

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ VE ÇEVRE
ETKİLERİ GÖZÖNÜNE ALINARAK TEKNİK ÜRÜN
SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Makina Mühendisi Ahmet SUCU

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usülleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Numan DURAKBAŞA

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
 1 ISO 14000 VE ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ.....	 1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 ISO 14000.....	2
1.2.1 TS EN ISO 14000 Serisi Standartları:	2
1.2.2 ISO 14000 Serisi Standartların Oluşturulma Sebepleri.....	2
1.2.3 ISO 14000 Serisi Standartların Özellikleri	3
1.2.4 ISO 14000 Uygulamalarının Faydaları	4
1.3 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ.....	5
1.3.1 Çevre Yönetim Sisteminde Temel Kavramlar	7
1.3.2 ÇYS İle Elde Edilen Maliyet Düşüşleri	8
1.4 SONUÇ	8
 2 ÖNLEYİCİ ÇEVRE YÖNETİMİNDE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU İÇİN YENİ BİR YÖNTEM HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME	 10 10
2.1 TANIM.....	10
2.2 GELİŞİMİ	10
2.3 METODOLOJİ	11
2.3.1 Amaç Tanımı Ve Kapsamı	12
2.3.2 Hayat Boyu Envanter Analizi	12
2.3.3 Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi.....	12
2.3.4 İyileştirme Değerlendirmesi	13
2.4 HBD’NİN POTANSİYEL KULLANICILARI VE UYGULAMA ALANLARI.....	13
2.5 ÜRÜN GELİŞTİRİLMESİ:	14
2.6 PAZARLAMA:	15
 3 YAŞAM DÖNGÜSÜ DÜŞÜNCESİ.....	 18
3.1 GİRİŞ	18
3.2 YAŞAM DÖNGÜSÜ PERSPEKTİFİ	18
3.2.1 Ürün Sistemi İle İlgili Malzeme ve Enerji Akışı	18
3.2.2 Ürün Sistemi İle İlgili Malzeme ve Enerji Akışı; Otomobiller	21
3.2.3 Ürün Sistemi İle İlgili Malzeme ve Enerji Akışı; Çelik ve Otomobiller	22
3.3 ÜRÜN SİSTEMİ	23
3.3.1 İşlem Zinciri	23
3.3.2 Ürün Görünümü	24
3.3.3 Otomotiv Ürünleri ve Çevre	26
3.4 YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ	26
3.4.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Kapsamı	27
3.4.2 Analiz Sınırlarının Belirlenmesi	27

3.4.3	<i>Sistem Sınırları</i>	28
3.5	YAŞAM DÖNGÜSÜ ENVANTERİ	28
3.6	YAŞAM DÖNGÜSÜ ETKİ DEĞERLENDİRMESİ	32
3.6.1	<i>Çevresel Etkiler</i>	32
3.6.2	<i>Çevresel Etkilerin Karakterize Edilmesi</i>	36
3.6.3	<i>Çevresel Etkilerin Hesaplanması</i>	36
3.7	YORUMLAMA	37
4	HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME - PRENSİPLER VE ÇERÇEVE	39
4.1	GİRİŞ	39
4.2	HBD İLE İLGİLİ GENEL TANIMLAR	41
4.2.1	<i>Hayat Boyut Değerlendirme (HBD)</i>	41
4.2.2	<i>Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi (HBED)</i>	41
4.2.3	<i>Hayat Boyu Değerlendirme Yorumu</i>	41
4.2.4	<i>Hayat Boyu Envanter Analizi (HBE)</i>	41
4.3	HBD'NİN TEMEL ÖZELLİKLERİ	41
4.4	HBD'NİN SAFHALARI	42
4.5	METODOLOJİK ÇERÇEVE	43
4.5.1	<i>Amaç ve Kapsamın Belirlenmesi</i>	43
4.5.2	<i>Hayat Boyu Envanter Analizi</i>	46
4.5.3	<i>Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi</i>	47
4.5.4	<i>HBD 'nin Yorumlanması</i>	48
4.6	RAPOR VERME	48
4.7	TENKİTÇİ YAKLAŞIMLA GÖZDEN GEÇİRME.....	49
4.7.1	<i>Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme İşlemiyle İlgili Genel Açıklama</i>	49
4.7.2	<i>Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme İhtiyacı</i>	50
4.7.3	<i>Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme İşlemi</i>	50
5	HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME – AMAÇ VE KAPSAM TARİFİ İLE ENVANTER ANALİZİ	52
5.1	GİRİŞ	52
5.2	HBE BİLEŞENLERİ.....	53
5.2.1	<i>Ürün Sistemi</i>	53
5.2.2	<i>Birim İşlem</i>	53
5.2.3	<i>Veri Kategorileri</i>	54
5.2.4	<i>Ürün Sistemlerinin Modellenmesi</i>	55
5.3	AMACIN VE KAPSAMIN TARİFİ	55
5.3.1	<i>Çalışmanın Amacı</i>	55
5.3.2	<i>Çalışmanın Kapsamı</i>	55
5.4	ENVANTER ANALİZİ.....	60
5.4.1	<i>Genel</i>	60
5.4.2	<i>Veri Toplamak İçin Hazırlanma</i>	61
5.4.3	<i>Veri Toplama</i>	62
5.4.4	<i>Hesaplama Yöntemleri</i>	62
5.4.5	<i>Akışların Ve Tahliyelerin Tahsisatı</i>	64
5.5	HBE'NİN KISITLAMALARI (HBE SONUÇLARININ YORUMLANMASI).....	67
5.6	ÇALIŞMA RAPORU	68
6	HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME - HAYAT BOYU ETKİ DEĞERLENDİRMESİ 71	
6.1	GİRİŞ.....	71
6.2	HBED'NİN GENEL TARİFİ.....	71

6.2.1	<i>HBED'nin Amacı</i>	71
6.2.2	<i>HBED'nin Önemli Özellikleri</i>	71
6.2.3	<i>HBED'nin Unsurları</i>	72
6.3	MECBURİ UNSURLAR	74
6.3.1	<i>Genel</i>	74
6.3.2	<i>Kategori Göstergeleri Kavramı</i>	74
6.3.3	<i>Etki Kategorileri, Kategori Göstergeleri ve Nitelendirme Modellerinin Seçimi</i> .	76
6.3.4	<i>Kategori Gösterge Sonuçlarının Hesaplanması (Nitelendirme)</i>	79
6.4	İHTİYARİ UNSURLAR	80
6.4.1	<i>Genel</i>	80
6.4.2	<i>Referans Bilgilere Göre Kategori Gösterge Sonuçlarının Büyüklüğünün Hesaplanması (Normalleştirme)</i>	80
6.4.3	<i>Gruplandırma</i>	81
6.4.4	<i>Önemin belirlenmesi</i>	81
6.5	VERİ KALİTE ANALİZİ	82
6.6	HBED'NİN SINIRLAMALARI	83
6.7	HBED 'NİN HBD ÇERÇEVESİYLE OLAN İLİŞKİSİ	84
6.7.1	<i>Genel</i>	84
6.7.2	<i>Amaç ve Kapsam Tanımı İle Olan İlişki</i>	84
6.7.3	<i>Hayat Boyu Envanter Analizi İle Olan İlişki</i>	85
6.7.4	<i>Hayat Boyu Yorum Safhası İle Olan İlişki</i>	85
7	HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME - HAYAT BOYU YORUMU	87
7.1	GİRİŞ	87
7.2	HAYAT BOYU YORUMUN GENEL TARIFI	88
7.2.1	<i>Hayat Boyu Yorumun Amaçları</i>	88
7.2.2	<i>Hayat, Boyu Yorumun Ana Özellikleri</i>	88
7.2.3	<i>Hayat Boyu Yorumun Unsurları</i>	88
7.2.4	<i>İlişki</i>	88
7.3	HAYAT BOYU YORUMUNDA ÖNEMLİ KONULARIN TANITILMASI	90
7.3.1	<i>Amaç</i>	90
7.3.2	<i>Bilginin Tanımlanması ve Yapılandırılması</i>	90
7.3.3	<i>Önemli Konuların Belirlenmesi</i>	90
7.4	DEĞERLENDİRME	91
7.4.1	<i>Amaçlar ve Özellikler</i>	91
7.4.2	<i>Bütünlük Kontrolü</i>	91
7.4.3	<i>Hassasiyet Kontrolü</i>	92
7.4.4	<i>Uygunluk Kontrolü</i>	93
7.5	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	93
7.5.1	<i>Amaç</i>	93
7.5.2	<i>Kararlar</i>	93
7.6	HAYAT BOYU YORUMUNA AİT ÖRNEKLER	94
7.6.1	<i>Önemli Konuların Belirlenmesine Ait Örnekler</i>	94
7.6.2	<i>Değerlendirme Unsurları Örnekleri</i>	102
8	OTOMOBİL LASTİĞİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ	107
8.1	GİRİŞ	107
8.2	ÇALIŞMAYI YAPMAKTA ETKİLİ OLAN SEBEPLER:	107
8.2.1	<i>Kişisel Amaçlar</i>	107
8.3	ÇALIŞMANIN KAPSAMI	109
8.3.1	<i>Değerlendirme Modülleri</i>	110

8.3.2	<i>Genel Çevre, Sınırlar ve Veri Kaynakları</i>	111
8.3.3	<i>Detay Seviyesi</i>	113
8.3.4	<i>Özel Sistemli Özellikler</i>	113
8.4	HAYAT DÖNGÜSÜ ENVANTER ANALİZİ	113
8.4.1	<i>Girdi</i>	113
8.4.2	<i>Çıktı</i>	116
8.5	ETKİ DEĞERLENDİRMESİ	121
8.5.1	<i>Etki Kategorileri/Çevresel Potansiyel</i>	121
8.6	LASTİK DEĞİŞKENİ KARŞILAŞTIRMASI	125
8.6.1	<i>Siyah Karbon Ve Silikanın Karşılaştırılması</i>	126
8.6.2	<i>Rayon Yerine Polyesterin Kullanımı</i>	126
8.7	YIPRANMIŞ LASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ	129
8.7.1	<i>Beton Tesis</i>	129
8.7.2	<i>Lastik Güç Tesisi</i>	131
8.7.3	<i>Yeniden Kaplama</i>	131
8.8	YORUMLAMA	135
8.8.1	<i>Üstünlük Analizi</i>	135
8.8.2	<i>Önem Analizi</i>	136
8.8.3	<i>Duyarlılık Analizi</i>	137
9	RENKLİ BİLGİSAYAR MONİTÖRLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ	138
9.1	GİRİŞ.....	138
9.2	YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ	139
9.2.1	<i>Çalışmanın Amacı</i>	139
9.2.2	<i>Ürün ve Fonksiyonel Birim</i>	139
9.2.3	<i>Sistem Sınırları ve Veri Toplama</i>	140
9.2.4	<i>Senaryo ve Tahsisat</i>	141
9.2.5	<i>Envanter Analizi ve Etki Değerlendirilmesi</i>	142
9.3	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	143
9.3.1	<i>Envanter Analizinden Sonuçlar</i>	143
9.3.2	<i>Etki Değerlendirmesinden Sonuçlar</i>	145
9.3.3	<i>Ağırlıklamanın Sonuçları</i>	146
9.4	ELEKTRONİK ÜRÜNDE YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRME PROSEDÜRÜ	151
9.5	SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	154
	KAYNAKLAR.....	156
	ÖZGEÇMİŞ	157

KISALTMA LİSTESİ

ÇYS	Çevre Yönetim Sistemi
HBD	Hayat Boyu Değerlendirme
HBED	Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi
HBE	Hayat Boyu Envanter Analizi
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1 Çevre yönetim sistemi temel yapısı	6
Şekil 3.1 Ürün yaşam döngüsü	18
Şekil 3.2 Yaşam döngüsü aşamaları	19
Şekil 3.3 Taşıt yakıt tankı çeliğinin üretim akış şeması	19
Şekil 3.4 Taşıt yakıt tankı çeliğinin proses girdi ve çıktıları	20
Şekil 3.5 Taşıt yakıt tankı çeliğinin tüm işlem girdi ve çıktıları	21
Şekil 3.6 Otomobilde kullanılan hammaddelerin ağırlıkça ortalama yüzdeleri	22
Şekil 3.7 Ürün sitemi	23
Şekil 3.8 İşlem zinciri	24
Şekil 3.9 Fabrika çevresi	25
Şekil 3.10 Ürün görünümü	25
Şekil 3.11 Ürünün bütün yaşam döngüsündeki çevresel etkileri	25
Şekil 3.12 Otomobilin temel yaşam döngüsü	26
Şekil 3.13 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde kapsam	27
Şekil 3.14 Analiz sınırlarının belirlenmesi	27
Şekil 3.15 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde envanter	28
Şekil 3.16 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde temel akışlar	29
Şekil 3.17 Yaşam döngüsü değerlendirmesi akış diyagramı	30
Şekil 3.18 Envanter modeli	31
Şekil 3.19 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde etki değerlendirmesi	32
Şekil 3.20 Küresel ısınmanın çevresel etkileri	33
Şekil 3.21 Ozon delinmesinin çevresel etkileri	33
Şekil 3.22 Asitlendirmenin çevresel etkileri	34
Şekil 3.23 Ötrofikasyonun çevresel etkileri	35
Şekil 3.24 Fotokimyasal oksidanların çevresel etkileri	35
Şekil 3.25 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde yorumlama	37
Şekil 3.26 Yaşam döngüsü değerlendirmesi genel yapısı	38
Şekil 4.1 HBD safhaları	43
Şekil 5.1 HBE Analizi İçin Bir Ürün Sistemi Örneği	53
Şekil 5.2 Bir üretim sistemi içerisindeki birim işlemler kümesi	54
Şekil 5.3 Envanter analizi için basitleştirilmiş yöntemler	61
Şekil 5.4 Bir ürün sisteminin teknik tarifi ve geri dönüşüm için tahsisat işlemleri arasındaki farklar	67
Şekil 6.1 HBED safhasının unsurları	73
Şekil 6.2 Kategori göstergesi kavramı	75
Şekil 7.1 Yorum safhası ile HBD'nin diğer safhaları içindeki unsurların ilişkisi	89
Şekil 8.1 Değerlendirmenin kapsamı	109
Şekil 8.2 Kaynak tüketiminin ve ölü yığın miktarının sunumu	114
Şekil 8.3 Hava tüketiminin sunumu	115
Şekil 8.4 Su tüketiminin sunumu	116
Şekil 8.5 Atmosferik emisyonların sunumu	117
Şekil 8.6 Atık su üzerindeki olumsuz etkinin sunumu	118
Şekil 8.7 Tortu ve atıkların sunumu	119
Şekil 8.8 Aşınma miktarı	120
Şekil 8.9 Kümülatif enerji girdisi	122
Şekil 8.10 Küresel ısınma potansiyeli	123
Şekil 8.11 Asidifikasyon potansiyeli	124
Şekil 8.12 Nutrifikasyon potansiyeli	125

Şekil 8.13	Farklı tipteki lastikler	127
Şekil 8.14	Yıpranmış lastiklerin fırına gönderilmesi	129
Şekil 8.15	Yıpranmış lastiklerin geri dönüşümü	130
Şekil 8.16	Aşınmış lastiklerin geri dönüşümü – Güç tesislerinde enerji üretimi	131
Şekil 8.17	Yeni lastik imalatıyla eski lastiklerin kaplanması karşılaştırılması	132
Şekil 8.18	Lastik imalatı.....	133
Şekil 8.19	Kaplama lastik kullanımı ile yeni bir lastik kullanımının karşılaştırılması	134
Şekil 8.20	Enerji tüketiminin karşılaştırılması ve lastiğin yaşam aşamalarında etki eden potansiyel faktörler	136
Şekil 8.21	Lastiğin yaşam aşamalarındaki bağıl karşılaştırma.....	137
Şekil 9.1	Bilgisayar monitörünün yaşam döngüsünde abiyotik kaynakların tüketimi... 143	
Şekil 9.2	Bilgisayar monitörünün yaşam döngüsünde çevresel emisyonlar.....	144
Şekil 9.3	Bilgisayar monitörünün çevresel performasındaki karakteristik sonuçlar	145
Şekil 9.4	Her bir evre ya da sürece ilişkin katkılaşım oranı	147
Şekil 9.5	Hassasiyet analizin sonuçları	148
Şekil 9.6	Çeşitli etki değerlendirme metodolojislerine göre renkli bilgisayar monitörünün çevresel performansını.....	150
Şekil 9.7	Elektronik ürünlerin tipik zaman kalıpları (aralığı)	152

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1 Otomobil Şasisi Envanter Tablosu.....	31
Çizelge 3.2 Çevresel etkilerin karakterize edilmesi.....	36
Çizelge 3.3 Çevresel etkilerin hesaplanması	37
Çizelge 6.1 Terim örnekleri	76
Çizelge 7.1 Hayat boyu basamaklarına karşılık gelen HBE girdi ve çıktıların yapılandırılması.....	96
Çizelge 7.2 Hayat boyu basamağına karşılık gelen HBE girdi ve çıktıların yüzde katkısı	97
Çizelge 7.3 Hayat boyu basamağına karşılık gelen HBE girdi ve çıktıların sıralanması	98
Çizelge 7.4 İşlem gruplarına yerleştirilen yapılandırma matrisi.....	98
Çizelge 7.5 İşlem gruplarına yerleştirilen HBE girdi ve çıktıların üzerine etki derecesinin sınırlandırılması	99
Çizelge 7.6 İşlem gruplarının HBE girdi ve çıktıların anormal ve beklenmeyen sonuçların işaretlenmesi	100
Çizelge 7.7 Hayat boyu safhalarına karşı kategori indikatör sonucunun yapılandırılması.....	101
Çizelge 7.8 Bir bütünlük kontrolünün özeti.....	102
Çizelge 7.9 Tahsisat kuralına dayalı hassasiyet kontrolü.....	104
Çizelge 7.10 Veri belirsizliğine dayalı hassasiyet kontrolü	104
Çizelge 7.11 Veri nitelendirmesine dayalı hassasiyet kontrolü	105
Çizelge 7.12 Bir uygunluk kontrolünün sonuçları.....	106
Çizelge 8.1. Yol direncinin değerlendirilmesi ve tahsisatı.....	112
Çizelge 8.2 Değişik biçimli dört farklı lastiğin değerlendirme verileri	128
Çizelge 9.1 Renkli bilgisayar monitöründe kullanılan bileşen ve materyaller	140
Çizelge 9.2 Arka Plan / ön plan sistemler ve veri karakteristikleri	141

ÖNSÖZ

Günümüzde çevre ile ilgili konularda toplumsal duyarlılığın artmasıyla birlikte proje geliştirme ve uygulama sırasında verilen kararlar daha da önem kazanmıştır. Teknolojinin gelişimine yönelik verilen doğru kararlar aşamasında göz önünde bulundurulması gereken başlıklardan biride çevredir. Hayat Boyu Değerlendirme (Life Cycle Assessment), 1990’lardan bu yana, karar vermeye yönelik kullanılan ve gelişmekte olan yöntemlerden biridir.

Hayat Boyu Değerlendirme; risk değerlendirmesi, çevre faaliyetleri ile ilgili başarı derecesinin tayini, çevre denetimi, çevre etki değerlendirmesi gibi çevre yönetim tekniklerinden sadece birisidir ve karşılaşılabilecek bütün durumlarda kullanılabilecek en iyi teknik olmaması da ihtimal dahilindedir.

Hayat Boyu Değerlendirme Yöntemi, ürün tasarımı ve geliştirilmesi için kullanılabildiği gibi proses ve aktivite optimizasyonunda da uygulanmaktadır. Bu prosesler herhangi bir ürünün elde edilmesine yönelik olabileceği gibi, üretimden çıkan atıkların verimli bir şekilde arıtılması ve bertaraf edilmesi için de uygulanabilmektedir. Her iki uygulamada da asıl hedef, çevreye olan etkilerin karar aşamasında tespiti ve mümkün olduğunca çevre dostu aynı zamanda da ekonomik ürün, proses, ve aktivitelerin seçimidir.

Bu çalışma sırasında beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Sn.Prof. Dr.Numan DURAKBAŞA’ya teşekkür ederim.

Kasım 2006

Ahmet SUCU

ÖZET

Yaşam döngüsü analizi çevresel girdilerin, çıktıların ve bir ürün, malzeme yada servisin yaşam döngüsünün potansiyel çevresel etkilerinin hesaplanması ve değerlendirilmesidir. Yaşam döngüsü teknik sistem sürecini, kullanılan ya da ihtiyaç duyulan nakil rotasını, hammadde çıkarma, üretim, kullanılan ya da kullanım sonrası ürünü (atık madde yönetimi veya geri dönüşümü) içermektedir. Yaşam döngüsü analizi bazen beşikten mezara değerlendirmesi olarak da adlandırılır.

Yaşam döngüsü analizi kullanıcıları:

- Endüstri ve diğer ticari girişimcileri
- Ulusal hükümetler ve yerel; ulusal ve hükümetler arası yönetim kurulları
- Tüketici organizasyonları, çevresel gruplar, ve
- Tüketiciler

Yaşam döngüsü analizi yaklaşımları genellikle standartlarla belirlenmektedir ama profesyonel uygulama kodu da geliştirilmiştir. Yaşam döngüsü analizinde genellikle dört bileşen vardır:

(i) amaç ve kapsam; (ii) envanter; (iii) etki değerlendirmesi, ve (iv) gelişim değerlendirmesi

Üç çeşit yaşam döngüsü analizi vardır. Bunlar:

- i) Kavramsal yaşam döngüsü analizi - Yaşam döngüsü düşüncesi
- ii) Basitleştirilmiş yaşam döngüsü analizi ve
- iii) Detaylı yaşam döngüsü analizi

Bu farklı çeşitler farklı yollarda kullanılabilir ve kullanıldıkları bağlama göre de farklı güçlü noktaları ve zayıf noktaları vardır. Yaşam döngüsü analizleri şu anda birçok şirket tarafından piyasa taleplerine cevap verebilmek için ihtiyaç duydukları bilginin sağlanması, yasal baskılar ve iyileştirilmiş ürün gelişimi ve dizaynını keşfetmek için kullanılmaktadır. Güçlendirilebilir gelişim ve tüzel yönetimdeki yüksek standartlara karşı artan ilgi ve şeffaflık şirketlere Yaşam döngüsü analizindeki sosyal ve etik boyutları içeren yeni talepler getirmektedir. Görünen o ki gelecekte Yaşam döngüsü analizleri olgunlaştırılması parsel sahiplerinin sosyal ve etik boyuttaki eksikleri doldurma isteğini gerektirecektir.

Anahtar kelimeler: Çevre yönetimi, yaşam döngüsü analizi, hayat boyu değerlendirme.

ABSTRACT

Life cycle assessment is the calculation and evaluation of the environmentally relevant inputs and outputs and the potential environmental impacts of the life cycle of a product, material or service. The life cycle consists of the technical system of processes and transport routes used at, or needed for, raw materials extraction, production, use and after use (waste management or recycling). Life cycle assessment is sometimes called a "cradle-to-grave" assessment. The users of Life cycle assessments include:

- Industry and other commercial enterprises;
- National governments and local, national and intergovernmental regulatory bodies;
- Consumer organisations and environmental groups, and
- Consumers (which includes governments as consumers).

Life cycle assessment approaches are generally guided by standards but a professional code of practice has also been developed. Life cycle assessment generally has four components:

(i) goal and scope; (ii) inventory; (iii) impact assessment; and (iv) improvement assessment.

There are three different types of LCA. They are:

- i) Conceptual Life cycle assessment – Life Cycle Thinking,
- ii) Simplified Life cycle assessment; and
- iii) Detailed Life cycle assessment.

The different types can be used in different ways and have strengths and weaknesses, depending upon the context in which they are used. Life cycle assessments are currently used by many companies, to provide them with the information they need to respond to market demands, legislative pressures and to explore improved product development and design. Sustainable development and an increased focus upon high standards in corporate governance and transparency are placing new demands on companies to include the social and ethical dimensions into Life cycle assessment. It would seem that the further maturing of Life cycle assessment will require a wider involvement of stakeholders to try and “fill the gaps” in the social and ethical dimensions.

Keywords: Environmental management, life cycle assessment.

1 ISO 14000 VE ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ

1.1 GİRİŞ

Çevre sorunları birden bire ortaya çıkmamış, sanayileşme ile birlikte hızla birikerek varlığını bugünlere taşımıştır. İnsan faaliyetlerinin doğaya verdiği zararlar, doğanın kendini yenileyebilme becerisi nedeniyle bertaraf edileceği düşünülerek, hep göz ardı edilmiştir. Ancak nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmeyle birlikte olumsuz çevre etkilerinin artışı doğayı zorlamaya başlamış ve 1960'lı yıllarda gerçekleştirilen bilimsel teknolojik devrimin çevreye etkileri, çevre için koruma ve iyileştirme çalışmalarının ivedilikle yapılması gereğini gözler önüne sermiştir. Çevre kirliliğinin ülkeler ile değil, çevre etkilerinin yayılımı oranında sınırlı olması, çevreci gruplar, sanayi ve devlet, hatta devletlerarası ilişkilerde sorunlar yaratmıştır. Artan nüfusa iş yaratma, besin sağlama ve ülkelerin kalkınma talepleri de dikkate alındığında, ekonomiden toplum bilimlerine dek pek çok noktada hayatımızı etkileyen çevre sorunları için, tüm dünya devletleri yeni çözümlere itmiştir. Özellikle “sıfır atık” üreterek “etkisiz” bir üretim modeli oluşturmanın imkansızlığı karşısında, çevrenin daha az kirlenilerek üretim yapılmasına olanak sağlayan yöntemlerin araştırılması zorunlu olmuştur.

Çevre kalitesinin korunmasının yanı sıra, ekonomik kalkınmanın da sağlanabilmesi için 1972 yılında Stockholm Çevre Konferansında ‘çevreyi dışlamayan kalkınma’ stratejisi açıklanmıştı. Amaç doğal kaynaklardan adaletli bir şekilde yararlanmaktır. ‘Çevreyi dışlamayan kalkınma’ kavramı esasen çevre koruma ve ekonomik kalkınma arasında bir çelişki görmüyordu. Tarım politikalarında hem tarımsal gelişme hem de tarım topraklarının korunacağı düşünülüyordu.

1970'li yıllarda ekonomik kalkınmanın yanında çevre kalitesinin de korunmasına çözüm olarak “Sürdürülebilir Kalkınma” felsefesi tartışılmaya başlandı. Bu çözüm, doğal kaynakların tüketim hızının oluşum hızına paralelliğinin sağlanması esasına dayanıyordu. Kavram, 1987 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonunca yayınlanan ‘Ortak Geleceğimiz’ adlı raporda yer alarak yaygınlık kazanmaya başladı.

Çevre sorunları ve ekonomik kalkınma, son 30 yıl içinde giderek yükselen bir tempoda tartışıldı ve bu tartışmalardan çıkan sonuçlardan hareketle yönetmelikler ve standartlar gibi uygulama şartlarını içeren yayınlar hızla çoğaldı. ISO Eylül /1996’da, çevre boyutlarının kontrolü ve bertarafı konularında şartlar içeren ve özellikle kalkınmakta olan ülkelere uygun ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemleri standardını yayınladı. Uygulamaları hızla yayılan ve kabul gören ISO 14001 Standardı, çevre politikası, çevre amaçları ve çevre programları doğrultusunda çevre boyutlarının kontrolü ve bertarafına yönelik şartları içermektedir.

1.2 ISO 14000

Ürünün, hammaddeden başlayıp nihai ürün haline getirilerek müşterilere sunulmasına kadar geçen sürecin her aşamasında çevresel faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin gerekli muayeneler ve önlemler ile kontrol altına alınarak çevreye verilen zararın en aza indirilmesini sağlayan bir istemin kurulmasını tarif eden ve Uluslararası Standartlar Organizasyonu tarafından yayınlanmış olan standartlar serisidir.

ISO 14000 bir ürün standardı değil sistem standardıdır ve ne üretildiğinden ziyade, nasıl üretildiği ile ilgilenir. Çevre performansının izlenmesi ve sürekli iyileştirilmesi temeline dayanır. Çevre faktörlerine ilişkin olarak ilgili mevzuat ve kanunlar tarafından tanımlanmış koşullara uymayı şart koşar.

1.2.1 TS EN ISO 14000 Serisi Standartları:

ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi-Özellikler ve Kullanım Kılavuzu

ISO 14004 Çevre Yönetimi - Çevre Yönetim Prensipleri Kılavuzu - Sistemler ve Destekleyici Teknikler

ISO 14010 Çevre Yönetimi - Çevre Denetim Kılavuzu - Çevre ile İlgili Denetimin Genel Prensipleri

ISO 14011 Çevre Yönetimi - Çevre Denetim Kılavuzu - Denetim Usulü - Kısım 1 - Çevre Yönetim Sistemlerinin Denetimi

ISO 14012 Çevre Yönetimi Çevre Denetçilerinin Sahip Olması Gereken Özellikler

ISO 14020 Çevre Yönetimi - Çevre ile İlgili Etiketlemenin Temel Prensipleri

ISO 14021 Çevre Yönetimi - Çevre ile İlgili Etiketleme - Öz beyan - Terimler Tarifler

ISO 14040 Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Genel Prensipler ve Uygulamalar

ISO 14060 Çevre Yönetimi - Mamullerin Çevre Veçhelerinin Mamul Standartlarına Dahil Edilmesi ile İlgili Kılavuz

ISO 19011 Kalite ve Çevre Tetkiki İçin Kılavuz

1.2.2 ISO 14000 Serisi Standartların Oluşturulma Sebepleri

Çevre bilincinin dünya çapında gelişmesine paralel olarak başta çevreci örgütler olmak üzere birçok toplum kuruluşları, ülkeler ve konuyla ilgili kuruluşlar bir kamuoyu yaratılması ve ülkeler ve işletmeler üzerinde baskı oluşturulması için çaba göstermişlerdir.

Ancak geçen yıllar boyunca çevreci örgütler ve başka kuruluşlar işletmelerin çevreye karşı davranışlarını genellikle yeni yasalar çıkarılması yönünde baskı yapma yoluyla etkilemeye

çalışmışlardır. Bu çabaların karışık sonuçları olmuştur. Önce yasaların çıkarılması ve yürürlüktekiiler üzerinde değişiklikler yapılması zaman almaktadır. İkincisi, yasalar işletmeleri önlem almaya zorlamakla birlikte onları motive etmezler ve istenenin ötesine geçmeye özendirmezler. Tüm ülkelerde, çevresel sorunlar hızlı bir biçimde artarken yasal yöntemlerin uygulanmasıyla elde edilen gelişmeler yavaştır. 80'li yıllarda hükümetler yeni kaynaklar yaratamayacaklarını ve yeni, daha sıkı çevre yasaları getiremeyeceklerini fark etmişlerdir. Birçok çevreci grup da işletmelerle çatışmaya girmenin ve baskı yapmanın ancak sınırlı yararlar getireceğini görmüştür. İş çevrelerinde de bir değişimin oluşması gereği görülmeye başlamıştır. İşletmeler, çevre sorunlarının birer yaşam gerçeği olduğunu ve bunları kendi iradeleriyle ele almadıkları takdirde çözümlerin dışarıdan empoze edileceğini anlamış ve ticari prestij düşüncelerinin de etkisiyle uygun önlemler alma yoluna gitmişlerdir. Bugün yeni stratejilerin çatışma yerine işbirliğinden geçmesi gereği artık benimsenmiş bulunmaktadır. Çevre ile ilgili standartlar oluşturulmasının en önemli sebebi ISO'nun karakterinden kaynaklanmaktadır, ISO uluslararası bir örgüttür ve hazırladığı standartlar da bu kimliği taşımaktadır. Böylelikle çevre ile ilgili çalışmaların tek çatı altında toplanması ve dünya ölçeğinde bir eylem ve önlem birlikteliğinin sağlanması amaçlanmıştır.

1.2.3 ISO 14000 Serisi Standartların Özellikleri

ISO 14000 serisi standartlar örgüt veya sistem yönelimli ve ürün yönelimli olarak sınıflandırılabilirler. Örgüt veya sistem yönelimli standartlar, bir çevre yönetim sisteminin (ÇYS) oluşturulup çalıştırılması ve değerlendirilmesi için kapsamlı ilkeler sağlar ve diğer örgüt sistemleriyle arayüz oluştururlar. Ürün yönelimli standartlar ise ürünlerin ve/veya hizmetlerin üretimleri ve ekonomik ömürleri boyunca çevre üzerindeki etkilerini araştırırlar ve bu etkileri minimuma indirmeye çalışır.

1. Gönüllülük
2. Sürekli Gelişme ve Ar-Ge'ye Verilen Önem
3. Açık Sistem Anlayışı
4. Sistematik Yaklaşım

ISO 14000 serisi standartları hazırlayan komitelerin özellikle dikkate aldıkları bazı temel ilkeler vardır. Bu ilkeler aşağıda sıralanmıştır.

1. Daha iyi bir çevre yönetimi sağlanması.
2. Bütün ülkelerde uygulanabilirlik.

3. Kamunun ve standartları kullananların çıkarlarının gözetilmesi.
4. Düşük maliyetlere yol açmaları ve dünyanın her yerinde her boy işletme için kolaylıkla uygulanabilirlik.
5. Esnekliğin içsel ve dışsal olarak kontrol edilebilirliği.
6. Bilimsel bir tabana dayanması.
7. Pratik, yararlı ve kullanılabilir olmaları.

ISO 14000 standartlarının kullanılabilirliğini ve etkinliğini arttırmak amacıyla standart geliştirmenin her alanında yukarıda sayılan bütün ilkelerin üzerlerinde önemle durulmuştur.

Ayrıca ilkeler arasında sayılabilecek diğer bir konu ise ISO 14000 standartlarının ISO 9000 serisinin dayandığı prensiplere de büyük oranda bağlı kalmasıdır. Bunun en büyük yansıması şudur: Sözü edilen standartlar sorunların semptomlarını ele alma yerine kaynaklarında çözmeye yönelmişlerdir

1.2.4 ISO 14000 Uygulamalarının Faydaları

ISO 14000 standartlar serisi çevre yönetimi ve sürdürülebilir gelişme konusunda dünya çapında bir uygulama getirmektedir. Aynı zamanda, standartlar çevre koruma yaklaşımlarına gönüllü bir ortak yaklaşım geliştirmektedirler, bu da endüstrilerin daha bağımsız ve çevreye ilişkin emir ile kurallara daha az dayanan bir yapıya ulaşmasını sağlamaktadır. Bunların yanı sıra, ISO 14000 serisi çevreye etkilerin değerlendirilmesindeki uluslararası kuralları ve yöntemleri uyumlu hale getirerek global ticaretteki engelleri en aza indirmektedir. Bir ülke için işletmelerinin ISO 14000 standartlarını kullanması çok önemlidir. Örneğin, Türk firmalarının ISO 14000 kullanmaları isteklerine bağlıdır yani mecburi değildir. Fakat uluslararası çevre yönetimi standartlarına uymaları ve ISO 14000 uygulamaları, uluslararası ticaret yapmak isteyen çok uluslu firmalar için kaçınılmazdır. Çünkü gerek rekabet güçlerini arttırmak, gerek sundukları ürün ve hizmetlerde belirli bir standart ve kalite güvencesini müşterilerine sağlamak, gerek çevreye duyarlı bir imaj sağlamak açılarından ISO 14000 işletmelere faydalı olmaktadır. Maliyeti işletmenin büyüklüğüne bağlı olarak 12000 - 100000 Amerikan Doları arasında değişen kayıt ve diğer masrafı, firmalar elde edilen faydalar sayesinde fazlası ile karşılamaktadırlar. ISO 14000 serisinin diğer kullanım yararları kısaca şu şekildedir:

- Enerji ve diğer kaynakların tüketiminde azalma sağlayacak alanlarının tesbit edilmesi, kaynakların etkin kullanımı ile elde edilen ekonomik kazanç,

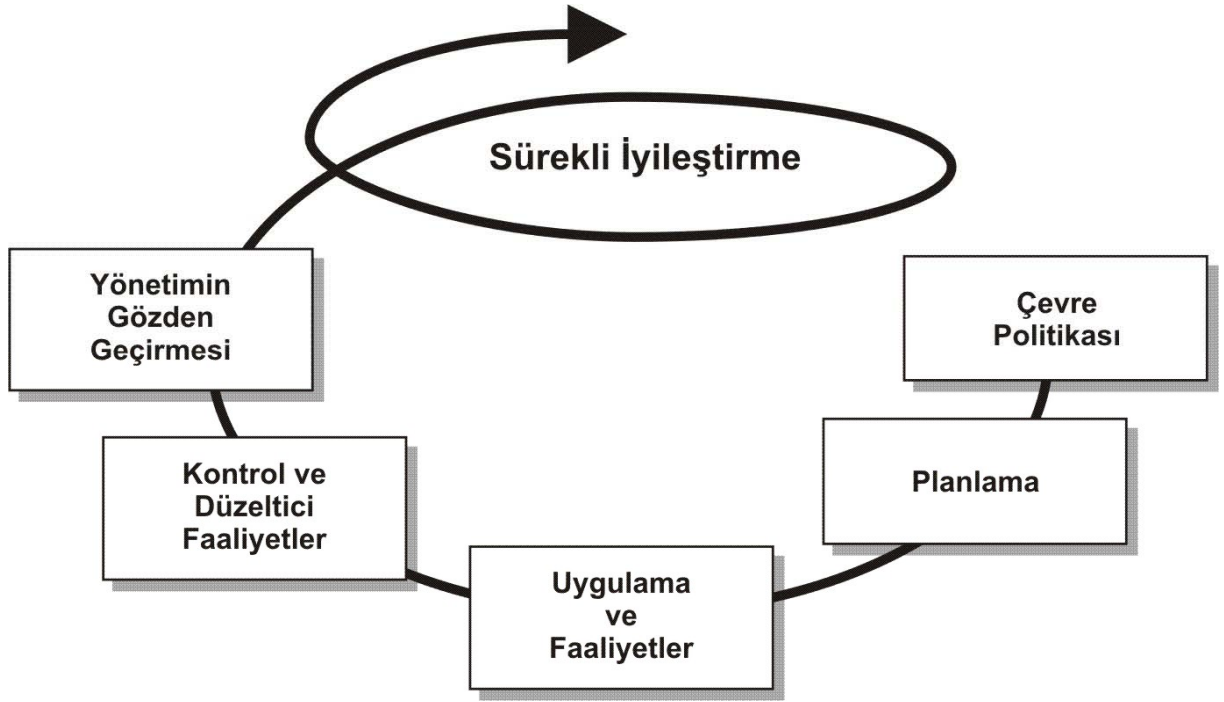
- Yüklümlülük ve risklerin azalması,
- Çevreye ilişkin yasal ve diğler kurallar ile gerekliliklere kolaylıkla uyum sağlanması,
- Çevre korumasında çevre yönetimi sistemlerini kullanarak katkı sağlayan lider işletmelere verilen teşvik ve ödüllerden yararlanmak,
- Kirliliğin engellenmesi ve atıkların azaltılması,
- Hisse sahiplerinden gelen çevre korumasına ilişkin baskılara karşılık verebilmek,
- Toplumun iyiliğine olumlu katkıda bulunmak,
- Üstün kaliteli işgücü yaratama hususunda ilgi sağlanması,
- “Yeşil” ürünler pazarından ve oluşan kardan pay almak,
- Sigorta işlemlerinde kirlilik olaylarının kapsam dışında kalması,
- Pazar payının korunmasında ve arttırılmasında sağlanan katkılar,
- İhalelerde elde edilen rekabet gücü,
- Değişen koşullara uyum göstermede elde edilen yetenek artışı,

Uzun vadede çevre yönetimi sistemlerini kullanan firmaların maliyet düşmesi ve kayıpların azalması sonucunda finansal yönden yüksek kazançlarının olması beklenmektedir. Bunun yanı sıra, ISO 14000 uygulaması sonucunda işletmeler çevreye duyarlı firma imajı yaratmakta ve pazarlama alanında da olumlu bir pozisyona ulaşmaktadırlar.

1.3 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ

Çevre Yönetim Sistemi: Genel yönetim sisteminin; kuruluş yapısı, planlama faaliyetleri, yükümlülükleri, usul ve işlemleri, çevre politikasının geliştirilmesi, uygulanması, gerçekleştirilmesi, gözden geçirilmesi ve idamesi için gerekli kaynakları da içine alan parçasıdır. ISO 14001 ve ISO 14004 standartları, bir kuruluş içinde ÇYS kurulması, denetlenmesi ve var olan sistemin geliştirilmesi çalışmalarına rehberlik etmek üzere oluşturulan standartlardır ve bu standartlar etkin bir ÇYS kurulması ve işletilmesi için gerekli minimum seviyeleri belirlerler.

Çevre yönetimine sistematik bir şekilde yaklaşabilmek için gerekli sistem elemanlarının kurum içinde geliştirilmesi ya da var olanların yeni şartlara göre düzenlenmeleri gerekir. Bu elemanlar aşağıda temel başlıklar halinde sıralanmıştır.



Şekil 1.1 Çevre yönetim sistemi temel yapısı

Çevre politikası: Kuruluşun üst yönetimi çevre politikasını hazırlamalıdır. Çevre politikası, yürürlükteki çevre yasa ve yönetmelikleri ile uyumlu olmalı ve sürekli gelişmeyi desteklemelidir. Bu politika dökümanite edilmeli ve tüm çalışanlara öğretilmelidir.

Planlama: Çevre politikası oluşturulduktan sonra kuruluş, çevre yönetim sisteminin planlarını hazırlamalıdır. Planlamada, kuruluşun faaliyetlerinin, servisinin çevreye etkisi belirlenmeli, çevre yasa ve yönetmelikleri ile uyumlu amaç ve hedefler saptanmalı ve çevre yönetim programı oluşturulmalıdır.

Uygulama ve Faaliyetler: Kuruluş, çevre politikasını gerçekleştirmek, amaç ve hedeflerine ulaşabilmek maksadıyla etkin bir uygulamada bulunabilmek için gerekli yetenek ve imkanlarla birlikte bir destek mekanizması geliştirmelidir.

Kontrol ve Düzeltici Faaliyetler: Kuruluş, çevre icraatını ve bu icraattaki başarı derecesini ölçmeli, izleyip değerlendirmelidir.

Yönetimin Gözden Geçirmesi: Kuruluşun üst yönetimi, ÇYS'nin uygunluğunu, yeterliliğini ve etkinliğini sürdürebilmek için kendisinin tayin ettiği aralıklarla ÇYS'ni gözden geçirmelidir. Çevre politikası, amaç ve hedefleri gerekirse değiştirmeli, iç denetim sonuçları incelenmeli, çevreyle ilgili yasa ve yönetmeliklerdeki değişiklikler uygulanmalıdır.

1.3.1 Çevre Yönetim Sisteminde Temel Kavramlar

Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS)

Genel yönetim sisteminin; çevre politikasının geliştirilmesi, uygulanması, başarıya ulaştırılması, gözden geçirilmesi ve idamesi amacını güden; kuruluş yapısı, planlama faaliyetleri, sorumluluklar, uygulamalar, usuller, işlemleri de içine alan parçasıdır.

Çevre Politikası

Kuruluşun, genel çevre icraatı ile ilgili niyet ve prensiplerini açıklamak; faaliyet, çevre amaç ve hedeflerine çerçeve teşkil etmek üzere yaptığı beyandır.

Çevre Hedefi

Kuruluşun, çevre amaçlarından kaynaklanan, bu amaçlara ulaşmak için; kuruluşça veya onun bir bölümünce gerçekleştirilmek üzere belirlenen, mümkün olduğunda sayılarla ifade edilen genel icraat basamaklarıdır.

Çevre Amacı

Kuruluşun, gerçekleştirmek amacıyla kendisi için tespit ettiği çevre politikasından kaynaklanan ve mümkün olan her durumda sayılarla ifade edilen genel maksadıdır.

Çevre Boyutu

Kuruluşun faaliyetlerinin, ürünlerinin veya hizmetlerinin çevre ile etkileşime giren unsurlarıdır.

Çevre Etkisi

Çevrede, kısmen veya tamamen; kuruluşun faaliyet, ürün ve hizmetleri dolayısıyla ortaya çıkan olumlu veya olumsuz her türlü değişikliktir.

Çevre Denetimi (Üçüncü Taraf)

Denetim delillerinin-belirli çevre faaliyetlerinin, olayların, şart ve durumların, yönetim sistemlerinin veya bunlara ait bilgilerin denetim kıstaslarına uyup uymadığını belirlemek amacıyla tarafsız bir şekilde ve değer yargılarına yer vermeksizin toplanması ve değerlendirmeye tabi tutulması ve bu işlemlerin sonuçlarının müşteriye bildirilmesidir.

Çevre Yönetim Sistem Denetimi (Dahili)

Kuruluşun çevre yönetim sisteminin, kuruluş tarafından tespit edilen çevre yönetim sistemi denetim kıstaslarına uyup uymadığını belirlemek ve sonuçları yönetime bildirmek amacıyla kuruluşun kendisi tarafından yapılan tarafsız ve değer yargılarına yer vermeyecek tarzda delillerin toplanması ve değerlendirilmesidir.

1.3.2 ÇYS İle Elde Edilen Maliyet Düşüşleri

Verimlilik ve performansın artırılması doğal olarak orta ve uzun vadede maliyetlerin düşmesine yol açmaktadır. ISO 14000 çalışmalarına başlanmasına karar verilmesi aşamasında uygulamanın ek maliyetler getireceği düşünülebilir, ancak kısa vadedeki maliyet artışları, orta ve uzun vadede maliyetlerde oluşan düşüşle rahatlıkla telafi edilebilecektir. Sağlanan maliyet düşüşünün kurum için ekonomik anlamda pozitif etkileri sürekli olacaktır.

Önemli bir maliyet düşürücü etki de, atıkların azaltılması ve bu atıkların zararsız hale getirilmeleri için yapılması gereken harcamaların düşmesidir. Bunun devamı olarak atık yönetiminde kullanılan geri dönüşüm ve yeniden kullanım gibi yöntemler maliyetlerin daha da düşmesine yol açarken verimliliği de arttırmaktadır.

Diğer bir maliyet düşürücü etki de ISO 9000 serisi standartların da öngördüğü gibi bir işin ilk seferde doğru ve tam yapılması, ileride düzeltmelere harcanacak zamandan ve paradan tasarruf edilmesini sağlamaktadır. Etkin bir ÇYS ile bu yaklaşım gerçekleştirilebilir ve dolayısıyla maliyetler düşürülmüş olur.

Maliyet düşüşü gözlenebilecek başlıklar aşağıda sıralanmıştır:

1. Yapılan çalışmalar sonucunda daha az girdi kullanımı ile yapılan faaliyetler sonucunda elde edilen maliyet düşüşleri,
2. Yeniden kullanım ve yeniden değerlendirme ile elde edilen maliyet düşüşleri,
3. Daha az girdi kullanımı sonucunda taşıma maliyetlerindeki düşüşler,
4. Daha az ceza ve yaptırım ile karşılaşılması ile elde edilen maliyet düşüşleri,
5. Daha az risk neticesinde sigorta primlerindeki düşüşler,
6. Daha az hatalı üretimle elde edilen maliyet düşüşleri.

ÇYS çalışmalarının başarı seviyesi iki ayrı parametre ile değerlendirilebilir, bunlardan birincisi çevreye olan etkilerde gözlenen gelişmelerin düzeyi, ikincisi ise bu çalışmalar sonucunda maliyet başlıklarında ve gelir düzeyinde gözlenen gelişmelerin seviyesidir.

1.4 SONUÇ

Çevre yönetim sistemlerinin, çevrenin korunması, doğal kaynakların verimli kullanılması ve gelecek nesillere yaşanılır bir çevre bırakılması gibi amaçlara ulaşılması yolunda oynayacakları rol büyüktür. Ancak bunun sağlanabilmesi için çevre yönetim sistemlerinin etkinliğinin artırılmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaların daha da

geliştirilmesine gerek vardır.

Gelişmeye açık konuların başında ÇYS'nin küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından kolaylıkla kullanımlarının sağlanması gelmektedir. Çünkü ekonomik güçleri sınırlı olan KOBİ'lerin ÇYS oluşturabilmeleri ancak gerekli desteklerin sağlanmasıyla mümkün olabilecektir. KOBİ için ÇYS'nin yaygınlaştırılmasına yardımcı olabilecek diğer bir başlık da KOBİ'lerin bu faaliyetleri mümkün olan her durumda ve her alanda ortaklaşa yürütmelerini kolaylaştırıcı düzenlemelerin geliştirilmesidir. Bununla hem ÇYS kurma hem de işletme maliyetleri minimize edilebilecektir.

Çevreci faaliyetlerin koordine edilmesi, konuya taraf olan uluslararası kuruluşların, hükümetlerin, yerel yönetimlerin, üniversitelerin, araştırma kuruluşlarının ve sanayi kuruluşlarının birlikte çalışmaları ve eylem planlarının sistematik bir şekilde düzenlenmesiyle mümkün olabilecektir. Buna kamuoyunun ilgisi, desteği ve yönlendirici etkisi de eklendiğinde gelişme hızı daha da artacaktır.

Belirli bir ölçekten daha büyük kuruluşlarda ve çevre etkilerinin kritik olabileceği sektörlerde belgelenen ve denetlenen bir ÇYS'nin kurulmasının zorunlu hale getirilmesi, çevre ile ilgili risklerin azaltılmasına ve dünya çapında başarı oranının artmasına etkili olabilecek bir öneridir ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kuruluşlar açısından, toplam kalite yönetiminin, çevre yönetiminin ve Avrupa ile ticaret yapmak isteyen kuruluşlar için CE direktiflerine uygunluğun sağlanması gibi faaliyetlerin ayrı ayrı yürütülmesi çeşitli zorluklar yaratmaktadır. Buna karşı alınabilecek bir önlem; yukarıda sayılan bütün çalışmaların ve bunlara ek olarak da işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili düzenlemelerin birleştirilmesini ve tek bir sistemle yürütülmesini içine alan uluslararası bir standart serisinin geliştirilmesidir.

Çevreciliğin bir hobi ve bir lüks olmaktan çıkıp, mantıklı, gerçekçi ve gerekli bir eylem biçimi olarak anılmasının bir uzantısı olan ÇYS'ler ve bunlar için kılavuzluk görevini gören ISO 14000 serisi standartlar dünya çapında geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Böylelikle sanayinin ve doğanın barışık bir şekilde geliştirilmesi sağlanabilir.

2 ÖNLEYİCİ ÇEVRE YÖNETİMİNDE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU İÇİN YENİ BİR YÖNTEM HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME (LIFE CYCLE ASSESSMENT)

Günümüzde çevre ile ilgili konularda toplumsal duyarlılığın artmasıyla birlikte proje geliştirme ve uygulama sırasında verilen kararlar daha da önem kazanmıştır. Teknolojinin gelişimine yönelik verilen doğru kararlar aşamasında göz önünde bulundurulması gereken başlıklardan biride çevredir. Hayat Boyu Değerlendirme (Life Cycle Assessment), 1990’lardan bu yana, karar vermeye yönelik kullanılan ve gelişmekte olan yöntemlerden biridir.

2.1 TANIM

TS-ISO 14040/Eylül 1995’de yayınlanan Türk Standardı’nda verilen tariflere göre Hayat Boyu Değerlendirme; bir mal ve hizmet sisteminde belirli bir malzeme ve enerjiden elde edilen mal ve hizmetlerle, bu sistemin hayat dönemince ortaya çıkan ve doğrudan doğruya sisteme affedilebilen çevre etkilerine ait bilgilerin toplanması ve gözden geçirilmesiyle ilgili bir usuller dizisidir.

Konuyla ilgili yurtdışındaki bazı kuruluşlar Hayat Boyu Değerlendirmeyi (HBD); çevre dostu ve ekonomik ürün ve üretim sistemleri tasarımında ve geliştirilmesinde kullanılan sistematik bir yaklaşım olarak tanımlamaktadırlar. Tasarım ve geliştirme sırasında irdelenmesi gereken hususlar, ürün ve üretim sisteminin veya bir prosesin beşikten mezara yani bir ürünün hammaddesinin eldesinden, üretim, kullanım ve bertaraf edilmesine kadar geçen süreç içerisinde çevreye ve doğal kaynakların kullanımına olan etkileridir.

2.2 GELİŞİMİ

Temel düşünce 1960’larda enerji ve hammadde kullanımındaki sınırlamaların artmasıyla başladı. Bu konuda yapılan çalışmalar enerji tüketimi ve gelecekte kaynak elde edilmesi ve kullanımına yönelik projeksiyonlarla ilgiliydi.

Bu konuda yapılan ilk yayınlardan biri Harold Smith tarafından 1963 Dünya Enerji Konferansı’nda aktarılan kimyasal ürün ve ara ürünlerin üretimi sırasında gereken toplam enerjinin hesaplanmasıdır.

1960’ların sonlarına doğru yapılan modelleme çalışmalarında, değişen dünya nüfusundan ve artan endüstriyel tüketimden kaynaklanan hızlı kaynak kullanımı ve çevresel etkileri ile ilgili tahminler yürütülmüş ve bu çalışmalar “The Limits To Growth” ve “A Blue Print For

Survival” ‘da yayımlanmıştır.

1969 yılında Coca-Cola Şirketinin uyguladığı bir HBD çalışmasında, farklı içecek kapları karşılaştırılarak, hangisinin çevreye ve doğal kaynaklara daha az zarar verdiğinin bulunması amaçlanmıştır.

1979 yılında yayımlanan “Handbook of Industrial Energy Analysis” kitabı Dr. Ian Boustead’in cam, plastik, çelik ve alüminyum gibi çeşitli içecek kaplarının üretiminde kullanılan toplam enerjinin hesaplanmasıyla ilgiliydi.

1985 yılında Avrupa Komisyonu Çevre Grubu (DGX1) tarafından yayımlanan yönerge ile üye şirketlerin sıvı besin kaplarından kaynaklanan enerji ve ham madde kullanımları ile katı atık üretim ve bertaraflarını izleme zorunluluğu getirildi.

1988 yılında katı atık üretimi ve bertarafı gibi konuların analizi için HBD, teknik bir yöntem olarak yeniden Kuzey Amerika ve Avrupa’da gündeme gelmiştir. Ürün ve prosesin hayat boyu değerlendirilmesinde geri kazanım ve kompostlaştırma yaklaşımları da yer almıştır. Bu kez, Procter & Gamble’in finanse ettiği bir HBD çalışması Arthur D. Little tarafından 1990 yılında tek kullanımlık çocuk bezleri için gerçekleştirilmiştir.

1992’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Dünya toplantısında, HBD "çevre yönetim sistemlerinde kullanılmakta olan yöntemlerden en yaygın olanı" olarak nitelendirilmiştir.

Uluslararası HBD çalışmalarından en anlaşılır tarzda olanı, The LCA Sourcebook: A European Guide to Life Cycle Assessment, 1993 senesinde yayımlanmıştır.

Bu alandaki teknik gelişmelerin arttırılması ve geliştirilmesi için son yıllarda, the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), grup çalışmaları ve toplantılar düzenlemektedir.

Bu konuda yapılan çalışmaları kolaylaştırmaya yönelik veri tabanı oluşturma, mevcut bilgisayar yazılımların iyileştirilmesi ve yenilerinin geliştirilmesi gibi çalışmalar devam etmektedir.

2.3 METODOLOJİ

HBD, birbiriyle ilgili dört bölümden oluşmaktadır. Her bölüm kendinden bir önceki bölümü izlemekte ve gerektiği durumlarda çalışılan bölümde yapılan eklemeler ve sonuçlar doğrultusunda geçmiş bölümlerde revizyonlar yapılabilmektedir.

HBD dört ana bölümden oluşmaktadır:

2.3.1 Amaç Tarifi Ve Kapsamı

Bu aşamada Hayat Boyu Değerlendirme çalışmasının amacı, kapsamı ve detay derecesi açık bir ifadeyle tanımlanmalıdır. İzlenmesi gereken aşamalar:

- Amaç
- Kapsam
- Fonksiyonel birim
- Veri kalite değerlendirmesi

2.3.2 Hayat Boyu Envanter Analizi

Envanter analizi, çalışmanın amacını ve kapsamını karşılayacak nitelikte olmalıdır, bu nedenle zaman zaman başa dönüp yapılan işlemlerin tekrar gözden geçirilmesi gerekebilir. Bu bölümde izlenen aşamalar şöyledir:

- Sistem ve sistemin sınırları
- Sistemlerin karşılaştırılması
- Veri toplanması ve hesaplama usulü
- Envanter analiz sonuçlarının yorumlanması ve kullanılması

2.3.3 Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi

Etki değerlendirme bölümünde, çalışmanın amacı ve kapsamı doğrultusunda, envanter analizinde elde edilen verilere dayanarak çevre etkilerinin sınıflandırılması, nicel ve nitel olarak vasıflandırılması ve eldeki tüm bu bulgulara dayanarak yapılan çalışmaların değerlendirilmesi gereken bir aşamadır. Bu aşamada gerçekleştirilen çalışma safhaları şöyledir;

- Sınıflandırma,
- Vasıflandırma,
- Değerlendirme,

Sınıflandırma aşamasında çoğunlukla göz önüne alınan kategoriler şunlardır;

- küresel ısınma,
- asitleşme,

- ozon tabakasındaki delinme,
- besin birikiminden kaynaklanan aşırı bitki büyümesi ve bundan kaynaklanan oksijen azalması,
- canlı ve cansız doğal kaynakların kullanımı,
- ekotoksik etkiler,
- insanlar üzerindeki toksik etkiler,
- iş ortamının durumu
- alan kullanımı

2.3.4 İyileştirme Değerlendirmesi

Bu bölüm, HBD çalışmasının sonuçlarına dayanarak çevreye olan etkilerin azaltılmasına ve iyileştirilmesine yönelik yapılması gereken çalışmaları ve verilmesi gereken kararları kapsar. Bu;

- Çalışmaya konu olan sistemde çevrenin iyileştirilmesine olanak veren en iyi olanakların belirlenmesi,
- Çevresel etkileri bir alt sistemden diğerine aktaran kararlardan kaçınılması,
- Aynı fonksiyonel birimle ilgili olarak sistemler arasında gerçeklere dayanan karşılaştırmalar yapılması ile gerçekleştirilebilir.

2.4 HBD’NİN POTANSİYEL KULLANICILARI VE UYGULAMA ALANLARI

HBD uygulamaları ve sonuçları ile ilgilenebilecek çeşitli kullanıcı grupları; firmalar, ticari birlikler, kamu kuruluşları, çevreciler ve tüketici kuruluşları gibi diğer kamu dışı kuruluşlar olabilir. Bu gruplar HBD aracını dahili çevre yönetimi ve harici amaçlar için kullanabilirler. Harici amaçlar için kullanımı, çalışmanın ayrıntı düzeyine, kullanılan veri ve metotların şeffaflık derecesine ve çalışmanın bütünlüğüne bağlıdır. Çalışmanın uygulama ve sınırlamalarına karar verirken göz önünde bulundurulması gereken konular; ele alınması düşünülen çalışmanın amaç ve kapsamının belirlenmesi, sonuçların kamuoyuna sunumu, sonuçlara dikkati çekilmesi istenen kitlenin eğitim düzeyi gibi birçok faktöre bağlıdır. Konuyla ilgili bazı uygulamalar şöyle sıralanabilir;

- Sanayide; stratejik planlama, ürün tasarımı veya bunların yenilenmesi ve geliştirilmesi

- Kamu Sektöründe; idari düzenlemeler, araştırma projeleri ve kalkınma finansmanı gibi konularda karar verme
- Başarı değerlendirmesi için çevre belirteçlerini seçme
- Bir ürünün ekolojik yönüyle ilgili bir etiketlendirme programının hazırlanması

2.5 ÜRÜN GELİŞTİRİLMESİ:

Uygulamada farklılıklar görülebilmekle beraber, “World Industry Council for the Environment” ‘ın tanımladığı bazı ortak noktalar bulunmaktadır. (WICE, 1994):

1. Malzeme seçimi

- Toksik kimyasal içeriğin minimize edilmesi
- Geri kazanılmış ve kazanılabilir malzemelerin sisteme dahil edilmesi
- Daha dayanıklı malzemelerin kullanılması
- Hammadde kullanımının azaltılması

2. Üretimin etkileri

- Prosesden kaynaklanan atığın azaltılması
- Enerji tüketiminin azaltılması
- Toksik kimyasalların kullanımının azaltılması

3. Ürün kullanımı

- Enejinin verimi
- Üründen kaynaklanan emisyonların ve atığın azaltılması
- Ambalajlamanın minimize edilmesi

4. Geri kazanım ve yeniden kullanım için tasarım

- Geri kazanılabilir malzemelerin sisteme dahil edilmesi
- Kolay geri montajının sağlanması
- Malzeme çeşitliliğinin azaltılması
- Parçaların etiketlenmesi
- Ürünlerin basitleştirilmesi (örneğin, parça sayısı)

- Malzeme tipinin standardize edilmesi

5. Ürün ve bileşenlerinin ömrünün uzatılması

- Yeniden üretim için tasarım
- Kalitesini yükseltebilecek şekilde tasarım
- Kolay bakım ve onarımı sağlayacak şekilde parçaların yapılması
- Tamir edilip yenilenmiş parçaların veya alt montajın sisteme dahil edilmesi

6. Ürün ömrünün bittiği zamana yönelik tasarım

- Güvenli bertaraf

2.6 PAZARLAMA:

Çevre konularındaki bilinçlenmenin artmasıyla, tüketicilerin ilgisi de aldıkları ürünlerin veya verilen bir hizmetin çevreye olan etkilerinin ve çevresel özelliklerinin üzerinde yoğunlaşmaya başlamıştır. Pazarlama, tüketici ve üretici arasındaki iletişimi sağlayan bir yöntemdir. Şirketlerin pazar paylarını arttırmaları için de bu konuda kriterler ve kılavuz yöntemler geliştirmeleri öncelik taşınmalıdır. Çevre sektöründe dört çeşit pazarlama sıralanabilir:

Çevreyle ilgili etiketleme (ISO tip I – etiketleme)

Çevreyle ilgili talep (ISO tip II – etiketleme)

Çevreyle ilgili beyan (ISO tip III – etiketleme)

Organizasyon Pazarlama

Tüm bu uygulamaların, kamu sektörü ve organizasyonların, çevre yönetim sistemlerinde HBD yönteminin kullanımını desteklemeleri gerekmektedir. Eldeki dokümantasyona ve kullanılan pazarlama tipine bağlı olarak HBD yönteminin uygulama boyutu değişmektedir. Çevre ile ilgili Etiketleme, Hayat Boyu Değerlendirme Yaklaşımının Avrupa Topluluğu'ndaki uygulamaları:

Çevreyle ilgili etiket, bir ürünün ne kadar çevre dostu olduğunu ispatlamaya yarayan ve pazarlama amacıyla kullanılan etkili bir yoldur. Her bireye sunulabilen basit, objektif ve çevreyle ilgili bilgiler içerir. Mevcut çevreyle ilgili etiketleme çalışmalarının amacı ürünlerin çevreye daha az zararlı olarak üretilmesi ve bu bilgilerin tüketiciye ulaştırılması. Avrupa Birliği Çevreyle ilgili Etiketleri ("The Flower")

1992 yılında, topluluk çevreyle ilgili etiket üzerine bir yönerge benimsemiştir. (880/92 23

Mart 1992, OJL99 11.4.1992) Bu yönerge gönüllü bir çevreyle ilgili etiket planı hazırlayarak;

- hayat boyu meydana gelen tüm çevresel etkilerin azaltılarak ürün tasarımı, üretimi, pazarlanması ve kullanımının ilerlemesini
- ürünlerin çevreye olan etkilerinin daha iyi bilgilerle tüketiciye ulaştırılmasını hedeflemiştir.

Beşinci Avrupa Topluluğu Çevre Eylem Programıyla tutarlı ve daha çok piyasaya dönük bir yaklaşım izlenmektedir. Beşikten mezara yaklaşımı benimsenerek, çevreyle tüm konuların ürün hayatındaki tüm basamaklarda: hammadde üretimi, üretim, dağıtım, kullanım ve bertarafı, ele alınmalıdır. Kullanılacak yöntem, aynı ürün grubu içerisindeki farklı ürünlerin, çevreye olan potansiyel etkilerini, sistematik ve bilimsel bir yaklaşımla karşılaştırabilmelidir. Hayat Boyu Değerlendirme bu amaca yönelik oluşturulan bir yöntemdir. Avrupa Topluluğu Çevreyle ilgili Etiket planının etkili ve tutarlı bir şekilde uygulanabilmesi için, HBD yönteminin kullanımında yöntemle ilişkin ilkeler Topluluk Planı dahilinde ‘Group des Sages’ tarafından hazırlanmıştır. Buna göre ürünlerin ekolojik kriterlerinin belirlenmesi için uygulanan HBD çalışmalarında izlenen altı bölüm vardır.

Bölüm 1: Ön inceleme evresi

Bölüm 2: Piyasa Çalışmaları

Bölüm 3: Çevreyle ilgili etiketleme ve envanter analizi için amaç ve kapsam tarifi

Bölüm 4: Çevreyle ilgili etiketleme ve kriter belirleme önerilerinde etki değerlendirmesi

Bölüm 5: Kriterlerin hazırlanması

Bölüm 6: Komisyon kararı için taslak öneri

Aşağıda bir kısmı belirtilen ürünler için ekolojik kriterler Komisyon tarafından benimsenmiş ve yayınlanmıştır.

- çamaşır makineleri
- bulaşık makineleri
- buzdolapları
- tuvalet kağıdı
- kağıt havlular
- çamaşır deterjanları

- boyalar ve vernikler
- ampuller
- fotokopi kağıdı

World Trade Organization (WTO) Ticaret ve Çevre Komisyonu da (CTE), bir araştırma düzenleyerek hayat boyu değerlendirme yaklaşımına dayanan gönüllü çevreyle ilgili etiketleme planının, giderek artan uygulamalarla bir çok ülkede kullanıldığını ve Avrupa Topluluğu ile aynı amacı paylaştığını göstermiştir.

HBD Yöntemi, ürün tasarımı ve geliştirilmesi için kullanılabildiği gibi proses ve aktivite optimizasyonunda da uygulanmaktadır. Bu prosesler herhangi bir ürünün elde edilmesine yönelik olabileceği gibi, üretimden çıkan atıkların verimli bir şekilde arıtılması ve bertaraf edilmesi için de uygulanabilmektedir. Her iki uygulamada da asıl hedef, çevreye olan etkilerin karar aşamasında tespiti ve mümkün olduğunca çevre dostu aynı zamanda da ekonomik ürün, proses, ve aktivitelerin seçimidir.

3 YAŞAM DÖNGÜSÜ DÜŞÜNCESİ

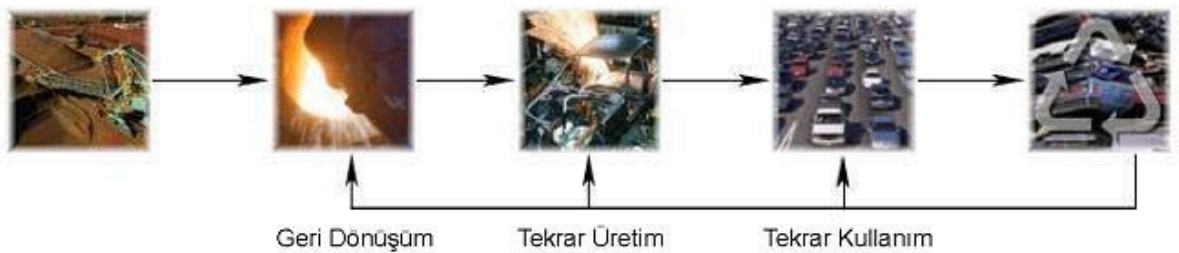
3.1 GİRİŞ

Günlük hayatta kullanılan ürünlerin ve malzemelerin çevre üzerinde etkileri vardır. Bu da çevresel sorunlarda ve çevre ile alakalı işlerde büyük değişime yol açar. Yaşam döngüsü analizi (YDA) bize bir ürünün hayatı boyunca çevreye etkilerini ortaya çıkarır. Bunu yaparken hammadde evresinden, üretim işlemlerine; kullanımından hurdaya ayrılmasına ya da geri dönüşümüne kadar ürünün etkilerini inceler. Ürünün sadece belirli bir dönemi incelenirse yanlış sonuçlara ulaşılabilir.

3.2 YAŞAM DÖNGÜSÜ PERSPEKTİFİ

Bir ürünün yaşam döngüsü farklı aşamalara ayrılabilir. Genellikle bir ürünün yaşam döngüsü şu aşamalara ayrılır: Hammadde çıkarma; saflaştırma ve malzeme üretimi; imalat; kullanım ev yaşam sonu işlemleri. Her aşamada çevreye etkiler oluşmaktadır.

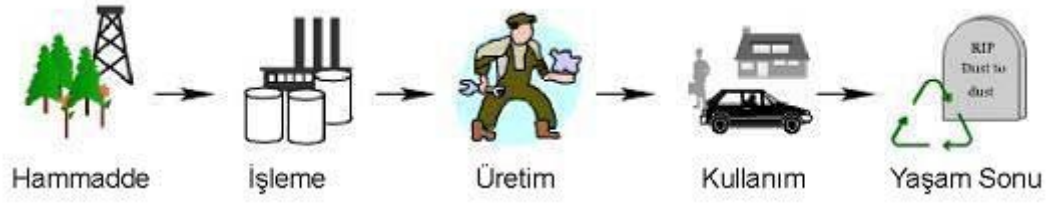
Ürünün yaşam döngüsü sonunda malzeme ya da enerji geri dönüşümü, tekrar üretim ya da yeniden kullanım gibi işlemlerle geri kazanılır. Geri kazanılamayan parçalar ise atık olarak adlandırılır. Geri dönüşüm ürünün tekrar kullanılabilir kısımlarının ayrıştırılıp, bu materyallerin tekrar benzer bir ürünün üretiminde kullanılacak hale gelmesidir. Tekrar üretim ise malzeme özelliklerinin korunarak yeni bir ürün elde etmektir. Tekrar kullanım ise ürünün parçalarında bir şekil değişikliğine yol açmadan kullanmak ya da bir ürünü defalarca kullanmak olarak tanımlanabilir. Atık ve hurda işlemi ise ürünün ekonomik ömrünü tamamlaması halinde söz konusu olan bir işittir.



Şekil 3.1 Ürün yaşam döngüsü

3.2.1 Ürün Sistemi İle İlgili Malzeme ve Enerji Akışı

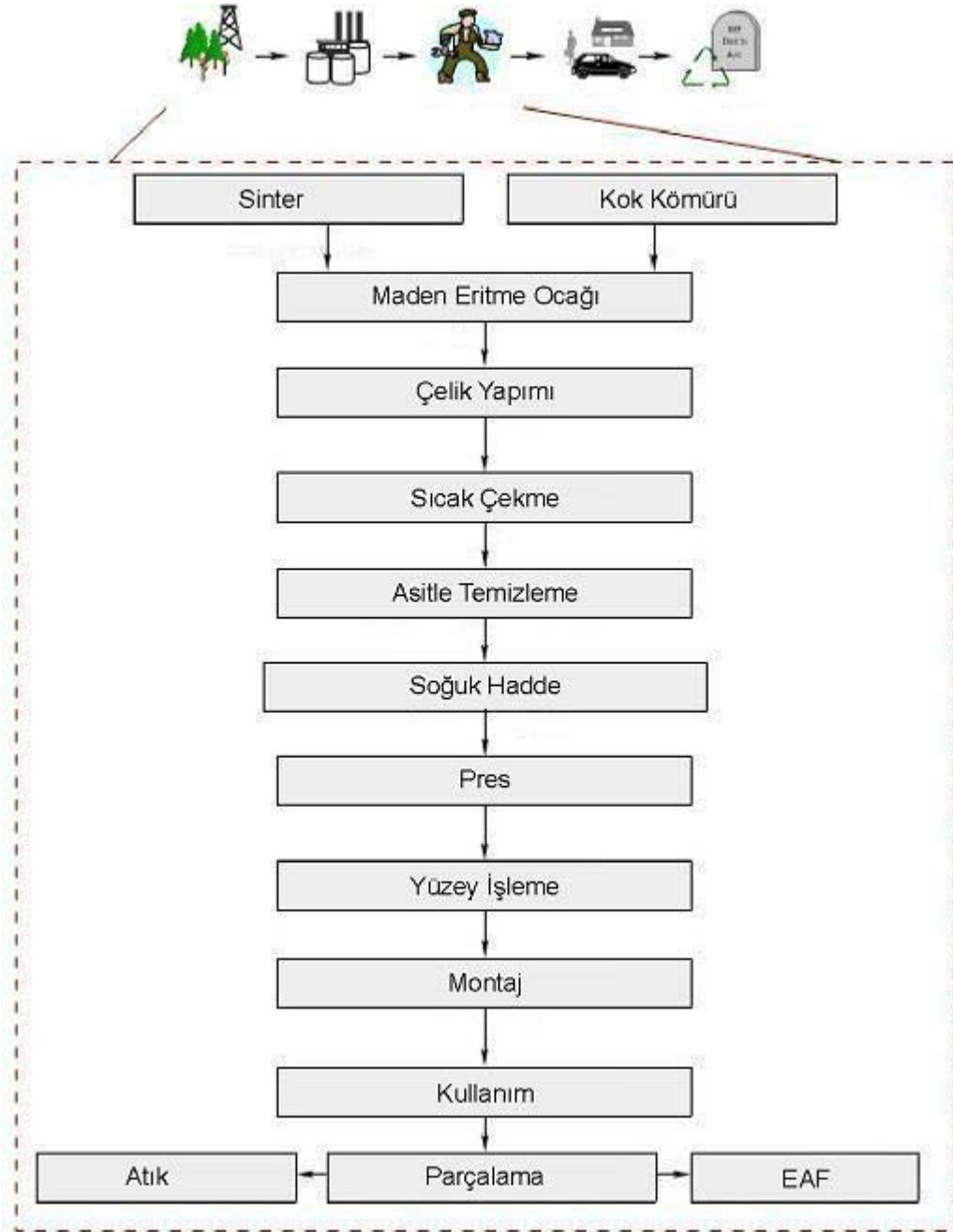
Bir ürünün çevresel performansı o ürünün ömrü boyunca enerji akışı ve malzemesi ile açıklanır. Tüm bunlar yaşam döngüsünün her aşamasında ürünün çevresel ilişkilerine bakılarak analiz edilir.



Şekil 3.2 Yaşam döngüsü aşamaları

Bir ürün sisteminin yaşam döngüsü aşamalara ayrılırsa:

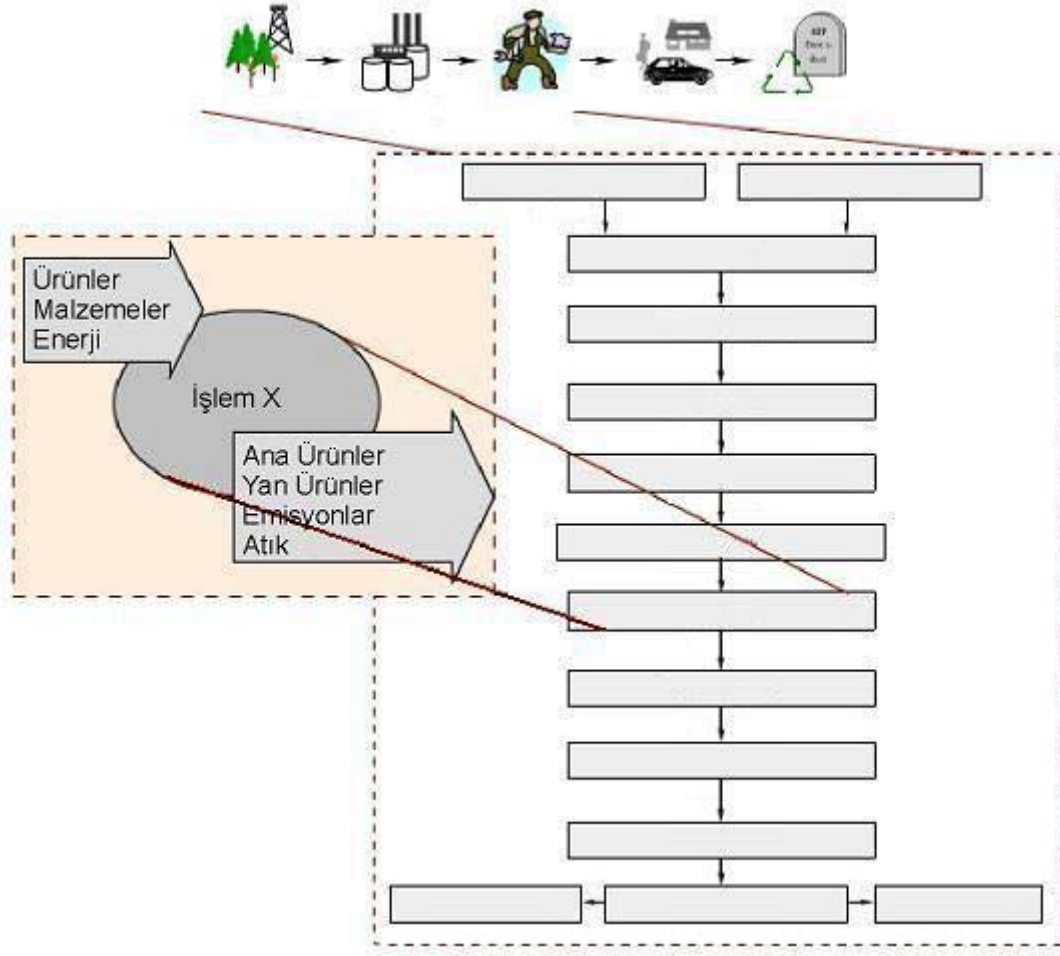
- Hammadde çıkarımı
- Hammadde saflaştırma ve malzeme üretimi
- Üretim
- Kullanım
- Yaşam sonu



Şekil 3.3 Taşıt yakıt tankı çeliğinin üretim akış şeması

Tüm bu aşamalar kendi içinde alt aşamalara ayrılabilir.

- Hammadde çıkarım fazı bize hammadde eldesindeki her türlü işlem için bilgi sağlar
- Saflaştırma fazı üretim işlemleri ile ilgilenir.
- Üretim fazı malzemelerin ve karışımların birleştirilmesi ve ürün elde edilen aşamadır.
- Kullanım aşamasında ürene göre kullanımlar gösterilir, örneğin, bir elektronik ürünün enerji tüketimi
- Yaşam sonu, geri dönüşüm, yok etme ya da tekrar kullanım gibi aşamaları inceler.

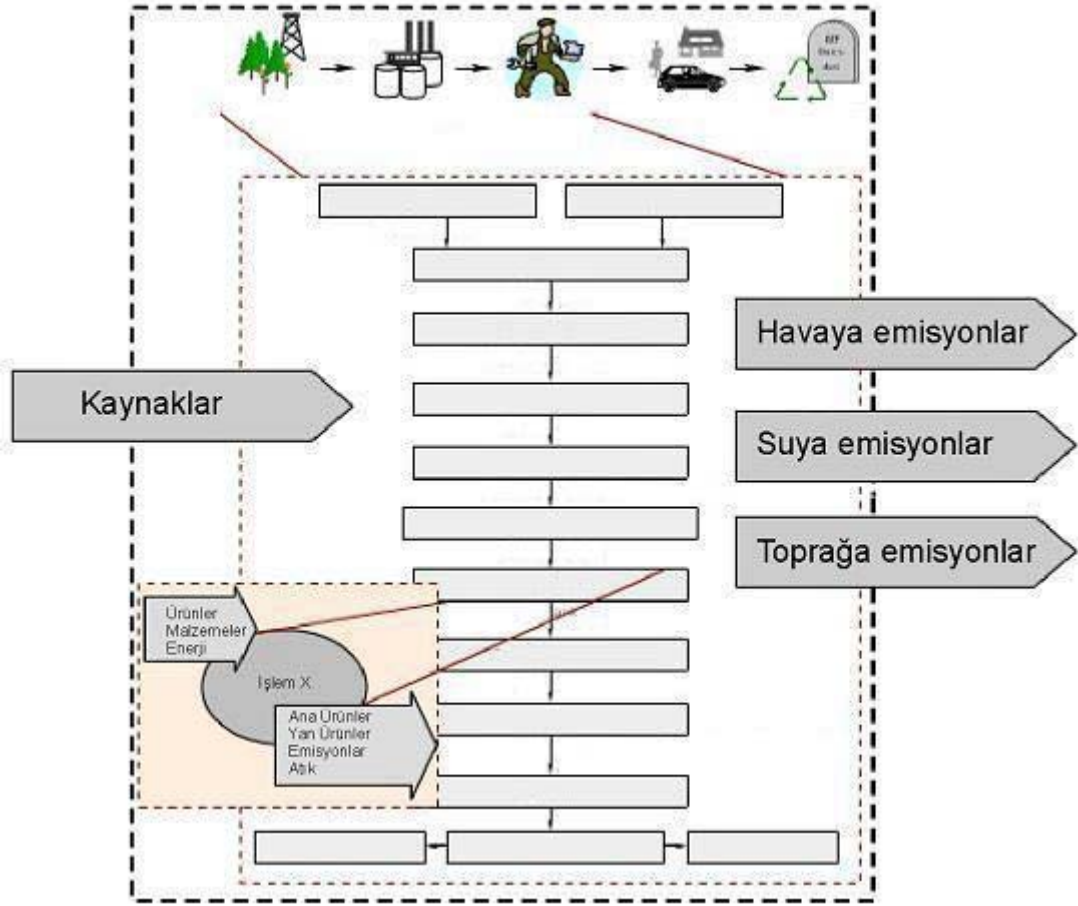


Şekil 3.4 Taşıt yakıt tankı çeliğinin proses girdi ve çıktıları

Bir ürünün tüm yaşam döngüsü malzeme eldesinden başlayarak aşağıdaki zincirle gösterilebilir. Her işlem giriş ve çıkışa bağlı olarak zincirde gösterilmiştir.

Giriş Akışı: Kaynaklar, malzeme akışı ve enerji akışı.

Çıkış Akışı: Ara ürünler, yan ürünler, emisyonlar ve atık işlemi.



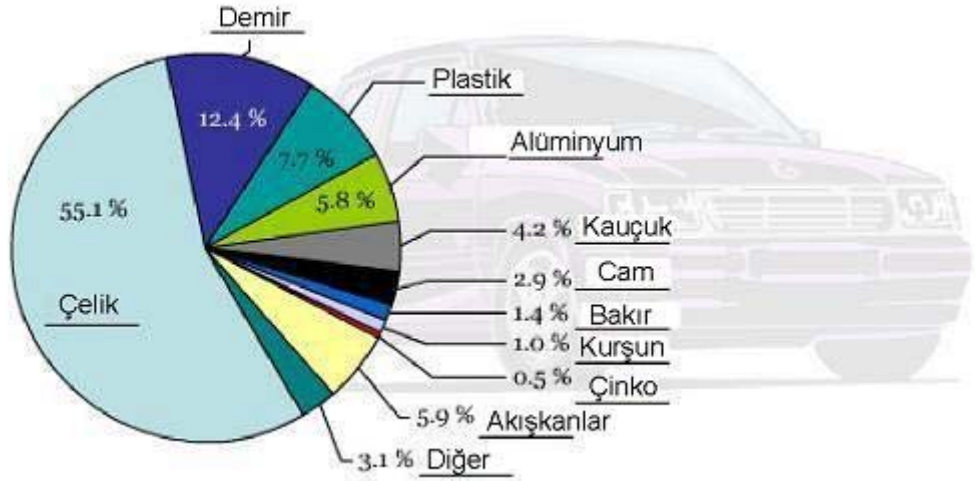
Şekil 3.5 Taşıt yakıt tankı çeliğinin tüm işlem girdi ve çıktıları

Tüm işlem giriş ve çıkış bilgileri ürün, malzeme ve enerji akışı hakkında bilgiler içerir.

3.2.2 Ürün Sistemi İle İlgili Malzeme ve Enerji Akışı; Otomobiller

Bir ürünün çevresel performansını anlamak için, onun yaşam döngüsündeki madde ve enerji akışını çevresel etkilere göre analiz etmek gerekir. Bir otomobil, tıpkı birçok ürün gibi farklı bileşimlerden ve farklı malzemelerin birleşiminden oluşur.

Otomobillerin ana malzeme kategorileri; çelik, plastik, kauçuk, cam ve demir harici metallerdir. Aşağıdaki şekil bir otomobilin ağırlıkça ortalama hangi maddelerden oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 3.6 Otomobilde kullanılan hammaddelerin ağırlıkça ortalama yüzdeleri

3.2.3 Ürün Sistemi İle İlgili Malzeme ve Enerji Akışı; Çelik ve Otomobiller

Kaynak madde çıkarımı:

Demir cevheri, kömür, kireç taşı ve oksijen demir çelik üretiminin temel hammaddeleridir. Bu maddelerin çıkarımı ve yararlanılması hammadde sarfıyatı ile çevresel bir ilişki kurar.

Saflaştırma ve malzeme üretimi:

Demir çelik üretimi için hammaddeler, enerji kaynakları, öncül ürünler, geri dönüşmüş çelik ve diğer işletme kaynaklarına ihtiyaç vardır. Saflaştırma, döküm, haddeleme ve diğer operasyonlarda yaşam döngüsü açısından önemlidir.

Otomobilin Üretimi:

Otomobilin içi, araç gövdesi, kaporta, şasi, motor güç ünitesi, yönlendirme ve süspansiyon. Otomobildeki çelik kullanımı ağırlıkça otomobilin % 50 sini geçer. Birçok bileşen çelikten üretilir.

Kullanım:

Yakıt tüketimi otomobilin çevresel performansı üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Yakıt sarfıyatı aracın ağırlığı ile de direk alakalıdır. Aerodinamik tasarım, yakıt tipi, klima kullanımı ve yol özellikleri de yakıt sarfıyatının belirlenmesinde önemli etki faktörleridir.

Yaşam Sonu:

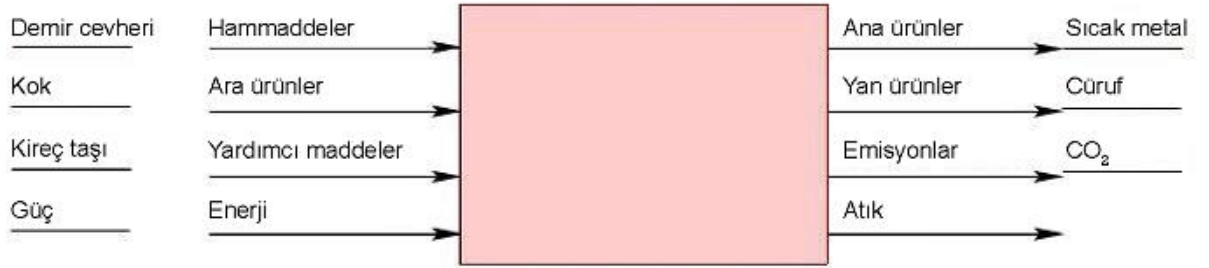
Büyük bir yüzdesi geri dönüşebilen parçalardan oluşmaktadır.

3.3 ÜRÜN SİSTEMİ

Her yaşam döngüsü aşaması daha küçük fazlara ayrılmaktadır. Bunların en küçüğü birim işlemdir.

Çelik üretimindeki işlemlere örnekler: kok kömürü ve demir yapma, oksijen ve elektrik ark ile çelik yapma, ikincil çelik yapma, dökme, sıcak ve soğuk hadde. İşlem seviyelerinde ürünlerin çevresel gelişim potansiyeli ile ilgili bilgiler ürün sistemi içinde yer alır.

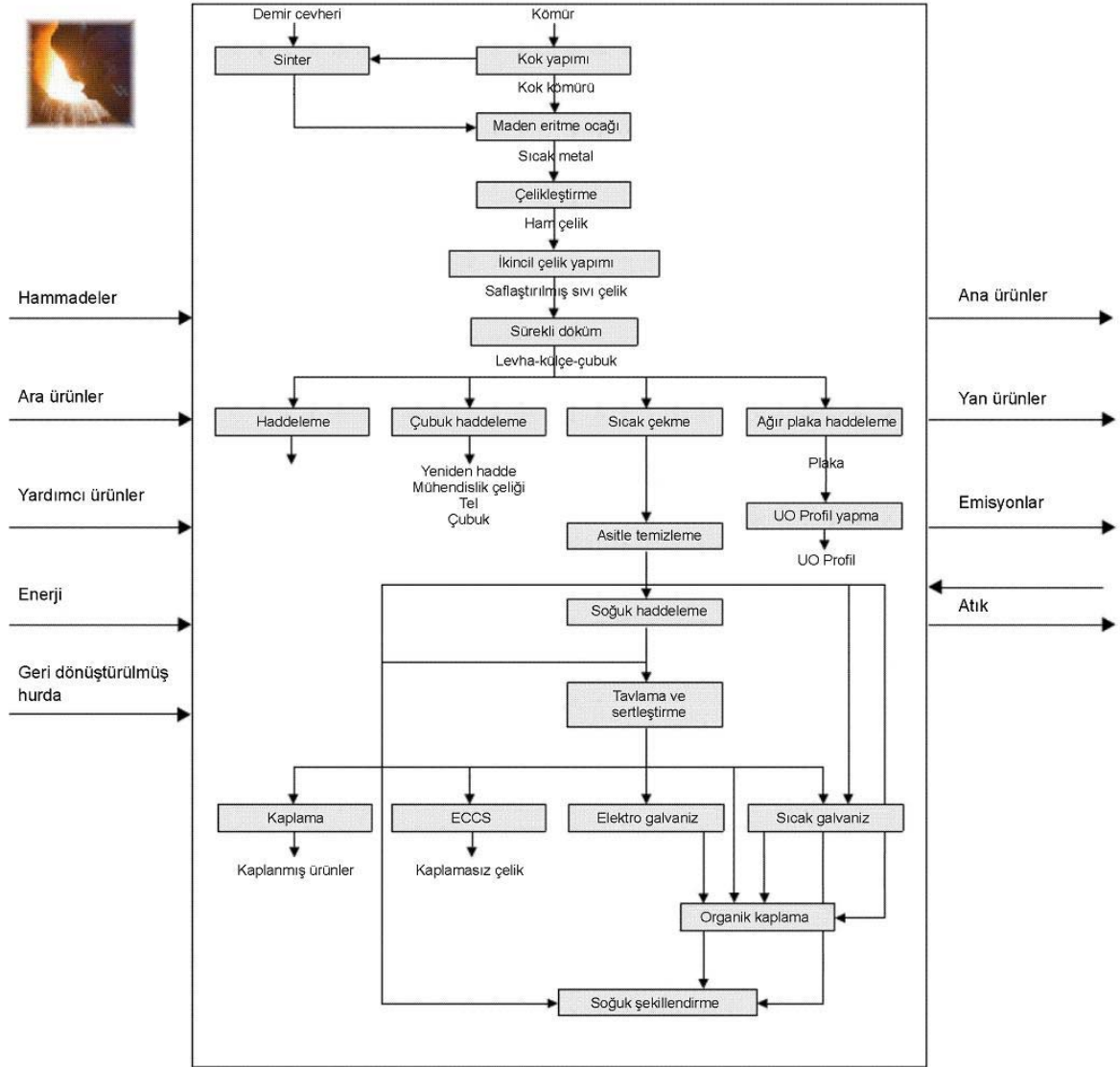
Bir işlem giriş çıkış akışları arasında tanımlanır. Giriş akışı hammadde, ara ürün yardım malzemeler ve enerji iken, çıkış akışı ana ürünler, yardımcı ürünler, hava, su emisyonları ve atıktır.



Şekil 3.7 Ürün sistemi

3.3.1 İşlem Zinciri

Entegre çelik işlemleri ve giriş-çıkış akışlarının adaptasyonu ve tüm ilgili işlemlerin birbirine eklenmesi ile işlem zinciri oluşur.

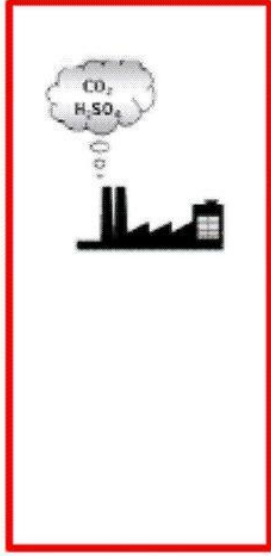


Şekil 3.8 İşlem zinciri

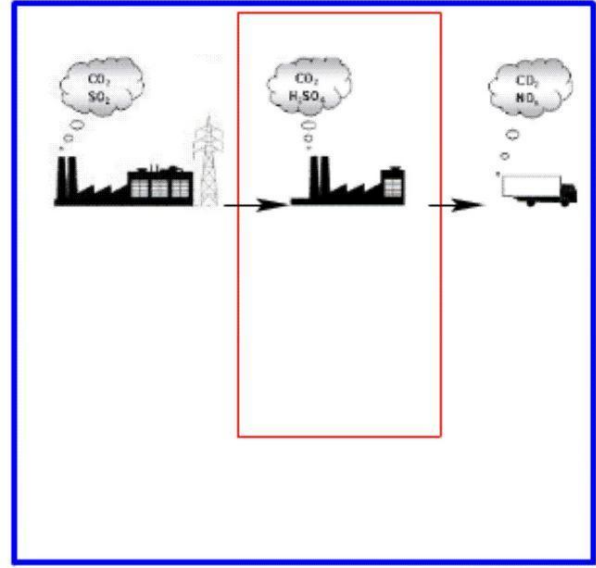
3.3.2 Ürün Görünümü

Bir ürünün çevresel performansını geliştirmek için, geniş ve büyük bir bakış açısına sahip olmak gerekir. Bir aşamanın ve ürünün kullanımının neden olduğu çevresel etkiler bize ürünün neden olduğu tüm etkileri gösteremez. Fabrikanın denetime alınması sadece o fabrikanın çevreye etkisinin araştırılması için etkili olabilir ancak orada üretilen ürünün çevreye etkisi için yeterli bir veri değildir.

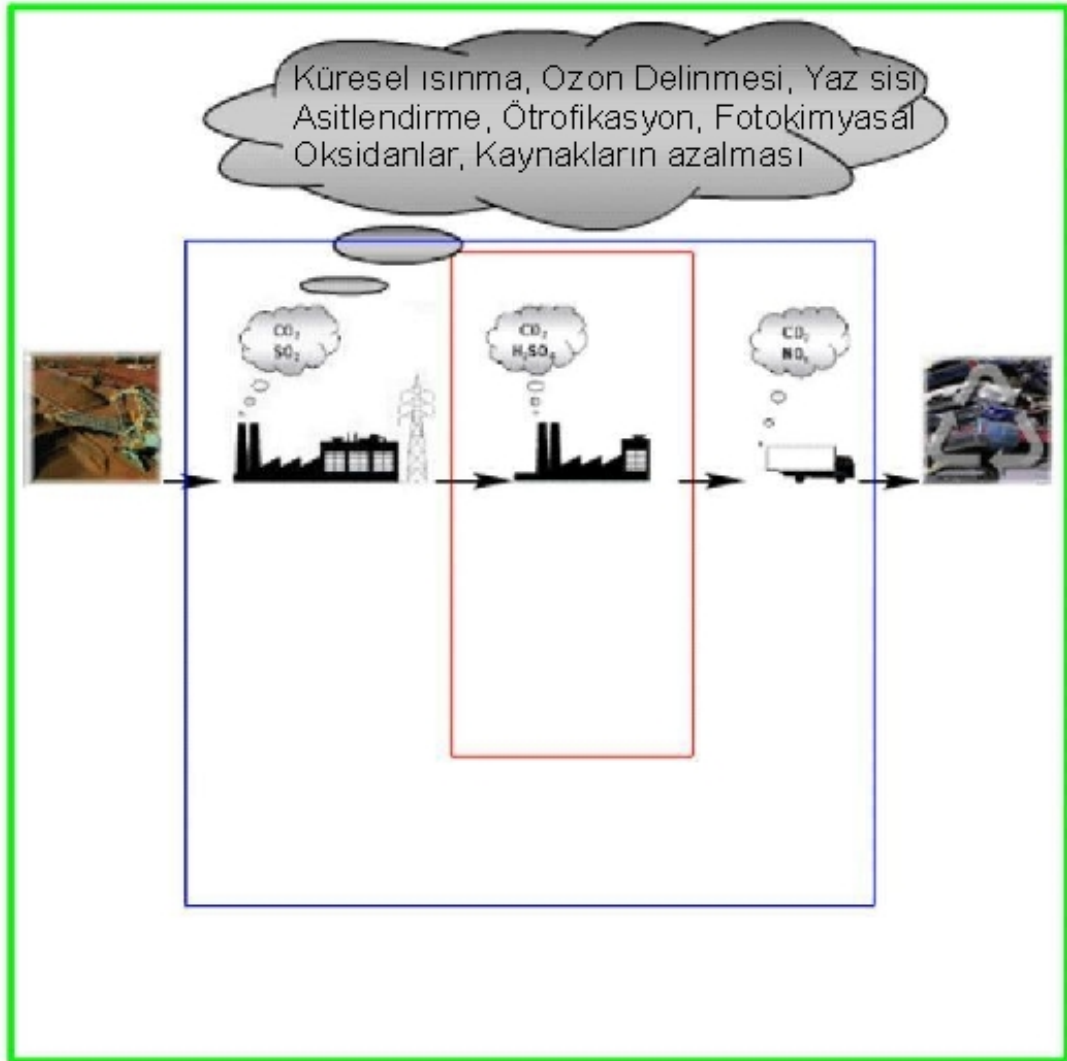
Aşağıdaki şekilde bunu anlatmaktadır. Kırmızı kutu fabrika ortamını göstermektedir. Ürünün çevreye olan etkisi için ise tüm şekil göz önüne alınmalıdır.



Şekil 3.9 Fabrika çevresi



Şekil 3.10 Ürün görünümü



Şekil 3.11 Ürünün bütün yaşam döngüsündeki çevresel etkileri

3.3.3 Otomotiv Ürünleri ve Çevre

Bir otomobilin yaşam döngüsü:

Bir otomobilin yaşam döngüsü üzerindeki çevresel etkiler, ürünün kullanım amacı ve mühendislik tasarımları ile azaltılabilir. Mühendislik tasarımı, malzeme üretim metotlarını etkilerken, kullanım ise kullanıcının aracı nasıl kullanımına göre değişiklik gösterir. Bilindiği üzere birçok mühendis ürünün tamamı yerine belirli bir kısmı üzerine odaklı çalışmaktadır.

Aşağıda bir otomobil için temel olarak yaşam döngüsünün nasıl işlendiği görülmektedir. Sistemin herhangi bir parçasındaki değişiklik, örneğin özel bir işlemdeki parametre değişikliği, bütün sistemin çevresel performansını etkiler.



Şekil 3.12 Otomobilin temel yaşam döngüsü

3.4 YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

Hayatımızda kullandığımız tüm teknik işlemler ve tüm ürünler çevreyi etkiler. Bu etkiler zararlı ya da faydalı olabilir. Ürünlerin çevreye olan zararlarını azaltmaya çalışırken, bize faydalarını arttırabilmek için analiz yapacak bir sistemetiğe ihtiyacımız vardır. Bu analiz yöntemi ürünün hammaddeden geri dönüşümüne kadar izlemeli ve çevreye etkilerini ölçmelidir. Ayrıca model bazlı bir bakış açısı da işlemleri karşılaştırmak; tasarım ve ürün geliştirme için faydalı olur.

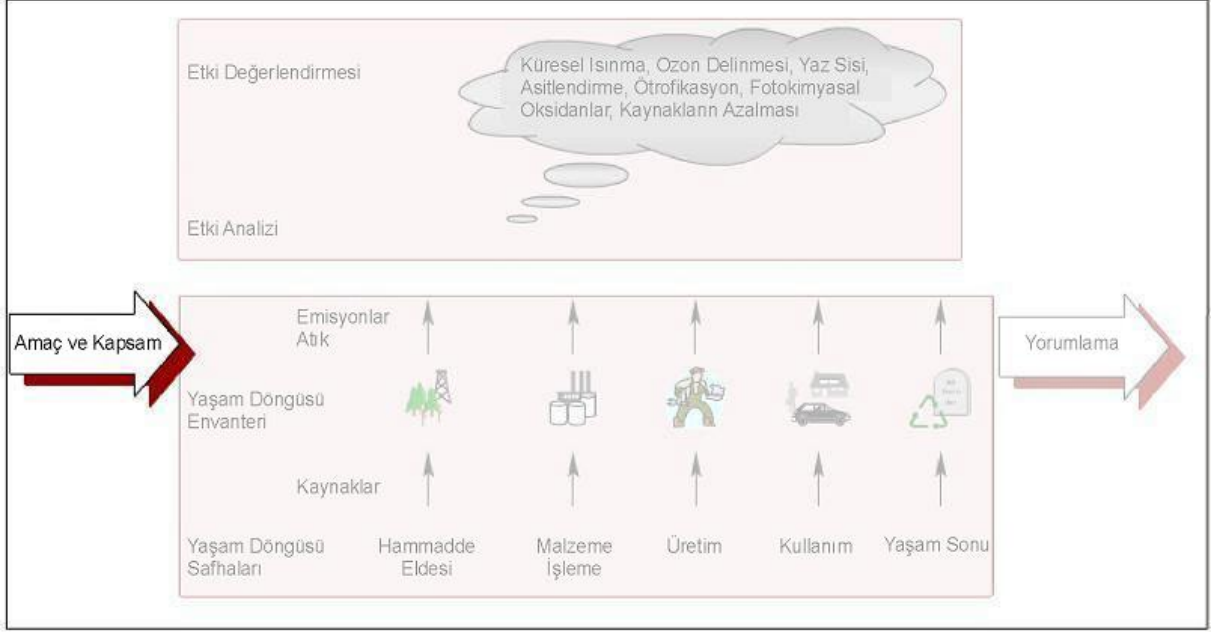
Temelde “Ürün Yaşam Döngüsü Analizi” bize ürünlerin ve üretim işlemlerinin çevreye etkilerini gösteren bir yoldur.

Ürün Yaşam Döngüsü Analizinin temel adımları: amaç ve kapsamın belirlenmesi; yaşam döngüsü envanter analizi; yaşam döngüsü etki analizi ve yorumlardır. Genelde ilk adım çalışmanın iskeletini oluşturur. İkinci adım giriş ve çıkış ilişkileri listeler ve tanımlar. Bunu yaşam döngüsünün her adımı için yapar. Üçüncü adım bu giriş ve çıkış bilgileri ile ürünün başından geçen her olayın etkilerinin çevresel bir bakış açısıyla değerlendirilmesidir. Böylece çevre üzerinde uygun etkilerin toplu bir listesi elde edilmiş olur. Son aşama ise iki ürünün

karşılaştırılması sırasında ihtiyaçların belirlenmesine ve yorumlanmasına yarar.

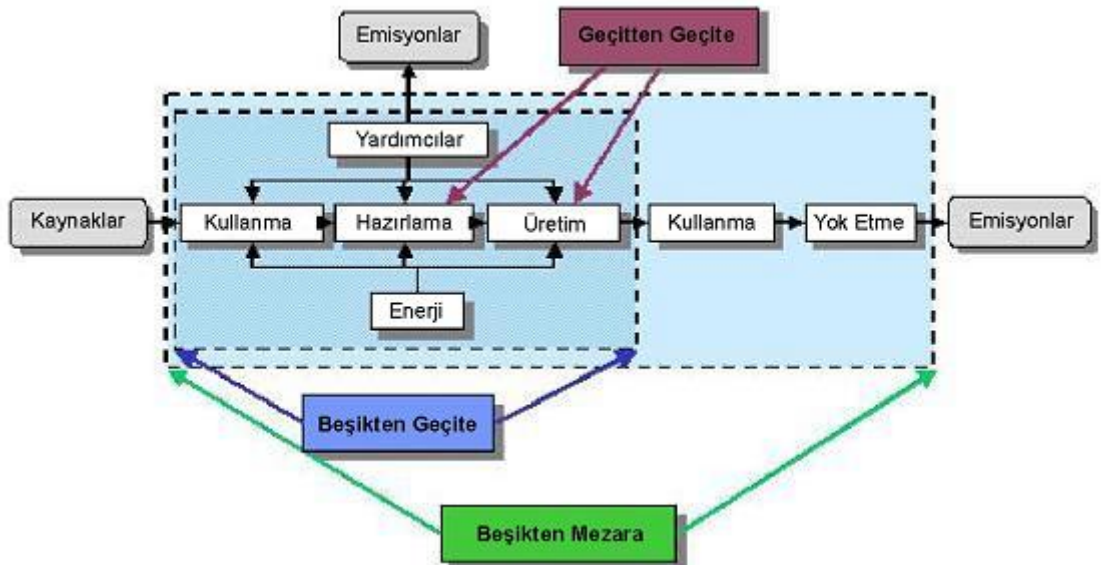
3.4.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Kapsamı

Kapsam tanımlanırken yapılması gereken işlerden biri özel işlevlerin belirlenmesi ya da ürün sisteminin performansını belirlenmesidir. Standart prosedür fonksiyonel bir birimin tanımlanması ihtiyacını doğurur. Bu ürünün amacını ve işlevini anlatır ve bir referans oluşturur. Ürün sistemi işlemlerin ve alt işlemlerin bir bütünü olarak düşünülmelidir.



Şekil 3.13 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde kapsam

3.4.2 Analiz Sınırlarının Belirlenmesi



Şekil 3.14 Analiz sınırlarının belirlenmesi

Ürün yaşam döngüsü perspektifi, bir sisteme doğuşundan ölümüne kadar tüm işlemlerin düşünüldüğü bir şekilde olmalıdır.

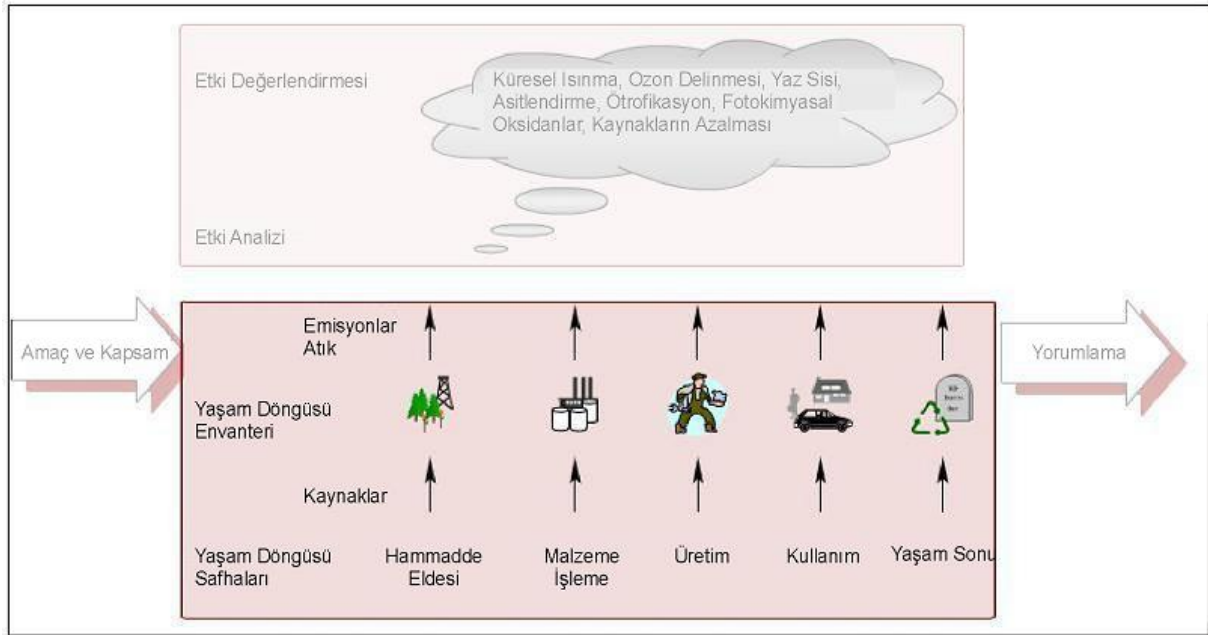
3.4.3 Sistem Sınırları

Kapsamın belirlenmesinde sistem sınırlarının açıklığa kavuşturulmasının önemi büyüktür. Hiçbir aşama ihmal edilmeden girdi çıktı akışlarını belirlenmelidir.

Ürün yaşam döngüsünün amacı çevresel etkileri ürünün yaşama başlamasından sonuna kadar incelemek olmasına karşın, genellikle bu zincir belirli ana gruplar oluşturacak şekilde kırılır. Her parça da daha küçük parçalara ayrılarak sistemin incelenebilirliği artırılır. Böylece bir sistematik oluşturulur.

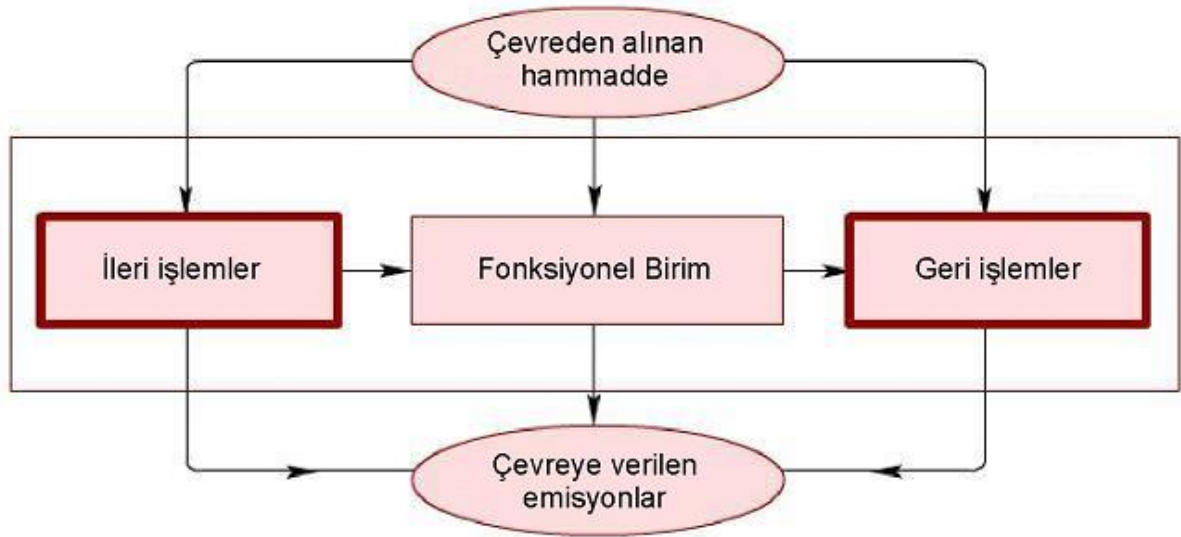
3.5 YAŞAM DÖNGÜSÜ ENVANTERİ

Ürün yaşam döngüsü parçacıklarının girdi çıktı bilgilerinin bulunabilmesi için Yaşam Döngüsü Envanter Analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Aşağıdaki şekil bu işlemin adımlarını göstermektedir.



Şekil 3.15 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde envanter

Fonksiyonel birimi başlangıç noktası olarak ele alırsak, tüm ileri ve geri işlemler yaşam döngüsü içine alınmalı ve birbirine bağlantıları kurulmalıdır. Temel akışlar tüm sisteme giren ve çıkan birimlerdir. Örneğin topraktan çıkan demir cevheri veya havaya atılan CO₂.



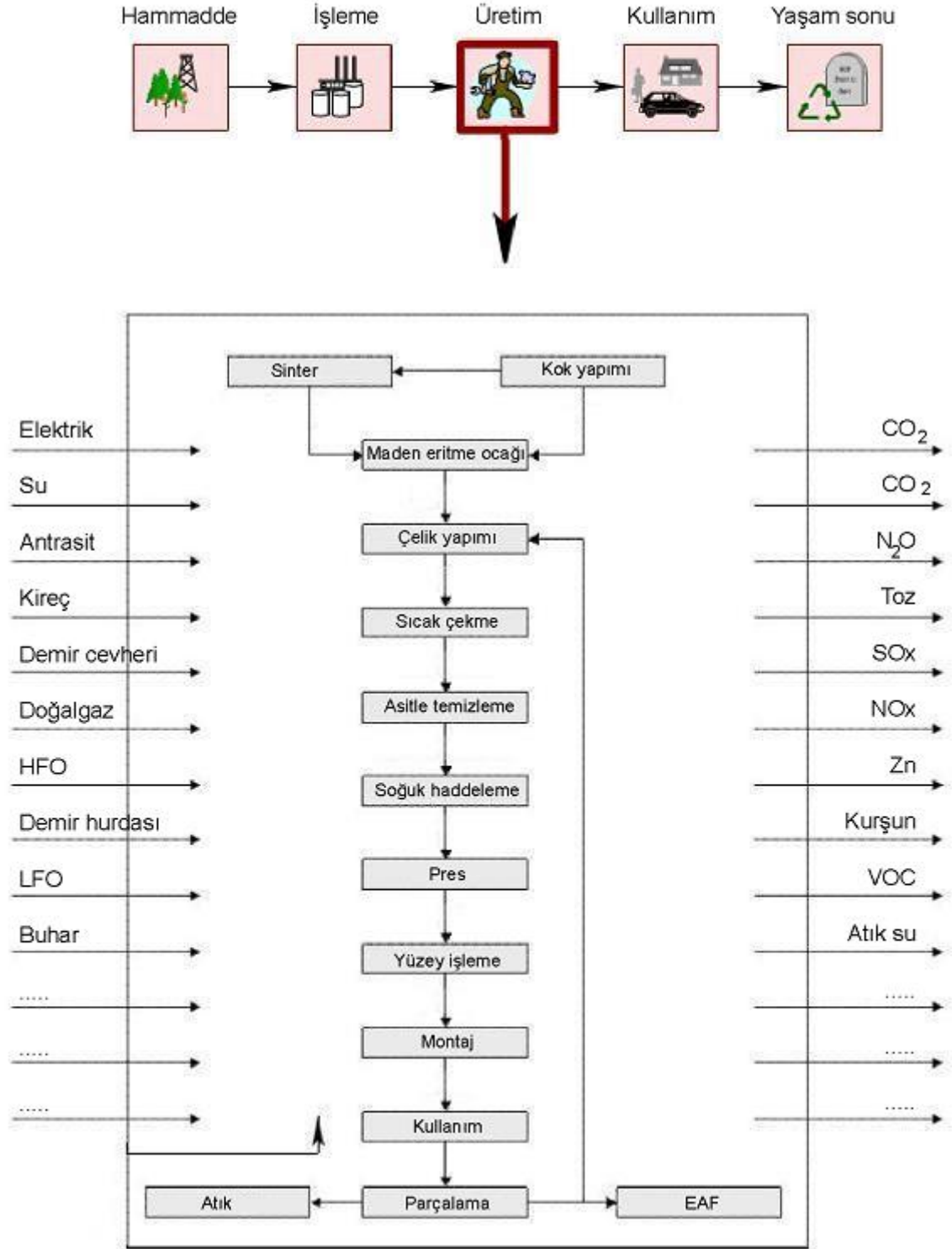
Şekil 3.16 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde temel akışlar

İleri işlemler: Hammadde çıkarımı, malzeme üretimi ve imalat

Geri işlemler: Kullanım ve yaşam sonu

Temel akışlar: Direk çevreden alınanlar(ör: hammadde) ve ürün sisteminden çevreye verilenler (ör: emisyonlar)

Bir ürün sisteminin yaşam döngüsü envanteri, kapsamın, boyut ,derinlik ya da karmaşıklığına bağlı olarak değişim gösterir. Genellikle ilk adım ana maddeleri gösteren bir akış diyagramı oluşturmaktır. Bu maddeler yaşam döngüsü aşamalarını ve ana akışları tanımlamalıdır. Aşağıda genel bir akış diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 3.17 Yaşam döngüsü değerlendirmesi akış diyagramı

Envanter analizinin her aşamasında harcanan enerji ve malzeme miktarı girdi olarak değerlendirilirken, çıktılar ise ana ürünler, yan ürünler, emisyonlar ve atıklardır. Envanter analizinin sonucu envanter tablosudur. Bu tablo içeri ve dışarı akışların tamamını içerir.

Çizelge 3.1 Otomobil Şasisi Envanter Tablosu

Inputs					Diagram	-
	Life cycle chassis	End of life chassis	Production chassis	Utilization chassis		
Flows	65043	807,82	53074	11406		
Production residues in life cycle			16,352			
Resources	25809	579,82	13824	11406		
Energy resources	2591,6	6,2199	368,37	2217		
Non renewable energy resources	2591,4	6,219	368,25	2216,9		
Renewable energy resources	0,21251	0,0009174	0,12742	0,084179		
Material resources	23218	573,6	13456	9188,6		
Non renewable elements	3,7948E-5	1,6665E-6	2,219E-5	1,4092E-5		
Non renewable resources	2380,8	42,4	1596,1	742,26		
Renewable resources	20837	531,2	11859	8446,4		
Valuable substances	39233	228	39233			

Outputs					Diagram	-
	Life cycle chassis	End of life chassis	Production chassis	Utilization chassis		
Flows	51632	808,44	35482	15585		
Deposited goods	2121,1	44,859	1264,6	811,65		
Emissions to air	10296	70,99	2719,7	7505,3		
Heavy metals to air	0,0038191	0,0008513	0,0010581	0,0019097		
Inorganic emissions to air	8352,2	36,74	1120,4	7195,1		
Organic emissions to air (group VOC)	23,2	0,015725	2,8696	20,315		
Other emissions to air	1917,9	34,156	1594,9	288,82		
Particles to air	0,66711	0,0075424	0,27108	0,38849		
Radioactive emissions to air	2,0593	0,070679	1,2412	0,74741		
Emissions to fresh water	17603	466,47	9873,3	7263,5		
Emissions to industrial soil	1,05			1,05		
Production residues in life cycle	21582	197,8	21397	3,6226		
Valuable substances	28,524	28,318	228,21			

Envanter bir işlem modeli üzerine kurulur. Bu da her işlemin giriş çıkış bilgilerinin envanterde bulunması gerekliliğini gösterir. Bu nedenle nitel ve nicel bilgilerin elde edilmesi için özel veri kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır.

İşlem modellemede genel bir kural kütle ve enerji korunumdur. Bir ürün sistemi geliştirilirken, örneğin otomobil, giriş kütlesi ile çıkış kütlesinin kontrol edilmesi tutarlılık açısından gereklidir.

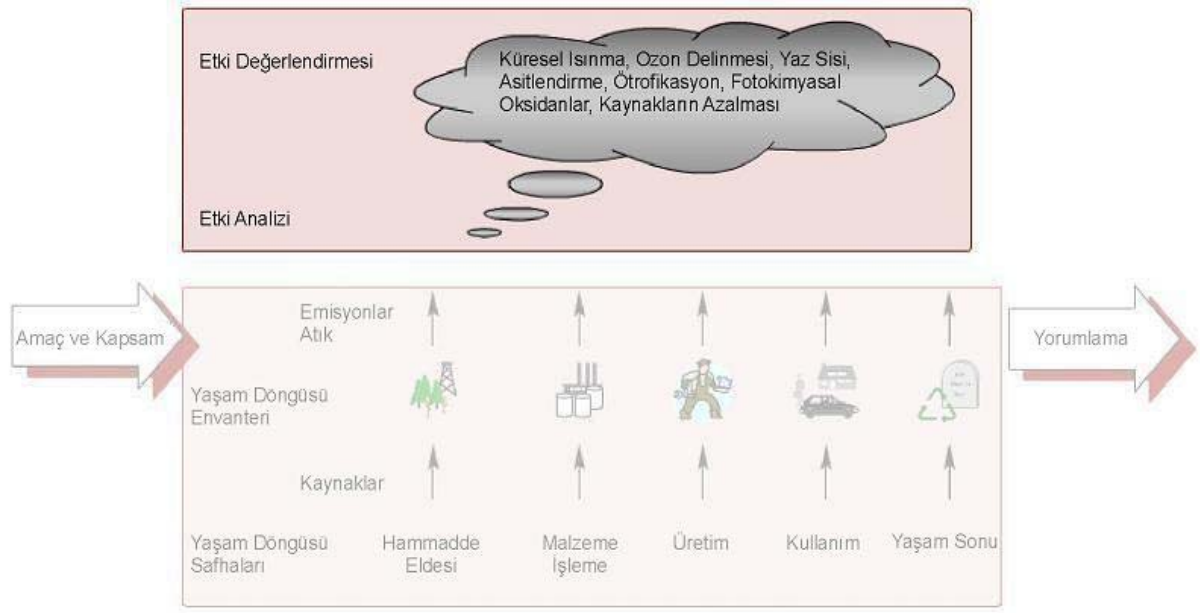
Ayrıca, verinin tutarlılığı da gözden geçirilmelidir. Modelcinin tecrübesine dayanarak güvensiz veriler gözlem dışı bırakılmalıdır. Tüm veriler kapsam tanımı çerçevesinde toplanmalı, bunun harici tüm veriler elenmelidir.



Şekil 3.18 Envanter modeli

3.6 YAŞAM DÖNGÜSÜ ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

Etki değerlendirmesi tüm girdi ve çıktıları çevresel bakış ile değerlendirir.



Şekil 3.19 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde etki değerlendirmesi

Yaşam döngüsü envanter tablosundaki tüm kaynaklar çevreden ve çevre emisyonlarından alınmıştır. Etki değerlendirmesi bu liste göz önüne alınarak şekillenecektir.

Emisyonlar ve kaynak çıkarımının çevreye etkileri bulunmaktadır. Mevsim değişikliği, asit yağmurları, gıda zenginleştirme ve smog gibi çevresel etkilerin kaynağı teknosfer tarafından yapılan emisyonlardır.

3.6.1 Çevresel Etkiler

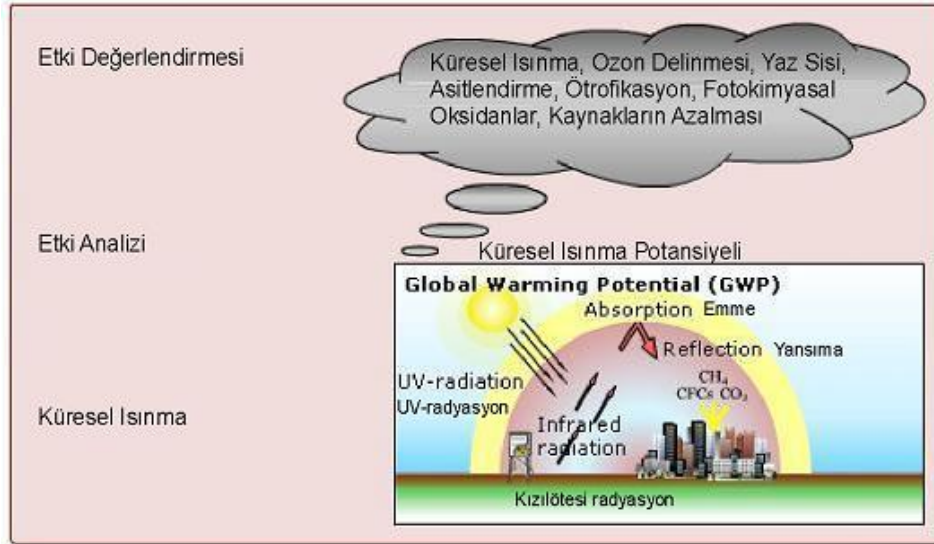
Küresel ısınma

Havaya emisyonlar:

- Carbondioxide
- Trichlorofluoromethane
- Dichlorotetrafluoroethane
- Methane
- Nitrogen oxides

Küresel ısınmanın etkileri

- İklim değişikliği



Şekil 3.20 Küresel ısınmanın çevresel etkileri

Ozon delinmesi

Havaya emisyonlar:

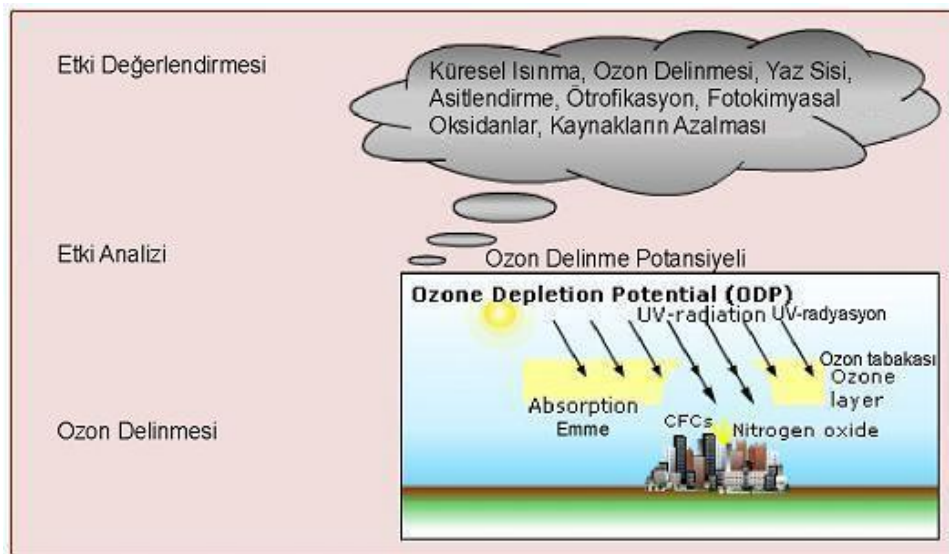
- Nitrogen oxides

Suya emisyonlar:

- Ammonium/ammonia
- Nitrate
- Phosphate

Ozon delinmesinin etkileri

- Gıdasal zenginleşme



Şekil 3.21 Ozon delinmesinin çevresel etkileri

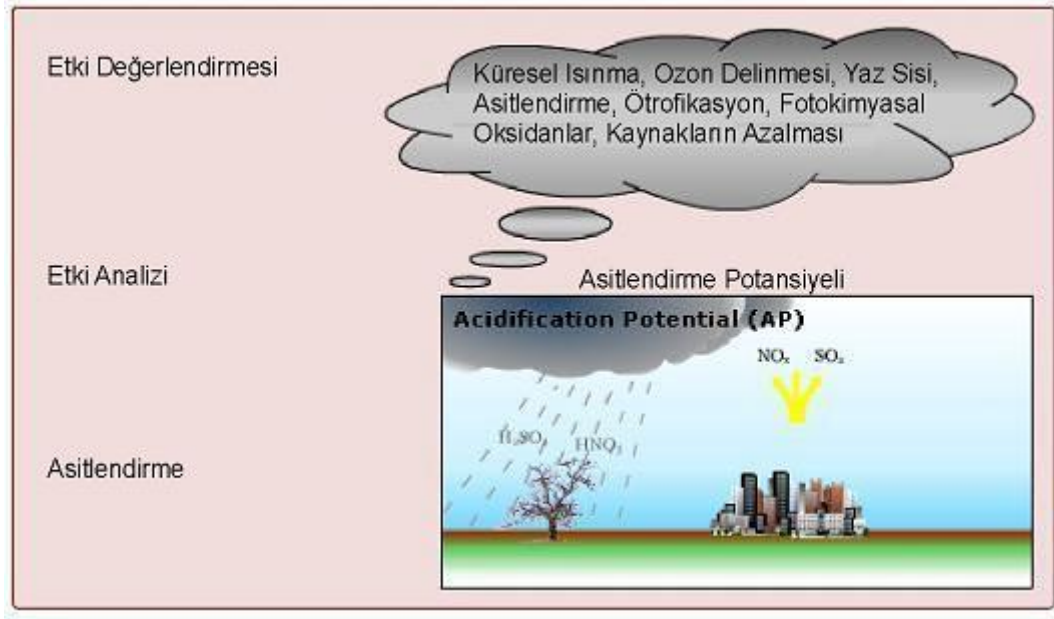
Asitlendirme

Havaya emisyonlar:

- Nitrogen oxides
- Sulfur dioxide

Asitlendirmenin etkileri

- Asit yağmuru



Şekil 3.22 Asitlendirmenin çevresel etkileri

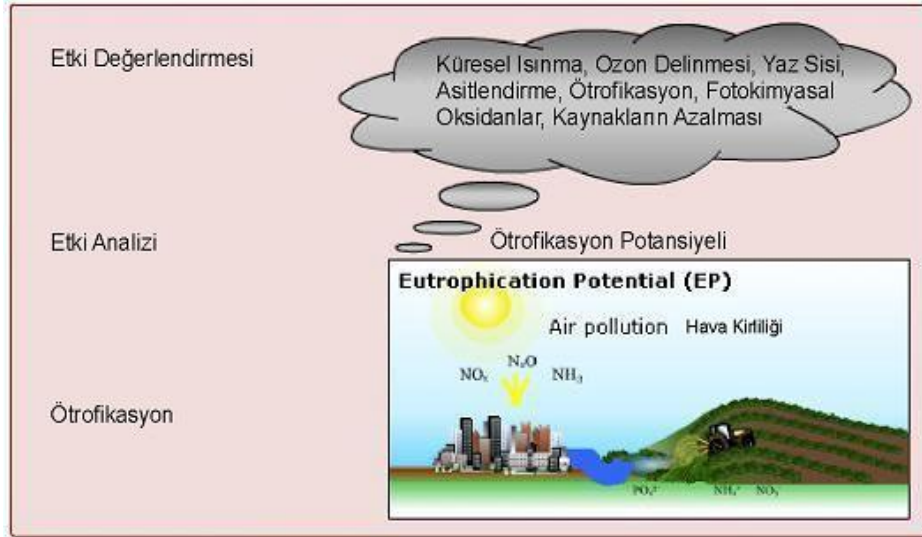
Ötrofikasyon: Atıklarla gelen aşırı besin maddelerinin vejetasyonu uyarmasıyla göllerin çözünmüş oksijen yokluğu sonucunda ölmesine kadar gidebilen yaşılanma süreci.

Havaya emisyonlar:

- Trichlorofluoromethane
- Dichlorotetrafluoroethane

Ötrofikasyonun etkileri

- Ürünler zarar verir. Tarımsal mahsulde azalmaya yol çar
- Tümör belirtisi (deri kanseri) / DNA'nın zarar görmesi / göz hastalıkları
- Deniz planktonlarını azaltır (bütün besin zincirini etkiler)



Şekil 3.23 Ötrofikasyonun çevresel etkileri

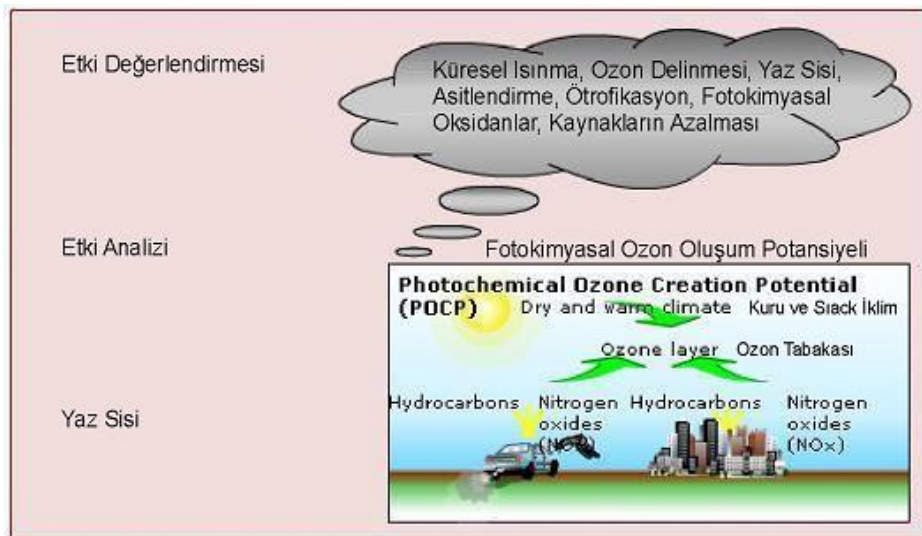
Fotokimyasal oksidanlar: Fotokimyasal oksidanlar (Ozon, Fotokimyasal smog) atmosferdeki azot oksitlerin ve hidrokarbonların, verdiği fotokimyasal tepkimeler sonucu oluşan çeşitli kirleticilerin, özellikle fotokimyasal oksidanların bir karışımıdır.

Havaya emisyonlar:

- Trichlorofluoromethane
- Dichlorotetrafluoroethane
- Methane

Fotokimyasal oksidanların etkileri:

- Oksijenin tepkimesi sonucu toksik oluşumu
- Summer smog



Şekil 3.24 Fotokimyasal oksidanların çevresel etkileri

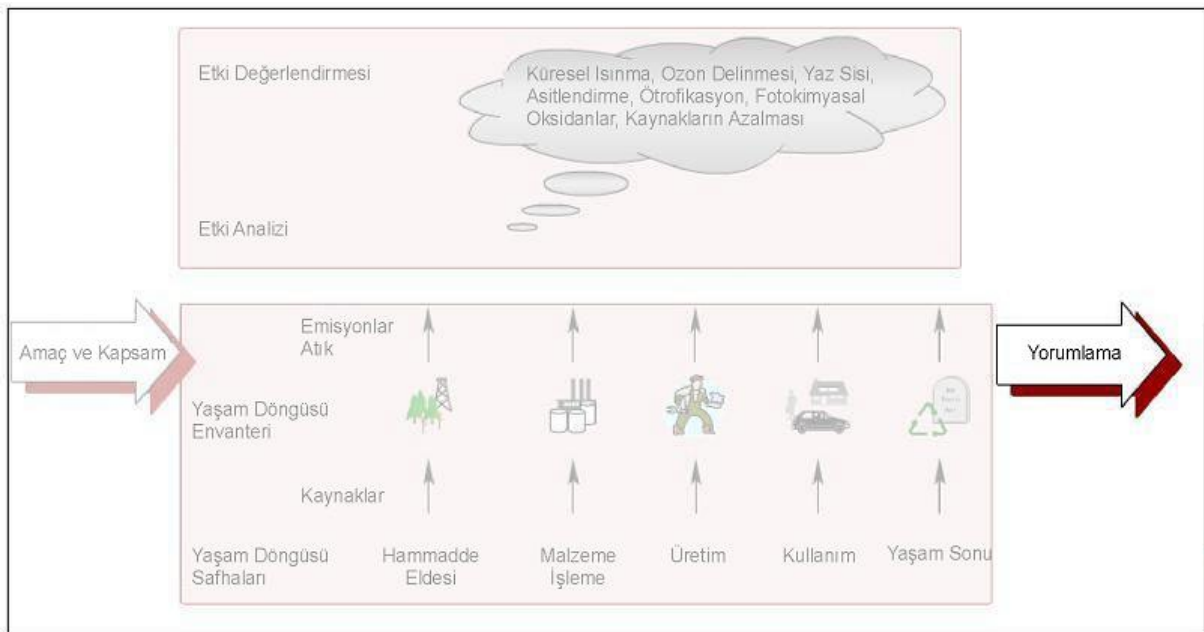
1. Aynı maddenin emisyonlarının kütlesini toplama (A işlemi 0,03 kg CO₂, B işlemi 0,2 kg CO₂ çıkmasına neden oluyorsa toplam CO₂ emisyonu 0,23 kg dır.)
2. Bu emisyonları karakterizasyon faktörleri ile çarpma. Bir emisyonun farklı kategorilerin için birçok karakterizasyon faktörü olabilir.
3. Tekil katılımları toplayarak etki kategorilerinin gösterge değerlerini hesaplama

Çizelge 3.3 Çevresel etkilerin hesaplanması

İşlem A 0.03 kg CO₂ 0.001 kg CH₄ İşlem B 0.2 kg CO₂ 0.15 kg NO_x İşlem C 0.8 kg SO₂					
Etki kategorisi	Madde	Emisyon miktarı	Niteleme faktörü	Emisyon miktarı - Niteleme faktörü çarpımı	Etki kategorisi için İndikatör sonucu
GWP Küresel ısınma (kg CO ₂ equiv.)	CO ₂	0.03 + 0.2	1	0.23	0.251
	CH ₄	0.001	21	0.021	
AP Asitlendirme (kg SO ₂ equiv.)	NO _x	0.15	0.7	0.105	0.905
	SO ₂	0.8	1	0.8	
EP Ötrofikasyon (kg Phosphate equiv.)	NO _x	0.15	0.13	0.0195	0.0195
POCP Fotokimyasal oksidanlar (kg Ethene equiv.)	NO _x	0.15	35.7	5.355	5.355

3.7 YORUMLAMA

Sonuçların yorumlanması için envanter analizinin ve etki değerlendirmesinin tamamlanması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde bunu göstermektedir.



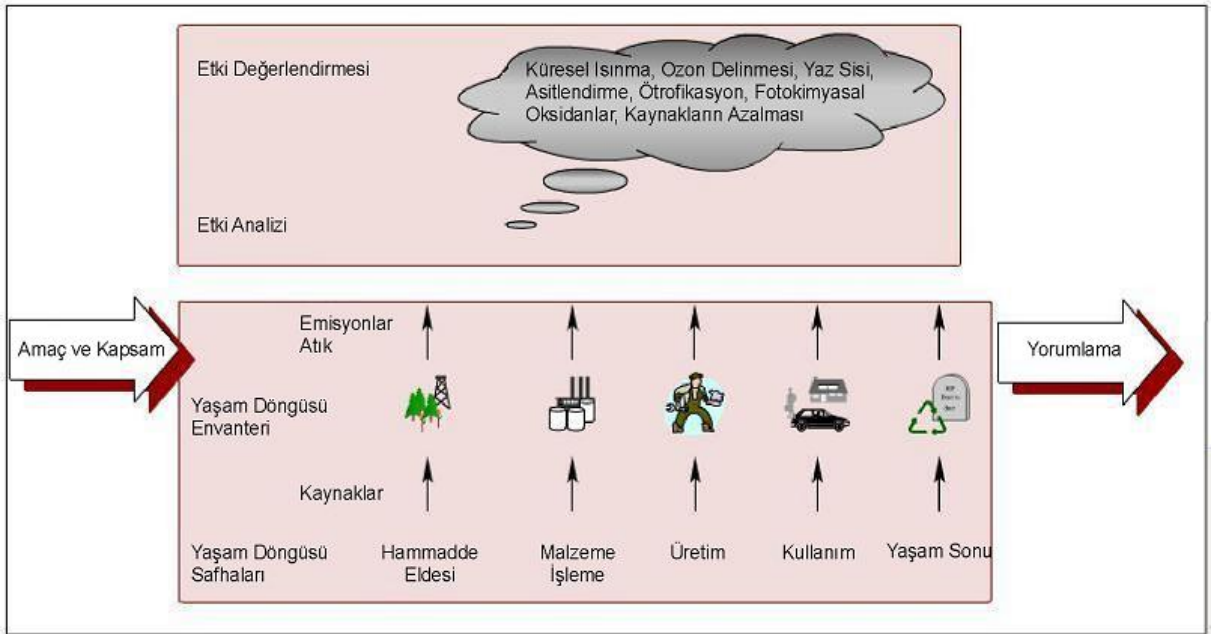
Şekil 3.25 Yaşam döngüsü değerlendirmesinde yorumlama

Ürün yaşam döngüsü analizinin son adımı çalışmanın yorumlanmasıdır. Bunun için ürün yaşam döngüsü envanteri ve değerlendirmesinde bulunan doneler kullanılır. Çalışmanın amacı ve doğrultusuna göre yorumlama aşamasının amacı sistemin tanımlanması ve geliştirilme olasılığının ortaya konmasıdır.

İlgililere tavsiyeler ve netice bildirmeden önce, bulunanlar revize edilmeli ve birbirine bağlanmalıdır. Buda şeffaf ve anlaşılabilir bir şekilde yapılmalıdır. Eksiksiz ve etkili bir şekilde sonuçlar açıklanmalıdır.

Yorumlama aşamasının temel içeriği şöyledir;

- Sistemin çevresel öneme haiz sonuçlarının tanımlanması,
- Çalışmanın bütünlüğü, etkinliği ve güvenilirliğinin ortaya konması,
- Sonuçların ve yol haritasının raporlanması.



Şekil 3.26 Yaşam döngüsü değerlendirme genel yapısı

4 HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME - PRENSİPLER VE ÇERÇEVE

4.1 GİRİŞ

Çevrenin korunmasının ve üretilen ürünlerin çevre üzerindeki muhtemel etkilerinin öneminin gittikçe daha iyi bir şekilde fark edilmekte oluşu, bu etkilerin daha iyi bir şekilde kavranıp anlaşılması ve azaltılması için metotların geliştirilmesi konusuna duyulan ilgiyi de artırmıştır. Bu amaçla geliştirilen tekniklerden bir tanesi de Hayat Boyu Değerlendirme (HBD) 'dir.

HBD:

- Ürün sistemi ile ilgili girdi ve çıktıların bir envanterini yaparak;
- Bu girdi ve çıktılarla ilgili muhtemel çevre etkilerini değerlendirerek;
- HBD 'nin envanter analizleri ve etki değerlendirmesi safhalarında elde edilen sonuçları çalışmanın amaçları ile bağlantılı bir şekilde yorumlayarak; bir ürünün çevre boyutlarını ve muhtemel etkileri değerlendirmede kullanılan bir tekniktir.

HBD yoluyla, ürünlerin; üretimlerinde kullanılan ham maddelerin elde edilmesi, üretilmesi, kullanılması ve atılması gibi safhaları içine alan (yani beşikten mezara kadar devam eden) bir dönem boyunca görülen çevre boyutları ve muhtemel çevre etkileri incelenmektedir. Göz önünde tutulması gereken genel çevre etki kategorileri; kaynak kullanımını, insan sağlığını ve ekolojide görülen değişiklikleri içine alır.

HBD:

- Ürünlerin hayat dönemleri boyunca çeşitli noktalarda görülen ve onların çevre boyutlarının geliştirilmesini sağlayan imkânların belirlenmesinde;
- Sanayide, kamu sektöründe ve özel sektör kuruluşlarında; stratejik plânlama, öncelik tespiti, ürün ve işlemlerin tasarımı ve mevcutların yenilenmesi vb. konularda gerekli kararların alınmasında;
- Ölçüm tekniklerini de içermek üzere, çevre faaliyetlerinin ve bu faaliyetlerdeki başarı derecesinin belirlenmesi amacıyla gerekli göstergelerin seçiminde ve nihayet;
- Çevre iddia ve beyanları, çevre etiketi gibi pazarlama araçlarının geliştirilmesinde yararlı ve yardımcı olmaktadır.

Ürünlerin, çevre yönünden anlaşılması konusunda başarılı olabilmesi için HBD 'nin; esnekliğini, uygulanabilirliğini, uygulama esnasında maliyet etkinliğini devam ettirmekle beraber; teknik bakımdan güvenilirliğinin korunması gereklidir. Bu husus, HBD 'ye küçük ve

orta büyüklükteki işletmelerde başvurulması halinde özel bir önem taşımakta ve daha da geçerli olmaktadır.

HBD çalışmasının; kapsamı, hudutları, ayrıntı düzeyi, çalışmanın konusuna ve ne maksatla kullanılacağına bağlıdır. HBD 'nin derinlik ve genişliği, söz konusu çalışmanın amacına bağlı olarak büyük bir farklılık gösterebilir.

HBD; risk değerlendirmesi, çevre faaliyetleri ile ilgili başarı derecesinin tayini, çevre denetimi, çevre etki değerlendirmesi gibi çevre yönetim tekniklerinden sadece birisidir ve karşılaşılabilecek bütün durumlarda kullanılabilecek en iyi teknik olmaması da ihtimal dahilindedir. Ayrıca, HBD' de ürünün ekonomik ve sosyal boyutları ele alınıp incelenmemektedir.

Bütün teknikler bazı sınırlamalara tâbidir. Bundan dolayı HBD 'de mevcut sınırlamaların anlaşılması da önem taşımaktadır.

Başlıca sınırlamalar arasında:

- Sistem hudutlarının belirlenmesi, veri kaynaklarının, etki kategorilerinin vb.nin seçiminde kullanılan varsayımların sübjektif olabilme ihtimali;
- Envanter analizlerinde, çevre etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan modellerin ön kabullerle sınırlandırılması, muhtemel bütün etki ve uygulamalarda kullanılabilecek uygun modellerin mevcut olmayabileceği;
- Dünya veya bölge ölçeğinde odaklanan HBD çalışmalarının sonuçlarının mahalli uygulamalarda kullanılmasının uygun olmayabileceği; diğer bir ifadeyle bölge ve dünya ölçeğindeki şartların mahalli şartları temsil etmeyebileceği;
- HBD çalışmalarının doğruluğunun; gerekli verilerin mevcudiyetine veya mevcut verilere ulaşma imkânlarına veya verilerin vasıflarına, verilerdeki eksikliklere, veri çeşidine, verilerin tiplerine, ortalamaları temsil etmelerine, sadece belirli mekanlardan toplanmış olmalarına bağlı kalarak sınırlı kalabileceği;
- Etki değerlendirmelerinde kullanılan envanterlerle ilgili verilerde mekân ve zaman boyutlarının olmayışından dolayı etki değerlendirmesi ile ilgili sonuçların belirsiz olabileceği; bu belirsizliğin, her etki kategorisinin mekana ve zamana bağlı karakteristiklerine göre değişiklik gösterebileceği gibi hususlar sayılabilir.

HBD çalışmalarına dayanılarak bilgi elde edilmesi, genellikle, daha geniş bir karar alma sürecinin bir parçasını oluşturmali ve bu bilgiler yaygın ve genel değiş - tokuşların

anlaşılmasında kullanılmalıdır. Farklı HBD çalışmalarının sonuçlarının karşılaştırılmaları, sadece, her çalışmanın kabullerinin, geri plân ve çerçevesinin aynı olması halinde mümkündür. Ayrıca, şeffaflığın sağlanması yönünden, mevcut kabullerin açıkça belirtilmesi de gereklidir.

4.2 HBD İLE İLGİLİ GENEL TANIMLAR

Hayat Boyu;

Bir ürün sisteminin (dönemi); ham madde elde edilmesinden veya tabii kaynakların üretilmesinden atılmasına kadar birbirini takibeden ve birbiriyle bağlantılı olan safhalarıdır.

4.2.1 Hayat Boyut Değerlendirme (HBD)

Bir ürün sisteminin; hayatı boyunca kullandığı girdilerle, ürettiği ve hasıl ettiği çıktılarının ve muhtemel çevre etkilerine ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesidir.

4.2.2 Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi (HBED)

HBD'nin, bir ürün sisteminin muhtemel çevre etkilerinin büyüklük ve önemini anlamak amacıyla yürütülen bir safhasıdır.

4.2.3 Hayat Boyu Değerlendirme Yorumu

HBD'nin; sonuçlara ulaşabilmek ve tavsiyelerde bulunabilmek maksadıyla yürütülen, envanter analizleri veya etki değerlendirmesi safhalarından her birine veya her ikisine ait bulguların, çalışmanın amaç ve kapsamına uygun bir şekilde bir araya getirildiği bir safhasıdır.

4.2.4 Hayat Boyu Envanter Analizi (HBE)

HBD'nin, bir ürün sisteminin hayat boyunca kullandığı girdi ve ürettiği veya hasıl ettiği çıktılarla ilgili verilerin toplandığı bir safhasıdır.

4.3 HBD'NİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

HBD metodolojisinin temel özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- HBD ham madde temininden, sonunda ürünün atılmasına kadar, ürün sisteminin bütün çevre boyutlarını sistemli ve yeterli bir şekilde ele almalıdır.
- HBD çalışmalarının ayrıntı düzeyi ve zaman çerçevesi, amaç ve kapsam tanımına

bağlı olarak büyük bir değişiklik gösterir.

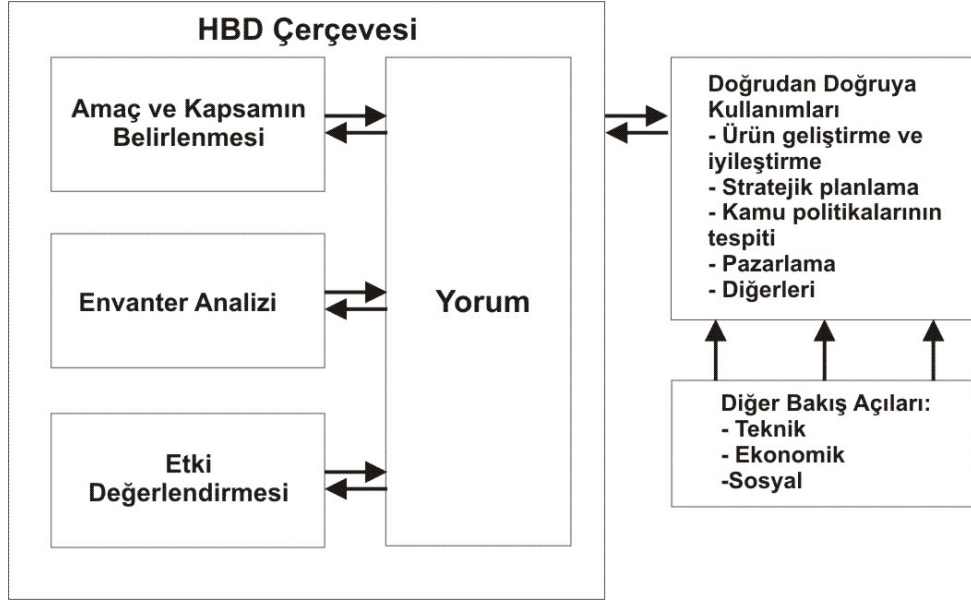
- HBD çalışmalarının; kapsamı, varsayımları, veri kalitesinin açıklanması, metodolojileri ve sonuçta elde edilen çıktılar şeffaf olmalıdır. HBD çalışmaları; veri kaynaklarını belirtmeli ve tartışmalı, açık ve uygun bir şekilde kullanıma sunulmalıdır.
- HBD çalışmasının ne niyetle kullanılacağı dikkate alınarak gizliliğe ve bu konudaki mülkiyet haklarına riayet göstermek için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- HBD metodolojisi; ilmî bulguların ve teknolojideki en son gelişmelerin dikkate alınmasına elverişli olmalıdır.
- Kamuoyuna açıklanacak karşılaştırmalı iddia ve beyanlarda kullanılacak HBD çalışmaları özel şartlara bağlıdır.
- Analize tâbi tutulan sistemlerin hayatlarının değişik safhaları arasında değiş - tokuşlar ve karmaşık ilişkiler mevcut olduğu için, HBD çalışmasının sonuçlarını tek ve genel bir değere veya sayıya indirgemek için ilmî bir temel mevcut değildir.
- HBD çalışmaları için birden çok metodoloji mevcuttur. Kuruluşlar, HBD uygulamalarını, bu standartta belirtilen esaslar çerçevesinde, kullanıcının özel kullanım amacına ve şartlarına uygun düşecek tarzda kolay bir şekilde yürütme konusunda esnekliğe sahip olmalıdır.

4.4 HBD'NİN SAFHALARI

HBD, Şekil 4.1'de gösterildiği gibi amaç ve kapsam tayini, envanter analizleri, etki değerlendirmesi, sonuçların yorumlanması safhalarını içermelidir.

HBD sonuçları, çeşitli kararların alınmasında faydalı bir girdi görevi ifa edebilir. HBD'nin Şekil 4.1.'de (sağdaki kutuda) belirtilen misallerdeki kullanımları bu standardın kapsamı dışındadır.

Hayat boyu envanter çalışmaları; amaç ve kapsamın belirlenmesi, envanter analizleri ve sonuçların yorumlanması bölümlerini içermelidir. Etki değerlendirmesiyle ilgili hükümler hariç tutulmak kaydıyla bu standardın gerekleri ve tavsiyeleri hayat boyu envanter çalışmalarına da uygulanır.



Şekil 4.1 HBD safhaları

4.5 METODOLOJİK ÇERÇEVE

4.5.1 Amaç ve Kapsamın Belirlenmesi

HBD çalışmasının amacı ve kapsamı açıkça belirlenmeli ve düşünülen kullanıma uygun olmalıdır.

4.5.1.1 Çalışmanın Amacı

HBD çalışmasının amaç bölümünde bu çalışmanın; ne maksatla kullanılacağı, yapılış sebebi, kimlere hitabedeceği, yani çalışma sonuçlarının kime gönderileceği, açıkça belirtilmelidir.

4.5.1.2 Çalışmanın Kapsamı

HBD çalışmasının kapsamı belirlenirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalı ve açıkça belirtilmelidir:

- Ürün sisteminin veya karşılaştırmalı bir çalışmanın yapılması halinde ürün sistemlerinin görevleri;
- Kapasite birimi (Üretim birimi / iş birimi);
- İncelenecek olan ürün sistemi;
- Ürün sisteminin sınırları;
- Tahsis / (paylaştırma / dağıtım) usulü;

- Etki tipi ve etki değerlendirme esnasında ve değerlendirmeden sonra yapılacak yorumda takibedilecek metodoloji;
- Verilerde aranması gereken özellikler;
- Varsayımlar;
- Sınırlamalar;
- Verilerde başlangıçta aranacak kalite özellikleri;
- Eğer yapılacaksa tenkitçi bir yaklaşımla gözden geçirmenin tipi;
- Çalışma için hazırlanması gereken raporun tipi.

Çalışmanın derinlik, genişlik ve ayrıntı derecesinin, çalışmada belirtilen amaca uygun ve onunla uyumlu olabilmesi için çalışma kapsamı yeterli şekilde belirlenmiş olmalıdır.

HBD, tekrar tekrar başa dönüp çalışmanın gözden geçirilmesini gerektiren bir tekniktir. Bundan ötürü, ilâve bilgiler toplandıkça çalışma esnasında kapsamın değiştirilmesi gerekebilir.

4.5.1.2.1 Görev ve Kapasite Birimi (Üretim Birimi / İş Birimi)

Çalışmanın kapsamında, incelenen sistemin görevleri açıkça belirtilmelidir. Kapasite birimi, ürün sisteminin göreviyle ilgili çıktıların miktarının ölçülmesinde kullanılan bir birimdir. Kapasite biriminin temel görevi girdi ve çıktılarla bağlantılı bir referans sağlamaktır. Bu referans HBD çalışmalarının karşılaştırılabilirliği için gereklidir. Sonuçların karşılaştırılabilirliği, değişik sistemler değerlendirildiği zaman yapılan karşılaştırmanın bir esasa, ortak bir temele, dayanmasını sağlayabilmek için özel bir önem kazanmaktadır.

Bir sistem birden fazla görev ifa edebilir. Bu görevlerden hangisinin incelemeye konu olacağı çalışmanın amaç ve kapsam bölümüne bağlıdır. Bununla ilgili kapasite biriminin tanımlanmış ve ölçülebilir olması gerekir.

4.5.1.2.2 Sistemin Sınırları

Sistem sınırları hangi işlem birimlerinin HBD alanı içinde kalacağını tayin eder. Sistem sınırlarının belirlenmesi; çalışmanın ne maksatla yapıldığı, varsayımlar, kesme / durma noktası kıstası, veri ve maliyet sınırlamaları ve çalışmanın sunulacağı grup gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Girdi ve çıktıların seçimi, belirli kategori içindeki verilerin bu verilerden biri cinsinden ifade

edilme derecesine ve geliştirilecek modelin çalışma amacına uygun olmalıdır. Sistem model, sistem sınırındaki girdi ve çıktı akımları, temel malzeme ve enerji akımlarından oluşacak şekilde tayin edilmelidir.

Sistem sınırlarının tayininde kullanılan kıstaslar ve bunların seçimini gerektiren sebepler çalışma kapsamında belirtilmelidir. Kamu oyuna açıklanacak iddialar için yapılan HBD çalışmalarında, çalışmanın kapsamına dahil edilip edilmeyeceklerine karar vermek amacıyla malzeme ve enerji akım analizleri yapılmalıdır.

4.5.1.2.3 Veri Kalitesiyle İlgili Şartlar (Veri Kalite Gerekleri)

Veri kalitesiyle ilgili şartlar, çalışma için ihtiyaç duyulan verilerin özelliklerini genel bir şekilde belirler. Veri kalitesiyle ilgili şartlar, HBD çalışmasının kapsamına uygun ve amaçlarına ulaşmaya elverişli olmalıdır. Veri kalitesiyle ilgili şartların tespitinde:

- Zaman kapsamı;
- Mekân kapsamı;
- Teknolojik kapsam;
- Verilerin hassas ve tam oluşu, temsil kabiliyeti;
- HBD çalışmasının her safhasında uygulanan metotların tutarlılığı, tekrarlanabilirliği;
- Verilerin kaynakları ve temsil kabiliyetleri;
- Bilgilerin belirsizliği gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

Çalışmanın kamu oyuna açıklanacak karşılaştırmalı bir iddiada bulunmak amacıyla yapılması halinde, yukarıda belirten veri kalitesiyle ilgili noktalar mutlaka dikkate alınmalıdır.

4.5.1.2.4 Sistemler Arası Karşılaştırmalar

Karşılaştırmalı çalışmalarda, sonuçların yorumlanmasından önce, karşılaştırılan sistemlerin eş değeri tartışılmalıdır. Sistemler, aynı kapasite birimi kullanılarak; icraat ve başarı değerlendirilmesi, sistem sınırlarının tayini, veri kalitesinin belirlenmesi, tahsis (paylaştırma / dağıtım) usulü, girdi ve çıktılarla etki değerlendirmesinde başvuru karar kuralları gibi metodolojiyle ilgili konularda eş değeri riayet sağlanarak karşılaştırılmalıdır. Sistemlerde, bu parametrelerle ilgili herhangi bir farklılık varsa bu durum da belirtilmeli ve (raporlarda) bildirilmelidir.

Kamuoyuna açıklanacak karşılaştırmalı bir iddiada bulunulması halinde gerekli

değerlendirme, Bölüm 3.7.3.3'te açıklanan tenkitçi bir yaklaşımla gözden geçirme ile ilgili hükümlere göre yürütülmelidir. Karşılaştırmalı iddialarda uyulması gereken diğer bir husus da mutlaka bir etki değerlendirmesinin gerekli oluşudur.

4.5.1.2.5 Tenkitçi Yaklaşımla Yapılan Gözden Geçirme İle İlgili Hususlar

Tenkitçi amaçla yapılan gözden geçirme, HBD çalışmasında; metodoloji, veri ve rapor verme gibi hususlar bakımından bu standarddaki şartların yerine getirilip getirilmediğini doğrulamak amacıyla kullanılan bir tekniktir. Tenkitçi yaklaşımla gözden geçirme işlemine başvurulup başvurulmayacağı, başvurulacaksa nasıl ve kimler tarafından yapılacağı çalışma kapsamında belirtilmelidir.

4.5.2 Hayat Boyu Envanter Analizi

4.5.2.1 Hayat Boyu Envanteriyle İlgili Genel Açıklama

Envanter analizleri, ürün sistemiyle ilgili girdi ve çıktıların sayılarla ifade edilebilmesi için; veri toplanmasını ve hesaplama usullerinin belirlenmesini gerekli kılar. Bu girdi ve çıktılar, kullanılan kaynakları ve ayrıca sistem dolayısıyla hava, su ve toprağa verilen salıntı ve atıkları içine alır. HBD 'nin kapsam ve amacına bağlı olan bu verilere dayanarak bazı yorumlar yapılabilir. Bu veriler, ayrıca hayat boyu etki değerlendirmesinde bir girdi olarak da değerlendirilebilir.

Envanter analizleri, başa dönerek yapılanların tekrarlanmasını gerektiren bir işlemdir. Veriler toplandıkça ve sistem hakkında daha fazla bilgi edinildikçe çalışmanın amacına ulaşılabilmesini temin için veri toplama usullerinde değişiklik yapılmasını gerektiren yeni veri ihtiyaçları veya sınırlamalar ortaya çıkabilir. Bazen çalışmanın amaç veya kapsamının değiştirilmesini gerektiren meselelerle karşılaşılması da ihtimal dahilindedir.

4.5.2.2 Veri Toplama ve Hesaplama Usulü

Envantere dahil etmek üzere sistem sınırları içinde kalan her işlem birimi için sayılarla ifade edilebilen ve edilemeyen veriler toplanır. Veri toplama amacıyla başvuru alan usul; kapsam, işlem birimi veya çalışmanın kullanım amacına bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Veri toplama yoğun kaynak kullanımını gerektiren bir işlem olabilir. Veri toplama konusunda karşılaşılan uygulama ile ilgili sınırlamalar kapsamda dikkate alınmalı ve bunlara çalışma raporunda yer verilmelidir.

Hesaplama dikkat edilmesi gereken bazı hususlar aşağıda verilmiştir:

- **Tahsis (Paylaştırma / Dağıtım)**, Petrol rafinerilerinden birden çok ürün elde edilmesinde olduğu gibi birden ziyade ürün elde edilen sistemlerde tahsis (paylaştırma/dağıtım) usullerine ihtiyaç duyulabilir.
- **Enerji Akımının** Hesaplanması'nda kullanılan değişik yakıtlar ve elektrik; enerji akımının bir halden diğer hale çevrilmesi ve dağıtılmasındaki etkinlik ve ayrıca; enerji akımının elde edilmesi ve kullanımıyla ilgili girdi ve çıktılar dikkate alınmalıdır.

4.5.3 Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi

HBD 'nin etki değerlendirme safhası, hayat boyu envanter analizlerinin sonuçlarını kullanarak muhtemel çevre etkilerinin önemini belirlemeyi amaç edinir. Bu işlem, genellikle, envanter verileriyle belirli çevre etkileri arasında bağlantı kurulması ve bu etkilerin anlaşılmasıyla ilgilidir. Bu konularla ilgili ayrıntı düzeyinin tayini, incelemeye konu olacak olan etkilerin seçimi ve kullanılacak metodolojiler çalışmanın amaç ve kapsamına bağlıdır.

Bu değerlendirme, çalışmanın amaçlarına ne zaman ulaşıldığını tayin için HBD 'nin amaç ve kapsamını sürekli olarak gözden geçirilmesini veya bunlara ulaşmanın imkânsızlığının anlaşılması halinde amaç ve kapsamın değiştirilmesini ve bu maksatla tekrar tekrar başa dönerek yapılanların yeniden gözden geçirilmesini gerektiren bir işlemdir.

Etki değerlendirme safhası diğerleri yanında:

- Envanter verileriyle etki kategorileri arasında bağlantı kurulması
- Belirli etki kategorileri içinde envanter verileri için modellerin geliştirilmesi;
- Çok özel hallerde sonuçların belirli girdi / çıktı cinsinden ifade edilmesi ve sadece anlamlı hallerde bunların ağırlıklandırılması gibi unsurları da içine alır.

Etki değerlendirmesiyle ilgili ilmi ve metodolojik çerçeve hala daha gelişme halindedir. Etki kategorileriyle ilgili modeller de değişik gelişme dönemlerindedir. Envanter verileriyle ortaya çıkması muhtemel belirli çevre etkileri arasında bağlantı kurulması konusunda henüz genel kabul görmüş metodolojiler mevcut değildir.

Hayat boyu etki değerlendirme safhasında; etki kategorilerinin seçimi, bunlarla ilgili modellerin geliştirilmesi ve etki kategorilerinin değerlendirilmesi gibi konularda subjektif unsurlar mevcuttur. Bundan ötürü, varsayımların açıkça belirtildiğini ve rapora bağlandığını gösterebilmek için etki değerlendirmelerinde şeffaflık büyük bir önem taşımaktadır.

4.5.4 HBD 'nin Yorumlanması

Yorumlama, HBD 'nin; envanter analizleri ve etki değerlendirmesi safhalarından elde edilen bulguların; yalnız envanter analizlerinin yapıldığı durumlarda sadece onların, çalışmanın kapsam ve amacı ile tutarlı sonuç ve tavsiyelere ulaşmak üzere birleştirildiği bir safhasıdır. Yorumlamanın bulguları, çalışmanın amaç ve kapsamıyla tutarlı sonuç ve tavsiyeler şeklinde olabilir.

Yorumlama safhası; çalışmanın amacına uygun olarak HBD 'nin kapsamını veya toplanan verilerin kalite ve özelliklerinin değiştirilmesini, başa dönüp yapılan işlemlerin tekrarlanmasını gerektirebilir.

Yorumlama safhasının bulguları, yürütülen hassasiyet analizlerinin sonuçlarını yansıtmalıdır. Her ne kadar daha sonraki karar ve faaliyetler yorumlama safhasındaki bulgulardan etkilenebilirse de; bu karar ve faaliyetler, ayrıca; teknik yetenek ve başarı düzeyi ile ekonomik ve sosyal boyutların da dikkate alınmasını gerektirdiği için HBD kapsamının dışında kalır.

4.6 RAPOR VERME

HBD'nin sonuçları daha önceden belirlenen muhatap gruba, âdil ve insaflı, doğru ve tam bir şekilde rapor edilir. Raporun tip ve şekli çalışmanın kapsam bölümünde belirtilir.

Okuyucunun, HBD çalışmasının tabii bir özelliği olan karmaşıklıkları ve değiş - tokuşları kavrayabilmesi için; sonuçlar, veriler, metot ve sınırlamalar şeffaf olmalı ve yeterli derecede ayrıntılı bir şekilde sunulmalıdır.

HBD 'nin sonuçlarının herhangi bir üçüncü şahsa, yani çalışmayı yaptıran komisyoncu veya yapan meslek mensubu dışında herhangi bir ilgili tarafa bildirilmesinin gerekli olduğu durumlarda, herhangi bir haberleşme vasıtasına başvurularak, bir üçüncü taraf raporu hazırlanır. Bu rapor, bir başvuru belgesi özelliğini taşır ve kendisine bilgi / rapor gönderilmekte olan herhangi bir üçüncü tarafın istifadesine sunulur.

Üçüncü taraf raporu aşağıdaki bilgileri içermelidir:

a) Genel bilgiler:

- 1) HBD çalışmasını sipariş eden komisyoncu, çalışmayı yürüten ve kuruluş mensubu olan veya kuruluş dışından sözleşmeyle temin edilen meslek erbabı;
- 2) Raporun tarihi;
- 3) Çalışmanın bu standardın şart ve hükümlerine göre yürütüldüğüne dair bir beyan.

- b) Amaç ve kapsamı belirleyen açıklamalar;
- c) Hayat boyu envanter analizi: Veri toplama ve hesaplama usulleri;
- d) Hayat boyu etki değerlendirmesi: Yürütülen etki değerlendirmesinin metodolojisi ve sonuçları;
- e) Hayat boyu yorumu:
 - 4) Sonuçlar;
 - 5) Hem metodoloji hem de verilerle ilgili sonuçların yorumlanması amacıyla esas alınan varsayımlar, karşılaşılan sınırlamalar;
 - 6) Veri kalite değerlendirmesi.
- f) Tenkit amaçla yapılan gözden geçirme:
 - 7) Gözden geçiren kişinin adı ve gözden geçirmeye konu olan ürün sistemi ile ilişkisi,
 - 8) Tenkitçi amaçla yapılan gözden geçirme raporu;
 - 9) Tavsiyeler karşısında takınılan tavır.

Karşılaştırmalı iddialar için hazırlanan raporda aşağıdaki hususlar da ele alınmış olmalıdır:

- Çalışmaya dahil edilip edilmemeleri konusunda karara varabilmek için malzeme ve enerji akımlarının analizi;
- Kullanılan verilerin kesinliği, tam oluşu ve temsil kabiliyetine sahip olup olmayışı;
- Madde 4.5.1.2.4'e göre, karşılaştırılan ürün sistemlerinin eşdeğerliğinin ortaya konması;
- Tenkit amaçlı gözden geçirme işleminin açıklanması.

4.7 TENKİTÇİ YAKLAŞIMLA GÖZDEN GEÇİRME

4.7.1 Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme İşlemiyle İlgili Genel Açıklama

Tenkitçi yaklaşımla yürütülen bir gözden geçirme işlemi:

- HBD 'nin yapılmasında takibedilen metodun, bu standart ile tutarlılığını;
- HBD 'nin yürütülmesinde takibedilen metodun ilmi ve teknik yönden geçerliliğini;
- Yararlanılan verilerin çalışma amaç ve kapsamına uygun ve makul olduğunu;
- Yorumların; belirlenen sınırlamaları, çalışmanın amacını yansıttığını;

- Çalışma raporunun şeffaflığını ve tutarlılığını ortaya koymalıdır.

Bu standart, HBD 'nin amaçlarını ve elde edilen sonuçların nerede ve ne şekilde kullanılacağını belirlemediği için, tenkitçi yaklaşımla gözden geçirme işlemi, HBD için seçilen amaçları tahkik ve tasdik etme durumunda değildir. Arzu edilen, tenkitçi yaklaşımla gözden geçirmenin kapsamı ve tipi çalışmanın kapsam bölümünde belirtilmelidir.

4.7.2 Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme İhtiyacı

Tenkitçi amaçlı bir gözden geçirme HBD çalışmasının anlaşılmasını kolaylaştırabilir ve ilgili taraflar nezdindeki itibarını arttırabilir.

HBD çalışmasına konu olan ürün sistemleriyle ilgili kuruluşların dışında kalan ilgili tarafların menfaatlerini etkileyebileceği için, HBD sonuçlarının karşılaştırmalı iddiaları desteklemede kullanılması özel endişelerin ortaya çıkmasına sebep olabilir ve bundan dolayı tenkitçi yaklaşımla gözden geçirmeyi gerekli kılar. Sonuçların karşılaştırmalı iddiaların ileri sürülmesinde kullanılması halinde; yanlış anlaşılmaları ve kuruluş dışı ilgili tarafların maruz kalabilecekleri olumsuz etkileri azaltmak için HBD çalışmalarında tenkitçi yaklaşımla gözden geçirme işlemine başvurulmalıdır.

Buna rağmen, tenkitçi yaklaşımla gözden geçirme işlemine başvurulmuş olması, HBD çalışmalarına dayanan karşılaştırmalı iddiaların tasdik edildiği şeklinde yorumlanmamalıdır.

4.7.3 Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme İşlemi

Eğer HBD çalışması tenkitçi yaklaşımla gözden geçirmeye tâbi tutulacaksa, bu gözden geçirme işleminin kapsamı, çalışmanın amaç ve kapsam tayini safhasında belirlenmelidir. Kapsam bölümünde tenkitçi yaklaşımla gözden geçirmenin niçin gerekli olduğu, hangi konuların, hangi ayrıntı düzeyinde ele alınacağı, çalışmada kimlerin yer alması gerektiği belirtilmelidir. Gerektiğinde HBD çalışmasının muhtevasının gizliliği konusunda yapılan anlaşmalar göz önünde tutulmalıdır.

4.7.3.1 Kuruluş Uzmanlarının Yürüttüğü Gözden Geçirme

Tenkitçi yaklaşımla gözden geçirme işlemi kuruluş içinde gerçekleştirilebilir. Bu durumda çalışma, kuruluşa mensup, HBD çalışmasından bağımsız bir uzman tarafından yapılmalıdır. Bu uzman, bu standardın hüküm ve şartlarına aşina ve gerekli ilmi ve teknik tecrübeye sahip olmalıdır.

Gözden geçirmeyle ilgili beyan, HBD çalışmasını yürüten kişi tarafından hazırlanır ve daha

sonra kuruluş mensubu bağımsız bir uzman tarafından gözden geçirilebilir. Gözden geçirme işlemiyle ilgili beyanın bütünüyle kuruluş mensubu bağımsız uzman tarafından hazırlanması da mümkündür. Gözden geçirme işlemi ile ilgili beyan HBD çalışmasına ait raporda yer almalıdır.

4.7.3.2 Kuruluş Dışı Uzmanların Yürüttüğü Gözden Geçirme

Tenkitçi yaklaşımla gözden geçirme kuruluş dışında da yürütülebilir. Bu durumda çalışma, HBD çalışmasından bağımsız kuruluş dışındaki bir uzman tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu uzman bu standardın hüküm ve şartlarına aşına, gerekli ilmî ve teknik tecrübeye sahip olmalıdır.

Gözden geçirme beyanı HBD çalışmasını yürüten kişi tarafından hazırlanır ve daha sonra kuruluş dışındaki bağımsız bir uzman tarafından gözden geçirilebilir. Gözden geçirme beyanının bütünüyle kuruluş dışındaki bağımsız biri tarafından hazırlanması da mümkündür.

Gözden geçirme beyanı, HBD çalışmasını yürüten meslek erbabının görüşleri, gözden geçirmeyi yürüten meslek erbabı kişinin tavsiyelerine karşı takındığı tavır ve verdiği cevap HBD çalışmasına ait rapora dahil edilmelidir.

4.7.3.3 İlgili Taraflarca Yürütülen Tenkitçi Yaklaşımla Gözden Geçirme

HBD çalışmasını sipariş eden komisyoncu tarafından gözden geçirme işlemi yürütecek heyete başkanlık etmek üzere kuruluş dışından bir uzman seçilir. Bu başkan; çalışmanın amacına, kapsamına ve gözden geçirme işlemi için mevcut bütçeye göre bağımsız ve yeterli vasıflara sahip diğer gözden geçirme uzmanlarını seçer.

Bu heyet, HBD çalışmasından elde edilen sonuçlardan etkilenen kamu kuruluşları, gönüllü gruplar ve rakipler gibi diğer ilgili tarafların temsilcilerini de içine alabilir.

Gözden geçirme beyanı ve gözden geçirme heyetinin raporu ve ayrıca uzmanların görüşleri ve gözden geçirme işlemi yürüten uzman ve/veya panelin HBD raporundaki tavsiyelere karşı takındığı tavır ve verdiği cevaplar HBD çalışmasına ait rapora dahil edilmelidir.

5 HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME – AMAÇ VE KAPSAM TARİFİ İLE ENVANTER ANALİZİ

5.1 GİRİŞ

Bu bölümde Hayat Boyu Değerlendirmenin amaç ve kapsamın tarifi ile Hayat Boyu Envanter Analizi (HBE) safhaları ele alınmaktadır.

Amaç ve kapsamın tarifi safhası, HBD'nin niçin yürütüldüğünü belirlediği (sonuçlarının tasarlanan kullanımı dahil) ve çalışılacak sistem ile çalışılacak veri kategorilerini tarif ettiği için önemlidir. Çalışmanın amacı, kapsamı ve tasarlanan kullanımı, çalışmanın coğrafik ve zaman boyutu ile gerekli olacak verinin kalitesi gibi konulara hitap eden, çalışmanın yönünü ve derinliğini etkileyecektir.

HBE, tarif edilen çalışmanın amacına ulaşmak için gerekli verinin toplanmasını gerektirir. Aslında çalışılmakta olan sistemin girdi/çıktı verisinin bir envanteridir.

HBE'nin yorumlama safhasında, veriler amaç ve kapsam veya ilâve verilerin toplanması veya her iki bakımdan değerlendirilir. Yorumlama safhası aynı zamanda genellikle, rapor etme amaçları için verinin daha iyi anlaşılmasını sağlar. HBE, girdi/çıktı verilerinin toplanması ve analizi olduğundan ve bu verilerle ilişkili çevresel etkilerin bir değerlendirmesi olmadığından, HBE'nin sonuçlarının tek başına yorumlanması ilgili çevresel etkiler hakkında sonuçlara ulaşmak için bir temel teşkil edemez.

Bu standart;

- Birbirine bağlı üretim sistemlerinin sistematik bir görüntüsünü elde etmede kuruluşlara yardım etmek;
- Çalışmanın amaç ve kapsamını ortaya koymak, analiz edilecek sistemleri tarif etmek ve modellemek, veri toplamak ve bir HBE'nin sonuçlarını rapor etmek;
- Bütün bir sistemin ve aynı şekilde bu sistemin her bir birim işleminin, enerji ve hammadde kullanımı ile havaya, suya ve toprağa olan emisyonlarının ölçülmesi yoluyla, verilen bir ürün sistemi için çevresel performansın ana hattını oluşturmak;
- Bir ürün sistemi içerisinde, en fazla enerji ve hammadde kullanımının ve emisyon salınımının gerçekleştiği bu aşamaları hedeflenen gelişmeleri sağlamak amacıyla tarif etmek;
- Daha sonra çevresel etiketleme kriterlerinin tanımlanmasında yardımcı olmak üzere kullanılacak veri temin etmek;

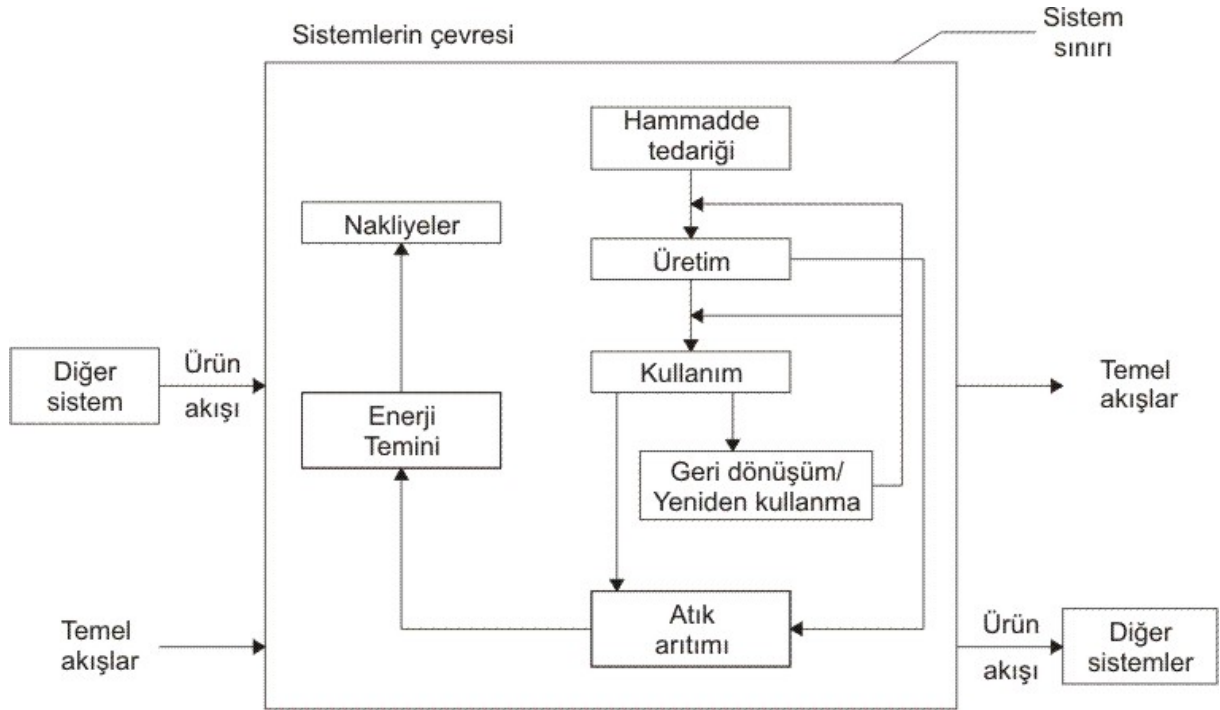
- Uygulanacak politika seçeneklerinin belirlenmesinde yardımcı olmak, örn. tedarik politikaları; amaçları için kullanılabilir.

5.2 HBE BİLEŞENLERİ

5.2.1 Ürün Sistemi

Bir ürün sistemi, bir veya daha fazla tanımlanmış işlevi yerine getiren ara ürünlerin akışıyla birbirlerine bağlanan, işlem birimlerinin bir bütünüdür. Şekil 5.1.'de bir üretim sistemi örneği verilmektedir. Bir ürün sisteminin tanımı, birim işlemleri, temel akışı ve sistem içindeki sınırları geçen ürün (sistemin içine veya sistemin dışına olan akışların her ikisini de kapsar) ve ara ürün akışlarını ihtiva eder.

Bir ürün sisteminin temel özelliği, sadece nihai ürün bakımından değil o ürün sisteminin işleviyle nitelendirilir.



Şekil 5.1 HBE analizi için bir ürün sistemi örneği

5.2.2 Birim İşlem

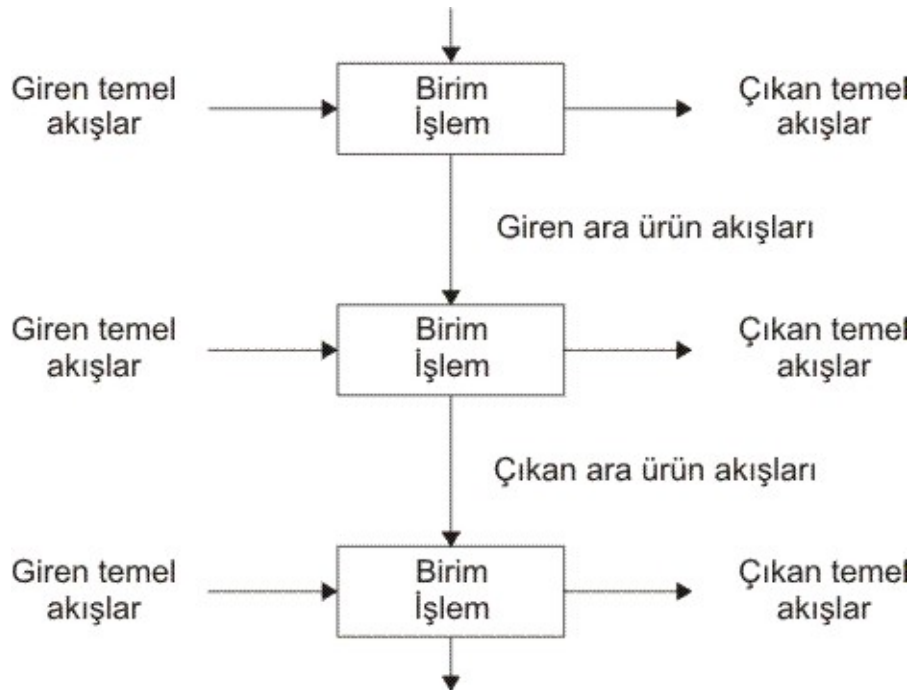
Ürün sistemleri birim işlemler kümesine bölünür (Şekil 5.2). Birim işlemlerden biri diğerine, ara ürünler ve/veya arıtmak için atık akışıyla, diğer üretim sistemlerine ürün akışlarıyla ve çevreye olan temel akışlarla bağlanır.

Birim işleme giren temel akışlarına örnek olarak topraktaki ham petrol ve güneş radyasyonu

verilebilir. Birim işlemden ayrılan temel akışlara örnek olarak havaya ve suya olan emisyonlar ve radyasyon verilebilir. Ara ürün akışlarına örnek olarak temel maddeler ve kısmi montaj verilebilir.

Bir üretim sisteminin bileşenlerinin onun birim işlemlerine bölünmesi, ürün sisteminin girdilerinin ve çıktılarının tanımlanmasını kolaylaştırır. Birçok durumda, girdilerin bir kısmı çıktı ürünün bir bileşeni olarak kullanılırken, diğerleri (yardımcı girdiler) bir birim işlemde kullanılır ama çıktı ürünün bir parçası değildir. Bir birim işlem aynı zamanda diğer çıktıları (temel akışları ve/veya ürünleri) faaliyetlerinin bir sonucu olarak üretir. Bir birim işlemin sınırı çalışmanın amacını yerine getirmek için gerekli modelleme ayrıntılarının seviyesiyle tayin edilir.

Sistem fiziksel bir sistem olduğu için, her bir birim işlem kütlenin ve enerjinin korunumu yasalarına uyar. Kütle ve enerji dengeleri bir birim işlemin tarifinin geçerliliği konusunda faydalı bir kontrol sağlar.



Şekil 5.2 Bir üretim sistemi içerisindeki birim işlemler kümesi

5.2.3 Veri Kategorileri

Ölçülerek, hesaplanarak veya tahmin edilerek toplanan veriler bir birim işlemin girdilerinin ve çıktılarının miktarının belirlenmesinde kullanılır. Verilerin sınıflandırılabilceği ana başlıklar şunları ihtiva eder:

- Enerji girdileri, ham madde girdileri, yardımcı girdiler, diğer fiziksel girdiler,

- Ürünler,
- Havaya, suya ve toprağa emisyonlar, diğer çevre boyutları.

Bu çalışmanın amacını gerçekleştirmek için, bu başlıklar altındaki bireysel veri kategorileri ayrıca ayrıntılı olarak belirlenmelidir. Örneğin, hava emisyonları altında, karbon monoksit, karbon dioksit, kükürt oksitler, azot oksitler, vb gibi veri kategorileri ayrı ayrı tanımlanabilir.

5.2.4 Ürün Sistemlerinin Modellenmesi

HBD çalışmaları fiziksel sistemlerin ana unsurlarını tanımlayan modellerin geliştirilmesiyle gerçekleştirilir. Bir ürün sistemindeki bütün birim işlemler arasındaki veya bir üretim sistemi ile sistem arasındaki bütün ilişkileri çalışmak, genel olarak kullanışlı değildir. Modeli oluşturulacak fiziksel sistemin unsurlarının seçimi, çalışmanın amaç ve kapsamının tarifine bağlıdır. Kullanılan modeller tarif edilmeli ve bu seçimlerin altında yatan varsayımlar açıklanmalıdır.

5.3 AMACIN VE KAPSAMIN TARİFİ

5.3.1 Çalışmanın Amacı

Bir HBD çalışmasının amacı ve kapsamı, açıkça tanımlanmalı ve tasarlanan uygulamayla tutarlı olmalıdır. Bir HBD çalışmasının amacı, tasarlanan uygulama, çalışmanın gerçekleştirilme sebepleri ve hedef kitle, yani çalışmanın sonuçlarının kime iletileceği, şüpheyi yer vermeyecek şekilde ifade edilmelidir.

5.3.2 Çalışmanın Kapsamı

5.3.2.1 Genel

Çalışmanın kapsamında, ISO 14040:1997, Madde 5.1.2'ye uygun olarak bütün ilgili maddeler dikkate alınmalıdır. Bir HBD analizinin tekrarlayıcı bir teknik olduğu ve veriler ile bilgiler toplandığında, kapsamın değişik yönlerinin çalışmanın asıl hedefini karşılamak üzere değişiklikler gerektirebileceği de bilinmelidir. Bazı durumlarda, çalışmanın amacının da beklenmedik kısıtlamalar, engellemeler veya ilâve bilgiler ışığında düzeltilmesi gerekebilir. Bu tür değişiklikler, gerekçeleriyle birlikte, yeterince dokümanite edilmelidir.

5.3.2.2 İşlev, Birim İşlevselliği ve Referans Akış

Bir HBD çalışmasının kapsamını tanımlamada, ürünün işlevlerinin (performans özellikleri) özelliklerine dayalı açık bir ifade kullanılmalıdır.

İşlevsel birim, belirtilen bu işlevlerin miktarını belirler, işlevsel birim çalışmanın amacı ve kapsamıyla tutarlı olacaktır.

İşlevsel bir birimin temel amaçlarından biri girdi ve çıktı verilerinin normalleştirildiği (matematiksel anlamda) bir referans sağlamaktır. Bundan dolayı, işlevsel birim açıkça tanımlanmalı ve ölçülebilir olmalıdır. İşlevsel birimin tanımlanmasını dikkate alarak, işlevi yerini getirmek için gerekli miktar belirlenmelidir. Bu belirlemenin sonucu referans akıştır. Daha sonra referans akış, sisteme olan girdileri ve çıktıları hesaplamak için kullanılır. Sistemler arasındaki karşılaştırmalar aynı işlev esas alınarak yapılacak ve referans akışları şeklinde aynı işlevsel birimler belirlenecektir.

Herhangi bir sistemin ilâve işlevleri, birimlerin işlevlerinin karşılaştırılmasında dikkate alınmazsa, o zaman göz ardı edilen bu hususlar belgelendirilmelidir. Örneğin, A ve B sistemleri seçilmiş bir işlevsel birim tarafından temsil edilen x ve y işlevlerini yerine getirmektedir, fakat sistem A aynı zamanda, işlevsel birimde temsil edilmeyen z işlevini yerine getirmektedir. Bu durumda z işlevinin bu işlevsel birimin dışında bırakıldığı belgelendirilmelidir. Bir alternatif olarak, z işlevinin sunulmasıyla bağlı sistemler, sistemleri daha karşılaştırılabilir yapmak için sistem B'nin sınırına ilâve edilebilir. Bu durumlarda, seçilen işlemler belgelendirilecek ve doğrulanacaktır.

5.3.2.3 Başlangıç Sistem Sınırları

Sistem sınırları, modeli oluşturulacak sistemdeki kapsanması gereken birim işlemleri tarif eder. İdeal olarak, ürün sistemi, onun sınırındaki temel girdi ve çıktı temel akışları gibi modeli oluşturulmalıdır. Birçok durumda, bu tür kapsamlı bir çalışmayı yürütmek için yeterli zaman, veri veya kaynak olmayacaktır. Bu çalışmayla modeli oluşturulacak birim işlemler ve çalışılacak bu birim işlemlerin ayrıntı seviyesi dikkate alınarak kararlar oluşturulmalıdır. İhtiyaç duyulan kaynaklar, çalışmanın sonuçlarını önemli ölçüde değiştirmeyecek girdilerin ve çıktıların nitelendirilmesine göre harcanmamalıdır.

Kararlar, aynı zamanda çevreye yapılan tahliyeler değerlendirilerek ve bu değerlendirmelerin ayrıntı seviyesi dikkate alınarak verilmelidir. Birçok örnekte, başlangıçta tarif edilen bu sistem sınırları, sonradan başlangıç çalışmasının çıktılarına dayalı olarak gözden geçirilecektir. Girdilerin ve çıktıların seçiminde yardım için kullanılan kriterler açık bir

şekilde anlaşılabilir ve tarif edilebilir olmalıdır.

Hayat boyu safhaların, işlemlerin veya girdi/çıkıtların göz ardı edilmesiyle ilgili herhangi bir karar açık bir şekilde belirtilecek ve doğrulanacaktır. Sistem sınırlarının belirlenmesinde kullanılan kriterler, çalışmanın sonuçlarıyla uyuşmadığını ve verilen çalışmanın amacının yerine getirilmediğinden emin olunmasını sağlamak şartıyla, güvenilirlik derecesini belirler.

Dikkate alınması gereken bir kaç hayat boyu safhası, birim işlemler ve akışlar, aşağıdaki hususları dikkate almalıdır:

- Ana imâlat/işlem sırasındaki girdi ve çıktıları,
- Dağıtım/taşımayı,
- Yakıtların, elektriğin ve ısıнын üretimi ve kullanımı,
- Ürünlerin kullanımı ve bakımı,
- İşlem atıklarının ve ürünlerin bertarafı,
- Kullanılan ürünlerin geri kazanımı (yeniden kullanım, geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı dahil),
- Yardımcı maddelerin imâlatı,
- Yatırım cihazlarının imâlatı, bakımı ve yedeğe alınması,
- Işıklandırma ve ısıtma gibi ilâve işlemler,
- Etki değerlendirmeye ilişkin diğer hususlar (varsa).

Birim işlemleri ve bunların ilişkilerini gösteren bir işlem akış diyagramını, sistemi tarif etmek için kullanmak faydalıdır. Birim işlemler, aşağıdaki hususları tarif etmek için başlangıçta belirlenmelidir:

- Hammaddelerin veya ara ürünlerin alınması terimleriyle birim işlemin başladığı yer,
- Birim işlemin bir parçası olarak ortaya çıkan dönüşümlerin ve işlemlerin yapısı ve
- Ara veya nihaî ürünün sonlandığı yerdeki terimleri cinsinden birim işlemlerin bittiği yer.

Tahsisat hakkındaki kararlar da dahil olmak üzere, diğer üretim sistemlerinde hangi girdi ve çıktının takip edileceğine karar verilmelidir. Sistem, bir başka uygulayıcının envanter analizini tekrar etmesine imkân verecek açıklıkta ve ayrıntıda belirlenmiş olmalıdır.

5.3.2.4 Veri Kategorilerinin Tarifi

Bir HBD çalışması için gereken veriler çalışmanın amacına bağlıdır. Bu tür veriler, sistem sınırları içerisindeki birim işlemlerle bağlantılı üretim sahalarından toplanabilir veya yayımlanmış kaynaklardan elde edilebilir veya hesaplanabilir. Uygulamada, bütün veri kategorileri ölçülmüş, hesaplanmış veya tahmin edilmiş verilerin bir karışımını kapsayabilir. Madde 5.2.3, sistemlerin sınırındaki her bir birim işleme ait miktarı belirlenmiş girdi ve çıktılar için ana başlıkları ortaya koymaktadır. Bu veri kategorileri, bu çalışmada hangi veri kategorilerinin kullanıldığına karar verileceği zaman dikkate alınmalıdır.

Enerji girdi ve çıktıları, HBD' ye olan herhangi bir girdi veya çıktı gibi ele alınacaktır. Enerji girdi ve çıktılarının değişik çeşitleri, yakıtların üretim ve sevkiyatı, ham madde enerjisi ve sistemin modelinin oluşturulmasında kullanılan işlem enerjisiyle ilgili girdi ve çıktıları kapsayacaktır.

Havaya, suya ve toprağa olan emisyonlar çoğu kez, emisyon kontrol cihazlarından geçtikten sonra, nokta veya difüzleyici kaynaklardan yapılan deşarjlardır. Kategori, önemli olduğunda, kaçak emisyonları da kapsamalıdır. Biyolojik oksijen ihtiyacı gibi, gösterge parametreleri de kullanılabilir.

Girdi ve çıktı verileri toplanabilen diğer veri kategorileri, örneğin, gürültü ve titreşim, arazi kullanımı, radyasyon, koku ve atık ısıyı kapsar.

5.3.2.5 Girdi Ve Çıktıların Başlangıçtaki Kapsama Kriterleri

Kapsam tarifi sırasında, girdi ve çıktıların başlangıç kümesi envanter için seçilir. Bu işlemde, üretim sistemine olan her girdi ve çıktının modelini yapmanın çoğu kez mümkün olmadığı görülür. Bu, çevrede izlenecek girdi ve çıktıların belirlenmesinde, örneğin, çalışılmakta olan üretim sisteminde hangi birim işlemlerin girdi ürettiğini veya hangi birim işlemlerin çıktılarının kapsandığını belirlenmesi için tekrarlanan bir işlemdir. Başlangıçtaki tanımlama, tipik olarak mevcut veriler kullanılarak yapılır. Girdi ve çıktılar çalışmanın ilerleyişinde ilâve veriler toplandıktan sonra tam olarak tespit edilir ve daha sonra hassasiyet analizlerine tabi tutulur

Kriterler ve bu kriterlerin üzerine kurulan varsayımlar açıkça tarif edilmelidir. Çalışma çıktılarına dayalı seçilen kriterlerin muhtemel etkisi de sonuç raporunda değerlendirilmeli ve açıklanmalıdır.

Malzeme girdileriyle ilgili analizler, çalışılacak girdilerin ilk seçimiyle başlar. Bu seçim, modeli oluşturulacak her bir birim işleme bağlı girdilerin bir tanımlanmasına dayanmalıdır.

Bu çalışma, özel sahalardan veya yayımlanmış kaynaklardan toplanan verilerle birlikte yürütülebilir. Amaç her bir birim işleme dayalı önemli girdileri tespit etmektir.

HBD uygulamasında hangi girdilerin çalışılacağına karar vermek için çeşitli kriterler kullanılır. Bunlar; a) kütle, b) enerji ve c) çevreye ilişkindir. Girdilerin başlangıçtaki dağılımının sadece kütle dağılımına dayalı olarak yapılması, çalışmadan önemli girdilerin çıkarılmasıyla sonuçlanabilir. Uygun şekilde, enerji ve çevresel ilişki bu işlemde bir kriter olarak da kullanılmalıdır.

- a) Kütle: Kütle bir kriter olarak kullanıldığında, uygun bir karar, modeli oluşturulacak üretim sisteminin kütle girdisinin belirli bir yüzdesinden daha çok kümülatif şekilde katkıda bulunan, bütün girdilerin çalışmaya dahil edilmesini gerektirecektir.
- b) Enerji: Benzer şekilde, enerji bir kriter olarak kullanıldığında, uygun bir karar, üretim sisteminin enerji girdilerinin belirli bir yüzdesinden daha çok kümülatif şekilde katkıda bulunan, girdilerin çalışmaya dahil edilmesini gerektirecektir.
- c) Çevresel ilişki: Çevresel ilişkilere dayalı kriter kararları, üretim sisteminin her bir veri kategorisine tahmini bir miktardaki belirli bir ilâve yüzdeden daha çok katkıda bulunan, girdileri içerecek şekilde alınacaktır. Örneğin, kükürt oksitler bir veri kategorisi olarak seçilmişse, üretim sistemi için toplam kükürt oksit emisyonlarının belirli bir yüzdesinden daha çok herhangi bir girdiyi kapsayacak şekilde bir kriter oluşturulabilir.

Bu kriterler, örneğin nihaî atık arıtma işlemlerini kapsamaması gibi, çevrede izlenecek çıktıları belirlemek için de kullanılabilir. Kamuoyuna yapılan karşılaştırmalı bir açıklamayı desteklemek amacıyla yapılan bir çalışmada, girdi ve çıktı verilerinin nihaî hassasiyet analizleri, bu maddede belirtildiği gibi kütle, enerji ve çevresel ilişki kriterlerini kapsar. Bu işlemle belirlenmiş seçilen verilerin tamamı, temel akışlar gibi modelleri oluşturulmalıdır.

5.3.2.6 Veri Kalitesi Özellikleri

Veri kalitesinin tarifleri, çalışmanın sonuçlarının güvenilirliğini anlamak ve çalışmanın çıktılarını doğru bir şekilde yorumlamak için önemlidir. Veri kalitesi özellikleri, çalışmanın karşılaması gereken amaç ve kapsamını sağlayacak şekilde belirlenmiş olmalıdır. Veri kalitesi, bu verilerin toplanması ve birleştirilmesi için kullanılan metotlar kadar, nitelik ve niceliğin her ikisini de kapsayacak şekilde karakterize edilmelidir. Veri kalitesi şartları aşağıdaki parametreleri kapsamalıdır:

- Zamanla ilgili kapsam: Verinin istenilen yaşı (örneğin, son beş yıl içindeki gibi) ve verinin toplanacağı en kısa sürenin uzunluğu (örneğin, bir yıl),

- Coğrafi kapsam: Çalışmanın amacını yerine getirmek için birim işlemlerden verinin toplanacağı coğrafi alan (örneğin, yerel, bölgesel, ulusal, kıta ölçeğinde ve küresel),
- Teknolojik kapsam: Teknoloji karışımı (örneğin, gerçek işlem karışımının, mevcut en iyi teknolojinin veya en kötü birim işlemin ağırlıklı ortalaması).

Özel sahalardan toplanan verilere karşılık, yayımlanmış kaynaklardan veya ölçülerek, hesaplanarak ya da tahmin edilerek elde edilen veriler, verinin yapısını tanımlayan, ilâve anahtar kelimeler olarak da dikkate alınmalıdır. Belirli sahalardan elde edilen veriler veya temsili ortalamaları, Madde 5.3.2.5'te yürütülen hassasiyet analizlerinde belirlendiği gibi, çalışılmakta olan sistemdeki kütle ve enerji akışlarının büyük çoğunluğuna katkıda bulunan birim işlemler için kullanılmalıdır. Belirli alanlardan elde edilen veriler, aynı zamanda çevreyle ilgili emisyonları dikkate alan birim işlemler için de kullanılmalıdır.

Bütün çalışmalarda, aşağıdaki ilâve veri özellikleri tarifi amacına ve kapsamına bağlı bir ayrıntı seviyesinde düşünülmelidir:

- Kesinlik: İfade edilen her bir veri kategorisi için veri değerlerinin değişkenliğinin ölçmesi,
- Bütünlük: Bir birim işlemdeki her bir veri kategorisinin varlığındaki muhtemel sayıdan elde edilen raporlanmış ilk verilerin yerlerinin yüzdesi,
- Temsil edilebilirlik: Veri kümesinin yansıttığı, ilgili gerçek nüfusun kalite yönünden değerlendirilme derecesi (yani, coğrafi kapsam, zaman aralığı ve teknoloji kapsamı),
- Tutarlılık: Analizin değişik bileşenlerine uygulanan çalışma metodolojisinin ne kadar homojen olduğunun kalite yönünden değerlendirilmesi,
- Tekrarlanabilirlik: Çalışmada rapor edilen sonuçların bağımsız bir uygulayıcı tarafından yeniden üretilmesine metodolojinin ve verilere dair bilginin, ne dereceye kadar izin verdiğinin, kalite yönünden değerlendirilmesi.

Bir çalışmanın halka kapalı karşılaştırmalı bir açıklayıcı çalışmayı desteklemek için kullanıldığı durumda, bu maddede belirtilen bütün veri özellikleri çalışmaya dahil edilecektir.

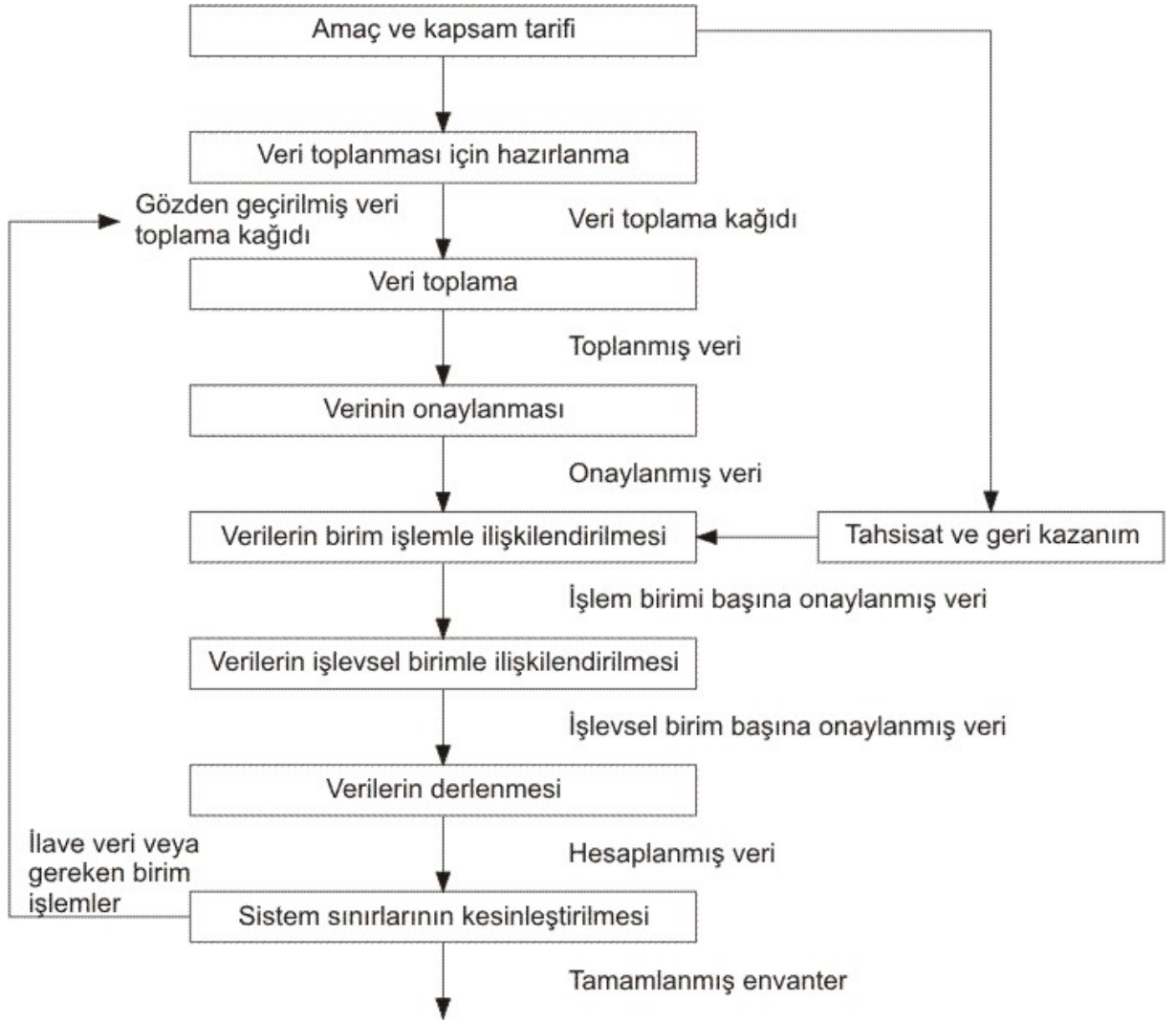
5.4 ENVANTER ANALİZİ

5.4.1 Genel

Bir çalışmanın amaç ve kapsamının tarifi, bir HBD çalışmasının yürütülmesi için başlangıç planını verir. Bir hayat boyu envanter analizi (HBE) veri toplanması ve hesaplanması

işlemleriyle ilgilenir.

Şekil 5.3'de ana hatları verilen uygulama safhaları gerçekleştirilmelidir.



Şekil 5.3 Envanter analizi için basitleştirilmiş yöntemler

5.4.2 Veri Toplamak İçin Hazırlanma

Bir HBD çalışmasının kapsamının tarifi, birim işlemlerinin ve ilişkili veri kategorilerinin başlangıç kümesini oluşturur. Veri toplama, çeşitli rapor edilme yerlerini ve yayımlanmış referansları kapsayabileceği için, modeli oluşturulacak ürün sistemlerinin yeknesak ve tutarlı anlaşılmasının sağlanmasında, bazı safhalar yardımcı olur.

Bu safhalar şunları içerecektir:

- Birbiriyle ilişkilerini de içerecek şekilde, modeli oluşturulacak bütün birim işlemlerin ana hatlarını belirleyen, işlem akış diyagramlarının çizimi,
- Her birim işlemin ayrıntılı tarifi ve her bir birim işlemle ilişkili veri kategorilerinin

listelenmesi,

- Ölçme birimlerini belirten bir listenin geliştirilmesi,
- Rapor hazırlama yerlerindeki personelin, bir HBD çalışmasında hangi bilgilerin gerekli olduğunu anlamalarında yardımcı olmak için, her bir veri kategorisi için veri toplama tekniklerinin ve hesaplama tekniklerinin tarifi ve
- Herhangi bir özel durumun, düzensizliğin veya sağlanan verilerle ilişkili diğer durumların açıkça belgelendirilmesi için rapor etme yerlerine talimatların verilmesi.

5.4.3 Veri Toplama

Veri toplamak için kullanılan yöntemler, bir HBD çalışması tarafından modeli oluşturulan değişik sistemlerdeki her birim işleme göre değişir. Bu yöntemler, telif hakları ve gizlilik şartlarının karşılanması ihtiyacı ile çalışmaya katılanların bileşimlerinden ve niteliklerinden dolayı da farklılık gösterebilir. Bu tür yöntemler ve bunların sebepleri belgelendirilmelidir.

Veri toplama, her bir birim işlemle ilgili başından sonuna teferruatlı bilgi gerektirir. Mükerrer sayımlardan veya boşluklardan kaçınmak için, her bir birim işlemin tarifi kayıt edilmelidir. Bu tarifler, işlemin nerede başlayıp nerede bittiğinin ve birim işlemin işlevinin ne olduğunun, tespit edilmesi için ihtiyaç duyulan girdilerin ve çıktılarının, niteliksel ve niceliksel tariflerini içermektedir. Birim işlemin çoklu girdiler (örneğin, bir atıksu arıtma tesisine giren çoklu atıksu akımları) veya çoklu çıktılar ihtiva etmesi durumunu da, tahsisat yöntemleriyle ilgili veriler belgelendirilmeli ve rapor edilmelidir. Enerji girdileri ve çıktıları, enerji birimleri olarak ölçülmelidir. Uygulanabildiği yerlerde, yakıtın kütlesi veya hacmi de kayıt edilmelidir.

Veri, yayımlanmış literatürden toplandığı zaman, kaynak referans olarak verilmelidir. Çalışmanın sonuçları için önemli olan, literatürden toplanmış bu veriler için, ilgili veri toplama yöntemi hakkında, ayrıntıları veren yayımlanmış literatür, verinin toplandığı zaman ve ilâve veri kalite göstergeleri de referans olarak verilmelidir. Bu tür veriler, başlangıçtaki veri kalite ihtiyaçlarını karşılamadığı zaman, bu durum belirtilmelidir.

5.4.4 Hesaplama Yöntemleri

5.4.4.1 Genel

Veri toplamayı müteakiben, modeli oluşturulacak ürün sisteminin tarif edilmiş işlevsel birimi ve her bir işlem biriminin tarif edilmiş sistemiyle ilgili envanter sonuçları oluşturmak için, hesaplama yöntemlerine ihtiyaç vardır.

Elektrik üretimiyle ilgili temel akışlar belirlenirken, yanma, dönüşüm, iletim ve dağıtım verimliliği ile üretim karışımı dikkate alınmalıdır. Yapılan varsayımlar açıkça ifade edilmeli ve kanıtlanmalıdır. Mümkünse, tüketilen değişik yakıt tiplerini göstermek için gerçek üretim karışımı kullanılmalıdır.

Petrol, gaz veya kömür gibi yanıcı maddelerle ilgili girdiler ve çıktılar, yanma ısısının çarpımıyla bir enerji girdi veya çıktısına dönüştürülebilir. Bu durumda, yüksek veya düşük ısıtma değerinin hangisinin kullanıldığı rapor edilmelidir. Aynı hesaplama yöntemi, çalışma boyunca tutarlı bir şekilde uygulanmalıdır.

Verilerin hesaplanması için, çeşitli uygulama safhalarına ihtiyaç vardır. Bunlar aşağıda Madde 5.4.4.2'den Madde 5.4.4.5'e tarif edilmiştir. Bütün hesaplama yöntemleri, açık bir şekilde belgelendirilmelidir.

5.4.4.2 Verilerin Doğrulanması

Veri toplama işlemi sırasında, verilerin doğrulanması işlemi de yürütülmelidir. Doğrulama, kütle dengesi, enerji dengesi ve/veya emisyon faktörlerinin karşılaştırmalı analizlerinin yapılmasını da içerebilir. Böyle doğrulama yöntemlerinden elde edilen verilerde görülen açık sapmalar, veri kalite şartlarına uygun, alternatif veri değerleri gerektirir.

Kayıp verilerin tespit edildiği, her veri kategorisinde ve her rapor edilme yerinde, veri kaybının ve veri boşluklarının giderilmesi;

- Doğrulanmış bir "sıfırdan farklı" veri değeri,
- Doğrulanmışsa bir "sıfır" veri değeri veya
- Benzer teknolojileri kullanan, birim işlemlerdeki rapor edilmiş değerlere dayalı olarak hesaplanmış bir değer elde edilmesine yol açar.

Veri kaybının nasıl giderildiği belgelendirilmelidir.

5.4.4.3 Verilerin Birim İşlemlerle İlişkilendirilmesi

Her bir birim işlem için, uygun bir referans akış belirlenmelidir (örneğin, maddenin 1 kg'ı veya enerjinin 1 MJ'ü). Birim işlemin niceliksel girdi ve çıktı verileri, bu referans akışa göre hesaplanmalıdır.

5.4.4.4 Verilerin İşlevsel Birimle İlişkilendirilmesi Ve Derlenmesi

Birim işlemler, akış diyagramı ve sistem sınırlarına dayalı olarak, tüm sistem üzerindeki

hesaplamalara imkân sağlamak için birbirine bağlanır. Bu bağlantı, sistem içindeki bütün işlem akışlarının, işlevsel birimlere normalleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Hesaplama, bütün sistemdeki girdi ve çıktı verilerin işlevsel birime referans verilmesiyle sonuçlanmalıdır.

Ürün sistemindeki girdilerin ve çıktıların derlenmesinde, özen gösterilmelidir. Derleme seviyesi, çalışmanın amacını gerçekleştirmek için yeterli olmalıdır. Veri kategorileri sadece, eş değer maddelerle ve benzer çevresel etkilerle ilgiliyse derlenmelidir. Daha ayrıntılı derleme kurallarına ihtiyaç duyulursa, bunlar çalışmanın amaç-ve-kapsam-tarifi safhasında doğrulanmalıdır veya bir sonraki etki-değerlendirme safhasına bırakılmalıdır.

5.4.4.5 Sistem Sınırlarının Kesinleştirilmesi

HBD'nin tekrarlayan yapısını göstermek için, hangi verilerin kapsama alınacağına, Madde 5.3.2.5'de ana hatları verilen başlangıç analizini doğrulayacak şekilde, bunların öneminin tespit edilmesi için hassasiyet analizlerine dayalı olarak karar verilmelidir. Başlangıçtaki ürün sistem sınırları, kapsamın tarifinde verilen vazgeçme kriterine uygun olarak gözden geçirilmelidir. Bu hassasiyet analizi;

- Hassasiyet analizleri sonucunda, önemsiz olduğu ortaya çıktığında, hayat boyu aşamalarının veya birim işlemlerin dışarıda bırakılmasına;
- Çalışmanın sonuçları üzerinde önemsiz olan girdilerin ve çıktıların dışarıda bırakılmasına;
- Hassasiyet analizleri sonucunda önemli oldukları görülen yeni birim işlemlerin, girdilerin ve çıktıların dahil edilmesine yol açabilir.

Bu kesinleştirme işlemi ve hassasiyet analizlerinin sonuçları belgelendirilmelidir. Bu analiz, HBD çalışmasının amacı için önemli olduğu belirlenen girdi ve çıktı verilerinin, müteakip veri işleme ihtiyacının sınırlamasını sağlar.

5.4.5 Akışların Ve Tahliyelerin Tahsisatı

5.4.5.1 Genel

Hayat boyu envanter analizi, bir ürün sistemi içerisindeki birim işlemleri basit madde veya enerji akışlarıyla birbirine bağlar. Uygulamada, çok az endüstriyel tesis, tek bir ürün çıkarır veya doğrusal ham madde girdi ve çıktılarına dayanır. Aslında, çoğu endüstriyel tesis birden fazla ürün çıkarır ve ara veya atılan ürünleri ham madde olarak geri kazanır. Bundan dolayı, maddeler ve enerji akışları gibi çevreye olan tahliyeler de açıkça belirlenmiş işlemlere göre

farklı ürünlere tahsis edilir.

5.4.5.2 Tahsisat İlkeleri

Envanter, girdi ve çıktı arasındaki madde dengesine dayanır. Bundan dolayı, tahsisat yöntemleri mümkün olduğunca, bunun gibi temel girdi-çıkıtı ilişkilerini ve özelliklerini tahmin etmelidir. Aşağıdaki ilkeler, yan ürünlere, iç enerji tahsisatına, hizmetlere (örneğin, nakliyat, atık su arıtımı) ve geri kazanmaya, hem kapalı hem de açık döngüde uygulanabilir:

- Çalışmada diğer ürün sistemleriyle paylaşılan işlemler belirtilmeli ve bunlar aşağıda belirtilen işlemlere göre ele alınmalıdır,
- Bir birim işlemin tahsis edilen girdi ve çıktıların toplamı, bu birim işlemin tahsis edilmeyen girdi ve çıktılarına eşit olmalıdır,
- Çeşitli alternatif tahsisat yöntemlerinin uygulanması mümkün görüldüğünde, seçilen yaklaşımdan başlatılan hareketin sonuçlarını tasvir etmek için, bir hassasiyet analizi gerçekleştirilmelidir.

Girdi ve çıktıların tahsis edildiği her bir birim işlem için kullanılan tahsisat yöntemi belgelendirilmeli ve doğrulanmalıdır

5.4.5.3 Tahsisat Yöntemi

Yukarıda bahsedilen ilkelere göre, aşağıdaki basamaklı yöntem uygulanmalıdır.

- a) 1 inci Basamak: Uygun olan her yerde, tahsisattan aşağıdaki şekilde kaçınılmalıdır:
 - 1) Tahsis edilecek birim işlemin iki veya daha fazla alt işleme bölünmesi ve bu alt işlemlerle ilgili girdi ve çıktı verilerinin toplanması,
 - 2) Ürün sisteminin Madde 5.3.2.2'deki şartlar dikkate alınarak, yan ürünlerle ilgili ilâve işlevleri de içerecek şekilde genişletilmesi.
- b) 2 nci Basamak: Tahsisattan kaçınılamadığı durumlarda, sistemin girdi ve çıktıları, bu sistemin farklı ürünleri ve işlevleri arasındaki fiziksel ilişkiyi yansıtacak bir usulle parçalara ayrılmalıdır, yani bu parçalara ayırma işlemi, sistem tarafından üretilen ürünlerdeki ve işlevlerdeki niceliksel değişikliklerin girdi ve çıktıları da nasıl değiştirdiğini yansıtmalıdır. Nihai tahsisatın, yan ürünlerin kütle ve molar akışları gibi herhangi bir basit ölçümle orantılı olması gerekmez.
- c) 3 üncü Basamak: Fiziksel ilişkinin tahsisat için bir temel olarak kullanılmadığı veya tek başına kurulamadığı durumlarda, girdiler, ürünler ve işlevler arasında, bunlar arasındaki

diğer ilişkileri de yansıtacak bir şekilde tahsis edilmelidir. Örneğin, girdi ve çıktı verileri, yan ürünler arasında ürününün ekonomik değeriyle orantılı olarak tahsis edilebilir.

Bazı çıktılar, yan ürünler ve kısmen atıklar olabilir. Bu gibi durumlarda, girdi ve çıktılar, sadece yan ürünler kısmında tahsis edileceği için, yan ürünler ve atık arasındaki oranın belirlenmesi gereklidir.

Tahsisat yöntemleri, düşünülen sistemin benzer girdi ve çıktılarna, homojen bir şekilde uygulanmalıdır. Örneğin, tahsisat, sistemi terkeden kullanılabilen ürünlere (örneğin, ara veya atılan ürünlere) yapılmışsa, sisteme giren ürünlere yapılacak tahsisat yöntemi de buna benzer bir tahsisat yöntemi olmalıdır.

5.4.5.4 Yeniden Kullanım Ve Geri Dönüşüm İçin Tahsisat Yöntemleri

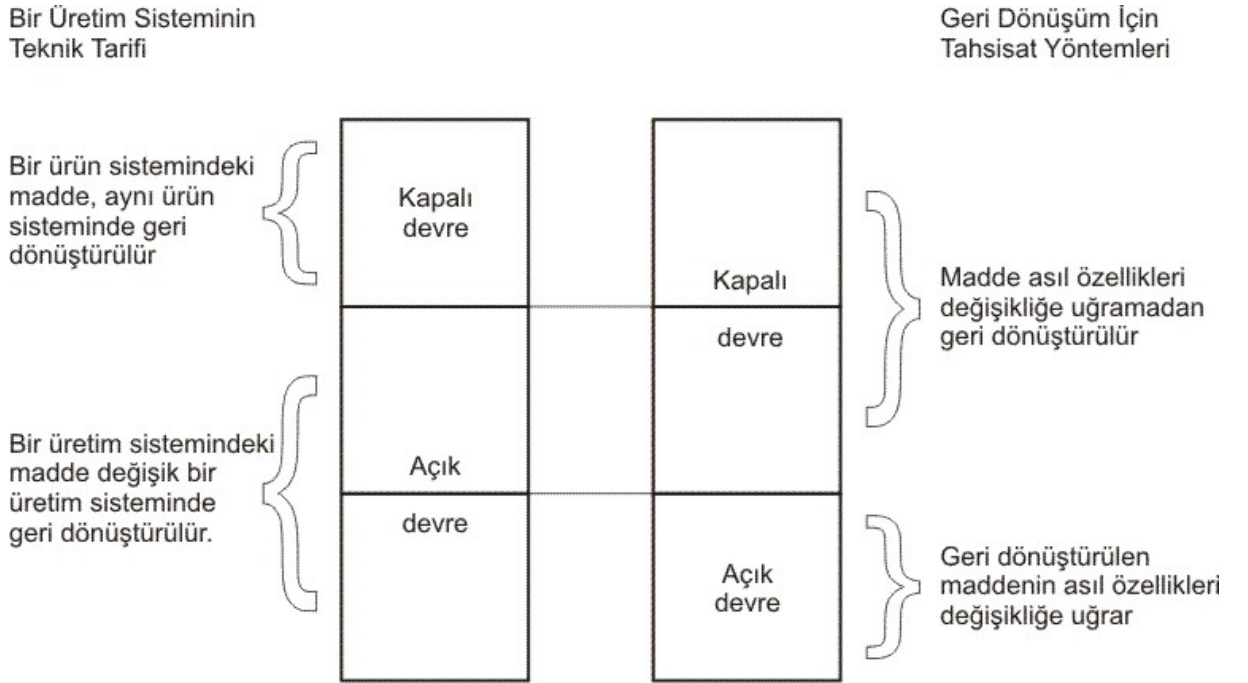
Madde 5.4.5.2 ve Madde 5.4.5.3'deki tahsisat ilkeleri ve yöntemleri, yeniden kullanım ve geri dönüşüm durumlarına da tatbik edilir. Ancak, bu durumlarda aşağıdaki sebeplerden ötürü, ilâve bir değerlendirme yapılmalıdır:

- a) Yeniden kullanım ve geri dönüşüm (aynı şekilde kompostlama, enerji kazanımı ve yeniden kullanım ve geri dönüşüm ile ilgili diğer işlemler de) ham maddelerin çıkarılması ve işlenmesi ile ürünlerin nihaî bertarafı gibi, birim işlemlerle ilgili girdi ve çıktıların, birden fazla ürün sistemi tarafından paylaşılmasını gerektirebilir,
- b) Yeniden kullanım ve geri dönüşüm, maddelerin asıl özelliklerini bir sonraki kullanımda değiştirebilir,
- c) Geri kazanım işlemleri hakkındaki sistem sınırlarının tarif edilmesinde özel dikkat gösterilmelidir. Yeniden kullanım ve geri dönüşüm için, çeşitli tahsisat yöntemleri uygulanmaktadır. Maddelerin asıl özelliklerindeki değişiklikler dikkate alınmalıdır. Bazı yöntemlerin ana hatların Şekil 5.4'de kavramsal olarak verilmektedir ve yukarıdaki kısıtlamaların nasıl ele alınacağı aşağıda ayırt edilmektedir:

- Bir kapalı devre tahsisat yöntemi, kapalı devre bir ürün sistemine uygulanır. Bu yöntem ,aynı şekilde, geri dönüştürülen maddenin asıl özelliklerinde bir değişikliğin olmadığı açık devre ürün sistemlerine de uygulanır. Bu gibi durumlarda, ikincil maddelerin kullanımı, hiç kullanılmamış (birincil) maddelerin kullanımıyla yer değiştirdiğinden, tahsisata olan ihtiyaç ortadan kalkar. Ancak, açık devre ürün sistemlerinde uygulanabilen, hiç kullanılmamış maddelerin ilk kullanımı, aşağıda ana hatları verilen, bir açık devre tahsisat yöntemi için takip edebilir:

- Maddelerin diğer ürün sistemlerine dönüştürüldüğü ve maddelerin asıl özelliklerinde değişikliklerin olduğu, açık devre ürün sistemlerinde, açık devre tahsisat yöntemleri uygulanır.
 - Fiziksel özellikler,
 - Ekonomik değer (örneğin, ilk değeriyle ilişkili hurda değeri) veya
 - Geri dönüştürülen maddenin, sonraki kullanımlarının sayısı

İlâveten, özellikle orijinal ve bir sonraki üretim sistemi arasındaki geri kazanım işlemleri için, Madde 5.4.5.2'de belirtildiği gibi, tahsisat ilkelerine uyulacak şekilde, sistem sınırları belirlenmeli ve doğrulanmalıdır.



Şekil 5.4 Bir ürün sisteminin teknik tanımı ve geri dönüşüm için tahsisat işlemleri arasındaki farklar

5.5 HBE'NİN KISITLAMALARI (HBE SONUÇLARININ YORUMLANMASI)

HBE'in sonuçları, çalışmanın amacına ve kapsamına göre yorumlanmalıdır. Bu yorumlama, sonuçlardaki belirsizliği daha iyi anlamak için metodolojik tercihler ile önemli girdi ve çıktılar üzerindeki hassasiyet analizlerini ve veri kalite değerlendirmelerini içermelidir. Bir envanter analizinin yorumunda, çalışmanın amacıyla ilgili olarak aşağıdakiler dikkate alınmalıdır:

- Sistem işlevlerinin ve işlevsel birimlerin tariflerinin, uygun olup olmadığı,

- b) Sistem sınırlarının tariflerinin, uygun olup olmadığı,
- c) Veri kalite değerlendirmesi ve hassasiyet analizi tarafından belirlenen sınırlamalar.

Sonuçlar ihtiyatla yorumlanmalıdır, çünkü bunlar, çevresel etkilere değil, girdi ve çıktı verilerine dayanır. Özellikle, tek başına bir HBE çalışması, karşılaştırmalar için temel alınmamalıdır.

İlaveten, girdilerdeki belirsizliklerin ve veri değişkenliğinin birikerek artan etkilerinden dolayı, bir HBE'nin sonuçlarına belirsizlik dahil edilir. HBE'ne uygulanan belirsizlik analizi, başlangıç aşamasında olan bir tekniktir. Bununla birlikte, bu teknik, HBE'nin sonuçları ve varılan kararlardaki belirsizliğin tespit edilmesi için, aralıkların ve/veya olasılık dağılımlarının kullanılmasıyla, sonuçlardaki belirsizliği nitelendirmeye yararlı olabilir. Bu gibi analizler HBE neticelerini daha iyi açıklamak ve desteklemek için uygulanabildiği her yerde yapılmalıdır.

Veri kalite değerlendirmesi, hassasiyet analizleri, varılan kararlar ile HBE sonuçlarından elde edilen her türlü öneriler belgelendirilmelidir. Varılan kararlar ve öneriler yukarıda belirtilen düşüncelerden elde edilen bulgularla tutarlı olacaktır.

5.6 ÇALIŞMA RAPORU

Bir HBE çalışmasının sonuçları kurallara uygun, tam ve doğru olarak Madde 3.6'nın ilgili kısımlarında tarif edildiği şekilde, hedef kitleye rapor edilmelidir. Üçüncü bir taraf tarafından rapor hazırlanması istendiğinde, aşağıda yıldız işareti ile işaretlenen bütün maddeler kapsama alınmalıdır.

- a) Çalışmanın amacı:
 - 1) Çalışmanın yürütülme sebepleri*,
 - 2) Çalışmanın tasarlanan uygulamaları*,
 - 3) Hedef izleyiciler *.
- b) Çalışmanın kapsamı:
 - 1) Doğrulanmalarıyla birlikte yapılan değişiklikler,
 - 2) İşlev:
 - i. Performans özelliklerinin ifadesi*,
 - ii. Karşılaştırmalarda ilâve işlevlerin dışarıda bırakılanları*,

3) İşlevsel birim:

- i. Amaç ve kapsamla tutarlılık*,
- ii. Tarif,
- iii. Performans ölçmelerinin sonucu*,

4) Sistem sınırları:

- i. Temel akışlar gibi sisteme olan girdi ve çıktılar,
- ii. Karar kriterleri,
- iii. Hayat boyu safhalarının, işlemlerinin veya veri ihtiyaçlarının dışarıda bırakılanları*,
- iv. Birim işlemlerin başlangıç tarifi,
- v. Tahsisata ilişkin karar,

5) Veri kategorileri:

- i. Veri kategorilerine ilişkin karar,
- ii. Her bir veri kategorisine ilişkin ayrıntılar,
- iii. Enerji girdi ve çıktı miktarlarının belirlenmesi*,
- iv. Elektrik üretimine dair varsayımlar*,
- v. Yanma ısısı*,
- vi. Kaçak emisyonların dahil edilmesi,

6) Girdi ve çıktıların başlangıçta dahil edilme kriterleri:

- i. Kriterlerin ve varsayımların tarifi*,
- ii. Seçimin sonuçlar üzerindeki etkisi*,
- iii. Kütle, enerji ve çevresel kriterlerin dahil edilmesi (karşılaştırmalar)*,

7) Veri kalitesi ihtiyaçları

c) Envanter analizi:

- 1) Veri toplama yöntemleri,
- 2) Birim işlemlerin nitel ve nicel tarifleri*,
- 3) Yayınlanmış literatürün kaynağı*,

- 4) Hesaplama yöntemleri*,
- 5) Verinin geçerliği:
 - i. Verilerin kalitesinin değerlendirilmesi*,
 - ii. Veri kayıplarının giderilmesi*,
- 6) Sistemin sınırlarının kesinleştirilmesi için hassasiyet analizleri*,
- 7) Tahsisat ilkeleri ve yöntemleri:
 - iii. Tahsisat yönteminin belgelendirilmesi ve doğrulanması*,
 - iv. Tahsisat yönteminin homojen olarak uygulanması*.
- d) HBE'in kısıtlamaları:
 - 1) Veri kalitesi değerlendirme ve hassasiyet analizi,
 - 2) Sistem işlevleri ve işlevsel birim(ler),
 - 3) Sistem sınırları,
 - 4) Belirsizlik analizi,
 - 5) Veri kalitesi değerlendirmesi ve hassasiyet analizinin belirlediği kısıtlamalar,
 - 6) Sonuçlar ve öneriler.

6 HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME - HAYAT BOYU ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

6.1 GİRİŞ

Hayat boyu etki değerlendirmesi, HBED, hayat boyu değerlendirmenin üçüncü safhasıdır. HBED'nin amacı, bir ürün sistemini hayat boyu envanter analiz (HBE) sonuçlarının çevresel öneminin daha iyi anlaşılması açısından değerlendirmektir. HBED safhası, etki kategorileri olarak adlandırılan seçilmiş çevresel konularda modeller geliştirir ve HBE sonuçlarını yoğunlaştırmak ve açıklamak için kategori göstergeleri kullanır. Kategori göstergeleri, toplam emisyonları veya her bir etki kategorisi için kaynak kullanımını yansıtmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, HBED hayat boyu yorumlama safhasına bir hazırlık oluşturur.

HBED'nin bir parçası olarak, HBED;

- Ürün sisteminin iyileştirilmesi fırsatlarının belirlenmesinde ve bunların öncelik sırasının verilmesinde yardımcı olunmasında,
- Zaman içinde bir ürün sisteminin, onun birim işlemlerinin nitelendirilmesinde veya benzeri ürün sistemi ile karşılaştırılmasında,
- Seçilen kategori göstergelerine dayalı olan ürün sistemleri arasında kısmî karşılaştırmalar yapılmasında veya
- Karar-vericilere tamamlayıcı çevresel veriler ve faydalı bilgiler sağlayabilen diğer teknikler için çevresel konuların belirlenmesinde kullanılabilir.

HBED bütün bu uygulamalarda yardımcı olabilse de, taraflar ürün sisteminin geniş çaplı değerlendirmesinin zor olacağını ve bunun için birkaç farklı çevresel değerlendirme teknikleri kullanılmasının gerekebileceğinin farkında olmalıdır.

6.2 HBED'NİN GENEL TARİFİ

6.2.1 HBED'nin Amacı

HBED, HBE sonuçlarıyla ilgili etki kategorileri ve kategori göstergelerini kullanarak, çevresel bir bakış açısıyla ürün sistemini incelemeyi amaçlar. HBED safhası, hayat boyu yorumu safhası için de bilgi temin eder.

6.2.2 HBED'nin Önemli Özellikleri

HBED'nin önemli özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

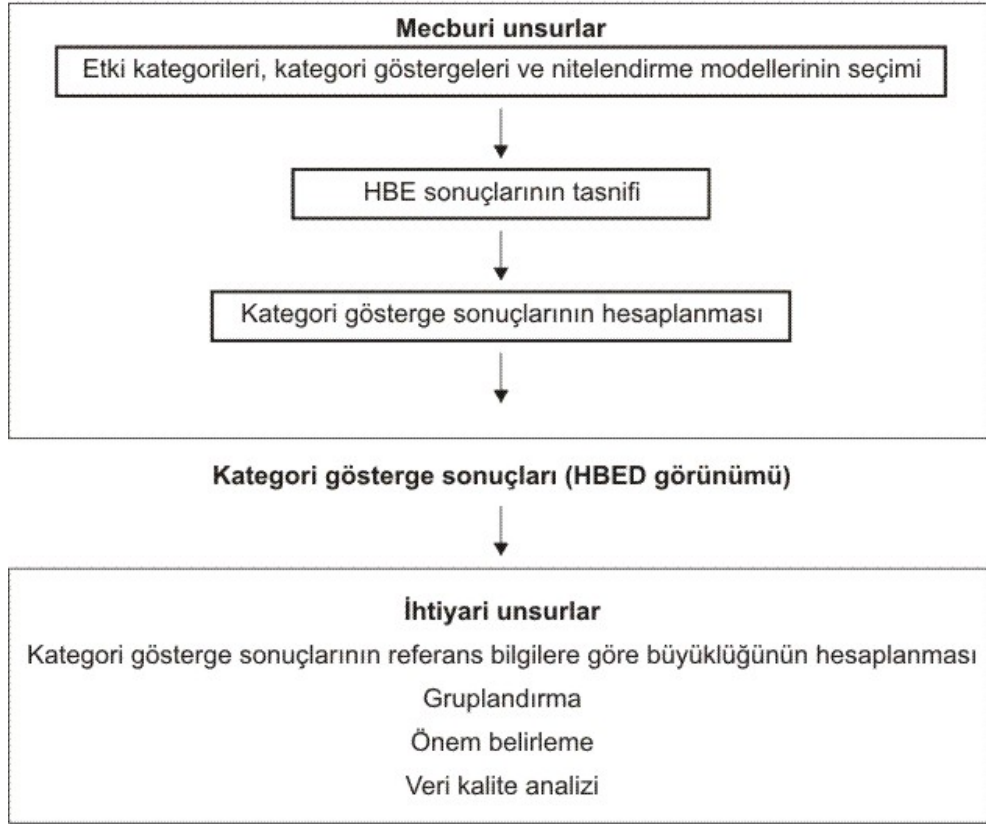
- HBED safhası, diğer HBD safhalarıyla birlikte, bir veya birçok ürün sistemi veya sistemleri için çevre ve kaynak ile ilgili konularda sistem boyutunda bir yaklaşım sağlar.
- HBED, HBE sonuçlarını etki kategorileri olarak tasnif eder. Her bir etki kategorisi için, kategori göstergesi belirlenir ve bundan böyle "gösterge sonucu" olarak ifade edilecek olan kategori gösterge sonucu hesaplanır. Bundan böyle "HBED görünümü" olarak ifade edilecek olan gösterge sonuçlarının toplanması, ürün sisteminin girdi ve çıktılarıyla ilgili çevre konuları hakkında bilgi sağlar.
- HBED, işlevsel birime dayalı bağıl bir yaklaşım olduğundan dolayı, çevresel başarı değerlendirmesi, çevresel etki değerlendirmesi ve risk değerlendirmesi gibi diğer tekniklerden farklıdır. HBED, bu tekniklerden elde edilen bilgileri de kullanabilir.

6.2.3 HBED'nin Unsurları

6.2.3.1 HBED Safhasının Genel Çerçevesi

HBE sonuçlarının gösterge sonuçlarına dönüştürülmesini sağlayan birkaç mecburî unsurdan meydana gelmektedir. İlâve olarak, gösterge sonuçları ve veri kalite analiz tekniklerinin normalleştirilmesi, gruplandırılması ve öneminin belirlenmesi için ihtiyarî unsurlar da bulunmaktadır. HBED safhası, HBD çalışmasının sadece bir bölümünü oluşturmaktadır ve Madde 6.1 'de belirtilen diğer HBD safhalarıyla beraber düşünülmelidir. HBED safhasının unsurları Şekil 6.1'de gösterilmektedir.

HAYAT BOYU ETKİ DEĞERLENDİRMESİ



Şekil 6.1 HBED safhasının unsurları

Aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı, HBED safhasının farklı unsurlara ayrılması gerekir.

- HBED'nin her bir unsuru belirgindir ve açıkça tarif edilebilir.
- Bir HBD çalışmasının amaç ve kapsamının tarif edilmesi safhasında, HBED'nin her bir unsuru ayrı ayrı göz önünde bulundurulabilir.
- HBED metotları, varsayımları ve diğer kararlarıyla ilgili kalite değerlendirmesi, her bir HBED unsuru için gerçekleştirilebilir.
- Eleştirel gözden geçirme ve rapor sunma için, her bir unsurdaki HBED'nin usûlleri, varsayımları ve diğer işlemleri şeffaflastırılabilir.
- Her bir unsur için, bundan sonra "değer tercihleri" olarak ifade edilecek değer kullanımı ve taraf olma durumu, eleştirel gözden geçirme ve rapor sunma için şeffaf hale getirilebilir.

6.2.3.2 HBED'nin Mecburî Unsurları Aşağıda Sıralanmıştır.

- a) Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçilmesi; HBD çalışması kapsamında ele alınacak olan etki kategorileri, ilgili kategori

göstergeleri ve nitelendirme modelleri, kategori uç-noktaları ve ilgili HBE sonuçlarının tanımlanmasıdır. Örneğin, iklim değişikliği etki kategorisi, kategori göstergesi olarak kızıl ötesi ısıma etkisi kullanan sera gazları emisyonlarını (HBE sonuçları) temsil eder. Çizelge 6.1'e de bakılmalıdır.

- b) HBE sonuçlarının etki kategorilerine göre tasnifi (sınıflandırma)
- c) Kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması (nitelendirme)

Farklı etki kategorileri için gösterge sonuçları, birlikte bir ürün sisteminin HBED görünümünü temsil eder. Madde 6.3. yukarıda ve Şekil 6.1'de bahsedilen mecburî HBED unsurlarını ayrıntılı olarak tarif eder ve özel şartlarını belirler.

6.2.3.3 HBD Çalışmasının Amaç ve Kapsamına Bağlı Olarak Kullanılabilen, İhtiyarî Unsurlar ve Bilgiler Aşağıda Sıralanmıştır.

- a) Referans bilgiye göre kategori gösterge sonuçlarının büyüklüğünün hesaplanması (normalleştirme).
- b) Gruplandırma: Etki kategorilerinin düzenlenmesi ve mümkünse derecelendirilmesi.
- c) Öneminin belirlenmesi: Gösterge sonuçlarının, değer seçimlerine dayalı sayısal faktörler kullanarak etki kategorilerine dönüştürülmesi ve mümkünse toplanması.
- d) Veri kalite analizi: Gösterge sonuçlarının toplanmasındaki güvenilirliğin daha iyi anlaşılması, HBED görünümü.

6.3 MECBURİ UNSURLAR

6.3.1 Genel

HBED safhası için mecburî unsurların sonucu, değişik etki kategorileri için gösterge sonuçlarının toplamıdır.

6.3.2 Kategori Göstergeleri Kavramı

Şekil 6.2, bir çevre mekanizmasına bağlı kategori göstergeleri kavramını gösterir. Her etki kategorisi kendi çevresel mekanizmasına sahiptir. Şekil 6.2'de örnek olarak asitlendirme etki kategorisi kullanılmaktadır.

Nitelendirme modelleri HBE sonuçları, kategori göstergeleri ve bazı durumlarda kategori uç

Çizelge 6.1 Terim örnekleri

Terim	Örnek
Etki kategorisi	İklim değişikliği
HBE sonuçları	Sera gazları
Nitelendirme modeli	IPCC ^a modeli
Kategori göstergesi	Kızıl ötesi ısıma gücü (W/m ²)
Nitelendirme faktörü	Her bir sera gazının küresel ısınmaya katkı potansiyeli (kg CO ₂ eşdeğeri / kg gaz)
Gösterge sonucu	kg CO ₂ eşdeğeri
Kategori uç noktaları	Mercan kayalıkları, ormanlar, tarımsal ürünler
Çevresel referans	Kategori göstergesi ve kategori uç noktası arasındaki ilişki derecesi
^a Hükümetler arası iklim değişikliği paneli	

6.3.3 Etki Kategorileri, Kategori Göstergeleri ve Nitelendirme Modellerinin Seçimi

6.3.3.1

Bu alt madde, çevresel uygunluk kriterlerini de içeren etki kategorileri, kategori göstergeleri veya nitelendirme modellerinin seçilmesinde kılavuzluk sağlar ve şartları temin eder.

HBD çalışmalarının çoğu için, mevcut etki kategorileri, kategori göstergeleri veya nitelendirme modelleri seçilecektir. Bir HBD çalışmasında etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modelleri seçildiğinde, ilgili bilgilere atıf yapılır. Bu alt maddedeki şartlar ve tavsiyeler, atıf yapılan bilgiler için geçerlidir. Ancak, bazı durumlarda mevcut etki kategorileri, kategori göstergeleri veya nitelendirme modelleri HBD çalışmasında tanımlanan amaç ve kapsamı gerçekleştirilmede yetersiz kalabilir, bu durumda yenilerinin tanımlanması gerekmektedir. Yeni etki kategorileri, kategori göstergeleri veya nitelendirme modelleri tanımlandığında da bu alt maddedeki şartlar ve tavsiyeler geçerlidir.

Kategori göstergesi, HBE sonuçları ve kategori uç noktası veya noktalar arasında çevresel mekanizma boyunca herhangi bir yerde belirlenebilir (Şekil 6.2).

6.3.3.2

Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçiminde aşağıdaki şartlar geçerlidir:

- a) Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçimi HBD çalışmasının amaç ve kapsamıyla uyumlu olmalı;
- b) Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin kaynaklarına atıf yapılmalı;
- c) Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçiminin doğruluğu onaylanmalı;
- d) Etki kategorileri ve kategori göstergelerine tam ve açıklayıcı isimler verilmeli;
- e) Etki kategorilerinin seçimi, amaç ve kapsam dikkate alınarak, üzerinde çalışılan ürün sistemiyle ilgili çevresel konuların anlamlı bir kümesini yansıtmalı;
- f) HBE sonuçlarını etki kategorisiyle ilişkilendiren ve nitelendirme faktörü için bir temel oluşturan çevresel mekanizma ve nitelendirme modeli tarif edilmeli;
- g) Yürütülen çalışmanın amacı ve kapsamı çerçevesinde, kategori göstergesinin türetilmesinde kullanılan nitelendirme modelinin uygunluğu tarif edilmeli.

6.3.3.3

İlave olarak, etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçiminde aşağıdaki tavsiyeler geçerlidir:

- a) Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modelleri uluslar arası kabul edilmiş olmalıdır. Yani, ya bir uluslar arası anlaşmaya dayanmalı ya da bir yetkili uluslar arası kuruluş tarafından onaylanmış olmalı;
- b) Etki kategorileri, kategori göstergeleri boyunca kategori uç noktası veya noktalarıyla ilgili toplam emisyonları veya ürün sistemi kaynak kullanımını göstermeli;
- c) Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin belirlenmesi aşamasında yapılan değer seçimleri ve varsayımlar asgariye indirilmeli;
- d) Amaç ve kapsam tanımından dolayı gerekmedikçe, etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin iki defa hesaba katılmasından kaçınılmalı, örneğin çalışma hem insan sağlığı hem de kanserojenliği içerdiği gibi;

- e) Her bir kategori göstergesi için, nitelendirme modeli bilimsel ve teknik olarak geçerli olmalı ve açıkça tanımlanabilir bir çevresel mekanizmaya ve/veya tekrarlanabilir deneysel gözleme dayalı olmalı;
- f) Nitelendirme modeli ve nitelendirme faktörlerinin ne dereceye kadar bilimsel ve teknik olarak geçerli olacakları belirlenmeli;
- g) Kategori göstergeleri çevre açısından uygun olmalı.

6.3.3.4

Çevresel mekanizma ile amaç ve kapsama bağlı olarak, HBE sonuçlarını kategori göstergesiyle ilişkilendiren nitelendirme modelinde, zaman ve mekân boyutuyla ilgili ayırım göz önünde bulundurulmalıdır. Maddelerin taşınması ve son aşaması nitelendirme modelinin bir parçası olmalıdır.

Herhangi bir HBD çalışmasında yer alan kütle ve enerji akım verilerinden başka, HBE sonuçları, örneğin arazi kullanımı, tanımlanmalı ve benzer kategori göstergeleriyle olan ilişkileri belirlenmelidir.

6.3.3.5

Kategori göstergesi veya nitelendirme modelinin çevresel uygunluğu, aşağıdaki kriterler bakımından açık bir şekilde ifade edilmelidir:

- a) Kategori göstergesinin, HBE sonuçlarını kategori uç noktası veya noktaları üzerinde, en azından nitelik yönünden, yansıtma özelliği,
- b) Kategori uç noktası veya noktalarıyla ilgili nitelendirme modeline;
 - Kategori uç noktası veya noktalarının durumu,
 - Kategori uç noktalarıyla ilgili değerlendirme değişikliğinin bağlı büyüklüğü,
 - Alan ve ölçek gibi mekân ile ilgili boyutları,
 - Süre, bulunma zamanı, kalıcılık, zamanlama, vb. gibi zamanla ilgili boyutları,
 - Çevresel mekanizmanın tersinirliği ve
 - Nitelendirme modeli ve kategori uç noktalarındaki değişiklikler arasındaki ilişkilerin belirsizliğini içeren çevresel veri ve bilgilerin ilâvesi.

Amaç ve kapsamda aksi belirtilmedikçe, HBE sonuçlarının etki kategorilerine göre tasnif edilmesinde aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Bir etki kategorisine özel HBE sonuçlarının tasnifi;
- Birden fazla etki kategorisiyle ilişkili ve aşağıdaki hususları da içeren;
 - Paralel mekanizmalar arasındaki belirgin farklılığı, örneğin SO₂'nin insan sağlığı ve asitlendirme etki kategorileri arasına yerleştirilmesi ve
 - Seri mekanizmalar arasındaki yerleştirmeyi, örneğin NO_x'in yer seviyesinde ozon oluşumu ve asitlendirmenin her ikisine de tasnif edilebilirliği gibi HBE sonuçlarının belirlenmesi.

HBE sonuçlarının mevcut olmadığı veya veri kalitesinin çalışmanın amaç ve kapsamını gerçekleştirmede HBED için yetersiz olduğu durumda, tekrarlanan veri toplama veya amaç ve kapsamda yeni bir düzenleme yapılması gerekmektedir.

6.3.4 Kategori Gösterge Sonuçlarının Hesaplanması (Nitelendirme)

Bu madde, gösterge sonuçlarının hesaplanmasında kılavuzluk sağlar ve şartları belirler. Hesaplama, HBE sonuçlarının ortak birimlere dönüştürülmesini ve etki kategorisi bünyesinde dönüştürülen bu sonuçların toplanmasını ihtiva eder. Bu dönüştürme nitelendirme faktörlerini kullanır. Bu hesabın çıktısı, sayısal olarak ifade edilen bir gösterge sonucudur.

Gösterge sonuçlarının hesaplanması metodu, kullanılan değer seçimlerini ve varsayımları da içerecek şekilde tarif edilmeli ve belgelendirilmelidir.

Verilen bir amaç ve kapsam için gösterge sonuçlarının kullanışlılığı, nitelendirme modelleri ve nitelendirme faktörlerinin doğruluğuna, geçerliliğine ve özelliklerine bağlıdır. Kategori göstergesi için, nitelendirme modelinde basitleştirme amacıyla kullanılan varsayımlar ve değer seçimlerinin sayısı ve çeşidi, etki kategorileri arasında da değişir. Nitelendirme modelinin basitliği ve doğruluğu arasında genellikle bir bilgi alış verişi mevcuttur. Etki kategorileri arasında, kategori göstergelerinin niteliğindeki farklılık, örneğin;

- Sistem sınırı ve kategori uç noktası arasındaki çevresel mekanizmaların karmaşıklığı,
- Zaman ve mekân boyutuyla ilgili özellikler, örneğin herhangi bir maddenin çevrede kalıcılığı ve
- Doz-tepki özellikleri, olarak HBD çalışmasının genel doğruluğunu etkileyebilir.

Gösterge sonuçlarının hesaplanması iki aşamada gerçekleşir:

- a) Tasnif edilen HBE sonuçlarının ortak birimlere dönüştürülmesi için nitelendirme faktörlerinin seçimi ve kullanımı;

b) Dönüştürülen HBE sonuçlarının gösterge sonucu olarak toplanması.

Kategori göstergesine bir örnek olarak kızıl ötesi ısıma gücü verilebilir. Dönüştürülen HBE sonuçlarının her bir gaz için eş değer CO₂ birimi olarak hesaplanmasında bir nitelendirme faktörü kullanılır. Bu durumda kullanılan faktör, her bir sera gazı için küresel ısınmaya potansiyel katkı faktörüdür. Daha sonra, bunların katkıları toplam karbon dioksit eş değeri olarak bir gösterge sonucunda toplanır.

Çevre durumuyla ilgili ilâve veriler, gösterge sonuçlarının anlaşılabilirliğini ve kullanışlılığını artırır. Bu husus, veri kalite analiziyle de ilişkilendirilebilir.

6.4 İHTİYARÎ UNSURLAR

6.4.1 Genel

Bu maddede, HBED'nin ihtiyarî üç unsuru ifade edilecektir. Bunlar, normalleştirme, gruplandırma ve öneminin belirlenmesidir. Bu unsurlar, HBED çerçevesinin dışındaki bilgileri de kullanabilir. Bu tür bilgilerin doğrulanması ve rapor edilmesi gerekmektedir. Normalleştirmede temel veriler ve/veya referans bilgiler kullanılırken, gruplandırma ve öneminin belirlenmesinde ise değer-seçimleri kullanılır.

6.4.2 Referans Bilgilere Göre Kategori Gösterge Sonuçlarının Büyüklüğünün Hesaplanması (Normalleştirme)

Gösterge sonuçlarının normalleştirilmesinin amacı, çalışılan ürün sisteminin her bir gösterge sonucu için bağıl büyüklüğünün daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır. Referans bilgilere göre gösterge sonuçlarının büyüklüğünün hesaplanması (genellikle normalleştirme olarak adlandırılır), örneğin;

- Uyumsuzlukların kontrolü,
- Gösterge sonuçlarının birbirlerine göre bağıl önemine ilişkin bilgilerin sağlanması ve iletilmesi ve
- Gruplandırma, öneminin belirlenmesi veya hayat boyu yorumu gibi ilâve işlemler için hazırlık yapılması,

gibi durumlarda faydalı olabilecek ihtiyarî bir unsurdur.

Bu işlem, seçilen referans bir değer tarafından bölünmesi suretiyle, gösterge sonucunun değiştirilmesini sağlar. Referans değerlerin bazı örnekleri;

- Küresel, bölgesel, ulusal veya yerel olabilecek verilen bir alan için toplam emisyonlar veya kaynak kullanımını,
- Verilen bir alan için, kişi başına veya benzer ölçümü esas alan toplam emisyonlar veya kaynak kullanımını ve
- Verilen alternatif bir ürün sistemi gibi, temel bir senaryoyu esas alır.

Referans sistemin seçiminde çevresel mekanizma ve referans değerin zaman ve mekân boyutuyla ilgili ölçeklerinin tutarlılığı düşünülmelidir.

Gösterge sonuçlarının normalleştirilmesi, HBED safhasının mecburî unsurlarının sonucunu değiştirir. HBED safhası zorunlu unsurlarının sonuçlarının etkilerini göstermek için, farklı referans sistemlerinin kullanılması istenebilir. Hassasiyet analizi, referans seçimi hakkında ilâve bilgi sağlayabilir. Normalleştirilmiş gösterge sonuçlarının toplanması, normalleştirilmiş bir HBED görünümünü temsil eder.

6.4.3 Gruplandırma

Gruplandırma, etki kategorilerinin amaç ve kapsam tanımında ifade edilen bir veya birden çok bölüme tasnif edilmeyi, sıralandırmayı ve/veya derecelendirmeyi de ihtiva edebilir. Gruplandırma, iki muhtemel aşaması olan ihtiyarî bir unsurdur. Bunlar;

- Etki kategorilerinin, emisyonlar ve kaynaklar veya küresel, bölgesel ve yerel mekân boyutuyla ilgili ölçekler gibi özelliklerine göre, anma tabanlı olarak sıralandırılması,
- Etki kategorilerinin, yüksek, orta ve düşük gibi, verilen bir hiyerarşik düzen içerisinde derecelendirilmesidir.

Derecelendirme, değer-seçimlerine bağlıdır.

Gruplandırma metotlarının uygulanması ve kullanılması, HBD çalışmasının amaç ve kapsamıyla tutarlı ve tamamen şeffaf olmalıdır.

Farklı bireylerin, kuruluşların ve toplumların değişik tercihleri olabilir. Dolayısıyla, aynı gösterge sonuçlarına veya normalleştirilmiş gösterge sonuçlarına dayalı olarak, farklı tarafların ayrı derecelendirme sonuçlarına erişmesi de mümkündür.

6.4.4 Önemin belirlenmesi

Önemin belirlenmesi, değer-seçimlerine dayalı olarak sayısal faktörlerin kullanılmasıyla, farklı etki kategorilerinin gösterge sonuçlarına dönüştürülmesi işlemidir. Önem belirleme,

daha önceden önemi belirlenmiş gösterge sonuçlarının toplanmasını da ihtiva edebilir. Önemin belirlenmesi, iki muhtemel işlemi de ihtiva edebilecek ihtiyarî bir unsurdur. Bunlar;

- Gösterge sonuçları veya normalleştirilmiş sonuçların seçilmiş önem belirleme faktörleriyle dönüştürülmesi,
- Muhtemelen, dönüştürülmüş bu gösterge sonuçlarının veya normalleştirilmiş sonuçların, etki kategorilerine göre toplanmasıdır.

Önem belirleme aşamaları değer-seçimlerine dayalı olup, doğal bilimlere dayalı değildir. Önem belirleme metotlarının uygulanması ve kullanımı, HBD çalışmasının amaç ve kapsamıyla tutarlı ve tamamen şeffaf olmalıdır. Farklı bireylerin, kuruluşların ve toplumların değişik tercihleri olabilir. Dolayısıyla, farklı tarafların, aynı gösterge sonuçları veya normalleştirilmiş gösterge sonuçlarına dayalı değişik önem belirleme sonuçlarına erişmesi de mümkündür. Bir HBD çalışmasında, farklı önem belirleme faktörleri ve önem belirleme metotlarının kullanılması ve farklı değer-seçimleri ve önem belirleme metotlarının HBED sonuçları üzerindeki etkilerini değerlendirmede hassasiyet analizinin kullanılması istenebilir.

Şeffaflığın sağlanması amacıyla, kullanılan bütün önem belirleme metotları ve işlemleri belgelendirilmelidir. Önem belirleme işleminden önce elde edilen veriler ve gösterge sonuçları veya normalleştirilmiş gösterge sonuçlarının, önem belirleme sonuçlarıyla beraber bulundurulması sağlanmalıdır. Bu;

- Karar vericiler ve başkaları için, bilgi alış verişi ve diğer bilgilere ulaşılabilirliğine ve
- Kullanıcıların, sonuçları bütün yönleriyle değerlendirebilmelerine imkân sağlar.

6.5 VERİ KALİTE ANALİZİ

HBED sonuçlarıyla ilgili olarak;

- Önemli farklılıkların olup olmadığının tespit edilmesinde yardımcı olmak,
- İhmal edilebilir HBE sonuçlarını hesaba katmamak veya
- Tekrarlanan HBED işlemi için kılavuzluk sağlamak,

amacıyla önemin, belirsizliğin ve hassasiyetin daha iyi anlaşılması için ilâve tekniklere ve bilgilere ihtiyaç duyulabilir. Tekniklerin gerekliliği ve seçilmesi, HBD çalışmasının amaç ve kapsamını gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan doğruluğa ve ayrıntıya bağlıdır.

Veri kalite analizinde kullanılan özel teknikler ve bunların amaçları aşağıda belirtilmiştir.

- Ağırlık analizi (örneğin Pareto analizi), gösterge sonuçları için en büyük katkıya sahip verileri tanımlayan istatistiki bir işlemdir. Bu bilgiler daha sonra, sağlıklı karar verildiğini doğrulamak için artan bir öncelikte araştırılabilir.
- Belirsizlik analizi, aynı etki kategorisindeki gösterge sonuçlarının birbirinden belirgin bir şekilde farklı olup olmadığını tespit etmek için veri kümelerindeki istatistiki değişkenliği tarif eder.
- Hassasiyet analizi, HBE sonuçlarında ve nitelendirme modellerinde olduğu gibi, değişikliklerin gösterge sonuçlarını ne dereceye kadar etkilediğini ölçer. Aynı şekilde, hesaplama işlemlerinde yapılan değişikliklerin HBED görünümüne olan etkisi de incelenebilir.

Tekrarlanan HBD işlemine bağlı olarak, veri kalite analiz sonucu HBE safhası için ilâve kılavuzluk sağlayabilir. Örneğin, hesaba katılmamış olabilen uç değerlerin elenmesi veya veri toplanması.

6.6 HBED'NİN SINIRLAMALARI

HBED, sadece amaç ve kapsamda tanımlanan çevre konuları üzerinde durur. Dolayısıyla HBED, üzerinde çalışılan ürün sistemiyle ilgili bütün çevre konularının tam bir değerlendirmesi değildir.

HBED'nin aşağıda belirtilen belirgin sınırlamaları mevcuttur:

- HBED, mümkün olduğu yerde, teknik ve bilimsel bir işlemdir. Bununla beraber, etki kategorilerinin, kategori göstergelerinin ve nitelendirme modellerinin tespitinde ve normalleştirme, gruplandırma, önem belirleme ve diğer işlemlerde değer-seçimleri de kullanılır.
- HBED, genellikle zaman ve mekân boyutuyla ilgili bilgiler ile eşik ve doz-tepki bilgilerini hesaba katmazken, zaman ve/veya mekân boyutuyla ilgili emisyonları veya faaliyetleri birleştirir. Bu durum, gösterge sonucunun çevresel uygunluğunu zayıflatabilir.
- Etki kategorileri arasındaki kategori göstergelerinin kesinliği,
 - Nitelendirme modeli ve ona karşılık gelen çevresel mekanizma arasındaki, örneğin uzay ve zaman boyutuyla ilgili ölçekler gibi,
 - Varsayımların basitleştirilmesi kullanımındaki ve

- Mevcut bilimsel bilgilerdeki farklılıktan dolayı değişiklik gösterebilir.
- HBED sonuçları, eşik değerlerin, güvenlik aralıklarının veya risklerin aşılması durumunda, kategori uç noktaları üzerinde olabilecek etkiler hakkında bir fikir vermez.
- HBED, etki kategorileri ve alternatif ürün sistemlerinin ilgili gösterge sonuçları arasındaki önemli farklılıkları her zaman göstermeyebilir.
- HBED safhası için nitelendirme, hassasiyet analizi ve belirsizlik analizinde kullanılan nitelendirme modellerinin sınırlı gelişimi,
- Bir ürün sistemi için, sistem sınırlarının belirlenmesi gibi bütün muhtemel birim işlemlerini kapsamayan veya her bir birim işleminin bütün girdi ve çıktılarını ihtiva etmeyen, bilgi ve veri eksikliği bulunduğundan dolayı HBE safhasındaki sınırlamalar,
- Tahsis ve toplama işlemlerindeki belirsizlikler veya farklılıklardan kaynaklanabilen yetersiz HBE veri kalitesi gibi, HBE safhasındaki sınırlamalar ve
- Her bir etki kategorisi için, uygun ve temsilî envanter verilerinin toplanmasındaki sınırlamalar.

6.7 HBED ‘NİN HBD ÇERÇEVESİYLE OLAN İLİŞKİSİ

6.7.1 Genel

Bir HBD çalışmasında, belirtilen amaç ve kapsamın gerçekleştirilmesi için HBED safhası dikkatli bir şekilde planlanmalıdır. Bundan dolayı, HBED ve diğer HBD safhaları arasındaki ilişki açık bir şekilde anlaşılmalıdır.

6.7.2 Amaç ve Kapsam Tanımı İle Olan İlişki

Amaç ve kapsam tanımı aşaması;

- HBD çalışmasının HBED safhası için özel amaçlarını tanımlamak,
- Üzerinde durulacak çevresel konuları ve kaygıları tanımlamak,
- Tanımlanan çevresel konulara ve kaygılara değinen etki kategorilerini seçmek,
- Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin gerekli ayrıntı seviyesini, bilimsel ve teknik geçerliliğini ve çevresel uygunluğunu tespit etmek,
- Her bir etki kategorisi için bir kategori göstergesi seçmek,

- HBD çalışması için, ihtiyaç duyulan HBED safhası ile ilgili diğer teknik şartları ve bilgileri tanımlamak,
- Değer seçimlerinin kullanımını belirlemek,
- Farklı etki kategorilerine ait gösterge sonuçları için, örneğin mekân boyutu gibi, toplama düzeyini belirlemek,
- Veri kalite analizi ihtiyaçlarını belirlemek,
- Halka açıklanan karşılaştırmalı bilgileri inceleme uygulamalarından daha önemli olan, rapor sunmada belgeleme ve şeffaflık şartlarını belirlemek,
- Referans değerlere sahip kategori göstergelerinin dönüşümü yapıldığında, her bir kategori göstergesi için yapılan atıfları ve hesaplamaları tanımlamak ve
- Kullanılan değer seçimleri kümesi ile bunların, normalleştirme, gruplandırma veya önem belirlemenin gerçekleştirilmesindeki seçimi ve uygulanması ile ilgili usûlleri belirlemek için gözden geçirilmelidir.

6.7.3 Hayat Boyu Envanter Analizi İle Olan İlişki

HBE analizi ve HBED, koordinasyon gerektiren ve birbirine bağımlı faaliyetlerdir. HBED etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin özellikleri, belirgin HBE verilerinin toplanmasında yol gösterir. Aşağıdaki hususlar, muhtemel belirsizlik kaynakları ve ihmalleri olarak göz önünde bulundurulmalıdır:

- HBE veri ve sonuçlarının kalitesinin, amaç ve kapsam tanımı çalışmasına uygun olarak HBED'yi gerçekleştirmede yeterli olup olmadığı;
- HBED gösterge sonuçlarını hesaplamak için, gerekli HBE sonuçlarının elde edilebilirliğini sağlamak amacıyla sistem sınırı ve veri bitiş noktası ile ilgili kararların yeterince gözden geçirilip geçirilmediği;
- HBE işlevsel birim hesabı, sistem büyüklüğünde ortalamanın bulunması, toplanması ve tahsisatının yapılması durumuna göre, HBED gösterge sonuçlarının çevresel uygunluğunun azaltılıp azaltılmadığı.

6.7.4 Hayat Boyu Yorum Safhası İle Olan İlişki

HBED sonuçları, hayat boyu yorum safhası için bilgi temin eder. Şeffaflık ve bütünlük derecesi, HBD çalışmasının tekrarlanan yapısı bakımından da önemlidir. Hayat boyu

yorumunun, HBD çalışmasının uygulamalarını ve sınırlamalarını yansıtması bakımından;

- Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçimi, HBE sonuçlarının tasnifi ve kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması,
- Kullanılan varsayımlar ve değer seçimleri,
- Kararların, varsayımların, vb. gösterge sonuçlarına olan etkileri,
- Hassasiyet ve belirsizlik analizlerinin sonuçları ile bunların etki kategorileri gösterge sonuçları, çevresel veriler ve diğer çevresel tekniklere ait bilgilere olan bağlı katkısı,
- Kalite değerlendirmesi sonrası, HBED sonuçlarının belirgin farklılıkları gösterip göstermediği ve
- Bu belirgin farklılıkların çevre için anlamı olup olmadığı hususlarının değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

7 HAYAT BOYU DEĞERLENDİRME - HAYAT BOYU YORUMU

7.1 GİRİŞ

Hayat boyu yorum hakkındaki bu bölümde hayat boyu değerlendirme (HBD) işleminin nihai safhası ele alınmıştır. Hayat boyu değerlendirme işleminde kapsam ve amacın tarifine uygun olarak, sonuçlar, tavsiyeler ve karar verilmesi süreci için bir temel olacak şekilde, hayat boyu envanter analizinin (HBE) ve -yapılmış ise-hayat boyu etki değerlendirmesinin veya her ikisinin sonuçları tartışılmış ve özetlenmiştir.

Bir HBD çalışması, amaç ve kapsamın tanımı safhasıyla başlar ve yorumlama safhasıyla sona erer.

Hayat boyu yorumu, bir ürün sisteminin HBE ve/veya HBED sonuçlarından elde edilen bilgilerin tespit edilmesi, nitelendirilmesi, kontrol edilmesi ve değerlendirilmesi, çalışmanın amaç ve kapsam bölümünde açıklanan uygulama şartlarının karşılanması amacıyla bu bilgilerin sunulması ile ilgili sistematik bir süreçtir. HBD çalışmasını yürüten uygulayıcı, özel soruların da incelendiğini garanti etmek için çalışma boyunca sorumlu bir kişi ile yakın temas içinde olmalıdır. Bu iletişim hayat boyu yorum safhası boyunca da devam etmelidir. Bu nedenle hayat boyu yorum safhası boyunca şeffaflık gereklidir. Öncelikler, varsayımlar veya değer seçimleri kullanılıyorsa, bunlar HBD çalışmasını yürüten uygulayıcı tarafından nihai raporunda açıkça ifade edilmelidir.

HBD, örneğin bilgilendirme (mevcut ürün sistemlerinin belgeye bağlanmasında), geliştirmeler (ürün sistemine yapılacak değişikliklerin tamamlanmasında) veya yeni bir ürün sisteminin tesis edilmesi için, uygulamaya bakılmaksızın karar verilmesinde yardımcı olacak çeşitli araçlardan birisidir.

Hayat boyu yorumu aynı zamanda, sonuçlar üzerinde yoğunlaşma ve bunların açıklanmasıyla HBD ve diğer çevre yönetim teknikleri arasındaki mevcut ilişkilerin gösterilmesini de sağlayabilir. Bu nedenle HBD'nin hayat boyu yorum safhasının (ve diğer safhalarının) uygulamalardan geriye doğru incelenmesi kadar, meselâ diğer teknikleri eş zamanlı kullanılması gibi ileriye doğru incelenmesi de önemlidir.

Hayat boyu yorumunda, HBE ve HBED gibi diğer HBD safhalarının sonuçlarına bir güven sağlayacak şekilde karar vericilere faydalı ve detaylı bir iletişim sağlanmalıdır.

Bir HBD çalışmasında ekonomik ve sosyal boyutlar dahil edilmediği, sadece teknik performans esas alınarak kararlar alındığı durumda, amaç ve kapsam tanımı içinde seçilen çevre ile ilgili sorunlar neticeyi etkileyebilir.

7.2 HAYAT BOYU YORUMUN GENEL TARİFİ

7.2.1 Hayat Boyu Yorumun Amaçları

Hayat boyu yorumun amaçları; neticeleri analiz etmek, sonuçlara ulaşmak, sınırlamaları açıklamak ve HBD veya HBE çalışmasının önceki safhalarının bulgularına dayalı önerilerde bulunmak ve hayat boyu yorumun sonuçlarını şeffaf bir şekilde rapor haline getirmektir.

Hayat boyu yorum, aynı zamanda çalışmanın amaç ve kapsamı ile ilgili tarife uygun olarak, bir HBD veya HBE çalışmasının sonuçlarının, tam ve uygun şekilde sunulmasını, kolaylıkla anlaşılabilir olmasını sağlamayı amaçlamalıdır.

7.2.2 Hayat, Boyu Yorumun Ana Özellikleri

- Çalışmanın amaç ve kapsamında belirtildiği gibi, uygulamanın şartlarını yerine getirmek için, bir HBD veya HBE çalışmasının bulgularına dayalı kararları değerlendirmek ve sunmak, tanımlamak, vasıflandırmak, kontrol etmek için sistematik bir işlemin kullanılması,
- Hem yorumlama safhasında hem de HBD veya HBE çalışmasının diğer safhalarında, tekrarlanan bir işlemin kullanılması,
- Bir HBD veya HBE çalışmasının amaç ve kapsam tarifine ilişkin, çevresel bir yönetim için sınırları ve etkinliği vurgulanarak, HBD ve diğer teknikler arasındaki ilişkilerin kurulması.

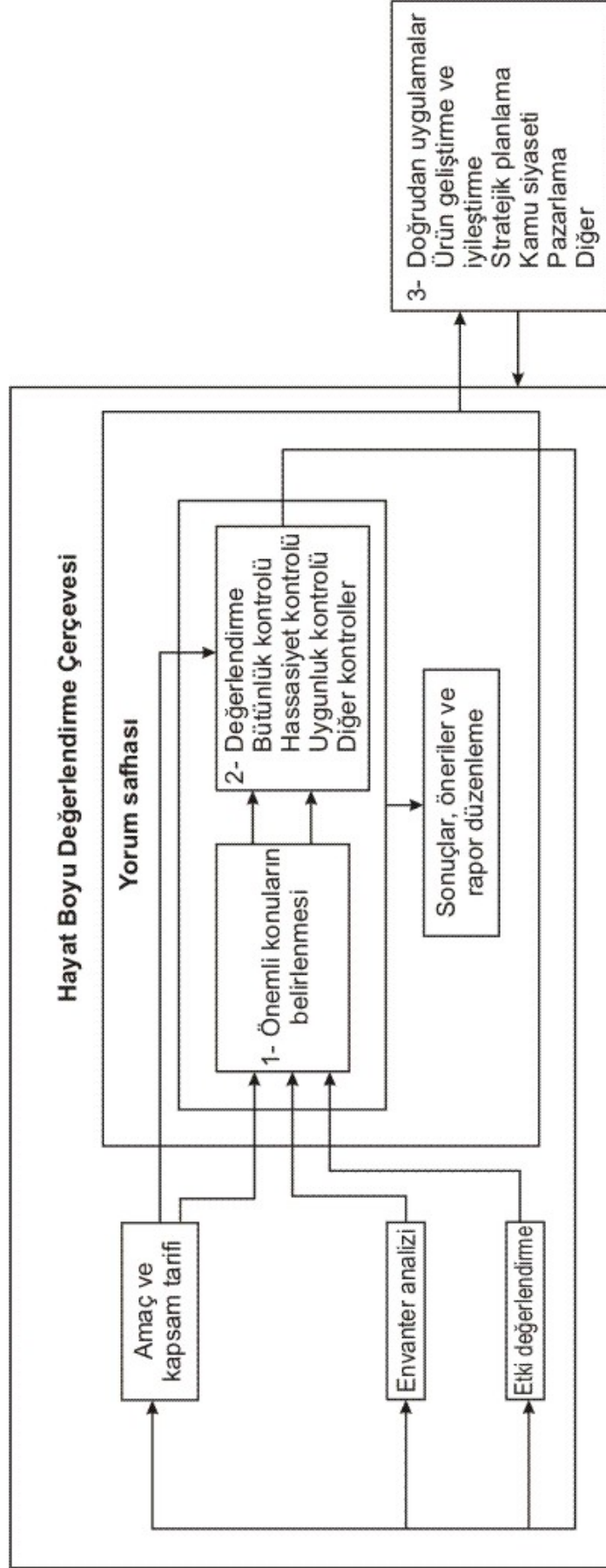
7.2.3 Hayat Boyu Yorumun Unsurları

Bir HBD veya HBE çalışmasının hayat boyu yorum safhası, Şekil 7,1’de gösterildiği gibi aşağıda verilen üç unsurdan meydana gelir. Bunlar;

- HBD safhalarının HBE ve HBED sonuçlarına dayalı önemli konuların tanıtılması,
- Bütünlüğü, hassasiyeti ve uygunluk kontrollerini dikkate alan değerlendirme,
- Sonuçlar, tavsiyeler ve rapor düzenleme.

7.2.4 İlişki

Yorumlama safhasının diğer HBD safhalarıyla olan ilişkisi Şekil 7,1’de gösterilmiştir. Hayat boyu değerlendirmenin, amaç ve kapsamın tarifi ve yorumlama safhaları, çalışmanın çerçevesini oluştururken, HBD'nin diğer safhaları ürün sistemine ilişkin bilgi verir.



Şekil 7.1 Yorum safhası ile HBD'nin diğer safhaları içindeki unsurların ilişkisi

7.3 HAYAT BOYU YORUMUNDA ÖNEMLİ KONULARIN TANITILMASI

7.3.1 Amaç

Bu unsurun amacı, amaç ve kapsam tarifine uygun olarak ve değerlendirme unsuru ile karşılıklı etkileşim içindeki önemli konuları belirlemek üzere HBD veya HBED safhalarından elde edilen sonuçları yapılandırmaktır. Bu etkileşimin amacı, tahsisat kurallarını, vazgeçme kararlarını, etki kategorilerinin, kategori göstergelerinin ve modellerin seçimi gibi, önceki safhalarda kullanılan metotları ve yapılan varsayımları kapsamaktır.

7.3.2 Bilginin Tanımlanması ve Yapılandırılması

HBD veya HBE çalışmasının önceki aşama bulgularından gerekli olabilecek dört çeşit bilgi vardır.

- a) HBD veya HBE çalışmasının önceki safhalarından elde edilen bulgular, veri kalitesindeki bilgilerle birleştirilecek ve yapılandırılacaktır. Bu sonuçlar, ürün sistemindeki farklı işlemler veya birim işlemler, taşıma, enerji tedariki ve atık yönetimi gibi, hayat boyu değerlendirme basamaklarına uygun bir şekilde yapılandırılacaktır. Bu, veri listesi, çizelgeler, çubuk diyagramları veya girdi ve çıktılar ve/veya kategori gösterge sonuçlarının uygun sunulması şeklinde olabilir. Bundan dolayı, aynı zamanda elde edilen ilgili sonuçların tamamı bir sonraki analiz için birleştirilecek ve değerlendirilecektir.
- b) HBED 'de kullanılan kategori göstergelerinden ve modellerden ve HBE 'dan tahsisat kuralları ve ürün sistemi sınırları gibi metodolojik seçimler,
- c) Amaç ve kapsam tarifinde belirtildiği üzere çalışmada kullanılan değer seçimleri,
- d) Uygulama ile bağlantılı olarak amaç ve kapsam tarifinde belirtildiği gibi farklı ilgili tarafların görev ve sorumlulukları ve ayrıca, eğer gerçekleştirildiyse, eş zamanlı kritik gözden geçirme işleminden elde edilen sonuçlar.

7.3.3 Önemli Konuların Belirlenmesi

HBD ve HBED 'nin önceki safhalarından elde edilen sonuçlar, çalışmanın amaç ve kapsam taleplerini karşıladığı zaman, bu sonuçların önemi daha sonra belirtilmelidir. HBE safhası ve/veya HBED safhalarının her ikisinden elde edilen sonuçlar bu amaç için kullanılır. Bu, unsur değerlendirme ile birlikte tekrarlayıcı bir işlem olarak yapılmalıdır.

Önemli konular olarak aşağıdaki hususlar verilebilir:

- Enerji, emisyonlar, atık vb. gibi envanter veri kategorileri;
- Kaynak kullanımı, Küresel Isınma Potansiyeli vb. gibi etki kategorileri;
- Taşıma ve enerji üretimi gibi münferit birim işlemler veya grup işlemler gibi hayat boyu basamaklarından HBE veya HBED sonuçlarına zorunlu katkılar.

Bir ürün sisteminin önemli konularının tespiti basit veya karmaşık olabilir. Bu standard, herhangi bir çalışmada bir konunun neden ilgili olup olmayabileceğine veya bir ürün sistemi için neden bir konunun önemli olup olmayabileceğine kılavuzluk etmez.

7.4 DEĞERLENDİRME

7.4.1 Amaçlar ve Özellikler

Unsur değerlendirmenin amaçları, yorumlamanın ilk unsurundaki önemli konuların belirlenmesini kapsayan HBD veya HBE çalışmasının sonuçlarının güvenilirliğini ve doğruluğunu artırmak ve oluşturmaktır. Sonuçlar, yetkili kişiye veya herhangi ilgili diğer bir tarafa, çalışmanın çıktısını açık ve anlaşılabilir bir tarzda sunmalıdır.

Değerlendirme, çalışmanın amaç ve kapsamına uygun olarak yürütülmeli ve çalışmanın sonuçları istenen nihai kullanımı dikkate alınmalıdır.

Değerlendirme sırasında, aşağıdaki üç teknik dikkate alınacaktır:

- Bütünlük kontrolü (Madde 7.4.2)
- Hassasiyet kontrolü (Madde 7.4.3)
- Uygunluk kontrolü (Madde 7.4.4)

Belirsizlik analizi ve veri kalitesinin değerlendirme sonuçları bu kontrolleri tamamlayacaktır.

7.4.2 Bütünlük Kontrolü

7.4.2.1 Amaç

Bütünlük kontrolünün amacı, yorumlama için istenilen bütün bilgi ve verilerin ulaşılabilir ve tam olmasını temin etmektir.

7.4.2.2 Kayıp veya Eksik Bilgiler

İlgili herhangi bir bilgi kayıp veya eksik ise HBD veya HBE çalışmasının amaç ve kapsamını yerine getirmek için bu gibi bilgilerin gerekliliği hesaba katılmalıdır.

Bu bilginin gereksiz olduğu mütalaa edilirse, değerdendirmenin yapılması mümkün olduktan sonra, bunun sebebi kaydedilmelidir.

Önemli konuları tayin etmek için kayıp herhangi bir bilginin gerekli olduğu düşünülürse, HBE ve HBED 'nin önceki safhalar tekrar gözden geçirilmeli veya alternatif olarak amaç ve kapsam tarifi yeniden düzenlenmelidir.

Bu bulgu ve bunun değerdendirmesi kayıt edilmelidir.

7.4.3 Hassasiyet Kontrolü

7.4.3.1 Amaç

Hassasiyet kontrolünün amacı, nihaî sonuçların ve kararların güvenirliliğinin, verilerdeki, tahsisat metotlarındaki veya kategori indikatör sonuçlarının hesaplanmasındaki belirsizliklerden etkilenip etkilenmediğini değerdendirmektir.

Bu değerdendirme, HBE ve HBED'nin önceki safhalarında yapılmışsa, hassasiyet analizi ile belirsizlik analizinin sonuçlarını kapsmalı ve ayrıca ilâve bir hassasiyet analizinin gerekli olup olmadığını göstermelidir.

7.4.3.2 Bir Hassasiyet Kontrolünün Gerçekleştirilmesi İçin Öneriler

Bir hassasiyet kontrolünde gerekli ayrıntı seviyesi, başlıca envanter ve yapılmışsa etki değerdendirme analizi bulgularına bağlıdır.

Bir hassasiyet kontrolünde, aşağıdaki hususlara önem verilmelidir:

- a) HBD veya HBE çalışmasının amaç ve kapsamıyla önceden belirlenen konular,
- b) HBD veya HBE çalışmasının bütün diğer safhalarından elde edilen sonuçlar ve,
- c) Uzman kararları ve önceki deneyimler.

Yukarıdaki hassasiyet kontrolünün çıktısı, çalışma sonuçlarına görünür şekilde katkı sağladığı gibi, daha kapsamlı ve/veya kesin hassasiyet analizi yapılması ihtiyacını belirler.

Değişik çalışma alternatifleri arasındaki önemli farkları bulmak için bir hassasiyet kontrolünün yetersizliği, kendiliğinden bu gibi farkların var olmadığı sonucuna yol açar. Farklılıklar bulunabilir, ancak kullanılan veri ve metotlara bağlı belirsizlikler sebebiyle, bunlar teşhis edilemez veya nitelendirilemez.

Herhangi bir önemli farklılığın eksikliği, çalışmanın bitirilmesine sebep olabilir.

Bir HBD, kamuya kapalı bir iddiayı desteklemek üzere kullanıldığı zaman, değerlendirme unsuru ayrıntılı hassasiyet analizine dayalı yorumlu ifadeleri ihtiva etmelidir.

7.4.4 Uygunluk Kontrolü

7.4.4.1 Amaç

Uygunluk kontrolünün amacı, varsayımların, metotların ve verilerin amaç ve kapsam ile uyumlu olup olmadığını tespit etmektir.

7.4.4.2 Kontrol listesi

Bir HBD veya HBE çalışmasına ilişkin veya amaç ve kapsam tarifinin bir gereği olarak, aşağıdaki sorular sorulmalıdır:

- Bir ürün sisteminin hayat boyu süresince veri kalitesinde farklılıklar var olup olmadığı ve farklı ürün sistemleri arasındaki çalışmanın amaç ve kapsamıyla uyumlu olup olmadığı?
- Varsa, bölgesel ve veya geçici farklılıkların doğru şekilde uygulanıp uygulanmadığı?
- Ürün sistemlerinin tamamına, tahsisat kurallarının ve sistem sınırlarının doğru olarak uygulanıp uygulanmadığı?
- Etki değerlendirme unsurlarının doğru şekilde uygulanıp uygulanmadığı?

7.5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.5.1 Amaç

Hayat boyu yorumlamanın bu üçüncü unsurunun amacı, HBD veya HBE çalışmasının amaçlanan izleyicileri için sonuçlar çıkarmak ve önerilerde bulunmaktır.

7.5.2 Kararlar

Bir çalışmadan kararların elde edilmesi, hayat boyu yorumlama safhasındaki diğer unsurlarla karşılıklı etkileşim halinde yapılmalıdır. Bu süreç için mantıksal bir sıra aşağıdaki gibidir:

- a) Önemli konuların belirlenmesi,
- b) Bütünlük, hassasiyet ve uygunluk için metodolojinin ve sonuçların değerlendirilmesi,

- c) İlk sonuçların çıkarılması ve bu sonuçların, özellikle veri kalite şartları, önceden tarif edilmiş varsayımlar ile değerleri ve uygulamaya yönelik ihtiyaçları da ihtiva eden, çalışmanın amaç ve kapsam şartlarıyla uyumluluğunun kontrol edilmesi,
- d) Kararlar uygun ise bunların tam karar olarak rapor edilmesi. Aksi takdirde önceki a, b veya c basamaklarından uygun olanına dönülmesi.

7.6 HAYAT BOYU YORUMUNA AİT ÖRNEKLER

7.6.1 Önemli Konuların Belirlenmesine Ait Örnekler

Belirlenen unsur, değerlendirme unsuru ile birlikte tekrarlanan çalışmalarla gerçekleştirilir. Ulaşılabilir veri ve bilginin yapılanması, amaç ve kapsamın tarifinde olduğu kadar, HBE ve gerçekleşmişse HBED safhaları ile birlikte yürütülen tekrarlayıcı bir işlemdir. Bilginin bu şekildeki yapılanması, daha önce HBE veya HBED safhalarında tamamlanmış olabilir ve başlangıçtaki safhalardan elde edilen sonuçların bir değerlendirmesini sağlaması amaçlanır. Bu, sonuçların ve önerilerin ortaya konulması kadar, önemli ve çevre ile ilişkili konuların belirlenmesini kolaylaştırır. Bu yapılanma işleminin temelinde, analitik teknikler kullanılarak daha sonraki tespitler yapılır.

Çalışmanın amaç ve kapsamına bağlı olarak, farklı yapılanma yaklaşımları faydalı olabilir. Diğerleri arasında, aşağıdaki muhtemel yapılandırma yaklaşımları kullanım amacıyla önerilebilir:

- Hayat boyu basamaklarının münferit olarak farklılaştırılması, örneğin, malzemelerin üretimi, çalışılan ürünün üretimi, kullanım, geri kazanım ve atık arıtımı (Çizelge 7.1)
- İşlem grupları arasındaki farklılaştırma, örneğin, taşıma, enerji tedariki (Çizelge 7.4)
- Örneğin, değişikliklerin ve iyileştirmelerin kontrol edilebildiği özel işlemler gibi yönetim etkisinin farklı dereceleri altındaki işlemler ile ulusal enerji politikası, tedarikçilerin özel sınır şartları vb. gibi harici sorumlulukların belirlediği işlemler arasındaki farklılaşma (Çizelge 7.5)

Münferit birim işlemler arasındaki farklılaşma. Bu, muhtemel en yüksek farklılaşmadır. Bu yapılandırma işleminin çıktısı, iki boyutlu bir matris olarak gösterilebilir, örneğin, bu matriste yukarıda bahsedilen farklılaşma kriteri kolonları oluşturur, envanter girdi ve çıktıları veya münferit kategori indikatör sonuçları ise sıraları oluşturur.

Önemli konuların belirlenmesi, üzerinde çalışılmış bilgiye göre yapılır. İlgili münferit

envanter veri kategorilerinden elde edilen veriler, amaç ve kapsamın tarifinden önce belirlenebilir veya mevcut envanter analizinden veya çevre yönetim sistemi veya şirketin çevre politikası gibi diğer kaynaklardan elde edilir. Çalışmanın amaç ve kapsamına ve gerekli ayrıntı seviyesine bağlı olarak, uygulama için aşağıdaki metotlar önerilebilir:

- Katkı analizi, hayat boyu basamaklarının (Çizelge 7.2 – 7.8) veya işlem gruplarının (Çizelge 7.4) toplam sonucuna katkısının incelenmesi, örneğin toplamın bir yüzdesi olarak katkının ifade edilmesi,
- Baskınlık analizi, istatistiksel araçlar veya nitelik ve nicelik sıralandırması gibi diğer teknikler kullanılarak dikkate değer veya önemli katkıların incelenmesi (Çizelge 7.3)
- Etki analizi, çevresel konuları etkileme ihtimalinin incelenmesi (Çizelge 7.5)
- Anormallik değerlendirmesi, önceki tecrübeler dayalı, beklenen veya normal sonuçlardan, beklenmeyen veya şaşırtıcı sapmaların gözlenmesi. Bu, daha sonra bir kontrolün yapılmasına imkan sağlar ve geliştirme değerlendirmelerine kılavuzluk yapar. (Çizelge 7.6)

Aşağıdaki çizelgelerde bir yapısal işlemin nasıl gerçekleştirildiğine ait örnekler verilmiştir. Amaçlanan yapılandırma metotları, hem HBE hem de muhtemel HBED sonuçları için uygundur. Yapılandırma kriterleri ya amaç ve kapsa tarifinin özel şartlarına ya da HBE veya HBED bulgularına dayanır. Farklı hayat boyu basamaklarını temsil eden birim işlem grupları tarafından, HBE girdi ve çıktıların yapılandırılmasına ait örnek Çizelge 7.1 'de, yüzde olarak ifade edilen değerler de Çizelge 7.2 'de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Hayat boyu basamaklarına karşılık gelen HBE girdi ve çıktılarının yapılandırılması

HBE girdi/çıktı	Malzemelerin üretimi kg	İmalat işlemleri kg	Kullanım safhaları kg	Diğerleri kg	Toplam kg
Taş kömürü	1200	25	500	-	1725
CO ₂	4500	100	2000	150	6750
NO _x	40	10	20	20	90
Fosfat	2,5	25	0,5	-	28
AOX ^a	0,05	0,5	0,01	0,05	0,61
Evsel atık	15	150	2	5	172
Atıklar	1500	-	-	250	1750
AOX ^a = Absorplanabilen Organik Halojenler.					

Çizelge 7.1' den elde edilen HBE sonuçlarının katkılarının analizi, birbirinden oldukça farklı girdi ve çıktıları olan işlemleri veya hayat boyu basamaklarını belirler. Bu temele dayalı olarak daha sonra yapılacak değerlendirme, kararlar ve öneriler için esas teşkil edecek olan bu bulguların anlamını ve kararlılığını ortaya koyabilir.

Çizelge 7.2 Hayat boyu basamağına karşılık gelen HBE girdi ve çıktıların yüzde katkısı

HBE girdi/çıktı	Malzemelerin üretimi %	İmalat işlemleri %	Kullanım safhaları %	Diğerleri %	Toplam %
Taş kömürü	69,6	1,5	28,9	-	100
CO ₂	66,7	1,5	29,6	2,2	100
NO _x	44,5	11,1	22,2	22,2	100
Fosfat	8,9	89,3	1,8	-	100
AOX ^a	8,2	82,0	1,6	8,22	100
Evsel atık	8,7	87,2	1,2	2,9	100
Atıklar	85,7	-	-	14,3	100
AOX ^a = Absorplanabilen Organik Halojenler.					

İlave olarak, bu sonuçlar amaç ve kapsam tarifiinden ya münferit derecelendirme işlemlerine veya önceden tanımlanmış kurallara göre sıralanabilir veya önceliklendirilebilir. Aşağıdaki sıralanma kriterleri kullanılarak elde edilen bir diziliş işleminin sonuçları Çizelge 7.3' te gösterilmiştir.

A: En önemli, anlamlı etki, örneğin, katkı > % 50

B: Çok önemli, ilgili etki, örneğin, % 25 < katkı ≤ % 50

C: Oldukça önemli, biraz etkili, örneğin, % 10 < katkı ≤ % 25

D: Az önemli, az etkili, örneğin, % 2,5 < katkı ≤ % 10

E: Önemsiz, ihmal edilebilir etkili, örneğin, katkı ≤ % 2,5

Çizelge 7.3 Hayat boyu basamağına karşılık gelen HBE girdi ve çıktıların sıralanması

HBE girdi/çıktı	Malzemelerin üretimi	İmalat işlemleri	Kullanım safhaları	Diğerleri	Toplam kg
Taş kömürü	A	E	B	-	1725
CO ₂	A	E	B	D	6750
NO _x	B	C	C	C	90
Fosfat	D	A	E	-	28
AOX ^a	D	A	E	D	0,61
Evsel atık	D	A	E	D	172
Atıklar	A	-	-	C	1750

Çizelge 7.4' te, aynı HBE örneği, muhtemel bir diğer yapılandırma seçeneğini göstermek için kullanılır. Bu çizelge, farklı işlem gruplarına HBE girdilerinin ve çıktıların bir yapılandırma örneğini gösterir.

Çizelge 7.4 İşlem gruplarına yerleştirilen yapılandırma matrisi

HBE girdi/çıktı	Enerji tedarigi kg	Taşıma kg	Diğerleri kg	Toplam kg
Taş kömürü	1500	75	150	1725
CO ₂	5500	1000	250	6750
NO _x	65	20	5	90
Fosfat	5	10	13	28
AOX ^a	0,01	-	0,6	0,61
Evsel atık	10	120	42	172
Atıklar	1000	250	500	1750

Örneğin bağıl katkı ve seçilen kritere göre sıralandırmanın belirlenmesi gibi teknikler, Çizelge 7.2 ve Çizelge 7.3’ te gösterildiği gibi aynı işlemi takip eder.

Farklı HBE girdileri ve çıktıları için işlem gruplarını temsil eden birim işlem gruplarındaki yapılandırma ve etkinin derecesine göre HBE girdilerinin ve çıktıların sıralandırılmasının bir örneği Çizelge 7.5’ de verilmiştir. Burada, etki derecesi aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

A: Önemli kontrol, mümkün olan geniş iyileştirme,

B: Az kontrol, mümkün olan iyileştirme,

C: Kontrol yapılmaz.

Çizelge 7.5 İşlem gruplarına yerleştirilen HBE girdi ve çıktıların üzerine etki derecesinin sınırlandırılması

HBE girdi/çıkıtı	Güç şebekesi seçimi	Saha enerji tedariki	Taşıma	Diğerleri	Toplam
Taş kömürü	C	A	B	B	1725
CO ₂	C	A	B	A	6750
NO _x	C	A	B	C	90
Fosfat	C	B	C	A	28
AOX ^a	C	B	-	A	0,61
Evsel atık	C	A	C	A	172
Atıklar	C	C	C	C	1750

Farklı HBE girdileri ve çıktıları için işlem gruplarını temsil eden birim işlem gruplarındaki yapılandırma ve beklenmeyen sonuçlar ve anormalliklere göre değerlendirilen HBE sonuçlarının bir örneği, Çizelge 7.6’ da verilmiştir. Anormallikler ve beklenmeyen sonuçlar aşağıdaki gibi işaretlenir:

●: Beklenmeyen sonuç, örneğin katkı çok yüksek veya çok küçük,

○: Anormallik, örneğin, hiçbir emisyonun oluşmasının beklenmediği durumda belli emisyonların oluşması

: Yorumsuz.

Anormallikler hesaplarda veya veri aktarımındaki hataları gösterebilir. Bundan dolayı, bunlar dikkatli olarak değerlendirilmelidir. Kararlara varmadan önce, HBE ve HBED sonuçlarının kontrol edilmesi önerilir. Bilinmeyen sonuçlar da yeniden gözden geçirilmeli ve kontrol edilmelidir.

Çizelge 7.6 İşlem gruplarının HBE girdi ve çıktıların anormal ve beklenmeyen sonuçların işaretlenmesi

HBE girdi/çıktı	Güç şebekesi seçimi	Saha enerji tedarigi	Taşıma	Diğerleri	Toplam
Taş kömürü	○	○	●	○	1725
CO ₂	○	○	●	○	6750
NO _x	○	○	○	○	90
Fosfat	○	○	#	○	28
AOX ^a	○	○	○	○	0,61
Evsel atık	○	●	○	●	172
Atıklar	○	○	○	○	1750

Çizelge 7.7 deki örnek HBED sonuçlarına dayalı muhtemel bir yapılandırma işlemini göstermektedir. Bu örnek, farklı kategori indikatörleri için hayat boyu safhalarını gösteren

birim işlem gruplarında yapılandırılan Küresel Isınma Potansiyeli (KIP) gibi bir kategori indikatör sonucunu gösterir. Çizelge 7.7’ den kategori indikatör sonucuna özel maddelerin katkılarının analizi, işlemleri veya en yüksek katkılara sahip hayat boyu safhalarını belirler.

Çizelge 7.7 Hayat boyu safhalarına karşı kategori indikatör sonucunun yapılandırılması

Küresel Isınma Potansiyeli	Malzemelerin üretimi CO ₂ -eşdeğeri	İmalat işlemleri CO ₂ -eşdeğeri	Kullanım safhaları CO ₂ -eşdeğeri	Diğerleri CO ₂ -eşdeğeri	Toplam KIP CO ₂ -eşdeğeri
CO ₂	500	250	1800	200	2750
CO	25	100	150	25	300
CH ₄	750	50	100	150	1050
N ₂ O	1500	100	150	50	1800
CF ₄	1900	250	-	-	2150
Diğerleri	200	150	120	80	550
Toplam	4875	900	2320	505	8600

Ayrıca metodolojik konular mütalaa edilebilir, örneğin, senaryo olarak farklı seçenekler kullanılabilir. Tahsisat kurallarının ve vazgeçme seçeneklerinin etkileri, ya sonuçların diğer varsayımların sonuçlarıyla paralel olarak gösterilmesi veya gerçekte hangi emisyonların meydana geldiğinin tayin edilmesiyle kolaylıkla incelenebilir.

Aynı şekilde, uygulanmışsa HBED (örneğin KIP 100’e karşı KIP 500) için nitelendirme faktörlerinin etkisi veya normalleştirme ve önem derecesi belirleme için veri kümesi seçeneklerinin, sonuç üzerindeki değişik varsayımların etkilediği farklılıklar gösterilerek açıklanabilir.

Özet olarak, belirleme işleminde, çalışma verilerinin, bilgilerinin ve bulgularının daha sonra değerlendirilmesi için bir yapılandırma yaklaşımı sağlanması amaçlanır. Belirtilenlerin

Birim İşlem	Seçenek A	Bütünlük	İstenilen Hareketler	Seçenek B	Bütünlük	İstenilen Hareketler
Malzeme üretimi	X	Evet		X	Evet	
Enerji tedarîğı	X	Evet		X	Hayır	Tekrar hesapla
Taşıma	X	?	Envanteri kontrol et	X	Evet	
İşleme	X	Hayır	Envanteri kontrol et	X	Evet	
Paketleme	X	Evet		-	Hayır	A ile karşılaştır
Kullanım	X	?	B ile karşılaştır	X	Evet	A ile karşılaştır
Ömür sonu	X	?	B ile karşılaştır	X	?	

X : Veri girişı mevcut
- : Veri girişı yok

Çizelge 7.8' den elde edilen sonuçlar, yapılacak birçok görevin olduğunu gösterir. Orijinal envanterin yeniden hesaplanması veya tekrar kontrol edilmesi durumunda, bir geri besleme çevrimi gereklidir.

Örneğin, atık yönetiminin bilinmediği bir ürün ile ilgili durumda, muhtemel iki seçenek arasında bir karşılaştırma gerçekleştirilebilir. Bu karşılaştırma, atık yönetim safhasının kapsamlı bir çalışmasına veya iki alternatif arasındaki farkın verilen amaç ve kapsamla ilgili ve önemli olmadığı sonucuna yol açabilir.

Bu araştırmanın temeli, gerekli kategori indikatörleri vb. kadar gerekli envanter parametrelerini, hayat boyu safhalarını ve işlemleri kapsayan bir kontrol listesinin kullanılmasıdır.

7.6.2.2 Hassasiyet Kontrolü

Hassasiyet analizleri, varsayımların, metotların ve verilerin sonuçlar üzerindeki farklı etkisini tespit etmeye çalışır. Esasen, belirlenen en önemli konuların hassasiyeti kontrol edilir. Hassasiyet analizi işlemi, verilen varsayımların, metotların veya verilerin bazılarının kullanımından elde edilen sonuçlar ile değiştirilmiş varsayımların, metotların ve verilerin kullanımından elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır.

Hassasiyet analizinde, tipik olarak varsayımların ve verilerin belli aralıkta, örneğin $\pm \% 25$ kadar değiştirilmesinin, sonuçlar üzerindeki etkisi kontrol edilir. Sonuçların her ikisi daha sonra karşılaştırılır. Hassasiyet, değişimin yüzdesi veya sonuçlardaki mutlak sapma olarak ifade edilebilir. Bu yolla, sonuçlardaki önemli değişiklikler belirlenebilir.

Hassasiyet analizinin başarısı ya amaç ve kapsam tarifiinde gerekli olabilir ya da deneme veya varsayımlara dayalı çalışma sırasında tayin edilebilir. Aşağıdaki, varsayımların, metotların ve veri örneklerinin duyarlılık analizinde olabileceği dikkate alınabilir.

- Tahsisat için kurallar,
- Vazgeçme kriterleri,
- Sınırların belirlenmesi ve sistem tanımı,
- Verilerle ilgili kararlar ve varsayımlar,
- Etki kategorisinin seçimi,
- Envanter sonuçlarının sınıflandırılması,
- Kategori indikatör sonuçlarının hesaplanması,

- Normalleştirilmiş veriler,
- Verilerin önem derecesinin belirlenmesi,
- Metotların önem derecesinin belirlenmesi,
- Veri kalitesi.

HBE ve HBED'den elde edilen mevcut hassasiyet analizi sonuçları esas alınarak, hassasiyet kontrolünün nasıl gerçekleştirildiği Çizelge 7.9, Çizelge 7.10 ve Çizelge 7.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.9 Tahsisat kuralına dayalı hassasiyet kontrolü

Taş kömür ihtiyacı	Seçenek A	Seçenek B	Fark
Kütle tahsisatı, MJ	1200	800	400
Ekonomik değer tahsisatı, MJ	900	900	0
Sapma, MJ	-300	+100	400
Sapma, %	-25	+12,5	Önemli
Hassasiyet, %	25	12,5	

Çizelge 7.9'dan çıkarılabilecek sonuçlar, tahsisatın önemli bir etkiye sahip olduğu ve aynı şartlar altında A ve B seçenekleri arasında gerçek bir fark olmadığıdır.

Çizelge 7.10 Veri belirsizliğine dayalı hassasiyet kontrolü

Taş kömür ihtiyacı	Malzeme imalatı	İmalat işlemi	Kullanım safhaları	Toplam
Temel durum, MJ	200	250	350	800
Değiştirilmiş varsayım, MJ	200	150	350	700
Sapma, MJ	0	-100	0	-100
Sapma, %	0	-40		-12,5
Hassasiyet, %	0	40	0	12,5

Çizelge 7.10'dan çıkarılabilecek sonuçlar, önemli değişikliklerin meydana geldiği ve değişikliklerin sonuçları değiştirdiğidir. Buradaki belirsizliğin etkisinin önemli olması, yeniden veri toplanmasını işaret eder.

Çizelge 7.111 Veri nitelendirmesine dayalı hassasiyet kontrolü

KIP veri girdisi/tesiri	Seçenek A	Seçenek B	Fark
KIP puanı = 100 CO ₂ – eş değeri	2800	3200	400
KIP puanı = 500 CO ₂ – eş değeri	3600	3400	-200
Sapma	+800	+200	600
Sapma, %	+28,6	+6,25	Önemli
Hassasiyet, %	28,6	6,25	-

Çizelge 7.11’den çıkarılabilecek sonuçlar, önemli değişikliklerin meydana geldiği ve değiştirilmiş varsayımların, sonuçları değiştirebileceği ve hatta tersine çevirebileceği ve A ile B seçenekleri arasındaki farkın başlangıçta beklenilenden daha düşük olduğudur.

7.6.2.3 Uygunluk Kontrolü

Uygunluk kontrolü; varsayımların, metotların, modellerin ve verilerin, bir ürünün hayat boyu süresince veya çeşitli seçenekler arasındaki uygunluğunu belirlemek için yapılır. Uygunsuzluklara örnek olarak aşağıdakiler verilebilir.

- Veri kaynaklarındaki farklılıklar, örneğin seçenek A literatürü esas alırken, seçenek B ilk verileri esas almaktadır.
- Veri doğruluğundaki farklılıklar, örneğin seçenek A için oldukça ayrıntılı bir işlem ağacı ve işlem tanımı varken, seçenek B, basit olarak tanımlanabilir.
- Teknoloji kapsamındaki farklılıklar, örneğin seçenek A deneysel işlemlere dayalı olurken, seçenek B için veriler mevcut geniş ölçekli teknolojiye dayanır.
- Zaman ile ilgili kapsamdaki farklılıklar, örneğin seçenek A için veriler son zamanlarda geliştirilmiş teknolojiyi açıklarken, seçenek B hem yeni kurulmuş hem de eski tesisleri kapsayan bir karma teknolojiyi açıklar.
- Veri tarihlerindeki farklılıklar, örneğin seçenek A için temel veriler 5 yıllık iken, seçenek B için veriler yeni toplanmıştır.
- Coğrafi kapsamdaki farklılıklar, örneğin seçenek A için veriler temsili bir Avrupa teknolojisi karışımını açıklarken, seçenek B yüksek seviyeli çevre koruma tedbirlerine veya bir tesise sahip Avrupa Birliği üyesi bir ülkeyi açıklar.

Bu uygunsuzlukların bazıları, amaç ve kapsam tarifi ile değerlendirilebilir. Diğer durumların

tamamında, önemli farklılıklar vardır ve bunların geçerliliğinin ve etkisinin, kararlar çıkarılmadan ve öneriler yapılmadan önce hesaba alınması gerekir.

Bir HBE çalışmasının uygunluk kontrolü sonuçlarını ait bir örnek Çizelge 7.12’de verilmiştir.

Çizelge 7.12 Bir uygunluk kontrolünün sonuçları

Kontrol	Seçenek A		Seçenek B		A’nın B ile kıyaslanması	Yapılacak iş
Verilerin kaynağı	Literatür	Evet	Temel	Evet	Uygun	Yok
Verilerin doğruluğu	İyi	Evet	Zayıf	Amaç ve kapsamı karşılamaz	Uygun değil	B’nin tekrar gözden geçirilmesi
Verilerin tarihi	2 yıl	Evet	3 yıl	Evet	Uygun	Yok
Teknoloji kapsamı	Teknik normu	Evet	Pilot tesis	Evet	Uygun değil	Çalışma hedefi= Yok
Zaman kapsama	Yeni	Evet	Gerçek	Evet	Uygun	Yok
Coğrafiik kapsam	Avrupa	Evet	ABD	Evet	Uygun	Yok

8 OTOMOBİL LASTİĞİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

8.1 GİRİŞ

Yaşam döngüsü değerlendirmesi bir ürün ve çevre arasındaki etkileşimin ekolojik yönlerini değerlendiren ve kaydeden bir tekniktir. Bu yaşam döngüsü değerlendirmesi altında üreticiler aşağıdaki verileri göz önünde bulundurarak lastiğin tüm hayatını değerlendirmişlerdir.

- Petrol, kömür, doğalgaz, demir ve diğer maden cevherleri gibi ham fosil maddeler ve minerallerin kökeni,
- Lastik, karbon, kimyasallar, çelik tel vs. gibi tekerin ham maddelerinin üretimi,
- Lastiğin lastik işletmesinde üretimi,
- Lastiğin yollarda kullanımı,
- Lastik fabrikalarında lastiğin üretimi eski lastiklerin hammadde ya da enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi,

Üreticiler, konu ile ilgili standartların (ISO 14040ff) gerektirdiği sıkı gereksinimleri karşılamak için çaba gösterdiler. Ayrıca dahili amaçlar ve şirket dışındaki ilgililer için anlaşılması kolay bilgiler yayınladılar.

8.2 ÇALIŞMAYI YAPMAKTA ETKİLİ OLAN SEBEPLER:

Almanya da yaklaşık 200 milyon araba lastiği kullanılmaktadır. Her yıl yaklaşık 600.000 ton yıpranmış lastik çıkarılmakta ve bunların yerine yenileri takılmaktadır. Servis hayatı boyunca (hammadde olarak yapımından geri kazanılmaya hazır yıpranmış lastik oluncaya dek) lastik, çevre ile sürekli etkileşim içindedir.

Negatif çevresel etkiyi azaltan yaklaşımlar sadece bu etkileşimin detaylı bilgisinin temeli üzerinde gösterilebilir. Bu yaşam döngüsü değerlendirmesinin, bir lastiğin farklı kademelerinde (yaşam döngüsü envanter analizi) materyal ve enerji değişimlerini ölçtüğünü ve çevreyle etkileşimini tanımladığını açıklar.

8.2.1 Kişisel Amaçlar

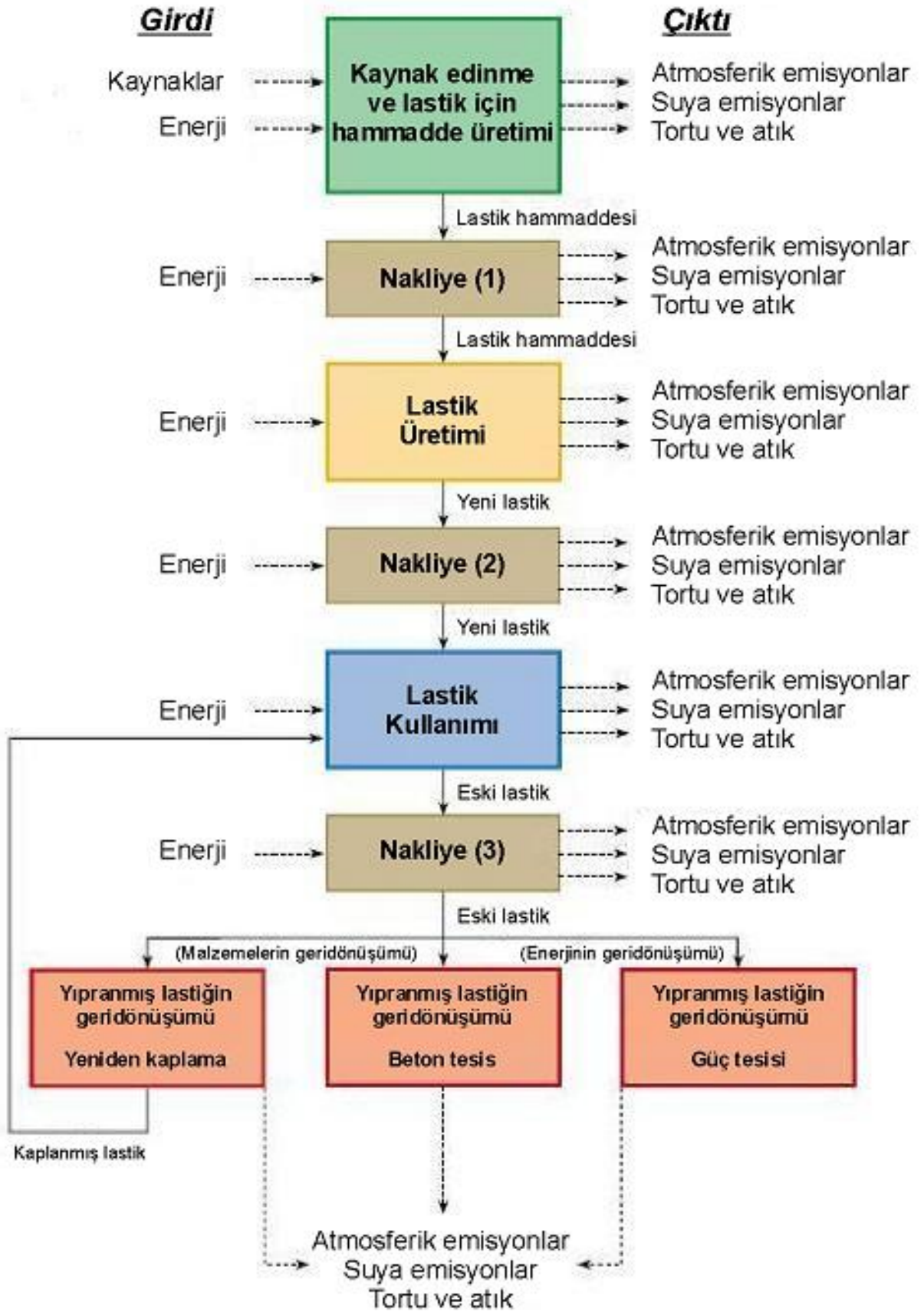
Güncel yaşam döngüsü değerlendirmesinin amaçları şunlardır:

1. Bir lastik ömrünün farklı kademelerindeki malzeme ve enerji akışının gösterimi,
2. Çevre üzerinde etki eden artık madde ve yayımların ölçüm ve değerlendirmeleri,

3. Bir lastiğin ömrü boyunca sebep olabileceği çevresel etkilerin tanımlanması,
4. Alternatif lastik türlerinin çevresel etkisi ve kaynak gereksinimi değerlendirilmesini yapacak bir aracın geliştirmesi,
5. Yıpranmış lastiklerin kullanımının çevresel etkisinin ölçümü
6. Lastik ürünlerinin değer biçimi için standart bir metodun geliştirilmesi.

Yolcu araç lastikleri yaşam döngüsü değerlendirmesi DIN EN ISO 14040 ff'ye uyularak hazırlanmıştır.

8.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI



Şekil 8.1 Değerlendirmenin kapsamı

8.3.1 Değerlendirme Modülleri

8.3.1.1 Lastikler İçin Hammadde İmalatı

Lastiklerin hammaddeleri; fosillerden, minerallerden ve bazı yenilenebilir kaynaklardan elde edilir. Bu maddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde lastiğin performans potansiyeli korunur.

8.3.1.2 Lastiğin Üretimi

Yapısal parçalar hammaddelerden elde edilir ve yeşil lastiği oluşturmak üzere bir arada toplanır. Sonra bu yeşil lastik, vulkanize edilerek asıl lastik meydana getirilir.

8.3.1.3 Lastiğin Kullanımı

Lastik, yol ile araç arasında bağlantıdır. Aracın üzerindeki tüm güçleri yola iletir. Bu özellik onun dizaynını ve kimyasal yapısını tayin eder. Lastik kullanımı değerlendirmesi, Avrupa standartlarındaki yollarda ortalama uzaklıklar için ortalama bir biçimde sürüş yapan bir sürücünün kullandığı standart boyutlarda bir aracın üzerinde temellidir. Lastiğin orta Avrupa'daki iklim değişikliklerine maruz kaldığı göz önünde bulundurulur. Çalışma sürecinde lastik, tırtıllarının aşınma durumunu belirlemek amacıyla sürekli bir aşınma testine tabi tutulur. En sonunda lastik, yeterli tırtıl eksikliği nedeniyle fonksiyonel işlevini kaybeder ve servisten çıkarılır.

8.3.1.4 Yıpranmış Lastiklerin Yeniden Kazanımı

Asıl lastiğin materyal bileşimi ve enerji içeriği, yıpranmış lastiğin değerini belirler ve onun geri kazandırılma olasılıklarını saptar. Almanya'da yıpranmış lastikler öncelikli olarak çimento tesislerinde kullanılır. Bu çalışma ayrıca yıpranmış lastiklerin enerji tesislerinde kullanımını da akla getirir.

Lastik tozu, yıpranmış lastiklerden elde edilir ve lastik toz tanecikleri, yıpranmış lastikler için daha önemsiz bir kullanım alanına sahiptir; bu yüzden burada bahsedilmeyecektir

8.3.1.5 Nakliye

Çeşitli hayat kademelerinde lastikler nakliye edilmelidirler. Lastiklerin bir yerden başka bir yere nakliyatı çok titizlikle yapılır. Burada bahsedilen noktada kullanılabilir lastiklerden bahsedilmiştir.

8.3.2 Genel Çevre, Sınırlar ve Veri Kaynakları

8.3.2.1 Değerlendirmenin Konusu

Burada bahsettiğimiz değerlendirme konusunun arabaların lastiğidir. Lastiğin materyal bileşimi Continental'in ana hizmetindeki yaz lastikleriyle uyum sağlar. Uygun derecede 175/70 R 13 lastiğinin verileri kullanılmıştır. Tüm giren materyaller, tür-ilişkili madde kategorilerinde birlikte gruplandırılmıştır. Veriler, bu madde kategorilerinin her bir örnek üyeleri için derlenmiştir.(ör. Yaşlanmayı önleyici madde grubu için örnek bir anti oksidan) Bir lastiğin bileşen elementlerinin %100'ü örtülüdür.

8.3.2.2 Referans Değişkeni

Referans değişken/fonksiyonel birimi, bir lastiğin 4 yıllık bir periyotta 50.000 km. mesafedeki servis hayatıdır.

8.3.2.3 Değerlendirme Sınırları

Değerlendirme sınırları, lastik değerlendirmesini kavramayı kolay kılacak ve onun çok gerekli güvenilirliğini yok etmeden, lastiğin yeniden üretilmesini kolaylaştıracak bir yolla çizilir.

Almanya'da uygulanan yöntemler için, elektrik enerji gereksinimi Almanya'daki enerji karışımının temellerindeki değerlendirmeye katılmaktadır.(ör. Almanya'daki ham madde üreticilerinden gelen veri kayıtları). Tüm enerji miktarını sunan, gittikçe artan enerji (CEI), ısı değeri için değil de sadece lastik üretimi için gerekli olan enerji için kullanılmaktadır.

Kaynaklar kategorisi, materyal olarak kullanılan kaynaklar ve enerji olarak kullanılan kaynaklardan bahsetmektedir. Faaliyetle kullanılan kaynakların enerji içeriği ayrı olarak öncelikli girdi olarak gösterilir. Kaynakların kazancı, değerlendirmede yer almaktadır. Değerlendirme; tesis, araçlar, makineler ve nakliye araçlarının servis, bakım ve üretimine dikkat etmemektedir. Ya da lastiklerle uyum sağlayacak araçların üretimi ya da yol inşasının masraflarına dikkat etmemektedir. Ve yahut değerlendirmede yer alan diğer şeylere: gürültü, tır nakliyesi esnasında oluşan lastik aşınımı ve personel, yönetim, planlama, araştırma-geliştirme harcamaları gibi.

8.3.2.4 Paylaştırma

Birleşik üretim olayında, içeri ve dışarı akışların dağıtım bilgisi, koordine olmayan kaynaklardan elde edilmiş verilerin kullanımı mümkün olmamaktadır. Bu sebepten dolayı bu veri kayıtlarında yapılmış bölüştürmelerle ilgili bir şey söylemek mümkün değildir. Böyle bir

birleşik üretim olayında güven söz konusu olmamaktadır. In-house incelemelerinden gelen veriler için, bölüştürme birleşik üretim ürünlerinin toplu dağıtımı esasa alınarak yapılmaktadır. Kement tesislerindeki, yıpranmış lastiklerin geri dönüşümlerindeki iç ve dış akışlar toplam enerji giderine yapılan yıpranmış lastik yardımı üzerine endekslidir.

8.3.2.5 Kullanım Aşaması İçin Özel Paylaştırma

Arabayı hareket ettirmek için gerekli yakıt tüketimi aracın hava çekişi, lastik iniş-çıkış direnci, motorun ve viteslerin sürüş direnci ve aracın ivme direnci gibi şeylerin üstesinden gelmek için gerekli paylardan oluşur. İniş-çıkış direnci lastiğin iniş-çıkış direnç katsayısı ve araç ve tekerlerin kütlesiyle saptanır. Hava çekiş değeri, sürüş hızı, aracın ve lastiklerin geometrisine bağlıdır. Sürüş direnci ise iç sürtünme ile belirlenir. İvme direnci, taşıtın parçalarına ve bireysel sürüş stiline bağlıdır. Çizelge 8 1.'de kategori tanımları gösterilmiş ve açıklanmıştır.

Çizelge 8.1. Yol direncinin değerlendirilmesi ve tahsisatı

	Taşıt toplam yakıt tüketimi (%)	Lastiğe dair	4 Lastiğin yakıt tüketim payı	1 Lastiğin yakıt tüketimine katkısı (%)
Dönme direnci	16	Taşıt ağırlığı	16	4
Aerodinamik direnç	36	Tekerlek ve tekerlek yuvası taşıtın aerodinamik direncinin 25% ine cevap verir. Bu direncin 50% si lastiğe atanabilir.	4,5	1,1
Sürme direnci	32	Lastikle ilgili değil	-	-
İvme direnci	16	Lastik ağırlığı ve atalet momenti	0,4	0,1
Toplam direnç	100		20,9	5,2

Bir taşıtın yaklaşık olarak 1250 kg bir lastiğin ise 6.5 kg geldiği kabul edilir. Yolun direnci bir taşıt ve dört lastik için geçerli olan miktar kullanılarak hesaplanır. İşlevsel birimi tek bir lastik olan şu an ki çalışmada yakıt tüketimi her bir lastik için hesaplanır. Çizelgede gösterilen

değerler Continental AG araştırmalarına dayanılarak hesaplanmıştır. Dönme direncinin kararlılığında 4% oranında bir dalgalanma vardır.

Burada toplam olarak arabanın yaklaşık 21% yada yaklaşık 5.2 % yakıt tüketimi her bir lastik için çevresel etki olarak hesaba katılır. Çizelge 8.1 de de gösterildiği gibi tahsisat sadece lastiğin kendine özgü özelliklerinden değil aynı zamanda arabanında kendine özgü özelliklerinden etkilenir.

8.3.2.6 Veri Kaynakları

Veriler, Continental AG, bazı hammadde üreticileri, yayınlar ve Dr. Entmayr, Dr. Huinink, Mr. Schoppe ve Dr.Schuckert'in konuşmalarından elde edilmiştir. Tanıtımdaki veriler ise Ullman'ın ansiklopedisinden alınmıştır. Veriler 1990 ila 1997 yılları arasında alınmıştır.

8.3.2.7 Eleştiri

DIN EN ISO 14040'ın gereksinimleriyle uyumlu bir eleştiri TÜV NORD (Dr. J. Hanel ve Dr W. Hirts) tarafından yapılmıştır.

8.3.3 Detay Seviyesi

Parametreler, yaşam döngüsü envanteri içindeki tüm akışları kaydetti. Tüm ilgili ve kayıtlı parametreler çevresel potansiyel hesaplar dikkate alınarak oluşturulmuştur.

8.3.4 Özel Sistemli Özellikler

Kullanım sonrası yıpranmış lastikler materyal ve enerjik dönüşüme hazırdır. İkincil ham materyaller gibi, yıpranmış lastikler, yeni ürünler için temel sağlar veya orijinalinin tersine tamamen farklı bir amaç için kullanılabilirler (ör. Tarımda)

Eski lastiklerin geri dönüşümü geniş bir fayda sağlar. Bu araba lastiği hayat döngü değerlendirmesi ve özel geri dönüşüm tekniği arasındaki doğal ara yüz, bugünkü çalışmanın bir görüşü olarak kullanılmaktadır.

8.4 HAYAT DÖNGÜSÜ ENVANTER ANALİZİ

Hayat döngüsü envanter analizi ve etki değerlendirmesi etkin bir siyah/rayon lastik üzerine temellidir. Diğer lastik çeşitlerinden ayrı bir kısımda söz edilmektedir.

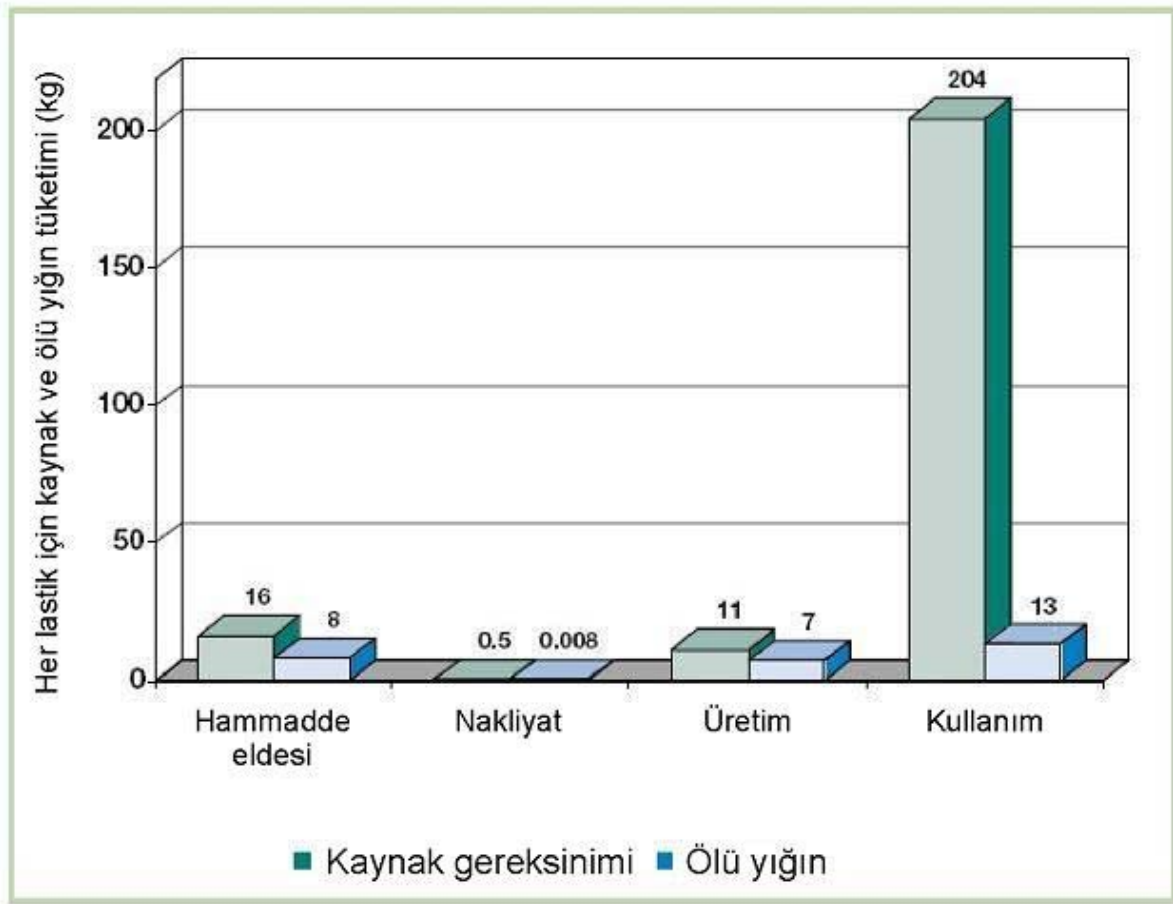
8.4.1 Girdi

Hayat döngüsü envanter analizi, harcanmış kaynakları ve gerekli su ve havayı içermektedir.

8.4.1.1 Kaynak Gereksinimleri

Adı geçen mineral ve fosil kaynakların işlenmesi, ölü yığınlar, ham maddeleri temsil etmemesine rağmen, onlardan biriymiş gibi sınıflandırılır. Bu değerlendirmede ölü yığınlar kaynakların altında listelenmemiştir; buna karşın, lastik başına 232 kg. kaynak, 28 kg.da ölü yığın bulunmaktadır.

Bir lastiğin ömrü boyunca harcanan kaynakların tümünün yaklaşık %88'i araba tarafından kullanılır. (Şekil 8.2)



Şekil 8.2 Kaynak tüketiminin ve ölü yığın miktarının sunumu.

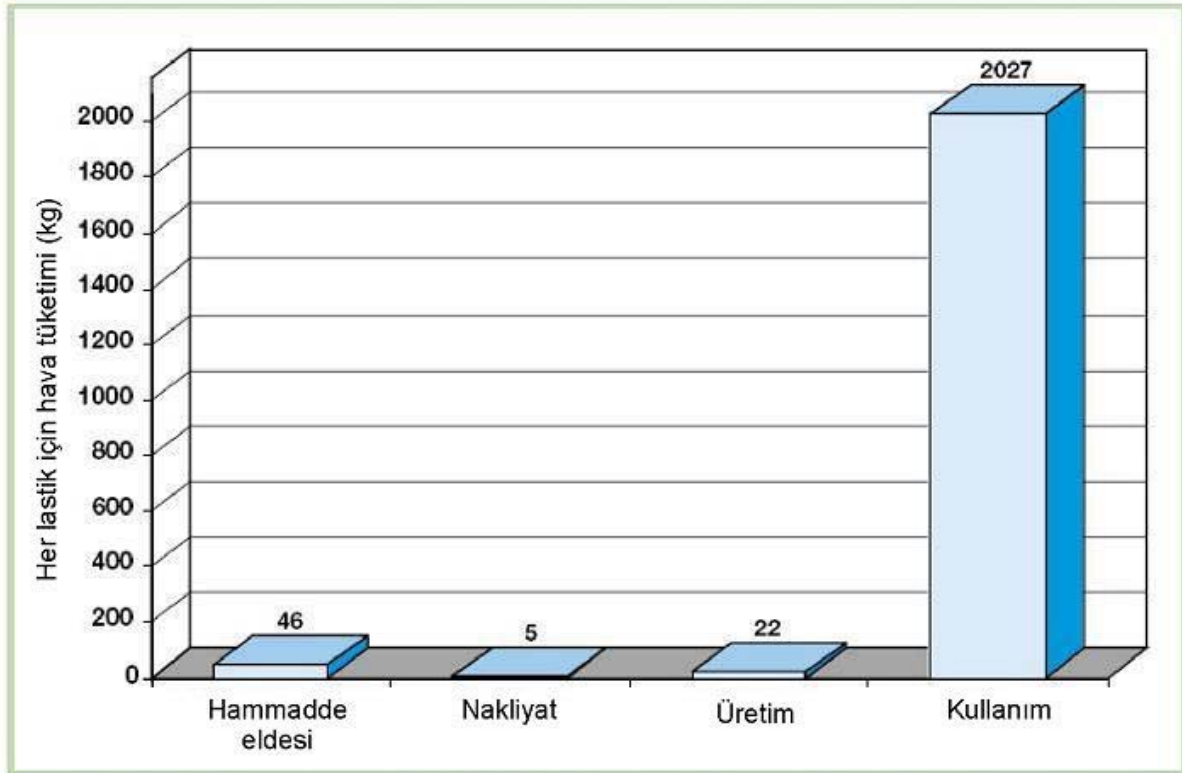
Bir lastiğin ömründeki tüm kaynak gereksiniminin yaklaşık %6,9'u lastik için ham maddelerin çıkarılmasında harcanır. Silika, sentetik lastik, siyah karbon ve çelik gibi maddeler, bir lastiğin hayat evrelerinde kullanılan ham maddenin en geniş bölümünü oluşturur. Madde ve enerji kaynağı olarak kullanılan petrol, kaynak tüketiminde kullanılan tüm hammaddelerin yaklaşık %24'ünü oluşturur. Ayrıca bir lastiğin ömründe gerekli olan enerjinin yaklaşık %18'i doğalgazlardan sağlanır.

Bir lastiğin üretimi için gerekli olan enerji, doğalgaz, petrol ve kömür gibi enerji

taşıyıcılarından kazanılır. Bu enerji taşıyıcılar, lastik üretiminde kullanılan kaynakların yaklaşık %29'unu oluşturur. Yani, bir araba lastiğinin ömründe kullanılan toplam kaynakların yaklaşık %4,8'i lastik imalatında kullanılır. Bir lastiğin ömründeki nakliye evresi ise en düşük kaynak harcaması gerektiren kısımdır. (yaklaşık %2)

8.4.1.2 Hava Gereksinimi

Hava gereksinimi genel olarak enerji elde etmek için yakılan fosil kaynakların tükettiği oksijen ihtiyacıyla ilgilidir. Araba lastiği kullanımı, bir lastiğin ömrü boyunca tüm hava tüketiminin en geniş kısmından sorumludur. Geri kalan miktar ise hammadde kazanımı (%2.2), üretim (yaklaşık %1.0) ve nakliyat (yaklaşık %0.2) dir. (Şekil 8.3)



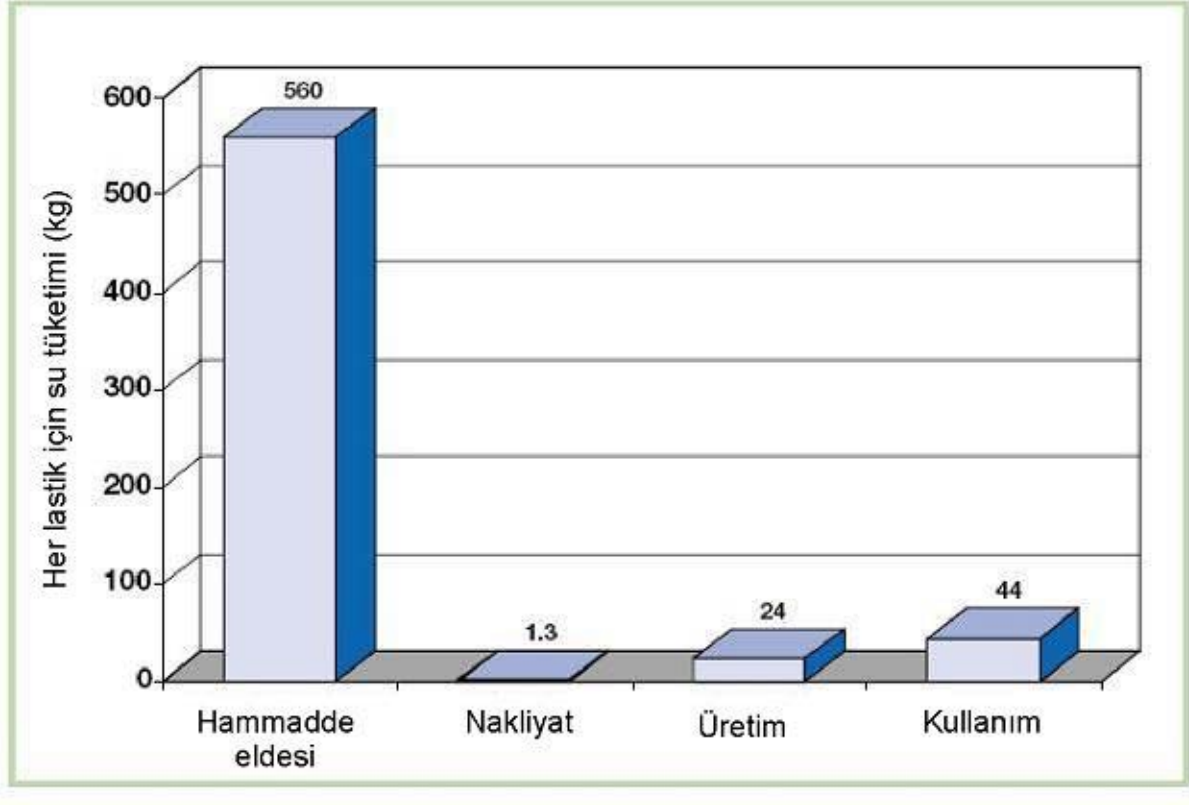
Şekil 8.3 Hava tüketiminin sunumu

8.4.1.3 Su Gereksinimi

Su tüketimi soğutma suyu(yak. %68), işlem suyu (yak. %31) ve servis suyu (yak. 0,02) kullanımından oluşur. Soğutma suyu devir daim yapılır, bu sebeple uzun müddet kullanılabilir. İşlem suyu ise imalatda kullanılır ve atık su olarak atılır. Servis suyu ise soğutma suyu ya da işlem suyuyla birlikte sınıflandırılmaz.

Su, bir lastiğin ömrü boyunca tüm evrelerinde kullanılır. En büyük kısım – yaklaşık % 90-

lastiğin hammaddelerinin kazanımı için gereklidir.. Geri kalan kısım ise lastiğin ömrünün diğer evrelerinde kullanılır: % 7'si kullanım şamasında, % 3,8 i üretim aşamasında ve % 0,2 si nakliye aşamasında kullanılır. (Şekil 8.4))



Şekil 8.4 Su tüketiminin sunumu

Siyah karbon/rayon lastikleri için hammadde eldesiyle bir aradaki su tüketimi şöyledir: yaklaşık % 63 ü sentetik lastik üretimi için, % 3,1 i doğal lastik imalatı için, % 5,6 sı çelik üretimi için ve yaklaşık % 6,5 i kimyasalların imalatı için kullanılır.

8.4.2 Çıktı

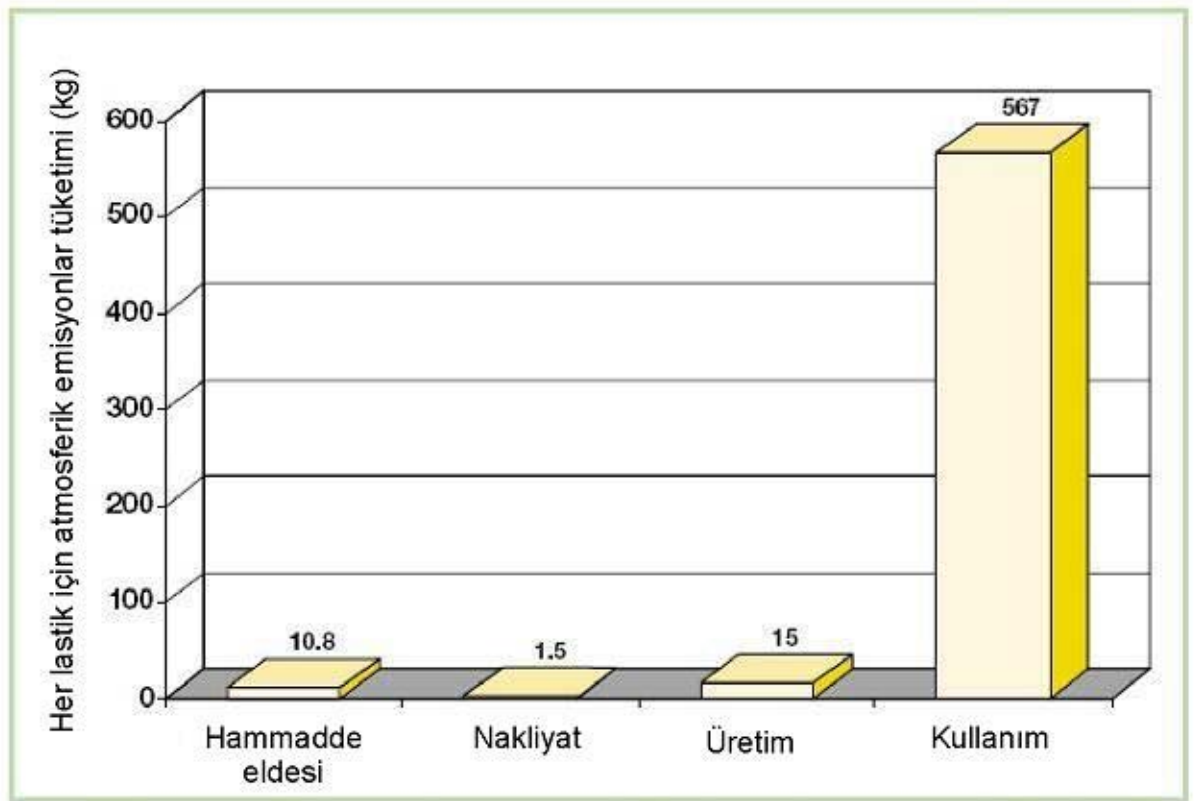
Hayat döngüsü envanter analizinin çıktıları; atmosfer yayımları, suya yayılmalar, atık ve fazlalıklar ile lastik aşınmalarından oluşur.

8.4.2.1 Atmosfer Yayımları

Atmosfer yayımları öncelikle karbondioksit çıkışı olarak belirlenir (% 97). Geri kalanlar ise karbon monoksit (% 1,2) ve su buharı (% 1,3)'tür. Diğer yayımlar ise metan (% 0,05), nitrojen oksit (% 0,04), diğer organik uçucular amonyak (% 0,06), nitrous oksit (% 0,01) ve toz (% 0,7).

Tüm hayat evreleri içerisinde araç kullanımı evresi atmosfer üzerinde en büyük negatif etkisi bulunan evredir. (% 95,4). Bu negatif etkinin hemen hemen tümü (% 98) aracın çalışır vaziyette iken yaydığı karbondioksittir. Karbon monoksit ise kullanım evresinde bu negatif etkinin yaklaşık % 1,2 sini oluşturur.

Bir lastiğin diğer hayat evrelerinin atmosfer üzerinde gözle görülür bir şekilde daha az etkisi bulunur. Bunlar: lastik üretimi (% 2.5), lastik için hammadde kazanımı (% 1.8) ve nakliye (% 0.3). (Şekil 8.5)



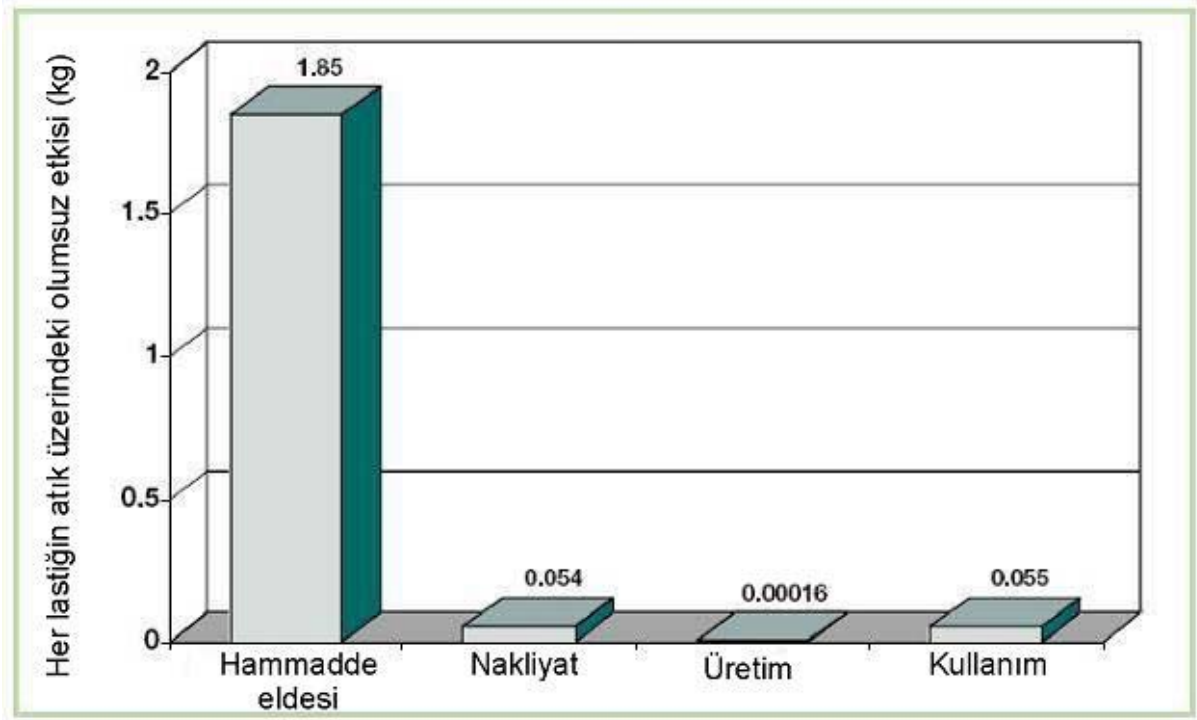
Şekil 8.5 Atmosferik emisyonların sunumu

Toz hemen hemen sadece kullanım evresinde oluşur ve öncelikle lastik aşınmasından oluşan parçacıklardan meydana gelir. Bu parçacıklar havaya karışır ve yavaş yavaş yere düşer. Su buharı ise lastiğin üretimi aşamasında oluşur. Su buharı, lastiğin bileşenlerinin imalatındaki soğutma işleminin bir sonucu olarak meydana gelir.

8.4.2.2 Suyu Yayılma

Lastik için hammadde edinimi sırasında atık su üzerindeki en büyük olumsuz etki meydana gelir. (yaklaşık 94%). Diğer aşamalarda atık su üzerindeki olumsuz etki daha azdır. Yaklaşık 2.8% i ulaştırma sırasında, 2.8% i kullanım sırasında ve 0.008% i üretim sırasında oluşur.

Atık su üzerindeki olumsuz etki klor iyonları (yaklaşık 58.2%), sülfat iyonları (24.6%) ve natrium iyonları (14.8%) yüzündendir. Bu iyonlar esasen suya silis, suni ipek ve ve sentetil reçinenin üretimi sırasında karışır. (Şekil 8.6)



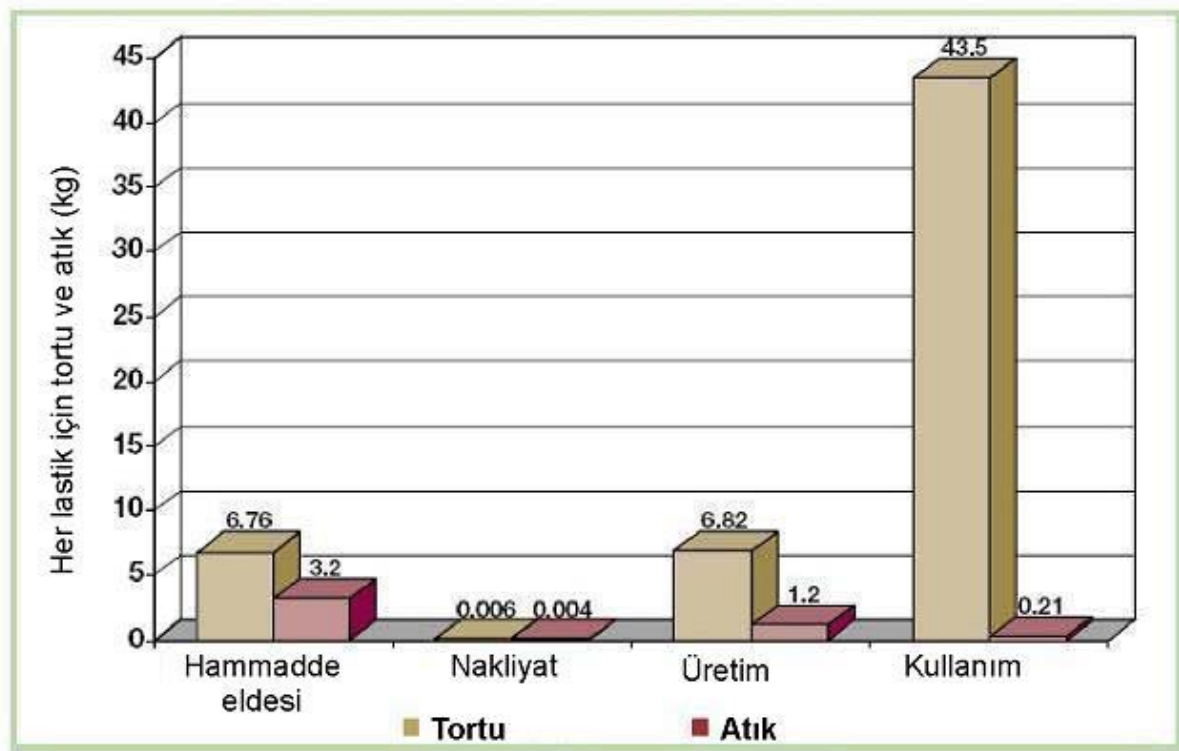
Şekil 8.6 Atık su üzerindeki olumsuz etkinin sunumu

8.4.2.3 Tortu ve Atık

Ölü yığın, mineral ve fosil kaynakların işlenmesi işleminde birikir. Maden cevheri işlenimi ve hammadde elde edimi sırasında çoğunlukla değişmeden kalan bu ölü yığın, fazlalıklar olarak da adlandırılır. Ölü yığınının bir miktarı maden cevheri işlenimi ve hammadde çıkarılması sırasında kimyasal değişime uğrar. Değişime uğramış bu kalıntılar, artık madde olarak adlandırılır.

Artık maddelerin % 76,2 si lastik kullanım evresine bağlı olarak meydana gelir- yakıt olarak kullanımı için petrol çıkarılması ve petrolün arıtımı için elektrik enerji tedariki gereksiniminden dolayı. Benzinin kilogramı başına 0,23 kg artık madde üretilir. Lastik kullanımının, bir lastik ömrü boyunca üretilen toplam atığın büyük kısmını oluşturduğu gerçeği her 50.000 km başına bir lastiğin 186 kg benzin tüketiyor olduğundandır.

Toplam atığın % 11,9 u üretim sırasında oluşur, bu arada % 11,8 lik bir kısmı da hammadde elde edimi esnasında meydana gelir. Lastiğin bu hayat evrelerinde, yüksek bir atık oranı da bir enerji taşıyıcısı olan kömürün çıkarılması aşamasında oluşur. (Şekil 8.7)



Şekil 8.7 Tortu ve atıkların sunumu

Kömür, elektrik elde etmek ve direkt olarak ısı enerjisi elde etmek amacıyla kullanılır.

Az bir miktar petrol de, lastiğin nakliyesi için gereklidir; sonuç olarak en az atık miktarı lastiğin bu hayat evresinde oluşur (% 0,01)

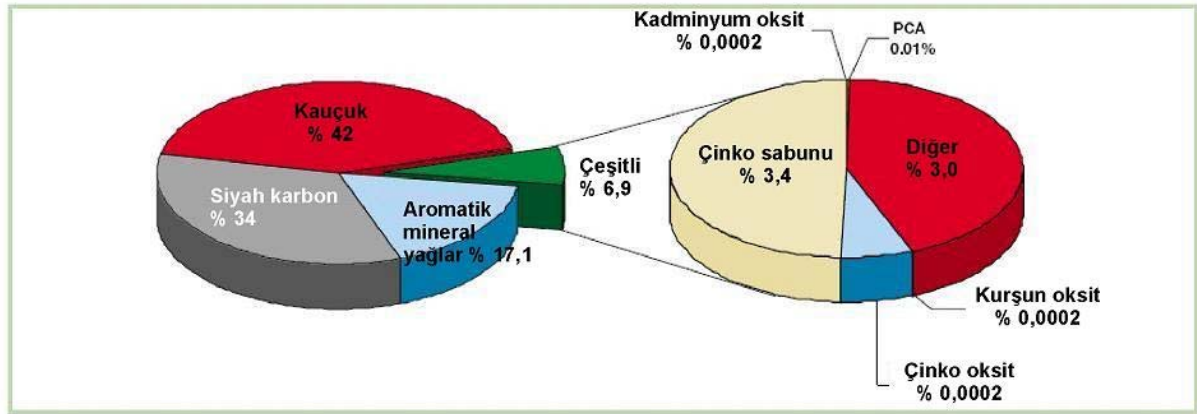
Atığın % 64,9 u lastik için hammadde çıkarılması ve % 26 sı da lastik üretimi sırasında açığa çıkar. Hammadde çıkarımından oluşan atığın % 62 si maden cevheri işleniminden oluşan tortu içerir. Cevher işleniminden oluşan torunun büyük çoğunluğu çelik üretiminden meydana gelir. Kullanım evresi, bir lastiğin ömründeki toplam atık miktarının % 4,6 sıdan sorumludur.

8.4.2.4 Lastiğin Aşınması

Lastik aşınmasından, “Atmosfer yayımları” kısmında söz edilmektedir. Ama ayrıca birçok ek özellikten burada bahsedeceğiz. Bazı lastik aşınmaları zeminde ve yağmur suyundan dolayı meydana gelir. Bir lastikte oluşan yıpranmaların miktarı, yaklaşık 1 kg. lastik başına 20 mg. aşınma olduğu şeklinde birim kabul edilir.

Aşınma miktarının % 42 si lastik, % 34 ü siyah karbondan ve % 17 si de mineral yağlardan oluşur. Geri kalan % 7 lik kısım ise da çeşitli lastik desen parçalarından ve lastiğin bileşiminin volkanizasyonu esnasında meydana gelen kimyasal değişimlerin sonucu oluşan maddeleri

içeren kısımdır. (Şekil 8.8)



Şekil 8.8 Aşınma miktarı

Aşınma, aşağıdaki sebeplerden dolayı meydana gelir:

- Lastiğin yol tarafından yağmur suyuyla tazyikle yıkanması,
- Suda çözünen maddelerin lastiği aşındırması,
- Kimyasal ve biyolojik bozulma.

Tek bir lastiğin analizinde, 1 kg. lık aşınan miktarın 4 yıllık bir süreçte ve 50.000 km lik mesafede yolun her tarafına eşit olarak dağıldığı düşünülür. Bir günde ortalama % 0,7 lik biyolojik-kimyasal bir bozulma olduğunu farz edersek, bu bozulmaların iki yıl kullanım süresi sonucunda lastiğin hemen hemen tamamen kullanılmaz hale gelebileceğini varsayabiliriz.

Ayrıca inorganik bileşenler volkanizasyonla madeni sabuna dönüşmez, bunlar lastiğin desenlerinde kalırlar ve aşınmayla birlikte yola dökülürler. Bir lastikte ortalama 4 g çinko oksit birikir.

Bu bağlamda Almanya’da kullanılan tüm lastiklerin aşınan kısımlarının zeminde olumsuz bir etki oluşturduğunu söyleyebiliriz. Devamlı girdilerin ve sürekli kimyasal ve biyolojik bozulmaların temelinde bir denge konsantrasyonu kurulmuştur.

Almanya’da her yıl 228.000 km yerleşikşehir yollarında 46.000 aşınan parçacık birikmektedir ve zemine $1,14 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ölçüsünde dağılmaktadır. Örnek bir hesaplamada, aşınmanın konsantrasyonu ve bozulmasının 16 g/m^3 olduğu ortaya çıkmaktadır. Her yıl zemin yaklaşık $0,16 \text{ g/m}^3$ çinko oksit, yaklaşık $0,09 \text{ mg/m}^3$ kadmiyum oksit ve yaklaşık $0,4 \text{ mg/m}^3$ kurşun(II) oksit absorbe etmektedir.

Bazı aşınma bileşenleri, kimyasal-biyolojik bozulmalarına paralel olarak yağmur suyuyla

birlikte yıkanır gider. Aşınmada yer alan volkanizasyonun reaksiyon ürünleri; maddelerin zemin parçacık emmesi, aşınma parçacıklarının boyutu, zeminin maddesi, iklim koşulları, yeraltı koşullarında maddelerin suda çözünübilirliği gibi parametrelere bağlıdır. Çeşitli maddelerin davranışları üzerindeki bu çeşitliliklerin etkisi ve tespitinde çok büyük bir miktar belirsizlik vardır. Bu sebepten dolayı, bugünkü çalışma, lastik aşınmasının herhangi bir detaylı ölçüm tespitine dikkat çekmekten sakınmaktadır.

8.5 ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

Lastiğin her bir yaşam evresinde bir giriş-çıkış listesi yapılır (kaynaklar, yayılmalar, atık vs.). Giriş-çıkış listesindeki belirli öğelerin çevresel etkisi ve nicelikleri değişkenlik gösterir. Bir lastiğin ayrı hayat evrelerinin mukayesesini mümkün kılmak için, bir referans hacmini tanımak iyi bir fikirdir. Tek bir öğeden ortaya çıkabilen çevresel etki, eşitlik faktörlerinin esası üzerinde değerlendirilir. Çevresel potansiyel, öğelerin eşitlik faktörleri ve ölçümün temeli üzerinde açıklanır.

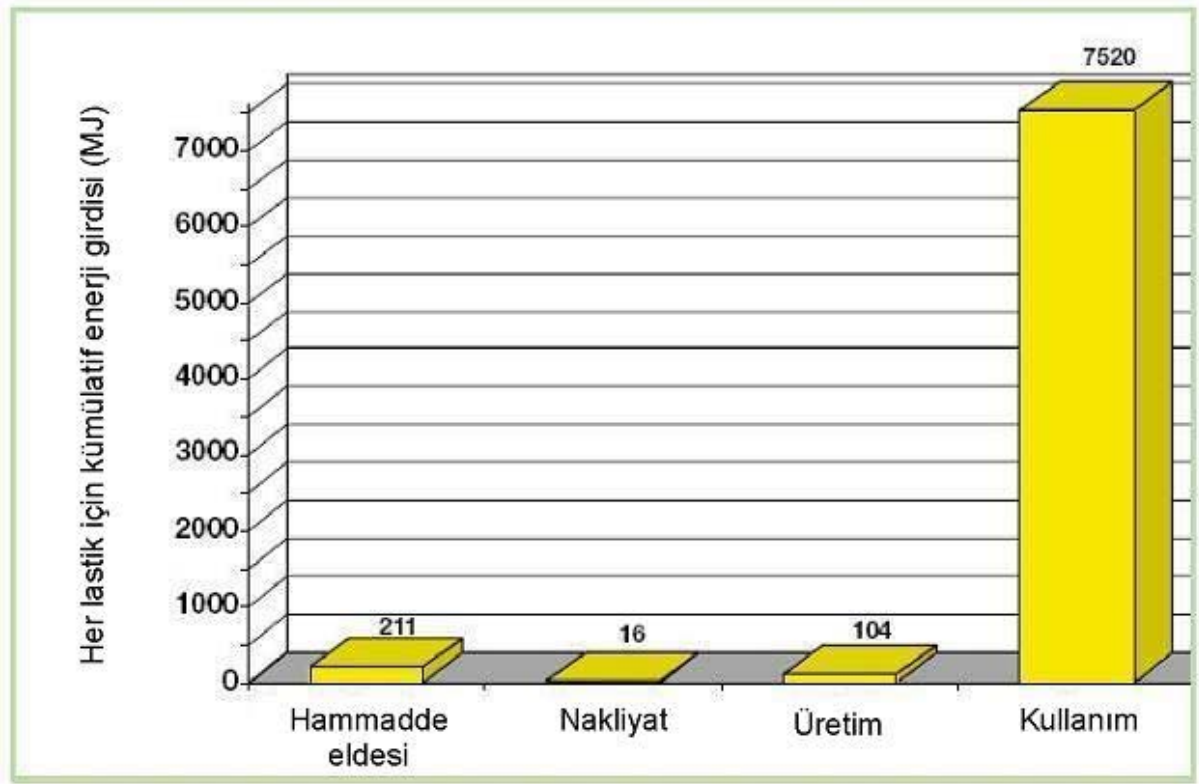
8.5.1 Etki Kategorileri/Çevresel Potansiyel

Genellikle bugünkü tartışmalarda tanınmış ve burada ortaya çıkan çevresel potansiyeller şunlardır: gittikçe artan enerji girişi, küresel ısınma etkisi, asidifikasyon ve nütrifikasyon. Bu çevresel potansiyelin seçimiyle, bu potansiyellerden biri küresel kriter, bölgesel kriter ve iklimsel kritere dikkat çeker. Ekolojik zehirlenme ve insan zehirlenmesi potansiyeline yapılması beklenen muhtemel katkılar önlenmektedir.

8.5.1.1 Kümülatif Enerji Girişi

Tekrar anlaşılmalı ki burada bahsedilen kümülatif enerji girişi, ısıtıcı değeri kapsamamaktadır.

Bir lastiğin kümülatif enerji girişinin en büyük miktarı, kullanım evresinde oluşturulur.(% 95,8). Bu enerji girişinin geri kalan kısmı lastiğin diğer yaşam evrelerine dağıtılmıştır: hammadde elde edimi % 2.7, üretim % 1.3, ve nakliye % 0.2. (Şekil 8.9)

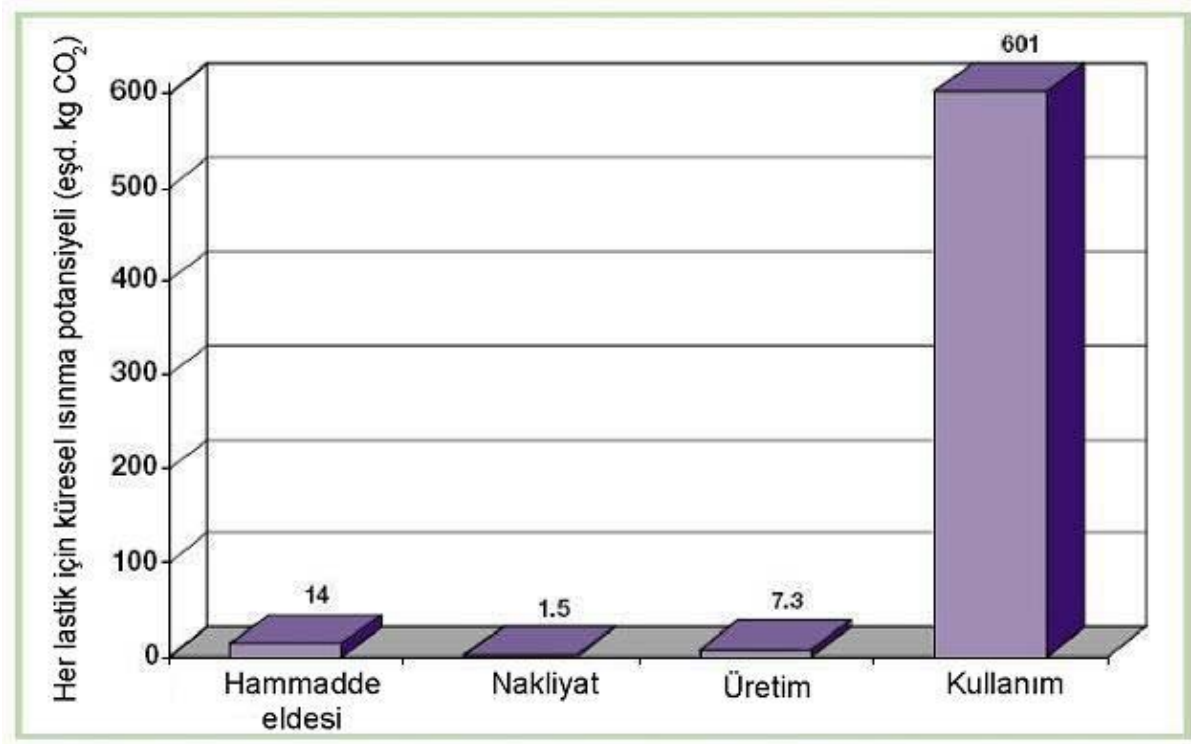


Şekil 8.9 Kümülatif enerji girdisi

8.5.1.2 Küresel Isınma Potansiyeli

Küresel ısınma potansiyeli, 100 yıllık bir zaman sürecine ilişkin CO₂ eşdeğerlerinden bahsedilir. CO₂, CO, metan ve nitrous oksit gibi bileşenler dikkate alınır.

Bir lastiğin küresel ısınma potansiyeli, bir lastiğin ömrünün tüm evrelerindeki CO₂ yayılmaları tarafından açıklanmaktadır. CO₂ ve CO'nun en yüksek değerleri kullanım evresinde salınır. Lastiğin yaşamında, bu bileşikler küresel ısınmaya % 96,3 lük bir katkıda bulunurken, diğer evrelerde ise; hammadde kazanımında % 2,2 lik, Üretimde % 1,2 lik ve nakliye verisinde % 0,2 lik bir salınım yapılır. (Şekil 8.10)



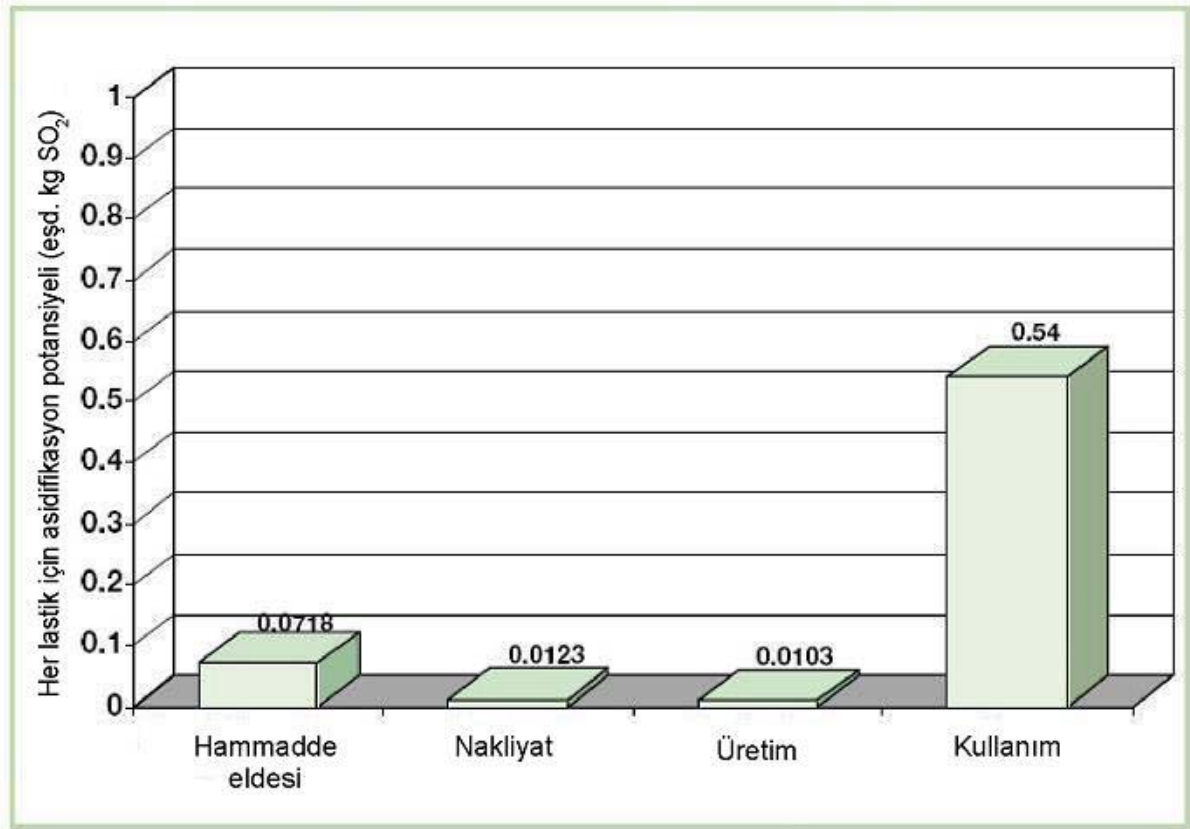
Şekil 8.10 Küresel ısınma potansiyeli

8.5.1.3 Asidifikasyon Potansiyeli

Asidifikasyon, kirletici unsurları olan gazların (sülfür oksit, nitrojen oksit, HCL, HF, H₂SO₄ gibi asitler) salınımıdır. Bunlardan SO₂ eşdeğerleri olarak bahsedilir.

Kullanım evresi, SO₂ (% 32,5), amonyak (% 30,9), NO_x (%20,8) gazlarının salınımı nedeniyle %85,1 lik bir payla en çok asidifikasyon potansiyeline sahip olan kısımdır. Lastik için hammadde kazanımı evresi, SO₂ (% 51) , NO_x (% 2,9) ve CS₂ (%2,9) gazlarının salınımından dolayı toplam asidifikasyon potansiyelinin % 11,3 üne sahiptir. Nakliye evresi ise % 1,9 luk bir asidifikasyon potansiyeline sahiptir. Bu miktarlar öncelikle, nakliye araçlarının kullanımı esnasında açığa çıkan SO₂ ve NO_x (% 0,4 ve % 1,5) gazlarının salınımı sonucu ortaya çıkmaktadır. (Şekil 8.11)

Lastik üretimi, özellikle SO₂ (% 0,7) ve NO_x (% 0,9) gazlarının salınımı nedeniyle % 1,6 lık bir asidifikasyon potansiyeli oluşturur.

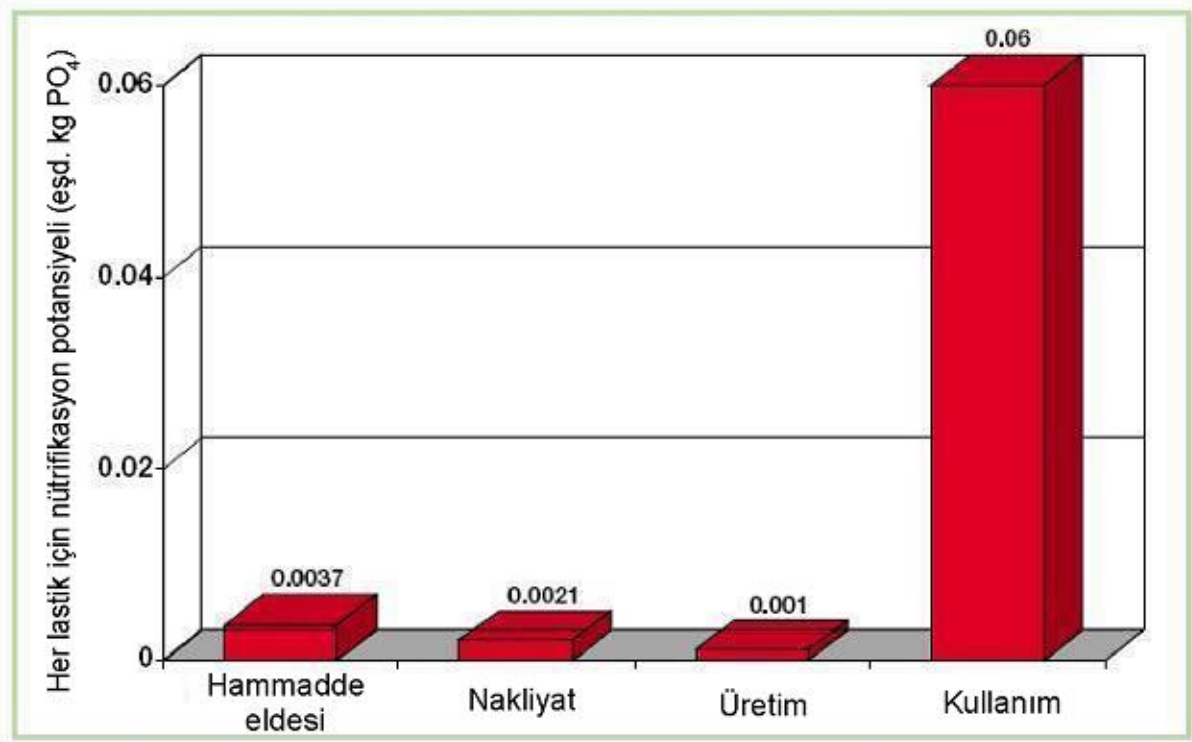


Şekil 8.11 Asidifikasyon potansiyeli

8.5.1.4 Nütrifikasyon Potansiyeli

Nütrifikasyon, ekoljik sisteme besin sağlamaya denir. Nütrifikasyon, fosfat eşdeğerleri olarak anılır.

Kullanım evresi, amonyak (% 51,4) ve NO_x (% 36,6) gibi kirletici gazların salınımdan ötürü, bir lastiğin hayatında % 89,8 lik bir nütrifikasyon potansiyeline sahiptir. Hammadde kazanımı evresi, % 5 lik NO_x gazı salınımı ve % 0,4 lük kimyasal oksijen gereksinimi ile yaklaşık % 5,5 lik bir nütrifikasyon potansiyeli sağlar. Lastik üretim evresi ise % 1,5 luk bir nitrojen salınımıyla nütrifikasyona en küçük katkı yapan evredir. Anlaşılmalıdır ki, lastiğin ömrü boyunca sağladığı besinlerin neredeyse tümü nitrojen oksitler ve amonyak salınımıyla ilgilidir. Fosfattan ve fosfat bileşenlerinden girdiler ise minimumdur. (Şekil 8.12)



Şekil 8.12 Nutrifikasyon potansiyeli

8.5.1.5 Ekotoksikler ve İnsan Toksik Potansiyeli

Şimdiye kadar salınımların birçok zehirli etkilerini değerlendirmek ve kaydetmek için sadece ilkel bir standart metot vardır. Bu, çeşitli faktörleri saptamak ve değerlendirmenin güçlüğünden kaynaklanmaktadır. Eko-toksik ve insan-toksik üzerindeki veriler bir risk tahminini temsil eder ve hiçbir durumda tam bir potansiyel etki ifadesi olarak ele alınmamalıdır.

Bu, potansiyeli kaydeden yöntemci belirsizlikler yüzünden, burada hiçbir miktar tayinine girilmemiştir.

Hammadde elde edimi sırasında, klor ve çinko iyonları suya yayılır. Bu maddeler ekolojik zehirlenmelere ve insan zehirlenmelerine yol açabilir. Lastiğin nakliye, üretim ve kullanım evrelerinde, SO₂ ve NO_x gazları insan zehirlenmelerine ve; havaya ve atık suya ağır metal atılması yüzünden ekolojik zehirlenmelere sebep olabilir.

Lastik aşınımı da benzer olarak insan ve ekolojik zehirlenmelere yol açabilir.

8.6 LASTİK DEĞİŞKENİ KARŞILAŞTIRMASI

Son yıllarda, lastik hammadde araştırmaları çok farklı özelliklerle, çok sayıda farklı değişkenlerinin gelişimini sağladı. Burada dört farklı lastik değişkeni için veriler

karşılaştırılmaktadır. Değişkenler, lastiklerin hammadde içeriğine göre farklılık gösterir.

8.6.1 Siyah Karbon Ve Silikanın Karşılaştırılması

Dolgu malzemesi olarak siyah karbon yerine silika kullanılarak, lastiğin iniş-çıkış direncini düşürmek mümkün olur. Bu, arabanın enerji tüketimini düşürür ve dolayısıyla da kaynak petrol tüketimini de azaltır. Sonuç olarak, çevreye salınan zehirli gaz miktarı azalır ve bu sa küresel ısınma, asidifikasyon ve nütifikasyon potansiyelinde düşüşe neden olur. Ayrıca, atık miktarı da azalmış olur. Buna karşın, silika üretimi, atık su üzerindeki negatif etkiyi artırır.

Silika kullanımını, küresel ısınma potansiyelinde % 9,5 luk bir düşüşe yol açar. Bu düşüş, karbondioksit ve karbon monoksit kullanımının azalmasından kaynaklanır. SO_2 , NO_x ve amonyak gibi zehirli madde kullanımının azalmasıyla birlikte, asidifikasyon potansiyeli % 6,3 düşmektedir. Nitrojen oksitler ve amonyak, bir lastiğin ömrü boyunca nütifikasyon potansiyelinde etkili ana faktörlerdendir. Bu kimyasal bileşenlerin salınımindaki azalma, nütifikasyon potansiyelinin azalmasına yol açar (% 7,5).

Dolgu malzemesi olarak siyah karbon yerine silika kullanılarak, lastik ömrü boyunca, kümülatif enerji girişinde % 9.3 lük bir düşüş etkisi yapmak mümkündür.

Yaklaşık % 9,8 lük bir petrol tasarrufuyla, kaynakların tüketiminde % 8,7 lik bir düşüş yapılabilmektedir.

Atık sulardaki sodyum iyonları oranı 2,7 lik bir faktörle artarken, sülfat iyonları 4,3 lük bir faktörle artmaktadır.

Kül ve cürufların katı ve sıvı atıklarının niceliğindeki artıştan dolayı yaklaşık % 3,4 lük bir miktar atık artmaktadır.

8.6.2 Rayon Yerine Polyesterin Kullanımı

Rayon yerine polyester kullanımı, hammadde kazanımı evresinde küresel ısınma potansiyelinde bir artışa neden olmaktadır. Bu arada asidifikasyon potansiyeli % 1,6 düşmektedir. Bu düşüş, radyonun imalatında açığa çıkan CS_2 ve H_2S gazlarındaki azalmadan dolayıdır. SO_2 salınımının artmasına rağmen, toplam asidifikasyon potansiyelinde bir düşüş vardır. Nütifikasyon potansiyeli, rayon yerine polyester kullanımından etkilenmemektedir.

Çevre potansiyeli, tüm giriş ve çıkış parametrelerini kaydetmemektedir. Bundan dolayı aşağıda, bir etkiye sahip daha fazla faktörler sunulmuştur:

Rayon yerine polyester kullanılarak, kaynak gereksinimi % 0,1 ve enerji girişi de % 0,2

artmıştır.

Atık su deęeri % 52,8 dūřmūřtır. Atık sudaki bu dūřūř, hammadde kazanımı evresinin bir sonucudur. Benzer olarak atık suyun negatif etkisi de azalmıřtır.

Toplam atık miktarı ise yaklaşık % 9,6 dūřmūřtır. Bu dūřūř, rayon imalatından kalan artık odunların sonucu katı ve sıvı artıkların miktarının azalmasından dolaydır.

Polyesterin ūretiminde daha az su kullanılır ve atık sudaki negatif etkisi daha azdır. Polyesterin yerine rayonun kullanımı, su tūketiminde ve atık su ūzerindeki negatif etkide azalmaya yol açar.



şekil 8.13 Farklı tipteki lastikler

Çizelge 8.2 Değişik Biçimli Dört Farklı Lastiğin Değerlendirme Verileri

Girdiler				
Hammaddeler (kg):	Carbon black/rayon	Silica/rayon	Carbon black/polyester	Silica/polyester
İşleme suyu	194.81	195.70	94.77	92.12
Soğutma suyu	434.25	455.44	434.25	455.44
Antrasit	2.16	2.24	2.16	2.24
Linyit	3.46	3.48	3.46	3.48
Doğalgaz	5.41	5.73	5.36	5.69
Petrol	205.52	185.43	206.02	185.94
Sülfür	0.20	1.01	0.04	0.84
Ölü yığın	28.06	26.92	28.06	26.92
Lateks	2.57	2.51	2.57	2.51
Demir cevheri	1.17	1.00	1.17	1.00
Hava	2099.37	1904.57	2100.60	1905.85
Çıktılar				
Ürünler:	Carbon black/rayon	Silica/rayon	Carbon black/polyester	Silica/polyester
Alınan yol (km)	50,000	50,000	50,000	50,000
Yıpranmış lastik (kg)	5.47	5.68	5.47	5.47
Atmosferik emisyonlar (kg):	Carbon black/rayon	Silica/rayon	Carbon black/polyester	Silica/polyester
Su buharı	7.83	7.83	7.83	7.83
Kirli hava	1464.53	1329.60	1465.59	1330.69
Toz	1.02	0.95	1.02	0.95
SO ₂	0.25	0.23	0.25	0.24
CO	6.81	6.14	6.81	6.14
CO ₂	576.74	522.01	578.65	523.99
NO _x	0.24	0.22	0.24	0.23
N ₂ O	0.057	0.052	0.057	0.052
Metan	0.32	0.29	0.32	0.29
NM VOC	0.35	0.33	0.345	0.32
Su kirliliği (kg):	Carbon black/rayon	Silica/rayon	Carbon black/polyester	Silica/polyester
Atık su	270.31	310.13	174.29	210.71
Atık su - soğutma suyu	422.83	436.14	422.83	436.14
BOD	0.0080	0.0079	0.0062	0.0060
COD	0.02	0.02	0.01	0.01
Sülfat iyonları	0.48	2.07	0.054	1.63
Sodyum iyonları	0.29	0.77	0.20	0.68
Klorid iyonları	1.13	1.17	0.94	0.97
Kalsiyum iyonları	0.000018	0.27	0.000018	0.27
Atık (kg):	Carbon black/rayon	Silica/rayon	Carbon black/polyester	Silica/polyester
Tortu	57.08	53.56	57.09	53.57
Maden işleme atığı	2.18	2.21	2.18	2.21
Atık, katı ve sıvı	1.33	1.49	0.97	1.11
Kauçuk atığı	0.19	0.19	0.19	0.19
Gözlem amaçlı atıklar	0.055	0.067	0.055	0.067
Günlük atık	0.80	0.80	0.80	0.80
Çamur	0.081	0.084	0	0
Kül ve cüruf	0.047	0	0.049	0
Çevresel potansiyeller:	Carbon black/rayon	Silica/rayon	Carbon black/polyester	Silica/polyester
Kümülatif enerji girdisi (MJ)	7851.12	7117.16	7863.48	7113.67
Küresel ısınma etkisi (eşdeğer kg CO ₂)	623.25	564.15	625.17	566.14
Asidifikasyon (eşdeğer kg SO ₂)	0.63	0.59	0.62	0.57
Nutrifikasyon (eşdeğer PO ₄)	0.067	0.062	0.067	0.062

8.7 YIPRANMIŞ LASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Bir lastik, uzun bir kullanım sürecinden sonra orijinal fonksiyonelliğini yitirir ve yıpranmış lastik olarak anılır. Yıpranmış lastik, materyal değeri ve/veya bir enerji taşıyıcısı olması sebebiyle geri kazandırılabilir. Yıpranmış lastiklerin geri dönüşümü, farklı dönüşüm işlemlerini içerir. Hammadde geri dönüşümü işlemlerinin yanı sıra gerçek yaşam koşullarında test edilmiş, birçok enerji geri dönüşüm işlemleri bulunur. Bu çalışma, bizlere yıpranmış lastiklerin geri dönüşüm sürecinin önemini gösteriyor.

Buradaki çalışmanın altındaki üç dönüşüm işlemi -full lastik kaplama, kement üretimi ve lastik güç tesislerinde enerji üretimi- bağlantılı eşdeğer işlemlerle karşılaştırılmaktadır: yeni lastik üretimi, kement üretimi ve standart yakıtlar yardımıyla enerji üretimi. Bu çeşitli sistemlerin karşılaştırılmasında, birbirine benzerlik ve faydaların eşdeğerliği garanti edilmelidir.



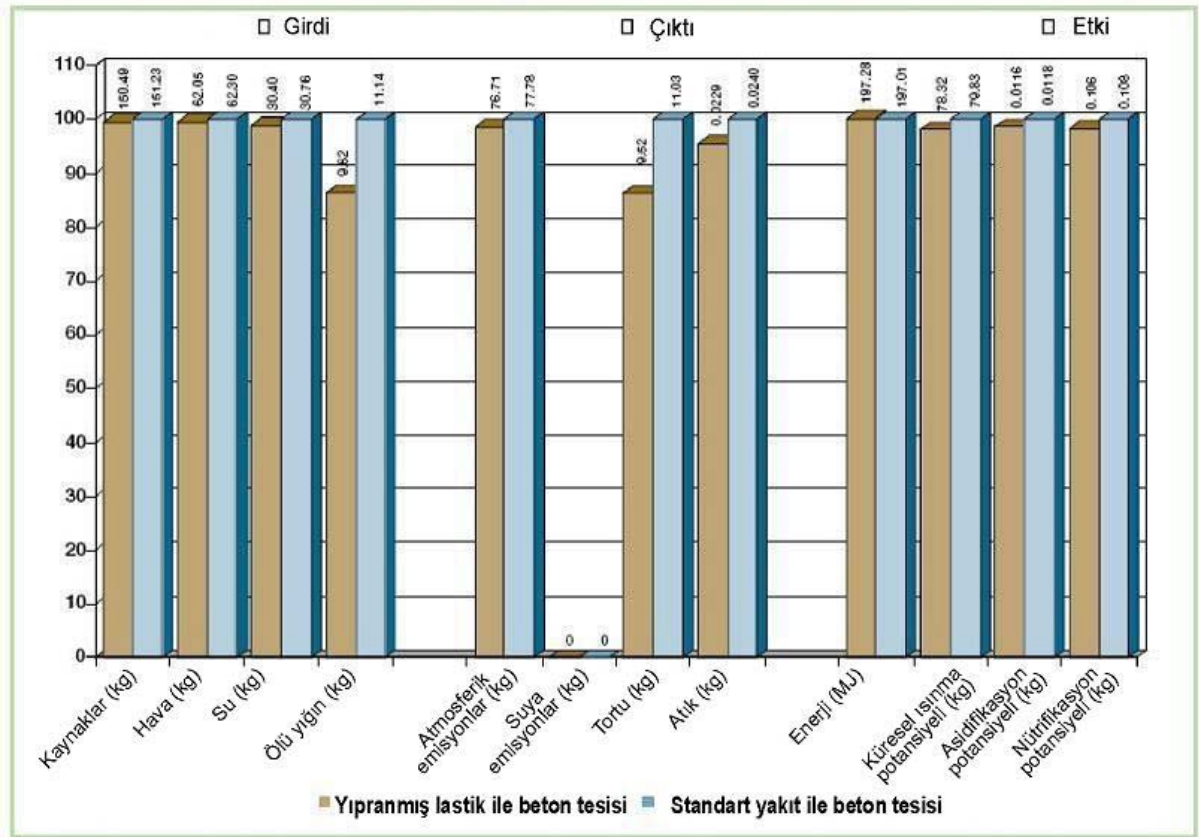
Şekil 8.14 Yıpranmış lastiklerin fırına gönderilmesi

8.7.1 Beton Tesis

Bir beton tesisindeki kullanılmış lastiklerin kullanımı için materyal ve enerji iç akışları, standart yakıt -taş kömürü- kullanıldığında, aynı iç akışlarıyla karşılaştırılır.

Beton tesislerindeki yıpranmış lastiklerin kullanımı, oldukça düşük miktarlarda ölü yığın ve atık üretmektedir. Standart yakıt yerine eski lastiklerin kullanımı, daha az kömür kullanımı,

yani daha az kömür çıkarılması demektir. (Şekil 8.15)



Şekil 8.15 Yıpranmış lastiklerin geri dönüşümü

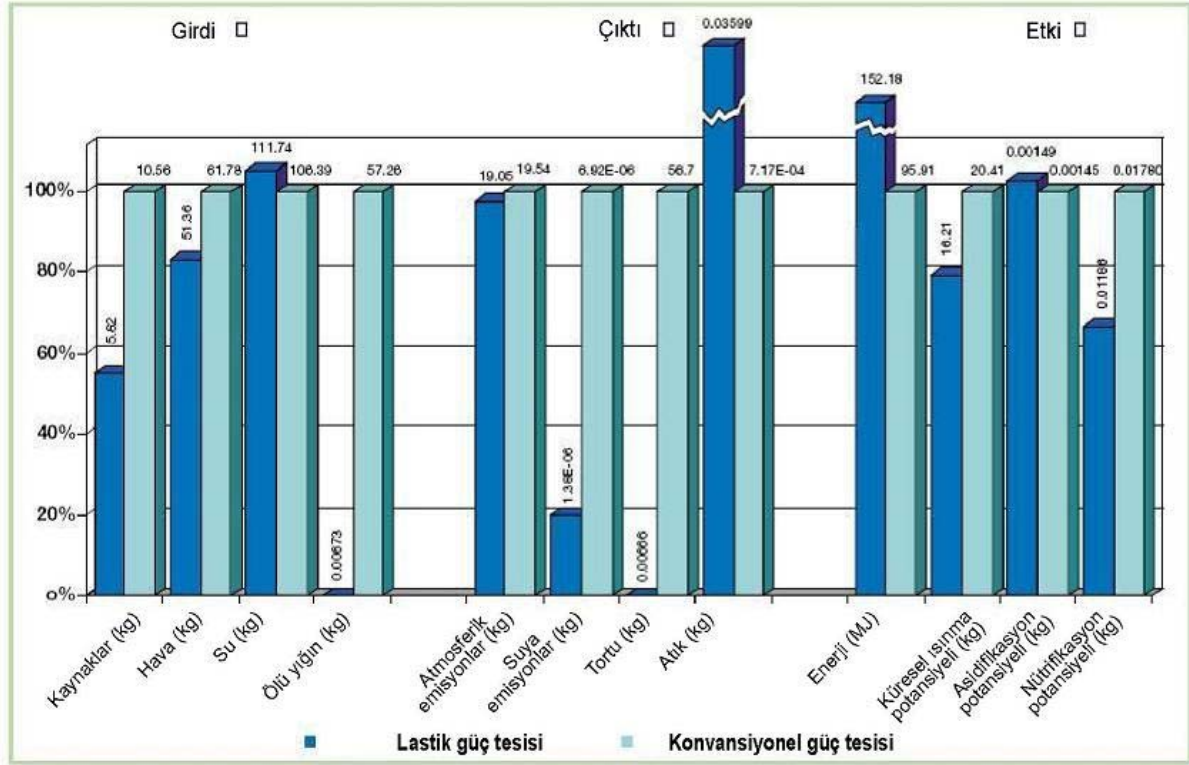
Eski lastiklerin kullanımı, kömür kullanımına göre daha az gaz salınımı yapar. Bu, küresel ısınma potansiyelini % 1,9, asidifikasyon potansiyelini % 1,9, ve nütrifikasyon potansiyelini de % 1,7 düşürmektedir. Kural olarak, eski lastik, taş kömürüne oranla daha az karbon, sülfür ve nitrojen içerir. Bu da CO₂, SO₂ ve NO_x gibi kirletici gazların atmosfere daha az salınımı olması anlamına gelir.

Ayrıca yıpranmış lastikler taş kömüründen daha fazla ısı değerine sahiptir. Bu sayede daha küçük miktarda hammadde kullanılır. Hammadde kullanımının azalmasıyla, oluşan kül ve cüruf miktarı da azalır. Atık madde miktarı da % 4,2 düşer.

Taş kömürü yerine eski lastik kullanımı, diğer giriş ve çıkış parametrelerini etkilemez. Çevresel etkilerin büyük çoğunluğu, az da olsa eski lastik kullanımıyla azalındır. Bir kement fabrikasında eski lastik kullanımının çevresel etkileri “nötr” olarak değerlendirilebilir.

8.7.2 Lastik Güç Tesisi

Lastik güç tesislerinde üretilen enerji, klasik kaynaklar yakan güç tesislerinden daha fazla enerji elde eder. (Şekil 8.16)



Şekil 8.16 Aşınmış lastiklerin geri dönüşümü – Güç tesislerinde enerji üretimi

Lastik güç tesisleri daha az miktarda kaynak kullanır, çünkü yıpranmış lastikler linyit kömürü ya da taş kömürüne göre daha yüksek ısı değerine sahiptir. Eski lastiklerden enerji üretiminde neredeyse hiç ölü yığın ya da artık madde oluşmaz. Çünkü ikincil hammaddelerin kullanımı herhangi bir fosil kaynağın çıkarılmasını gerektirmez.

Lastik güç tesisleri, klasik güç tesislerine göre atmosfere daha az salınım yapar (su buharı hariç). Kullanılan kaynaklar bir lastik güç tesisinde, klasik güç tesislerine göre daha küçüktür, daha az karbondioksit salınır ve daha zayıf bir küresel ısınma potansiyeli üretilir. Eski lastikler, kömüre oranla daha az kükürt dioksit çıkarırlar, bu sebeple asidifikasyon potansiyeli düşer. Kükürt dioksit ve kadmiyum salınımının azlığı ayrıca, insan zehirlenme potansiyelini azaltır.

8.7.3 Yeniden Kaplama

Bir yeniden kaplanmış lastikle yeni bir orijinal lastik eşdeğer ürün değildirler. Çünkü yeniden kaplanmış bir lastiğin teknik olarak yeni bir ürünle güvenlik, dayanıklılık, tutuş ve servis

hayatı gibi özellikler bakımından aynı performansa sahip olması mümkün değildir.

Sebeplerden bazıları şunlardır:

Eski lastik desen kısımlarının teknik limitleri,

Farklı lastik çeşitleri ve bunların değişken dış çizgileri,

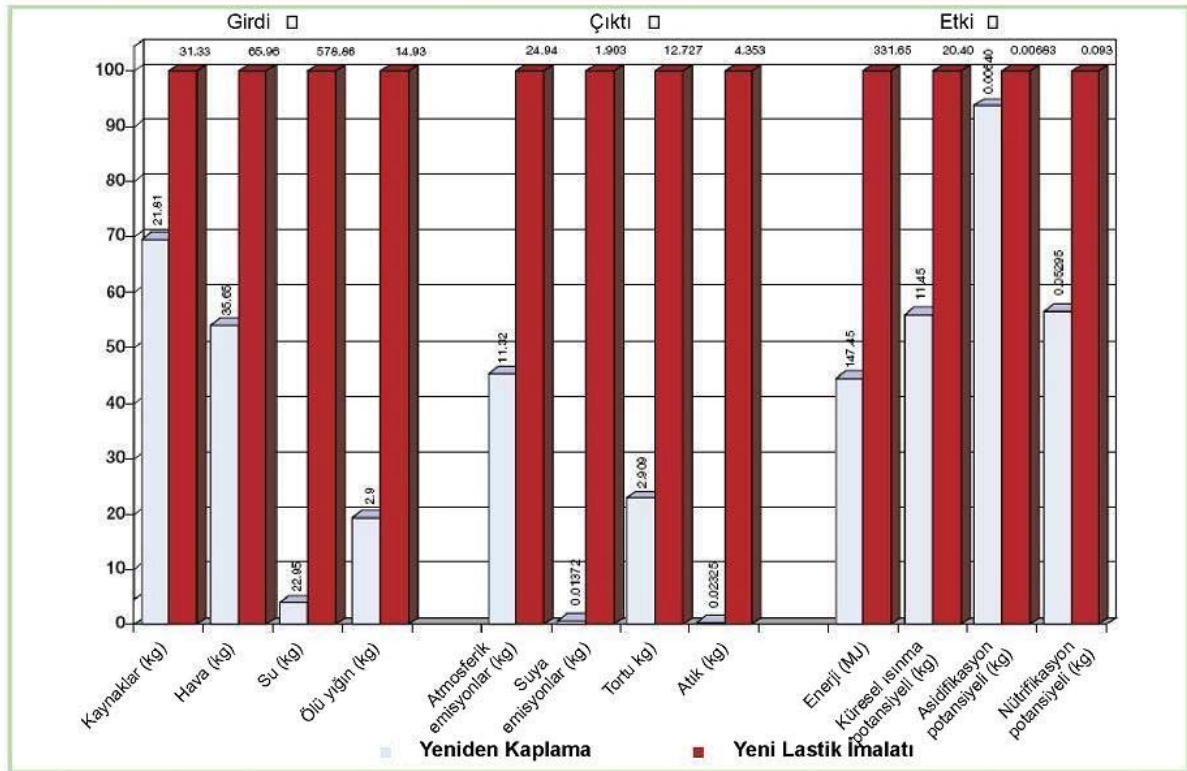
Volkanizasyon esnasında lastik desenlerinin normal şartlara uyum sağlayacak duruma getirilememesi,

Lastiğin ilk ömründe maruz kaldığı hava basıncı, yük, hava koşulları, kullanım süresi gibi etkenlerden dolayı değişken lastik büyümesi,

Bugünlerde, yeniden kaplama sektörü, neredeyse eski bir lastiği yeni bir lastikle aynı özelliklere (iniş-çıkış direnci hariç) sahip bir hale getirebilme kapasitesine ulaştı. Bu tip bir lastikteki iniş-çıkış direnci, yeni bir lastiğine göre % 3 daha fazladır.

8.7.3.1 Yeni Lastik İmalatıyla Eski Lastiklerin Kaplanması Karşılaştırılması,

Yeni bir lastiğin imalatı, yıpranmış lastiğin yeniden kaplanmasına göre oldukça fazla enerji gerektirir, yaklaşık 1,85 kat daha fazla hava, 25 kat daha fazla su ve 1,4 kat daha fazla kaynak gerektirir. (Şekil 8.17)



Şekil 8.17 Yeni lastik imalatıyla eski lastiklerin kaplanmasının karşılaştırılması

Atmosfere yayılmalar, atık su kirliliği ve fazlalık miktarı ve üretilen atıklar da yeniden kaplanmış bir lastiğe göre oldukça fazla meydana gelir. Bu, yeni bir lastik imalının bir lastik kaplamaya göre çok daha fazla çevresel etki oluşturduğu anlamına gelir: küresel ısınma potansiyeli kaplamanınkinin 1,8 kat, asidifikasyon 1,75 kat ve nütrifikasyon potansiyeli de 1,07 kat daha fazladır.

Bu önemli farklılıklar için önemsiz bir açıklama bulunmaktadır: bahsedildiği gibi, yıpranmış bir lastik bugünkü değerlendirmelere “ kullanılabilir hammadde” olarak girmektedir. Kaplamada gerekli olan malzemeler sadece yeni lastik tırtılları için gerekli olan maddelerdir.

8.7.3.2 Yeni Bir Lastik İle Kaplanmış Bir Lastiğin Kullanım Süresinin Karşılaştırması

Yeni bir lastik üretimi ve yıpranmış lastik kaplanması arasındaki karşılaştırma, kaplama lastikleri için daha avantajlı sonuçlar doğurmaktadır. Üreticiler, kaplanmış lastiğin tanıtımında, kullanım evresindeki durumunu çok önemli olarak ele almaktadırlar.

Devam eden süreç içerisinde, iki farklı senaryo düşünülür: en iyi kaplama teknolojisi kullanılarak elde edilebilen % 3 lük çekiş direnci; bu çekiş direnci, kaplama lastiklerde ortalama % 10 dur. İlk adımda, kaplama lastiklerin kullanımının oluşturduğu çevresel etkiyle, yeni lastik kullanımının oluşturduğu çevresel etki karşılaştırılır. İkinci adımda, kaplama işleminin ve kaplama bir lastik kullanımının oluşturduğu çevresel etkiyle, yeni bir lastiğin üretimi ve kullanımının oluşturduğu çevresel etki karşılaştırılır.



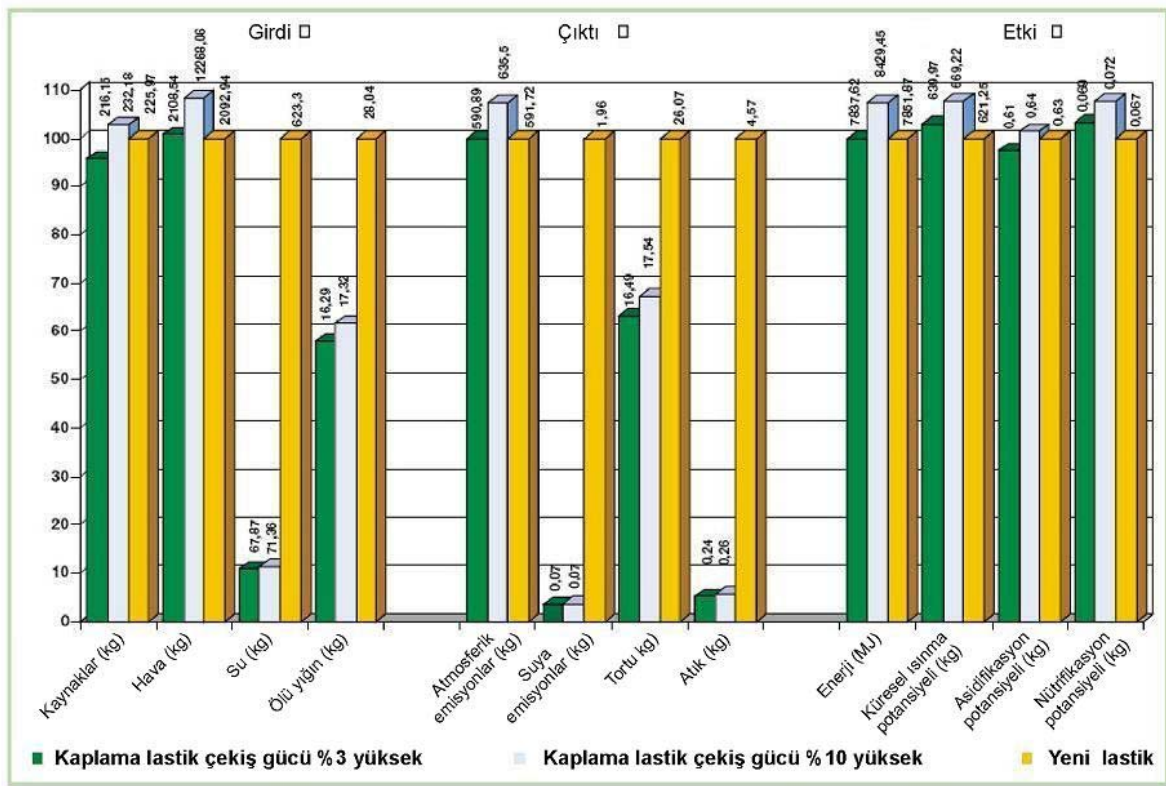
Şekil 8.18 Lastik imalatı

8.7.3.2.1 Kaplama Lastik İle Yeni Bir Lastiğin Kullanımının Karşılaştırılması

Kaplama bir lastiğin çekiş direncinin % 3 ya da % 10 daha fazla oluşu gerçeği, kaplama lastiğin kullanım evresinde, yeni lastiğin kullanım evresine göre % 3 ya da % 10 daha yüksek bir çevresel etkiye sahip olduğu anlamına.

8.7.3.2.2 Kaplama İşlemi ve Kaplama Lastiğin Kullanımı İle Yeni Bir Lastiğin İmalatı ve Kullanımının Karşılaştırılması

Kaplama bir lastiğin ömrü oldukça daha az bir su tüketimini sergiler (%89) ve atık su üzerinde oldukça daha az negatif etki (% 96) sergiler. (Şekil 8.19)



Şekil 8.19 Kaplama lastik kullanımı ile yeni bir lastik kullanımının karşılaştırılması

Bu etki özellikle rayon ve SBR gibi kaynakların tasarrufu nedeniyle oluşur. Ölü yığın (% 42) ve fazlalık maddenin (% 17) miktarının düşüklüğü, daha az elektrik harcamasına yol açar. Ama başka bir bakış açısından bakarsak, kaplama lastiğin yüksek iniş-çıkış direnci daha fazla yakıt tüketimine neden olur. Bu da bir şekilde daha fazla yakıt tüketimine neden olduğu için dolaylı olarak fazla petrol artırımından dolayı daha çok fazlalık madde oluşumuna sebebiyet verir. Fazlalık madde üretimindeki düşüş bu sebepten dolayı ölü yığın üretimindeki düşüşten daha az olur. Artık madde miktarı ise artar, çünkü kaplama bir lastikte eski lastiğin koruyucu madde kaplaması kullanılır; ama bu şekilde daha az çelik kullanıldığı için daha az artık tortu

birikir.

Kaplama lastik, yeni bir lastiğe göre daha fazla çekiş direnci oluşturduğu için, kullanım aşamasında daha fazla hava ve daha fazla enerji harcar. Artan hava ve enerji tüketimi, kaplamada elde edilen tasarruftan daha fazladır. Kaynak tüketimi yaklaşık % 4,4 artar. Daha yüksek yakıt tüketimi nedeniyle oluşan maliyetteki fazlalık, kaplamada elde edilmiş tasarrufu alt eder. Daha yüksek yakıt tüketimiyle CO₂, NO_x, SO₂ gibi zehirli gazların salınımı da artar. Bu artışla birlikte sonuç olarak küresel ısınma potansiyeli % 3,0 ve nütrifikasyon potansiyeli de % 2,7 artar.

Çekiş gücünde % 10 luk bir artış olduğu düşünülürse, yüksek çekiş gücünün bir sonucu olarak oluşan çevresel etki belirgin olarak göze çarpar. Hava ve enerji gereksinimi de % 8-9 artar. Kullanım evresinde yakıt tüketimindeki artış, kaplamadaki düşük kaynak kullanımını alt eder; toplamdaki kaynak artışı da yaklaşık % 3 olur. Yakıt üretimindeki artışla, kirleticiler de % 7 oranında artmaktadır. Sonuç olarak küresel ısınma potansiyeli % 8, asidifikasyon potansiyeli % 1 ve nütrifikasyon potansiyeli de % 8 artmaktadır.

Çalışmadaki iki değişkenin ekolojik avantaj ve dezavantajları, lastik tüm bir sistemde incelenmeden açık olarak belirlenemez.

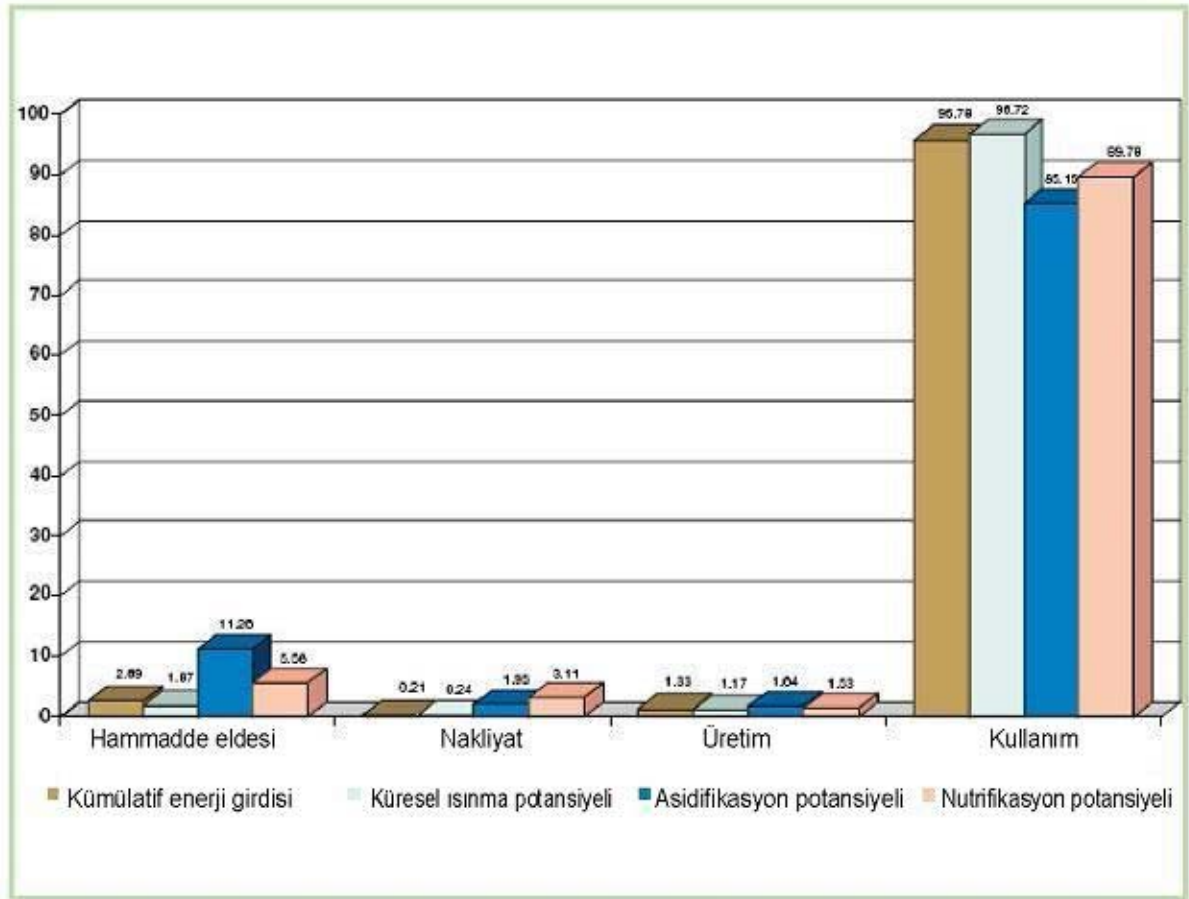
Yüksek kalite bir kaplama lastiğin ortalama değerlerde bir çekiş direnci artışına sahip olduğunu düşünürsek, bu lastiğin ekolojik etkilerini nötr olarak değerlendirebiliriz. Ama orta kalite bir kaplama lastik ise çevre üzerinde çok daha fazla etki yapar.

Bu yaşam döngüsü değerlendirmesinin temel amacı, bir lastiğin ömründeki çevresel etkilerden kaçınmak için neler yapılabileceğini saptamaktır.

8.8 YORUMLAMA

8.8.1 Üstünlük Analizi

Bu değerlendirmenin altındaki parametre fazlalığından dolayı, hiçbir evrenin tüm parametreler için genel üstünlüğü kullanılabileceği düşünülemez. Örnek olarak, atmosfer üzerindeki en büyük etkinin kullanım aşamasında oluşur; başka bir noktada, atık su üzerindeki en büyük negatif etkiyi hammadde kazanımı yapar. Kümülatif enerji girişi ve farklı hayat evrelerindeki çevresel potansiyeller üzerinde kısa bir karşılaştırma yapılabilir. (Şekil 8.20)



Şekil 8.20 Enerji tüketiminin karşılaştırılması ve lastiğin yaşam aşamalarında etki eden potansiyel faktörler

Tüm kategorilerde çevre üzerindeki en büyük negatif etkinin lastiğin kullanımında olduğu gösterilebilir. Daha sonra sırayla hammadde kazanımı ve nakliye daha az etkilere sahiptir. Lastik üretimi çevre üzerinde en az negatif etkiye sahip olan evredir.

8.8.2 Önem Analizi

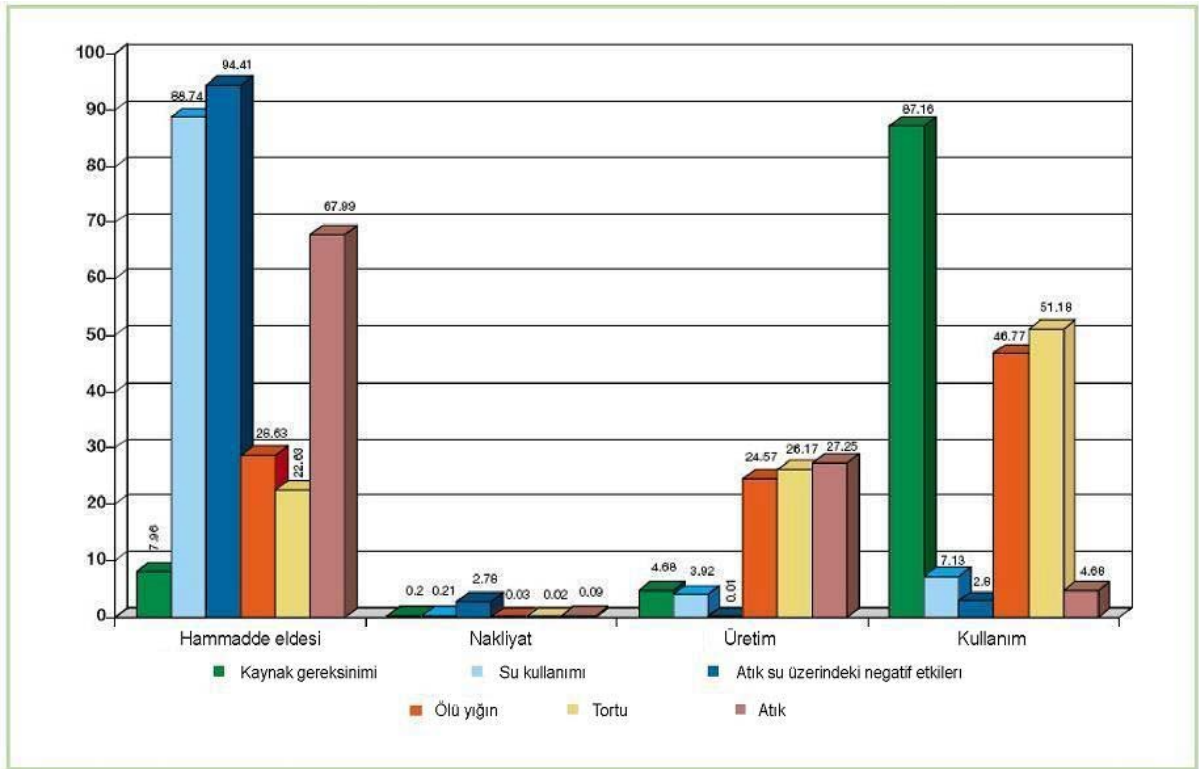
Farklı değişkenlerin karşılaştırması açıkça gösteriyor ki tekerlerin tırtıllarında siyah karbon yerine silikaların kullanımıyla atmosfer üzerindeki etki azaltılabilir. Çünkü bu değişim, lastiğin çekiş gücünü azaltır. Bu değişimin kullanımıyla birlikte, atık su üzerindeki negatif etki, kümülatif enerji girişindeki toplam etki ve çevresel potansiyel üzerindeki toplam negatif etki azalır.

Yıpranmış lastikler diğer üretim sistemlerinde ikincil hammadde olarak kullanılırlar. Bu yıpranmış lastiklerin doğal özellikleri, yıpranmış lastiklerin geri dönüşümüne Geri Dönüşüm Yönetimi'nin gereksinimlerini karşılayabilme gibi çok geniş faydalar

sağlamaktadır.

8.8.3 Duyarlılık Analizi

Ürün yaşam devir değerlendirmeleri, kaçınılmaz bir şekilde öznellik ve belirsizliğin kesin bir derecesine maruz kalırlar. Bunun sebebi öncelikle verilerdeki, değerlendirmenin çalışma sahasının sınırlandırılmasındaki ve çevresel etkinin değerlendirilmesindeki yanlışlık ve belirsizlikten dolayıdır. Duyarlılık analizi, değerlendirmenin sonuçlarındaki muhtemel hataların etkisinin bir tahminini içermelidir.



Şekil 8.21 Lastiğin yaşam aşamalarındaki bağül karşılaştırma

9 RENKLİ BİLGİSAYAR MONİTÖRLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

9.1 GİRİŞ

İmalat genellikle ürün maliyeti ve kalitesi üzerine odaklanır. Şirketteki çevresel hususlar sadece çevresel düzenlemeler ile uyuma yönelik bir “hat bitişi” muamelesi olarak görülür. Ancak, ürün hakkındaki çevresel içerim (kaygı) örneğin bir kapsamlı üretici sorumluluğu ve çevresel etiketleme yavaş yavaş iş aktivitesinde diğer bir yönlendirici (sürücü) güç olmaktadır. Pazarda bu kaygının etkilerinin hala görünmez olmasına karşın, potansiyel devamlı bir şekilde büyümektedir ki çevreye uyumlu (dost) üretim pazarda daha yüksek bir pozisyon almaktadır. Daha da ileri olarak standardizasyon için uluslararası organizasyon (ISO) 1993 yılından beri çevresel yönetim sistemlerini standardize etme hususunda çalışmaktadır. ISO da ki aktiviteler Kore’de endüstrileri bir ürünün çevresel performansını daha fazla dikkat sarf etmeye yönlendirmiştir.

Bu sebepler itibari ile Samsung elektronik çevreye uyumlu ürünler geliştirmeye yönelik yolları araştırmıştır. Bunun bir ilk basamağı olarak, 1995 yılında bir mikro dalga fırında bir yaşam döngü değerlendirme projesi uygulanmıştır. Projenin hedefi yaşam döngü sisteminin nasıl uygulanacağını öğrenmek ve bir mikro dalga fırında çevresel sıcak (önemli) noktaları belirlemektir.

Bir yaşam döngü değerlendirmesi ve başlangıçta bir ürünün çevresel performansında iyileştirmenin uygulaması arasında küçük bir karmaşa mevcut idi. İmalat bölümündeki insanlar yaşam döngü değerlendirmesini öyle bir araç olarak değerlendiriyorlardı ki yaşam döngü değerlendirilmesinin uygulaması kendisi ürünün çevresel performansını iyileştirebilecekti. Ancak daha sonra farkına vardılar ki yaşam döngü değerlendirmesi bir değerlendirme aracı idi, ki bu ürün sisteminin çevresel yönleri hususunda ham materyal seçiminden imalata, kullanıma, ve atık yönetimine kadar, bilgi sağlayan bir iyileştirme aracı bir değerlendirme aracı ve bu bütünlüğe ilişkin (bütünün parçası) bilgi gelecekteki ürün dizaynında da ayrıca çok önemli idi.

Bu projeden sonra, yaşam döngü değerlendirmesi ürünlerin çevresel performansında iyileştirmeye yönelik bir rehberlik için en değerli araçlardan biri olarak tanındı. Yaşam döngü değerlendirmesi yarı iletkenlerden elektronik ürünlere kadar diğer üretim gruplarına da genişletildi. Samsungda ki yaşam döngü değerlendirme çalışmalarının ana hedeflerinden birisi bilgisayar – temelli çevresel değerlendirme sistemiyle birlikte yaşam döngü düşüncesini ürün

dizayn evresinde tanıştırmak üzere ön plan sistemler için yaşam döngü envanter verileri toplamak üzeredir. Bir diğer hedef ürünlerin çevresel performanslarında iyileştirme için bir üründe yaşam döngü sisteminde sıcak (önemli) noktaları belirlemektir.

Yaşam döngü değerlendirmesinin uygulaması çevresel uyumlu (çevreye arkadaş) bir ürünü geliştirmedeki ilk adımdır. Yaşam döngü değerlendirme çalışmasının çıktıları bir ürünün çevresel performansını iyileştirmeye yönelik olarak ürün dizayn edicilere rehberlik verebilir, iyileştirmeye yönelik uzun – dönem hedefler olduğu kadar kısa – dönem hedefler ortaya koymada bir karar – oluşturuıcı olmaya yardımcı olabilir.

Bu makale, renkli bilgisayar monitör hususunda yaşam döngü değerlendirme projesinin bir özeti olarak, renkli bilgisayar monitörlerinin çevresel performanslarını ve elektronik mallar için yaşam döngü değerlendirmesinin prosedürlerini tartışmaktadır.

9.2 YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ

9.2.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın başlangıç hedefi çevresel performansı iyileştirmek için bir renkli bilgisayar monitörüne ilişkili olarak sıcak (önemli) noktaları belirlemek idi. Yaşam döngü değerlendirmesi boyunca, çalışmaya yönelik hedefler renkli bilgisayar monitör sistemlerinde ön plan sistemlere yönelik envanter yaşam döngü verilerini toplamaya, yeni bir modeli geliştirmede kullanmak üzere sıcak noktaları belirlemeye, ve daha ileri olarak ürün dizayn evresinde yaşam döngü düşüncesini tanıştırmaya genişletildi. Bu çalışmadan gelen sonuçlar renkli bilgisayar monitörlerinin çevresel performansını iyileştirmeye yönelik olarak ciddi üyelik olan aktivitelere doğru ciddi bir ön adımdır.

9.2.2 Ürün ve Fonksiyonel Birim

17 inçlik bir ekran boyutu olan, bir renkli bilgisayar monitörü, yaşam döngü değerlendirme çalışmasında bir ürün olarak seçildi çünkü 17 inç monitörler pazardaki en popüler üründür. Fonksiyonel birim 6 yıllık ömrü olan bir 17 inç renkli bilgisayar monitörü olarak tanımlandı. Renkli bilgisayar monitörünün teknik yaşam süresi 6 yıldan daha uzun olabilir, şirket genellikle servis için bileşenleri stokta 6 yıl için tutar. Çalışmanın hedefiyle birlikte, yaşam süresi için bir 6 – yıl periyot fonksiyonel birimde alındı.

Çizelge 9.1 Renkli bilgisayar monitöründe kullanılan bileşen ve materyaller

Bileşen	Ağırlık (kg)	Malzeme
Katot ışın tüp montajı	10.679	Cam/ Çelik/ Cu/ PVC/ Sn/ Kauçuk/ Kağıt
PCB montajı	3.503	Al/ Kauçuk/ Çelik/ Kağıt/ PP/ Cu/ PVC/ Sn/ Ag/ PB/ Fenol/ Ba/ Ti/ Polyester/ Epoksi/ PP/ Poliamit/ Bronz/ Naylon 66/ Kristal/ Gümüş/ Mo/ Mn/ Ni/ Si2O2/ Pirinç/ Seramik/ PBT
Kabin montajı	3.156	ABS/ Çelik/ Kauçuk/ PC-ABS/ PVC
Paketleme kutusu	2.663	Oluklu / Dalgalı kutu
Paketleme malzemesi	1.627	LDPE/ HDPE/ EPS/ Sünger
Koruma montajı	0.943	Çelik/ PBS/ Cu/ Sn/ Bornz/ Naylon 66/ Kauçuk
Diğerleri ^a	0.638	Cu/ PVC/ PBT/ PB/ Kağıt/ PET/ Akrilik/ PE/ Paslanmaz çelik
Toplam	23.209	

^a : Güç kablosu, etiket, vida vb.

9.2.3 Sistem Sınırları ve Veri Toplama

Renkli bilgisayar monitörü sistemleri için tüm süreçler, beşikten mezara, envanter hesaplamalarında dahil edildi. Ancak, sır ya da belirsizliklere bağımlı olarak bir kısım veri aralıkları mevcuttur. Bu veri aralıkları (boşlukları) ya bir veri boşluğu yada diğer bir süreç verisi olarak orjinal sürece benzer şekilde terk edilmiş (atlanmış) olarak kullanıldı.

Veri toplama bir zaman ve maliyet yoğun basamak olması itibari veri toplamayı kolaylaştırmak üzere yaşam döngü sistemi iki sistem ile – arka plan sistem ve ön plan sistem içerisine ayrıldı. Arka plan sistemde süreç için, ikincil datalar nokta – spesifik veri toplama yerine kullanıldı. Örneğin, ticari veri tabanları ham materyal üretim süreçleri ve enerji sistemlerinde kullanıldı. Ön plan sistemde, nokta – spesifik veriler anketler kullanılması yolu ile her süreç için toplandı. Çizelge 9 2 bu çalışmada sınıflandığı şekli ile arka plan ve ön plan sistemleri göstermektedir.

Ham materyal ekstraksiyonu, materyal üretimi, enerji üretim sistemleri arka plan sistemler olarak tanımlandı çünkü bu süreçlere yönelik pazarlar (marketler) homojen olarak varsayıldı. Genellikle bir bileşeni yada bir parçayı ve bir şirket içerisindeki süreci üreten birincil tedarikçilerin süreci ön plan sistem olarak tanımlandı. Ürün atık yönetim sistemleri ayrıca ön plan sistem olarak tanımlandı. Ancak, atık yönetim sistemine yönelik nokta – spesifik

verilerin elde edilmesi şuan itibari ile ki atık bilgisayar monitörlerinin sayısının nokta – spesifik veri elde etmek açısından çok küçük olması itibari ile zordur. Bu itibarla, atık yönetim sistemlerinden nokta – spesifik veriler bir renkli televizyon seti için, ki bir diğer yaşam döngü değerlendirme çalışmasında toplanmıştır, bu çalışmada kullanıldı.

Çizelge 9.2 Arka Plan / ön plan sistemler ve veri karakteristikleri

Yaşam döngüsü aşaması	Sistem	Veri karakteristikleri
Hammadde çıkarımı	Arka plan	İkincil veri
Enerji üretimi	Arka plan	İkincil veri
Malzeme üretimi	Arka plan	İkincil veri
Bileşen / Montaj üretimi	Ön plan	Spesifik veri
Renkli bilgisayar monitörü montaj prosesi	Ön plan	Spesifik veri
Kullanım	Ön plan	Tahmini
Atık yönetimi	Ön plan	İkincil veri

9.2.4 Senaryo ve Tahsisat

Elektronik bileşen imalat sistemlerini çoğu çoklu – çıktı süreçleri olup, burada bir bileşenden daha fazlası üretilir. Elektronik bileşende kullanılan ham materyaller ya da alt bileşenlerin miktarı materyal listesinden (BOM) elde edilebilir. Bu durumda, ham materyal kullanımı için hiç bir tahsisat gerekmez. Ancak, diğer çevresel yüklenimler, kullanılan enerji, serbest bırakılan emisyon, ve yaratılan atık gibi, hala bir ürün vermek üzere tahsisat olmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Üretilen ürünün miktarı ya da fiziksel özellikleri süreç karakteristiklerine bağlı olarak bu yüklenimler için bir tahsisat faktörü olarak seçildi. Örneğin, birçoklu – çıktı süreci ki burada ürünün miktarı bir tahsisat faktörü olarak kullanılmıştır ki ürün basit bir değerlendirme süreci gibi çevresel yüklenimler yaratmaktadır. Birçoklu – girdi süreci için, bir atık yönetim süreci gibi, tahsisat sebep – etki analizi temelinde yapılır.

Elektronik bir ürünün kullanımı evresinde, değerlendirmeye alınan iki faktör mevcuttur: Kullanım kalıbı ve güç tüketimi. Monitörün kullanım kalıbı genel bir kullanım kalıbı senaryosu türevletmek üzere çok fazla değişkendir. Örneğin, bir software (yazılım) şirketindeki monitörler evdeki monitörlere göre çok daha fazla enerji tüketirler. Daha da ileri olarak, bir monitör iki operasyon moduna sahiptir. Bir operasyon modu ve diğer ise enerji tasarrufu modudur.

Bu çalışmada, kullanım evresi her bir monitörün bir günde 8 saat süreyle işlediği ve: 4 saat süreyle işleyiş modu ve 4 saat süreyle de enerji tasarruf modu olduğuna ilişkin bir şekilde

varsayıldı. Her iki mod için enerji tüketim hızları şirket test kayıtlarından toplandı.

Daha önce bahsedildiği gibi, bir renkli televizyona yönelik atık yönetimi veri aralığı (eksikliği) sebebi ile nokta – spesifik data yerine kullanıldı. Bir renkli televizyon setinin atık yönetiminde, katot ışını tüpü (CRT), baskılı devre kartı (PSB), kabin ve güç kablosu ürün yaşam evresinin sonunda el ile ayrıldığı ve daha sonra döngüye gönderildiği varsayılan geniş montajlar idi. Genişlemiş polistiren (EPS) ve paketleme materyallerindeki kıvrımlı (karton) kutular da genellikle iyi döngüledi. Elektrik kablosu, kablo kıskacı (klemp) kelepçe, ya da benzeri hususlar yakıldı yada toprağa gömüldü.

Katot ışın tüpü bir çekiçle kırıldı ve panel ve funnel (huni) arasındaki camın kurşun içeriğinin değişmesi itibariyle değişik cam tipleri içerisine sıralandı. Kırılmış cam florasan maddeleri uzaklaştırmak üzere hidro florik asit ve su ile durulandı. Durulama sonrasında kırılmış cam bir katot ışın tüpü imalat şirketine ham madde olarak kullanılmak üzere geri döngüledi. Ürün yaşamının sonunda baskı devre kartı yeniden kullanım için Çin'e ihraç edilmiş olarak rapor edildi. Yeniden kullanılan bileşenler bir çıktı olarak değerlendirildi ki bu yeniden kullanılma sürecine ilişkin hiç bir bilgi ulaşılabilmemesi itibari ile sistem çevresini geçmektedir. Kabin, ki bir polycarbonate/acrylonitrile-butadiene-styrene (PC/ABS), bileşenidir, bir oyuncak ya da düşük – derece plastik ürün şeklinde diğer üretim sistemine geri döngüledi. Bakır güç kablosundan ekstrakte edildi.

Ambalaj materyali ürünün teslimimden sonra perakendeci tarafından genellikle geri alınır, ya da tüketici tarafından atılır. Paketleme materyalleri için, ekspandepolisistem (EPS) ve karton kutular genellikle geri döngülenir, fakat polietilen (PE) torbalar gibi küçük paketleme materyalleri ve çelik teller yakılır ve gömülür.

9.2.5 Envanter Analizi ve Etki Değerlendirilmesi

Tedarikçilerden veri bir kez toplandığında, enerji tüketimi, serbest bırakılan emisyonlar, ve süreçteki kütle dengesi hem HBD uygulayıcılar hem de dahili eksperler tarafından kontrol edilir.

Süreçler eksik data yada anormal data olması durumunda, data anketleri tedarikçiye datayı tekrar kontrol etmeleri ve eksik datayı toplamaları için geri gönderilir. Eğer tedarikçi yeterli dataya sahip değil ise, eksik (kayıp) data HBD uygulayıcıları tarafından materyal kompozisyonu, uzman fikri, yada diğer tedarikçilerden data temelinde muamele edilir. Elektriğe ilişkin emisyonlar, Kore güç şebekesi temelinde hesaplanır. Her bir güç birimi (fabrika) için emisyon faktörleri literatür datadan adapte edilir. Envanter hesaplamaları ticari

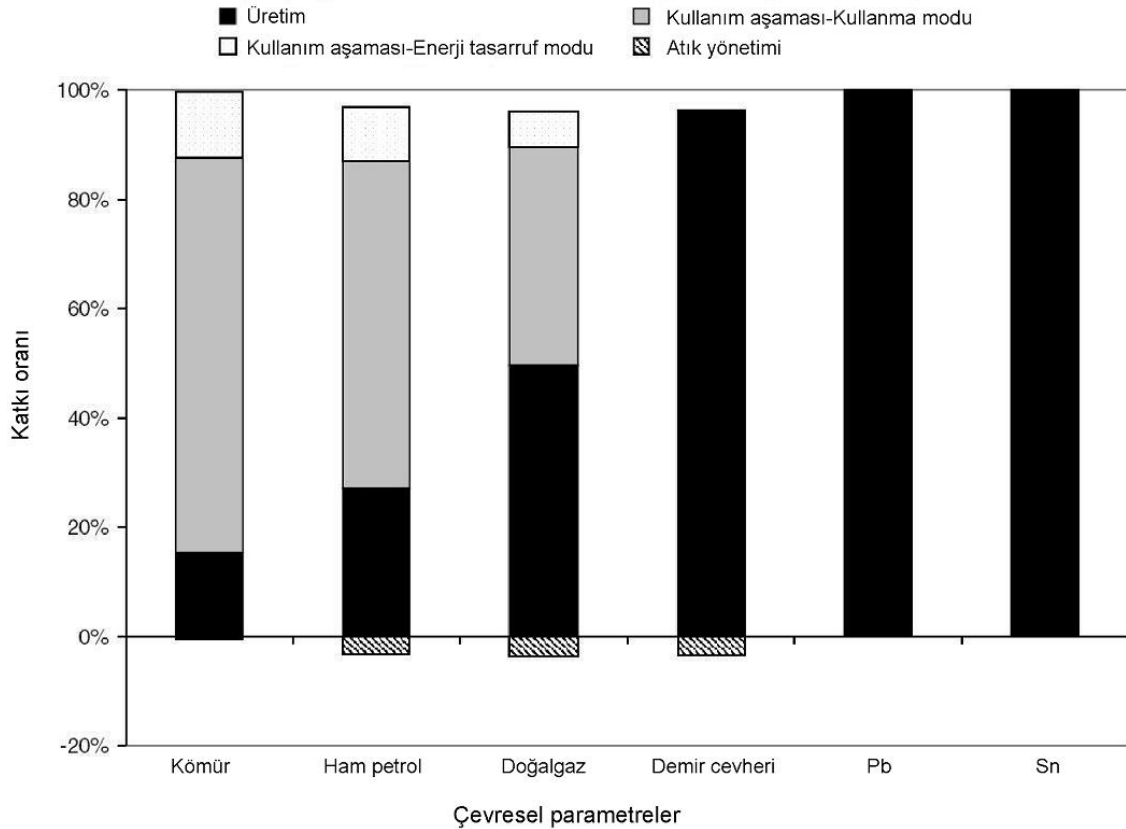
HBD yazılımı (LCAiT, CIT Ekolojik, Sweden) kullanılması yolu ile yapılır.

CML rehberindeki etki kategorileri ve karakterizasyon faktörleri; örneğin, abiyotik kaynakların tüketilmesi, global ısınma, stratosferik ozon katmanının tüketilmesi, asidifikasyon, foto kimyasal oksidan oluşumu, ötrofikasyon, insan toksisitesi, ve ekolojik toksisite bu çalışmada kullanıldı. Daha da olarak etki kategorileri çerçevesinde normalizasyon ve ağırlıklandırmalar ürün dizayn ediciler ve şirketteki diğer insanlarla iletişimi kolaylaştırmak amacıyla yapıldı. Normalizasyon Kore olgusu temelinde yapıldı. Her bir etki kategorisi için ağırlıklandırma faktörleri uzman panel araştırmalarından, ki bunlar hem dahili hem harici taraflardan seçilmiştir hesaplandı.

9.3 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

9.3.1 Envanter Analizinden Sonuçlar

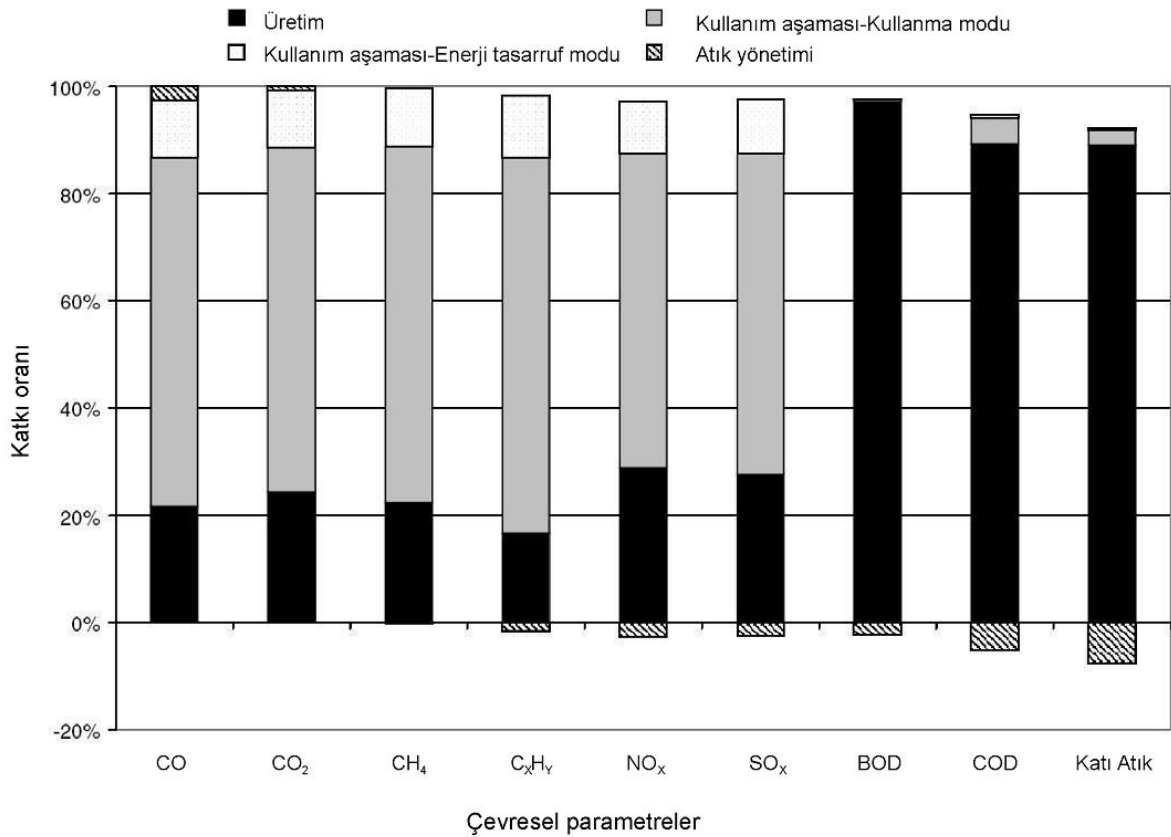
Bu envanter analizinde 200 den fazla çevresel parametre dahil edildi. Tüm çevresel parametreleri burada göstermenin mümkün olmaması itibari ile, bir kısım çevresel parametreler sunulmak üzere seçildi. Bu Şekil 9.1 ve 9.2 de gösterilmiştir ki burada her bir yaşam döngü evresinin katkılaşım oranı portrelenmiştir.



Şekil 9.1 Bilgisayar monitörünün yaşam döngüsünde abiyotik kaynakların tüketimi.

Enerji ekine ilişkili kaynaklar için en önemli katkılaşımıcılar, kömür, ham petrol, doğal gaz gibi, monitör kullanım evresinde operasyon modundadır. Şekil 9.1 de ham petrol ve doğal gaz hammadde stoğu olarak dahil edilmiştir. Üretim evresi geniş ölçekte demir cevheri, kurşun ve Tin'in kullanımına ilişkilidir, çünkü bunlar renkli bilgisayar monitöründe kullanılan ana materyallerdir. Negatif katkılaşım atık yönetim evresinde geri döngülenmeden olan çevresel kredi sebebi ileler.

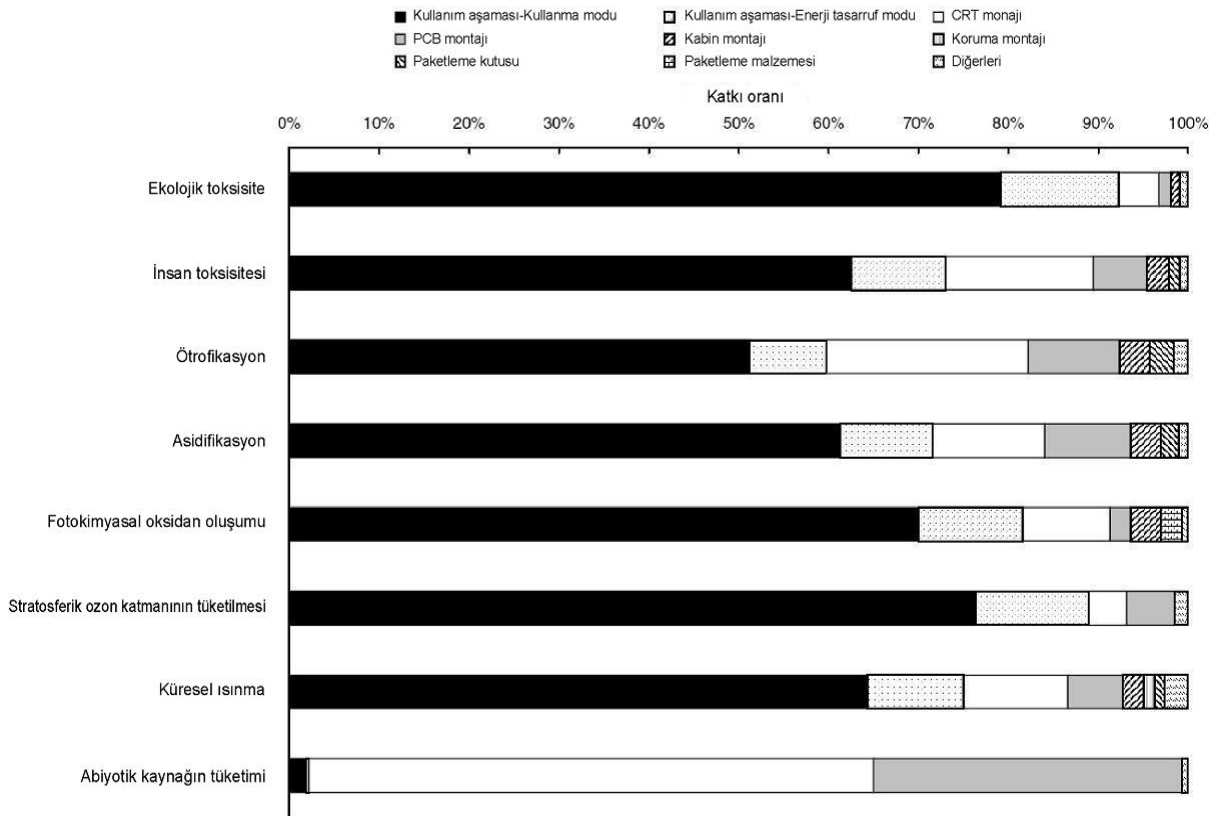
Şekil 9.2 de görüldüğü gibi, kullanım evresi salınımı enerji – ilişkili emisyonlar elektrik kullanımı sebebi ile diğer fazlardan çok daha fazladır. BOD, COD ve katı atıklar, ki bunlar süreçler ilişkili emüsyonlardır, birincil olarak üretim evresinde serbest bırakılır. Bir envanter sonuçlarından renkli bilgisayar monitörünün yaşam döngüsündeki sıcak noktaları belirlemek oldukça zordur. Daha da fazlasıyla, ürün dizayn ediciler envanter analizinin sonuçlarını anlamak hususunda zorluklara sahiptirler. Ancak, envanter analizinin sonuçları ev veri tabanı ortaya koymak açısından oldukça değerli bilgilerdir.



Şekil 9.2 Bilgisayar monitörünün yaşam döngüsünde çevresel emisyonlar.

9.3.2 Etki Değerlendirmesinden Sonuçlar

Her bir sürece yönelik 6 etki kategorisi Şekil 9.3 de gösterilmiş olup beşikten geçide bir resim vermektedir. Biotik kaynakların ve su kaynaklarının tüketilmesi etki değerlendirmesinde de göz önüne alınmamıştır çünkü biotik kaynaklar depozit (stok) olarak değil fakat bir kaynak ve akmakta olan su kaynağı olarak göz önünde tutulmuştur. Abiyotik kaynakların tüketilmesi dünya kabuğundaki konsantrasyonlar temelinde olan bir rezerv – taban metodundan hesaplanmıştır. Abiyotik kaynağın tüketimine ilişkin ana etkileşim faktörü üretim evresidir. Kurşun abiyotik kaynakların tüketilmesindeki en önemli çevresel yüklenimdir.



Şekil 9.3 Bilgisayar monitörünün çevresel performasındaki karakteristik sonuçlar

En önemli katkılaşım süreci katot ışın tüpü değerlendirme sürecidir çünkü kurşun cam tüpte bir ham materyal olarak kullanılmaktadır.

Global ısınmaya ilişkin potansiyel etki sadece yüzyıllık bir zaman ardıllığı içerisinde direk etkili gazları içermektedir. En önemli katkılaşımında bulunan çevresel yüklenim karbondioksittir ki bu enerji tüketiminden serbest bırakılır. Kullanım evresindeki işleyiş modu global ısınmaya % 60 tan daha fazla katkılaşmaktadır. Global ısınma kategorisindeki bir diğer önemli evre katot ışın tüpü montaj sürecidir ki burada sera etkili gazların çoğu fırınlardan serbest bırakılmaktadır.

Stratosferik ozon katmanının tüketimine ana katkılaşıcı Halon 1301 dir. Ozon katmanı tüketim gazlarının tümü elektrik üretiminden serbest bırakılır ki bu ticari bir veri tabanından alınmıştır. Bu itibarla, işleyiş modu ve enerji tasarruf modu kullanım evresinde stratosferik ozon katmanının tüketilmesinde en önemli evrelerdir.

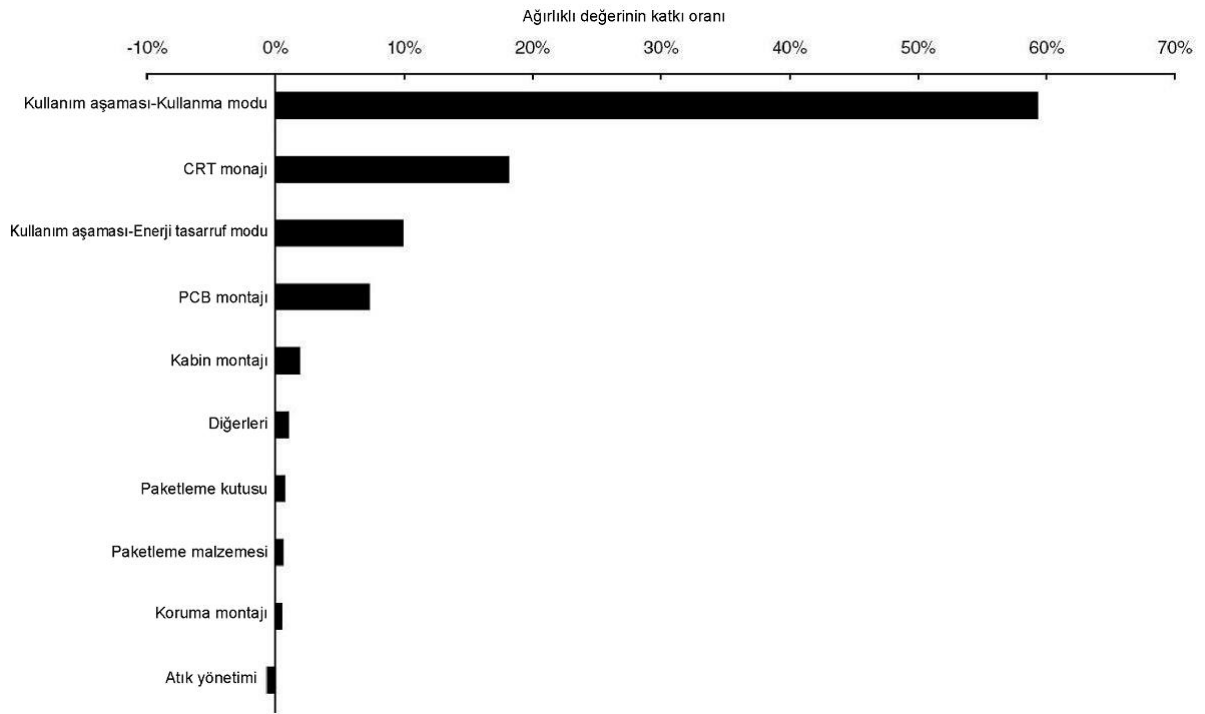
Foto kimyasal oksidan oluşumu kategorisinde, hidro kargon en katkılaşımcı çevresel yüklenimdir ve çoğu katkılaşım evresi kullanım evresindeki işleyiş modudur. Kullanım evresindeki enerji tasarrufu modu üretim evresindeki diğer süreçlerden daha fazla bir şekilde foto kimyasal oksidan oluşumuna katkılaşmaktadır. Üretim evresinde, katot ışın tüpü montajı foto kimyasal oksidan oluşumuna ilişkin en önemli katkılaşımcıdır. SOx asidifikasyona katkılaşan en sık çevresel yüklenim idi, en önemli çevresel yüklenim ötrifikasyon da ise NOx idi. Her iki çevresel yüklenim enerji – serbest bırakılmış yüklenimlerdir. Kullanım evresindeki işleyiş modu asidifikasyon ve ötrofikasyona en geniş katkılaşıcılardır. CRT montaj süreci yüksek enerji tüketimi sebebi ile bu iki etki kategorisindeki bir sonra gelen katkılaşıcıdır. Kullanım evresindeki işleyiş modu hem insan toksisitesi hem de ekolojik toksisiteye ilişkin dominant katkılaşıcıdır. SOx toplam insan toksisitesine en çok katkılaşıcıdır ve suya yağ emisyonları eko toksisite kategorisinde en önemli çevresel yüklenimdir.

Kolayca dikkat edilebilir ki kullanım evresindeki işleyiş modu abiyotik kaynakların tüketilmesi haricindeki potansiyel etkilerin çoğuna ilişkin en önemli kısımdır. Burada hala potansiyel etki kategorileri arasında bir ödünleşme hususu mevcuttur. Her bir etki kategorisi için sonuçlar yerine, ürün dizayn ediciler iyileştirme aktiviteleri için sıcak noktalar arasında bir öncüllük inşa etme hususunda çevresel performansa toplam bir çözüm isterler. Bu itibarla, potansiyel etkilere ilişkin ağırlıklar üstlenilmiştir ve gelecek bölümde gösterilmiştir.

9.3.3 Ağırlıklamanın Sonuçları

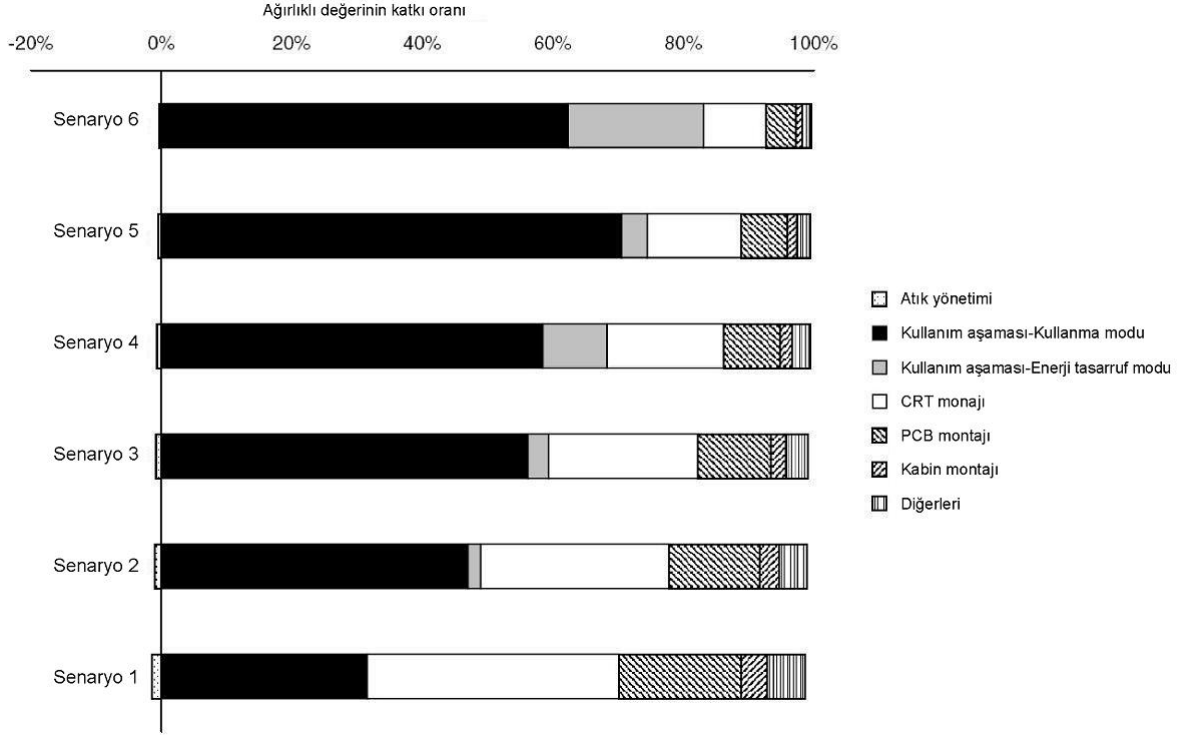
Her bir evre ya da sürece ilişkin katkılaşım oranı Şekil 9.4 te sunulmuştur. Oranlar ağırlıklama basamağından sonuçlar temelindedir. Diğer tüketici elektronik ürünleri gibi, sonuçlar kullanım evresinin güç tüketimi sebebi ile en katkılaşımcı süreç olduğunu göstermektedir. Daha öncede bahsedildiği gibi, kullanım evresi iki moda ayrıldı: İşleyiş modu ve enerji tasarrufu modu. İşleyiş modu toplam değerin % 59 una katkılaşır iken, enerji tasarrufu modu % 9,9 una katkılaşır. Her iki modun enerji gereksinimlerinin farklı olması itibari ile ve ayrıca zaman sürecine de bağımlı olması itibari ile, değişik kullanım kalıbı senaryolarının sonuçların uyumluluğu hususunda yönelik olarak etkileri hesaplamak önemlidir. Senaryolar hassasiyet analizinde göz önünde bulundurulduğu itibari ile aşağıdaki şekildedir:

- Senaryo 1: İşleyiş modu: 1 saat / gün, enerji tasarruf modu: 0 saat / gün
- Senaryo 2: İşleyiş modu: 2 saat / gün, enerji tasarruf modu: 0,5 saat / gün.
- Senaryo 3: İşleyiş modu: 3 saat / gün, enerji tasarruf modu: 1 saat /gün
- Senaryo 4: İşleyiş modu: 4 saat / gün, enerji tasarruf modu: 4 saat / gün
- Senaryo 5: İşleyiş modu: 6 saat / gün, enerji tasarruf modu: 2 saat / gün
- Senaryo 6: İşleyiş modu: 8 saat / gün, enerji tasarruf modu: 16 saat / gün



Şekil 9.4 Her bir evre ya da sürece ilişkin katkılaşım oranı

Sonuçlar Şekil 9.5 te sunulmuştur. Senaryo 1 de, katot ışın tüpü en katkılaşımıcı süreç olarak toplam renkli bilgisayar monitörünün tümünden yaşam döngüsü içerisinde en katkılaşımıcı faktör (%40) olmaktadır. Kullanım fazı toplam çevresel performansın % 32 si civarındadır. Bu senaryo ev kullanımını yansıtabilir. Tüm diğer senaryolarda, kullanım fazı en katkılaşımıcı evredir. Görülebileceği gibi, kullanım fazının katkılaşım oranı kullanım süresiyle birlikte artar. Kullanım evresinin katkılaşım oranı %32 den % 84 e kadar değişmektedir. Sonuçlar göstermektedir ki kullanım evresi en iyi senaryo olan ev kullanım olgusunda dahi en katkılaşımıcı evrelerden birisidir. Senaryo 5 i senaryo 6 ile kıyaslayarak, senaryo 5 deki operasyon işleyiş modunun katkılaşım oranı senaryo 6 dan senaryo 6 daki enerji tasarruf modunun zaman süresi sebebi ile daha büyüktür. Şu not edilmelidir ki Şekil 9.5 te tümü yüzdeler temelinde vurgulanmış olması itibari ile dahi senaryo 6 nın toplamı en genişdir.



Şekil 9.5 Hassasiyet analizin sonuçları

Kullanım evresinin en geniş katkılışımı çalışmanın başlangıcında farkına varılan etkidir. Renkli monitör şirketlerinin çoğu açık bir şekilde fark etmiştir ki kullanım fazı boyunca güç tüketimi en büyük iyileştirme fırsatlarından birisidir. Bu firmalar bilgisayar monitörünün enerji tüketimini geriletmeye yönelik çok ağır bir şekilde çalışmaktadırlar.

Üretim evresinde, katot ışını tüpü montajı en katılışımçı süreçtir. Katot ışın tüpü montajı, 10,7 kg, renkli bilgisayar monitöründeki en ağır montaj parçasıdır. Katot ışın tüpünün imalat süreci enerji – yoğunudur. Katot ışın tüpü montajındaki majör materyaller: Cam, çelik, fenol rezin, bakır, kaplama materyalleri ve elektronik aygıtlardır. Katot ışın tüpünün çevresel performansını iyileştirmek üzere, imalat sürecindeki enerji gereksinimi optimize edilebilir.

Baskılı devre kart montajı ayrıca üretim evresindeki en fazla katkılışımçı bileşenlerden bir tanesidir. Bu renkli bilgisayar monitörüyle ilişkilendirilmiş toplam çevresel etkilere ilişkili olarak % 7,3 e katkılışır. Baskılar devre kartının montaj sürecinde, ki burada elektronik aygıtlar fenelürezim kart içerisine sokulur (birleştirilir), elektronik aygıtların bir kısmı yeniden düzenlenir, kağıt ruloya birleştirilir ve makineye yerleştirmek için uygun boyuta otomatik olarak kesilir. Bu itibarla, birleştirme süreci çok büyük miktarda kağıt ve çelik tel atığı ile sonuçlanır. Elektronik aygıtları karta birleştirme sonrası lehimleme süreci temizleme süreciyle takip edilir ki burada buhar temizleyici ajan olarak kullanılır. Baskılı devre kart montaj sürecinde enerji yoğunudur.

Kabin montajı renkli bilgisayar monitörünü toplam çevresel performansına yaklaşık % 1,9 itibari ile katkılaşır. Kompozisyon PC ve ABS dir. Kabin montaj üretimindeki süreç plastik rezin imalatı ve kalıplamadır. Katkılaşımın çoğu plastik rezin imalat sürecinden sonuçlanır. Bu itibarla kabinde kullanılan rezin miktarının gaz enjeksiyon kalıplama teknolojisi yada kabinin geometrisinin daha iyi dizaynı yolu ile geriletilmesi kabin montajındaki çevresel performansı iyileştirebilir.

İlginçtir ki paketleme materyali ve paketleme kutusu renkli bilgisayar monitörünün toplam çevresel performansına bir kısım ölçekte katkılaşır. Daha iyi bir dizayn materyal miktarını geriletmek üzere çevresel performansı iyileştirmek açısından önerilir.

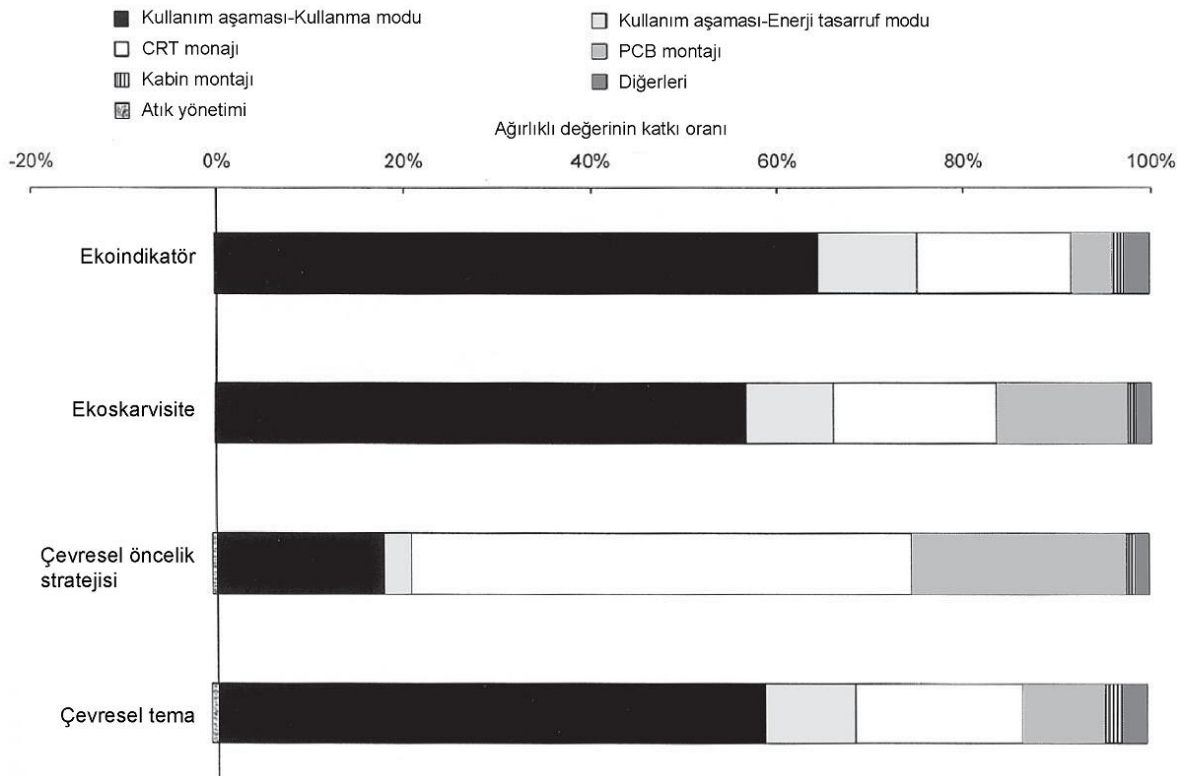
Kalkan muntajın (parça) esas fonksiyonu ki bu çelik bir plakadır, işleyişi boyunca elektro manyetik radyasyon emisyonunu önlemektir. Kalkan montajı (parça) kabin montajı için polimer rezinin kondüktivitesini kullanmak ya da kabin parçası içerisinde magnezyumla kaplama yolu ile elimine edilebilir. Her iki alternatifine yönelik çevresel performansı hesaplamak üzere bir diğer yaşam döngü değerlendirmesi uygulaması gereklidir zorunludur.

Şekil 9.5 de görülebileceği gibi, atık yönetim sürecinden kazanılan bir kısım çevresel faydalar mevcuttur çünkü geri döngülenen ya da yaşam döngüsünün sonunda yeniden kullanılanlar çoğu materyal ve bileşenlerdir. Bu bir optimistik senaryodur. Ancak, atık yönetim evresinde renkli bilgisayar monitörünün çevresel performansını denkleştirmeye yönelik olarak nokta – spesifik data toplamak üzere daha fazla çalışma gereklidir.

Yaşam döngü değerlendirme çalışmalarında ki hassasiyet data kaynakları, tahsisat metotları, sistem sınırları, değerlendirme metodolojileri etkisi tarzındaki hususlardan ortaya çıkar. Data kaynağı için, arka plan sistemler için ikincil data kullanılır iken ön plan sistemler için nokta – spesifik veriler toplanır. Data seçeneğine ilişkili hassasiyet ön plan sistemlere göre arka plan sistemlerde ticari veri tabanları arasındaki emisyon faktörlerinin varyasyonu (değişimi) sebebi ile daha fazla ortaya çıkmaktadır. Ticari veri tabanlarının seçimi her hangi bir detaylı bilgi olmaksızın oldukça zor bir konudur. Daha da ileri olarak, ticari veri tabanları genellikle detaylı bilgi sağlamazlar. Sonuçların güvenilirliğini kontrol etmek üzere, beşikten kapıya veri diğer data kaynaklarından metallere yönelik veriler renkli bilgisayar monitörünün çevresel performansında hassasiyeti hesaplamada kullanılır. Sonuçlar göstermektedir ki bileşenler ya da parçalar (montaj) sebebi ile toplam çevresel performansta hiç bir belirgin farklılık mevcut değildir ki burada metaller ham materyal olarak kullanılmakta olup, çevresel performansa kullanım fazından daha az katkılaşmaktadır ve çevresel parametreler etki değerlendirmesinde karakterizasyon indikatörü içerisine birleştirilir. Daha da ileri olarak her bir kategorizasyon

indikatörü normalize edilir ve sonrasında ağırlıklandırılır.

Güç sistemi için emisyon faktörleri seçiminin hassasiyeti araştırılmamıştır çünkü bu çalışmanın amacı sıcak noktaların belirlenmesi hususudur. Açık döngü (devre) geri döngüleme tahsisat metotlarının hassasiyeti bu çalışmada göz önüne alınmamıştır çünkü materyallerin sadece küçük bir kısmı diğer üretim sistemlerine geri döngülenmektedir. Etki değerlendirme metodolojisinin sonuçlara ilişkin hassasiyet belirlemek üzere, diğer etki değerlendirme metodolojileri uygulandı – eko indikatör, ekoskarvisite (eko yetersizlik anlamında). Çevresel önceliklik stratejileri (EPS). Sonuçlar Şekil 9.6 da sunulmuştur, ki burada çevresel tema etki değerlendirilmesinde temel bir metodoloji olarak kullanılmaktadır. Çevresel önceliklik strateji için olan haricinde, diğer metodolojiler katkılaşım oranında bir sabitlik (tutarlılık) göstermektedir. Çevresel önceliklik stratejisinde, kullanım evresi diğer metodolojilerde en katkılaşımıcı süreç iken katot ışın tüp süreci en katkılaşımıcı süreçtir. Bu kaynak kullanımının çevresel önceliklik stratejisinde serbest bırakılan emisyonlardan daha fazla vurgulanması gerçeğinden dolayı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 9.6 Çeşitli etki değerlendirme metodolojisilerine göre renkli bilgisayar monitörünün çevresel performansını

Eko indikatörde, baskılı devre kartının katkılaşım oranı kaynak kullanımına ilişkin hiç bir karakterizasyon faktörü olmaması sebebi ile diğer etki değerlendirme metodolojilerine kıyasla görece olarak küçüktür.

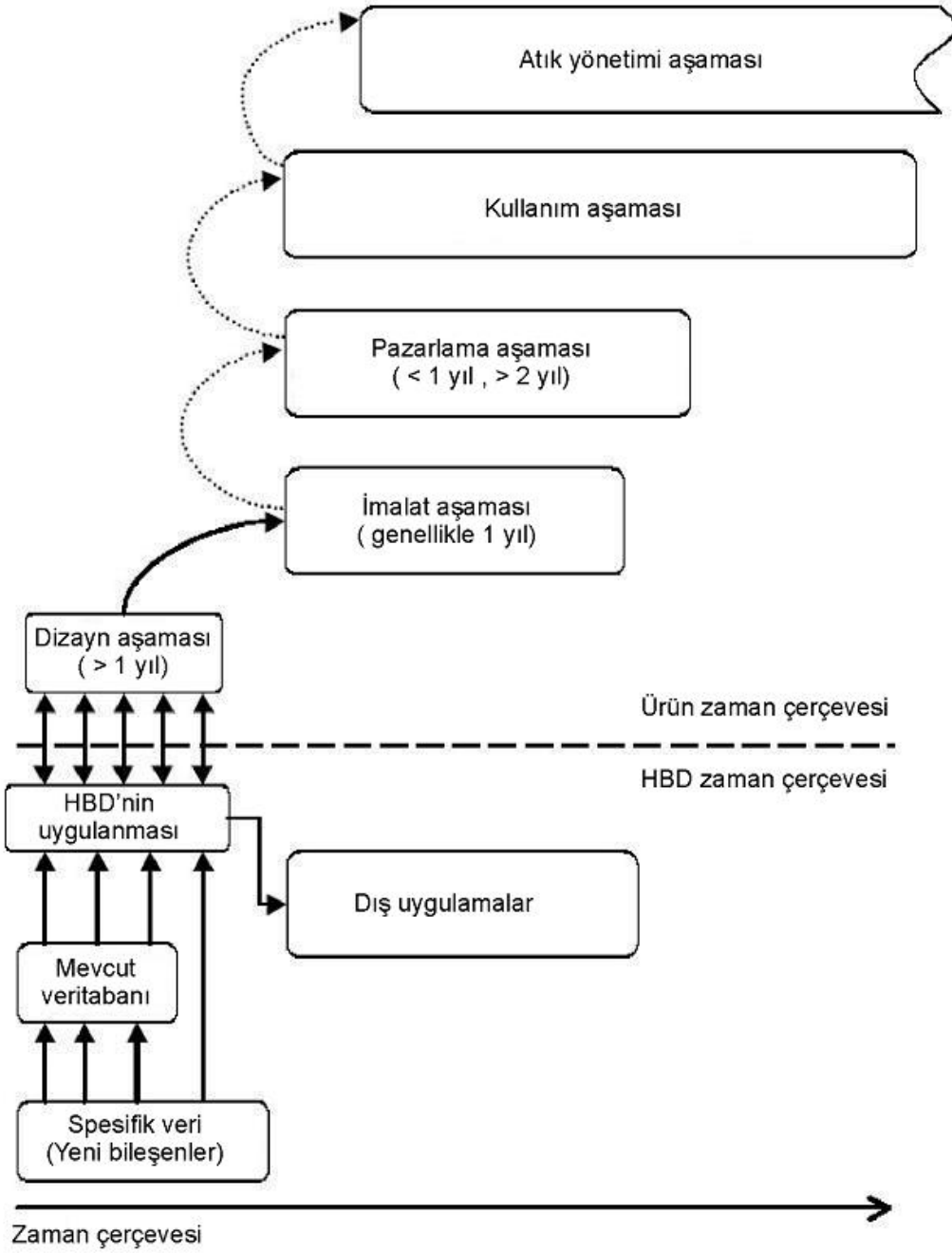
9.4 ELEKTRONİK ÜRÜNDE YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRME PROSEDÜRÜ

Bu çalışma hali hazırda pazara sürülmüş olan bir ürün hususunda odaklanmıştır. Bu dört kişi tarafından bu üründe yaşam döngü değerlendirmesinin tamamlanması 9 ay almıştır. Bu çalışmadan iki ay ya da üç ay sonra, yeni model pazara sunulmuştur. Genellikle elektronik şirketleri Kore’de her yıl yeni bir rekabetçi model geliştirmektedirler. Eski bir model ve yeni bir model arasındaki zaman aralığı pazarda yaklaşık bir yıldır.

Yaşam döngü değerlendirmesinin en önemli uygulamalarından birisi bir harici kullanımdır. Örneğin, birçok şirketler tip 3 çevre etiketleme programı gibi yaşam döngü değerlendirmesine ilişkin harici bir kullanımla ilgilenmelidirler. Tip 3 çevresel etiketlemeyi pazarda etkisini maksimize etmek üzere, ürün başlangıçta pazara başlangıçta tip 3 etiketlemeyle sunulmuş olmalıdır. Ancak, pazarda bu tarz kısa – dönem ürünler için HBD sonuçlarının harici kullanımına ilişkin zaman kalıbı (aralığı) sebebi ile bir kısım zorluklar mevcuttur. Kore’de ki elektronik ürünlerin tipik zaman kalıpları (aralığı) Şekil 9.7 de gösterilmiştir. Şekil 9.7 deki koyu çizgi bilgi akışını temsil eder, kesikli çizgiler ürün akışını temsil eder iken. Ok akışın yönünü gösterir.

Bir elektronik ürün için dizayn süreci genellikle 6 – 12 ay alır, ve imalat evresinin zaman aralığı yeni bir modele kadar hali hazırda 1 yıl civarındadır. Pazarlama evresi imalat evresinden bir miktar az bir miktar daha uzun olabilir, fakat majör (büyük) bir marketi göz önünde bulundurarak, bu imalat evresiyle aynıdır. Kullanım evresinin zaman aralığı kesinlikle ürünün karakteristiklerine bağlıdır. Bu itibarla, HBD kullanımına ilişkin en etkili yol için zaman periyodu kamu kullanımı için yaklaşık 1 yıldır. Bir elektronik ürünlerdeki yaşam döngü değerlendirme çalışmasının en az 6 – 9 ay alması itibari ile çalışmanın ürünün pazarda görünme noktasında başlaması durumunda HBD sonuçlarını kamuya iletilimlendirebilmek açısından 6 aydan daha az bir süre kalır.

HBD sonuçlarının üçüncü taraflara iletimi için zaman periyodunu maksimize etmek üzere, bu tarz kısa ömürlü bir ürüne yönelik yaşam döngü değerlendirmesi pazarda dizayn evresinde uygulanmalıdır. Diğer halde, yaşam döngü değerlendirmesinin zaman yoğun bir süreç olması itibari ile HBD’nin harici uygulamasının kullanılması için hiç bir boşluk mevcut değildir. Yaşam döngü değerlendirilmesinin dizayn evresinin başladığı durumda dahi, bir ön – mevcut metodoloji ve ev içi veri tabanı gereksinilir.



Şekil 9.7 Elektronik ürünlerin tipik zaman kalıpları (aralığı)

Genellikle, yeni bir ürünün spesifikasyonu dizayn evresinin başlangıcında sabitlenir. Bir parça için eğer HBE datası ön – mevcut, ev veri tabanında ise, bu datalar yeni bir yaşam döngü değerlendirmesinde kullanıma hazırdır. Eğer değil ise, nokta – spesifik datalar yeni bir bileşen için toplanır. Fakat çoğu olguda yeni bileşenlerin sayısı daha önce kullanılanlardan daha az olarak ortaya çıkar. Bu itibarla, bu yaşam döngü değerlendirmesinin zaman aralığını azaltabilir. Yeni nokta – spesifik data ön – mevcut veri tabanına eklenir. Bu itibarla bu süreç zaman ve maliyetten tasarruf ettirebilir. Bu uygulama için HBD nın muhtemel bir yaklaşımı aşağıdaki şekildedir:

1. Ürün grubu için bir yaşam döngü değerlendirme aracı geliştir.
2. Ön – mevcut veri tabanı geliştirmek üzere ürün grubunda kullanılan ham materyaller, parçalar ve bileşenler için süreç verisi topla.
3. Ürün dizayn evresi boyunca yeni bir ürünün dizayn spesifikasyonunda ki değişiklikleri belirle ve eğer mevcut değil ise bu değişiklikler için süreç datası topla.
4. Yeni ürünlerdeki yaşam döngü değerlendirmesini imalat evresi boyunca ön – mevcut veri tabanını kullanarak uygula.

Basamak 1 ve basamak 2 harici bir uygulama için HBD uygulaması öncesindeki ön – prosedürdür. Buradaki basamak 2 verilen bir ürün grubu için genel basamaklardır. Basamak 1 de, verilen bir ürün grubundaki HBD metodolojileri tahsisat kuralı gibi, kullanılan patern senaryosu, atık yönetimi vesair gibi kararlaştırılır. Ürün grubu için nokta – spesifik data mümkün olduğu kadar basamak 2 de toplanır. Basamak 1 ve basamak 2 bir kez tamamlandığında, HBE data toplamadaki zaman tüketimi ve HBD metodolojisine karar vermedeki zaman tüketimi azaltılabilir, ve harici uygulamalar için ürün dizayn süreci ile paralel olarak HBD uygulamasına hazırdır. Metodoloji ve veri tabanı hali hazırda basamak 1 ve 2 de ortaya konulduğu şekil ile ev içi veri tabanı ve metodolojide yeni değişiklikler oluncaya kadar tekrar tekrar kullanılabilir.

Basamak 3 ve basamak 4 verilen birim için ürün için spesifik basamaklardır. Basamak 3 de yeni model ve eski model arasındaki farklılıklar belirlenir. HBD uygulayıcısı ve süreç dizaynını hangi bileşenlerin nokta – spesifik data toplamak üzere ihtiyaç duyulduğu hususuna karar verir. Data ulaşılabilirliğini belirledikten sonra, yeni bileşenler için nokta – spesifik data tedarikçilerden toplanır. Tedarikçilerden daha öncesinde elde edilebilir olan bileşenler tümünden yeni olan bileşenlere kıyasla daha kolay bir şekilde toplanır. Daha önce elde edilebilir olmayan bileşenlere öngörölü olarak, nokta – spesifik datanın toplanması bu bileşenin dizaynının tamamlanmasından sonra gerçekteştirilir.

Yukarıdaki prosedürü takip etmek üzere, verilen bir ürün grubunda devasa miktardaki ev içi veri tabanı ve bir bilgisayar temelli HBD hesaplama uzman programı zorunludur. Daha da ileri olarak, HBD uygulayıcısı ve ürün dizaynını yakın bir şekilde birlikte olarak yardımlaşma içinde olmalıdır. Bu prosedür ürünün çevresel performansının iyileştirilmesi ve materyal / bileşenlerin seçilmesinde de ayrıca çok kullanışlıdır. Ürün döngü değerlendirmesinin ürün dizayn evresinde gerçekteştirilmesi itibari ile, bir dizaynır seçenekler arasındaki karşılıklı ödünleştirmeyi ortaya koymak üzere bir alternatif seçeneğin çevresel performansını kolayca hesaplayabilir.

9.5 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın amaçlarından birisi gelecek iyileştirmeler için bilgisayar renkli monitör yaşam döngüsünde ki sıcak noktaları belirlemektir. Bu çalışma göstermektedir ki kullanım evresi yaşam döngüsü sürecindeki en katkılaşımıcı evredir. Kullanım evresindeki üç enerji tasarruf moduda bilgisayar renkli monitörünün toplam – çevresel performansına bir ölçekte katkılaşmaktadır. Katot ışın tüp parçası (montaj) ve baskılı devre kart parçası (montaj) üretim evresindeki en önemli hususlardır. Bu çalışmada belirlenen diğer sıcak noktalar kabin montajı, paket materyalleri, ve kalkan parçası (montaj) dır. Bu sıcak noktalar iyileştirme seçeneklerini bulmak üzere ürün dizaynırları tarafından gözden geçirilmektedir.

Sıcak noktalar kontrol edilebilir seçenekler ve kontrol edilemeyen seçenekler olarak sınıflanabilir. Kontrol edilebilir seçeneklerde, bir şirket kendisi tarafından iyileştirme yapabilir ya da direk olarak tedarikçilerini iyileştirme açısından etkileyebilir. Örneğin, kullanım evresindeki güç tüketimi kontrol edilebilir, fakat tüketicilerin kullanım kalıpları kontrol edilemez. Şirket tedarikçilere ürünlerindeki çevresel performansı iyileştirmek üzere tedarikçileri desteklemek üzere tedarikçilerin çevresel etkileri indirgemelerini yada çevresel yüklemde bir üst limit tanımlamalarını isteyebilir. Bu itibarla, kontrol edilebilir seçenekler şirket ve tedarikçileri arasında güçlü bir ekonomik ilişki temelindedir. Kontrol edilebilir seçenekler daima teknik aralıklar yada yatırıma bağımlı olarak daima iyileştirilebilir de olmayabilir.

Şirketler kontrol edilemeyen seçenekte direk olarak bir değişimde hiç bir şey yapamaz. Örneğin, güç şebekesi ve ham malzeme ekstraksiyonu / süreciyle ilgili çevresel etkiler ve tüketicilerin kullanım kalıpları kontrol edilemezdir. Şirket ve ham materyal ekstraksiyonu / imalat süreci arasındaki ekonomik ilişki bu süreçler ya da ürünlerin çevresel performansını iyileştirmek açısından şirket için direk olarak istenebilme hususu açısından zayıftırlar. Şirket tedarikçilerini şirkete direk ilişkili olanlar itibari ile, çevresel performansı iyileştirmek üzere ham malzeme süreçleme imalatçılarına istemek üzere tedarikçileri yönlendirebilir. Ancak, direk tedarikçilerin genellikle ham malzeme süreçleme şirketlerinden çok daha küçük olması ve kendi ham malzeme tedarikçilerini seçmede çok az şansa sahip olmaları itibari ile direk destekçilerden bu hususu elde etmek oldukça zordur. Daha da ileri olarak, kontrol edilebilir seçeneklere yönelik iyileştirme stratejileri geliştirmenin zaman periyodu, yatırım maliyeti, teknik kolaylık bir uzun - dönem iyileştirme stratejisi ve kısa – dönem iyileştirme stratejisine bağımlı olarak iki kategori içerisine ayrılabilir. Uzun – dönem iyileştirme stratejisi kullanım evresinde güç tüketimini geriletilmesi; katot ışın tüpü imalat sürecinde enerji tüketiminin optimizasyonu ve baskı devre kart sürecinin iyileştirilmesinde güç tüketiminin geriletilmesi

olabilir.

Kısa – dönem iyileştirme stratejisi göreceli olarak düşük yatırım maliyetindedir ve kolayca uygulanabilir. Bu ham malzemenin değiştirilmesi tedarikçilerin seçilmesi, ham malzeme gereksiniminin azaltılması, paketlemeye yönelik daha iyi dizayn olabilir. Kısa – dönem iyileştirme seçenekleri ürün dizayn evresi içerisinde uygulanır. Kısa – dönem iyileştirme stratejilerindeki kararlar hali hazırda kullanıma hazır data için mevcut teknolojiler için süreç datası temelindedir. Bu itibarla, kısa – dönem stratejiler için geniş bir data seti gereksinilir. Ürün dizaynırları için bir bilgisayar – temelli çevresel skortlama sistemi ayrıca önerilir çünkü bir ürün dizaynı ki genellikle yaşam döngü değerdendirmesiyle tanışık değildir, bir karar vermelidir. Bu itibarla, bir yaşam döngü değerdendirmesi kısa – dönem iyileştirme stratejilerindeki bir yaşam döngü değerdendirmesi daha önceki bölümde tanımlanan prosedürü takip eder.

KAYNAKLAR

- TS EN ISO 14001, “Çevre Yönetim Sistemi – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu”, Nisan 2005.
- TS EN ISO 14040, “Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler ve Çerçeve”, Mart 1998.
- TS EN ISO 14041, “Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Amaç ve Kapsam Tarifi ile Envanter Analizi”, Ocak 2003.
- TS EN ISO 14042, “Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Hayat Boyu Etki Değerlendirmes”, Aralık 2002.
- TS EN ISO 14043, “Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Hayat Boyu Yorumu”, Ocak 2003.
- Life Cycle Assessment of a Car Tire, Continental AG, Environmental Protection/Recycling Department, 1999.
- DEAT (2004) Life Cycle Assessment, Integrated Environmental Management, Information Series 9, Department of Environmental Affairs and Tourism, Pretoria.
- Karaer, K ve Pusat, T. (2000), “ISO 14001 ÇYS standardının Otomotiv Yan Sanayine Uygulanması”, Uludağ Üni. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1.
- Özler, D. ve Demirer, G.N. , “Önleyici Çevre Yönetiminde Ürün ve Proses Optimizasyonu İçin Yeni Bir Yöntem Hayat Boyu Değerlendirme”, Endüstri ve Otomasyon, No:41, Ağustos 2000, 66-69.
- Kim S. , Hwang T. ,and Overcash M. , “Life Cycle Assessment Study of Color Computer Monitor”, Int. J. LCA 6 (1) 35 – 43, 2001

INTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.aycertkalite.com
- [2] www.eylem.com
- [3] www.tuv.com.tr
- [4] www.kalitekontrol.org
- [5] www.enve.metu.edu.tr
- [6] www.steeluniversity.org

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 10.12.1980

Doğum yeri : Muratlı / Tekirdağ

Lise : 1991 - 1998

Tekirdağ Anadolu Lisesi

Lisans : 1998 - 2002

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fak.

Makina Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 2003 – Devam ediyor

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı,

İmal Usulleri Programı

Çalıştığı kurumlar

2003-Devam ediyor

Dekanör Reklam, İmalat Sorumlusu