

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE GERİ DÖNÜŞÜM-ÜRÜN
YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ (LCA)**

Mak. Müh. Agah Emre SÜN BÜL

F.B.E. Makine Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında

Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Numan DURAKBAŞA

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. MALZEMELERİN GERİ KAZANILMASINA GENEL BAKIŞ.....	6
2.1 Malzeme Geri Kazanım Seçenekleri	6
2.1.1 Malzemelerin Kaynağında Ayrıldığı Geri Dönüşüm Programları	7
2.1.1.1 Yerleşim Birimlerinde Geri Kazanım.....	7
2.1.1.2 Ticari/Endüstriyel Geri Kazanım.....	8
2.1.1.3 Geri Kazanılabilir Atık Kumbaraları	8
2.1.1.4 Geri Satın Alma Merkezleri	8
2.1.1.5 Özel Kampanyalar	9
2.2 Malzeme Geri Kazanım Tesisi	9
2.3 Karışık Atıkların İncelenmesi.....	9
3. GERİ KAZANIM	11
3.1 Tekrar Kullanım, Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım	11
3.1.1 Geri Kazanım Yaklaşımı	12
3.1.2 Geri Kazanılabilir Evrensel Katı Atık (GEKA) Çeşitleri.....	13
3.1.2.1 Plastikler	13
3.1.2.2 Metaller.....	14
3.1.2.3 Cam.....	15
3.1.2.4 Kağıt ve Karton	15
4. GERİ KAZANIM ÖN KOŞULLARI.....	16
4.1 Toplama	16
4.2 Ayırma	18
4.2.1 Kaynakta Ayırma.....	18
4.2.2 Toplama Sırasında Ayırma	18
4.2.3 Merkezde Ayırma	19
4.3 Türkiye’de Katı Atıklara Uygulanan İşlemler.....	19
4.3.1 Toplama	19
4.3.2 Depolama.....	20
4.3.3 Çöp Müteahhitler	20

4.3.4	Hurdacılar, Kırmacılar, Granülcüler.....	20
5.	ALÜMİNYUM MALZEMELERİN GERİ KAZANILMASI.....	22
5.1	Alüminyuma Genel Bakış	22
5.2	Geri Dönüşüm ve Alüminyum Devamlılığının Temelleri.....	25
5.3	Alüminyum Geri Dönüşümü ve Ticari Karlılığı	26
5.4	Alüminyum Üretimi	27
5.4.1	Birincil Alüminyum Üretimi	28
5.4.2	İkincil Alüminyum Üretimi	31
5.5	Alüminyumun Kullanıldığı Alanlar.....	32
5.6	Alüminyum Malzemeleri Geri Kazanmanın Avantajları	34
5.6.1	Alüminyumun Geri Kazanılması.....	36
5.7	Kullanılmış Alüminyumdan Alüminyum Üretimi	38
5.8	Otomotiv Endüstrisinde Alüminyum.....	42
6.	GERİ KAZANIM EKONOMİSİ.....	46
6.1	Geri Kazanılan Malzemelerin Kullanımı ve Dünyadaki Uygulamaları	48
6.2	Türkiye ve İstanbul’da Malzemelerin Geri Kazanımı	48
6.2.1	Geri Kazanım Uygulamaları.....	48
6.2.2	Geri Dönüşüm Sanayi.....	54
7.	KİRLİLİK ÖNLEME ARAÇ VE METOTLARI, DEĞERLENDİRME VE DENETLEME	56
7.1	Çevresel Etki Değerlendirme.....	56
7.2	Yaşam Döngü Değerlendirmesi.....	57
7.3	Çevresel Teknoloji Değerlendirme.....	58
7.4	Kimyasal Değerlendirme	59
7.5	Atık Değerlendirme	59
7.6	Enerji Denetleme	60
8.	GERİ DÖNÜŞÜM ÜZERİNE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU İÇİN YÖNTEM OLAN YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ.....	61
8.1	Tanım (LCA Nedir?)	61
8.2	Gelişimi	63
8.3	Metodoloji	64
8.3.1	LCA’nin Potansiyel Kullanıcı Grupları ve Uygulama Alanları	67
8.4	LCA Gelişimine Uluslararası Yaklaşımlar.....	69
8.5	Endüstride LCA.....	69
8.6	LCA Gelişiminde Gelecek.....	70
9.	ÇEVRE DOSTU BİR ARABA PLANLAMASINA BAKIŞ.....	72
9.1	Ürün Yaşam Döngüsü Analizi.....	73
9.2	Yeşil Ürünler için Şartname ve Yeni Çözümler	75
9.3	Uygulama.....	75
9.4	Otomobil Endüstrisi.....	76
9.5	Otomobil Yaşam Döngüsü	77
9.6	Yaşam Döngüsü Yönetimi.....	78
10.	ARACIN ÖMRÜNÜ TAMAMLAMASI VE GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE	

	OTOMOBİL YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ.....	81
10.1	ELVs ve LCA için Çevresel Politika.....	84
11.	ISO 14000 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ, UYGULAMA AŞAMALARI VE FAYDALARI	86
11.1	ISO 14000 Faaliyet Raporu	87
11.2	ISO 14000 Serisini Oluşturan Standartlar	91
11.3	ISO 14000 Uygulamalarının Faydaları.....	92
12.	ISO 14001 STANDARTLARINDAN ÖNCE VE SONRA ŞİRKETLERİN GERİ DÖNÜŞÜM PERFORMANSLARI	97
12.1	Geçmişteki ve Günümüzdeki Yaklaşımlar	98
12.2	Metodoloji Araştırması	98
12.2.1	Örneklerin Tanımı	98
12.2.2	Değişkenler Üzerine Tartışmalar	99
12.3	Uygulama Öncesi ve Sonrasının Şirketler Bazında Tartışma ve Sonuçları	100
13.	OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDEN ÖRNEKLER	102
13.1	Otomobil Plastik Çeşitleri	106
13.2	Geri Dönüşüm Uygulamaları.....	108
13.2.1	Otomobil İç Mekanı.....	110
13.2.2	Otomobil Dış Mekanı	110
13.2.3	Otomobil Elektro-Mekanik Sistemleri	110
13.3	Firma Bazında Çalışmalar	113
13.3.1	Volkswagen	113
13.3.2	Ford.....	114
13.3.3	BMW	116
13.3.4	Toyota.....	119
14.	SONUÇLAR.....	121
	KAYNAKLAR.....	127
	ÖZGEÇMİŞ.....	130

KISALTIMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASR	Automobile Shredder Residue (Otomobil Parça Atıkları)
CA	Chemical Assessment (Kimyasal Değerlendirme)
CAFE	Corporate Average Fuel Economy (Birleşik Averaj Yakıt Ekonomisi)
ÇEVKO	Çevre Koruma ve Ambalaj Atıklarını Değerlendirme Vakfı
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DYPE	Düşük Yoğunluklu Polietilen
EA	Energy Audit (Enerji Denetleme)
EIA	Environmental Impact Assessment (Çevresel Etki Değerlendirmesi)
EKA	Evrensel Katı Atık
ELV	End-of-Life Vehicle (Ömrünü Tamamlamış Araç)
ETA	Environmental Technology Assessment (Çevre Teknolojisi Değerlendirme)
EU15	Avrupa Birliği 15
GEKA	Geri Kazanılabılır Evrensel Katı Atık
HF	Hidrojen Florür
ISO	International Standards Organization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
LCA	Life Cycle Assessment (Yaşam Döngü Değerlendirmesi)
LCC	Life Cycle Cost (Yaşam Döngü Maliyeti)
LCD	Life Cycle Design (Yaşam Döngü Dizayını)
LCI	Life Cycle Inventory (Yaşam Döngüsü Envanteri)
LCIA	Life Cycle Impact Assessment (Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi)
LCM	Life Cycle Management (Yaşam Döngüsü Yönetimi)
MCC	Micro Compact Car (Mikro Kompakt Araba)
MMC	Metal Matrix Composite (Metal Matriks Kompozit)
PAH	Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PE	Polietilen
PET	Polietilentetraftalat
PP	Polipropilen
PS	Polistren
PVC	Polivinilklorür
SETAC	Environmental Toxicology and Chemistry (Çevresel Toksoloji ve Kimya Derneği)
USEPA	US Environmental Protection Agency (Amerika Birleşik Devletleri Çevresel

	Koruma Ajansı)
YYPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
WRA	Waste Reduction Audit (Atık Denetleme)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Üretim sürecinde malzeme kullanımı	1
Şekil 1.2 Yaşam döngüsü ve tasarım amaçları ilişkisi	3
Şekil 1.3 Yaşam döngüsü prensipleri	4
Şekil 5.2 Birincil alüminyum ve dönüşmüş alüminyum için enerji gereksinimi	24
Şekil 5.3 Batı Avrupa dönüştürülmüş alüminyumdaki değişim.....	27
Şekil 5.4 1980 ve 2003’de Batı Avrupa’da üretim.....	27
Şekil 5.5 Alüminyum akış diyagramı.....	28
Şekil 5.6 Boksit mineralinden alümina üretimi	29
Şekil 5.8 Alüminyumun geri dönüşümü.....	31
Şekil 5.9 Otomobilde alüminyum kullanımı	33
Şekil 5.10 Hammaddeden alüminyum ile kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretiminde enerji karşılaştırması	35
Şekil 5.11 Hammadde tüketimi ile ilgili karşılaştırma	35
Şekil 5.12 ABD Alüminyum kutuları geri kazanma oranı	36
Şekil 5.13 Alüminyum atığı ve kırıntısından alüminyum üretimi.....	39
Şekil 5.14 Alüminyum külçenin levha, plaka veya folya haline getirilişi.....	39
Şekil 5.15 Alüminyum hurdası kaynağı ve geri kazanımı.....	41
Şekil 5.16 Avrupa ülkelerinde geri kazanılmış alüminyumdan alüminyum üretimi.....	42
Şekil 5.17 Yakıt ekonomisi ile araba ağırlığının karşılaştırılması.....	43
Şekil 5.18 Araç ömrü ve yakıt ekonomisi	44
Şekil 5.19 Günümüz otomobilinde alüminyumun kullanıldığı parçalar	44
Şekil 8.1 Yaşam Döngü Değerlendirmesinin Yapısı ve Bölümleri.....	65
Şekil 9.1 Çevre dostu ürünler için AR-GE metodolojisi	74
Şekil 9.2 Yaşam döngüsü yönetimini cesaretlendiren programlar, ortaklıklar ve politikalar ..	80
Şekil 10.1 Otomobil geri dönüşümünde sistem sınır şartları.....	82
Şekil 10.1 Seçilen bir aracın sistem akışı ve sınır şartları	85
Şekil 11.1 ISO 14000 modeli	90
Şekil 13.1 Bir Otomobilde plastik malzeme kullanım alanları	102
Şekil 13.2 Bir otomobilde kullanılan plastik malzeme çeşitleri ve uygulama alanları	103
Şekil 13.3 Otomobil gösterge paneli geri dönüşüm şeması	111
Şekil 13.4 Otomobil tampon paneli geri dönüşüm şeması	112

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1 Avrupa ülkelerinde alüminyum geri kazanma oranı (1995)	37
Çizelge 6.1 Çeşitli ülkelerde kişi başına düşen plastik tüketimleri (kg/kişi).....	46
Çizelge 6.2 Yıl başına düşen plastik malzeme tüketimi	47
Çizelge 6.3 Toplanan atık ambalajlarının miktarları (ton)	49
Çizelge 6.4 Toplanan atık ambalajlarının fiyatları (Amerikan Dolar/ton)	50
Çizelge 6.5 Çöplerden toplanan maddelerin fiyatları (Amerikan doları/ton).....	50
Çizelge 6.6 DİE ülke geneli evsel atıkların kompozisyonu.....	51
Çizelge 6.7 Düzenli geri kazanım uygulamalarını sürdüren belediyeler 2000–2001.....	52
Çizelge 6.8 Değişik bölgelerde devam eden geri kazanım uygulamalarında toplanan malzemelerin kompozisyonu	53
Çizelge 6.9 Belediye tarafından devam eden geri kazanım uygulamalarında toplanan atıkların ortalama kompozisyonları.....	53
Çizelge 6.10 Geri kazanılabilir malzemelerin üretim ve geri kazanım kompozisyonları	54
Çizelge 6.11 Geri kazanım yatırımları	55
Çizelge 9.1 Bugün alınan kararın ömrü.....	73
Çizelge 11.1 ISO 14000 ürün değerlendirme standartları	94
Çizelge 11.2 ISO 14000 kurum değerlendirme standartları	95
Çizelge 12.1 Sertifika zamanına yanıt verenler.....	99
Çizelge 12.2 İşçi sayısına göre firma büyüklüğü	99
Çizelge 12.3 Sertifika öncesi ve sonrasında geri dönüşüm performansı için statiksel analiz.	101
Çizelge 13.1 Otomobil pazarına giden malzeme miktarı (kg)	104
Çizelge 13.2 Otomobildeki plastik miktarı (kg).....	104

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bilgisini ve emeğini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. M. Numan DURAKBAŞA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Tez dönemim boyunca moralimi üst düzeyde tutan ve kendilerinden her fırsatta güç aldığım aileme müteşekkirim. Yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Anıl NOMAK ve bu çalışmada maddi ve manevi emeği geçen Aliye İNTEPE, Emre PAR, Emre TINAY, Mustafa ÇAMAŞ ve Burak ATAY'a teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışmada, otomobil endüstrisinde geri dönüşüm ve ürün yaşam döngü değerlendirmesi (LCA) incelenmiştir. Bu kapsamda, çevre yönetimi esasları, ürün yaşam döngüsü, ISO 14000 ve ISO 14001'e göre kalite ve çevre yönetim sistemleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca, otomobil endüstrisinde geri dönüşümün genel esasları vurgulanarak, otomobil endüstrisinde enerji tasarrufu, çevre politikaları doğrultusunda öne çıkan malzemeler, çevresel sorunlar ve etkilerinin en aza indirgenmesine önderlik edebilen yaşam döngü değerlendirmesi (LCA) irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Otomotiv endüstrisinde geri dönüşüm, ürün yaşam döngüsü (LCA), ISO 14000 ve ISO 14001

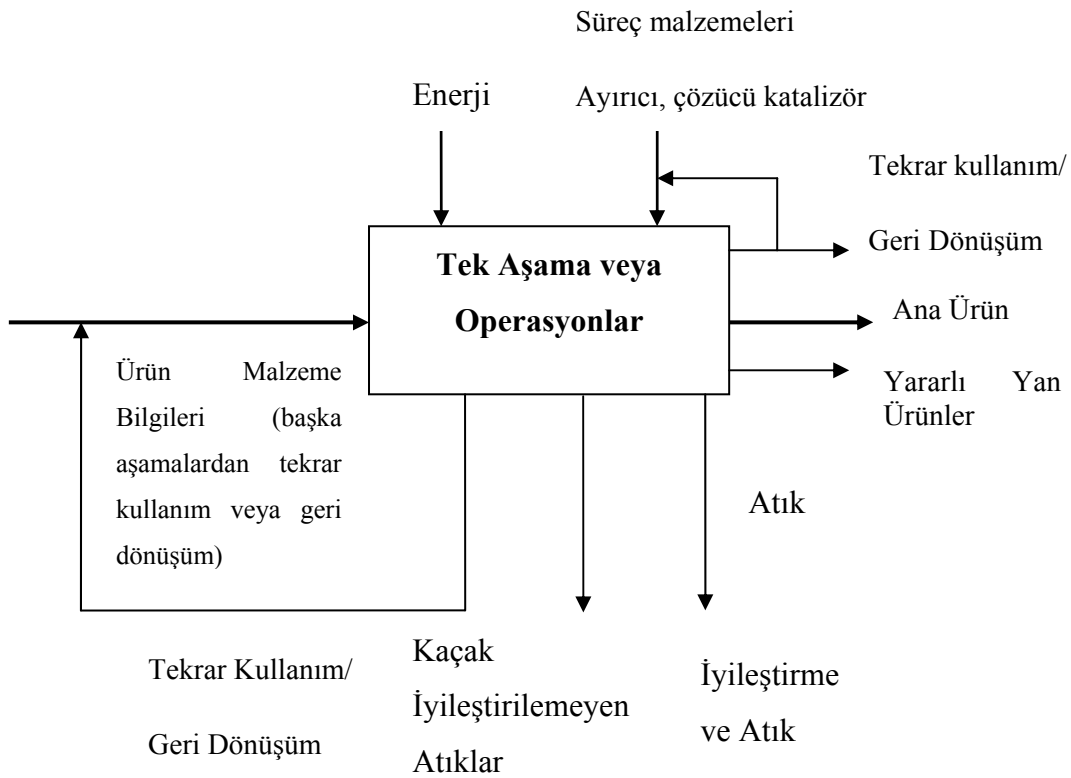
ABSTRACT

Within this work, recycling within the automobile sector and “Life Cycle Assessment” (LCA) is analysed. In this context, fundamental principles of the environmental management, life-cycle of the product as well as systems of the environmental management according to ISO 14000 and ISO 14001 are covered within this work. Furthermore; energy saving, main materials in line of the environmental policy, environmental problems and LCA that leads to the reduction of the effects of these problems to the minimum level are considered.

Keywords: Recycle of automobile industry, life cycle assessment (LCA), ISO 14000 and ISO 14001

1. GİRİŞ

Çevre bilinci gelişmiş ülkelerde yasa ve yönetmelikler, atıkların kontrolünü zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda, temel olarak çevre ve kaynak sakınımı endişelerinin yanı sıra özellikle gelişmiş ülkelerin atıkları depolamak için yeni depolama sahaları bulmak konusunda karşılaştıkları sorunlardan kaynaklanmaktadır. Yasal düzenlemelerin esası, olabildiğince az atıklı üretim yapılması ve bunun üretimden tüketimin son halkasına kadar planlanması, atıkların olabildiğince yüksek oranda geri toplanıp ikincil hammadde ve/veya başka amaçlara yönelik olarak yeniden kullanılması, toprak, su, hava ortamına, canlılara ve yaşam alanlarına zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesinin gerçekleştirilmesi temellerine dayanır. Doğanın dengesi oldukça hassastır ve bu durum, tasarımcıların üretim için süreç geliştirme konusunda sorumluluk sahibi olmalarını gerektirmektedir. Üreticilerin, ürününü satış sonrasında toplama, geri dönüşüm ya da ürünün yok edilmesi konusunda sorumluluk taşımaları lazımdır. Kanun ve yönetmelikleri uygulanabilirliğinin sağlanması ve bu amacın yaşama geçirilmesinde karşılaşılan sorunların aşılması için, bu konuda etkileri bulunan resmi kuruluşlar, belediyeler, özel idareler ve tüketicilerin de bu faaliyetleri desteklemeleri ve üstlerine düşen görevleri yerine getirmeleri gerekmektedir. Şekil 1.1’de üretim sürecinde malzeme kullanımı ve atık kullanımları şematik olarak görülmektedir.



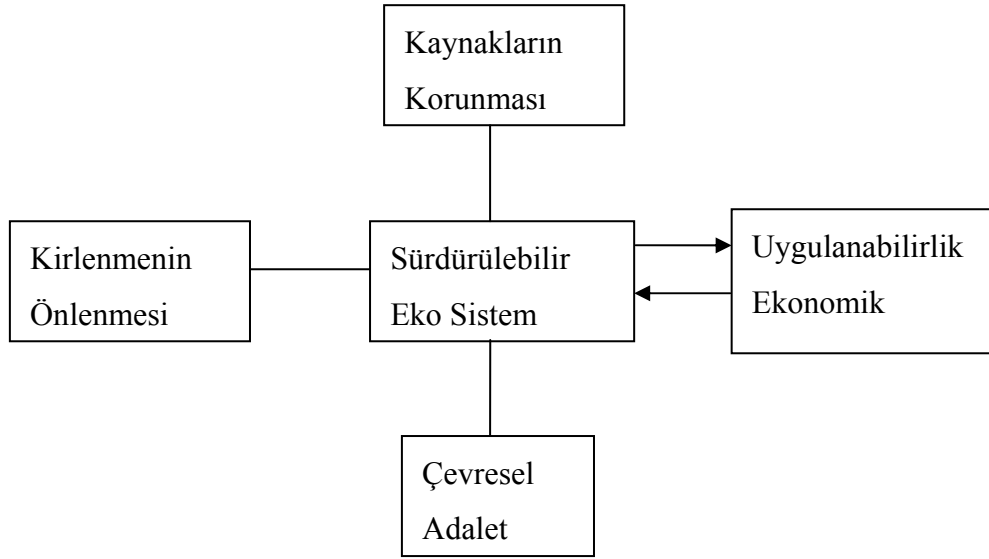
Şekil 1.1 Üretim sürecinde malzeme kullanımı

Çevresel ürün yaşam döngü değerlendirmesi (life cycle assessment) (LCA), beşikten mezara yaklaşımı içindeki materyaller ve servislerin yaşam döngüleri ile ilişkili çevresel sorumlulukları tanımlamak için bir iskelet sağlar. Çevreye uygunluk ihtiyaçları, yaşam döngüsü analizinde saptanmış olup üretim ve süreç için potansiyel oluşturmaktadır. LCA, malzeme ve enerji kullanımı, üretim yöntem ve süreci, dağıtım yöntemi, geri dönüşüm ve atık yok etme tercihleri konularını içermektedir. LCA, yöntem, ürün ya da ürün ile ilişkili çevresel etkileri değerlendirmek için bilimsel bir araştırmadır. LCA, kaynak kullanımının ve çevresel izlerin kapsamlı çevresel sonuçlarını en aza indirmek için fırsatları sistematik olarak tanımlar ve değerlendirir. Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği (Environmental Toxicology and Chemistry) SETAC'ın çabaları yanında Amerika Birleşik Devletleri Çevresel Koruma Ajansı (US Environmental Protection Agency) USEPA'nın LCA metodolojisinde yol gösteren araştırması, bugün şiddetle kabul edilen dört bölümlü yaklaşıma öncülük eder:

1. Özellikle çalışmanın amacını belirtme ve uygun bir şekilde çalışmanın sınırlarını tanımlama (Amaç ve Hareket Serbestiliği Tanımı),
2. Enerji kullanımını, işlenmemiş materyal girdilerini ve yaşam döngüsünün her seviyesiyle ilişkili çevresel izleri ölçmek (Yaşam Döngüsü Envanteri (Life Cycle Inventory) – LCI),
3. İnsan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri değerlendirmek için envanter sonuçlarını yorumlamak (Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi (Life Cycle Impact Assessment) – LCIA),
4. Yaşam döngüsü yanında enerjiyi, materyal girdilerini veya çevresel etkileri azaltmak için fırsatları değerlendirmek (İlerleme Analizi veya Yorum) (Curran, 2004).

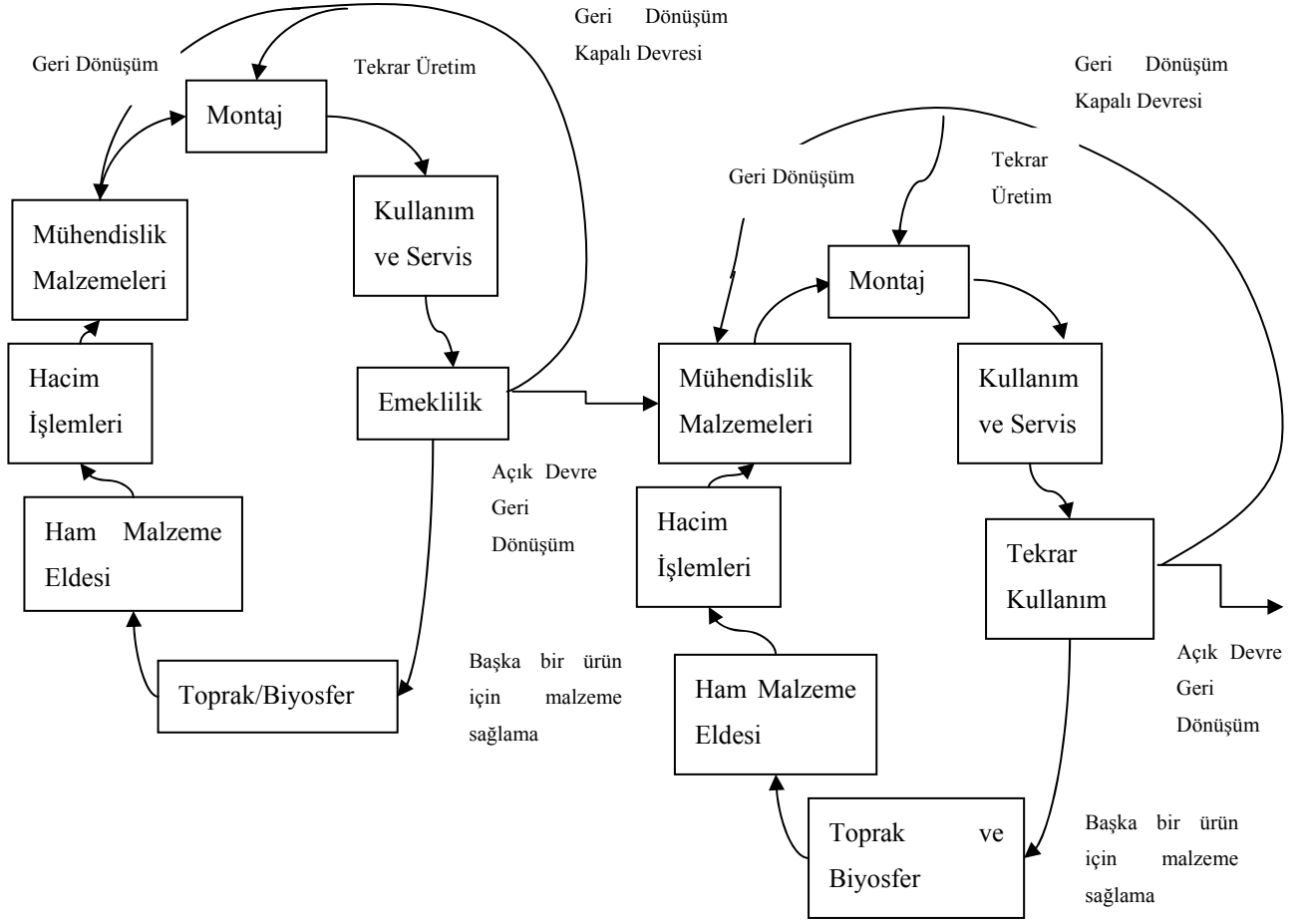
Çevresel yönetimin felsefedeki değişim dünya ekonomisinin hızlı küreselleşmesi ve organizasyonların çevresel performanslarına bağlı ticari engellerin tehdidi sayesinde hız kazanmıştır. Çevresel yönetimi standart bir yapıya sokma çabasıyla Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO), çevresel performanslarını artırmak için organizasyonlar tarafından kullanılan dünya çapında standartlar geliştirmiştir. Bu standartlar ISO 14000 çevresel yönetim adı altında gruplanmış ve organizasyon içerisinde çevresel yönetim sistemlerinin nasıl yerine getirileceğini içeren yöntemler, ürünlerin çevresel sınıflandırılması üzerine kılavuzlar ve bir ürün veya servisin çevresel sorumluluğunu değerlendirmek için yaşam döngü değerlendirmesi (LCA) adıyla bilinen metodu içermektedir. Bunun yanında LCA'yı içeren bu standartların birçoğunun gerçek faydaları karar vericiler tarafından henüz tam anlamıyla anlaşılammıştır ve hala bu konu üzerine çalışmalar devam etmektedir (Ross ve Evans, 2002).

Hükümetler, çevreye uyumluluk ile ilgili markalara teknik zorunluluklar ve şartlar getirmektedir. Bunun için ayrıca standartlar geliştirilmiş ve bu standartlar dahilinde standart yönetim sistemleri geliştirilmiştir. Şekil 1.2’de yaşam döngüsünün tasarım amaçları ile ilişkisi görülmektedir. Günümüzde uygulanan standart yönetim sistemleri birçok kaynağa dayanmaktadır. Bunlardan biri, “Business Council For Sustainable Development” kuruluşu olup, çevresel performansı arttırmak ve uluslararası standartlara uymak konularında endüstriyi desteklemektedir. Şekil 1.3’de yaşam döngüsü prensipleri görülmektedir (Kinlaw, 1993).



Şekil 1.2 Yaşam döngüsü ve tasarım amaçları ilişkisi

Günümüz koşullarında geri kazanım büyük önem taşımaktadır. Çevre kirliliği ve hammadde tüketiminin artmış olması, tüketici, üretici ve yönetimleri geri kazanım konusunda bilinçli davranmaya zorlamaktadır. Sürdürülebilirlik kaynakların akıllı bir şekilde kullanımı ile sağlanabilmektedir. Bütün dünyada daha sağlıklı ve işleyen bir toplumun ancak sağlıklı bir çevre ile elde edilebileceği konusunda birleşmektedir.



Şekil 1.3 Yaşam döngüsü prensipleri

Sürdürülebilirlik kavramı şu şekilde açıklanabilir: sürdürülebilirlik kavramı sürdürülebilir gelişimi ya da sürdürülebilir yaşamı ifade etmektedir. Birleşmiş Milletler 1987 Brundlant Raporu'nda sürdürülebilirlik kavramı geniş bir şekilde yer almıştır. Brundlant Raporunda "Sürdürülebilir Gelişim: günümüz ihtiyaçlarının gelecek nesillerin ihtiyaçlarının buluşmasını tehlikeye atmaksızın buluşması" olarak tanımlanmıştır. Bu iki konsepti içermektedir:

- İhtiyaçlar konsepti, öncelik verilmesi gerekli olan dünya fakirlerinin gerekli ihtiyaçları,
- Teknoloji ve sosyal organizasyonların günümüz ve gelecek ihtiyaçlarının çevrenin yetenekleri ile buluşmasında sınırlamaları kabul etme düşüncesi (Kinlaw, 1993).

Endüstriyel tasarım açısından, "Product Life Cycle Design" olarak adlandırılan ürün ömründe geri dönüşüm önemli bir yer almaktadır. Gerek kaynakların korunması, gerekse

sürdürülebilirlik yaklaşımlarıyla ürünlerin ikinci yaşamları tasarım sürecine dahil olan önemli bir unsur oluşturmaktadır.

Özellikle 1970'lerde gündeme gelmeye başlayan petrol krizinden sonra otomobil endüstrisinde yakıt tasarrufu üzerinde durulmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda otomobilde kullanılan malzemelerin ağırlıkları üzerine odaklanması ile plastik ve alüminyum malzemelerinin ilgi odağı olmasına sebep olmuştur. Tüm malzeme atıklarının çevreye olumsuz etkilerinin bulunmasıyla birlikte özellikle plastik malzemelerin doğada en az 100 yılda kaybolması, çevre korunması açısından olumsuz etkiler doğurmaktadır. Tasarım sürecine çevresel açıdan yaklaşılması ile geri dönüşüm önem kazanmıştır. Ekolojik tasarım anlayışı ve sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarının sonucu olarak, çevre korumaya yönelik tasarım kıstasları oluşturulmuştur. Geri dönüşüm ve tekrar kazanım bu kıstaslar arasında önemli yere sahiptir. 1983 "Brundtland Raporu" ile "Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Gelişim Komisyonu" tarafından sürdürülebilir çevreye yönelik bir rapor hazırlanmış ve buna yönelik yaptırımların yer aldığı çevresel kanunlar "Birleşmiş Milletler" tarafından kabul edilmiştir. Bu tarihten başlayarak kaynakların korunması, geri dönüşüm ve tekrar kullanma faaliyetlerinde artış görülmektedir. Özellikle İngiltere, Almanya ve Amerika'daki faaliyetler ve organizasyonlar diğer ülkeler için örnek teşkil etmekte olup, yönetimlerce yürütülmekte, ciddi yatırımlara sebep olmakta ve daha önemlisi bireysel katılımlar ile desteklenmektedir. Geri dönüşüm, bir organizasyon bütünü olup, yönetimlerin desteği, üretici ve bireylerin konuya katılımına ihtiyaç duymaktadır.

2. MALZEMELERİN GERİ KAZANILMASINA GENEL BAKIŞ

Malzeme geri kazanımı katı atıkların ayrılması ve tekrar kullanıma sokulması anlamına gelmektedir. Geri kazanım programının temel hedefleri arasında uzaklaştırılacak atık hacimlerinin azaltılması ve doğal kaynakların korunması yer almaktadır. Geri kazanım düzeyini yükseltmek için, tüketiciye yönelik faaliyetlerden, büyük çaplı mekanik tesislere kadar çok çeşitli teknolojiler ve programlar geliştirilmiştir. Malzeme geri kazanım programı genel olarak malzemenin ayrılmasını (gerek kaynağında, gerekse toplam atık içinden), malzemelerin işlemden geçirilmesini, geri kazanılan maddelerin pazarlanmasını, satışını ve bu malzemelerin yeniden ikincil malzemelerden yapılan ürünler haline dönüştürülmesini kapsamaktadır.

2.1 Malzeme Geri Kazanım Seçenekleri

Belediyelerin uygulayabileceği geri kazanım seçenekleri aşağıda ele alınmakta ve özetlenmektedir (Rhyner, 1998).

Malzeme geri kazanım seçenekleri:

- 1- Malzemelerin kayağında ayrıldığı geri kazanım programları
 - 1.1- Yerleşim birimlerinde geri kazanım
 - 1.1.1- Apartmanlarda geri kazanım (birçok aile)
 - 1.1.2- Kaldırımlarda geri kazanım (tek aile)
 - 1.2- Ticari/Endüstriyel geri kazanım
 - 1.3- Gönüllü geri kazanım kumbaraları
 - 1.4- Geri satın alma merkezleri
 - 1.5- Özel kampanyalar
- 2-Malzeme geri kazanım tesisi
- 3- Karışık atıkların işlenmesi

2.1.1 Malzemelerin Kaynağında Ayrıldığı Geri Dönüşüm Programları

2.1.1.1 Yerleşim Birimlerinde Geri Kazanım

Apartmanlarda geri kazanım: Apartmanlarda uygulanan geri kazanım programları dört ya da daha fazla üiteden oluşur, çok sayıda ailenin oturduğu yerleşim birimlerinde biriken geri kazanılabilir maddelerin toplanmasına yöneliktir. Bu tür yerleşim birimlerinde tipik olarak büyük konteynırlar (örneğin 2–3 m³'lük bölmeli konteynır) bulunduğu için, bu yerleşim birimlerinde tek bir ailenin oturduğu ya da iki katlı (dubleks) konutlarda uygulanan kaynağında ayırma faaliyetlerinde kullanılanlardan farklı tipte çöp toplama araçlarının kullanılması gereklidir. Apartman çöp toplama programlarında genel olarak, garaj, bodrum ya da sıkıştırma odası gibi çöpün çöp kamyonu tarafından alınmadan önce depolandığı bir ya da birkaç merkezi toplama ve depolama alanı kullanılmaktadır. Apartman toplama programları, apartman sakinlerinin geri kazanılabilir atıkları diğer atıklardan ayırmaları için teşvik edilmelerini ve eğitilmelerini gerektirmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de bu programın başarılı olmasını sağlayan faktörler aşağıda açıklanmıştır (Consultanis, 1991).

- Apartmanda sınırlı yer varsa küçük ve kullanışlı konteynırların kullanılması
- Geri kazanılabilir madde kumbaralarının bina yakınında olması, yani apartmandan yürüyerek ulaşılabilmesi
- Bu kumbaraların çöp depolarının yanında bulunması
- Faal eğitim ve organizasyon
- Bu maddelerin düzenli olarak toplanması
- Çöp uzaklaştırmak için alınan bedellerin daha aza indirilerek tüm apartman kompleksinin ödüllendirilmesidir.

Kaldırımdan geri kazanım: Her birinin kendine ait çöp depoları bulunan tek ailenin oturduğu müstakil konutlardan çöpün ya da geri kazanılabilir malzemenin toplanmasına “kaynağında toplama” adı verilmektedir. Kaynağında toplama, elverişli bir geri kazanma seçeneği olduğu için, ABD’de geri kazanılabilir maddelerin yerleşim birimlerinden toplanmasına yönelik en etkili yöntemdir. Geri kazanılabilir maddeler, kaldırımlara ve yollara konulan çöp bidonlarında toplanır ve atıkların işlemden geçirilme gereksinimlerine göre ya tamamı ya da bir kısmı birbirine karıştırılabilir. Bu malzemeler tek bir toplama konteynırlarına/torbasına ya da kolaylıkla üst üste depolanabilen çoklu konteynırlara konulabilir. Bunlar genel olarak

belediyeler, özel çöp toplama şirketleri ya da geri kazanım şirketleri tarafından toplanır. Kaynağında ayırma programlarının toplanan malzemelere, toplama sıklığına ve ulaşılan katılım oranlarına bağlı olarak katı atık dolgu alanına giden evsel atıkların % 20–30 azalmasını sağladığı hesaplanmıştır (Consultanis, 1991).

2.1.1.2 Ticari/Endüstriyel Geri Kazanım

Oluşan toplam atık içinde ayrılabilir madde miktarı çok fazla olduğu için, ticari sektörde geri kazanım atık miktarının azaltılması için önemli bir fırsat doğurmaktadır. Evrensel geri kazanımın aksine, ticari geri kazanım genel olarak kendini amorti eder. Çünkü büyük miktarlarda atığın geri kazanılabilmesi uzaklaştırılan atık miktarının büyük ölçüde azalmasını sağlar. Ticari geri kazanım genel olarak belirli ticari çöp toplama güzergahları üzerinde gerçekleştirilir ve çöp bidonları için ayrılan yerin yanı sıra malzemelerin biriktirilmesi ve kamyonetlerin manevra yapabilmesi için fazladan yer gerektirir. Ticari geri kazanım programları genelde ticari sektör atıkları arasında sıkça rastlanan karton, ofis kağıtları, cam, atık tahta, hatta otel ve restoranlardan gelen yiyecek atıkları gibi yüksek nitelikli ve büyük miktarlarda oluşan bir ya da iki türünü hedef alırlar (Consultanis, 1991).

2.1.1.3 Geri Kazanılabilir Atık Kumbaraları

Geri kazanılabilir atık kumbaraları, genel olarak otoparklara, katı atık transfer istasyonlarına ve diğer merkezi alanlara konulan özel kutular, bidonlar ya da kubbe biçimli konteynırlar şeklindedir. Geri kazanılabilir maddeler, şahsen bu maddeleri üretenler tarafından kumbaralara atılır ya da ayrı konteynırlara konulur. Bu kumbaralara nazaran daha az sermaye ve işletme maliyeti getirir. Ancak atığın üreten tarafından oraya kadar taşınması gereklidir. Bu nedenle, daha elverişli olan kayağında ayırma programlarına ya da ekonomik açıdan geri kazanımı teşvik eden geri satın alma merkezlerine kıyasla daha az maddenin toplanabilmesine ortam doğururlar.

2.1.1.4 Geri Satın Alma Merkezleri

Geri satın alma merkezleri özel olarak işletilen, geri kazanılabilir maddeleri halktan özel çöp taşıma şirketlerinden ya da ticari kaynaklardan satın alan yerlerdir. Toplanan maddeler nihai olarak kullanıldıkları pazarlara gönderilmek üzere sıkıştırılabilir, balyanabilir ya da yoğunlaştırılabilirler. Geri satın alma merkezlerinde tartım için kantar ve malzemeleri depolamak için tekerlekli konteynırlar, kutular ve depolar bulunmalıdır.

2.1.1.5 Özel Kampanyalar

Belediyeler oluşan toplam atık içindeki belirli maddeleri uygun şekilde yönetmek, normalde diğer kazanım programları ile toplanamayan maddeleri geri kazanmak için halka inerek vatandaşlara olanak tanımak ya da mevsimlere göre atık oluşum miktarlarında gözlenen değişikliklere ayak uydurmak için özel kampanyalar hazırlamaktadır. Bu tür uygulama örnekleri arasında eski telefon rehberlerini, oto lastiklerini, budanan ağaç parçalarını ya da biçilen çimleri ve yaprakları toplamaya yönelik programlar sayılabilir. Bu programların önceden reklamının yapılması ve önceden belirlenen bir günden bir kaç haftaya uzanan süreler içinde hedeflenen atıkların toplanabileceği bir tesisin bu işe ayrılması gerekir (Rhyner, 1998).

2.2 Malzeme Geri Kazanım Tesisi

Geri kazanılabilir maddeler yukarıda açıklanan kaynağında ayırma programları çerçevesi altında toplandıktan sonra, bunları pazarlanabilecek hale getirmek için belirli şekilde birkaç sıralı işlemin uygulanması gerekmektedir. Bu maddelerin hangi işlemde geçirebileceği büyük ölçüde piyasanın belirlediği koşullara ve kaynağında ayırma işleminin ne ölçüde etkili olduğuna bağlıdır. Bu işlemler genelde bir tür ayıklama ve ayırmadan, istenmeyen maddelerin (örneğin; şişe kapakları, etiketler) giderilmesinden, bir çeşit yoğunlaştırmadan (örneğin; cam ve metallerin ezilmesi, kağıt ve kartonun balyalanması) ve daha sonra da geçici olarak depolanmasından ibarettir. İşlem esnasında uygulanan yöntem türüne göre, malzemelerin pazara (yani geri kazanım transfer istasyonuna) gönderilmek üzere basit bir şekilde sıkıştırılıp balyalanmasından, karışık geri kazanılabilir maddelerin daha kapsamlı bir ayıklama ve ayırma işleminde geçirilmesine kadar çok çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Özel sektör bağımsız olarak girişimde bulunup bütün geri kazanılabilir maddeleri işlemde geçirebildiği gibi, belediyeler bu işi özel şirketlere ihale edebilir ya da kamuya ait ve kamu sektörü tarafından işletilen geri kazanım tesisleri kurulabilir.

2.3 Karışık Atıkların İncelenmesi

Geri kazanılabilir malzemeleri çöp toplama kamyonunda ayırmak için ön işlemin yapılmadığı ya da çok sınırlı ölçüde yapıldığı durumlarda, bu maddeleri karışık evsel atıklardan ayırmak için yapılan işleme verilen isimdir. Bu tesislerde, geri kazanılabilir maddeleri ayırmak için döner elekler, manyetik ayırıcılar, elle ayırma bantları ve balyalama araçları gibi bazı manüel ve mekanik teknikler uygulanır. Ancak, geri kazanılabilir maddeler genelde yukarıda

açıklanan kaynağında ayırma programı ile elde edilen geri kazanılabilir maddelerden daha düşük kalitede olurlar (Rhyner, 1998).

3. GERİ KAZANIM

3.1 Tekrar Kullanım, Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım

Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım kapsamaları, giderek genişleyen ve iç içe geçmiş kavramlar dizisidir. Bu kavramlar kısaca aşağıdaki şekilde tanımlanabilirler:

- 1- Tekrar kullanım, atıkların toplanması ve temizlenmesi dışında hiçbir işleme tabi tutulmadan aynı şekli ile ekonomik ömrü dolana kadar defalarca kullanılmasıdır. Örneğin cam şişelerin içerisindeki maddenin tüketilmesinden sonra temizlenmesi ve aynı amaç için kullanılması gibi.
- 2- Geri dönüşüm, atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikincil hammadde olarak üretim sürecine sokulmasıdır. Örneğin, kırık cam şişelerin eritilerek hammadde haline getirilmesi, kırık camın zımpara kağıdı üretiminde kullanılması, atık plastiklerden tekrar plastik mamuller elde edilmesi gibi.
- 3- Geri kazanım, geri dönüşüm ve tekrar kullanımı kapsayan bir üst kavramdır. Geri dönüşüm ve tekrar kullanımın ötesinde, atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal yöntemler ile başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesidir. Örneğin yakma, prolez, kompostlaştırma gibi işlemleri geri dönüşüm ve tekrar kullanım kapsamına girmekle beraber, geri kazanım kapsamında değerlendirilirler.

Geri kazanım, yukarıdaki tanımlara uygun olarak gerekli olan çok yönlü ekonomik, yöntemsel ve teknolojik faaliyetleri kapsar. Geri kazanım hedefleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- Kaynak koruma: Atıkların ikincil hammadde olarak devreye sokulup, birincil hammaddelerin tüketim hızını azaltmak.
- 2- Çevre koruma: Özellikle yoğun nüfusa sahip metropol bölgelerde giderek azalan düzenli depolama alanlarının ve düzensiz olarak çevreye saçılan atıkların doğa üzerinde yarattığı baskıyı en aza indirmek.
- 3- Enerji kazanımı: Atık maddelerin enerji içeriğinin kullanılması ile yenilemez enerji kaynaklarının tüketim hızını azaltmak.

Evrensel Katı Atık (EKA): Konutlardan atılan, tehlikeli ve zararlı atık kavramına girmeyen, bahçe, park ve piknik alanları gibi yerlerden gelen katı atıklar.

Geri Kazanılabilir Evrensel Katı Atık (GEKA): Geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yaklaşımlarından biri veya birkaçı ile yeniden değerlendirilmesi mümkün olan ve organik karakterli olmayan, kağıt, plastik, cam, metal gibi evsel katı atıklar olarak tanımlanmıştır. GEKA tanımında organik karakterli atıkların hariç tutulmasının nedeni, biyolojik ayrışabilirliklerinin yüksek olması ve bu nedenle geri kazanım yöntemlerinin diğer malzeme gruplarından farklı olarak kompostlama gibi biyolojik süreçlere dayanmasıdır. Bu anlamda kağıt da organik atık olarak düşünülebilir. Ancak bu durumda teknolojik olarak atık kağıdın iyi kalitede dönüştürülmesi olanaksızdır. Bunun nedeni organik atıkların kağıtları biyokimyasal süreçler ile bozuşturmasıdır. Böylelikle kağıtlarda GEKA kapsamına alınmıştır.

3.1.1 Geri Kazanım Yaklaşımı

20. yüzyılın başlarına kadar yaygın bir şekilde kullanılan vahşi depolama yaklaşımı çevre sağlığı ve koku problemleri nedeniyle giderek terkedilmiş ve özellikle gelişmiş ülkelerde düzenli depolama ve yakma yöntemlerine geçilmiştir. Özellikle 70'li yıllarda enerji ve hammadde sıkıntısının yaşanması ile birlikte yeni enerji kaynaklarına ve hammadde tasarrufuna ihtiyaç duyulmuştur. Bu yeni arayışın etkileri kısa süre içerisinde katı atık yönteminde de görülmüştür. EKA'dan yakma ile enerji, kompostlaştırma ile toprak şartlandırıcısı üretilmeye başlanmıştır. Her iki yöntemde düzenli depolama gereksinimini büyük ölçüde azaltmaktadır. Nüfusun artması ve şehirlerin giderek genişlemesi nedeniyle araziye duyulan talep giderek artmaktadır. Bu nedenle düzenli depolama alanlarının son derece verimli kullanılması gerekmektedir. Özellikle 80'li yıllardan itibaren ortaya çıkan geri kazanım yaklaşımınca, hem hammadde ve doğal kaynaklardan tasarruf sağlaması hem de depolama ihtiyacını büyük ölçüde azaltması nedeniyle tüm dünyada etkisini hissettirmiştir. Genel olarak ele alındığında katı atıkların içindeki muhtelif maddeleri hammadde ve yakıt kaynağı olarak kullanmak veya katı atıklardan kompost gübre veya başka kaynaklar üretmek ve faydalanmak katı atıkların geri kazanılması olarak tanımlanabilir. Depolamada depo gazının, kompost yapmada kompostun kendisinden, yakma ve prolizde enerji ve cüruftan yararlanma söz konusudur. Atık selülozdan glikoz ve etil alkol üretimi de yapılabilmektedir. Bunların yanında çöpün içinde bulunan demir ve diğer metaller, cam, tekstil parçaları, plastikler ve kağıttan hammadde olarak yararlanılmaktadır. Sistemli ya da sistemsiz, Türkiye'de ve bütün dünyada önemli oranlarda katı atık geri kazanımı uygulanmaktadır. Belediyelerin çöp döktükleri alanlarda elle ayıklama yöntemiyle geri kazanma işlemleri her sene ihaleye çıkarılmakta ve ihale bedelleri şehrin büyüklüğüne göre önemli değerlere çıkabilmektedir.

Günümüzde geri kazanım bir atık yönetim yaklaşımı olmaktan öte etik bir karaktere de bürünmüş ve toplumlarda çevre bilincinin en önemli sembollerinden biri haline gelmiştir. Özellikle gelişmiş ülkelerde GEKA geri kazanım kamu tarafından tam anlamıyla sahiplenilmiştir. Türkiye’de ise çevre bilinci daha çok 90’lı yıllarda uyanmaya başlamıştır. Geri kazanım konusunda ise sokak toplayıcıları ve çöp müteahhitleri sayesinde yüksek bir ulusal puana sahip olunmasına karşın, kitlesel destek, ortalama eğitim ve kültür seviyesine bağlı olarak oldukça azdır.

3.1.2 Geri Kazanılabilir Evrensel Katı Atık (GEKA) Çeşitleri

GEKA alt kategorilerinde genel olarak ambalaj malzemeleri yer almaktadır. Bunun nedeni evsel kullanım sonucu ortaya çıkan atığın esas olarak mutfak kökenli ambalajlar, kullanılmış kağıt ve kartondan oluşmuş olmasıdır. Ambalajlar, kullanılan birçok ürünün bozulmadan uzun süre sağlıklı şekilde saklanması, taşıma ve kullanımda kolaylık ve ekonomi sağlanması, içinde bulunan ürünün tanıtılması amacı taşıyan ve genellikle yüksek verimde geri kazanılabilir olan atıklardır. Daha önce belirtildiği gibi mutfak kaynaklı atıklar ve diğer organik atıklar bu kapsama dahil edilmemiştir. Ancak yine de organik atıkların tanımı da bu bölümde yer alacaktır.

GEKA kategorisindeki atıkların ortak özelliği hacimlerinin büyük olmasıdır. Sıkıştırılmadıkları ve ayrılmadıkları durumlarda, bu atıklar depolama tesislerinde büyük miktarda yer işgal etmekte ve depolama sahasının faydalı ömrünü önemli derecede azaltmaktadırlar. Aynı şekilde çöp toplama araçlarının taşıma verimlerini azaltmakta ve ek sefer ihtiyacını gündeme getirmektedir.

3.1.2.1 Plastikler

EKA içinde, özellikle gıda, meşrubat, deterjan ve kozmetik gibi tüketim maddesi ambalajların, değişik türlerde plastik maddeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler arasında en yoğun olarak kullanılan polietilen (PE), polivinilklorür (PVC), polietilentetraftalat (PET), polipropilen (PP) ve polistren (PS)’dir.

- Polietilenler: Çamaşır suyu, deterjan şampuan şişeleri, kozmetik ürünleri, plastik motor yağı kutuları polietilenin kullanıldığı yerlerdir. Bu ambalajların atıkları ve diğer PE ürünlerin atıkları (sera örtüleri, plastik torbalar vb.) granül hale dönüştürülerek ikincil ürün üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. PE geri dönüşümü Türkiye’de yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Polietilenler yoğunluklarına göre

(DYPE: düşük yoğunluklu polietilen, YYPE: yüksek yoğunluklu polietilen) sınıflara ayrılmıştır. Granüller PE su tesisatı borusu yapımında hammadde olarak kullanılmaktadır. Polietilenlerin bir başka özelliği de diğer plastıklere nazaran doğada ayrışma süresinin daha kısa olmasıdır.

- Polivinilklorür (PVC): Su ve sıvı deterjan şişelerinde, bazı kimyasal maddelerde, pencere çerçevelerinde ev kozmetik ürünlerin ambalajlarında kullanılır. Kullanılmış PVC ambalajlar ve diğer PVC'den mamul atıklar yıkanıp tozla mikron boyutuna getirilerek ikincil mamul yapımında (marley, atık su boruları gibi) katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır.
- Polipropilen (PP): Polipropilen deterjan kutularının kapakları ve margarin kaplarından başlayarak sentetik fiber ve plastik filme kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Hafif ve dayanıklı olması ve geri dönüşebilirliği nedeni ile otomotiv sektöründe de önemli bir kullanım alanı bulmaktadır. PP atıklar PE atıklarda olduğu gibi granül hale dönüştürülerek ikincil malzeme üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Polistren (PS): Eysel ambalaj atıkları içerisinde özellikle yoğurt ve margarin kaplarında yoğun olarak kullanılan PS atıklardan ikincil mamul üretiminde katkı malzemesi olarak kullanılmak üzere granül imal edilmektedir. Türkiye'de PS geri kazanımı PE ve PP de olduğu gibi yaygın bir şekilde yapılmaktadır.
- Polietilentetraftalat (PET): PET'ler genellikle su, meşrubat ve yağ şişelerinin ambalajlarında kullanılmaktadır. Şişirme tekniği ile üretildikleri için şişenin alt kısmında üfleme noktası ve PET yazısı ile tanınabilir. PET atıklar sentetik elyaf ve dolgu malzemesi üretiminde kullanılmaktadır. Pet geri dönüşümü için Adana'da kurulu 9000 ton/yıl kapasiteli bir tesisi 1994 yılında faaliyete geçmiştir. PET şişelerde PP kapaklar kullanılmaktadır. Kapalı bir PET şişe çok yüksek basınçlara dayanıklıdır.

3.1.2.2 Metaller

GEKA arasında yer alan metallerin önemli bir kısmını meşrubat, konserve kutuları ve yağ tenekeleri oluşturmaktadır. Meşrubat kutuları alüminyum ve teneke olmak üzere iki cins olup her iki cins de eritilerek başka bir ürün haline dönüştürülebilmektedir. Ambalaj malzemeleri dışında da her nevi atık metal uzun yıllardır geri kazanılmaktadır.

Alüminyum atıkları tenekelerden ayıran temel özellikler hafif ve kolay biçim verilebilir

olmaları ve bu ölçüde de atık hammadde olarak pahalı olmalarıdır. Endüstriyel olarak alüminyum son derece değerli bir cevherdir. Diğer taraftan hurda demirler eritilip işlenerek donatı demiri üretimi de yapılmaktadır.

3.1.2.3 Cam

Evsel atıklar arasındaki cam şişe ve kavanozların geri dönüşümü Türkiye’de oldukça eski yıllara uzanmaktadır. Renklerine göre ayrılan cam şişe ve kavanozlar ve diğer cam atıklar kırılarak cam tozu haline getirilmekte, cam tozu, kum, kireçtaşı ve soda külü ile karıştırılarak yüksek sıcaklıkta şekillendirilerek yeni ürünlere dönüştürülmektedir. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. üretmiş olduğu cam atık kumbaraları ile tüketiciyi evde ayırma sistemine alıştırmaktadır. Camlar renklerine göre ayrılarak değerlendirilmekte, ayırmama halinde hepsi kahverengi şişe üretiminde kullanılmaktadır. Ayrılmış her renkteki camlar aynı cinsten cam üretiminde yaklaşık % 33 enerji tasarrufu sağlamaktadır.

3.1.2.4 Kağıt ve Karton

Kağıt ve karton toplam GEKA yelpazesinin ağırlık olarak % 10-15’ini oluşturmaktadır. Kağıt ve karton türleri arasında gazete kağıtları evsel atıkların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu atıklar yaygın bir şekilde toplanarak geri kazanılmaktadır. Kağıt ve karton üreticisi kuruluşlar atık kağıtlardan hammadde kaynağı olarak yararlanmaktadırlar (Özkan, 2000).

4. GERİ KAZANIM ÖN KOŞULLARI

Geri kazanımın ön koşulunu toplama ve ayırma işlemleri oluşturmaktadır. Planlı bir şekilde toplanan ve çeşitlerine göre ayrılan malzeme geri dönüşüm için hazır demektir. Geri dönüşüm işlemlerinin ve sonuç ürün olan geri kazanılmış malzemenin kalitesi toplama ve ayırma işlemlerine bağlı olarak değişmektedir. Geri kazanılacak atıkların içine farklı malzemelerin karışmaması gerekmektedir. Toplama, ayırma işlemleri ve kıstasları aşağıda anlatılmaktadır.

4.1 Toplama

Atıkların geri kazanım süreci, ürünlerin tüketildiği anda başlamaktadır. Toplam katı atık içindeki değerlendirilebilir bileşenler, hangi amaç ve yöntemle geri kazanılacak olursa olsun, atıkların düzenli ve ekonomik bir biçimde, belli bir yerde toplanması gerekmektedir. Toplama, çok iyi ve detaylı planlamayı gerektiren karmaşık bir işlemi kapsamaktadır.

Rhyner, C.R. geri kazanılabilir atıkların toplanmasında iki temel yöntem kullanıldığını belirtmektedir (Rhyner, 1998).

Bunlar:

- Tüketicilere “getirme” ye,
- Tüketiciden “alma” ya yönelik düzenlemelerdir.

Adından da anlaşılacağı gibi, “getirme” yöntemi toplayıcı açısından “pasif” bir yöntemdir ve ağırlıklı olarak tüketicinin etkinliğine dayanır. Bireyler atıklarını belirli bir uzaklığı kat ederek toplama kumbaralarına, “buy-back” noktalarına ya da ayırma/işleme merkezlerine getirirler. Tüketiciler bu eylemi gönüllü olarak ya da menfaat karşılığı yapabilirler. Depozito ile geri toplama da “getirme” yöntemlerinden biridir. Görüldüğü gibi, getirme yöntemleri temelde özendirici (buy-back) ya da zorlayıcı-cezalandırıcı (depozito) gibi öğeler içerebilmektedir.

Toplayıcı organizasyonu açısından “aktif” bir işlem olan “alma” yönteminin belirleyici özelliği, bu iş için tahsis edilmiş özel araçlar ve personeli gerektirmektedir. Bunun için üretilmiş kaplarda, tüketici tarafından ayrı olarak biriktirilmiş geri kazanılacak atıkların evlerden ya da kaldırımlardan toplanması ve toplama merkezlerine taşıma prensiplerine dayanır. Toplama ekipleri bu işi, genel çöpün toplanması sırasında ve onunla birlikte de yapılabilir. Genel çöple birlikte ve karışık olarak alınan geri kazanılabilir potansiyeline sahip atıkları son yok etmeden önce ayıklanarak içinden değerli bileşenlerin geri kazanılması da yeterince gelişmemiş bir aktif yöntem olarak düşünülebilir.

Her iki yöntemle de toplanacak maddelerin seçimi, bölgedeki mevcut geri kazanma alt yapısının özelliklerine bağlıdır. Bu bağlamda da konuyu Pavoni, L.J. ve arkadaşları üç değişik şekilde ele almaktadır (Pavoni vd., 1975).

- a. Tüm geri kazanılabilir maddeleri birlikte toplamak,
- b. Hammadde olarak tek tek toplamak,
- c. Seçilmiş belli sayıda geri kazanılabilir atığı birlikte toplamak.

Peer Consultanis araştırma sonuçlarında tüketiciler açısından yukarıdaki seçenekler, yukarıdan aşağı doğru zorlaşmakta, bunun da katılımı ve aşağıyı olumsuz etkileyeceği görülmektedir. Belirleyici olan, bu seçeneklerin hangi toplama yöntemi ile kullanıldıklarıdır (Consultanis, 1991).

Geri Toplama Planlamasında Gözönüne Alınması Gereken Yerel Etkenler:

- Kapıdan kapıya toplama araçları için ulaşım kolaylığı, kumbara ve satın alma ünitelerini yerleştirme olanakları cadde, sokak ve kaldırım genişlikleri, trafik yoğunluğu, toplama yapılan noktalarla toplama/ayırma yerleri arasındaki uzaklık vb,
- Tüketici alışkanlıkları ortalama alışveriş sıklığı, yaya ya da oto ile alışverişe çıkma oranları, evde atıkların biriktirilmesi için yeterli yerin varlığı, bireylerin getirilmeleri istenen maddeleri azami taşıma uzaklıklarından, geri toplama sırasında karşılaşılan eğitim ile ilgili sorunlar, geri kazanılacak atığın geri dönüşüm süresi vb,
- Önceden var olan toplama ve değerlendirme yöntemleri, kapasiteleri, bunların sisteme bütünleştirilebilirlikleri ve uygulamada karşılaştıkları sorunlar,
- Uygulama alanındaki yapılaşmanın özelliği tek katlı – çok katlı yapıların oranları ve dağılımları, hane başına düşen ortalama nüfus ve yaş kümelenmeleri vb,
- Kişi başına düşen genel katı atık miktarı.

Etkin geri kazanım için, geri toplanan malzemelerin işlenmeye uygunluk vasıflarını taşıması gerekir. Geri kazanılabilecek maddeler tüketimin hemen sonrasında, tüketicinin yakınından toplandığı oranda nitelikli olacaktır.

Tüketicilerden beklenecek kişisel sorumluluğun düzeyi doğru saptanmalıdır. Bireysel sorumluluk ne denli az, yalın, kolay anlaşılır ve uygulanır olursa, katılım da o oranda artacaktır. Diğer taraftan, bu minimum sorumluluğun dahi tüketicilere sürekli olarak telkin

edilmesi gerekir.

Toplama sistemlerinde kullanılan dört unsur aşağıda sıralanmıştır:

- Depozitolu satış,
- Gönüllü katılım için özendirme,
- Ödüllendirme,
- Satın alma.

Depozito uygulaması ile satın almanın ayırt edici özelliği birim fiyatın birincide üretici ya da idari makamlarca “uygun görülmesi”, ikincide ise piyasa koşullarında serbest olarak belirlenmesidir. Ödüllendirme ise, belirli zamanlarda seçilen katılımcıların ödüllendirilmesi ile ilgili ve katılımın yüksek tutulmasına yöneliktir. Burada da ödülün miktarı ve sıklığı toplayıcı tarafından saptanır (Consultanis, 1991).

4.2 Ayırma

Geri kazanım amacıyla toplanan malzemelerin bu amaca hizmet edebilmeleri için, seçilen değerlendirme yönteminin gerektirdiği şekil ve titizlikle ayrılmaları gerekmektedir. Ayrıca, toplanan malzemelerin içine karışmış durumda olan istenmeyen maddeler bu aşamada ayıklanmaktadır (Scheirs, 1998).

4.2.1 Kaynakta Ayırma

Geri kazanılabilecek atıkların özel kaplarda, daha kaynakta iken, tüketici tarafından ayrılarak biriktirilmesidir. Bu yöntem daha çok ABD ve Federal Almanya gibi katılımın ve eğitimin yüksek olduğu, tüketici topluluğunun nispeten kolay teşvik edilebildiği ve tek katlı yapılaşmanın yaygın olduğu yerlerde denenmektedir ayrıca çoklu toplama (multi-collection) kumbaraları da, “getirtme” temelinde olmasına rağmen, bu kapsamda sayılabilir. Bu ayırma yönteminde kirlenme daha azdır (Pavoni vd., 1975).

4.2.2 Toplama Sırasında Ayırma

Evlerden gelen çöp ayrı olarak özel bir kapta toplanan birden fazla çeşit malzeme, toplama araçlarının özel bölmelerine boşaltılırken, işçiler tarafından ayrılabilir. Toplama hızını düşüren bu yöntem, araçların özel olarak bu işe uygun olarak tasarlanmış olmasını gerekli kılmaktadır. Satın alma merkezlerinde yapılan sınıflandırma da bu başlık altında incelenebilir.

Bu ayırma yönteminin bir avantajı, sınıflandırılmış olan malzemenin sıkıştırılarak taşıma giderlerinin en aza indirilebilmesidir.

4.2.3 Merkezde Ayırma

“Merkezde Ayırma” birlikte toplanan geri kazanılabilecek malzemelerin getirildikleri merkezde ayrılmasıdır. Kontrollü olması açısından güvenilir ve tercih edilir olan bir seçenektir. Bu ayırma el ile yapılabildiği gibi, mekanik ve hatta bilgisayarlı olabilir. Geri kazanılabilecek malzemelerini depolama alanlarında, genel çöp değerlendirme tesislerinin girişinde ya da içinde, genel çöpten ayıklanıp sınıflandırılmaları merkezde ayırma uygulamaları grubuna girmektedir.

Özellikle el ile yapılan ayırmalarda ürünlerin üretim aşamasında renk ve sayılarla kodlanmasının işlemin doğruluk hızını arttırdığı saptanmıştır.

Ayırmanın teknolojisi de ülkenin ve bölgenin gelişmişlik düzeyi, geri kazanım toplama kapasitesi, alt yapısı ve oturmuşluğu gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Dünyadaki çeşitli türden geri kazanım malzemeleri için yapılan ayırmanın yanı sıra uygulanmakta olan ya da tasarlanan teknolojileri aşağıda sınıflanmıştır;

- Hava üförmeli,
- Yüzdörmeli,
- Optik okuyuculu,
- Kimyasal reaksiyonlarla sınıflandırmalı,
- Elektromanyetik cihazla ayırmalı (Pavoni vd., 1975).

4.3 Türkiye’de Katı Atıklara Uygulanan İşlemler

4.3.1 Toplama

Apartman kapıcıları görevli oldukları apartmanlardan çıkan atık malzemelerden temiz, kolayca elde edilebilen ve değerli olanları (oluklu mukavva kutu, cam şişe gibi) kendilerine alıkoymakta ve daha sonra çevrelerinde bulunan hurdacılara ya da gezici hurdacılara satmaktadırlar. Toplama sistemi işinde fazla ağırlıkları yoktur. Küçük çapta gelir elde etme amacı bulunmaktadır.

El ve at arabalı toplayıcılar gezici hurdacıları oluşturmaktadır. Bunlar apartmanların çöp kutularına atılan atık malzemenin değerli olanlarını toplayıp, hurdacılara ya da atık plastik ise kırmacı ve granülcülere satmaktadır. Faaliyetleri belediyece yasaklandığı için, genelde gece toplama yapmaktadır. Yasalarımız bu kişiler için herhangi bir cezai uygulama getirmemektedir. Belediye sadece bu kişilere yerleri kirlettikleri için ceza uygulayabilmektedir.

Bidonlarda ve toplama kaplarında geriye kalan çöp ve katı atıklar belediyenin araçları tarafından belirli zaman ve aralıkla toplanmakta ve son yok etme noktasında taşımaktadır. Toplama ve taşıma göreceli olarak modern yöntemlerle yapılmaktadır.

4.3.2 Depolama

Son yok etme noktasına gelen çöpler genel olarak herhangi bir modern depolama yöntemine uyulmaksızın, belediyelerin rasgele seçtikleri boş arazilere sıhhi depolama teknikleri uygulanmadan atılmaktadır. Bazı büyük şehirlerimizde ise, toplanan organik kökenli çöpler kompost tesislerinde işleme tabi tutulmakta ve elde edilen kompost satılmaktadır. Ülkemizde modern toplama, geri dönüşüm, değerlendirme, yeniden kullanma teknolojisi yeterince gelişmemiştir. Ülke genelinde toplanan değerli çöplerin ancak 1/3'ü çöp toplama istasyonlarına gelmekte, geri kalan kısmı ise toplayıcı kişiler tarafından daha önceden alınmaktadır.

4.3.3 Çöp Müteahhitler

Çöp müteahhitleri belediyelerin çöp toplama istasyonu olarak belirledikleri alanları belli bir ücret karşılığında kiralayan kişilerdir. Bu kişiler istasyona gelen atık malzemelerin kilosunu kendi adlarına çalışan işçilerden belli bir ücret karşılığı satın almakta ve cinslerine göre ayrılmış bu atıkları herhangi bir işlemden geçirmeden (temizleme, presleme, kırma vb.) nakliyesi alıcıya ait olmak üzere hurdacılara, malzeme plastik ise kırmacı ve granülcülere satmaktadır.

4.3.4 Hurdacılar, Kırmacılar, Granülcüler

Hurdacılar toplayıcılar ya da müteahhitlerden atık malzemeleri satın alırlar. Atık malzeme toplayan ve bunları cinslerine göre ayıran hurdacılar, bu malzemeleri ya kendileri kırmakta ya da seçilmiş hurda plastik olarak kırmacı ve granülcülere satmaktadırlar.

Kırmacılar aldıkları hurda plastikleri kırdıktan sonra, ikinci bir işlem uygulayarak, “ayırma

havuzlarında” yabancı maddelerden ayırmaktadırlar. Kırılmış plastikleri kendilerince granül haline getirmekte ya da granülcülere satmaktadırlar.

Granülcüler satın aldıkları atık plastikleri granül haline getirip plastik ürünler sanayinde faaliyet gösteren kişi ve kuruluşlara satmaktadırlar. Üretilen granüller, ayakkabı boyalarının kutuları, plastik pis su boruları, sıva altı elektrik borusu, poşet, bidon, oyuncak, ayakkabı tabanı vb. alanlarda kullanılmaktadır (Pavoni vd., 1975).

5. ALÜMİNYUM MALZEMELERİN GERİ KAZANILMASI

5.1 Alüminyuma Genel Bakış

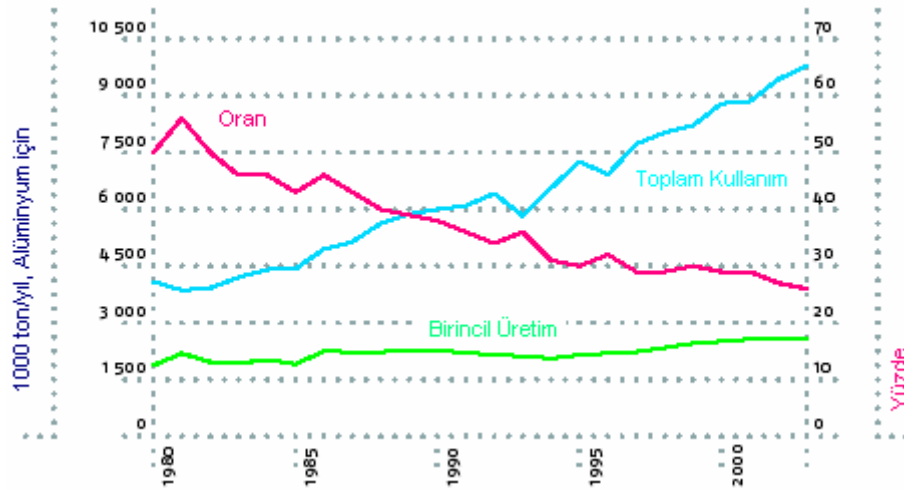
Alüminyum yeryüzünde oksijen ve silisten sonra en bol bulunan maddelerden biridir. Metal olarak silisyumdan sonra yeryüzünde en çok bulunan metaldir. Alüminyum 1820 yılında keşfedilmiştir ve yeryüzünde % 8 oranında bulunmaktadır. Dolayısıyla hammaddelerden alüminyum üretimi dünyadaki bugünkü tüketim hızına göre 1000 yıl yetecek kadardır. Alüminyum sert, korozyona dayanıklı ve düşük yoğunluklu bir metaldir. Alüminyum çelikten 1/3 oranında daha hafiftir. Alüminyum yüzeyinde oluşan alüminyum oksit; neme, sıcaklığa ve diğer kimyasallara karşı alüminyum malzemelerin daha dayanıklı olmasını sağlar. Alüminyum magnetik ve yanıcı olmayan elektronik sanayinde geniş olarak kullanılan bir metaldir [1].

1900 yılında dünya birincil alüminyum toplam yıllık üretimi 8.000 ton iken, 1913 yılında 65.000 tona, 1920 yılında 128.000 tona, 1938 yılında 537.000 tona, 1946 yılında 681.000 tona, 2002 yılında 22–23 milyon tona ve 2003 yılında ise 25–27 milyon ton seviyelerine yükselmiştir. Yaklaşık 110 yıl önce ticari anlamda üretimine başlanan alüminyum, insanoğlunun binlerce yıl boyunca kullandığı bakır, kalay ve kurşunun bugünkü toplam üretimlerinden çok daha fazla bir miktarda üretilmektedir. Günümüzde geriye kazanılmış (ikincil) alüminyumla birlikte toplam yıllık alüminyum arzı yaklaşık 30 milyon tona ulaşmışken, bakır 14,7 milyon ton, çinko 8,6 milyon ton, kurşun 6 milyon ton, magnezyum 0,4 milyon ton, kalay 0,2 milyon ton ve çelik 858 milyon ton seviyelerinde üretilmektedir. Demir-çelik üretiminin yanında bu miktar küçük görülebilir. Ancak, ürettiği katma değer açısından bakıldığında; yıllık 22.000.000 ton alüminyumun katma değer karşılığı 150.000.000 ton demir-çeliğe eşdeğer olduğu görülmektedir.

Diğer metallere göre neredeyse % 100 geri dönüşümlü olan alüminyumun geleceğin metali olmasını sağlayacak en önemli ana unsurlardan birisi de ekolojik özelliğidir. Dünyada, özellikle gelişmiş ülkelerde, kamuoylarının 1980'lerde doruğa ulaşan çevre korumacılığı baskısıyla ve 1973 ile 1979 yıllarındaki petrol krizleriyle hızlanan sınırlı kaynakların en ekonomik, çevreyi en az kirletecek ve daha az enerji tüketecek şekilde kullanımı gibi kriterler, alüminyumu alternatif malzemelere göre avantajlı hale getirmektedir. Çünkü sahip olduğu birçok özellikler nedeniyle sanayide bu gelişmelere uygun bir ortam sağlamaktadır. Her ne kadar birincil üretimde çok miktarda enerji harcanıyorsa da, son yıllarda yapılan araştırmalar, enerji dengesi açısından, kullanım ömrü dolan alüminyumun birincil üretimin sadece % 5'i

kadar enerji kullanılarak yeniden kullanıma sunulmaktadır. Uzun vadede alüminyumun diğer malzemelere nazaran daha tasarruflu olmasının yanı sıra, çevre atıklarının azalması yönüyle de daha ekonomik ve çevre dostu olduğunu göstermektedir. Üretim maliyetleri de dikkate alınarak yakıt tasarrufunun daha çok önem kazanacağı, bu da daha hafif otomobillerin imalatını gündeme getirecektir. Bu açıdan mükemmel dayanım/ağırlık oranına sahip alüminyum rakipsiz bir malzeme durumundadır. Alüminyum çeliğin % 69'una yakın bir ağırlık ile aynı güç faktörünü sağlamaktadır [18].

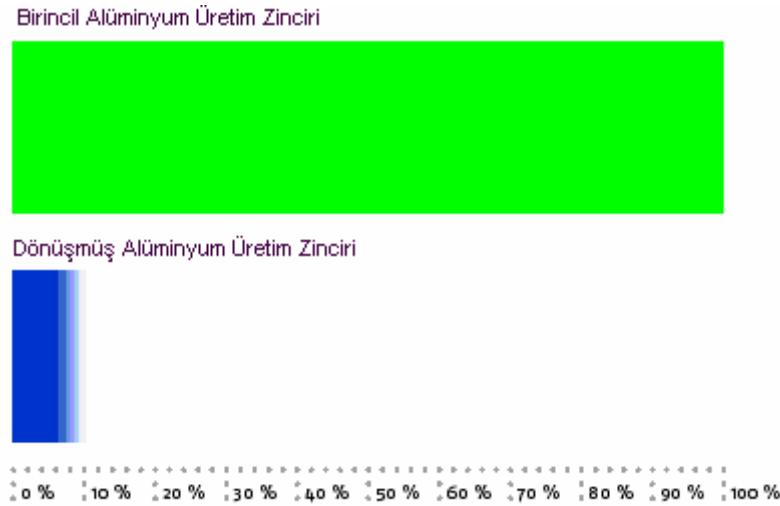
2003 yılında, EU15'de çeşitli şekillerde iyi üretilmiş yaklaşık olarak 9,8 milyon ton alüminyum kullanılmıştır. Son günlerdeki EU15'deki birincil alüminyum üretiminin miktarı sadece 2,6 milyon tondur. Bunun anlamı, alüminyum dönüşümü olmaksızın EU15 yaklaşık 7,2 ton alüminyumunu kullanıcılara ulaştırmak için ithalat yapmak zorundadır. Avrupa'nın geri kalan kısmında birincil alüminyum ürünlerinin üretimi 2,3 milyondur, bu iki değer birbirine eklense bile, EU15'in hala belirgin bir şekilde alüminyum ithalatına bağlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, alüminyumun geri dönüşümü ile bu bağımlılık hafifletilebilmektedir. 2003 yılında EU15, alüminyum kırpıntılarından, toplam 3,6 milyon ton alüminyum döküm, işlenmiş alüminyum (haddeleme ve ekstrüde ürünleri) üretilmiştir. Şekil 5.1'de toplam üretim, birincil üretim ve oranları görülmektedir [2].



Şekil 5.1 Oran: birincil üretim/toplam kullanım

Kullanılmış alüminyum yerine boksit gibi doğal kaynaklardan alüminyum üretmek oldukça pahalı ve aşırı enerji gerektiren bir işlemdir. Alüminyum kullanılmaya başlandığından beri geri kazanılma işlemi yapılmaktadır. Alüminyumun geri kazanılması için, toplum bilinci 1980'li yıllarda başlamıştır. Dünyada en fazla kaynaktan ayrı toplanan ambalaj atıklarından biri ve en önemlisi alüminyumdur. Şekil 5.2'de de görüldüğü gibi kullanılmış alüminyumdan

alüminyum üretildiğinde % 95 daha az enerji tüketilir, işçilik ve yatırım maliyeti en aza düşer. 2003 yılında sadece Avrupa'da alüminyum geri dönüşümü sayesinde yaklaşık olarak 16.4 milyon ton boksit korunmuştur. Hemen hemen bütün alüminyum kalitesini veya diğer özelliklerini artıran ticari değere sahip bir ya da daha fazla alaşım elementi içermektedir. Alüminyum geri dönüşümü bu yüzden silisyum, bakır, demir, magnezyum, mangan, çinko ve diğer elementlerin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse, Avrupa'da her yıl alüminyum endüstrisi sayesinde 4 milyon tonluk geri dönüşüm oranının 200.000 tonu yukarıda bahsi geçen alaşım elementlerinin korunmasını sağlamaktadır.



Şekil 5.2 Birincil alüminyum ve dönüşmüş alüminyum için enerji gereksinimi

Üretimin kırpıntılar ile yapılması, gömme için gerekli alanları ve çevreye olan etkilerin de azalmasına neden olmaktadır. Tamamen kentselleşmiş bölgelerde gömme alanları küçülmekte ve gömme için yeterli alan olmamasından dolayı yeni gömme alanlarının maliyetleri çok yüksek olmaktadır. 2003 yılında, alüminyum geri dönüşümü sayesinde Avrupa'da endüstri 1.5 milyon m³'lük arazi korunabilmiştir. Böylece, gömme için daha az alan kullanılmakta, çok az bir yerleşim birimi gömme alanlarının yanında yaşamakta, daha az ekosistem zarara uğramakta ve bu alanların bakımı için daha az para gerekmektedir [2].

Alüminyum endüstrisi, dönüştürülen alüminyumun kullanımını artırmaya çalışırken aynı zamanda da birincil alüminyum üretilmesi sırasında ortaya çıkan katı atıkları, çevre zararlarını ve gaz atıklarını en aza indirmek için de çalışmalara devam etmektedirler. Bir ton

kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretilirse;

- 1300 kg boksit bakiyesi,
- 15000 litre soğutma suyu,
- 860 litre işlem suyu,
- 2 000 kg CO₂ ve 11 kg SO₂ emisyonu daha az oluşur/kullanılır.

İnsan sağlığını olumsuz etkilememek, hayvan ve bitkileri tehlikeye maruz bırakmamak, yüzeysel ve yeraltı sularını kirletmemek, hava kalitesini bozmamak, gürültüye neden olmamak, doğal kaynakları, doğayı ve çevreyi korumak ve tehlikeli atık oluşturmamak için ambalaj atıkları kaynakta ayrı toplanmalıdır. İklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonunu azaltmak için her türlü kullanılmış alüminyum geri kazanılmalıdır. Alüminyum üretiminde en önemli hammaddenin kullanılmış alüminyum olduğu unutulmamalıdır.

Ambalaj malzemelerini piyasaya sürenler;

- En az atık oluşturucu ambalaj malzemeleri kullanma,
- Ambalaj malzemeleri tekrar kullanma,
- Ambalaj atıkları geri kazanma,
- Geri kazanılan ambalaj atıklardan yeni ürün üretilmesini sağlama,

yollarını, katı atık miktarını azaltmak için kendilerine rehber edinmelidirler. Ambalaj malzemeleri ve ambalaj atıklarını da içine alacak şekilde malzeme akış yönetimi oluşturmalıdırlar [1].

5.2 Geri Dönüşüm ve Alüminyum Devamlılığının Temelleri

Geniş kapsamlı ekonomik, ekolojik ve sosyal faydalarıyla birlikte kolaylıkla bulanabilen alüminyum metalinin kilit özelliklerinden biri olarak görülen geri dönüşüm, alüminyumun sürekli olarak kullanılmasındaki ana düşüncelerden biridir. Son günlerde Avrupa Birliğinde alüminyum üretiminin yarısından fazlası dönüştürülmüş ham madde menşeylidir ve bu eğilim giderek artmaktadır. Yerel enerji kısıtlamaları, büyüyen kullanılmış alüminyum talebinin artması ve Avrupa'da bulunan boksit madeni sayısının azlığı karşısında, Avrupa bütün uygun alüminyumların toplanması, verimliliği arttırmak için, kırpıntı ve ergime işlemleri üzerine büyük yatırımlar yapmaktadır.

Herhangi bir yasama veya politik inisiyatife bağlı olmaksızın, alüminyum kırpıntılarının

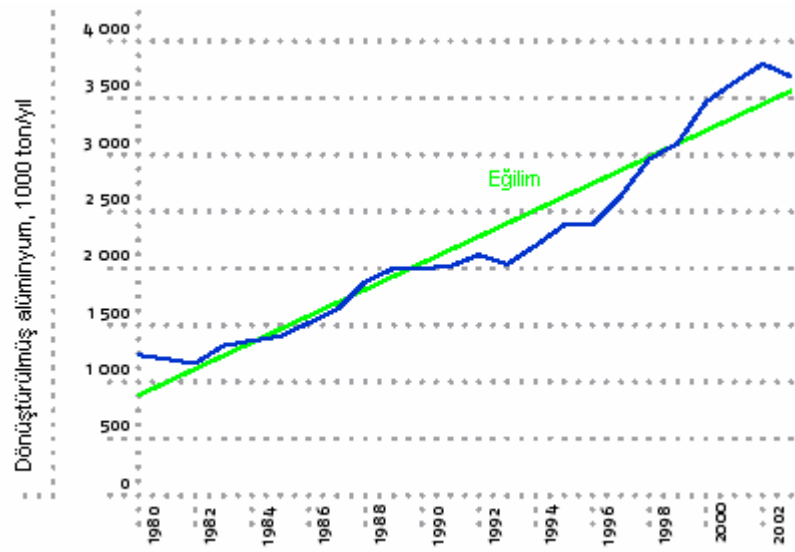
yüksek öz değeri, geri dönüşüm için daima temel değer olmuştur. Fakat şu da açıkça bellidir ki, özellikle son on yıldır geri dönüşüm yöntemlerinde ihtiyaç duyulan enerjinin birincil alüminyum üretimi için gereken enerjinin % 5'inden az enerjiye ihtiyaç duyduğundan beri, ekonomik boyut, büyüyen çevre sorunları ve artan sosyal sorumluluklar da geri dönüşüm faaliyetlerine destek vermektedir. Alüminyum ekonomisi bir geri dönüşüm ekonomisidir. Çoğu alüminyum ürünleri için, alüminyum aslında yaşam süresince tüketilmemekte sadece basitçe kullanılmaktadır. Bu yüzden alüminyum ürünleri için geleneksel “beşikten-mezara” kavramı yerine yenilenebilir “beşikten-beşiğe” kavramı kullanılmaktadır. Eğer kırıntılar uygun bir şekilde işlenebilirse, hemen hemen bütün alüminyum uygulamaları için dönüştürülmüş alüminyum kullanılabilir ve böylece hem ham madde koruması hem de önemli bir ölçüde enerji tasarrufu yapılabilmiş olacaktır [2].

5.3 Alüminyum Geri Dönüşümü ve Ticari Karlılığı

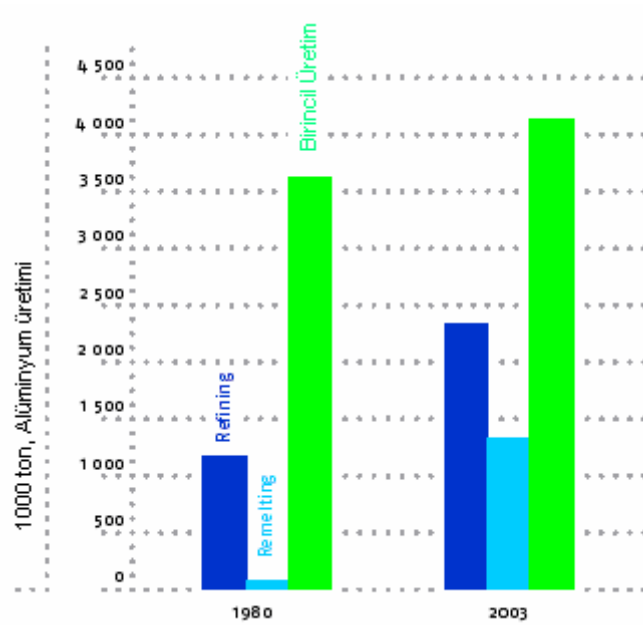
Birincil üretim için gerekli enerjinin korunması alüminyum kırıntıları önemli bir market değerine sahiptir. Bu sebeple, alüminyum kırıntılarını eritmek için duyulan enerji ihtiyacı, birincil alüminyum üretimi için gerekli enerjinin sadece bir kısmıdır. Fakat atomik yapı ergime sırasında değişmediği için, alüminyum hiçbir kayıp olmaksızın yüzde yüz geri dönüştürülememektedir. Batı Avrupa’da 1980 yılında alüminyum geri dönüşümü yaklaşık 1.2 milyon ton iken bu rakam 2003 yılında yaklaşık 3.7 milyon ton olmuş ve alüminyum geri dönüşüm endüstrisi abartılmaksızın üretimi üç katına katlamıştır. 1980’den beri birincil alüminyum üretiminde sadece % 12 oranında bir artış olurken bir nevi göreceli olarak sabit kalırken, rafineri sektörü % 50 ve ergitme tesisleri geri dönüşüm faaliyetleri % 94 oranında muazzam bir şekilde artış göstermiştir.

Alüminyum geri dönüşüm endüstrisinin nihai hedefi, ticari olarak uygun ve/veya ekolojik olarak istenilir olduğu zaman, alüminyum kırıntılarının bütün kaynaklarını geri dönüştürmektir. Eklenen değerler geri dönüşüm maliyetlerini aşmadığı ya da gömme maliyetinin geri dönüşüm maliyetlerinden daha pahalı olduğu anlaşıldığı takdirde, geri dönüşüm ekonomik olarak uygun yani kazançlı addedilmektedir. Çevresel açıdan bakıldığında, kırıntıların toplanması, ayrılması ve ergimesinin çevreye etkisi birincil alüminyum üretiminden daha düşük ise ekolojik açıdan da geri dönüşüm avantajlı olmaktadır. Son yıllarda, bu eğilim rafineri endüstrisinde gözlenen büyük bir kapasiteyle ilerlemektedir. Bu gelişme, her şeyden önce ergime ve gaz atıkların azaltılması teknolojilerinin ilerletilmesinde, araştırma ve geliştirme araştırmalarında ve ekonomik verimde artış olmasına

katkı sağlamıştır [2].



Şekil 5.3 Batı Avrupa dönüştürülmüş alüminyumdaki değişim



Şekil 5.4 1980 ve 2003'de Batı Avrupa'da üretim

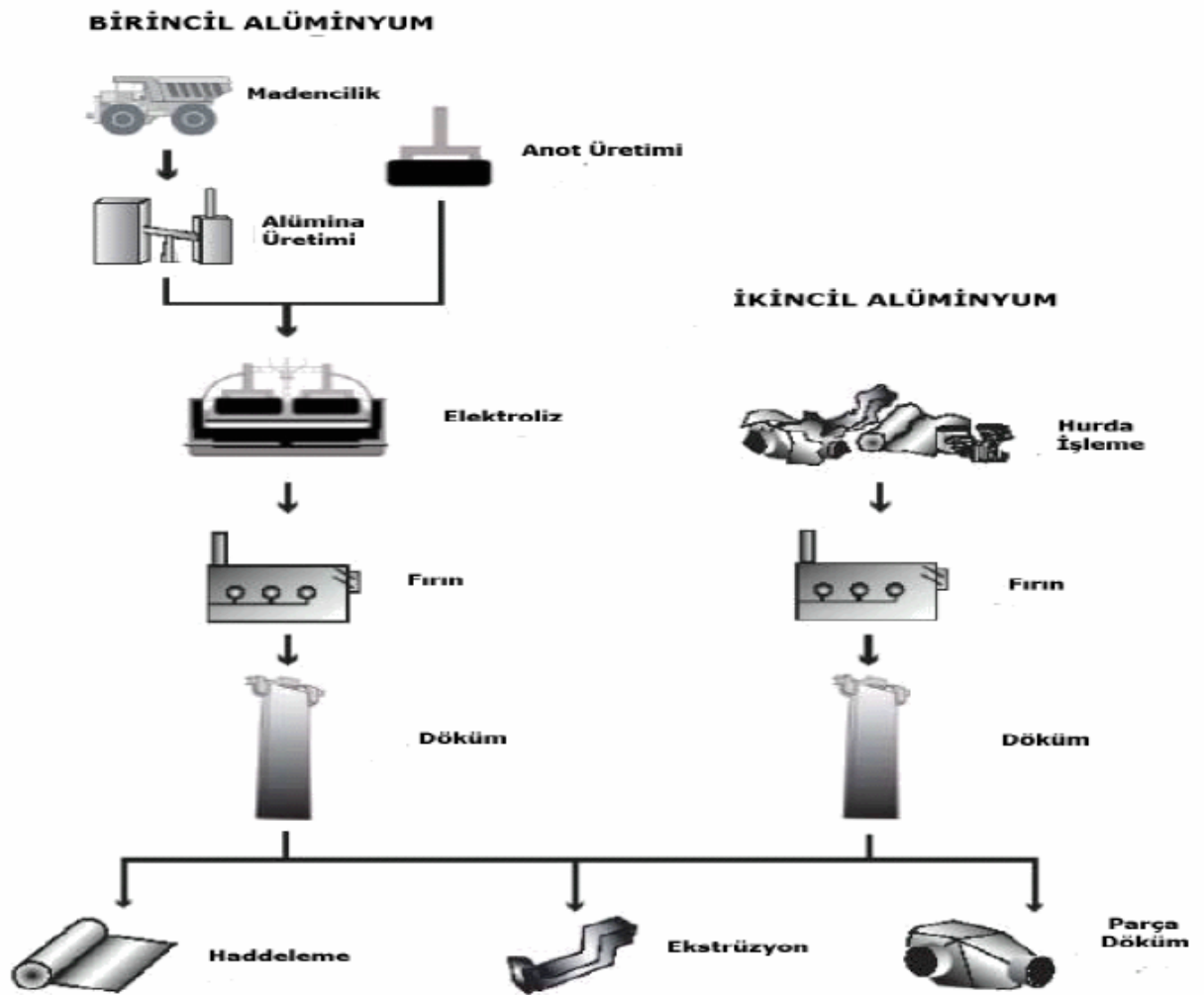
5.4 Alüminyum Üretimi

Bugün alüminyum üretiminde iki kaynak söz konusudur:

1. Cevherden üretilen alüminyum (Birincil Alüminyum)

2. Hurdadan üretilen alüminyum (İkincil Alüminyum)

Şekil 5.5’de bu akış birincil ve ikincil üretimin akış diyagramını görülmektedir [18].



Şekil 5.5 Alüminyum akış diyagramı

5.4.1 Birincil Alüminyum Üretimi

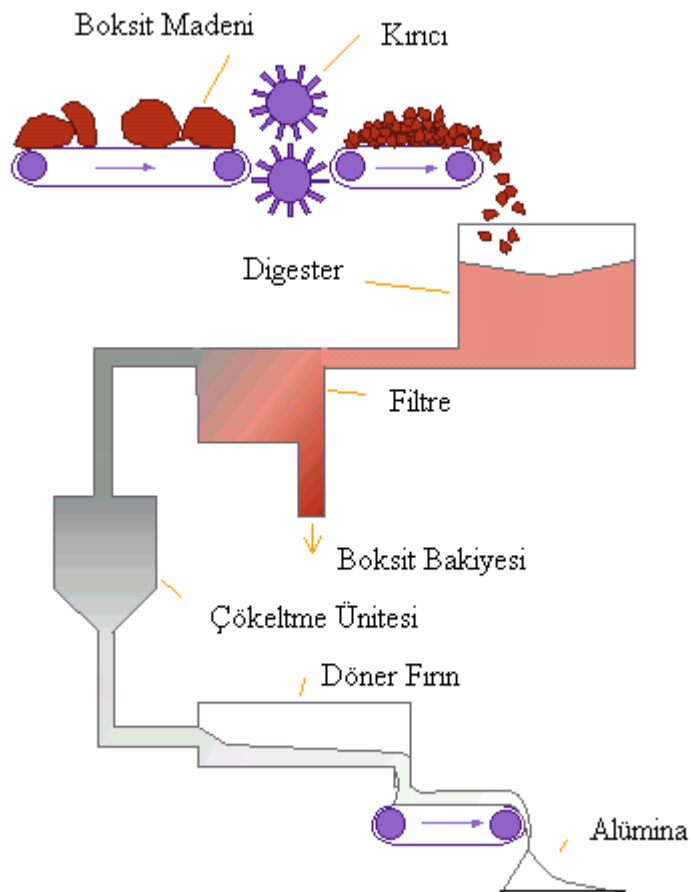
Boksit madeni yeryüzünde en bol bulunan madenlerden biridir. Alüminyum üretimi için boksit madeni önce yıkanarak kil gibi kaba kirleticilerden arındırılır. Parçalanmış ve öğütülmüş boksit madeni, sodyum hidroksitle karıştırılır. Elde edilen pastaya, otoklavda daha fazla miktarda sodyum hidroksit ve soda ilave edilerek karıştırılır. İstenen alkali şartlar sağlanır. 3.6 atm. basınç ve 140 °C sıcaklık altında çözelti tutularak alüminanın kostik soda ile hidratlı alüminada dönüşmesi ve çözünmesi sağlanır. Boksitteki alüminanın % 30-70'i

çözeltiye geçer. Böylece alüminadan sodyum alüminat elde edilir ve alüminyum çözeltiye geçer.

Bakıyeler veya “kırmızı çamurlar” temel olarak demir oksit, silisyum oksit ve titanyum oksit içerir. Bu maddeler çöktürme ve filtrasyonla giderilir. İnert kırmızı çamur kimyasal metotla bertaraf edilir.

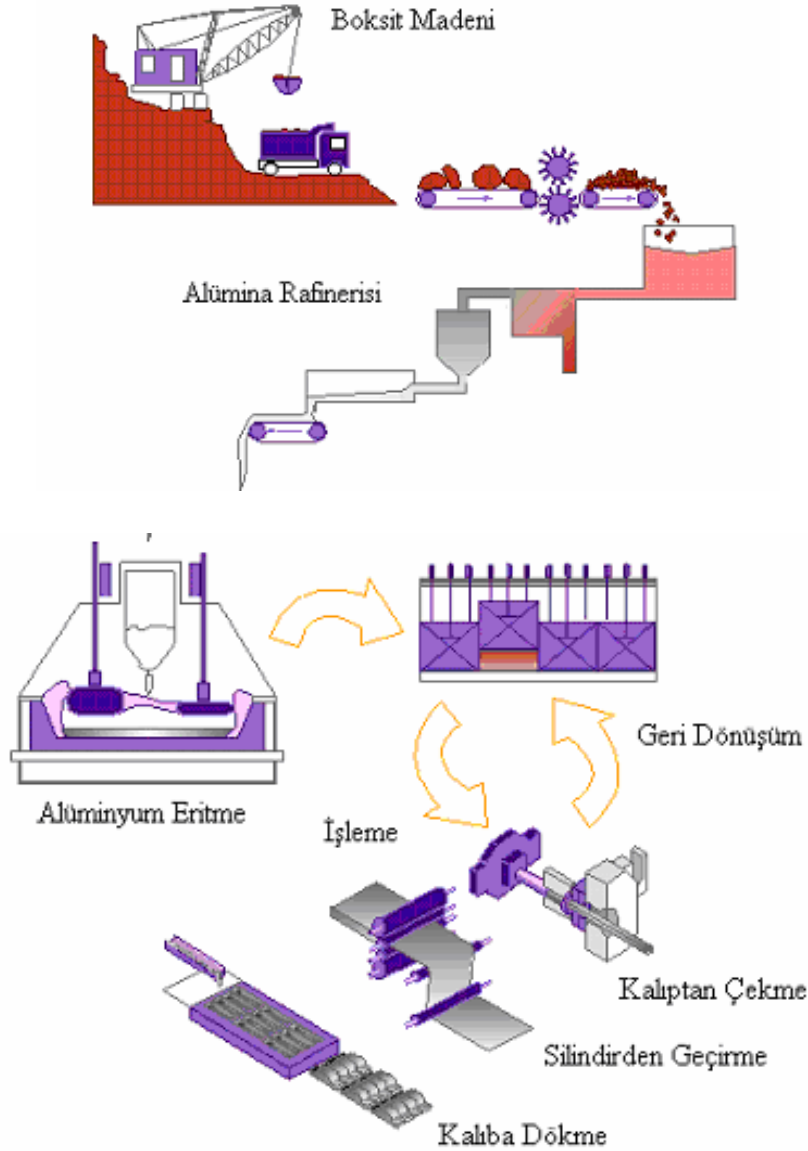
Sodyum alüminat çözeltisi çok incedir. Saf alümina hidrat, aşılandıktan sonra dik tanklara pompalanır. Çalkalayarak ve çözeltide bulunan alümina trihidratlar, tedrici olarak yavaş yavaş soğutarak çöktürülür. Sonra trihidrat katıları, kostik soda çözeltisinden çöktürerek ve vakum filtrasyonu ile ayrıştırılır. Kostik soda çözeltisi geri kazanılarak tekrar kullanılır.

Trihidrat çözeltisi yüksek sıcaklıkta yani 900–1100 °C’de kalsine edilerek su ekstrakte edilir. Hidroskopik olmayan saf Al_2O_3 alümin beyaz tozu elde edilir (Şekil 5.6). 4–5 ton boksit madeninden yaklaşık olarak 2 ton alümina üretilir.



Şekil 5.6 Boksit mineralinden alümina üretimi

Saf alüminyum ise elektroliz metodu ile elde edilir. 3970 kg. boksit madeninden 910 kg. alüminyum metali üretilmektedir. Bu üretim esnasında 460 kg. petrokok kullanılır.



Şekil 5.7 Hammaddeden ve kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretimi

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH), karbon ürünlerinin tam yanmaması sonucu oluşur. Alüminyum endüstrisinde elektrolitik sürecinde kullanılan anotlar petrol kökenli kok ve ziftten yapılmıştır. Bu işlem esnasında önemli miktarda PAH açığa çıkar. Son zamanlarda PAH emisyonunu azaltmak için düşük ziftli anot materyalleri kullanılmaktadır. Böylece çok daha az miktarda PAH oluşmaktadır. Diğer baca gazı emisyonu HF (hidrojen florür), kükürt dioksit (SO₂) ve karbon monoksittir. Partikül kirleticiler ise florür, karbon ve alümina içerir.

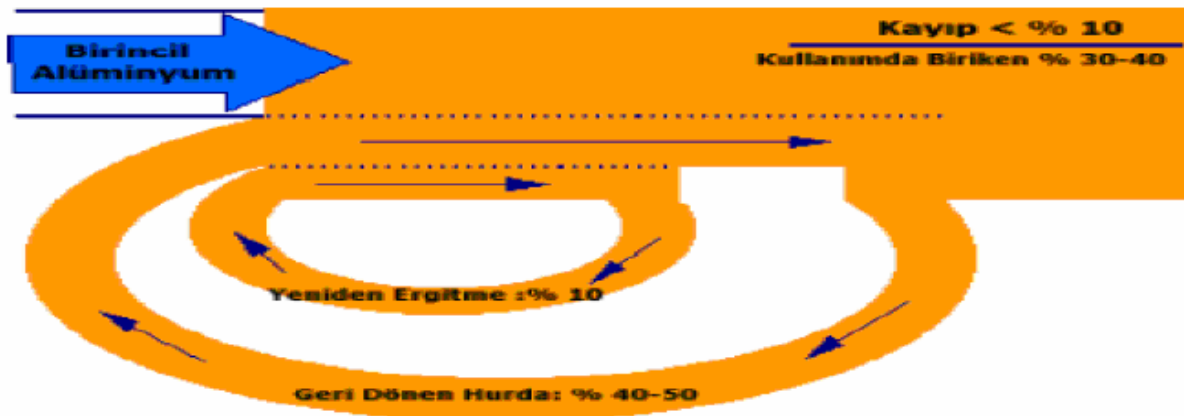
1990 yılında dünyada alüminyum üretimi 17.832.000 ton, 2001 yılında 20,5 milyon ton ve 2004 yılında ise 24 milyon ton olmuştur. 1990 yılı değerinin 4.048.000 tonu ABD’de üretilmiştir. Dünyada üretilen alüminyum malzemelerin 1/3’ü Avrupa Birliği ülkelerinde tüketilmektedir. 1998 yılı verilerine göre Avustralya’da yılda 38 milyon ton boksit madeninden 1.2 milyon ton alüminyum üretilmiştir. Bu değer dünya üretiminin % 8’ni oluşturmaktadır. 2002 yılı verilerine göre Avustralya’da % 53 alkollü ve % 47 alkolsüz içecek olmak üzere toplam 3 milyar adet alüminyum kutu kullanılmıştır [1].

5.4.2 İkincil Alüminyum Üretimi

Alüminyum üretiminde bir döngü söz konusudur (Şekil 5.8). İkincil alüminyum üretiminde metal kaynağı olarak alüminyum hurda kullanılmaktadır. Alüminyum hurdaların başlıca iki kaynağı vardır:

1. İşlem ve döküm ürünlerinin üretimi sırasında oluşan geri kazanma olasılığı % 100 olan yeni hurda,
2. Kullanım ömrünü doldurmuş geri kazanma olasılığı yapısı, şekli ve et kalınlığına göre % 30-95 arasında değişen eski hurda.

Bir ülkede değerlendirilen yeni hurda miktarı alüminyum sanayinin kapasitesi ve kapasite kullanım oranı ile eski hurda miktarı ise ülkenin alüminyum geçmişi ile doğru orantılıdır. Alüminyumun geri dönüşümü ile ilgili uygulamalar iki kategoride tanımlanmaktadır: kapalı ve açık döngü geri dönüşüm.



Şekil 5.8 Alüminyumun geri dönüşümü

Alüminyum üretimi sırasında çıkan hurdaların yani yeni hurdanın tekrar aynı ürünün

üretmesinde değerlendirilmesi veya kullanılmış içecek kutularının tekrar içecek kutusu üretiminde kullanılması kapalı döngü geri dönüşüme, çeşitli alüminyum hurda malzemelerini, alaşım elementlerini hatta birincil alüminyumu bir arada kullanarak döküm alaşımları üretmekse açık döngü geri dönüşüme örneklerdir. Kapalı döngü geri dönüşümde malzemenin özelliğini yitirmesi ihtimali vardır. Kapalı ve açık döngü geri dönüşüm arasında seçim yapılırken, metalin en yüksek artı değeri kazanması için piyasadaki hurda yeterliliği, geri dönüşümün ekonomikliği gibi hususlar dikkate alınmaktadır [18].

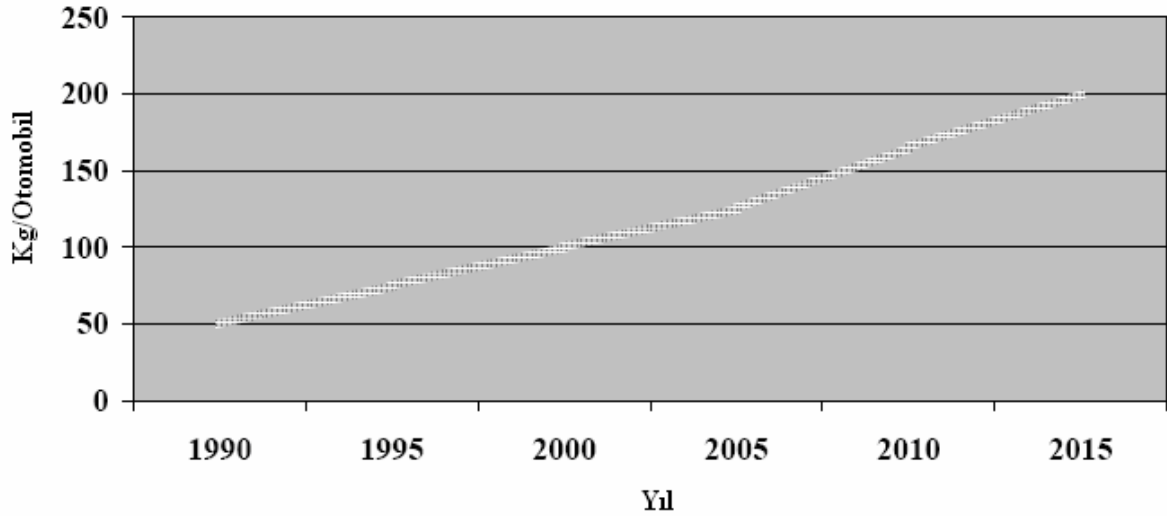
5.5 Alüminyumun Kullanıldığı Alanlar

Alüminyum mükemmel hafif ve yenilenebilir bir metaldir. Alüminyum magnetik değildir. Alüminyumun kendisi yüzey koruyucu oksit oluşturduğu için korozyona çok dayanıklıdır ve pas oluşturmaz. Atmosferik şartlara karşı dayanıklı olduğu için inşaat ve otomobil sanayinde geniş olarak kullanılmaktadır. Ayrıca alüminyum ısı ve elektriği iyi iletir. İletken bir metal olarak bakıra göre iki kat daha hafiftir. Bu nedenle son zamanlarda bakırın yerini almaktadır. Alüminyum, elektrik sektöründe; iletken tel imalatında, gıda sektöründe; ambalaj ve mutfak eşyası yapımında, inşaat sektöründe; kapı, pencere, doğrama ve dekoratif levha olarak kullanılmaktadır. Özellikle otomobil ve havacılıkta hafif olması sebebiyle otomobil ve uçak parçalarının üretiminde tercih edilen bir metaldir.

Otomotiv üreticileri, özellikle gelişmiş ülkelerdeki kamuoylarının baskılarıyla çıkartılan çevre ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin öngördüğü bazı yaptırımlara maruz kalmamak ve rekabetteki aylarını en azından korumak için, ürettikleri otomobillerin bir taraftan ekolojik dengeleri, diğer yandan da ürettikleri malzemelerin ekonomik olmaları yönünde çalışmalar yapmaktadırlar. Otomotiv endüstrisinde güvenlikten ödün vermeden, konfordan vazgeçmeden, büyük ve az yakıt tüketen otomobiller için hafif, fakat mukavemeti yüksek malzemelerin geliştirilmesi için daha fazla alüminyum kullanımı daima gündemde olmuştur. Çünkü halihazırda alüminyum bu amaçlara yönelik rakipsiz bir malzeme durumundadır. Binek arabalarda alüminyum kullanma potansiyeli toplam ağırlığın % 25 kadarı kadar olmakla birlikte, günümüzde sadece toplam ağırlığın % 6 kadarı alüminyum parçalardan oluşmaktadır. Bu oranın geçmişe göre çok hızlı artacağı ise açıktır. Geliştirilmekte olan yeni alaşımlar sayesinde alüminyum otomotiv sanayinde daha çok radyatörler, hareket sistemleri motor ve vites parçaları, yassı ürün olarak kasa bazı konstrüktif elemanlarında kullanılmaktadır.

Alüminyumun otomotiv sanayindeki kullanımına ilişkin olarak Jaguar, Audi, Lotus, Porsche

ve Toyota gibi önde gelen otomobil üreticileri yoğun araştırmalara devam etmektedirler. Audi kaportası tamamen alüminyumdan oluşan A8 modelini piyasaya çıkarmıştır. Bugün Avrupa otomobillerinde 70 kg, Japon ve Amerikan otomobillerinde ise 90 kg dolaylarında alüminyum kullanılmaktadır. Bu sayede, yaklaşık 100–130 kg demir çelik ve bakır malzeme tasarrufu yapılmaktadır. 1960 model tipik bir Amerikan arabasında bu miktar 19 kg civarında idi. Analistler gelecekte de otomobillerde kullanılacak alüminyum miktarının lineer olarak artacağını belirtmektedirler (Şekil 5.9).



Şekil 5.9 Otomobilde alüminyum kullanımı

Bir otomobilde 50 kg kadar alüminyum kullanımı, yaklaşık 100 kg demir çelik ve bakır malzeme tasarrufu anlamındadır. Alüminyum kullanılan bir otomobil, alüminyum kullanılmamış bir otomobile kıyasla, ekonomik ömrü boyunca 1500 litre daha az yakıt harcayacağı hesaplanmaktadır. Alcoa tarafından yapılan bir araştırmaya göre alüminyum kaporta ve şasiye sahip otomobiller çelik otomobillere göre % 25 daha az yakıt tüketecektir. Kullanım ömrü boyunca bir otomobilin 500.000 km yapacağı düşünüldüğü alüminyumdan imal edilen otomobilin 10.000 litre daha az yakıt harcayacağı, CO₂ emisyonunun da 3 ton azalacağı hesaplanmıştır. Bugün 100 km de 3 litre yakıt tüketen binek otomobiller üretmek artık bir ütopya olmaktan çıkmıştır. Ülkemizde de yeni otomobil yatırımlarının yapılmasına bağlı olarak önümüzdeki yıllarda otomobil sanayinde önemli oranlarda alüminyum kullanımı beklenmektedir. Aynı avantajlar demiryolu, deniz ve özellikle hava ulaştırma sanayi ürünlerinde de söz konusudur.

Bir uçağın ağırlıkça ortalama % 70'i alüminyumdan oluşmaktadır. Alüminyum, alaşımlarının

hafifliğinin yanı sıra sağlamlığı ile de havacılık sektörünün gelişmesine büyük katkı sağlamıştır. Alüminyum olmasaydı modern hava taşımacılığında ve uzay sanayinden bahsedilemeyeceği açıktır. Uçak malzemesinde halihazırda kullanılan alüminyum (alüminyum-bakır) yerine % 15 oranında daha hafif olan gelecekteki en önemli uçak malzemesi alüminyum-lityum alaşımları kullanımı konusunda çalışmalar devam etmektedir. Bu sayede hem araçların yük kapasiteleri artacak hem de önemli oranda yakıt tasarrufu sağlanabilecektir. Deniz araçlarında alüminyum, kamaralardan başlamak üzere gezinti teknelerine, kuru yük gemilerinin gövde kompartımanlarını oluşturan yapısal parçalardan tüm üst bina inşasına kadar ve pervanelerin üretiminde çok yoğun olarak kullanılmaktadır. Kriyojenik gazların (düşük sıcaklık) deniz yoluyla taşınmasında ağırlıktan kazanılan miktarın daha fazla gaz taşınmasında kullanılabilmesi için kriyojenik gaz tankları da alüminyumdan imal edilmektedir. Hızlı tren konseptini hazırlayan altyapıda malzeme bilimindeki yeni alaşımların katkısı büyük olmuştur. Japonya da imal edilen ETR500 isimli hızlı tren şasesi ve vagon gövdeleri yüksek mukavemetli Al-Zn- Mg temelli alaşımlardan üretilmektedir [1,18].

5.6 Alüminyum Malzemeleri Geri Kazanmanın Avantajları

Alüminyum üretiminde en önemli hammadde kullanılmış alüminyumdur. Kullanılmış alüminyum tekrar tekrar alüminyum üretiminde kullanılabilir. Alüminyum malzemeler % 100 geri kazanılabilir. Kullanılmış alüminyum geri kazanılarak sadece katı madde miktarı azaltılmaz aynı zamanda boksit madeni doğal kaynağı ve enerji korunmuş olur. Bir kilogram alüminyum kutu geri kazanıldığında;

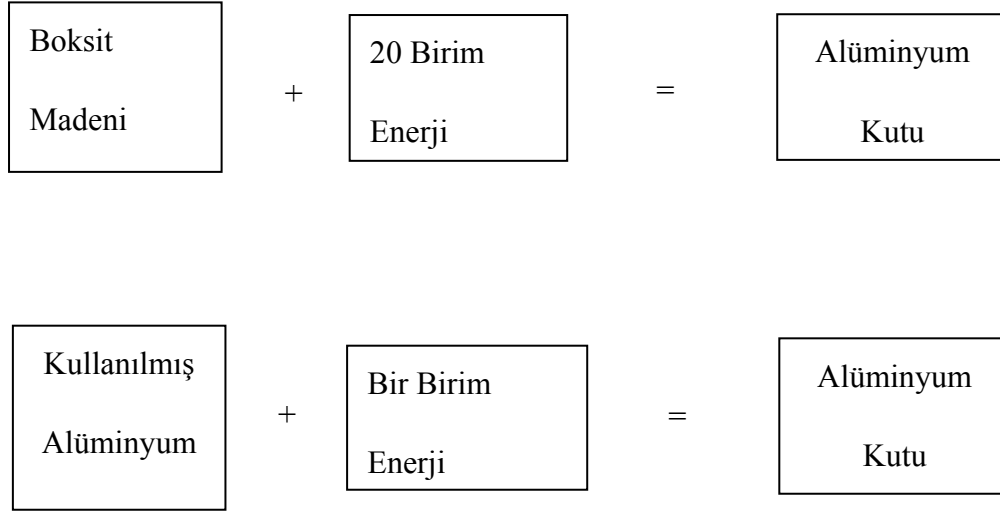
- 8 kg boksit madeni,
- 4 kg kimyasal madde,
- 14 kWh elektrik enerjisi kullanımı,

korunmuş olur.

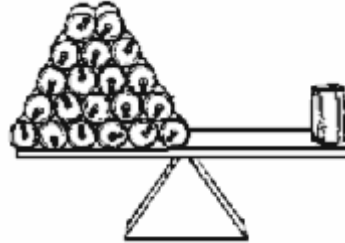
Boksit madeninden yeni bir alüminyum kutu yapmak için gerekli enerji 20 birim ise kullanılmış alüminyum kutu yapmak için gerekli enerji 1 birimdir. Yani kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretimi, hammaddeden alüminyum üretimine göre % 95 daha az enerji gerektirir. Böylece önemli oranda enerji kaynağı korunmuş olur (Şekil 5.10).

Kullanılmış alüminyum geri kazanılıp üretime sokulduğunda % 99 oranında baca gazı kirletici emisyonu azalır.

Kullanılmış alüminyum geri kazanılması demek, daha az enerji ve hammadde tüketimi demektir. Kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretilerek sera gazı emisyonu % 95 ve atık su kirlenmesi % 97 oranında azaltılabilir [1].



Şekil 5.10 Hammaddeden alüminyum ile kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretiminde enerji karşılaştırması



Şekil 5.11 Hammadde tüketimi ile ilgili karşılaştırma

On adet alüminyum içecek kutusu geri kazanıldığında, 100 kWh'lik bir lambanın 35 saatte veya bir televizyonun 30 saatte harcadığı elektrik enerjisi korunmuş olur.

Doğal kaynakların korunması, işletme maliyeti, enerji ve işçilik giderlerinin en aza indirilmesi için kullanılmış alüminyum malzemeler kaynakta ayrı toplanmalıdır. Kullanılmış alüminyumun imhası geri dönüşüm sisteminin bir ögesi olmamalıdır.

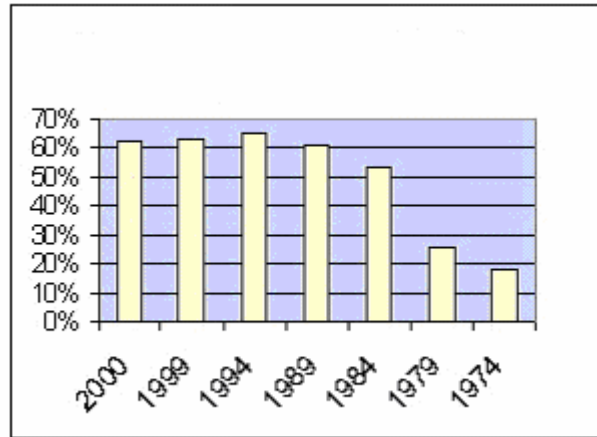
Alüminyum diğer ambalaj atıklarına göre daha fazla geri kazanılmaktadır. Çünkü kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretimi orijinal hammaddeden alüminyum üretimine göre çok

daha ucuza mal olmaktadır. Diğer önemli bir husus alüminyum sanayicileri, kullanılmış alüminyumun geri kazanılmasının önemine ve ekonomik değerine inanmaktadırlar. Dolayısıyla alüminyum sanayicileri geri dönüşümü aktif olarak desteklemektedirler. Geri dönüşümün artması ve kararlı hale dönüşmesi için programlar yapmaktadırlar.

5.6.1 Alüminyumun Geri Kazanılması

ABD’de kullanılan alüminyumun % 65’i yani 2/3’ü geri kazanılmaktadır. ABD’de yılda bir milyar kilogramdan fazla kullanılmış alüminyum çöpe atılmaktadır. İstanbul’daki katı atık içinde % 5.8 ve Bursa’dakinde ise % 4 oranında metal bulunmaktadır. Yani her yıl İstanbul’da 180.000 ton çok değerli, geri kazanılabilir metal malzemeler depolama alanında israf edilmektedir. Bu malzemeler geri kazanılsa ekonomiye katkısı en az 30 milyon dolar olacaktır.

ABD’de alüminyum malzemeler ambalaj, ulaşım, inşaat, ihracat, elektrik, dayanıklı malzemeler, mekanik ve donanımları ile diğer işlerde kullanılmaktadır. Ambalaj sektörü, toplam alüminyumun % 28,3’lük kısmı ile en geniş kısmını oluşturmaktadır. Ulaşım % 17,3’lük kısım ile ikinci sıradadır. Alüminyumun inşaat sektöründe % 16, ihracatta % 13, elektrik sektöründe % 9, dayanıklı malzemelerde % 7 ve makine ve donanımlarda % 6’lık kısmını oluşturmaktadır.



Şekil 5.12 ABD Alüminyum kutuları geri kazanma oranı

Alüminyumun daha verimli kullanılması tüm ülkelerin ortak hedefleridir. 1970’li yıllarda 0.450 kg ağırlığındaki alüminyum levhadan 22 kola veya soda kutusu üretilirken bugün 32 kola veya soda kutusu üretilmektedir. Hedef, daha fazla sıvının daha hafif ambalaj

malzemelerinde ambalajlanmasıdır. Böylece kaynakların daha verimli kullanılması sağlanmaktadır.

Geri kazanılması gerekli önemli alüminyum atığı da alüminyum kırpıntılarıdır. 1990 yılında dünyada 2.393.000 ton alüminyum kırpıntı geri kazanılıp üretime katılmıştır. Alüminyum kırpıntılar kesinlikle çöpe atılmamalıdır. Alüminyum kırpıntılarının bedeli çok daha yüksektir.

Avusturya'da 2000 yılında 39.000 ton alüminyum metal, konutlardan, işyerlerinden ve sanayiden toplanmıştır. İsviçre'de kullanılan alüminyumun % 38'i geri kazanılmıştır. Yani ambalaj sanayinde kullanılan 9000 ton alüminyumun 2000 yılı verilerine göre 3410 tonu geri kazanılmıştır. İsviçre'de kişi başına alüminyum kullanımı 0,4 kg/kişi/yıldır. ABD'de bir kg kullanılmış alüminyumun bedeli 0.7–1.5 dolar arasında değişmektedir. 2000 yılında ABD'de geri kazanılan alüminyum kutu miktarı 862.000 tondur.

1994 yılı verilerine göre İsviçre, İsveç ve Avrupa Birliği Ülkelerinde ortalama sırasıyla % 92, % 88 ve % 40 oranında kullanılmış alüminyum geri kazanılmıştır. 2002 yılı verilerine göre Avrupa Birliği ülkelerde alüminyum kutu geri kazanma oranı % 46'dır. Japonya'da piyasaya sürülen 17 milyar adet alüminyum kutunun % 78,5'i geri kazanılmaktadır.

Avrupa ülkelerinde alüminyum içecek kutusunun pazar payı ve geri kazanılan alüminyum içecek oranı Çizelge 5.1'de verilmiştir. Çizelge 5.1 incelendiği zaman alüminyum içecek kutuların en fazla toplandığı Avrupa ülkeleri içinde sırasıyla İsveç, İsviçre, İzlanda ve Almanya olduğu görülür. Bu ülkelerde ambalaj atıkları önemli oranda geri kazanılmaktadır [1].

Çizelge 5.1 Avrupa ülkelerinde alüminyum geri kazanma oranı (1995)

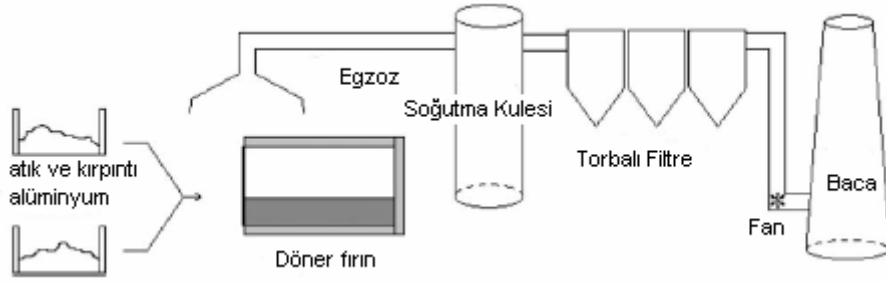
Ülkeler	Alüminyumun Marketteki Payı (%)	Geri Kazanma Oranı(%)
Almanya	14	70
İngiltere	78	28
İtalya	97	35
Yunanistan	100	34
Avusturya	70	50
İsveç	100	91
İrlanda	86	18

Fransa	35	14
İspanya	40	14
Benelux	21	10
İsviçre	100	85
İzlanda	100	80
Portekiz	68	17
Türkiye	77	40
Doğu Avrupa	40	İhmal
Diğerleri	90	İhmal
TOPLAM	55	35

5.7 Kullanılmış Alüminyumdan Alüminyum Üretimi

Ayrıştırma tesislerine diğer ambalaj atıkları ile birlikte getirilen kirlı ve üzerı boyalı veya kaplı kullanılmış alüminyum yürüyüş bandına konur. Konveyör boyunca alüminyum bazı büyük manyetik alanlardan geçirilir. Bu şekilde çelik veya diğer metaller ayrıştırılır. Diğer malzemelerden ayrıştırılan alüminyum kutular ve malzemeler ezilir ve balyalama makinesi ile balyalanır. Balyalanmış alüminyum, üretim tesisine gönderilir. Balyalamanın temel nedeni taşıma maliyetini en aza düşürmektir.

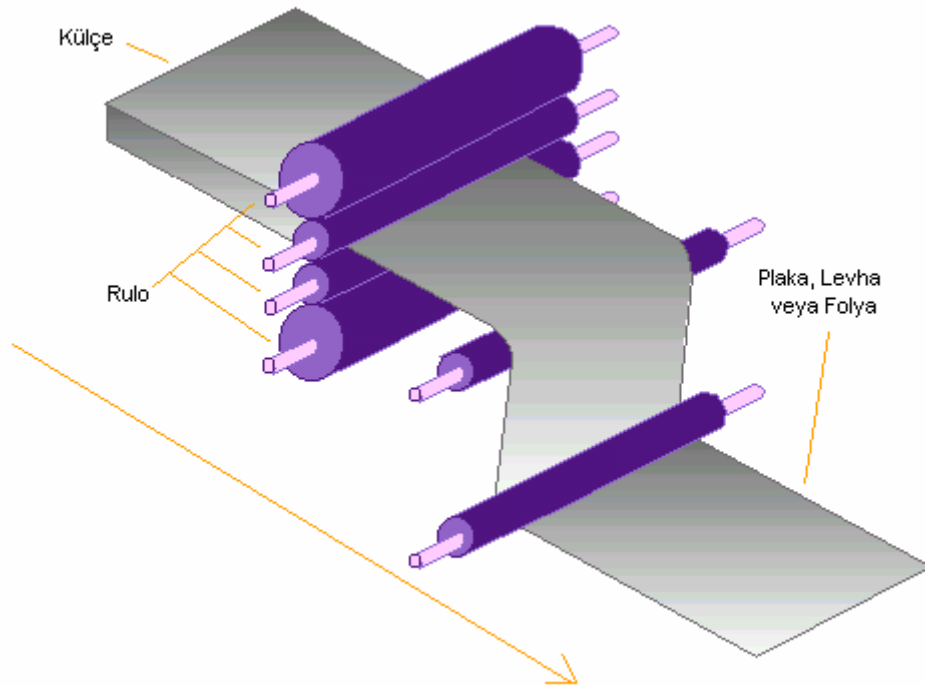
Balyalanmış alüminyum aşırı nem içerebilir. Nem fırında patlamalara neden olur. Bunu önlemek için önce balyalar parçalanır. Alüminyum daha sonra üzerinde bulunan tüm boyaların, nemin ve kirliliklerin giderilmesi için sıcak fırına konur. Fırında alüminyum üzerindeki boyalar ve kaplamalar giderilinceye kadar ısıtılır. Daha sonra külçe haline getirmek için döner fırına konur ve 700 °C'ye kadar ısıtılır. Katı alüminyumun tam olarak erimesi için karıştırılır. Oluşan gazlar güçlü fanlarla ortamdaki giderilir. Gazlar önce soğutulur ve sonra torbalı filtrede partiküller bertaraf edilir. Arıtılmış gazlar yüksek bir bacadan atmosfere atılır. Erimiş hale gelen alüminyum hücrenin tabanında toplanır ve buradan alınarak kalıplara dökülür. Çeşitli işlemlerden sonra tekrar alüminyum kutu veya diğer alüminyum malzeme üretiminde kullanılır.



Şekil 5.13 Alüminyum atığı ve kırıntısından alüminyum üretimi

Döner bir fırında yapılan eritme ünitesi silindirik çelik tamburdan ibarettir. Tambur refrakter tuğla ile kaplıdır. Arzu edilen karakterde korozyona dayanıklı ve kuvvetli alüminyum elde etmek için sıvı alüminyumun içine az miktarda başka metaller ilave edilir. Korozyona dayanıklılık için magnezyum, kuvvetlendirmek için bakır ilave edilir. Dökülen külçelerin ağırlığı yaklaşık olarak 27.200 kg'dır.

Soğuyan külçeler kalın dilim halinde getirilir. Dilimler rulo haline dönüştürülür. Rulolardan alüminyum levhalar elde edilir. Yeni ürünler elde etmek için preslenir ve şekillendirilir (Şekil 5.14) [1].

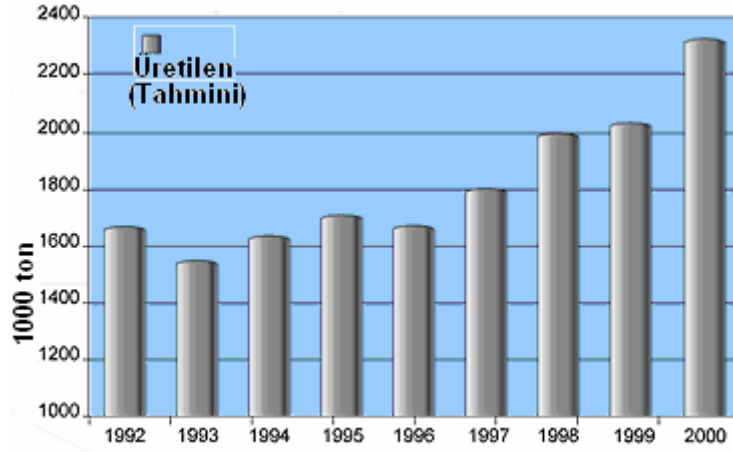


Şekil 5.14 Alüminyum külçenin levha, plaka veya folya haline getirilişi

Dönüştürülmüş alüminyum üreten birleşik alüminyum şirketlerinin (bu şirketler bütün

alüminyum üretimi basamaklarını kapsamaktadır) sayısının artmasına rağmen, hala uyum sağlayamamış, kişisel ve orta çaplı pek çok şirket de mevcuttur. 2003 yılında 153'ü rafineri ve 123'ü ergitme tesisi olmak üzere Avrupa'da geri dönüşüm şirketlerinin toplam sayısı 276 idi. Bu endüstri toplama, işleme, rafineri ve ergitme tesisi alanlarının hepsini kapsamakta ve su günlerde bütün Avrupa'da 10 000 den fazla dolaylı veya dolaysız iş sağlamaktadır. Avrupalı rafinerici ve ergitme tesisi malzeme sağlanması açısından hayati bir rol üstlenmişler ve 2003 yılında kırpıntılardan 4 milyon ton alüminyum üretmişlerdir [2]. Şekil 5.15'de alüminyum hurdası kaynağı ve geri kazanımı gösterilmektedir (Yavuz, 1998).

ABD'de yeni alüminyum malzemelerin % 55'i kullanılmış alüminyumdan üretilmektedir. 2000 yılında 100.8 milyar alüminyum kutunun 62.6 milyar adeti geri kazanılmış alüminyumdan üretilmiştir. Avrupa Ülkelerinde kullanılmış alüminyumdan alüminyum üretimi Şekil 5.16'de verilmiştir [1].



Şekil 5.16 Avrupa ülkelerinde geri kazanılmış alüminyumdan alüminyum üretimi

5.8 Otomotiv Endüstrisinde Alüminyum

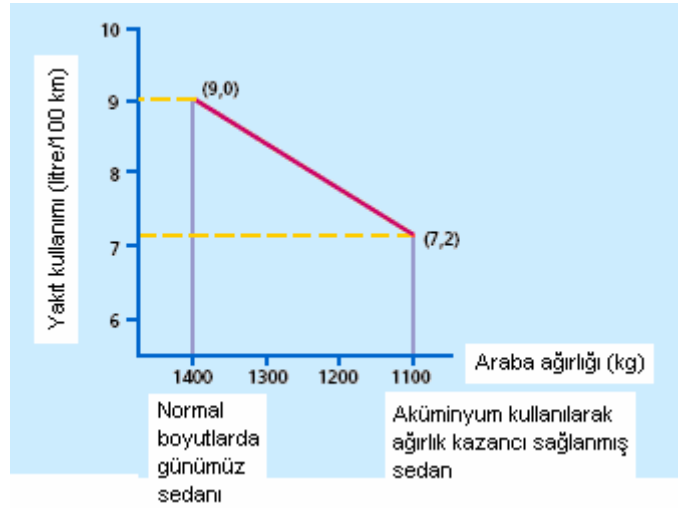
Alüminyum ve otomobil endüstrisi arabalarda genellikle hafif ağırlık metal kullanımı geliştirmede tarihten bu yana işbirliği içerisinde.

Sonuç olarak, şurada Avrupa ülkelerinde arabalar çeşitli alüminyum bileşenleri içermektedir. Genellikle silindir kafaları, dişli kutusu odası ve jant gibi döküm ürünleridir ama aynı zamanda radyatör, tampon ve koruma barları gibi elemanlar ekstrüde edilerek üretilmektedir ve toplam olarak yaklaşık 65 kg'dir (toplam ağırlığın % 6'sı).

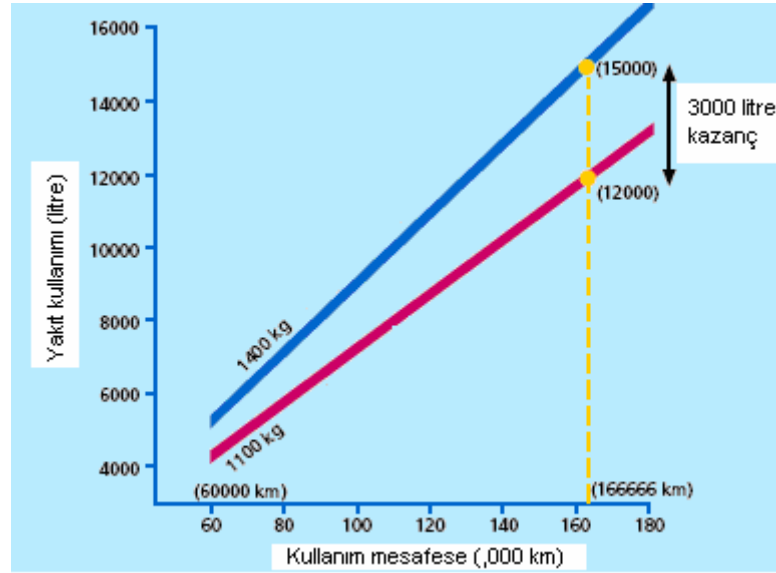
Günümüzde otomobil üreticileri üretime bakış açılarında değişiklikler yapmaktadır ve üretimlerini, imalatın verimliliğini korur ve düzenli harcamaları azaltırken, konfor ve güvenlikten ödün vermeden en az kirlilik ve kolay geri dönüşebilen araçlar tasarlayabilmektedir.

- Bu objeleri gerçekleştirmede anahtar kelime ağırlıktır: 100 kg ağırlık azalması ile yakıtta 0,6 litre/100 km eğerinde bir yakıt tüketiminde azalma gözlemlenmekte ve bunun ile orantılı olarak ekzos gaz emisyonunda günlük harcamalarda azalma olmaktadır.
- Güvenlik ve konfordan ödün vermeksizin ağırlıkta azaltma yapmanın anahtar malzemesi alüminyumdur. Düşük yoğunluğu (çelik ve bakır gibi malzemelerin 1/3'ü) yüksek mukavemet ile birleştirilerek, alüminyumun geniş kullanımlarında ortalama bir araçta (1400 kg) 300 kg'a kadar ağırlıkta azalma sağlanmaktadır.

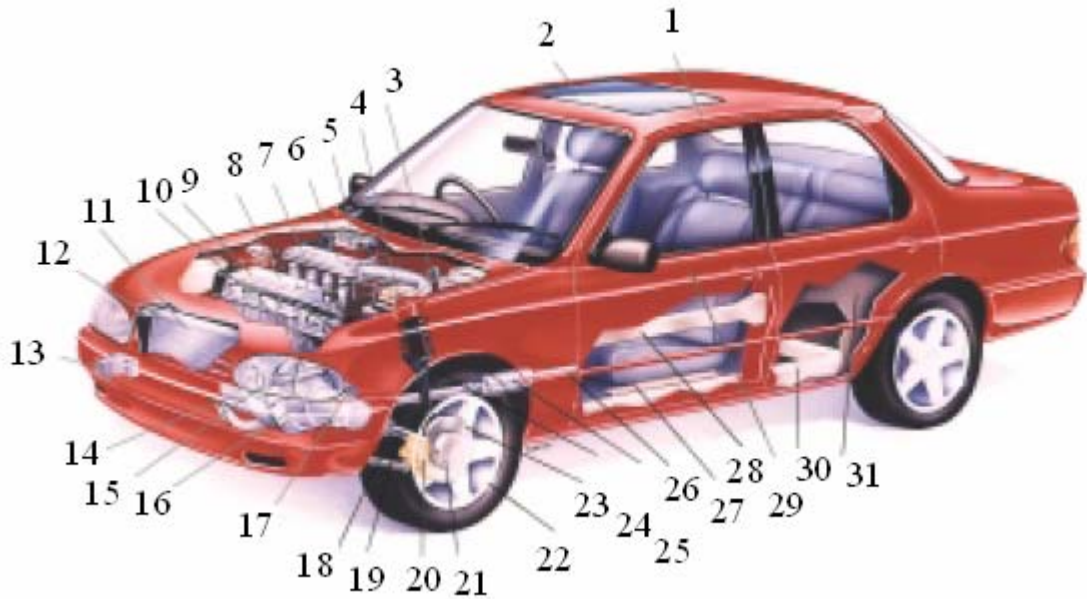
- Geri dönüşüm ile ilişkilendirildiğinde alüminyum tektir: kalitesinden bir ödün vermeden tekrar ve tekrar geri dönüştürülebilir. Hurdalar ıslah edilir ve geri dönüştürülür: arabalardaki alüminyumun % 95'i şu an itibariyle geri dönüşümden elde edilmektedir ve bu geri dönüşmüş malzemelerin % 50'si ömrünü tamamlamış araçlardan sağlanmaktadır.
- Alüminyumun birçok bileşen için çok ekonomik bir malzeme olduğu zaten ispatlanmıştır. Otomobil üreticileri ve alüminyum imalatçıları alüminyum kullanarak daha hafif malzeme parçaları üretmeye odaklanmışlardır, bunlar alüminyum gövde de çeşitli birleştirme elemanlarıdır (sıkıştırma elemanları, şasi parçaları, koltuk iskeleti)



Şekil 5.17 Yakıt ekonomisi ile araba ağırlığının karşılaştırılması



Şekil 5.18 Araç ömrü ve yakıt ekonomisi



Şekil 5.19 Günümüz otomobilinde alüminyumun kullanıldığı parçalar

Şekil 5.15’de görüldüğü gibi alüminyumun günümüz aracında kullanıldığı parçaların neler olduğu aşağıda verilmiştir:

- 1- Ekstrüde cam kanalları
- 2- Ekstrüde sunroof kanalları
- 3- Ekstrüde yakıt ve hidrolik kabloları
- 4- Döküm fren ana silindiri
- 5- Motor yönetim bilgisayarını soğutucusu
- 6- Ekstrüde yakıt yolu

- 7- Ekstrüd giriş manifoldu
- 8- Döküm motor bloğu, silindir kafası, pistonlar
- 9- Al-MMC Valf
- 10- Döküm yağ pompası
- 11- Haddelenmiş ve lehimlenmiş su radyotör levhası
- 12- Ekstrüd su hattı
- 13- Ekstrüd tampon hattı
- 14- Karter
- 15- Ekstrüd yağ soğutma borusu ve havalandırma kondensarı
- 16- Döküm debriyaj bileşeni
- 17- Döküm vites haznesi
- 18- Dövme süspansiyon kolları
- 19- Ekstrüd şaft
- 20- Döküm fren
- 21- Dövme tekerlek göbeği
- 22- Tekerlek
- 23- Al-MMC firen diskleri
- 24- Ekstrüd amortüsör gövdesi
- 25- Katalitik konvertör ısı kalkanı
- 26- Parlatılmış jant
- 27- Ekstrüd koltuk iskeleti
- 28- Ekstrüd kapı bariyerleri
- 29- Preslenmiş dış panel
- 30- Ekstrüd taban iskeleti
- 31- Preslenmiş iç paneller

Otomobillerdeki alüminyum bileşenleri önümüzdeki on yıl içinde iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Alüminyum endüstrisine gelecekte iş hacmini genişletmek ve kapasiteyi arttırmak için büyük paralar yatırılacaktır [3].

6. GERİ KAZANIM EKONOMİSİ

Geri kazanım işlemi, çevresel öneminin yanı sıra ekonomik açıdan da değer taşımaktadır. Gelişmiş batı ülkelerinde giderek büyüyen ve kurumsallaşan bir geri kazanım sektörü ortaya çıkmaya başlamıştır.

Türkiye’de 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi ile birlikte, petrol ürünü maddelerin (plastiklerin) geri kazanılmasına başlanılmıştır. Kendiliğinden bir sektör olarak ortaya çıkmıştır ve toplanan atık maddeler çeşitli tesis ve atölyelerde işlenmektedir. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) Plastik Özel İhtisas Komisyonu’nun 1990 yılı raporunda, 1985 yılında geri kazanımın 50 milyon Amerikan Doları civarında olduğu tahmin edilmiştir (DTP, 1990). 1998 yılında dünya plastik tüketimi 115 milyon ton, buna karşılık Batı Avrupa’da 28,8 milyon ton ülkemizde ise 2.024 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz plastik tüketimi dünya tüketiminin % 1.756’sını Batı Avrupa tüketiminin ise % 7.013’ünü oluşturmaktadır. Çizelge 6.1’de çeşitli ülkelerde kişi başına düşen plastik tüketimleri görülmektedir. DPT verilerine göre, seçilen imalat sanayi işyerlerinden yaklaşık yılda ortaya çıkan 25 milyon ton toplam katı atığın yaklaşık % 47’si satılmakta, % 36’sı bertaraf edilmekte ve % 13’ü yeniden kullanılmaktadır. Çizelge 6.2’de Türkiye’de yıl başına düşen plastik malzeme tüketimi dağılımı görülmektedir. Kimyasal kökenli atıkların miktarlarında bakıldığında, toplam atığın yaklaşık 2.5 milyon ton olduğu görülmekte ve bunların % 73’ünün bertaraf edildiği, % 11’inin satıldığı ve de % 15’inin yeniden kullanıldığı ortaya çıkmaktadır (DTP, 2001). Böylesine rakamların ulaşılmasına karşın, plastik konusunda sağlıklı ve ekonomik bir piyasa oluştuğu söylenemez.

Çizelge 6.1 Çeşitli ülkelerde kişi başına düşen plastik tüketimleri (kg/kişi)

	LDPE	HDPE	PVC	PP	PS	DİĞER	TOPLAM
Batı Avrupa	17.1	10.9	14.4	16.8	5.7	4.1	69
Romanya	1.8	0.9	1.4	0.8	1.2	0.0	6.1
Çin	2.6	1.5	2.1	2.4	1.3	1.2	11.1
Malezya	9.3	6.9	5.5	8.4	4.8	4.7	39.6
Hindistan	0.4	0.6	0.7	0.7	0.2	0.1	2.7
ABD	24.0	21.02	20.5	19.9	9.1	3.6	98.1
Türkiye	5.60	2.26	6.34	7.10	2.16	6.94	30.4

Çizelge 6.2 Yıl başına düşen plastik malzeme tüketimi

YIL	BİRİM	TÜKETİM	BİR ÖNCEKİ YILA GÖRE ARTIŞ %
1995	Ton	1.230.324	
1996	Ton	1.488.441	20
1997	Ton	1.889.715	26
1998	Ton	2.024.407	7
1999	Ton	1.933.471	-5

Geçtiğimiz beş yıl içinde Türkiye’de plastik tüketimi 1.230.324 tondan 1.933.471 tona çıkarak toplam % 57’lik bir artış kaydetmiştir. Çizelge 6.2 incelendiğinde Yedinci Plan döneminde toplam plastik üretiminin 1995 ile 1999 yılları arasında 1.358.629 ton/yıl’dan 2.350.001 ton/yıl’a ulaşarak % 72’lik bir artış kayıt ettiği görülür (DTP, 2001).

Otomobil sektöründe, elektrikli ev aletlerinde, mutfak eşyası, park-bahçe alanlarında, plastiğe dayalı inşaat malzemesi, gıda maddesi ambalajı, kozmetik, temizlik malzemesi, narenciye, tarım ürünleri, tekstil, hazır giyim ambalajı ve sağlık alanında plastiğe dayalı araç gereç kullanımı ile günlük yaşantımızın her alanında plastik ile karşılaşmaktadır. Kısacası, dünyanın plastik çağını yaşadığını söyleyebiliriz. Geri kazanılabilir maddelerin pazarında talebin sabit kalacağı düşünülmemelidir. Bu tür maddelerin güvenilir bir biçimde sağlanması artarsa, talebin büyük oranlarda gelişeceği ve piyasanın kendiliğinden oluşacağı diğer ülkelerin deneyimlerinde görülmektedir.

Geri kazanım sisteminin geliştirilebilmesi için, tüketicinin motive edilmesi, toplama, ayırma ve değerlendirme ve bu maddelerin pazarlanması aşamalarında kullanılmak üzere kaynak yaratılmalıdır.

Bu konuda sektörde yer alan ve üretim yapan firmalar, kota uygulaması ve depozito karşılığı toplamaya yönelik çalışmalar yapmaktadır. Söz konusu kotalar % 15–70 arasında değişen oranlarda Çevre Bakanlığı ile firmalar arasında anlaşmalı olarak belirlenmekte, belirlenen kota oranında toplanan plastiklerin fatura belgeleri, Çevre Bakanlığı’na verilmektedir. Ancak, kota uygulamasında gözlenen gerçek durum; üreticinin belgelemek zorunda olduğu miktar kadarını hurdacılardan satın almakta olduğu, geri kalan büyük bir bölümünün ise çöpe gitmekte olduğudur. Kontrol edilemeyen bu durum ülke ekonomisi açısından zarara neden olmaktadır (DTP, 2001).

Endüstriyel alt yapının oluşturulması, geri kazanım ve tekrar işlenmiş ürünlerin pazarlanabilmeleri için, araştırma ve geliştirme maliyetlerinde dikkate alınmalıdır. Olaya sadece maliyetler açısından yaklaşmak yeterli değildir. Tarafların tümü (üretici, tüketici, kamu ve yerel yönetimler) konuya kendi ölçülerinde katkıda bulunmalıdır. Ancak bu şekilde gerçekleştirilecek geri kazanım, daha ekonomik bir temele oturabilir.

6.1 Geri Kazanılan Malzemelerin Kullanımı ve Dünyadaki Uygulamaları

Geri dönüştürülmüş hammadde, birçok alanda, orijinal hammaddeye en az % 25 oranında karıştırılarak kullanılmakta ve ürünün performansından hiçbir şey kaybedilmemektedir. ABD’de 1989 yılında birçok büyük tüketici maddeleri üreticisi, geri dönüştürülmüş malzemeyi kendi ambalajlarında kullanacaklarını ilan ederek, bu malzeme için yeni bir pazar oluşturdular. Bu sıralarda, hedeflenen kullanım oranı % 25’idi ve geri dönüşümlü malzemenin bulanabilirliği, kalitesi ve maliyeti izin verdiği sürece, daha yüksek oranlarda kullanma arzusu vardı. Burada söz konusu olan geri kazanılmış ambalaj malzemelerinin içinde satışı sunulan tüketici ürünleri, deterjan, yumuşatıcı, şampuan, madeni yağ gibi sıvı ürünlerdir.

Hali hazırda, yiyecek maddelerinin dışındaki ürünlerin ambalajlanmasında, geri dönüştürülmüş HDPE kullanımı için iki teknik bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, tek katlı şişe imalatı, ekstrüzyondan önce, orijinal hammadde ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Ancak burada geri dönüşümlü malzemenin rengi önemli bir parametredir. Renklere göre ayırım yapılmadan elde edilen hammaddenin rengi, genellikle koyu yeşil mertebesindedir, dolayısı ile koyu renkli şişelerde kullanılabilir.

İkinci teknik, koekstrüzyon şişirme yöntemidir. Bu teknikle ikiden yediye kadar çok katlı şişe imal etmek mümkündür. Dolayısı ile ara katmanlarda tamamen ya da belirli oranlarda geri dönüştürülmüş malzeme kullanmak, şişenin rengini etkilemeyecektir (Brisson, 1993).

Geri dönüştürülmüş malzemedan, boru, bank, leğen, kova, hortum, palet, çöp konteynırları imal etmek, orijinal hammadde içine belli oranlarda katarak mümkün olmaktadır. Hatta LDPE ile belli oranlarda karıştırılarak, naylon imalatı bile yapılabilmektedir.

6.2 Türkiye ve İstanbul’da Malzemelerin Geri Kazanımı

6.2.1 Geri Kazanım Uygulamaları

Türkiye’de katı atıklar ile ilgili ilk kanuni yönetmelik 1991 yılında Çevre Bakanlığı tarafından

çıkartılmıştır. Bu yönetmelik içecek ve temizleme maddelerinin plastik ve metal kökenli ambalajlarının geri kazanılmasını gerektirmektedir. Yönetmelikte belirlenen ilk hedef plastiklerin % 25'inin, metal kökenli ambalajların % 15'inin geri kazanılmasıdır. Bu ambalajları üreten ve kullanan firmalar örgütlenerek ÇEVKO Vakfını kurmuşlardır.

Çizelge 6.3'de görüldüğü gibi, ÇEVKO Vakfı Çevre Bakanlığına 1992'de üyeleri tarafından piyasaya sürülen ambalaj atık türlerini ve miktarlarını bildirmiştir. Bu miktarlar Türkiye'de üretilen miktarların % 57-80'ini temsil etmektedir (diğer kuruluşlar geri kalanını toplamaktadır). Firmalar yürürlükteki yönetmelikler doğrultusunda Çizelge 6.3'de verilen miktarların % 15-25'ini toplamak zorundadır (ÇEVKO Vakfı Raporu, 2001).

ÇEVKO üyesi firmalar Türkiye'nin çeşitli kentlerinde bu atıkları toplamak için atık ambalaj toplama ve değerlendirme merkezleri kurmuşlardır. Toplanan atık ambalajlar ve fiyatları Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4'de yer almaktadır.

Çizelge 6.3'de verilen fiyatlar geri kazanılabilen maddeler için belirlenen piyasa fiyatlarından çok yüksek olduğu için, ÇEVKO cam kapların % 100'ünün ve Temmuz 1992 sonu itibari ile de diğer atıkların % 40'ını toplamıştır. İstanbul-Halkalı açık çöp alanındaki toplanan maddelerin fiyatları ile ilgili olarak elde edilen veriler Çizelge 6.5'de verilmiştir.

Ülkemizde nüfus artışına paralel olarak atık miktarı ve ambalajlı ürün kullanımı da artmış, geri kazanımı ekonomik bir değer haline getirmiştir. Bununla birlikte Çevre Bakanlığı tarafından 1991 yılında yayınlanan Katı Atıkların Kontrol Yönetmeliği ile geri kazanım yasal zorunluluk haline dönüşmüştür (İnci ve Şimşek, 1995).

Çizelge 6.3 Toplanan atık ambalajlarının miktarları (ton)

MALZEME TÜRLERİ	MİKTAR (TON)
CAM	11,700
METAL	2,300
PLASTİK	
PET	10,900
PVC	4,900
PE	7,600
PP	420
PS	315

Çizelge 6.4 Toplanan atık ambalajlarının fiyatları (Amerikan Dolar/ton)

MALZEME TÜRLERİ	FİYAT (USA/Ton)
PET Plastik	470
PVC PLASTİK	1,000
Cam	40
Teneke Kutu	130
Alüminyum Kutu	400

Çizelge 6.5 Çöplerden toplanan maddelerin fiyatları (Amerikan doları/ton)

MALZEME TÜRLERİ	FİYAT (USA/Ton)
Kağıt ve Karton (temiz)	40–50
Kağıt ve Karton (kirli)	15–50
Cam	15–50
Teneke	15
Alüminyum	165
Demir	40
Plastik	155-285

DİE tarafından 1993 yılında yapılan araştırmada Türkiye’de yıllık evsel ve endüstriyel katı atık miktarları ile bu katı atıkların kompozisyonu belirlenmiştir. Bu araştırmaya göre günlük evsel atık miktarının mevsimlere, ülkenin bölgesel ve sosyoekonomik özelliklerine göre farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ülkemizde yaz mevsiminde kişi başına günlük evsel atık miktarını 0.2–0.9 kg, kışın ise 0.18–0.8 kg arasında değişmektedir. Buradan hareketle ülkemizde kişi başına ortalama yıllık evsel atık miktarının 187 kg, toplam evsel atık miktarının ise yaklaşık 11–12 milyon ton olduğunu söylemek mümkündür. Belediye atığı olarak adlandırılan ve toplanıp bertaraf edilme sorumluluğu Belediyelere ait olan atıklara küçük iş yerleri ve ticarethanelerden çıkan atıklarda dahil olduğunda küçük işletmeler ve ticarethanelerden çıkan yıllık 9–10 milyon ton atık da göz önünde bulundurulmak

gerekmektedir. Bu durumda Belediye atıklarının yıllık toplamı 19–20 milyon ton olmaktadır (DTP, 2001).

Evsel atıklar içindeki cam, metal, plastik, kağıt ve karton gibi geri kazanılabilir atıkların payı yaz aylarında % 8,5–22,9 kış aylarında ise % 3,7–15,6 arasında göstermektedir. Çizelge 6.6’da ülke genelinde evsel atıkların kompozisyonu yer almaktadır. Bu rakamlar çerçevesinde ülkemizdeki cam, metal, kağıt ve karton gibi geri kazanılabilir atık miktarının yıllık 2–2,5 milyon ton olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 6.6 DİE ülke geneli evsel atıkların kompozisyonu

Dönem	Kişi Başı Çöp kg/gün	Yaş Atık %	Kül, Cüruf %	Geri Kazanılabilir Atık %
Yaz	0,6	80,25	3,9	15,84
Kış	4,47	50,31	41,06	8,64
Ortalama	-	64,2	23	11,9

Türkiye’de atıkların geri kazanımı konusundaki yasal zorunluluk 1991 yılında Çevre Bakanlığı tarafından yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile yürürlüğe girmiştir. Yıllık 2–2,5 milyon ton geri kazanılabilir atığın yalnızca 300 bin tonu bu yönetmelik kapsamındadır.

Ülkemizde yılda yaklaşık 800 bin ile 1 milyon ton atık geri kazanılmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı çöp dökme sahalarından ve sokaklardan ilkel ve sağlıksız koşullarda toplanmaktadır. Ancak bu şekilde toplanan atıkların bir kısmı yaş çöple karıştığı için değerlendirilememektedir. Daha sağlıklı ve verimli bir kazanım sistemi oluşturmanın temel koşulu geri kazanılabilir atıkların kaynağında yani konutlarda, iş yerlerinde, okullarda, otel ve tatil köylerinde çöpten ayrı toplanmasıdır. Bu şekilde daha temiz ve farklı miktarda atık daha ekonomik bir şekilde toplanabilir. Bu sistemin oluşturulabilmesinin temel koşulu Belediye-Tüketici-Geri Dönüşüm Sanayinin aktif bir şekilde sistemin için de yer alması ve sorumluluk üstlenmesidir. Doğru bir geri kazanım sisteminde tüketicinin sorumluluğu geri kazanılabilir atıkları kaynağında çöpten ayrı biriktirmektir. Belediye ise tüketicinin ayırdığı bu atıkları çöpten ayrı temiz bir şekilde toplamak ve cinslerine göre ayırmak ile sorumludur. Sanayi sorumluluğu ise Belediyenin topladığı ve cinslerine göre ayırdığı bu atıkları alıp geri dönüştürmektir.

ÇEVKO Vakfı düzgün bir geri kazanım sisteminin oluşması amacıyla Belediye ve sanayi işbirliği ile geri kazanım uygulamalarını sürdürmektedir. 49 belediye ile 123.000 konutta ve 429.000 kişinin katılımı ile düzenli ve sürekli bir şekilde sürdürülmektedir. Çizelge 6.7’de bu çalışmalar ve toplanan atık miktarları verilmektedir (ÇEVKO Vakfı Raporu, 2001).

Çizelge 6.7 Düzenli geri kazanım uygulamalarını sürdüren belediyeler 2000–2001

Belediye Adı	Konut Sayısı	İşyeri/Otel Sayısı	Bugüne Kadar Toplanan Atık Miktarı (ton)
Bakırköy	23.000	-	2.250
Bahçelievler	8.850	18	1.350
Bursa-Nilüfer	8.309	-	726
Bursa-Osmangazi	10.161	521	
Bursa-Yıldırım	2.560	-	194
İzmit-Bekirpaşa	2.700	-	72
İzmit-Saraybahçe	3.000	-	65
Küçükçekmece	1.000	-	43
Silivri	450	-	30
Beşiktaş	2500	1	208
Eskişehir-Tepebaşı	6.200	-	222
Eskişehir-Odun pazarı	5.300	-	138
Zeytinburnu	500	-	26
Beyoğlu	-	31	300
İzmir-Çeşme	200	-	25
Kocaeli Belediyeler Birliği (21 Belediye)	27.500	-	-
Marmaris	-	70	7.026
Kuşadası	630	28	368
İstanbul-Çatalca	250	-	-
Konak	3.957	34	26
Antalya	1.000	-	-
Çanakkale	2.550	-	7

Söke	900	-	-
Özel Çevre Koruma Bölgeleri	11.400	-	-
GENEL TOPLAM	122.917	182	13.607

Çizelge 6.8'de devam etmekte olan geri kazanım çalışmaları ve toplanan atıkların kompozisyonları yer almaktadır (ÇEVKO Vakfı Raporu, 2001).

Çizelge 6.8 Değişik bölgelerde devam eden geri kazanım uygulamalarında toplanan malzemelerin kompozisyonu

Malzeme Cinsi	Bakırköy Bahçelievler	Beşiktaş	Eskişehir	Marmaris
Kağıt-Karton	% 38	% 52	% 38	% 37
Cam	% 32	% 24	% 33	% 25
Metal	% 9	% 6	% 12	% 5
Plastik	% 21	% 18	% 17	% 33
TOPLAM	% 100	% 100	% 100	% 100

Çizelge 6.8'de görüldüğü gibi toplanan malzemelerin kompozisyonunda bölgesel farklılıklar olabilmektedir. Bu farklar o bölgedeki sosyo-ekonomik durum ve tüketim alışkanlıklarının farklarından oluşmaktadır. Halen devam eden belediye geri kazanım projelerinde toplanan atıkların kompozisyonunun ortalaması yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir (ÇEVKO Vakfı Raporu, 2001). Çizelge 6.9'da devam eden atık toplama uygulamaları yer almaktadır.

Çizelge 6.9 Belediye tarafından devam eden geri kazanım uygulamalarında toplanan atıkların ortalama kompozisyonları

Malzeme Cinsi	Yüzdesi
Kağıt-karton	% 42
Cam	% 28
Metal	% 7
Plastik	% 23
TOPLAM	% 100

6.2.2 Geri Dönüşüm Sanayi

Özellikle son yıllarda ülkemizde geri kazanılabilir atıkların ekonomik değer kazanması ve bu konudaki yasal zorunlulukların yürürlüğe girmesi bu tür malzemeleri toplayan ve geri dönüşümünü yapan işletmeler ve sanayi kuruluşları oluşmaya başlamıştır.

Halen Türkiye’de yılda 800.000 ton ile 1.000.000 ton arasında kağıt-karton, cam, metal ve plastik toplanarak geri dönüştürülmektedir. Çizelge 6.10’da geri kazanılabilir malzemelerin kompozisyonları yer almaktadır (ÇEVKO Vakfı Raporu, 2001).

Çizelge 6.10 Geri kazanılabilir malzemelerin üretim ve geri kazanım kompozisyonları

	Pazara Sürülen (ton/yıl)	Geri Kazanılan (ton/yıl)	Geri Kazanım (%)
Kağıt-Karton	1.800.000	590.000	33
Cam	330.000	75.000	23
Metal	550.000	180.000	33
Plastik	150.000	50.000	30
TOPLAM	2.830.000	895.000	32

Bu çizelgedeki rakamlar son yıllarda bu konuda yapılan yatırımlar ve de bunların kapasiteleri göz önüne alındığında mevcut geri dönüşüm endüstrisinin kapasitesinin Türkiye’de geri kazanılabilir atıkların % 40–50’sinin değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Bu oranlar özellikle Avrupa ülkelerindeki gelişmeler dikkate alındığında oldukça başarılıdır. Son yıllarda geri dönüşümle ilgili yapılan yatırımlar Çizelge 6.11’de özetlenmiştir.

Çizelge 6.11 Geri kazanım yatırımları

Malzeme Cinsi	Yatırım Miktarı	Kuruluş Tarihi	Kapasite (ton/yıl)
Hurda PET	3 Milyon \$	1994	12.000
Alüminyum	20 Milyon \$	1996	50.000
Hurda Cam (5 adet tesis)	800 Milyar TL		120.000
HDPE	3 Milyon \$	1995	7.000
Karton İçecek Kutusu	0.6 Milyon \$	1995	4.000
Kağıt-Karton			1.500.000
TOPLAM			1.693.000

Çizelge 6.11’de görüldüğü gibi 1994 yılından sonra geri dönüşüm ile ilgili sanayi tesislerinin kurulması hızlanmış ve bu tesislerin yıllık kapasiteleri toplam 1,7 Milyon tona ulaşmıştır. Bunları dışında özellikle plastikle ilgili birçok küçük ve orta ölçekte işletmelerin olduğu da göz önüne alındığından ülkemizde geri kazanım sanayinin tam kapasiteyle çalışabilmesi için daha fazla miktarda temiz malzemenin çöpten ayrı toplanması gerekmektedir (ÇEVKO Vakfı Raporu,2001).

7. KİRLİLİK ÖNLEME ARAÇ VE METOTLARI, DEĞERLENDİRME VE DENETLEME

Kirliliği oluştuktan sonra gidermeye yönelik klasik “boru-sonu” (end-of-pipe) yaklaşımlarından farklı olarak, üretim sürecindeki materyal ve enerji akışlarının verimli kullanımı ve iyi yönetimine dayanan Kirlilik Önleme kirliliği oluşmadan önlemeyi/azaltmayı hedefler. Kirlilik Önleme hem ekonomik kazanç sağlayan, hem de çevreye daha az zarar vererek varlıklarını ve hizmetlerini sürdürmelerini temin eden bir anlayış, görüş ve stratejidir.

Kirlilik Önleme uygulamaları bir ürünün yaşam döngüsünün (life-cycle) pek çok aşamasında gerçekleştirilmektedir (hammadde temini, üretim, kullanım ve kullanım sonrası bertaraf). Bu bağlamda pek çok uzmanlık alanı ve meslek grubu farklı biçimlerde bu süreçte yer alır. Bu uzmanlık alanları ve meslek grupları üretim süreci ve yaşam döngüsü aşamalarında farklı araçlar ve yöntemler kullanılabilir. Kirlilik Önleme uygulamalarının en önemli bileşenlerini oluşturan bu araç ve metotlardan kimilerinin hala geliştirilme aşamasında olduğu bilinmelidir. Bu bölümde işlenecek olan Kirlilik Önleme araç ve metotları Çevresel Etki Değerlendirmesi (Environmental Impact Assessment) (EIA), Yaşam Döngü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment) (LCA), Çevre Teknolojisi Değerlendirme (Environmental Technology Assessment) (ETA), Kimyasal Değerlendirme (Chemical Assessment) (CA), Atık Denetleme (Waste Reduction Audit) (WRA) ve Enerji Denetleme (Energy Audit) (EA)'dır.

7.1 Çevresel Etki Değerlendirme

İnsani etkinliklerin çevrenin çeşitli bileşenleri üzerindeki etkilerinin bu etkinliklerin planlanması aşamasında ayrıntılı olarak değerlendirilmesini içeren bir yöntemdir. EIA uygulamalarının amaçları şöyle sıralanabilir (Demirer, 2006).

- Oluşması beklenen olumsuz çevresel etkilerin tanımlanması,
- Bu olumsuz çevresel etkilerin önlenmesi için alınması gereken önlemlerin söz konusu projeye eklenmesi,
- Projenin çevresel yönünün yanı sıra ekonomik yönünün de kamuoyu tarafından kabul edilirliliğinin belirlenmesi,
- Projenin yol açacağı önemli çevresel etkilere ilişkin yapılacak ek çalışmaların ve izleme mekanizmalarının belirlenmesi,

- Karar verme süreçlerine kamuoyu katılımının sağlanması,
- Projenin gerçekleştirilmesi ve çevresel etkileri ile ilgili tüm grupların bu projedeki rollerini, sorumluluklarını ve birbirleri ile olan ilişkilerini anlamaları konusunda yardımcı olunması.

Bu konuda göz ardı edilmemesi gereken önemli bir gerçek ise EIA aracının Kirlilik Önleme uygulamalarının yaygınlaştırılması için iyi bir potansiyel oluşturmaktadır. Fakat buna karşılık, bu potansiyelin gerçek hayatta istenilen sonuçları verebilecek şekilde kullanımı ancak uygulama sürecinde görev alan kişilerin bilgi seviyeleri, bilinç düzeyi, meslek ahlakı anlayışları ve amaçlarının Kirlilik Önleme uygulamalarını teşvik edecek yönde olması ile olası olduğudur. Bir başka deyişle bu araç, farklı eğilimler ile Kirlilik Önleme uygulamaları yerine klasik boru-sonu yaklaşımlarının desteklenmesi sonucunu da doğurabilir.

7.2 Yaşam Döngü Değerlendirmesi

LCA birbirinin alternatifi iki ya da daha fazla etkinliğin/yaklaşımın sistematik birer envanterinin çıkartılması ile bunların çevresel etkilerinin ayrıntılı olarak değerlendirmesinden oluşur. Bu değerlendirme, söz konusu etkinliğin, belirlenen sınırlar içerisinde, içerdiği tüm aşamalar, tüm girdiler ile ara ve son ürünlerin bir yaşam döngüsü çerçevesinden beşikten mezara izlendiği tanımlı bir zaman ve mekan için yapılır. LCA çalışması bir karar mekanizması olmayıp, verilecek olan kararlara yardımcı olma niteliği taşır.

LCA sürekli gelişmekte olan, asıl olarak ürünleri hedef alan ve pek çok kullanımı bulunan bir metottur. LCA ana olarak çevresel etiketleme kriterlerinin geliştirilmesinde, ürünlerin hammaddelerinin, üretim proseslerinin, ekipmanlarının, vb. değiştirilmesi ya/ya da yeniden tasarlanması aracılığıyla çevresel etkilerinin önlenmesi/azaltılması amacıyla kullanılır. Ayrıca, bir ürünün yaşam döngüsünün hangi aşamasında daha ayrıntılı bir atık denetleme uygulamasının gerekli olduğunu belirlemek için de faydalıdır. Temel olarak LCA dört bileşenden oluşur.

1. Amaç Belirlenmesi: Bu aşamada söz konusu etkinlik/yaklaşım incelenerek, problem/problemler net olarak tanımlanır. Buna bağlı olarak da değerlendirmenin amaç ve hedefleri belirlenir.

2. Yaşam Döngüsü Envanteri: Bu aşamada ürünün değişik süreçlerinde ne kadar enerji ve hammadde kullanıldığı ve çeşitli alıcı ortamlara ne kadar atık verildiği konusunda bilgi derlenir.

3. Etki Değerlendirmesi: Envanter analizinde belirlenen çevresel yüklerin neden olduğu çevresel etkilerin, değişik başlıklar altında (sera etkisi potansiyeli, asidifikasyon, vb.) belirlenmesini içerir. Bu değerlendirme ışığında söz konusu olan değişik etkinlik ve/veya yaklaşımların değişik bakışlar altındaki etkileri karşılaştırılır.

4. İyileştirme Değerlendirmesi: İsteğe bağlı olarak yapılan bu aşamada değişik süreçler değerlendirilerek, çevresel kirlilik yüklerinin önlenmesi/azaltılması için yapılması gerekli olan iyileştirmeler ve değişiklikler belirlenir.

Her ne kadar karar verme aşamalarını Kirlilik Önleme uygulamalarını yaygınlaştıracak şekilde etkilemek için etkili ve önemli bir araçtır. Ama bununla birlikte LCA yaklaşımı, çalışma sınırlarının belirlenmesi, toplanan bilgilerin kalite ve güvenilirlikleri, bu bilgilerin analizinde kullanılan yaklaşımlar, çalışmayı yürüten kişi ve kuruluşların görüş açıları gibi konulardaki farklılıklara bağlı olarak çok değişik sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmaların sonuçları dikkatle incelenmeli ve karar aşamasındaki ağırlıkları dikkatli belirlenmelidir (Demirer, 2006).

7.3 Çevresel Teknoloji Değerlendirme

ETA bir teknolojinin insan sağlığı ile doğal sistemler ve kaynaklar üzerindeki etkilerini inceler. ETA bir endüstriyel işletmede, bölgede ya da ülkede kullanılmaya başlanacak olan yeni bir teknolojinin etkilerinin belirlenmesi olarak açıklanabilecek olan Teknoloji Değerlendirmesi'nin bir parçasıdır. ETA şunları içerir:

- Teknoloji geliştirme ve kullanma ile ilgili plan, politika ve programların çevre ile ilgili bağlantılarını inceleyen Stratejik Çevresel Değerlendirme;
- Çeşitli tesis ve projelerin çevresel etki değerlendirmeleri;
- Çeşitli teknolojilerin kullanılması sonucu oluşan deşarjların niteliksel ve niceliksel olarak belirlenmesi;
- Çeşitli teknolojilerin İnsan sağlığı ve çevresel değerler üzerindeki risklerinin

niteliksel ve niceliksel metotlar kullanılarak belirlenmesi;

- Yaşam döngüsü analizi ile bir ürünün hammadde safhasından, tüketiciye ulaştırılması ve nihai berterafına kadar her aşamada neden olduğu çevresel etkilerin belirlenmesi.

7.4 Kimyasal Değerlendirme

CA kimyasal maddelerin, çeşitli bilgi kaynakları ve veri tabanları kullanılarak, potansiyel toksik etkilerinin belirlenmesini içerir. Örneğin, Materials Safety Data Sheets (Materyal Güvenlik Veri Kayıtları) ve International Programme on Chemical Safety (Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı) bir kimyasalın insan sağlığı ve çevre kalitesi üzerindeki zararlarının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan bilgi kaynaklarıdır. Bu kaynaklar kullanılarak, aynı iş için kullanılabilen birden fazla kimyasal maddeden insan sağlığı ve çevresel değerler için en az zararlı olanını seçmek olasıdır. CA Risk Değerlendirmenin bir parçasıdır.

7.5 Atık Değerlendirme

Her proses ve işlem için bir materyal dengesi oluşturulmasını gerektiren AD bir endüstri, fabrika ya da proses için gerekli olan tüm girdilerin ve bunlardan oluşan tüm atıkların belirlenmesini içerir. AD sonucu tüm atıklar, bunların kaynakları, miktarları ve içerikleri ile bunların azaltılma olanakları belirlenir. Atık ve Emisyon Denetleme (Waste and Emission Audit), Atık ve Emisyon Önleme Değerlendirmesi (Waste and Emission Prevention Assessment) ve Atık Azaltma Denetlemesi (Waste Minimization Audit) AD ile eş anlamlı olarak kullanılan kavramlardır.

Bir AD uygulaması;

- Üretilen atıkların kaynak, miktar ve türlerini tanımlar;
- Kullanılan temel işlemler, hammaddeler, ürünler, su kullanımı ve atık üretimi konularında bilgi toplar;
- Prosesteeki yetersizlikleri ve zayıf yönetim noktalarını belirler;
- Kirlilik Önleme için gerekli olan hedefleri belirler;
- Ucuz atık yönetim planlarının geliştirilmesine olanak verir;

- İşyerindeki çalışan personelin Kirlilik Önleme'nin yararları konusundaki bilinç düzeyini artırır;
- Kullanılan prosesler hakkındaki bilgi düzeyini arttırarak, proses verimliliğinin artırılmasına yardımcı olur.

7.6 Enerji Denetleme

EA bir işletmede birim ürün başına kullanılan enerji tür ve miktarı, enerji kullanımındaki ve bedelindeki yıllık ve mevsimsel değişiklikler ile enerji kayıplarının belirlendiği bir denetleme mekanizmasıdır. EA bir işletmenin birim ürün başına kullandığı enerji için yapılan harcamaların azaltılmasına yönelik olarak hazırlanan enerji yönetimi programının bir parçasıdır.

Bir EA programı;

- Kullanılan enerjinin kaynak, miktar ve bedelini belirler;
- Birim işlemde kullanılan enerji miktarını belirler;
- Enerji kullanımı bazında prosesteki yetersizlikleri ve zayıf yönetim noktalarını belirler;
- Enerji tasarrufu bazında hedefleri belirler;
- Ekonomik ve verimli enerji stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olur;
- İşyerindeki çalışan personelin kullanılan enerji ve bunun ekonomik boyutu hakkındaki bilinç düzeyini artırır.

EA sonucu bir enerji yönetim eylem planı geliştirilerek, uygulamaya koyulur. Daha sonra bu uygulama değerlendirilerek, sürekli bir gelişmeye tabi tutulur (Demirer, 2006).

8. GERİ DÖNÜŞÜM ÜZERİNE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU İÇİN YÖNTEM OLAN YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ

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. Yaşam Döngü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment), 1990'lardan bu yana, karar vermeye yönelik kullanılan ve gelişmekte olan yöntemlerden biridir (Özeler ve Demirel, 2000).

8.1 Tanım (LCA Nedir?)

1980'lerin sonlarında kaynak ve enerji kullanımının çevresel anlamları, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'daki asit yağmurları problemi ve potansiyel küresel sera etkisinin büyüyen farkındalığı şeklinde ciddi bir sebep olarak ortaya çıkmıştır. Bu iki problem, atıkların yok edilmesinden ortaya çıkan çevresel problemlerinin büyüyen listesine katıldılar. Kuşku, dünyanın doğal sistemlerinin mükemmel yeteneğinin bu atıklarla baş edebilmesi hakkında ortaya çıkar ve baskı, ürünlerinin çevresel sorumluluklarını azaltmaları için üreticiler üzerine farklı yönlerden yapılır. Soru, bir ürünün üretim boyunca ham materyalden son yok etmeye kadar süren yolculuğu içinde geçirdiği evreler olarak ortaya çıkar. Bu, bir üründen veya servisten çıkan çevresel etkilerin, ürünün elde edilmesin yok edilmesine kadar süren tüm işlem basamakları boyunca değerlendirilmesinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesinden sonra tam olarak anlaşılır olacağı gerçeğine önderlik eder.

Proje veya proje özellikli etkilerden tamamen sistem kümülatif etki değerlendirmesi yaklaşımına olan değişim, bir ürünün veya servisin çevresel etkilerini beşikten mezara kadar değerlendiren değerlendirme tekniği LCA kullanımına ilgiyi artırmak için bir katalizördü. LCA tarafından benimsenen felsefe, çevresel sorumluluğun gerçek kapsamı sadece ürün veya servisin teslimatı, kullanımı ve nihai yok olmadaki tüm basamaklar son analiz içinde hesaplanmışsa anlaşılabilir olarak ortaya çıkmaktadır. Ekonomi içinde yapılan kararların doğal çevre üzerindeki etkilerinin anlaşılması için hayat döngüsü yaklaşımı içindeki büyüyen bu ilgi sonucunda, ISO tutarlı bir metodoloji tanımlamak için uluslararası standartların gelişimine destek olmuştur. Çevresel yönetim üzerine ISO 14000 serilerinin bir parçası olan ISO 14040 standart serileri sonuç olarak ortaya çıkar. ISO 14040 – Yaşam Döngü Değerlendirmesi, Prensipler ve İskelet (ISO 1998a)'dır. LCA'nın amacını aşağıdaki şekilde özetler;

- LCA çevresel durumları ve bir ürünle ilişkili potansiyel etkileri değerlendirmek için bir tekniktir ve bunu şu şekilde gerçekleştirir;
- Bir ürün sisteminin ilgili girdileri ve çıktılarının envanterini derleyerek;
- Bu girdilerle ve çıktılarla ilişkili potansiyelleri değerlendirerek;
- Çalışmanın amaçlarıyla ilişkili envanter analiz ve etki değerlendirme safhalarının sonuçlarını yorumlayarak.

LCA işlemi içinde bu aşamaları icra etmenin arkasındaki ayrıntı şu standartlarla tarif edilmiştir. ISO 14041 Yaşam Döngü Değerlendirmesi – Amaç ve Hareket Serbestliği Tanımı ve Envanter Analizi (ISO 1999), ISO 14042 Yaşam Döngü Değerlendirmesi – Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi (ISO 1998b) ve ISO 14043 Yaşam Döngü Değerlendirmesi – Yaşam Döngüsü Açıklaması (ISO 1998c). ISO 14040 ve 4041 1997 – 1998 boyunca yayımlanmak için uygun bulunmuş ve ISO 14042 ve 14043 yayımlanması için ileri aşamalara gelinmiş ve yakında yayımlanmaları beklenmektedir.

Bu standartların ilki analizcinin, ürünün veya servisin üretimini ve kullanımını içeren tüm işlemleri tanımlamasını talep eder. Daha sonra, tüm girdilerin ve çıktılarının (materyallerin akışı ve enerji) envanterinin her bir işlemin içine ve dışına nasıl yapılacağını göstermek için devam eder. Bu tabi ki seçilen güncel teknolojiye özgü olacaktır. Örneğin, her bir partikül fosil yakıtın yanmasında bilinen miktarda karbondioksit ortaya çıkan enerjinin jul oranında yayılacaktır. Bu standartların ikincisi bu girdilerin ve çıktılarının çevresel etki kategorilerine atanmasını talep eder. Örneğin, 1 kg. Metan küresel ısınmada 21,5 kg. Karbondioksitle aynı etkiyi yapar. LCA'nin üçüncü ve en son aşaması iki önemli amaca sahiptir. Birincisi, önceki aşamaların çalışmalarının kalitesini garanti etmek ve ikincisi de farklı tipteki etkilerden toplam çevresel sorumluluk değerlendirme yapmak. Örneğin; küresel ısınma, asit yağmuru, suyollarının yok olması (Ross ve Evans, 2002).

TS-ISO 14040/Eylül 1995'de yayınlanan Türk Standardı'nda verilen tariflere göre Yaşam Döngü Değerlendirmesi; bir mal ve hizmet sisteminde belirli bir malzeme ve enerjiden elde edilen mal ve hizmetlerle, bu sistemin yaşam döneminde ortaya çıkan ve doğrudan doğruya sisteme atfedilebilen çevre etkilerine ait bilgilerin toplanması ve gözden geçirilmesiyle ilgili bir usuller dizisidir.

Konuyla ilgili yurtdışındaki bazı kuruluşlar Yaşam Döngü Değerlendirmesini (LCA); 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 elde edilmesinden, üretim, kullanım ve bertaraf edilmesine kadar geçen süreç içerisinde çevreye ve doğal kaynakların kullanımına olan etkileridir (Özeler ve Demirer, 2000).

8.2 Gelişimi

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 yaklaşımlar ile 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 LCA çalışmasında, farklı içecek kapları karşılaştırılarak, hangisinin çevreye ve doğal kaynaklara daha az zarar verdiğinin bulunması amaçlanmıştır.

Etkin olarak LCA metodolojisi geliştirme çabaları 1970’lerde Amerika Birleşik Devletlerinde başladı. Çok yakın geçmişte, Kuzey Amerika Çevresel Toksoloji ve Kimya Derneği (SETAC) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevresel Koruma Ajansı (USEPA), Yaşam döngüsü envanter analizi ve etkili değerlendirmesini idare etmek için, bir iskelet üzerindeki konsensüsü geliştirmek ve desteklemek için tasarlanmış çalışmalara ve diğer projelere destek olmuşlardır. Benzer çabalar SETAC – Avrupa, diğer uluslararası örgütler (Uluslararası Standartlar Organizasyonu – ISO gibi) ve dünya genelindeki LCA pratisyenleri tarafından üstlenilmiştir. Bu çabalar sonucunda, uzlaşma, kapsamlı LCA iskeleti ve iyi tanımlanmış envanter metodolojisinde başarılı olmuştur (Curran, 2004).

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 ilgili.

1985 yılında Avrupa Komisyonu Çevre Grubu 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 bertaraftı gibi konuların analizi için LCA, teknik bir yöntem olarak yeniden Kuzey Amerika ve Avrupa'da gündeme gelmiştir. Ürün ve prosesin yaşam boyu değerlendirilmesinde geri kazanım ve kompostolaştırma yaklaşımları da yer almıştır. Bu kez, Procter & Gamble'ın finanse ettiği bir LCA çalışması Arthur D. Little tarafından 1990 yılında tek kullanımlık çocuk bezleri için gerçekleştirilmiştir.

1992'de gerçekleştirilen BM Dünya toplantısında, LCA “çevre yönetim sistemlerinde kullanılmakta olan yöntemlerden en yaygın olanı” olarak nitelendirilmiştir. Uluslararası LCA çalışmalarından en anlaşılır tarzda olanı, The LCA Sourcebook: A European Guide to Life Cycle Assessment, 1993 senesinde yayımlanmıştır. Bu alandaki teknik gelişmelerin artırılması ve geliştirilmesi için son yıllarda, the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), grup çalışmaları ve toplantılar düzenlemektedir.

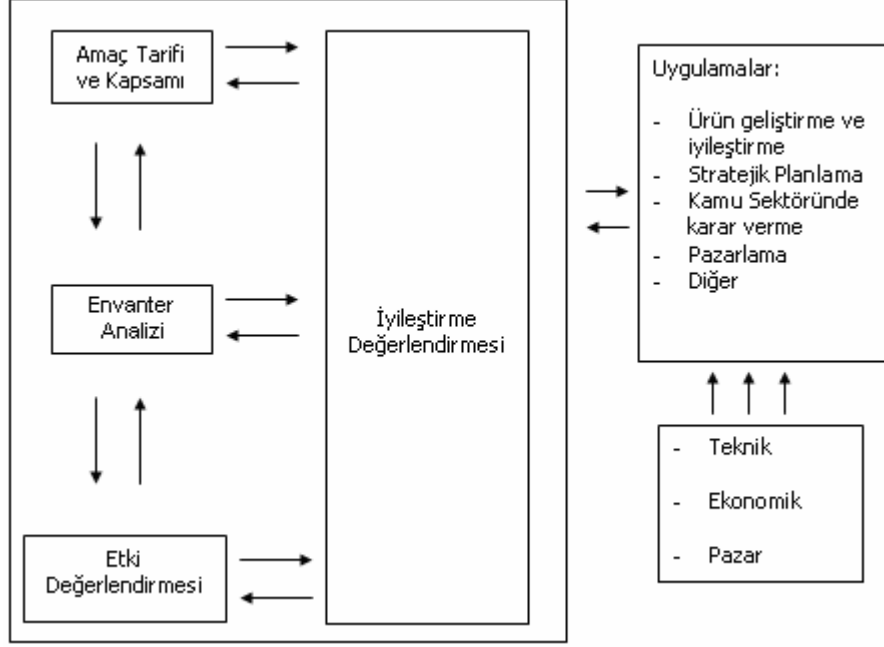
Bu konuda yapılan çalışmaları kolaylaştırmaya yönelik veri tabanı oluşturma, mevcut bilgisayar yazılımların iyileştirilmesi ve yenilerinin geliştirilmesi gibi çalışmalar devam etmektedir (Özeler ve Demirer, 2000).

8.3 Metodoloji

LCA, kaynak kullanımının ve çevresel izlerin kapsamlı çevresel sonuçlarını en aza indirmek için fırsatları sistematik olarak tanımlar ve değerlendirir. SETAC'ın çabaları yanında USEPA'nın LCA metodolojisinde yol gösteren erken araştırması, bugün şiddetle kabul edilen dört bölümlü yaklaşıma öncülük eder: 1. Özellikle çalışmanın amacını belirtme ve uygun bir şekilde çalışmanın sınırlarını tanımlama (Amaç ve Hareket Serbestiliği Tanımı); 2. Enerji kullanımını, işlenmemiş materyal girdilerini ve hayat döngüsünün her seviyesiyle ilişkili çevresel izleri ölçmek (Yaşam Döngüsü Envanteri – LCI); 3. İnsan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri değerlendirmek için envanter sonuçlarını yorumlamak (Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi – LCIA); 4. Hayat döngüsü yanında enerjiyi, materyal girdilerini veya çevresel etkileri azaltmak için fırsatları değerlendirmek (İlerleme Analizi veya Yorum) (Curran, 2004).

Şekil 8.1'de de görüldüğü gibi LCA, birbiriyle ilgili dört bölümden oluşmaktadır. Her bölüm kendinden bir önceki bölümü izlemekte ve gerektiği durumlarda çalışılan bölümde yapılan

eklemeler ve sonuçlar doğrultusunda geçmiş bölümlerde düzeltmeler yapılabilmektedir. Şekilde verilen çift yönlü oklar bu durumu göstermektedir.



Şekil 8.1 Yaşam Döngü Değerlendirmesinin Yapısı ve Bölümleri

LCA dört ana bölümden oluşmaktadır:

1. Amaç Tarif ve Kapsam

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

1. Amaç
2. Kapsam
3. Fonksiyonel birim
4. Veri kalite değerlendirmesi

2. Yaşam Devresi Envanter Analizi

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

1. Sistem ve sistemin sınırları
2. Sistemlerin karşılaştırılması
3. Veri toplanması ve hesaplama usulü
4. Envanter analiz sonuçlarının yorumlanması ve kullanılması

3. Yaşam Döngüsü 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:

1. Sınıflandırma
2. Vasıflandırma
3. Değerlendirme

Sınıflandırma aşamasında çoğunlukla göz önüne alınan kategoriler şunlardır;

- Küresel ısınma,
- Asitleşme,
- Besin birikiminden kaynaklanan aşırı bitki büyümesi ve bundan kaynaklanan oksijen azalması,
- Canlı ve cansız doğal kaynakların kullanımı,
- Ekotoksik etkiler,
- İnsanlar üzerinde toksik etkiler,
- İş ortamının durumu,
- Alan kullanımı

4. İyileştirme Değerlendirmesi

Bu bölüm, LCA 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 (Özeler ve Demirer, 2000 - United Nations Environment Programme, 1996).

8.3.1 LCA'nin Potansiyel Kullanıcı Grupları ve Uygulama Alanları

LCA 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 LCA 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
- Bir ürünün ekolojik yönüyle ilgili bir etiketlendirme programının hazırlanması

Ürün geliştirilmesi:

Uygulamada farklılıklar görülebilmekle beraber, Dünya Çevre Endüstrisi Konseyi'nin (World

Industry Council for the Environment) tanımladığı bazı ortak noktalar bulunmaktadır:

1. Malzeme seçimi

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

2. Üretimin etkileri

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

3. Ürün Kullanımı

- Enerjinin verimi
- Üründen kaynaklanan emisyonların ve atığın azaltılması
- Ambalajlamanın en aza indirilmesi

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 (Özeler ve Demirer, 2000).

8.4 LCA Gelişimine Uluslararası Yaklaşımlar

Yaşam döngüsü kavramının tüm çevre tayfı hakkında düşünme akla yatkınlığı çok çekici ve tartışılması zor olmasıdır. Bu, Çevresel Yönetim üzerinde Uluslararası Standartlar Organizasyonu 14000 altında yapılmış LCA çalışmayla beraber, bu kavram hakkında daha fazla şey öğrenme ve bir değerlendirmenin nasıl yapılacağını gösteren, insan çabasıyla büyüyen bir haberdar olmadır. LCA çevresel yönetimin önemli bir parçası olarak görülmeye başlanmaktadır. Gelişmekte olan yaşam döngü değerlendirmesi ve bazı değerlendirmeleri temel alan hareketler doğaldır ve çevresel yönetimde gerekli adımlardır. Yaşam döngü değerlendirmesi endüstriyel çevresel gelişmeleri tanımlamaya öncülük eder ve içeride önemli ekonomik ve kaynak tasarrufu fırsatlarını ortaya çıkarır. Ürün yaşam döngüsü boyunca zararlı maddeleri kontrol etmek için geleneksel yönetici işlemlerini kullanmayı denemek, ekonomilere boğucu ve muhtemelen çevresel olarak etkisiz olduğu kabul edilen bir gerçektir. Böylece gelişen davranış, özel var oluşların çevresel yönetim sistemlerini kabul etmelerini cesaretlendirmek ve şahsi analizleri sağlamaktır.

Ürünlerin çevresel mükemmelliklerinin karşılaştırmaya ek olarak LCA, kirliliği engelleyici aktiviteleri eklemek gibi endüstriyel işlemler içindeki uygulamalara değer biçmek için ayrıca kullanılır (Curran, 2004).

8.5 Endüstride LCA

ISO 14000, LCA'nın gelişimine hem yardımcı hem de engel olmuştur. Varlığı, çevresel yapı içerisinde hayat döngüsü kavramının duyulmasının artmasında çok yararlı olmuştur. LCA üzerine dokümanların (14040 – Genel Prensipler üzerine, 14041 – Envanter üzerine, 1998 sonunda yayınlandı ve 14042 – Etki Değerlendirme ve 14043 – Açıklama üzerine, her ikisi de gelişme aşamasında) gelişimi, LCA metodolojisinin şu andaki düşüncesini birlikte tutmak ve topluma açık bir şekle getirmede çok yardımcı olmuştur. ISO 14000 doğru yöndeki bir adımdır fakat hala açıklanması gereken terimler vardır ve her bir çalışmanın amaçlarını

başarıyla yerine getirmek için uygulanabilen iyi bir metodoloji ve doğru veri sağlanmalıdır (Curran, 2004).

Endüstri içinde, LCA'ya olan ilgi çok uluslu büyük şirketler tarafından teşvik edilmektedir. Bu şirketler genelde çevresel gelişime alanlar tanımlamak için ürünlerinde LCA'yı kabul ederler. Tercih edilen materyallerin devamlı teminini garanti etmek için tedarikçilerle sıkı bir şekilde çalışırlar.

Çoğu alanda, Amerikan şirketleri metodolojinin envanter seviyesinde kalırlar ve yaşam döngüsünün girdi ve çıktılarını ölçmeye odaklanırlar. Bu şekilde, eylem temelde hala "az olan en iyisidir" seviyesindedir. Genelde, Amerikan endüstrisinde LCA'yı yapmak isteyen ama kesin, basit, nispeten ucuzu arayan ve uygulamak için zamanla yaklaşan engelleyici bir his vardır. Buna ilaveten, LCA'nin, çalışma sponsorlarının istediği her soruya cevap verebileceği altı çizilmesi gereken inancı hala vardır. Çünkü kabul edilen ve çalışmayı kim yaparsa yapsın çoğaltılabilir sonuçlar verecek tek bir araç gözükmemektedir. Bu açıdan LCA'nın faydası hakkında kuşkular devam etmektedir.

Amerikan endüstrileri üzerinde kabul ettirilen birçok kirlilik kontrol yönetmelikleri, birkaç şirketin, ihtiyaç veya yönetmeliklere itaat etmenin ötesine gitmenin fayda olduğunu görebilmelerini sağlamıştır. Küçük şirketler için genelde ihtiyacın sorun olmadığı fakat kaynakların nerede sınırlandığı ve geçerli olan yönetmeliklere razı olarak ne kullanmaları gerektiği önem teşkil etmektedir. Onlara göre LCA, kabul edilmiş bir şirket imajından fayda sağlamaya ek olarak, potansiyel problemleri kullanarak çevresel yönetimde proaktif olmanın bir yoludur.

Avrupa'da çoğunluk LCA'yı karar vermek için destekleyici bir araç olarak görür. Kuralcı ögeler, iyi yönetmeliklerde açıkça tanımlanmış girdi ile takip edildiği ve sonuçların şeffaf yoldan sunulduğu sürece sorun teşkil etmemektedir (Curran, 2004).

8.6 LCA Gelişiminde Gelecek

LCA kullanımı ve aktivitesi sürekli arttığı sürece, genişçe yayılan adaptasyonuna mani olacak çok sayıda engel olacaktır. Başlıca üç engel; 1. Yaşam döngüsü kavramının kullanım öneminin farkındalığının eksikliği, 2. Yaşam döngüsü envanter verisine ve verinin kalitesinin ölçümüne erişememe, 3. Etki değerlendirmesi metodolojisini anlamamanın ve spesifik uygulama için ne tipte modellemenin uygun olduğunu tanımlamanın eksikliğidir.

1. Yaşam döngüsü kavramının kullanım öneminin farkındalığının eksikliği: Yapımcılar ve karar vericiler, üretim ötesine geçmenin önemini ve aktivitelerinin taşıdığı yaşam döngüsü etkilerinden haberdar olmaya ihtiyaç duyarlar. Daha da önemlisi, medya tabanlı veya endüstri odaklı düzenlemeler ve politikalarla uğraşan yönetim ofisleri yaşam döngüsü düşüncesini kullanmaya başlamaya ihtiyaç duyarlar. Yaşam döngüsü düşüncesinin, kamusal politika yapmada potansiyel olarak faydalı olduğu çok sayıda örnek bulunmaktadır.
2. Güvenilir LCA verisine erişememe: Oluşan veri eksikliği muhtemelen çoğu uygulamaları önlemiştir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da veri kolay erişilir hale getirilmiştir. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Gelişimi Kurumu (SPOLD), LCI verisi için mantıksal bir yapı tanımlayan bir veri değişim formatı geliştirmiştir. Veri Erişilebilirliği ve Veri Kalitesi üzerine SETAC – Avrupa çalışma grubu, LCA verisinin erişilebilirliğini ve serbest değişimini geliştirmek, veri kalitesini değerlendirmek ve geliştirmek, kesin olmayan ölçümleri değerlendirmek ve sağlamlık kontrollerini yayınlamak adına metodları araştırmak için STEAC Avrupa yıllık toplantısında, Fransa'nın Bordeaux kentinde 1998 yılında şekillenmiştir. Üç yıllık döneminde çalışma grubu, LCA'nın kullanılabilirliğini ve güvenilirliğini artırmaya yardımcı kılavuz doküman hazırlamayı tasarlamıştır. Çalışma grubu ayrıca ISO 14000 serileri altında kılavuz gelişimini teklif etmek için ISO işlemleri boyunca çalışmıştır.
3. Etki değerlendirme metodununun zayıflığı: Bu, LCIA üzerinde çokça girişimin yayımlandığı Amerika Birleşik Devletlerinde, Avrupa'dan daha fazla engel olarak görülmüştür. Ama takip edilmesi gerek metodolojinin ne olduğu hakkında bir uzlaşma yoktur (Barntouse, 1997).

LCIA metodolojisindeki gelişmenin başlangıç seviyelerinde olmasına rağmen, çalışma amacı şeklinde tanımlanan tenkit edilen etki değerlendirme yaklaşımlarının, hepsine uygun tek ölçü yaklaşımını geliştirme girişiminden daha uygun olabildiğini geliştiriciler onaylamaya başlamışlardır.

9. ÇEVRE DOSTU BİR ARABA PLANLAMASINA BAKIŞ

Yeni bir ürün geliştirme işlemi sırasında, bilinçli veya bilinçsiz, çevreyi etkileyecek kararlar alınır, bu nedenle bir şirket sadece teknik performans yönünden değil ayrıca ürünün çevresel performansından da sorumlu olur.

Karar vericilerin (yürütücüler ve mühendisler) tartıştığı nokta, bir ürünün 10 yıllık zaman zarfında çevre dostu olabileceğinin olup olmayacağını bugün anlamının çok zor olacağıdır. Çizelge 9.1, ekonomik standartlara bağlı olarak bir kararın dünyanın farklı yerlerinde geçerli olduğunu kabaca gösteren bir zaman aralığına teşebbüs eder.

Alman araba üreticisi BMW, bugün ki kararın etkilerinin ne kadar süreli olduğunu daha somut bir örnekle gösterir. Bir arabanın dizayn edilmesi 3–4 yıl aldı ve 7–8 yıllık bir zaman diliminde imal edilir. Bu araçlar aşağı yukarı 10–12 yıl kullanılabilirler. Hepsinde, bugün alınan bir karar, etkilerini çeyrek yüzyılda gösterir. Atık yok etmenin sorumsuzluğunun uzun vade de yansımaları göz önüne alınırsa belki daha da çok sürer.

Bugün piyasada olan ürünlerin çoğunun, dizayn edildiklerinde çevreye zararlı oldukları düşünülmedikleri bir gerçektir. Diğer taraftan araştırma geliştirme ekibi (AR-GE) genelde bilinçsizce çevre için çok şey yapmıştır. Elektrikli fırınlar, buzdolapları ve derin dondurucular bugün 20 yıl önceye göre % 30 daha az enerjiye ihtiyaç duyarlar. Çoğu makinede ağırlığın kilo başına gücü önemli bir şekilde artmıştır. Daha doğru mekanizmalar, materyalleri daha randımanlı çalışmasına izin verir [4].

Çevresel yön, sistemli bir şekilde göz önüne alınırsa, AR-GE metodolojisi, dizayn ve üretimin ekolojik, ekonomik ve teknolojik yönlerini dengede tutmalıdır. Gözden geçirmek ve ilerde mevcut ürünleri ve işlemleri geliştirmek için taslaklar sunmalıdır.

Bu, aşağıdakilerle ilgilidir;

- Dizayn
- Kabul edilmiş materyaller
- İmalat işlemi
- Ürün performans karakteristikleri (örnek; enerji tüketimi)

Çizelge 9.1 Bugün alınan kararın ömrü

	Konsept ve Dizayn	İmalat	Kullanım	Geri Dönüşüm ve Parçalara Ayrırma	Toplam Ömür
Almanya ve Gelişmiş Ülkeler	4–5 Yıl	7–8 Yıl	10–12 Yıl	?	> 25 Yıl
Gelişmekte Olan Ülkeler	6–8 Yıl	10–12 Yıl	15–20 Yıl	?	> 35 Yıl
Gelişmemiş Ülkeler	-	-	20–25 Yıl	?	> 40 Yıl

9.1 Ürün Yaşam Döngüsü Analizi

Şekil 9.1, çevre dostu ürünler için araştırma ve geliştirme metodolojisinin ana hatlarını çıkarır. İşlem, var olan ürünlerin ve işlemlerin çevreyle alakalı kıstasları gözden geçirmesini içeren taslaklar ve AR-GE'nin amaçlarının hazırlanmasıyla başlar. Bu aşamada, çevreye zararsız yeni ürünler ve işlemler yapmak için girişimde bulunulabilir.

AR-GE amaçları ve taslakları bir kez tanımlanmış olduğunda, mevcut sistemin analizi takip edilir. Bir ürünün tüm yaşam döngüsü için çevresel etki analiziyle başlanmalıdır. Bir ürünün ömrünün toplam döngüsüyle her seviyede sebep olan çevresel etkiyi bağdaştırır. Geleneksel olarak AR-GE ekibi kendilerini sadece ürünün aktif kullanıldığı aşamayı düşünmekle sınırlanmışlardır. Sadece son zamanlarda, ürünlerin tüm yaşam döngüleri AR-GE şartnamelerinin parçası olarak şekillenir. Yenilenebilir materyallerin ve temiz teknolojilerin kullanımı yaşam döngüsünün tüm aşamalarında önem taşır. Ürün tasarımı, geri dönüşüm

kavramına eşlik etmelidir.

Ürünlerin yaşam döngüsü analizi üzerine olan bu çevresel etki analizinin yanında diğer analitik metotlar yayımlanmalıdır. Değer analizi veya değer mühendisliği olarak bilinen endüstriyel mühendislik aracı, materyallerin kullanımını iyileştirmede ve onun ötesinde parayla birlikte, doğal kaynakları kurtarmakta için uygun bir yaklaşımdır. Değer mühendisliği fonksiyonları veya bir ürünün her bir elemanının değerini analiz eder. Sonuç olarak ürünler basitleştirilir ve başlıca kısımlara indirgenir (Mildenberger ve Khare, 2000).

AR-GE Taslakları ve Amaçları

Mevcut ürünleri ve işlemleri çevreyle alakalı kriterle yeniden incelemek. Yenilenebilir materyaller ve temiz teknoloji kullanarak yeni ürünler ve işlemler tasarlamak. **1.**

Satış sonrası servisleri performans ölçümü ve kontrolü

Uzun vadeli testler

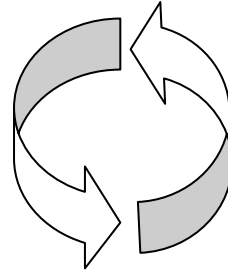
Ürünün müşteri / satıcı kabulü

Geri dönüşüm prosedürünün yeniden gözden geçirilmesi. **7.**

Mevcut Sistem Analizi

Ürün hayat döngüsünün çevresel etki analizi. **2.**

Değer mühendisliği, teknik analiz ve pazar analizi.



4.

Seçilen alternatiflerin uygulaması

Proje yönetimi

6. Temiz teknoloji

Alternatiflerin değerlendirilmesi

5. Çevreyle alakalı değerlendirme kriterini dahil etme, Ürün sorumluluğu, kontrol prosedürleri, sertifikasyon prosedürleri, maliyet fayda analizi.

Sartnamelerin Yapımı

3.

(Gereksinimler Listesi)

Çevreyle alakalı gereksinimlerin uyumu.

Toplam hayat döngüsü için gereksinimler. Çevresel standart ayarlaması.

Ürünlerin ve işlem alternatiflerinin oluşumu

(a) ideal çözümler (b) gerçek çözümler

Bionikler

Beyin fırtınası

Çevre dostu materyallerin kullanımı

Temiz teknoloji

Şekil 9.1 Çevre dostu ürünler için AR-GE metodolojisi

9.2 Yeşil Ürünler için Şartname ve Yeni Çözümler

AR-GE metodolojisinin bir sonraki aşaması, ürünler ve işlemler için şartnamelerin (gereksinim listeleri) yapımıyla uğraşır. Bazı ayrıntılı listelerde bir ürünün veya işlemin yerine getirdiği gereksinimler yaşam döngüsünün her safhası için ayrıntılarıyla açıklanmak zorundadır. Minimum gereksinimler genelde yönetim yönetmelikleri veya ilgili ulusal veya uluslararası standartlarla (Uluslararası Standartlar Örgütü) tanımlanır. Dikkat çekilmesi gereken gereksinimler şunlardır;

- Az bulunandan kaçınma, yenilenemeyen materyaller;
- Ürünün geri dönüşümü;
- Ürünün enerji verimi;
- Tehlikeli maddelerden kaçınma;
- Yapım işlemi esnasında enerjinin, su tüketiminin ve kirletici maddelerinin en aza indirgenmesi
- Ürünün dayanıklılığı.

“Yeşil” şartnamelerin hazırlanmasından sonra AR-GE çalışmasının çekirdek işlemi başlar: ürünler ve ilimler için yeni fikirlerin yaratılması. İlk aşamada beyin fırtınası teknikleri kullanılarak verilen bir problem için ideal çözümler geliştirilmelidir. Bu çözümlerden gerçek problem çözümleri türetilir.

Çevre dostu ürünler geliştirmek amacıyla kaynaklarını en iyi şekilde kullanan doğadan öğrenecek çok şey vardır. Biyonikler olarak bilinen disiplin, doğanın prensiplerini veya işlemlerini mühendislik içine dahil eder. Biyonikler örnek vermek gerekirse ağaçların rüzgara karşı neden dayanıklı olduklarının, kuşların nasıl uçtuklarının veya doğal zarların suları nasıl temizlediğinin sebeplerini inceler.

Alternatif materyallerin ve tasarımların kullanımı AR-GE ekibi tarafından keşfedilmek için bekleyen bir potansiyeldir. Oluşumun bu aşamasında ürünlerin imalat işlemleri müzkare altında kabaca tanımlanmalı ve ürün sonuçları analiz edilmelidir (Mildenberger ve Khare, 2000).

9.3 Uygulama

Bir prototip veya seri üretim öncesi, AR-GE laboratuvarlarında veya çalışmalarında başarıyla imal edildikten ve test edildikten sonra performans ölçüm kontrolüne ek olarak uygulama sorumluluğu endüstriyel mühendislik veya üretime teslim edilir.

Satış sonrası servisler, örnek vermek gerekirse geri dönüşüm işleminin uygulaması, satış veya özel mühendislik bölümü hatta taşeronla verilebilir. Bu düzenlemeler büyük ölçekli ve organize yapıda girişime bağlıdır.

Çevresel kaygıları AR-GE metodolojisinin her adımına entegre etmenin dışında (Şekil 9.2) bir şirketin ürünlerini ve işlemlerini rakiplerinden daha hızlı yenilemesine yardımcı olacak yollar vardır. Şu şekilde örneklenebilir;

- Geliştirme döngülerini kısaltma;
- Hızlı değişen gündemi yakalayabilecek esnek araştırma programları;
- Yeni fikirleri ödüllendirme (örnek: çevreyle ilgili ekibi AR-GE projesine atamak veya çevreci grupların araştırmacılarını ve üyelerini dışarıdan AR-GE takımlarına dahil etmek gibi)
- Çevreyle ilgili bileşeni mevcut şirket programları ile bütünleştirme (örnek: kalite ve üretkenlik gelişim programları, değer mühendisliği);
- AR-GE bilgisi ve dizayn sistemleri içine çevreyle ilgili bilgi (örnek: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) sistemleri içine)

9.4 Otomobil Endüstrisi

Otomobil endüstrisi dünyadaki en büyük üretim girişimidir ve tüm esas endüstriyel sistemlerin en çok kaynak yoğunluğu olanlardan birisidir. İlaveten dünya çapında otomotiv üretimi oligopolistik bir yapıdadır ve nispeten küçük sayıda büyük yapımcıların egemenliğindedir.

Otomobil endüstrisindeki tüm çevresel etkiden haberdar olma Avrupalı ve Amerikan yönetmelikleri şeklinde gelişmektedir. Örneğin araç emisyonu daha katı bir hale gelmiştir. Haberdar olmanın seviyesini belirlemek zordur çünkü farklı otomobil şirketleri farklı alanların başındadırlar. Genel olarak otomobil endüstrisi bir bütün olarak, aero dinamik kalıpların geliştirilmesini ve ağırlığı azaltmayı içeren benzer sorunlar üzerinde çalışmaya meyil gösterir. Üretim işlemleri, emisyon ve ilgili maddelerin azaltılmasına özel dikkat gösterilmesiyle temiz bir hale gelmiştir. İlerideki işlemler için fabrika atıklarının toparlanması, alternatif yakıtlar ve elektrik/hibrid araçların gelişimi için yükselen oranda AR-GE bütçelerinin tahsisıyla geleceği güvence altına almayı amaçlamaktadırlar. Araç üreticileri geri dönüşümde şu önemli noktalar üzerinde durmaktadırlar; geri dönüştürülmüş materyallerin kullanımını kolaylaştırmak için yeni teknolojiler geliştirme, geri dönüşüm eğilimli araçlar dizayn etme, geri dönüştürülmüş maddelerden yapılan bileşenlerin dizaynı ve

geri dönüştürülmüş materyallerin kullanımını artırmak. Ömrünü doldurmuş araçların daha iyi elden geçirilmesi için Avrupalı ve Amerikan araba üreticileri her seviyede geri dönüşüm gerçekleştirmek ve ayırma el kitapları geliştirmek için yardımcı ortaklıklar oluşturmuşlardır. Araba üreticileri, araçları için belirgin yakıt ekonomi hedefleri tespit etmeye başlamışlar ve servis istasyonları için çevresel standartlar hazırlamışlardır.

Yaşam döngüsü yönetimi araçları ve yaklaşımlarının bilinci Avrupalı ve Amerikalı otomobil endüstrileri içinde büyümektedir. Bu, çalışmalar içinde farklı materyaller, işlemler ve konseptlerin yaşam döngüsü etkilerini denetlemeye önderlik eden çalışmalarda ve projelerde ifade edilir. Bütün otomobil üreticileri yaşam döngüsü değerlendirmesini önderlik etmede aktiftirler ve Avrupa (EUCAR- The European Council for Automotive) ve Amerika Birleşik Devletlerinde (USCAR- United States Council for Automotive) devam eden yardımcı LCA projeleriyle ilişkilidirler. Kişisel organizasyonlar içinde ve onların tedarikçileri için ürün ve üretim mühendisleri için Çevre için Dizayn eğitim programı başlatılmıştır [4].

9.5 Otomobil Yaşam Döngüsü

Bir otomobilin yaşam döngüsü, karar verme ve dizaynla başlar ve emekliliği ile son bulur. Bu bölüm bir otomobilin toplam yaşam döngüsünün yansımasıdır.

Bugün, bir vasıta aşağı yukarı 15000 parçadan oluşmaktadır. Çelik, demir, cam, tekstil, plastik ve demir olmayan metaller otomobil üretimine egemendirler. Bugün ki araçlarda % 80 oranından fazla kullanılmaktadırlar. Bir arabanın materyal kompozisyonunda ki genel eğilim hafif materyallerin kullanımının artmasıdır. Özellikle çokça tip plastik ve hafif metal alaşımlarının (alüminyum ve magnezyum gibi) kullanımı buna örnek gösterilebilir.

Otomotiv materyali için girdi olarak sunulan bakır kaynakların kazancından ve işlenmesinden doğan çevresel etkiler ve endişeler kaynakların (materyal ve enerji) önemli tüketimlerini de içerir. Ayrıca bol miktarda enerji ısıtma, soğutma ve milyonlarca ton çelik, alüminyum, plastik ve camın üretimi sırasında tüketilir. Bu materyallerin işlenmesi ağır metaller, toksik kimyasallar, klorlu çözücüler ve ozon bitirici kimyasalların çeşidini içerir. Yaşam döngüsü aşamaları arasında zararsız atığa en büyük katkı enerji üretimi ve demir cevheri üretimiyle ilgili maden atığıdır. Boya ve kaplama operasyonları yanında metal döküm operasyonları, hava emisyonlarının meydana geldiği ana üretim operasyonlarıdır. Çevreye zararlı maddelerin ortama salınması yarından fazlası boyama ve kaplama operasyonları sırasında meydana gelir. Bir otomobil atölyesinden doğan en geniş katı atık akımları atık su, yağ, atölye çöpü ve artık

metallerdir.

Ufak parçalara ayırma aşamasındaki çevresel etkiler bu aktivitelerden sonuçlanan farklı işlemler ve enerji tüketimi (veya kaybı) sırasında atık oluşumundan ibarettir. Etki, araçların materyal kompozisyonuna ve araçların işlendiği yerdeki altyapıya güçlü bir şekilde bağlıdır. Otomobillerin değişen materyal içeriği zor bir sorunu ortaya koyar; bir yanda plastik gibi hafif materyallerin büyük oranda kullanımı yakıt verimini geliştirir ve hava ve/veya egzost emisyonlarını düşürür. Diğer yanda, geri dönüşümün alt seviyelerde sonuçlandığı plastik kullanımının artması araç dizaynında değişikliklere sebep olur.

Çevresel gelişim için fırsatlar bir otomobilin her yaşam döngüsü sırasında var olur. Bu kapsamda; üretici ister tek aşama, isterse tüm yaşam döngüsünü etkileyen yönetmelik, politikalar, anlaşmalar, işlem ve dizayn gelişmelerine odaklanılmaktadır. (Kuhndt, 1997).

9.6 Yaşam Döngüsü Yönetimi

Günümüzde yaşam döngüsü yönetimi (LCM) stratejilerinin ve prensiplerinin gelişimi kabul görmüştür. Bunun nedeni diğer stratejiler, örneğin tek yaşam döngüsü aşamasına odaklanma, ideal sonuca ulaşmakta yeterli olamayabilir. Bir ürün ömrü içinde belirli noktalarda çevresel etkileri azaltmak, örneğin kullanım aşamasında enerji tüketimini azaltmak, üretim ve geri dönüşümde enerji tüketiminin yükselmesi gibi değişiklikler ayrıca meydana gelmesi eksi bir değer olabilir.

LCM açıkça şöyle tanımlanır;

- Tüm çevresel etkileri azaltmak için üretim sistemlerini tekrar tasarlayan bir iskelet.
- Birden çok karar verici tarafından bir ürünün yaşam döngüsünün farklı aşamalarında karar verme yetkisi.
- Ürün yaşam döngüsü hakkında bilgiye dayalı bir iskelet (kütlenin ve enerjinin fiziksel akışı, parasal akış).

Endüstri ve yönetim, Şekil 9.2 LCM'yi cesaretlendiren farklı tipte program, ortaklık ve politikalar kurabilir. Net bir resim yakalamak için, aşağıdaki bazı yaşam döngüsü araçlarının genel tipleri üzerine odaklanabilir;

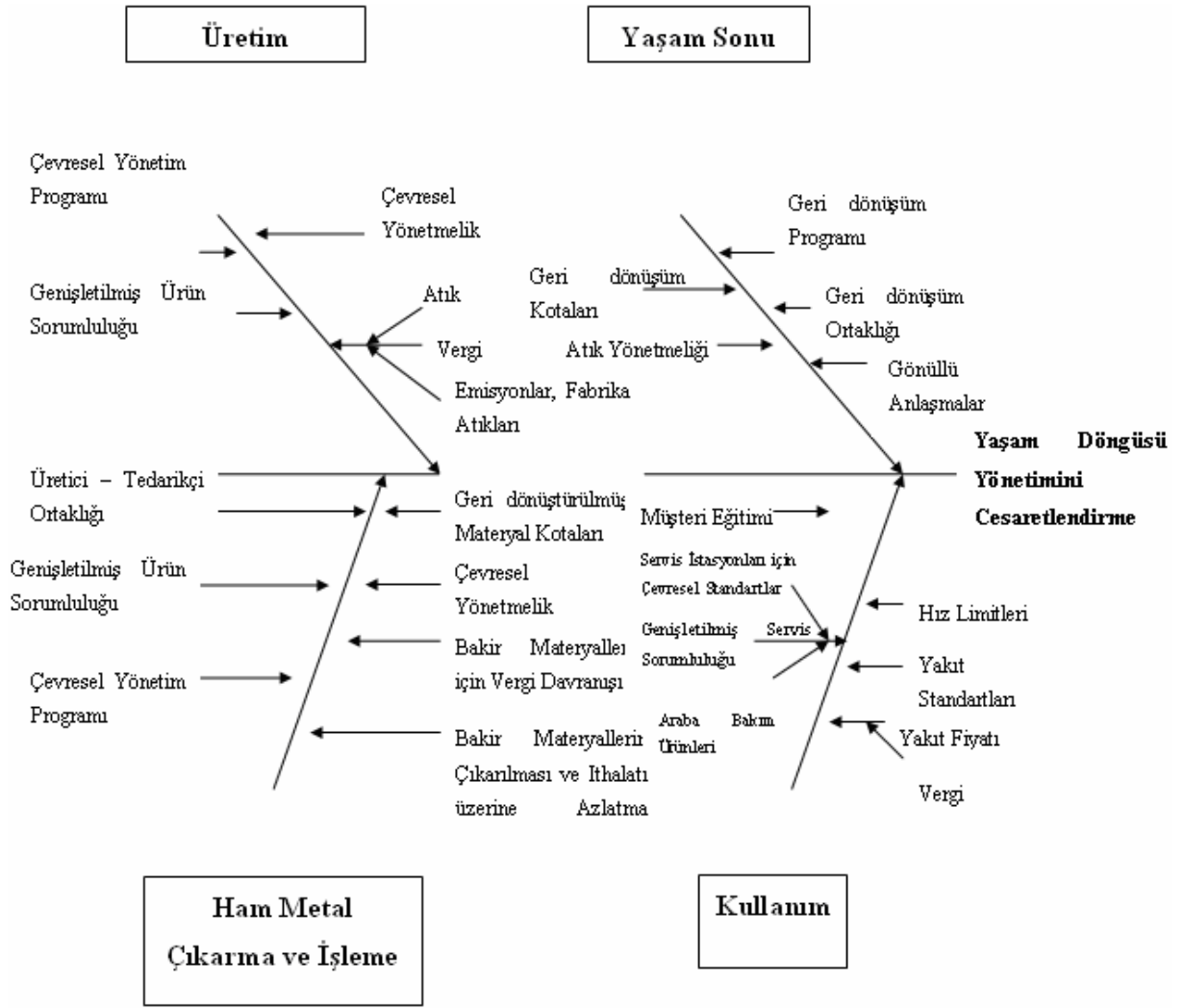
- Yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) gibi analiz araçları ve ürünün çevresel profilini bulan ve gelişme için önemli alanları işleyen yaşam döngüsü maliyeti (LCC) araçları,
- Dizayn metodolojisi boyunca gelişmeyi tamamlayan yaşam döngüsü dizayn (LCD) araçları gibi gelişme araçları.

Geçmiş yıllar boyunca otomobil endüstrisi ya tek başına ya da farklı ekiplerle (tedarikçileri, ticaret birliktelikleri, üniversiteler vb.), materyalleri (alüminyum, çeliğe karşı) karşılaştırmak için yaşam döngüsü değerlendirmesinin birkaçıyla, işlemlerle (su bazlı boyama, serpmeye boyama) ve konseptlerle (elektrikli araç, içten yanmalı araca karşı) işbirliği içinde çalışmalar göstermiştir. Çoğunlukla bu çalışmaların sonucu, bunların birbirlerine karşı açıkça üstün olduklarını göstermez. Bu yüzden, analiz edilmiş materyaller, işlemler ve konseptlerde en iyi iyileştirme stratejileri geliştirmek için bu sonuçları kullanmak daha uygun olabilir.

LCA'yı standartlaştırma yönünde önemli gelişme yapılmış olmasına rağmen sonuçlar hala önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. Bazı ayrılıklar, farklı endüstrilerin sistem sınırlarındaki farklılıklara, ürün sistemleri arasındaki girdilerin ve çıktılarının tahsisi için kurallara, veri uygunluğuna ve envanter maddelerin çevresel etkilere çevrilmesi için farklı değişim modellerine bağlanabilir. Ayrıca akılda tutulması gereken bir noktada sadece ürünün etkisi olmadığıdır ayrıca temel endüstri (bu çalışmada otomobil endüstrisi) dışındaki sektörlerde genelde hissedilen sonraki etkilerde unutulmamalıdır.

Çevresel profil LCA ile analiz edilebilir fakat LCM'yi destekleme; materyal, enerji, katı atık ve emisyon verisi mevcudiyeti ve kalitesi, her bir yaşam döngüsü aşaması için LCA'nın uygulanmasını şimdilik engeller.

Bu nedenle, materyal ve işlemleri minimal çevresel etkiyle seçmeye daha çok entegre edilmiş yaklaşım, bu veri farkını kapamak için farklı hayat döngüsü aşamalarında farklı oyuncular arasındaki yardımcı ilişkileri ihtiva etmelidir. Tedarikçilerin, otomobil üreticilerin, ömür sonu yürütücülerinin ve LCA üzerine dayalı bulguların işbirlikçi çabalar sayesinde LCC sonuçları, diğer bilgiler (tamir edilebilirliği ve dayanıklılık), yaşam döngüsü dizaynı (LCD) için kılavuzlar ve kontrol listeleri geliştirilmelidir. Bu kılavuzlar ve kontrol listeleri, mevcut ve yeni ürünler ve işlemleri optimize etmek için üreticideki mühendislere ve tedarikçilere daha sonra dizayn etmeye müsait olacaktır (Mildenberger ve Khare, 2000).



Şekil 9.2 Yaşam döngüsü yönetimini cesaretlendiren programlar, ortaklıklar ve politikalar

10. ARACIN ÖMRÜNÜ TAMAMLAMASI VE GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE OTOMOBİL YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

Modern endüstriyel üretimde çevresel koruma konusu çok önem teşkil etmektedir ve sürdürülebilirlik gün geçtikçe artan bir düşünce olmaktadır. Elektronikler, otomobiller, ev aletleri gibi, günlük kullanılan aygıtlarının üreticileri, çevresel sıkıntıları azaltmak için hammadde ve enerji kullanımının artması ve buna paralel olarak oluşan atıklar ve çevre kirliliği büyümesinden dolayı, müşterilerin, kamuoyunun ve hükümetin ihtiyaçlarını karşılama amaçlarındadırlar (Osanna vd., 2005).

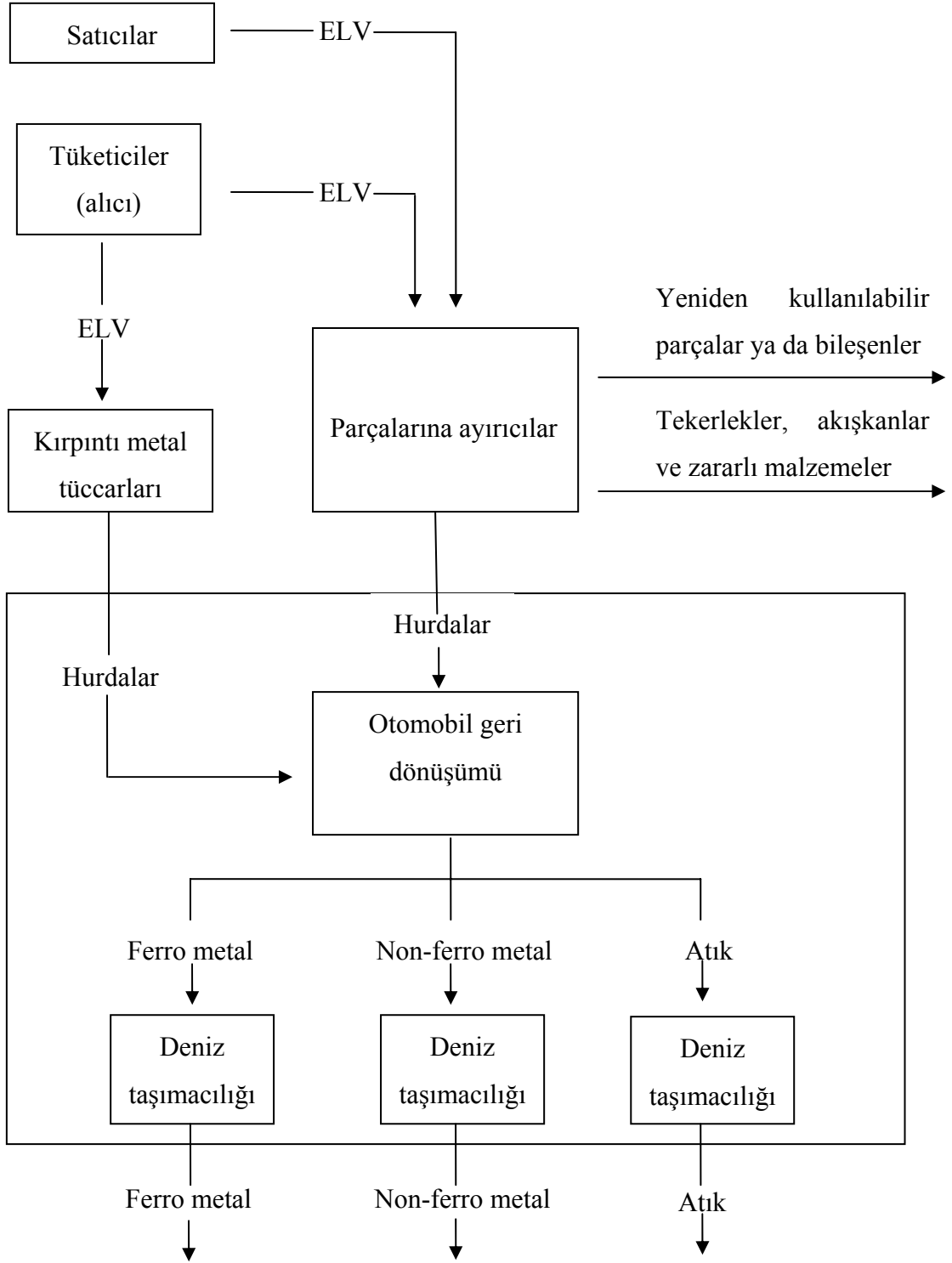
Otomobil parça atıklarının (automobile shredder residue) (ASR) sayıca azaltılması ve geri dönüşümlerinin sağlanması, ömrünü tamamlamış araçların (end-of-life vehicles) (ELVs) geri dönüşüm oranını arttırmak için önemlidir. Bu doğrultuda, araç ürün yaşam döngü değerlendirme (LCA) uygulaması kavramını, LCA çalışmaları (ASR' nın gömülmesi, ASR nın yeniden güç kazanımı), ELVs ile ilgili LCA konuların ele alınması ve LCA'in yeni teknolojilere uygulanma çalışmaları, % 95'lik bir orana ulaşmayı hedeflenmesi doğrultusundadır. Şekil 10.1'de otomobil geri dönüşümünde sistem sınır şartları görülmektedir (Williams vd., 2006).

Her yıl Japonya da, yaklaşık 5,000,000 ELVs, (motosikletler hariç), ticaret sicilinden silinmektedir. 500,000 den fazla ELVs gümrük yoluyla ihraç edilmekte ve ihraç edilenlere, şahsi mülk ya da parçalanmış hurda (araba karoseri iskeleti) olarak denizaşırı ihraç edilen araçları dahil ettiğimizde, en sonunda Japonya'da atılan bu araçların yaklaşık olarak yılda 4,000,000 civarında olduğunu tahmin edilmektedir.

ELV iyileştirme (işleme) sistemlerinde öncelikle, değerli parçalar (motor), zehirli maddeler (akü) ve sıvılar (motor yağı) içeren parçalar ayrılmaktadır. Daha sonra arabanın geriye kalan iskeletini parçalanıp, otomobil parça atıkları (ASR) olarak adlandırılan son kısım arazi doldurma alanında gömülmektedir.

ASR kurşun gibi zehirli maddeler içermektedir ve bu nedenle ASR'nin işleme suyunun sızdığı kontrollü bir arazi doldurma alanında gömülmesi için bir yönetmelik bulunmaktadır. Yönetmelik düzenlendikten sonra, fiyatlardaki yüksek artıştan ve kontrolsüz toprak doldurma alanlarından kaynaklı ASR'in gömülmesinin reddedilmesinden dolayı ASR ve ELVs'nin yasadışı terk edilmesinde artış gösterebileceğine dair önemli bir endişe bulunmaktadır. Bu koşullar altında, otomotiv endüstrisi ELVs için sistemli hareket planını saptamıştır. Bu planın, ELV dönüşüm oranlarını arttırmak, ASR'ın arazi doldurma hacmini ve kurşun içeriğini

azaltmak için rakamsal hedefleri bulunmaktadır [5].



Şekil 10.1 Otomobil geri dönüşümünde sistem sınır şartları

Yukarıda bahsi geçen ürünlerde geri dönüştürülen hurdaların karmaşıklığı, disiplinler arası bir alandır. Bu alanda toplama lojistik, demontaj, bileşenlerin yeniden kullanımı, kıymetli ve

nadir maddelerin geri kazanımı, çevreye zararlı olmayan maddelerin geri dönüşümü, zararlı ve toksik maddelerin yok edilmesi gibi konular bulunmaktadır. Tüm bunlar disiplinlerarası kuruluşların disiplinli çalışmalarını gerektirir. 1990 yılında, Avrupa Birliği Çevre Konseyi (European Union Environment Council), Öncelikli Atık Akımı (Priority Waste Stream) olarak, ELVs'yi içeren Atık Yönetim Komisyonları Stratejisini kabul etmiştir.

Atık Strateji Öncelikleri ile ilgili hiyerarşisinin genel kabulü şunlardır.

- Önleme;
- Geri Kazanım;
- İmha etme.

Geri dönüşüm konsepti, parçaların yeniden kullanılması, malzemenin geri dönüşümü ve enerjinin geri kazanımını içermektedir. Avrupa Komisyonun Otomobiller için hedefleri şunlardır.

- Atıktan kurtulma
- Arazi talebinin azaltılması
- Toksisitenin azaltılması

Avrupa geri alma yasası "Take-Back Law" üreticilerin ülkede satılan tüm araçların geri alınmasını şart koşar. Gönüllü sözleşmeler endüstri tarafından geniş ölçüde kabul edilmiştir ve tehlikeli yasaları bir parça azalmıştır.

Birleşmiş Milletlerin (BM) aşağıdaki yönergeleri ve bunların ulusal doğrular olarak benimsenmesinin eski otomobillere uygulanmasında esaslı faydalar sağlamıştır.

- Atıklarla ilgili olarak 15 Temmuz 1975 Avrupa Ekonomi Komitesi'nin 75/442 sayılı yönergesi
- Çevresel kirlenmelerin azaltılması ve bütünleşmişlikten kaçınma ile ilgili olarak 24 Eylül 1996 tarihli Avrupa Ekonomi Komitesi'nin 96/61/ sayılı yönergesi
- Biriken atıklarla ilgili 26 Nisan 1999 tarihli Avrupa Parlamento'sunun Avrupa Ekonomi Komitesi'nin 1999/31/ sayılı yönergesi
- Atıkları yanmasıyla ilgili 4 Aralık 2000 tarihli Avrupa Parlamento'sunun Avrupa Ekonomi Komitesi'nin 2000/76 sayılı yönergesi

Eski otomobillerle ilgili 18 Eylül 2000 tarihli Avrupa Parlamentosu'nun Avrupa Ekonomik Komitesi'nin 2000/53/ sayılı yönergesi. BM tarafından altı çizilerek önerilen bu yönergelerle, iyileştirme süreçler için toplam hedefler:

- 2002'de ıskartaya çıkartılmış bir araba için, ilk ağırlığının en çok % 15'i atık biriktirme deposuna gider,
- 2015'te ıskartaya çıkartılmış bir araba için, ilk ağırlığının en çok % 5'i atık biriktirme deposuna gider.

Detaylandırılmış sürekli bilgi analizi uygulanabilir, fakat bunun sürdürülebilmesi için direk finansal destek gereklidir, böyle bir desteğin temin edilmesi sonradan göz önüne alınmalıdır. Son zamanlarda, Avrupa Komisyonu araç üreticilerinin üretim konusunda çok büyük sorumluluğa sahip olduklarına dair yönergeleri önermektedir. Bununla birlikte, aracın karmaşık doğası, yaşam uzunluğu ve daha sonraki süreçlerle ilgili olan diğer endüstriyel sektörler arasında sorumluluğu paylaştığına işaret eder. Eski araçlar hakkında birleşmiş milletleri 2000/53/EG talimatlarının 7 maddesine göre esas hedef :

- 2006 hedefi: % 85 geri-dönüşüm, % 80 malzeme geri-dönüşümü, en çok % 15 atık madde
- 2015 hedefi: % 95 geri-dönüşüm % 85 malzeme geri-dönüşümü, en çok % 5 atık madde (Osanna vd., 2005).

10.1 ELVs ve LCA için evresel Politika

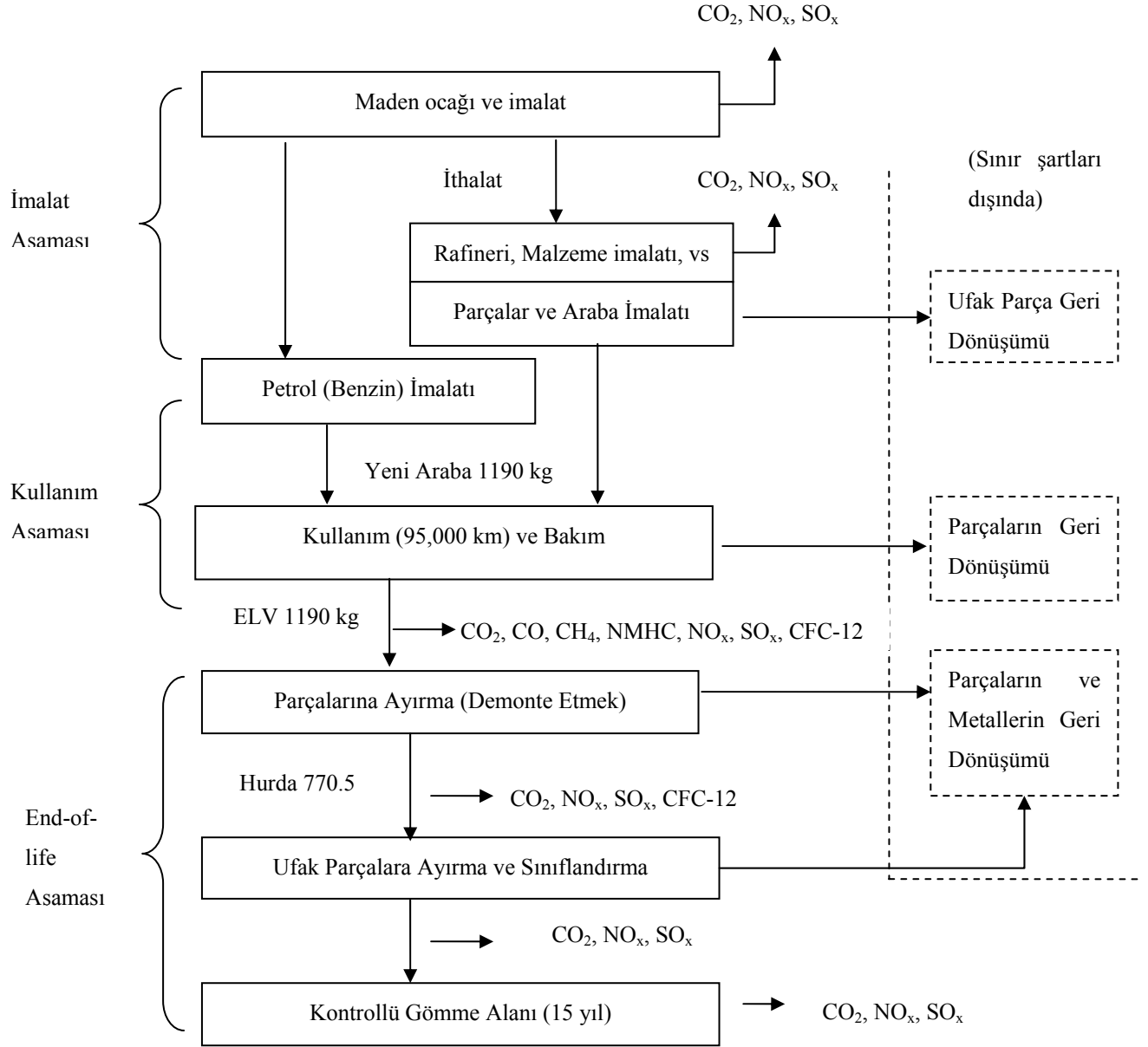
% 95'lik geri dönüşüm oranı, otomotive sektörünün ELVs için 2015 e kadar saptadığı en büyük rakamsal hedeftir. Bu hedefe ulaşmak için, araç ağırlığının % 20'sini oluşturan ASR iyileştirmesi anahtar konudur. Geri dönüşüm metotlarını (1) ASR'nin geri dönüşümü ve (2) ASR'nin azaltılması için parçaların geri dönüşümü olarak gruplandırabiliriz. Birinci madde için geri dönüşüm, ısıtıcı maddeler taşıyan ASR'den enerji elde etmede etkin olduğu düşünülmektedir ve ikinci madde tampon, koltuk, pencere bantları, pencere camı ve bunun gibi elemanların geri dönüşümüdür.

Aşağıdaki üç süreci takip etmek, LCA'deki ömrünü tamamlama (aracın) safhasını analiz etmek ve değerlendirmek için gereklidir.

- 1) Parçalama, geri dönüşüm ve yok etme süreçlerinin çevresel yükünü hesaplama.
- 2) Geri dönüşüm etkilerini değerlendirme.
- 3) Tüm evresel etkilerin değerlendirilmesi.

Parçalama süreçleri şu kısımları içerir: bir aracı sökmek, parçalamak ve ayırmak, sıvı/soğutucu/hava yastığının uygun işlemden geçmesi, her bir bölüm/materyal/ASR ve arazi doldurmanın geri dönüşümü. Bu süreçler için çevresel yük miktarını ölçmek ve bir veritabanı

oluşturmak gereklidir. Şekil 10.1’de bir aracın sistem akışı ve sınır şartları görülmektedir.



Şekil 10.1 Seçilen bir aracın sistem akışı ve sınır şartları

Geri dönüşüm çevresel bir yüke sebep olmaktadır. Eğer sadece çevresel yükü değerlendirirseniz, geri dönüşümün sonucu, bunun çevre için, geri dönüşümün olmamasından (direkt arazi dolumu) çok daha kötü olduğunu gösterebilir. Bu nedenle, geri dönüşümün etkisini değerlendirmek için bir yer değişim sistemi ortaya konmalıdır (Funazaki vd., 2003).

11. ISO 14000 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ, UYGULAMA AŞAMALARI VE FAYDALARI

Çevre yönetimi konusu ilk önce uyulması gerekli kurallar şeklinde zorunlu bir yönetim biçimi olarak ortaya çıkmıştır. Yani, emir ve kontrol ile uyma zorunluluğu sağlayan uygulamalar ile başlamış, günümüzde gönüllü olarak uygulanan ve sürekli gelişme gösteren bir yapıya geçmiş ve dolayısıyla kurallar ile getirilen koruma derecelerini de aşan bir ilerleme yaşamıştır.

Herhangi bir organizasyonun yönetiminin yaşaması ve gelişmesi; ister kamu kuruluşu ister özel olsun, dünyanın neresinde faaliyet gösterirse gösterebilir, hizmet verilen ülkenin kültür ve gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun, ürün ve hizmetlerinin verimli ve etkin olmasına bağlıdır. Dolayısıyla, organizasyonlar çalışanlarına ve müşterilerine yol gösterici niteliğe sahip kurallara ve organizasyonu oluşturan tüm birim ve parçaları amaçları doğrultusunda birlikte çalıştıran bir sisteme ihtiyaç duymaktadırlar. Gösterilen çabaların tekrar edilmemesi ve en etkin uygulamanın gerçekleştirilmesi de temel amaçlar arasındadır. Bütün bu ihtiyaçlara cevap veren kalite standartlarına ilişkin ISO 9000 sistemleri, bir süredir bütün dünyada bu yüzden yaygın olarak kullanılmaktadır.

ISO 14000, artık alışkın olduğumuz ISO 9000 gibi yönetim sistemi ile ilgilidir. ISO 9000 müşteri ihtiyaçlarını ve isteklerini tatmin etmek, işlemleri kontrol etmek ve sürekli gelişmeyi hedeflemektedir ISO 14000 serisi bu sayılanları hedeflemekle birlikte, müşteri ihtiyaçları ve istekleri çevre gerekliliklerini ve kuralları da kapsamakta, sürekli gelişme de sadece müşteri beklentileri ile değil organizasyonun içinden oluşan öncelikleri ve amaçlarıyla da yönlendirilmektedir. ISO ürünleri standartları laboratuvarlarda kontrol edilirken, yönetim standartları ise denetleme ile belirlenmektedir. Her iki durumda da sonuçlar resmi ve genel kabul gören bir sertifika ile belgelendirilmektedir. Dolayısıyla hem alıcılar hem de satıcılar için ürün ve hizmetlerde uluslararası geçerliğe sahip referansları bulunmaktadır. Yerel standartların değişken olabileceği uluslararası ticarete, bu referans özellikle yardımcı olmaktadır. Bunların yanında, ISO 14000 serisi uluslararası piyasalarda hızla yaygınlaşmaktadır. Örneğin; Avusturya, İsviçre ve Türkiye’de standartlar organizasyonları Kasım 1995 itibarı ile taslak ISO 14001 standartlarını ulusal standartlar olarak kabul etmişlerdir.

ISO 14000 ile işletmelerin faaliyetlerinin yok edilmesi veya azaltılması konusu, yani ya işlemler ya çevre ikilemi ortadan kalkmıştır. ISO 14000’in getirdiği standartlar sayesinde

temiz bir çevre teşvik edilirken, aynı zamanda iş dünyasının, iş hacminin ve ticaretin de büyümesi amaçlanmaktadır [6].

11.1 ISO 14000 Faaliyet Raporu

Çevre yönetim sistemlerini geliştirmek, ISO 14001 kayıt ve uygulamasına hazırlanmak ve çevre ile ilgili gerekliliklerden doğan maliyetlerini düşürmek isteyen işletmeler için uygulanması gereken hareket aşamaları ve faaliyet planı kısaca şu şekildedir;

1. Sistemden sorumlu bir kişi belirlenmeli, bu kişi çevre ile ilgili konularda eğitilmeli ve sistem sorumlusu olarak görevlendirilmelidir.
2. Değişik fonksiyonlardan ve hiyerarşi derecelerinden seçilen çalışanlardan 8 kişiye kadar bir çevre yönetimi işgücü ekibi oluşturulmalıdır.
3. Çevre yönetim sistemleri değerlendirilmesi ISO 14001 kullanılarak uygulanmalı ve değerlendirme sonuçları rapor haline getirilmelidir. Raporunda; kullanılan işlem ve kuralların yeterlilikleri ile yeni kurallara ihtiyaç durumu da açıklanmalıdır.
4. Çevre politikaları, çevre korunması ile ilgili hedefler ile hareket planı hazırlanmalı ve hazırlanan bu plan basılmalıdır. Planda belirtilen politikalar üst yönetim tarafından açıklanmalıdır.
5. Çevre duyarlılığı yaratacak ve yaygınlaştıracak liderler geliştirilmelidir. Liderler ve çevre iş gücü ekibi anlamak ve anlatmak için konuyu detay ile öğrenmelidir.
6. Organizasyon yapısı ve sorumluluklar tanımlanmalıdır. Tanımlanan konular resmi bir evrak haline getirilerek, bu evrakta isimlerin, görevlerin ve benzer hususların sürekli güncelleştirilmesine dikkat edilmelidir.
7. Çalışanların; bilgilendirme seansları, ekip çalışmalarının tekrarları, tecrübe geri bildirimleri, diğer eğitim ve geliştirme programları ile sistemin gelişmesine katkıları ve katılımları sağlanmalıdır.
8. Doküman kodlama işlemi çeşidi hakkında karar verilmelidir. Sistem dokümantasyonun geliştirilmesinin ilk gününden itibaren karar verme sonucunda seçilen form kullanılmalıdır.

9. Temel işlemlerin ve bunlara yardımcı destek işlemlerin, sırası ile gösterildiği işlem akış çizelgesi hazırlanmalıdır. Çizelgede öncelikle temel işlemler yerleştirilmeli, destek işlemler bunlara göre belirlenmelidir.
10. Kabul edilen kodlama yöntemine göre bütün formlar kodlanmalı, her form uygulamadaki bir işleme ait olmalı, işe yaramaz formlar tasfiye edilmelidir.
11. Formlar işlem akış çizelgesiyle uyumlaştırılmalıdır. Her formun bir yeri olmalıdır, eğer yoksa akış çizelgesinin tamam olup olmadığı kontrol edilmelidir
12. İşlem akış çizelgelerinin doğruluğu ve gerçek olaylar ile ilişkisi kontrol edilmelidir.
13. İşlem akış çizelgeleri yöntem dokümanları olarak kullanılmalıdır. İşlem amaçlarının çevre korunmasına yönelik olmalarına da özen gösterilmelidir.
14. Yöntemler gözden geçirilmelidir. Ayrıca, diğer çalışanlar tarafından da incelenmeli ve çalışanlardan gelen yorumlar da dikkate alınmalıdır.
15. Çevre yönetim sistemlerinin denetimi ve acil durumlarda yapılması gereken işler ile ilgili yeni işlemler ve yöntemler hazırlanmalı ve çalışanlar uygulama için eğitilmelidir.
16. Çevre yönetim programı ile ilgili yeni yöntemler yayımlanmalıdır.
17. Çevre yönetimi sistemi el kitabında kullanılan bütün sistem anlatılmalıdır. Bilgiler, çalışanların, satıcıların ve müşterilerin kolaylıkla anlaması için kısa ve açık olmalıdır.
18. Bu aşamada, sistemi başlatmak ve revizyon isteklerini kısa sürede karşılamak gerekmektedir. Herkesi sürekli gelişme için teşvik etmek faydalı olmaktadır.
19. Entegre sistemin kesintisiz gelişmesini sağlamak için denetim faaliyetlerine başlamak gerekmektedir.
20. Kayıt işleminden en az 2 ay önce sistemin ön değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir.
21. Ön değerlendirmede; kayıtlı sistem denetçisinin kullanılmasına ve bütün düzeltici faaliyetlerin güncel olmasına dikkat edilmelidir.

Yukarıda sıralanan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi 6 ile 18 ay arasında bir süre alabilmektedir. Bu sürenin uzunluğu kullanılan sistemin resmiyet derecesine, işi gerçekleştirenlerin yetenek derecesine, yönetimin katılım derecesine ve iş miktarına bağlı olarak değişmektedir.

ISO 14000 çevre yönetim sistemi elemanları

1. Çevre Politikası

2. Planlama

2.1 Çevre görüntüsü

2.2 Yasal ve diğer gereklilikler

2.3 Hedefler ve amaçlar

2.4 Çevre yönetimi programı (programları)

3. Uygulama ve Faaliyet

3.1 Yapı ve sorumluluk

3.2 Eğitim ve bilgilendirme

3.3 İletişim

3.4 Çevre yönetim sistemleri dokümantasyonu

3.5 Doküman kontrolü

3.6 İşlem kontrolü

3.7 Acil durum tedbirlerinin hazırlığı

4. Kontrol Eden ve Hataları Düzelten Eylem

4.1 Gözleme ve ölçüm

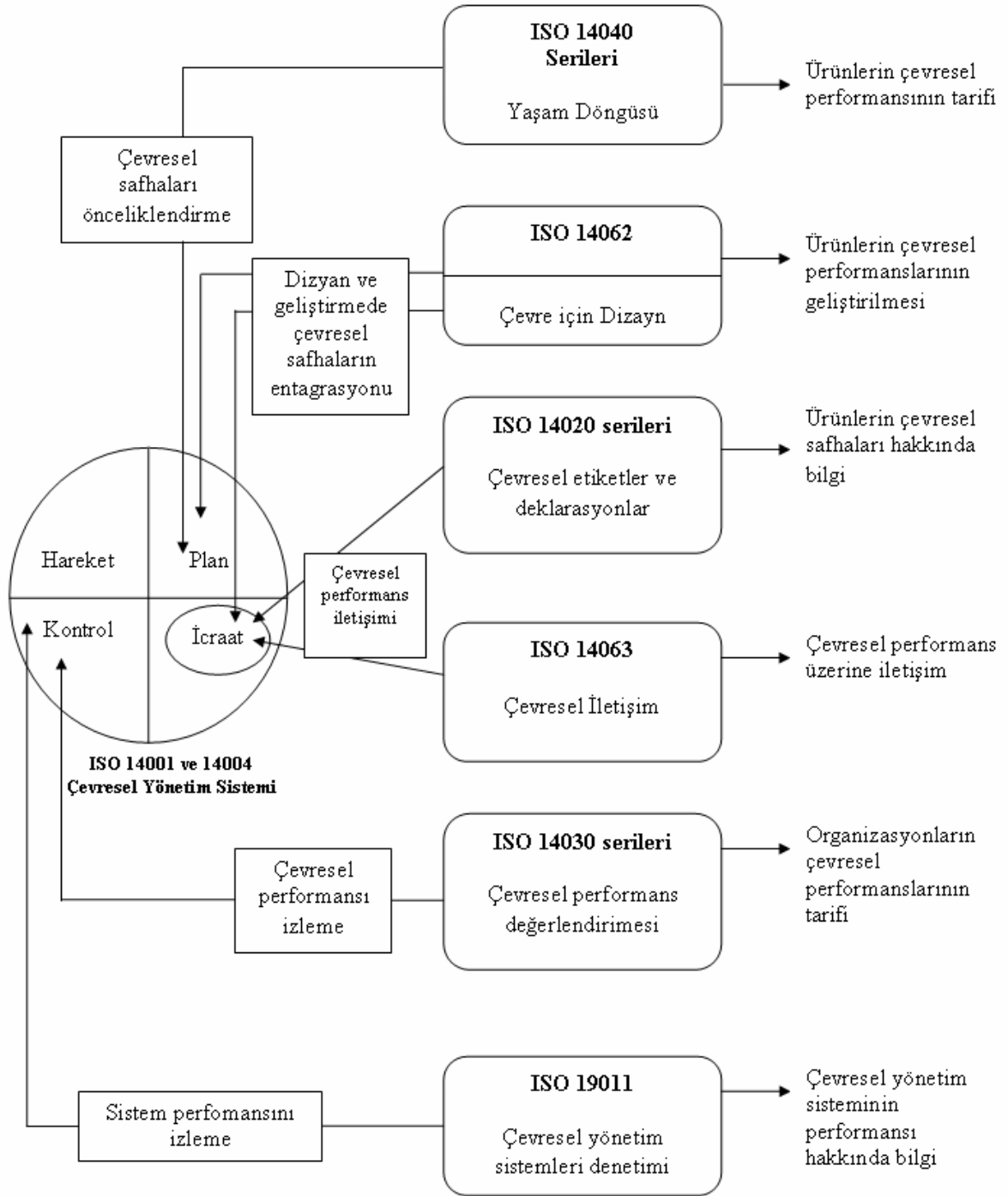
4.2 Uygun olmayan durumları düzelten ve hataları engelleyen eylem

4.3 Kayıtlar

4.4 Çevre yönetim sisteminin denetlenmesi

5. Yönetim Tetkiki

Şekil 11.1'de ISO 14000 modeli görülmektedir [19]. ISO 9000'de olduğu gibi, ISO 14000'in uygulanmasında da üst yönetimin prensip uygulama kararı alması gerekmektedir.



Şekil 11.1 ISO 14000 modeli

Uygulama kararından sonra; zamanlama, bütçeleme, personel görevlendirme ve iş dağılımı, sorumluluk ve kaynakların dağıtımı ile ilgili bilgileri içeren hareket planı yapılmalıdır. Organizasyonun çevre politikası, çevre yönetim sistemi göz önüne alınarak belirlenmeli ve politika diğer ilkelerle birlikte; sürekli gelişme, kirliliğin engellenmesi ile hukuk kurallarına ve yasal kararlara uyum sağlanmasını da kapsamında bulundurmalıdır. Hareket tarzını

gösterebilmeli ve açık olmalıdır. Yönetim tarafından yayımlandığında uygulanmasına geçilmeli, ayrıca organizasyon içinde kolaylıkla erişilebilir olmalıdır. Kamuya açık olması tavsiye edilmektedir. Planın uygulanması aşamasından sonra, organizasyonun çevre programı gözden geçirilmelidir. Yapılan tetkik; çevreye ilişkin uygulanması olası bütün kuralları, kullanılan işlemleri, dokümanları, uygulamaları ve etkilerini kapsamalıdır [6].

11.2 ISO 14000 Serisini Oluşturan Standartlar

Çevre yönetimi standartlar serisi değişik bilgilerden, tanımlardan ve standartlardan oluşmaktadır. Bunlardan ilki çevre yönetimi sistemi kılavuz dokümanıdır. Bu doküman; çevre yönetimi sistemlerini oluşturmaya çalışan, uygulayan veya geliştirmeye istekli organizasyonlara yol gösterici niteliktedir. Doküman, çevre yönetimi sistemlerinin elemanlarını belirtmektedir ve uygulayıcılara pratik bilgiler sunmaktadır. Çevre yönetimi sistemlerinin ilkeleri; uyuması gerekli kuralları, sürekli gelişmenin gerekliliği ve periyodik olarak çevre performansının değerlendirilmesi konularını kapsamaktadır.

Çevre yönetimi sistemleri sertifika standardı; dışarıdan üçüncü bir grup tarafından sertifika alınabilecek veya kayıt edilebilecek şekilde çevre yönetimi sistemlerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında temel gereklilikleri belirtir. Çevre performansının değerlendirilmesi uygun işletme amacında karar verilen kritere göre organizasyonun çevre performansının ölçümünü, analiz edilmesini, değerlendirilmesini ve tanımlanmasını kapsamaktadır. Bu işlem; gerekli verilerin toplanmasını, gruplandırılmasını, hedef ve amaçlara ne kadar ulaşıldığının belirlenmesini ve ilgili kişi ve gruplara verilerin rapor edilmesini gerektirmektedir. Çevre denetimi standartları, çevre denetçilerine denetim ile ilgili gerekli genel ilkeleri, prensipleri ve değerlendirme kriterlerini sağlamaktadır. Çevre denetimleri çevre yönetimi sistemlerinin önemli elemanlarından biridir ve sistemin organizasyon ihtiyaçlarına uygunluk derecesinin kalifiye kişiler tarafından periyodik olarak denetlenmesini gerekli kılmaktadır.

Bir başka standart yaşam döngüsü değerlendirmesidir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi; satışa sunulan ürün, işlem veya hizmet ile ilgili çevresel özelliklerin değerlendirilmesinde yararlanılan bir araçtır. Hammadde alımından, üretim, dağıtım, ulaştırma, satış, satış sonrası kullanım, tekrar kullanım ve yok olmaya kadar bir ürünün veya hizmetin etkilerinin araştırılmasını içermektedir. Hem özel hem de kamu kurumlarına uygun olan yaşam döngüsü değerlendirilmesi; Avrupa'da ekolojik etiketleme kriterlerinin geliştirilmesinde, ABD'de de çevre korumasında tercih edilen ürünlerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Çevresel etiketleme (ekolojik etiketleme) gün geçtikçe dünyada yaygınlaşmakta ve hangi nitelikteki

ürünlerin bu tür etiketleri kullanabileceğini açıklamaktadır. ISO standardı üç çeşit etiket için gereklilikler belirtmektedir. Bunlardan ilki, “onay mührüdür” ve belirli bir ürün dizisi içerisinde belirtilen gereklilikleri yerine getiren ve yeterliliklere uyan ürünler tarafından kullanılabilir. İkincisi, yeniden dönüşümlü ürünler veya enerji verimliliği sağlayan ürünlere verilen tek talepli etiketlerdir. Üçüncü çeşit yaşam döngüsü yaklaşımı kullanan ve ürünlerin üretim ve kullanımında çevreye etkilerinin mukayesesine olanak tanıyan ürün ve hizmetlere verilen “çevre rapor kartıdır”. Ürün standartlarının çevreye etkileri de ürün yapılarının, şekillerinin ve dizaynlarının çevreye olumlu veya olumsuz etkilerini araştıran bir standarttır. Bu standart çevreye uygun dizayn üzerinde çalışmalar yapılmasını teşvik etmektedir [8].

Ayrıca, ISO 14000 serisinde kullanılan teknik terimlerin ve tanımların her ülkede ve her lisanda aynı anlamı taşıması için çalışmalar yapılmaktadır.

11.3 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 küresel 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 diğer kurallar ile gerekliliklere kolaylıkla uyum sağlanması,
- Çevre korumasında çevre yönetimi sistemlerini kullanarak katkı sağlayan lider işletmelere verilen teşvik ve ödüllere 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 artırılmasında 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 [6,7].

14000 serisi programlarının bazıları, ISO 14001 gibi, şirketlerin ürünler ve servisleri için ISO sınıfını taşımaları için sertifikalanmalarına izin verilmiştir ama bir kısmına bu izin verilmemiştir. Çünkü onlar standartların bütün gereksinimleri yerine sadece ana esaslarına hakimdiler. İSO 14001 üç yönetim aşamasında incelenebilir.

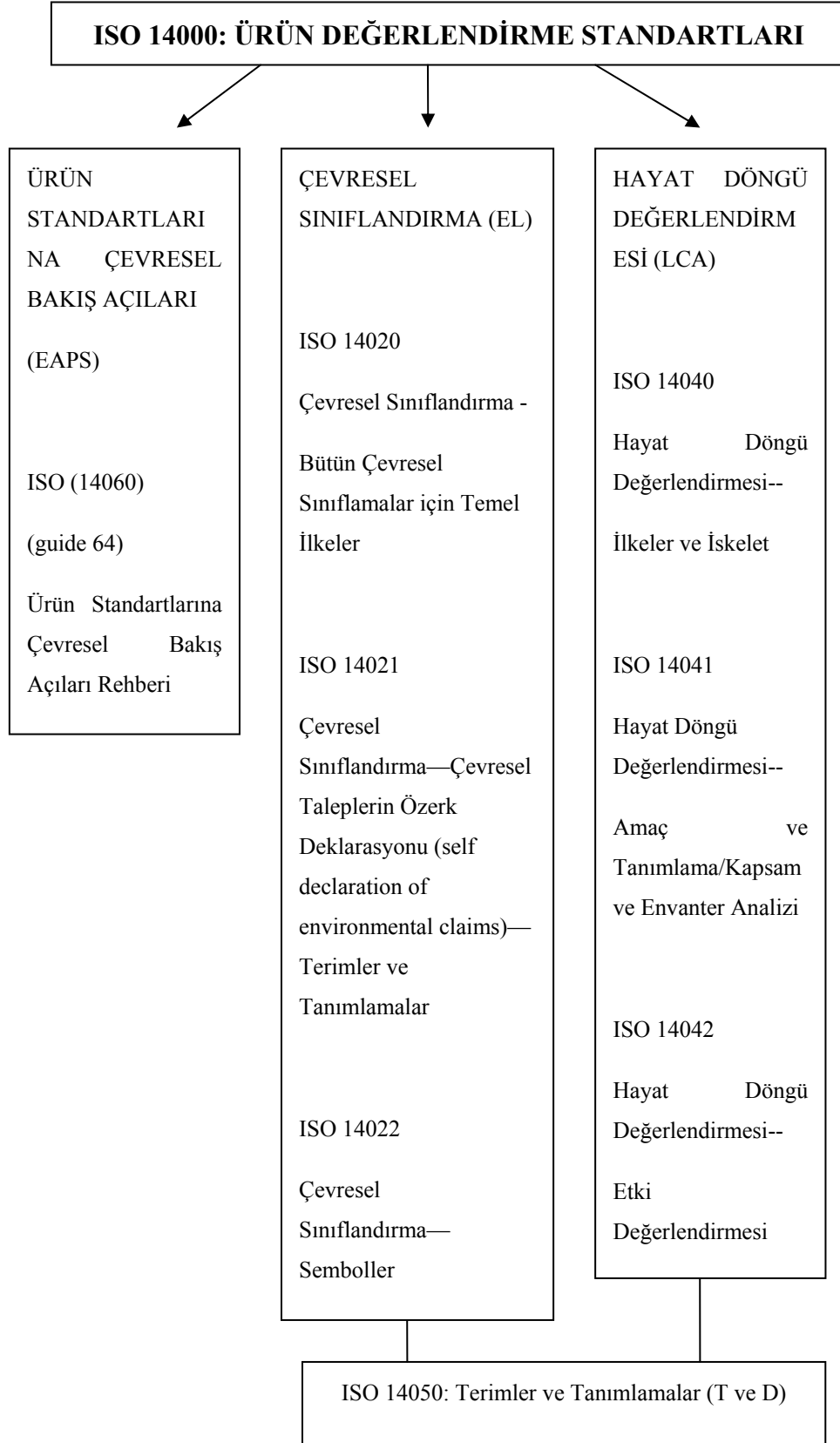
1- Planlama gereksinimleri (raporu da olabilir)

2- Uygulama ve operasyon (çalışma) gereksinimleri (raporu da olabilir)

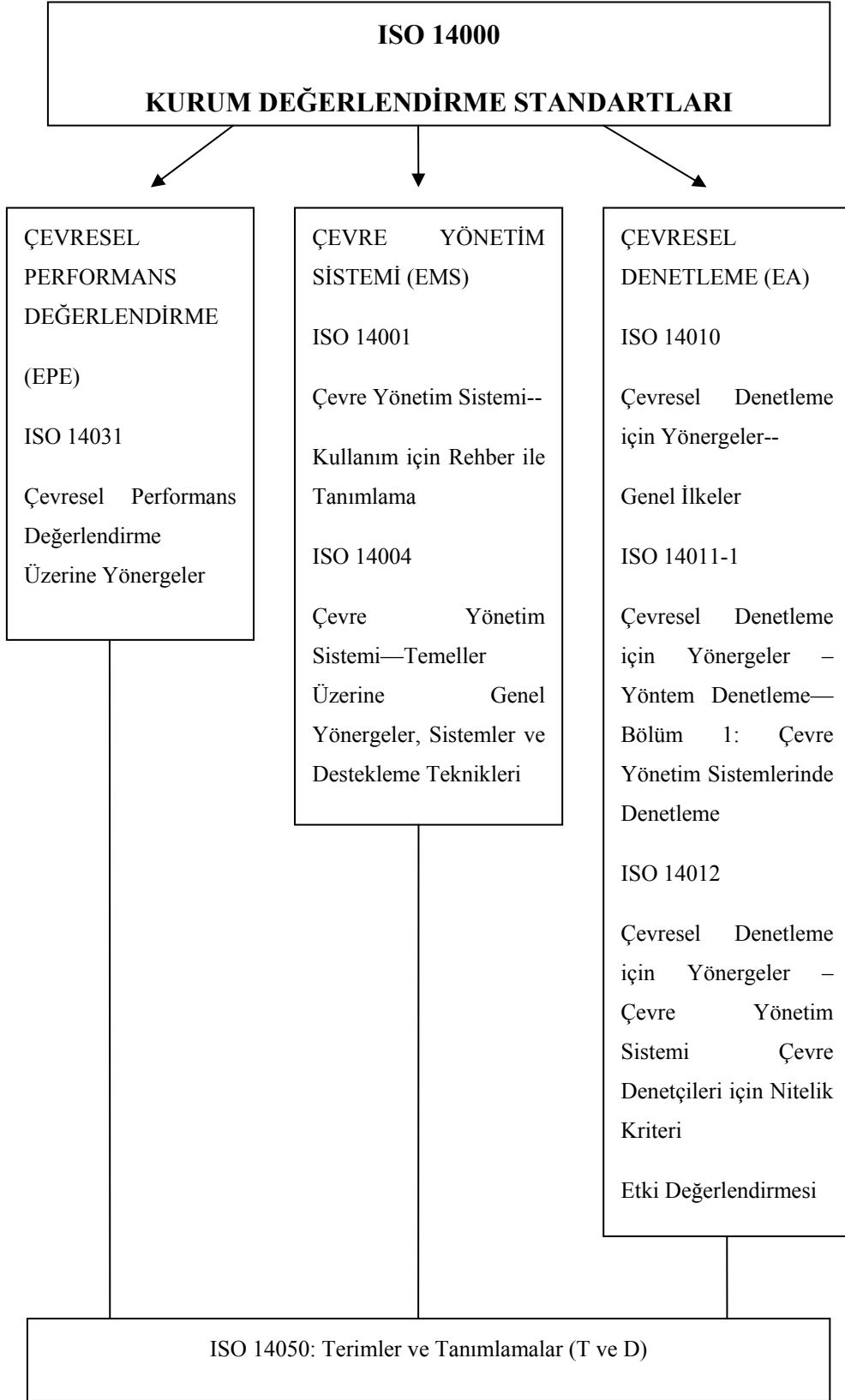
3- Denetleme ve düzeltici tedbir gereksinimleri (raporu da olabilir)

Çizelge11.1 ve Çizelge 11.2’de sırasıyla ISO 14000 ürün değerlendirme standartları ve ISO 14000 kurum değerlendirme standartları gösterilmektedir.

Çizelge11.1 ISO 14000 ürün değerlendirme standartları



Çizelge 11.2 ISO 14000 kurum değerlendirme standartları



1404x alt-serileri LCA'yı yönetir ve 1402x alt-serileri eco-sınıflandırma'yı yönetir. Bu alt seriler onaylanmamalarına rağmen, onlar yönergeler ile şirketlere gelişme sağlar. Amerika Birleşik Devletleri'nde, ulusal ve eyalet temsilcileri şirketlere ISO standartlarını uygulamada yardım eder ve orda özel bir ağ sağlar ve şirketlere kar amacı gütmeyen yardım sağlarlar [8].

12. ISO 14001 STANDARTLARINDAN ÖNCE VE SONRA ŞİRKETLERİN GERİ DÖNÜŞÜM PERFORMANSLARI

Etkin çevre yönetim sistemini tanımlamak ve gereksinimlerini yerine getirilmesi için ISO 14000'de yapılan uygulamaların temelleri 1996'da Geneva'da atılmıştır. ISO 14000 serisi 21 standart ve kılavuz dokümanı içermektedir. Buradaki çevresel standartlar altı kategoriye ayrılmıştır:

- 1- Çevre yönetim sistemi
- 2- Çevre denetimi
- 3- Çevre performans değerlendirme
- 4- Çevre sınırlandırması
- 5- Yaşam döngü değerlendirme
- 6- Ürün standartlarına çevresel bakış

ISO 14001 de ISO 14000 serilerindeki sertifika ve kesin hesap amacı için sadece standart tasarımı dikkate alınmıştır. ISO 14001 standartlarının elemanlarının temeli çevresel politika, planlama, yürütme ve operasyon, kontrol düzeltme ve hareket, gözden geçirme ve ilerlemedir. General Motors, Daimler-Chrysler, Ford, Toyota ve diğer otomobil üreticileri ISO 14001 sertifikasını benimsemişlerdir ve bu firmalar gereksinimlerini dünya çapındaki tedarikçilerine benimsetmekte ve süre gelen çalışmalarında kullanmaktadırlar (Morrow ve Rondinelli, 2002).

ISO 14001 sertifikası müşteriler ve tedarikçiler tarafından talep edilmelerine rağmen, şirketler hala ISO 14001'den tam anlamıyla istifade etmeye açık bir şekilde muvaffak değillerdir. Sıklıkla ISO 14001 sertifikası organizasyonlar için daha iyi bir performansa yol açtığı kabul edilmektedir. Bazı çevre yönetim sistemi yazarları, ISO 14001 elemanlarını etkin bir şekilde yerine getirmenin olumsuz çevre etkilerini ortadan kaldıracığı ya da azaltacağını ve şirketleri daha iyi bir çevre performansına öteleyeceğini iddia etmektedirler. Bununla birlikte birkaç çalışmada ISO 14001'i yerine getirmenin çevresel performansı geliştirme üzerine etkileri tartışılmaktadır. 1996'da bu standart ortaya konulduğu için bu kısa bir dönemde varılan sonuç olabilir ama bu standart 1998'den sonra şirketler tarafından talep edilmiştir çünkü şirketlerin tedarikçileri ISO 14001 standartlarını garanti etmektedirler. Hali hazırda varılan genel kanı; "ISO 14001 sertifikası daha iyi bir geri dönüşüm performansına sebep olmaktadır" görünüşündedir.

12.1 Geçmişteki ve Günümüzdeki Yaklaşımlar

ISO 14001 sertifikası ve geri dönüşüm organizasyon performansı arasındaki ilgili araştırmalar nadirdir. Bazı durum çalışmalarında ISO 14001 sertifikasının geri dönüşüm üzerine pozitif etkisini tartışmaktadır. Örneğin, Rondinelli ve Vestage, Alcoa's Mt. Holly'nin fabrika çalışmasında ISO 14001 sertifikasının malzeme geri dönüşümünün işçiler arasında daha fazla fikre meydan verdiği ve onların dönüşüm için kesin kararlarını arttırdığını bulmuştur. Buna ek olarak, ISO 14001'i başarma takibinde dönem esnasında, gömülmek için gönderilmesi gereken atık miktarı, 1995 yılında 7508 tondan 1998 yılında 4960 tona inmiştir ve alüminyumun atık maliyeti her ton başına 1995'de 8,33 dolardan 1998'de 6.50 dolara düşmüştür.

Parry (2000), bir grup çeşitli görüşmeler yapmış ve atık indirgemesinde ISO 14001'in rolünü araştıran bir çalışması yapmıştır. Bu çalışmaya göre dönüşümdeki gelişme ISO 14001'in işe olan faydasını daha iyi ölçmek ve bazı şirketlerin atık azaltmasıyla ilgili maliyet iyileştirmelerine etkisi olduğu görülmüştür. Başarılı hikayelerin çoğu, şirketlerin atık indirgeme ve maliyetleri azaltma gayretlerinin ISO 14001'in etkin olduğu görülmüştür:

- Warner-Lambert Şirketi atık miktarını % 34 oranında düşürmüş ve gömülen atık miktarı azalmıştır. Şirket raporlarında yıllık getirisi 1 milyon dolar olduğu görülmüştür.
- Ford Motor Şirketi, St. Louis Montaj Fabrikaları, ISO 14001 ile katı atık azaltma programı sayesinde fabrika raporlarına göre, belediye gömme bilgileri doğrultusunda katı atık miktarı % 35 azalmıştır.
- Ford Ohio Montaj Fabrikasında ISO 14001 yürürlüğü, 1997'de 2300'den fazla çelik silindir gömleğinin geri dönüşümüne yardımcı olmuş ve şirket 15000'den fazla getiri sağlamıştır.
- Ford Tulsa Cam Fabrikası, 1998'de 34,000 ton camı ve 3 milyon pound değerinden fazla artık ufak parçaları geri dönüştürmüştür (Parry, 2000).

12.2 Metodoloji Araştırması

12.2.1 Örneklerin Tanımı

Bu bölümdeki değerler Ocak 2002'de Amerika Birleşik Devletinde bulunan 584 imalat şirketine mail yoluyla ulaştırılan anketler doğrultusunda elde edilen sonuçlardan alınmıştır.. Başarı ile toplanan nitelikli anketlerin sayısı 177'dir ve bu % 30,3'lük yanıt oranını

göstermektedir. Şirket bilgileri profilinde sertifika zamanı dönemi ve şirket büyüklüğü Çizelge 12.1 ve Çizelge 12.2’de sunulmuştur.

Çizelge 12.1 Sertifika zamanına yanıt verenler

Sertifika süresi	Yanıt miktarı	Toplam yüzdesi
1996	7	% 4.0
1997	8	% 5.0
1998	39	% 22
1999	41	% 2.3
2000	52	% 29
2001	30	% 17

Çizelge 12.2 İşçi sayısına göre firma büyüklüğü

İşçi sayısı	Yanıt miktarı	Toplam yüzdesi
1–50	13	% 7.34
51–100	18	% 10.17
101–250	39	% 22.03
251–500	49	% 27.68
500 üzeri	58	% 32.77

12.2.2 Değişkenler Üzerine Tartışmalar

Yapılan çalışmalarda organizasyonlar için ISO 14001 sertifikasının geri dönüşüm performansı üzerine etkisini test etmek için, birbirini takip eden altı geri dönüşüm performans ölçümü, gözden geçirilen literatüre dayanarak, geliştirilmiştir.

- 1- Üretimdeki geri dönüşmüş içeriğin ağırlık yüzdesi.
- 2- Paketlemede kullanılan geri dönüşmüş malzemenin ağırlık yüzdesi
- 3- Ömrünü tamamlamış ürünün işe yarar malzemeye dönüştürülebilir ağırlık yüzdesi
- 4- Geri dönüştürülmüş ürünlerin ağırlık yüzdesi.
- 5- Dönüştürülmüş kaplar ve paketlemenin ağırlık yüzdesi.

6- Araziye gömülen ürünün ağırlık yüzdesi.

Bu altı kritere göre şirketlerin sertifikadan önce ve sonraki geri dönüşüm performansları değerlendirilmiştir.

12.3 Uygulama Öncesi ve Sonrasının Şirketler Bazında Tartışma ve Sonuçları

Sertifika öncesi ve sonrasında her bir geri dönüşüm performans ölçümü için yüzde ortalamaları Çizelge 12.3’de sunulmuştur ve t-test sonuçları verilmiştir. 0,005 seviyesindeki test için t değerleri kullanılmıştır ve sertifika öncesi ve sonrasındaki geri dönüşüm performansında belirgin bir şekilde farklılıklar görülmüştür.

Testte tanımlanan altı geri dönüşüm performans ölçümü için şirketleri geri dönüşüm performanslarında farklılıklar test edilmiştir. Geri dönüşüm performansında sertifikadan sonra bütün geri dönüşüm performans ölçümlerinde belirgin bir büyüme olduğu bulunmuş ve bu etkinin şirketlerinin geri dönüşüm performansını olumlu yönde geliştirdiği görülmüştür.

Literatür incelemeleri ISO 14001 sertifikası performansı ve şirket büyüklüğünün (boyutu) faydası ve sertifika zamanının etkisini desteklemektedir. Tescilden sonra uzun bir süre geçtiği zaman açık bir şekilde performansı geliştirdiği görülmüştür. Çalışmalarda sertifika faydasının küçük şirketlerde büyük şirketlerden daha çok ve fazla olduğu iddia edilmektedir. Hesaplamalardaki bağımsız değişkenler işçi sayısı ve sertifikanın aylarıdır. Bağımlı değişkenler her bir geri dönüşüm performansı ölçümünün ortalama yüzde değişimidir (sertifika sonrası performans – sertifikadan önceki performans). Sonuçlar Çizelge 12.3’de özetlenmiştir.

Çizelge 12.3 Sertifika öncesi ve sonrasında geri dönüşüm performansı için statiksel analiz.

Geri dönüşü performans ölçümleri	Sertifika öncesi ortalaması	Sertifika sonrası ortalaması	Ortalama fark (önce-sonra)	t-değeri
Üretimdeki geri dönmüş içeriğin ağırlık yüzdesi	% 16.8	% 23.3	% 6.5	6.771*
Paketlemede kullanılan geri dönmüş malzemenin ağırlık yüzdesi	% 18.2	% 27.7	% 9.5	8.513*
Ömrünü tamamlamış ürünün işe yarar malzemeye dönüştürülebilir ağırlık yüzdesi	% 33.2	% 43.8	% 10.6	8.024*
Geri dönüştürülmüş ürünlerin ağırlık yüzdesi	% 31.4	% 48.0	% 16.7	10.485*
Dönüştürülmüş kaplar ve paketlemenin ağırlık yüzdesi	% 31.7	% 50.6	% 18.9	11.384*
Araziye yerleştirilen ürünün ağırlık yüzdesi	% 39.8	% 21.2	% -18.6	-10.159*

*0.05 de anlamlı; *p*-değeri = 0.000

Çizelgedeki değişkenler arasındaki bütünlüğün statiksel olarak % 95 değerinde tutarlı olduğudur.

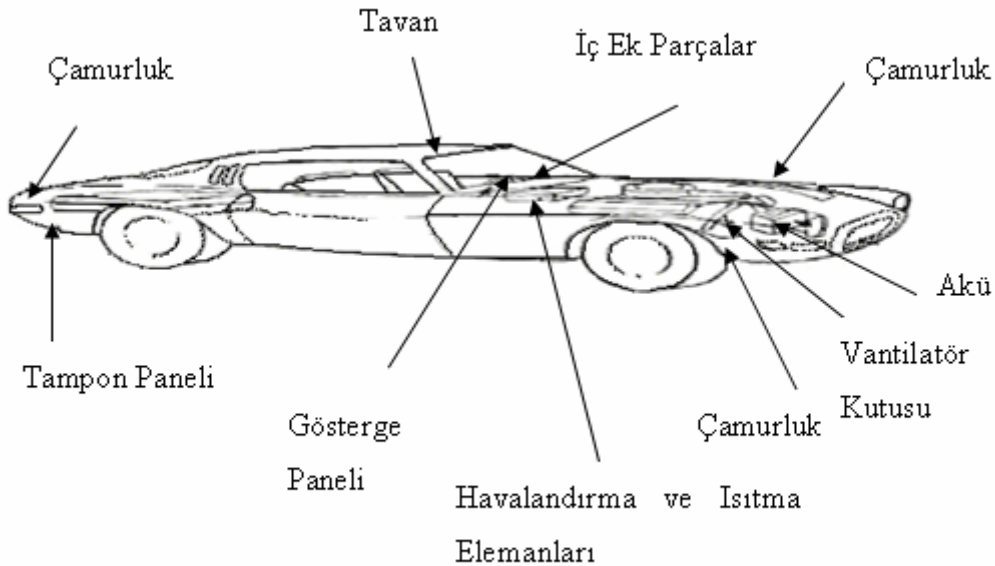
Bu değerler ortaya koymaktadır ki ISO 14001 sertifikasından ötürü geri dönüşüm performansındaki gelişme büyük firmalarda küçük firmalara nazaran daha düşük olduğudur.

Sonuçta küçük şirketlerin geri dönüşüm performansındaki deneyimleri büyük firmalarda olduğundan daha hızlı gelişir çünkü büyük firmalar genellikle büyük kaynaklara sahip ve küçük firmalara göre uzmanlık alanlarında daha gelişmiştir ve böylece sertifikadan önce daha yüksek bir geri dönüşüm performansına sahip olmaları çok muhtemeldir. Buna ek olarak, büyük firmaların sundukları ürün yelpazeleri daha geniştir ve bunlardan bazıları dönmüş malzemelerden olabilir ya da bazıları değildir.

Sertifika zamanının bu altı değişken üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür. Tescil zamanından sonra geçen süreye bağlı olarak sayısal araştırmalar sonucunda performansta bir gelişimin olacağını göstermiştir. Ve sertifika zamanı ve şirket büyüklüğünün (çalışan sayısı) geri dönüşüm performansı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Babakri vd., 2004).

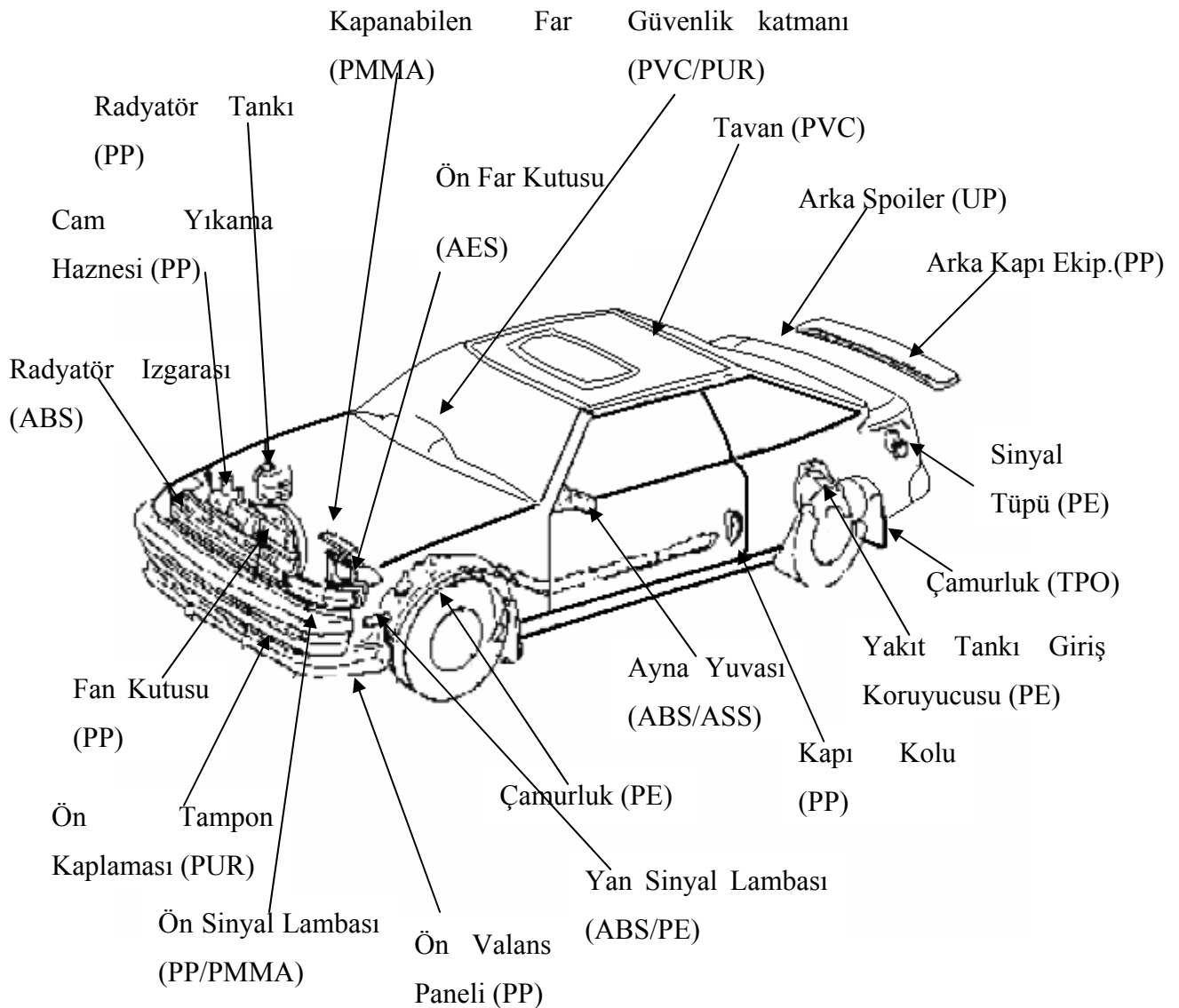
13. OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE ÖRNEKLER

Günümüz otomobilleri eski otomobillere göre, daha fazla plastik malzeme ve alüminyum içermektedir. Sonuç olarak daha az metal malzeme ya da yoğunluğu daha az malzeme içermektedir. Plastik malzemenin metal malzemeler kadar geri dönüştürüldüğü göz önünde bulundursak, yeni nesil otomobillerde daha fazla atık miktarının olduğu görülmektedir. Her yıl 10 milyon otomobil hurda olmakta ve parçalara ayrılıp granül hale getirilmektedir [9]. Metal malzemeler tekrar kullanılmak üzere iyileştirme işlemine tabi tutulurlar. Arta kalan metal olmayan parçalar, Automobile Shredder Residue (ASR), otomobil artık parçaları olarak adlandırılmaktadır. Bunlar geri dönüştürülebilecek malzemeler içerdiği halde genellikle yok etmek için araziye gömme işlemi uygulanmaktadır [10]. Günümüzde İngiltere’de 27 milyon araç bulunmaktadır. Her yıl 2 milyondan fazla araç trafiğe eklenirken 2 milyondan daha az sayıda araç hurda olarak ayrılmaktadır [11]. 1998 yılında 1.8 milyon aracın kaza ve yaşlılık durumundan yaşamları sona ermiştir. Araç miktarındaki artış bu şekilde devam ettiği sürece, her bir araç için “End of Life of Vehicle” (ELV)’nin geri dönüşümünün maksimum olması atık miktarının azalmasını sağlayacaktır. Yine her yıl İngiltere’de 3-5 milyon ton ASR üretilmektedir. Bunun 1 milyon tonu poliüretan ve 750 bin tonu termoplastik içermektedir (Scharff R. ve Caruso D., 1990). Automotive Consortium on Recycling and Disposal (ACORD) 1998 raporu İngiltere’de hurda araçların % 74’ü (hurda malzemenin % 64’ü geri dönüştürülmekte, % 10’u tekrar kullanılmakta) iyileştirildiğini göstermektedir [12].



Şekil 13.1 Bir Otomobilde plastik malzeme kullanım alanları

Otomotiv ve plastik endüstrisinde birçok bilim adamı ve mühendis otomobillerde kullanılan plastik malzemenin artması, otomobillerin geri dönüşümü ve otomobilin ELV konuları üzerinde çalışmalar yapmaktadır. ABD’de American Plastics Council ve Vehicle Recycling Partnership (VRP) işbirliği içerisindeyler. 5 yıldan fazla süredir ELV için plastik geri dönüşüm teknolojisi araştırmaları desteklenmekte ve yürütülmektedir. Buradaki amaç ekonomik ve sürdürülebilir teknolojiler geliştirmektir. Amerikan endüstrisinde otomobiller geri dönüşüm konusunda en yüksek değer taşıyan ürünlerdir. Endüstri her yıl için, genellikle parçalara ayrılmış otomobillerden 18 milyon ton hurdayı geri kazanmaktadır (Brenton vd., 1996). Şekil 13.2’de bir otomobilde kullanılan plastik malzemeler görülmektedir



Şekil 13.2 Bir otomobilde kullanılan plastik malzeme çeşitleri ve uygulama alanları

1980'lerin sonu 1990'ların başında Avrupa Komisyonu "Priority Waste Streams Programme" başlatmıştır. Bu program altında, ELV'nin tekrar kullanım ve geri dönüşüm çalışmaları desteklenmiş ve 1995 yılında Avrupa Komisyonu tarafından zorunlu hale getirilmiştir. Direktifler, Avrupa Birliği Üyelerinden aşağıdakileri talep etmektedir:

- 1 Ocak 2007 tarihi itibarıyla her bir araç için araç ağırlığının minimum % 85'i tekrar kullanılacak ya da iyileştirilecek, 2015 tarihi için bu hedef % 95 olacak.
- 1 Ocak 2006 tarihi itibarıyla her bir araç için araç ağırlığının minimum % 80'i tekrar kullanılacak ya da geri dönüştürülecek, 2015 tarihi için bu hedef % 95 olacak.
- 1 Ocak 2006 tarihi itibarıyla 1 Ocak 1980 tarihinden önce üretilmiş araçların minimum % 75'i tekrar kullanılacak ya da iyileştirilecek ve % 70'i tekrar kullanılacak ya da geri dönüştürülecek (Brenton vd.,1996).

Society of the Plastic Industry'nin, İngiltere, 1998 basımlı Gerçekler ve Değerler'inde göre Çizelge 13.1'de görülen miktarlarda plastik otomobil pazarına gitmektedir (değerler milyon pound cinsindedir) [13].

Çizelge 13.1 Otomobil pazarına giden malzeme miktarı (kg)

Ana Pazar	1993	1994	1995	1996	1997
Ulaşım	3221	3795	3916	3964	4102
Toplam	63636	70799	71194	78748	82715
%	5.1	5.4	5.5	5.0	5.0

Market Search, Inc., Toledo, Ohio kurumunun otomobil plastik raporuna göre ne miktarda plastik malzemenin otomobilde yer aldığı Çizelge 13.2'de belirtilmektedir [13].

Çizelge 13.2 Otomobildeki plastik miktarı (kg)

Malzeme	1977	1987	1992	1997	1998
Plastik	168.0	221.5	243.0	242.0	243.5
Toplam Araç Ağırlığı	3665.5	3178.0	3135.5	3248.0	3261.5
%	4.6	7.0	7.0	7.5	7.5

1967–1988 yılları arasında araç ağırlığına oranla plastik kullanımı % 2’de % 10’lara yükselmiştir. Bu gelişmenin büyük bir kısmı özellikle güçlendirilmiş polimerler ile sağlanmıştır. 1975’de plastik malzeme otomobil ağırlığının % 3’ünü oluşturmaktayken geçen yıllar içerisinde otomobilde pek çok yerde kullanılmaya başlanmıştır. Tamponlar, çamurluklar, enstrüman panelleri, ek paneller vb. bölümler plastik malzemedен üretilmektedir. Bunun ana sebebi güçlendirilmiş plastik malzemenin çelik kadar güçlü olmasıdır. Birçok plastik türü korozyona karşı dayanıklıdır. Yeni bir çalışma olan Market Search, Inc. of Toledo of Ohio son yıllardaki büyümenin sadece bir başlangıç olduğunu söylemektedir.

General Motors APV kamyonu fiber glas ile güçlendirilmiş plastik gövdesi poliüretan çamurluk plastik kullanımı konusunda patlama yapmıştır. Popüler bir araç olan Pontiac Fierro’nun tüm dış gövdesi değişik plastiklerden oluşmaktadır. Bu sektörde beklenen diğer gelişmeler yakıt tankları, yakıt manifoldu, kompozit yaylar, tamponlar, enerji soğurma sistemleri ve en son olarak tüm otomobilin kasasıdır.

Karbon fiber ya da grafit fiberin yarış otomobillerinde popüler ve ilerlemiş modellerinde (concept) özel olarak kullanılmalarından toplu üretime kadar uzun bir yol kat edilmiştir. McLaren Cars Limited karbon fiber gövde panelleri ve şasi parçalarından oluşan F1 yarış otomobilleri üretmektedir. Ettore Bugatti Company EB110 “supercar” modeli şasisinde yine aynı malzemeyi kullanmaktadır.

1992’de karbon fiberler çelikten 115 kat daha pahalı iken bu oran 6 kata kadar inmiştir. Yüksek dayanıklılığa sahip termoplastik malzemelerin kompozit olarak otomobillerde kullanımlarının artmasının ana nedeni geri dönüştürülebilir olmalarıdır.

Motor, vites ve fren sistemleri elemanları gittikçe artan miktarlarda plastik malzemedен üretilmektedir. Özellikle yarış otomobillerinde ve diğer otomobillerde manifold girişleri ve vites kutusu üretiminde plastik malzeme kullanımı günden güne artmaktadır. Meta olmayan radyatör tankı ve yakıt tankı üretimi günümüzün önemli üretimlerinden biri olmuştur.

Plastik malzemenin metal malzemeye göre daha hafif oluşu Amerikan Otomobil Üreticilerinin yakıt tasarrufu açısından, ağırlık azaltma programı dahilinde plastik malzemeyi tercih etmelerinin sebebidir. Bütün göstergeler plastik gövde parçalarının yeni uygulamalarla otomobillerde daha fazla yer alacağını göstermektedir.

Otomobillerde plastik malzemelerin kullanımının artması çarpışma sonrası hasar tamiri konusunda yeni araştırmaların yapılmasına yol açmaktadır. Birçok hasarlı plastik parça

ekonomik olarak tamir edilebilmekte ve tekrar kullanılabilir (Wright, 1993).

13.1 Otomobil Plastik Çeşitleri

Günümüz otomobil üretiminde iki çeşit plastik kullanılmaktadır:

Termoplastikler: Bu plastikler kimyasal özelliklerinde değişme olmaksızın ısıtma ve soğutma işlemleriyle hızlı bir şekilde yumuşamaya ve sertleşmeye yeteneklidirler. Isı uygulandığında yumuşarlar ve erirler, bu özellik plastik kaynak yapabileme imkanı verir.

Termosetler: Bu plastiklerin ısısal ve ultraviyole etmenler altında kimyasal özellikleri değişmektedir. Kalıcı bir şekil verildiklerinde oldukça dayanıklıdır. Termosetlere plastik kaynak uygulaması yapılamaz ancak yapıştırılabilirler.

Scharff ve Caruso “Complete Automotive Welding Metals and Plastics” de General Motors'un otomotiv endüstrisinde kullanılan 79 çeşit plastik malzeme olduğunu 1980'de yayınladığı bilgisini vermektedirler. Bu kadar çok çeşitli plastik malzemesinin kullanılması uygulanacak geri dönüşüm işlemleri açısından büyük önem taşımaktadır. Plastik malzemelerin her birine aynı bitirme işlemlerini uygulamak ve aynı sonuçları elde etmek mümkün olmayacaktır. Yanlış kullanılan plastik malzeme türü sonucu etkilemektedir. Bu konudaki en iyi yöntem plastik türlerinin otomobilde nerelerde kullanıldığını bilmekten geçmektedir. Bu şekilde aynı aileden olan plastik türlerinin nerelerde kullanılabileceği konusunda fikir sahibi olunabilir (Scharff ve Caruso, 1990). Çizelge 13.3'de otomobilde kullanılan plastik parçaları göstermektedir.

Plastik uygulama alanlarının bilgisini üretici firmaların rehber kitaplarında da bulmak mümkündür.

Çizelge 13.3 En çok uygulanan plastiklerin standart sembol, kimyasal adı, marka adı ve tasarım uygulamaları

Sembol	Kimyasal Adı	Genel Adı	Tasarım Uygulamaları	Termoset/Termoplastik
ABS	Akrilonitril-butadien-sitren	ABS, Sikolak, Abson, Lustran, Kralastik, Dyle	Gövde panelleri, Kontrol paneli, Far yuvaları, Izgaralar	Termoplastik
ABS/MAT	Fiberglass ile güçlendirilmiş sert ABS	-	Gövde panelleri	Termoset
ABS/PVC	ABS/Polivinil Klorid	ABS Vinil	Kapı ek panelleri	Termoplastik
EP	Epoksi	Epon, EPO, Epotuf, Araldit	Fiberglass gövde panelleri	Termoset
EPDM	Etilen-propilen-dien-monomer	EPDM, Nordel	Tampon iç destekleri, Gövde panelleri	Termoset
PA	Polyamid	Naylon, Capron, Zytel, Rilsan	Dış ek panelleri	Termoset
PC	Polikarbonat	Lexan, Merion	Izgaralar, Gösterge panelleri, Mercekler	Termoplastik
PRO	Polipilenoksit	Noryl, Olefo	Izgaralar, Far Yuvaları, Süslemeler	Termoset
PE	Polietilen	Dylan, Marlex, Portiflex, Paxon	İç çamurluk panelleri, iç ek paneller	Termoplastik
PP	Polipropilen	Profax, Olemer, Aydel, Dypro	İç mekan şekilleri, İç ek parçalar, İç çamurluk, Radyatör örtüsü,	Termoplastik

			Gösterge paneli, Tampon kaplamaları	
PS	Polistire	Lustrex, Dylene, Styron, Fostacryl	-	Termoplastik
PUR	Poliüretan	Castethane, Bayflex	Tampon kaplamaları, Ön-arka gövde panelleri	Termoset
TPU	Poliüretan	Pellethane, Estane, Rolyar, Texin	Tampon kaplamaları, Çakıl yansıtıcıları, Dolgu panelleri	Termoplastik
PVC	Polivinil klorid	Geon, Vinylete, Poliovic	İç mekan ek parçaları, yumuşak dolgu paneller	Termoplastik
RIM	Reaction Injection Molded Poliüretan	-	Tampon kaplamaları	Termoset
RRIM	Reinforced RIM-Poliüretan	-	Dış gövde panelleri	Termoset

13.2 Geri Dönüşüm Uygulamaları

Aracın uzun süreli yaşam döngüsü göz önüne alınarak otomobil geri kazanımı düşünüldüğünde, kalite ve paslanmazlık en önemli özelliktir. Bu yaşam döngüsü içerisinde, termoplastik malzemeler geri kazanılma çalışmalarında önce çevrenin kimyasal etkileri, yapıştırıcı, boya, ultraviyole ışınlar, sıcaklık değişimleri ve kir vb. etkilere maruz kalmaktadır.

Üretim yöntemleri parçaların dağıtılması ve pazarda yerini alması sırasında değişmektedir. Üreticiler rekabetçi ve üretken kalmak yerine bugün daha çok araç parçaları birleştirmektedirler. Parçaların dağıtım sorumluluğu malzeme sağlayan kişilere teslim edilmiştir. Bu durum, termoplastikler için bütünleşme imkanı ve düşük yatırım maliyeti

fırsatları sağlamış ve geleceğin araç geri kazanımcıları olan araç parça ayırıcılarına yardımcı olmuştur.

Parçaları ayırmak için yapılan tasarım, montaj tasarımı kadar önemli hale gelmiş, tamir sistemleri bu zincirin önemli bir halkası olmuştur. Genellikle modüller mekanik işlemlerle aracın üzerine yerleştirilmektedirler. Bu bütün bir modülün hızlı bir şekilde parçalara ayrılmasına imkan sağlamaktadır.

Modülün kendi içinde parçaları ayrılmış ve monte edilmiştir. Biri birine uymayan malzemeler kullanıldığında, parçalara ayırma işlemi için farklı yöntemlerin kullanımı gerekli olmaktadır.

Örneğin,

- Sıkı geçme
- Vidalama/Civata (mekanik işlemler)
- Kaynak yöntemleri kullanılabilir.

Bununla birlikte birbirine uygun malzemedeki parçaların montajı şu yöntemler uygulanarak yapılmaktadır:

- Sıkı geçme (tek yönlü)
- Kaynak (Ultrasonik, Ayna, Titreşim)
- Yapıştırıcı (uyumlu)
- Plastik bağlayıcı (uyumlu)

Parçalarda, sık kullanılan malzemeler stratejisinin üreticiler tarafından kullanımı, özellikle belirli alanlarda artmaktadır. Örnek olarak, özellikle benzer çevrede buldukları için iç mekan elemanları verilebilir. Bu stratejiler geri dönüşüm ve hurda malzemeyi kontrol ederek, bunu takip eden benzer uygulamalarla birlikte, geri dönüşümcülerin ve parça ayırıcıların işini büyük ölçüde basitleştirecektir. Ana engel uyumlu olmayan plastiklerin kapak ve katmanlardayogun olarak kullanılmasından kaynaklanır. Otomobiller termoplastiklerin geri kazanımı için elverişli üç ayrı alan göstermektedirler. Bu alanlar otomobil iç mekanı, dış mekanı ve elektro-mekanik sistemlerdir [14].

13.2.1 Otomobil İç Mekanı

Parçalar, benzer iç uygulamalara, çalışma alanlarına, performans gereksinimlerine ve geri dönüştürülmeye ihtiyaç duymaktadırlar. Parçaların ömürleri, tüm aracın ömrü gibi 15 yıla kadardır. İç mekanın aşırı kullanım ve kaza hasarlarının verdiği zararlara karşı dayanıklılığı garanti edilemez.

Geri kazanılmış malzemedeki kaynaklanabilecek yüzey kalitesinin kaybı kaplama sistemleriyle birlikte giderilmektedir. Yumuşak dokulu boyama tekniklerinin kontrol panelinde kullanılması, uygun katmanların tekrar şekillendirilerek kapı panellerinin yapılması ve tekstil kaplamasının vites yüzeyinde yer alması gibi yapılan uygulamalarla sağlanmaktadır [14].

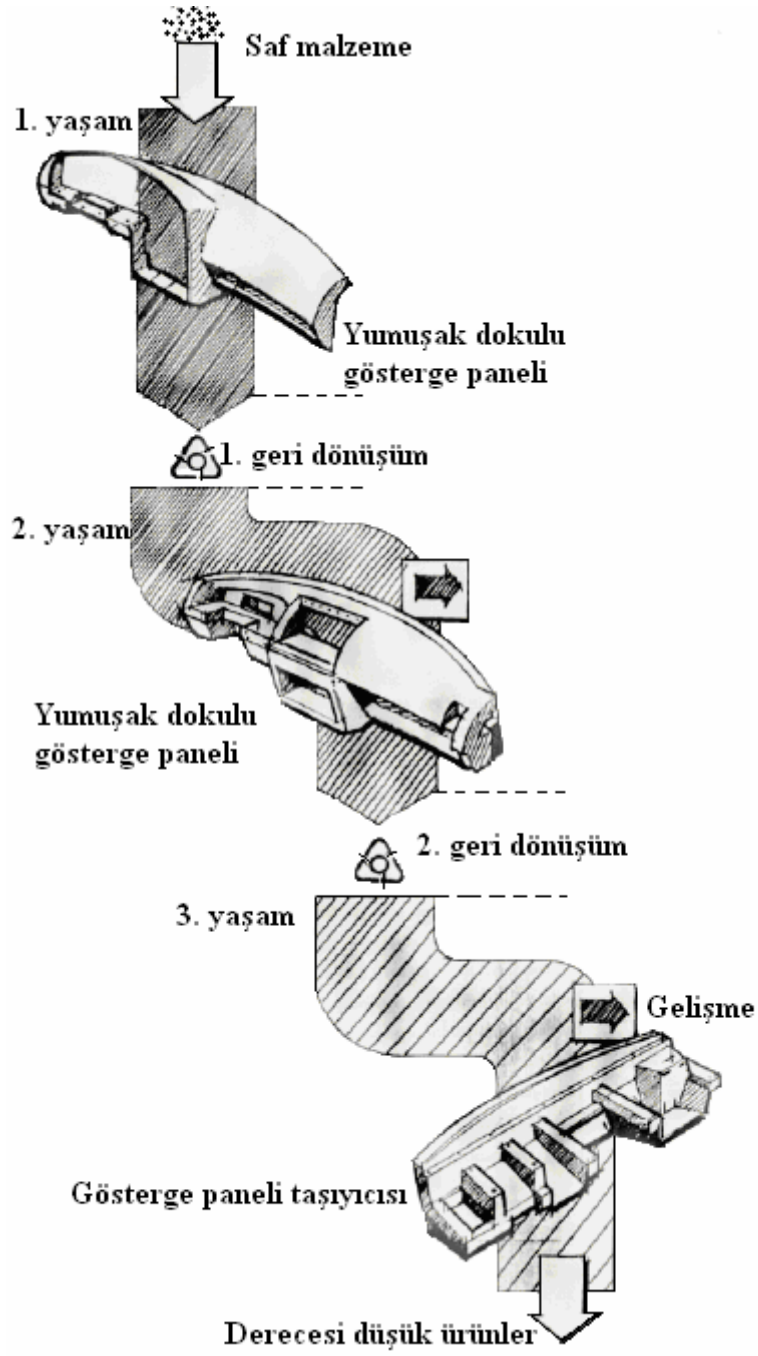
13.2.2 Otomobil Dış Mekanı

Uzun süreli çevre etkisine açık kalma, sıcaklık değişimleri, kirlilik yoğunluğu vb. malzemenin özelliklerini ve bu nedenle geri kazanım kalitesini düşürmektedir. Boya ve astar uygulamalarının birlikteliğinin sonucu olarak boya kaldırma (kazıma) ya da uygun sistemlere gelişmiş teknolojiye paralel olarak termoplastik malzeme geliştirme mühendisliğine duyulduğu kadar ihtiyaç duyulmaktadır.

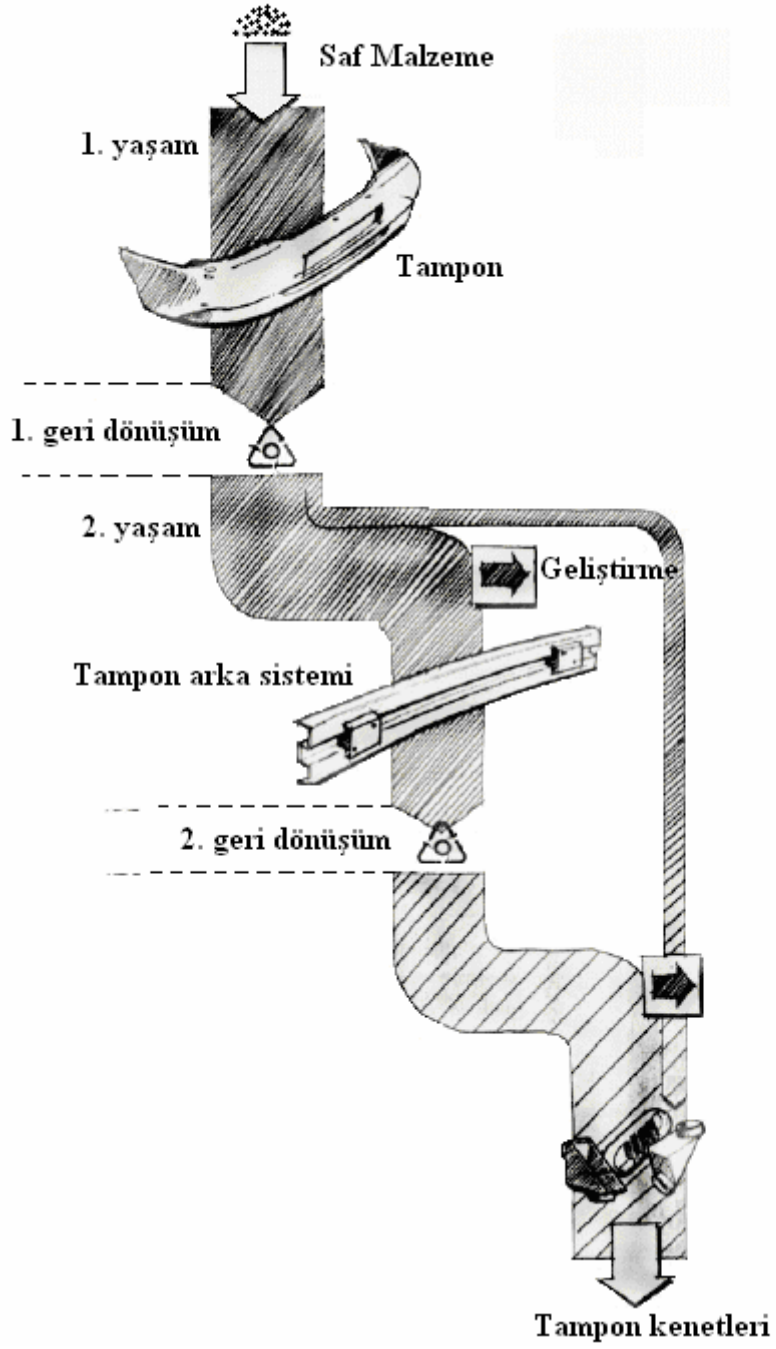
Geri kazanılmış elemanlardan elde edilmiş diğer malzemeler tampon yüzeyi ve yarı strüktürel elemanlar üretiminde kullanılmaktadırlar. Diğer kullanım alanlarına tampon arka plakası, akü tablası, ikincil destekler ve plastik eşyalar ile rekabet halinde olan kaplama şekillendirmeleri örnek olarak verilebilir.

13.2.3 Otomobil Elektro-Mekanik Sistemleri

Aşırı kirlilik, yüksek değerlerde ısı ve basınç altında soğutma işleminin yok olması, yağ ve yakıt otomobil elektro-mekanik sistemleri ile birlikte akla gelen problemlerdir. Mühendislik termoplastiklerinden konteynır ve yenilenebilir akışkanlara filtre olarak yararlanılmaktadır. Yüksek kaliteli malzemeler daha iyi bir performansla birlikte geri dönüşümden önce tekrar kullanıma izin vermektedirler. Buna en iyi örnek olarak termoplastik modüler yağ deposu ve filtre sistemi verilebilir. Sızdırmadık gibi özelliklerin önem kazandığı kimyasalların depolanmasında yüksek özellikli malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, akü, geri kazanılabilir ve tipik yenilenebilir (bir yıldan daha az bir sürede) bir elemandır. Şekil 13.4'de otomobil gösterge parçasının geri dönüşüm şeması bulunmaktadır [14].



Şekil 13.3 Otomobil gösterge paneli geri dönüşüm şeması



Şekil 13.4 Otomobil tampon paneli geri dönüşüm şeması

13.3 Firma Bazında Çalışmalar

13.3.1 Volkswagen

Volkswagen firmasının belirlediği Yedi Çevresel Hedef'in her biri Ürün Yaratma Süreci'nde Product Creation Process (PCP) tanımlanmış olan aşamalara uymakta. Her proje için çizilmiş çevresel özellikleri içermektedir. Bunun için ISO uygulanmadan önce Hannover Technical Inspectorate TÜV CERT teknik gelişme strüktürü, prosedür ve metotları ve çevre politika ve hedefleri uygulanmaktaydı. Şubat 1999'da başarılı bir çevre koruma sertifikası Volkswagen'i çevre koruma konusunda uluslararası organizasyonlarda önemli bir marka haline getirmiştir.

Volkswagen firmasının Environmental Report 2005 çalışmaları aşağıda verilmiştir. Volkswagen'in Teknik Gelişme Sektörü için Yedi Hedefi şunlardır:

Malzeme

Volkswagen 91191 standardına uygun olarak çevreye uygun malzeme kullanmak.

Üretim Yöntemi ve Süreci

Üretim planlama sırasında mühendis ekibiyle birlikte çevreye dost üretim yöntemini seçmek. (Alman Federal Politika kanunlarında belirlenmiş olan yöntemlere uygun)

Geri Dönüşüm

Araç ve elemanlarını Volkswagen 91102, 91103 ve 01155 standartlarına uygun olarak geliştirmek. ELV geri dönüşümüne uymak:

2005 yılında: % 15 geri dönüştürülemeyen malzeme atığı

2015 yılında: % 5 geri dönüştürülemeyen malzeme atığı

Yakıt Tüketimi

Her çeşit araçta 2005 yılında yakıt tüketiminde % 25 oranında azalma.

Egzos Emisyonu

Çevre kirliliği yaratan gazların çıkışının tamamen engellenmesi.

Toprak/Su Kirliliği

Yüksek kalitede ve gelişmiş teknoloji uygulayarak aracın servis ömründe ve geri dönüşümünde toprak ve su kirliliğine yol açmamasını sağlamak.

Gürültü

Optimum iç mekan gürültü düzeyi sağlanarak çevre için gürültü oluşturmayacak tedbirleri almak.

Çevreye uygun, yakıt tüketimi az olan araçların ağırlıkça hafiflemeleri konusunda ilerleme kaydetmeleri tasarım konseptlerini oluşturmaktadır. Bu gelişmelere paralel olarak Volkswagen gelişmiş teknolojilerle birlikte malzeme sektöründe araştırma ve geliştirme yapmaktadır.

Hafif çelik konstrüksiyonları, hafif alaşımlar ve fiber ile güçlendirilmiş plastik, kompozitler kullanılmaktadır. Laboratuardaki araştırmalara örnek olarak kapılar verilebilir: karbon fiberden yapılmış dış yüzeyli magnezyum kapı üretilmektedir. Bu yapım sistemi geleneksel çelik kapıdan % 40 daha hafiftir.

Doğal fiber takviyeli elemanlar motorun tüm yüzeyini kaplamak için kullanılmaktadır. Burada kullanılan malzeme polyester reçinesidir. Aynı malzeme küçük arabalarda yüzey altında korucu kalkan olarak kullanılmaktadır,

Volkswagen, araç için yaşam döngüsü analizi çevre kontrolü açısından ürün metodu olarak uygulayan tek otomobil üreticisidir. 1992 yılında çevreyle ilgili Life-cycle envanteri ilk olarak Golf A3 için oluşturulmuştur. Bu yöntem Golf A3 ve Lupo 3-Litre'de uygulanarak, emisyon hedefleri, malzeme seçim süreci ve geri dönüştürülebilirlik ürün gelişim aşamalarını oluşturmuştur. Aynı zamanda Transporter Van'ında kullanılan tüm plastikler geri dönüştürülmektedir [15].

13.3.2 Ford

Amerika Birleşik Devletleri'nde otomobiller en çok geri dönüştürülen ürünlerdir. Yaklaşık bir değerle otomobil parçalarının % 75'i geri dönüştürülmektedir. Bu otomobil ve kamyonetlerin tüm parçalarından sağlanan metal ve plastik malzemeleri içermektedir. Ford firmasının Environmental Report 2004 çalışmaları, aşağıda açıklanmaktadır.

Ford otomobillerin geri dönüşümü konusunda kendine liderlik görevi yüklemiştir. Geri dönüşüm konusunda tüm dünyada yürürlükte olan ana hatları belirlemiştir. Geri dönüşüm için aracın kolayca parçalara ayrılmasının tasarımı ve geri kazanılmış malzemeden üretilen parçaların otomobil tasarımında yeri.

Ford tüm dünyada geri dönüşüm ekipleri kurmuştur. Plastik, kauçuk ve otomotiv elemanlarını içeren aracın geri dönüşümü bu ekiplerin amacını oluşturmaktadır.

Ford tasarım sürecinde malzeme azaltma, tekrar kullanım ve geri dönüşüm konularına odaklanıp bunları aynı zamanda uygulamaktadır. Dünya’da ki tüm Ford fabrikalarında 4 milyar pound değerinde geri kazanılmış malzeme kullanılmaktadır.

Ford’da:

- Plastik su şişeleri → ızgara destekleri
- Kullanılmış bilgisayar kasaları ve telefonlar → ızgara
- Kullanılmış tamponlar → yeni tampon destekleri
- Kullanılmış lastikler → yeni lastik, fren pedalı ve halı

Olarak gen kazanılmakta ve tasarımlarda yer almaktadır.

The European RecycHng Actiön Team (E-RAT)’ın ve The American Recycling Action Team (A-RAT)’ın görevi geri dönüştürülmüş malzemeye olan isteği yükseltmektir. E-RAT ve A-RAT 1991 yılında kurulmuş olup, geri dönüştürülmüş malzeme sağlayan firma ile birlikte çalışarak geleceğin otomobili için malzeme seçiminin ve tasarım sürecinin parçası olur. E-RAT çalışmalarıyla İngiltere’de UK National Recycling Awards'a layık görülmüştür.

Ford Almanya, Temiz ve Güvenli Programı çerçevesinde otomobil kullanıcıları yaşlı araçlarının geri dönüşümü için ve yeni Ford satın alma ya da kiralama konusunda özendirilmektedir. Bu uygulama ile 300,000 araçtan 290,000 ton metal geri kazanılmıştır. Aynı zamanda yaşlı otomobillerin hava verdiği karbondioksit miktarı azalmıştır. Ford Temiz ve Güvenli Programı çerçevesinde geri kazanılan her bir araç için ağaç dikme eylemi gerçekleştirmektedir.

Ford malzeme azaltma, tekrar kullanım ve geri dönüşüm konularına sağladığı yeni yöntem tam bir çevre dostu olup geçici bir moda değildir. Ford’un esas amacı tamamen ekonomik araç tasarlamak, araçlarda kullanılan malzemelerin geri dönüştürülebilir malzemeler olmasını sağlamak ve ürünlerin yaşam ömrünü uzatmaktır. Günümüzde tipik bir Ford aracın yaklaşık % 75’i geri dönüştürülmektedir.

Ford Think modeli elektrikli araçlar sınıfında örnek teşkil etmektedir. Bu araçta kullanılan plastik malzemenin tümü geri kazanılmış plastik malzemedir. Aracın tüm yüzeyleri kaporta, kapılar ve tüm gösterge panelleri vb. tüm elemanlar geri kazanılmış plastik malzemenin üretilmektedir.

GE Plastics ve American Commodities ile Ford Milan işbirliği neticesinde, Michigan fabrikası geri dönüştürülmek üzere günde bir tondan fazla PP malzemesinden eski tampon sağlamaktadır.% 75 Xenoy ve % 25 geri kazanılmış PP karışımıyla aydınlatma yuvaları üretilmektedir. Bu girişim Ford'a 1993 yılında Society of Plastics Engineers (SPE) ödülü getirmiştir. Mercury Mystique ve Ford Contour modellerinde geri kazanılmış tampon malzemesinden fren pedalları, aydınlatma yuvaları ve tampon destekleri kullanılmaktadır.

1996 yılında Ford, Wellman ve Bosch ile yaptığı işbirliğiyle kullanılan halılardan geri kazanılan naylon malzemesini kullanarak havalandırma modülleri üretmeye başlamıştır. Aynı yıl yeniden SPE ödülüne hak kazanmıştır.

Ford Ohio, Dupont Firmasının endüstriyel halıdan sağladığı geri kazanılmış naylon malzemesini % 25 oranında hava temizleme sistemi parçalarının üretiminde kullanılmaktadır. Ford her yıl 27 milyon metrekare geri kazanılmış halıyı otomobil üretiminde kullanılmaktadır. Jaguar X Serisi ve Ford Fiesta, Ka, Escort ve Focus modellerinde bu parçalar kullanılmaktadır.

National Rubber ile yapılan işbirliği sayesinde, her yıl 4 milyar pound değerinde 360,000 lastiğin geri dönüştürülmesiyle ısıtma-havalandırma sistemi elemanları üretilmektedir. Ford Fiesta, Ka, Escort ve Focus modellerinde bu parçalar kullanılmaktadır.

Meksika'daki Ford Monterrey Otomobil Plastikleri fabrikasında telefon bilgisayarlardan geri kazanılan malzemeler ile kamyonet ızgaraları üretilmektedir. Ford'un tüm kamyonetleri için her yıl 380,000 ızgara Otomobil Plastikleri fabrikasında üretilmektedir. Ford Ecoline Van ve F serisi Kamyonetlerde bu kullanılmaktadır. 1998 yılında 1,2 milyon geri dönüştürülmüş plastik kullanılmıştır. Bu çalışmalarından dolayı Ford'a National Recycling Coalition tarafından “ Geri Dönüşüm Liderlik Ödülü” verilmiştir.

Geri Dönüşüm konusunda yaptığı tüm çalışmalar ile Ford Motor Company National Recycling Coalition tarafından iki kategoride sertifika ile ödüllendirilmiştir: “En İyi Sürdürülebilir Ürün Tasarımı” ve “Yılın En İyi Geri Kazanılmış Ürünü” [16].

13.3.3 BMW

1999 ve 2000 yıllarında BMW Dow Jones Sustainability Group Index (DJSGI)'de otomobil endüstrisinde en üstte yer almıştır. Dow Jones ve Swiss Investment Agency SAM Sustainability Grubu ve Pazar değeri 5 trilyon dolar olan 27 ülkeden 200'den fazla katılımcıya listelerinde yer vermektedir. Sadece hisse değerleri başarılı ve sürdürülebilir yönetim konseptine sahip firmalara yer verilmiştir.

2000 yılında SAM uzmanları BMW sustainable mobility concept ve hidrojen teknolojisindeki gelişime yüksek puan vermişlerdir. 1979'dan beri BMW yakıt verimliliği konusunda % 30 gelişme sağlamıştır. BMW aynı zamanda zorunlu geri dönüşüm standarttan ve geri dönüşüm merkezli ürün geliştirme ana hatlarını uygulayan ilk otomobil üreticisidir.

Otomobilin çevre üzerine etkileri düşünüldüğünde tüm yaşam döngüsü göz önünde bulundurulmalıdır. BMW ürün geliştirme safhasında sürekli optimizasyon süreci içerisinde elemanlar için karşılaştırmalı yaşam döngüsü analizi uygulamaktadır. Buradaki amaç çevre ile dost ürünler geliştirmektir. Elemanlar için hazırlanan Yaşam Döngüsü Analizi tasarım ve mühendislik uygulamalarını, üretim yöntemleri ve montajı, satış ve servis hizmetleri ve son olarak da yaşam sonunda açların geri dönüşümünü kapsamaktadır. Aşağıda BMW firmasının Sustainable Value Report 2001–2002 açıklanmıştır.

Geri Dönüşüm İçin Tasarım

Bir BMW otomobili tasannu için oluşturulan istek listesi çok geniştir. Bu, tipik bir BMW otomobilinin sahip olduğu aktif ve pasif güvenlik önlemlerini içermektedir. Aynı zamanda yolcu konforunun en üst düzeyde olması ve malzeme kalitesi listede yer alan diğer maddelerdir. Çevreye uygunluk ise buradaki anahtar etkindir. Bu etken özellikle yaşam sonu BMW otomobilin geri dönüşümü sırasında özellikle önem kazanmaktadır. Ürün geliştirme safhasının başlarında tasarım araştırmaları mühendislik faaliyetlerini aracın çevreye zarar vermeksizin geri dönüştürülmesi konusuna odaklanmaktadır. BMW Recycling and Disassembly Zenter (RDZ) Almanya Lohhof'da bulunan araştırma merkezi ve yenilik merkezleri arasında sürekli bir bilgi alış verişi yapılmaktadır. Buradaki amaç çevreye uygun ve ekonomik geri dönüşüm çözümleri geliştirmektir. Bu araştırmalar sonucunda, günümüzde BMW otomobilleri çevreye uygun ve ekonomik olarak neredeyse tüme yakın geri dönüştürülmektedir.

Ana Amaç: Ekonomik ve Çevreye Uygun Geri Dönüşüm

Yeni araç elemanlarının mühendisliği dikkatli enerji kullanımı ve ekolojik denge gerektirmektedir. BMW RDZ'de detaylı parçalara ayırma analizleri yönetilmektedir. Bu çalışma parçalara ayırma işleminin zaman ve alet ihtiyacını belirlemektedir. Buradan sağlanan bilgiler araç konstrüksiyonunu ve geri dönüşüm için uygun malzeme kullanımını oluşturur, iyi bir geri dönüşüm için anahtar etkenler malzeme seçimi, parçaları ayırmak ve birleştirme teknikleridir. Bu şekilde parçalar kolayca ayrılabilir ve iyileştirilebilir. Diğer bir önemli etken

ise parçaları araca takma yöntemidir. Otomobillerde % 75 oranında kullanılan ve kolayca geri dönüştürülebilen metal malzeme kullanımına yoğunlaşmaktadırlar. Plastik malzeme kullanımı ile ağırlıkta azalma ve yakıt tasarrufu sağlamak hedeflenmektedir. BMW 3 serisindeki araçlarda yaklaşık olarak 162 kg plastik malzeme kullanılmaktadır. Bu miktar daha önceki modelden % 15 daha fazladır. Bu plastiklerin yaklaşık olarak 90 kilogramı BMW geri dönüşüm standartlarına uygun ve ekonomik geri dönüştürülmektedir.

Ürün Geliştirme Sürecinde Geri Dönüşüm

BMW mühendisleri ürün geliştirme sürecinde otomobilin çevreyle ilgili özelliklerini dikkatlice düşünmektedirler. Buradaki amaç disiplinler arası ihtiyaçtan eş zamanlı ve kesin olarak belirlemektir. Araç geri dönüşümünü yararlı bir şekilde sağlamak için, karar aşamalarında tüm kriterler dikkatlice değerlendirilmelidir. BMW grubu ürünleri geri dönüşüm için en iyi şekilde kullanmak amacıyla, ürün geliştirme sürecinde farklı metotlar kullanılmaktadır. Yaşlı araçlar için özellikler listesinde, her bir parçanın malzeme kodu ve geri dönüşüm standartları yer almaktadır. Yürütülmekte olan parçalara ayırma analizi, otomobil parçalarının çevreye uygun-ekonomik geri dönüştürülmesi fikirleriyle sonuçlanmaktadır. Ürün geliştirme sürecinin tüm aşamalarında geri dönüştürülebilirlik kavramı üzerinde diğer teknik ihtiyaçlar ile fikir birliğine önem verilmektedir.

Geri Dönüştürülmüş Ürünlerin Kullanımında Artma

Sürdürülebilir ürün tasarımı düşüncesine bağlılık ile malzeme seçiminde birçok seçenek mevcut olmaktadır. Bu sıralama geri kazanılmış ürün kullanımından yenilenebilir hammaddeye kadar geniş bir çerçeve oluşturmaktadır.

Otomobil tasarımında plastik malzemenin kullanımının artışı ile plastik malzemenin geri dönüşümü konusu önem kazanmıştır. Ortalama olarak bir BMW otomobilinde % 12 oranında plastik malzeme kullanılmaktadır. Modele göre değişen oranlarda kullanılan plastik malzemenin % 14-15'i geri kazanılmış malzemedir. Amaç, bu miktarın pazar koşulları ve teknik yapılabilirlik ile birlikte artmasıdır. BMW kalite standartlarında, geri kazanılmış plastik malzeme yeni malzeme kadar iyi performansla uygulanmaktadır. Geri kazanılmış malzemenin parçalarda yer almasının koordinasyonu son onaydan sorumlu olan tasarım mühendisleri tarafından yapılmalıdır. Arka raf bölümü, zemin panel kaplaması, kablo yuvaları, motor bölümü kapağı, yuvalar ve kenetler geri kazanılmış malzemenin kullanım alanlarına örnek olarak verilebilir.

Yenilenebilir Hammadde

Doğal fiberler ve diğer yenilenebilir hammaddeler BMW otomobillerinde ses yalıtımı, iç kapı panelleri, bagaj bölümünün tümü ve yüzey ek elemanlarında kullanılmaktadır. Bu malzemelerin, tercih edilir çevre dengesine sahip olmaları ve genellikle maliyeti düşürmeleri nedeniyle kullanımlarında artma olacağı BMW tarafından ön görülmektedir.

13.3.4 Toyota

Avrupa Birliği direktifleri doğrultusunda araç ömrünün sonunda geri dönüşümü destekleyen bir topluluk Japonya'da oluşturulmuştur. Bu oluşum içerisinde Toyota önemli bir yer almaktadır. Toyota, Automobile Recycle Technical Center'ı geniş araştırmalar ve geliştirmeler yapmak amacıyla kurmuştur. Satış ve satış sonrası hizmetleri Toyota Environmental Report 2001–2002'de yer almaktadır.

Nisan 2000'de yeni Toyota patenti ile geri dönüşüm toplumunda aktif rol almaya dayalı, geri dönüşüm teknolojisi gelişimi ve sistem kurulumu konulu Toyota Çevresel Uygulama Planı açıklanmıştır. Aynı zamanda bu plan, Toyota'nın Japon otomobil endüstrisi tarafından saptanan aracın % 95'inin 2015 yılı itibari ile geri dönüştürülmesi uygulamalarını anlatmaktadır. Otomobilin yaşam sonu iyileştirme çalışmaları için Toyota somut adımlar atmaktadır. Örneğin; Toyota tekrar kullanımlarda kötüleşmeyen Süper Olefin Polimer (TSOP) termoplastik olefini geliştirmiş, Toyota Metal Co. işbirliği ile dünyanın ilk ASR2 geri dönüşüm alanını ve Toyota Metal bünyesinde Automobile Recycle Technical Center'ı kurmuştur.

Automobile Recycle Technical Center, “araç strüktürünü kolayca parçalara ayırma” ve “uygun parçalara ayırma teknolojisi” konulan üzerinde çalışmaktadır. Bu merkezin araştırma sonuçları tasarım bölümüne gitmektedir. Automobile Recycle Technical Center Nisan 2001'den itibaren çalışmalarına devam etmekte olup, hükümetin belirlediği araç iyileştirme programına erken odaklanmış ve % 85 geri dönüşüm hedefini 2015 yılı için % 95'e yükseltmiştir.

Otomobil üretici için, en üst model çizgisi firmanın ürün felsefesinin ve teknik durumunun bir göstergesidir. Toyota aktif olarak geri dönüşüm felsefesinin yeni Celsior modelinde kullanılmaktadır. Eski modellerde üretilen malzemesi ile birlikte kullanılan TSOP, % 10 oranında ağırlıkta azalma sağlayarak ön ve arka tampon ve yan kavisli yüzeyler gibi geniş yüzeyli elemanlarda kullanılmaktadır. Eski tamponların geri kazanılmasından elde edilen malzeme ile bagaj ek parçası ve Recycled PP (RSSP)'den geri kazanılmasında elde edilen

malzeme egzoz elemanı yapımında kullanılmaktadır. Geri kazanılan tamponlara polipropilen fiber karıştırılarak hafif ve ses yalıtımı güçlü karakterde malzeme elde edilmektedir. Sonuç olarak kapı ekleri eski modellere oranla daha hafif ve ses yalıtımı daha güçlü olmaktadır.

Çevreye zarar verici maddelerin kullanımını azaltmak için Toyota radyatörler, ısıtıcı merkezi ve yakıt tankları vb. örneklerle yol göstermektedir. Bu indirgeme örneklerinde 1/6 oranında malzeme kullanımında azalma sağlanmaktadır. Otomobil endüstrisinin malzeme kullanımında azaltma amacı ise 1996 değerlerini 2005 yılında 1/3 oranında indirgemektedir.

Yaklaşık olarak 546.000 tampon (yaklaşık olarak tüm üretimin % 59'u) toplanmış ve geri dönüştürülmüştür. Şekil 8.16'da Toyota tampon geri dönüştürme değerleri verilmektedir. ASR geri dönüşüm alanı ve Toyota Metal işbirliği ile RCPP için 2,620 ton ham madde, 210 ton bakır ve 71 ton cam yaşam sonunda bulunan otomobillerden elde edilmiştir. Aynı zamanda gaz yağına alternatif yakıt olarak 5,100 ton iyileştirilmiş reçine ve kauçuk kullanılmıştır.

Toyota "Toyota Japanese Dealer Enviromental Guidelines"ın ilerlemesini sağlamak için çalışmaktadır. Ağustos 2000 tarihinde Toyota gazetelere verdiği ilan ile satıcılarının çevre bilgilerini desteklemek için basın duyurusu yapmıştır. Aynı zamanda "Toyota Eco Communication News" ile girişimleri konusunda bilgi vermektedir [17].

14. SONUÇLAR

Yaşamı kolaylaştırmak adına hayatımıza giren makine ve aletlerde kullanılan malzemeler doğayı, yaşam alanları ve insanları koruma davranışları kapsamında geri dönüşüm konusuna ilgiyi arttırmıştır. Kaynakları kirletmemek ve hurda malzemeleri geri kazanmak, çevresel kaygılar karşısında geri dönüşüm için iki güçlü neden oluşturmaktadır.

Türkiye’de ekonomik gelişmeye paralel olarak motorlu taşıt sayısı yıllar itibariyle artış göstermiştir. 1974 yılında, otomobil, minibüs, otobüs, kamyonet, motosiklet, özel amaçlı taşıtlar, yol ve iş makineleri dahil olmak üzere toplam 674.947 adet olan motorlu kara taşıtı, 16 kat artarak bugün 10.326.006 adete ulaşmıştır. 1974’den günümüze kadar geçen 32 yılda, motorlu kara taşıt sayısı 16 kat artış göstermiştir. Kara taşıtları içerisinde en önemli sırayı işgal eden otomobil verilerine bakıldığında da, 1974 yılında 313.160 olan sayısının geçen sürede 19 kat artış gösterdiği anlaşılmıştır. Buna göre, bu rakam 2006 yılında 5.963.431 adete ulaşmıştır. Bu rakamlar sonucunda 2006 yılı için Türkiye’de otomobil endüstrisinde ortalama olarak 841 bin ton plastik ve 537 bin ton alüminyum malzemenin kullanıldığı görülmektedir.

Türkiye’de plastik tüketimi incelendiğinde, 1996–1998 yılları arasında genel olarak değişik plastik türleri toplamında % 5–25 arasında hızlı bir artış görülmektedir. Plastiğin doğada kendiliğinden kaybolmaması, buna karşılık kullanım kolaylığına sahip olması, önemli bir çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Çevre bilinci yeterince gelişmemiş olan Türkiye’de bu sorun yasalar çerçevesinde yetkili makamlar, ilgili birimler (Bakanlıklar, yerel birimler) ve gönüllü kuruluşlarla aşılmaya çalışılmaktadır.

Tüm bu rakamlara göre günümüzde geri kazanım büyük önem taşımaktadır. Çevre kirliliği ve hammadde tüketiminin artmış olduğu gerçeği, tüketici, üretici ve yönetimleri geri kazanım konusunda bilinçli davranmaya zorlanmaktadır. Geri kazanım bir sistem bütünüdür ve bu sistem tüketiciden başlayıp, yerel yönetimlerce desteklenen, kanunlarla korunan ve üretici ile noktalan uzun bir süreçtir. Bu uzun süreç içinde asıl önemli olan tüketiciye geri kazanım bilincinin verilmesidir. Tüketicinin geri kazanıma katkıda bulunması için eğitim seminerleri verilmeli, çeşitli kurallar (ödüllendirme-cezalandırma yöntemleri) ile desteklenmelidir.

Ambalaj malzemelerini piyasaya sürenler;

- En az atık oluşturucu ambalaj malzemeleri kullanma,
- Ambalaj malzemeleri tekrar kullanma,
- Ambalaj atıkları geri kazanma,
- Geri kazanılan ambalaj atıklardan yeni ürün üretilmesini sağlama,

yollarını, katı atık miktarını azaltmak için kendilerine rehber edinmelidirler. Ambalaj malzemeleri ve ambalaj atıklarını da içine alacak şekilde malzeme akış yönetimi oluşturmalıdırlar

Yukarıda bahsedildiği üzere geri kazanım evde başlamaktadır. Kaynağında ayırma ile geri kazanılabilecek maddelerin ayrılması, geri dönüşüm sürecini hızlandırdığı gibi ekonomik açıdan da büyük önem taşımaktadır. Kaynağında ayrılmayan geri kazanılabilir maddelere organik çöplerden ayıklama yöntemi uygulanacağından, bu yöntem hem zaman hem de ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda geri dönüşüm sistemi içerisinde en önemli rolü tüketicinin aldığı görülmektedir. Tüketici geri dönüşümde aktif rol oynamaktadır.

Geri dönüşüm senaryosunun en önemli parçası olan tüketici katılımını desteklemek gerekmektedir. Buradaki hedef, kaynakta geri kazanılabilir maddeler olan metali, plastiği, kağıdı ve camı ayırmaktır. Bu şekilde geri dönüşüm sürecini azaltmak ve ekonomik hale getirmek hedeflenmelidir. Türkiye’de herhangi bir uygulama olmadığından ilk olarak yapılması gereken tüketiciye geri dönüşüm bilincinin verilmesidir. Bugün kullandığımız birçok tüketim malzemesinin geri kazanılmış maddelerden olduğu gerçeği (örneğin metal içecek kutuları, cam şişeler, plastik deterjan ve şampuan kutuları, poşetler vb.) konunun önemini belirtmektedir.

Şehir Planlamasının istenildiği ölçüde gerçekleştirilmediği ülkemizde, çarpık kentleşme sonucu yerel yönetimler maddi imkansızlıklar içerisinde bulunmaktadır. Buna bağlı olarak mevcut alt yapı eksikliği kendini çöp toplama alanlarında da göstermektedir.

Ülke genelinde düzenli çöp toplama sahaları yaptırılmalı, geri, kazanıma yönelik kurulacak işleme tesislerinde toplama bantları oluşturulmalı ve bu yolla katı atıklar niceliklerine göre ayrıştırılmalıdır. Kaynağında yapılacak ayrıştırma sonucunda plastiklerin geri kazanımı ya da enerjiye dönüşümü daha kolay gerçekleşecek ve bunun geri dönüşüme artı bir etkisi olacaktır.

Hane halkının bu konuda sorumluluk bilinci geliştirilerek, sorunun, belediyelerin sorunu olmadığı, ülke ekonomisini ilgilendiren bir sorun olduğu düşüncesi yerleştirilmelidir. Gelişmiş ülkelerdeki uygulamalar örnek verilerek, gelişmiş ülkelerde halk desteği ile geri kazanımın en az % 60 gerçekleştirildiği, böylece ülke ekonomisine büyük kazanç sağlandığı anlatılmalıdır.

Otomotiv endüstrisinde uygulanan plastik ve alüminyum malzemelerinin geri dönüşüm çalışmaları, çevreye duyulan önem ve malzeme hafifliği göz önünde bulundurulduğunda

otomotiv sektörü için yol gösterici niteliktedir. Bir otomobilde ortalama 160 kg plastik, 90 kg alüminyum malzeme kullanılmış olması, otomotiv endüstrisi içerisinde, plastik malzemelerin aracın parçalanmasında sağladığı kolaylık da göz önünde bulundurulursa, otomotiv endüstrisi içerisinde plastik ve alüminyum malzemenin geri dönüşümünün hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük önem taşıdığı sonucunu göstermektedir. Otomotiv endüstrisinin geri dönüşüm sanayini besleyecek miktarlarda malzeme ürettiği, geri dönüşüm konusunda asıl sorun olan geri dönüşüm merkezinin yeterli malzeme sağlama problemleriyle burada karşılaşılmayacağı bulgular arasında yer almaktadır. Geri dönüştürülmüş plastik malzeme otomobil elemanlarının üretiminde hammadde olarak kullanılabilirdiği saptanmıştır. Otomotiv endüstrisinde birbirinden çok farklı özelliklere sahip elemanlarda ortak malzeme kullanılmaktadır. Aynı plastik malzemeyi farklı parçalarda kullanmanın ana amacı geri dönüşümün ekonomik olma kriterini sağlamaktır. Otomotiv üreticilerinin tasarım kriterleri arasında geri dönüşüm, malzeme çeşitliliğini azaltma, parçaların kolay ayrılabilmesi, plastik malzeme kullanımının artması ve tekrar kullanılabilmesi bulunmaktadır. Otomobil elemanlarının geri dönüşümü, katı atıkların toplanması ve ayrılması işlemlerinden daha ekonomik ve daha hızlı olduğu bulgular içinde yer almaktadır. Geri kazanılmış malzemenin otomobil elemanları üretiminde kullanılması geri dönüşüm kriterleri arasında yer alan geri dönüştürülmüş malzemeye pazar bulma kriterini tam olarak sağlamaktadır. Bu şekilde otomotiv endüstrisi kendi geri dönüşüm sektörüne pazar olmaktadır.

Geri dönüşümün kolaylaştırılabilmesi için özellikle plastik ve metal bazlı malzemelerin kolay ayrılabilmesi, arabaların kokpit gibi teknik olarak karmaşık bölümlerinde araçların sökülmesini kolaylaştırılmasında dizaynın geri dönüşüme kattığı kolaylık göz ardı edilmemeli ve buna göre ürünlerin ilk dizayn aşaması da buna göre planlanmalıdır.

Audi tamamıyla alüminyum A8 modelini piyasaya sürdüğünde şirket, alüminyum kullanımının araba ağırlığını % 40 oranında azalttığını gösteren bir çalışma sunmuştur. Ayrıca Audi şu noktaya dikkat çekmiştir; gövde üretimini birincil alüminyum (geleneksel gövdeyle karşılaştırıldığında) olarak üretmek için gerekli olan ek enerji miktarı, 60.000 km sonrasındaki yakıt tasarrufuyla giderilebilir. Gövdesi % 70'i geri dönüştürülmüş metalden üretildiğinde, alüminyum ilk kilometrelerden itibaren enerji avantajını gösterir.

Böylece arabalarda alüminyum ve plastik malzeme kullanımının artması hem aracın ağırlılığının azalması ile ortaya çıkan enerji tasarrufunun artmasını ve malzemelerin geri dönüşüm imkanının artmasını sağlamaktadır. Bu etkinin artması kullanılan enerji araçların kullanım aşamasında ve ömürlerini tamamladıktan sonra çevreye verecekleri zararların en aza

indirilmesinde etkin olacaktır.

Enerji gereksinimi ve çevre kirliliğini azaltmak için hızlı bir şekilde otomobillerde fazladan alüminyum kullanılması teşvik edilmelidir. En uygun fiyat performans oranına ulaşmak için araba ve alüminyum endüstrisinin yakın bir ortaklığa girip çözümler üretmesi gerekmektedir.

Analiz çalışmasından elde edilen diğer bir sonuç ise plastik malzemelerin otomobil tasarımına olumlu yönde etkileri olmaktadır. Plastik malzeme kullanımı, malzemenin sınırsız şekillendirilebilme özelliği ile tasarımcılara özgürlük kazandırmaktadır. Yakıt, havalandırma ısıtma sistemleri gibi karmaşık yapıların plastik malzemeden üretilmesi bu sistemlerin daha az yer kaplamasına ve iç mekanda genişleme sağlamaktadır. Bu da yolcu konforunun yükselmesi anlamına gelmektedir. Plastik malzemenin otomobil tasarımındaki diğer yararlı etkileri geri kazanılabilirlik, ekonomiklik, otomobilin toplam ağırlığında azalma, ses ve titreşim yalıtımı sağlamak, dayanıklılık ve paslanmazlık olarak belirlemektedir.

Diğer bir taraftan, gittikçe LCA üzerinde odaklanılan düşünce, yaşam döngüsü konseptinin ürünleri karşılaştıran basit bir araç olmanın ötesinde gün geçtikçe geliştiği ve bununla birlikte daha geniş amaçları başarmak için gerekli bir olduğu konusunda hem fikir olunmaktadır.

Çevresel açıdan bir ürünün yaşam döngüsü, üretim, dağıtım, tüketim ve yok etmeyi bir arada tutan dairesel bir hareket olarak sunulabilir. Diğer bir deyişle, bir ürünün yapımı ve kullanımıyla bir şekilde alakalı olan malzeme ve enerjinin tüm safhaları ayrıca çevre üzerinde bir etkiye bağlanabilir.

Tam anlamıyla bir gelişim amacı ile LCA araştırmacıları ve firmalar LCA'nın idaresi için gereken maliyeti düşürmek amacı ile fikirleri ve verileri paylaşmak için bir araya gelme ihtiyacı duyarlar. Bu, endüstri, yönetim ve akademisyenler arasında devam eden bir işbirliğini gerektirir. Bu birlikteliğin uluslararası seviyede tutulması ve karşılıklı bilgi akışının sağlanması ve buna göre kararların verilip aşama kaydedilmesinin çok önemli olduğu görülmektedir..

Bugün, yaşam döngü değerlendirmesi sayesinde seçilen ürünlerin çevre için diğerlerinden daha iyi olması nedeniyle, politik kararların verilmesinde LCA artan bir şekilde birincil referans olarak kullanılmaktadır Çevre dostu uygulamaların seçilmesi için, çevresel sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinin kullanılması fikrine gene de tedbirli yaklaşılması gerekmektedir.

Ama bununla birlikte LCA yaklaşımı, çalışma sınırlarının belirlenmesi, toplanan bilgilerin

kalite ve güvenilirlikleri, bu bilgilerin analizinde kullanılan yaklaşımlar, çalışmayı yürüten kişi ve kuruluşların görüş açıları gibi konulardaki farklılıklara bağlı olarak çok değişik sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmaların sonuçları dikkatle incelenmeli ve karar aşamasındaki ağırlıkları dikkatli belirlenmelidir. Bu konuda yapılan çalışmaları kolaylaştırmaya yönelik veri tabanı oluşturma, mevcut bilgisayar yazılımların iyileştirilmesi ve yenilerinin geliştirilmesi gibi çalışmalar üzerine yoğunlaşılmalıdır.

Bununla birlikte büyük otomobil üreticileri arasında geri dönüşüm yaklaşımları arasında ortak uygulamalar ve yaklaşımlar görülmektedir. Firmaların geri dönüşüm hedefini Avrupa Komisyonu'nun belirlediği 2015 yılı için aracın % 95'inin geri dönüştürülmesi oluşturmaktadır. Firmaların tasarım yaklaşımlarında geri dönüştürülebilirlik, malzemelerin tekrar kullanımı, plastik malzemenin kullanımının artması, parçalara ayırma analizleri ve otomobilin yaşam sonu iyileştirme çalışmaları yer almaktadır. Genel hedefleri arasında geri dönüşüm, malzeme seçimi, geri dönüşüm için aracın kolay parçalara ayrılması, geri kazanılmış malzeme kullanımı ve ürünlerin yaşam süresini uzatmak bulunmaktadır.

Otomotiv endüstrisinde geri dönüşüm uygulamalarının ekonomik ve çevresel önem taşıdığı görülmektedir. Otomobillerde kullanılan plastik parçaların % 60'ının geri dönüştürülebilir olması geri dönüşüm için büyük avantajlar sağlamaktadır.

Avrupa Birliği Komisyonu'nun otomobillerin geri dönüşümü konusuna gösterdiği ilgi ile 2015 yılı için otomobilin % 95'inin geri dönüştürülmesi konusunda tüm Avrupa ülkeleri hem fikirdir. Avrupa Birliğine üye olmaya çalışan Türkiye'de bu konu ile ilgili hiçbir çalışma yapılmamaktadır.

Çevresel kirlilik üzerine yapılan literatür incelemeleri sonuçları ortaya koymaktadır ki ISO 14001 sertifikasından ötürü geri dönüşüm performansındaki gelişme büyük firmalarda küçük firmalara nazaran daha düşük olduğudur. Sonuçta küçük şirketlerin geri dönüşüm performansındaki deneyimleri büyük firmalarda olduğundan daha hızlı gelişir çünkü büyük firmalar genellikle büyük kaynaklara sahip ve küçük firmalara göre uzmanlık alanlarında daha gelişmiştir ve böylece sertifikadan önce daha yüksek bir geri dönüşüm performansına sahip olmaları çok muhtemeldir. Buna ek olarak, büyük firmaların sundukları ürün yelpazeleri daha geniştir ve bunlardan bazıları dönüşmüş malzemelerden olabilir. Sertifika zamanından sonra geçen süreye bağlı olarak sayısal araştırmalar sonucunda performansta bir gelişimin olacağını göstermiştir. Ve sertifika zamanı, şirket büyüklüğü ve çalışan sayısının geri dönüşüm performansı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Sade bireylerle birlikte tasarımcılara da görevler düşmektedir. Tasarım organizasyonu içinde malzeme tercihi, üretim yöntemi ve geri dönüşüm konuları önem kazanmaktadır. Ürünlerin gelecek yaşamları dolayısıyla geri dönüşüm uygulamaları tasarım dünyasının gündeminde yer almaktadır. Sürdürülebilirlik kavramlarıyla birlikte konuya olan ilgi gittikçe artmaktadır. Tüm bu kavramlar bir yana, doğal kaynakları koruma ve üretimde ekonomiklik geri dönüşümün uygulaması ve desteklenmesi için yeterli sebep oluşturmaktadır.

Dünya üzerindeki örneklerinde gösterdiği gibi, geri dönüşüm konusu tasarım dünyasında yerini almıştır. Burada tasarımcının eğitici kimliğine görevler düşmektedir. Tasarımcıların, tasarlama süreci içerisinde geri dönüşüm konusunu dikkate almaları ve toplam bütününe geri dönüşüm bilincini vermeleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Babakri K.A., Bennett R.A., Rao S., Franchetti M., (2004), "Recycling performance of firms before and after adoption of the ISO 14001 standart", Elsevier, USA
- Barnthouse, L., (1997), "Life Cycle Impact Assessment: The State of the Art. SETAC Pres", Pensacola, USA
- Brenton B.V., Fletcher L., Mackay M.E., (1996), "A Modal of Plastics Recycling: Does Recycling Reduce the Amount of Waste?", Elsevier Science Resources, Conservation and Recycling 17, 141-151
- Brisson, I., (1993), "Packaging Waste and The Environment: Economics and Policy", Conversation Recycling, 8, 183-292
- Consultanis P., (1991), "Hanbook: Material Recovery Facilities for Municipal Solid Waste", US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington
- Curran M.A., (2004), "Life Cycle Assessment: Why LCA", U.S. Environmental Protection Agency National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati
- ÇEVKO Vakfi Raporu, (2001), "Evsel Atık Kompozisyonları", İstanbul, Türkiye
- Demirer, G.N., (2006), "Kirlilik önleme yaklaşımlarına genel bir bakış", TMMOB Çevre Müh. Odası, Çevre ve Mühendis Dergisi 25. Sayı
- DTP Plastik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, (1990), "Plastik İmalat Sanayi", Ankara, Türkiye
- DTP Plastik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, (2001), "Plastik İmalat Sanayi", Ankara, Türkiye
- Funazaki A., Taneda K., Tahara K., Inaba A., (2003), "Automobile life cycle assessment issues at end-of-life and recycling", Elsevier, Japan
- İnci, H. ve Şimşek, A., (1995), "Çevremiz, Ekonomimiz, Sanayimiz", Plastik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 25, 32-49
- Kinlaw, D., (1993), "Comapititive and Gren: Sustainable Performance in the Enviromental Age", Pfeiffer and Company, San Diego
- Kuhndt, M., (1997), "Towards a Green Automobile", In: IIIIEE Publications, Lund, Sweden
- Mildenberger U., Khare A., (2000), "Planning for an environment-friendly car", Elsevier Science
- Morrow D., Rondinelli D., (2002), "Adopting corporate environmental management systems: Motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification", European Management Journal, 20(2):159-71
- Osanna P.H., Durakbasa M.N., Tahirova H., (2005), "TQM and Environmental Management Supported by Semi Automated Disassembly"; International Conference Modern Technologies in Manufacturing, Cluj-Napoca, RO; in: "ANNALS OF MTeM FOR 2005 & PROCEEDINGS", ISBN 973-9087-83-3; S. 313 - 316.
- Özeler D., Demirer G.N., (2000), "Önleyici Çevre Yönetiminde Ürün ve Proses Optimizasyonu için Yeni Bir Yöntem Hayat Boyu Değerlendirme (Life Cycle Assessment)",

Endüstri ve Otomasyon, No: 41, 66-69

Özkan, R.Atınç, (2000), “Katı atık yönetiminde geri kazanım yeri ve Antalya’da uygulanabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri, İstanbul

Parry P., (2000), “The bottom line—how to build a business case for ISO 14001”, St. Lucie Press

Pavoni,J., Heer,J.E, Hagerty, D.J., (1975), “Handbook of Solid Waste Disposal: Materials and Engergy Recovery”, Van Nostrand Reinhold Co., New York

Rhyner,C.R., (1998), “Waste Management and Resource Recovery”, Lewis Publishers, Boca Raton

Ross S., Evans D., (2002), “Use of Life Cycle Assessment in Enviromental Management”, Springer-Verlag New York Inc., Vol. 29, No. 1, pp. 132-142, Australia

Scharff R., Caruso D., (1990), “Complete Automotive Weliding Metals and Plastics”, Delmar Publisher Inc., New York

Scheirs, J., (1998), “Polymer Recycling: Science, Technology and Applications”, Wiley, Chichester

United Nations Environment Programme, (1996), “Life Cycle Assessment: What it is and how to do it”, ISBN: 92-807-1546-1, Fance

Williams J.A.S., Wongweragiat S. , Qu X., McGlinch J.B., Bonawi-tan W., Choi J.K., Schiff J., (2006), “An automotive bulk recycling planning model”, Elsevier, USA

Wright D.H., (1993), “Testing Automotive Materials and Components”, Society of Automotive Engineers Inc., Pennsylvania.

Yavuz, R., (1998), “Alüminyum geri dönüşümü”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Metalürji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

İNTERNET KAYNAKLARI

[1]www.cevreorman.gov.tr, ÖZTÜRK M., 2005, Alüminyum Malzemelerin Geri Kazanılması, Ankara.

[2]www.alufuture.org , 2004, Aluminium Recycling The Road to High Quality Products, (EAA) European Aluminium Association – (OEA) Organisation o European Aluminium Refiners and Remelters

[3] www.eaa.net, Aluminium in the Automotive Industry, EAA

[4] www.mercedes-benz.com, Enviromental Magazine

[5] http://www.jama.or.jp/, JAMA ana sayfa

[6] http://www.foreigntrade.gov.tr

[7] http://www.stoller.com

[8] http://www.professionalpractice.asme.org

[9] www.plasticseurope.org

- [10] www.plastics-car.com
- [11] www.mvda.co.uk
- [12] www.trents.co.uk
- [13] www.smmmt.co.uk
- [14] www.ub.es/5ead/PDF/9/
- [15] www.volsswagen.com, Environmental Report
- [16] www.ford.com, Environmental Report
- [17] www.toyota.com, Enviromental Report
- [18] www.metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137_1445.pdf
- [19] www.iso.org/iso/en/prods-services/otherpubs/iso14000/model.pdf

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	27.06.1979	
Doğum yeri	Kars	
Lise	1995–1997	Tahran Lisesi
Lisans	1997–2001	Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2003–2006	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, İmal Usulleri Programı