

**TEMİZ ÜRETİM ÇALIŞMALARI VE BİR KOBİ
ÖRNEĞİ UYGULAMASI**

Ece HAKYEMEZ



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMİZ ÜRETİM ÇALIŞMALARI VE BİR KOBİ ÖRNEĞİ UYGULAMASI

Ece HAKYEMEZ

Doç. Dr. Feza KARAER

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2012

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Ece HAKYEMEZ tarafından hazırlanan “TEMİZ ÜRETİM ÇALIŞMALARI VE BİR KOBİ ÖRNEĞİ UYGULAMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	:Doç.Dr.Feza Karaer	
Başkan	:Doç.Dr.Feza Karaer Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi	İmza
Üye	:Yrd. Doç. Dr. Güray Salihoğlu Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi	İmza
Üye	:Prof. Dr. Feray Çelikçapa Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bölümler Fakültesi	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri ARSLAN

Enstitü Müdürü

.../.../.....

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına göre uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

25.07.2012

Ece Hakyemez

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEMİZ ÜRETİM ÇALIŞMALARI VE BİR KOBİ ÖRNEĞİ UYGULAMASI

Ece HAKYEMEZ

Uludağ Üniversitesi

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Feza KARAER

Birçok gelişmiş ülkede, kirlilik kontrolü üzerine yoğunlaşan klasik çevre koruma yaklaşımının etkin bir çevre yönetimi olmadığı anlaşılmış, bunun yerine alternatif yeni yaklaşımlar ve yenilikçi teknolojiler benimsenmiştir. Özellikle “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ile ortaya atılan “temiz üretim” kavramı çevresel sorunları çözmeye en etkin yol olarak görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, bir metal sanayi işletmesinde tüm proses girdileri göz önüne alınarak temiz üretim fırsatları araştırılmıştır. Su ve enerji tüketimini azaltıcı aynı zamanda hurdaların tekrar hammadde 'ye dönüştürülmesine yönelik alternatifler ortaya konmuştur. Temiz üretim ile herhangi bir proses üzerinde % 20'lik iyileştirmenin kendini birkaç ay içinde amorti edebilecek özellik taşıdığı hipotezi doğrulanarak, geliştirilen alternatiflerin %80'nin 1 yıldan kısa süre içinde kendini amorti edeceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Temiz Üretim, Çevre Yönetimi, Metal Sektörü
2012, ix + 62 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

CLEAN PRODUCTION ACTIVITIES AND ONE IMPLEMENTATION IN A SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES

Ece HAKYEMEZ

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Feza KARAER

In many developed countries, it is understood that the classical environmental protection approach which focuses on pollution control is not an efficient environmental management, so new approaches and techniques have been adopted. Especially, the concept of “cleaner production” that is put forward with the concept of “sustainable progress” is considered as the best way to solve environmental problems. In the scope of this research, possible cleaner production opportunities for a metal industry are examined, considering the metal industry process’s inputs. The alternatives have been presented in the way of reduction in water and energy consumption as well as in the conservation of scraps to the raw materials. This scientific study based on a hypothesis, which claims that an 20 % of improvement in any process can pay itself in a few months, has been approved. It is pointed out that 80 % of the cleaner production alternatives payed itself in less than 1 year.

Key Words: Clean Production, Environmental Management, Metal Sector
2012, ix + 62 pages

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Araştırma süresince, baştan sona her aşamada bana yol gösteren, araştırmam için çok değerli düşüncelerini ve kaynaklarını benimle paylaşan değerli hocam sayın Doç. Dr. Feza Karaer'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın başından sonuna tüm verilerin toplanması, analizlenmesi için yardımlarını esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında kattıkları değer ile çalışmamı destekleyen Leoni Kablo Türkiye'deki tüm çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında karşılaştığım her zorlukta bana rehberlik eden, değerli düşüncelerini, zamanlarını ve ilgilerini benimle paylaşan, sevgili ailem Ayşe Hakyemez ve Semih Hakyemez'e teşekkürlerimi sunarım.

ECE HAKYEMEZ
25/07/2012

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Temiz Üretim	3
2.2 Temiz Üretim Kavramının Gelişimi.....	8
2.3 Temiz Üretim Araçları.....	10
2.3.1 Çevresel etki değerlendirme.....	10
2.3.2 Yaşam döngüsü değerlendirme.....	11
2.3.3 Çevre teknolojisi değerlendirme.....	13
2.3.4 Kimyasal değerlendirme.....	13
2.3.5 Atık denetleme.....	14
2.3.6 Enerji denetleme.....	15
2.3.7 Risk denetleme.....	16
2.4 Dünya’da Yapılan Temiz Üretim Uygulamaları.....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1 Firma Hakkında Genel Bilgiler.....	22
3.2 Proses Hakkında Genel Bilgiler.....	22
3.3 Firmanın Çevresel Performansı Hakkında Genel Bilgiler.....	21
3.4 Metodoloji.....	26
3.4.1 Planlama ve organizasyon.....	27
3.4.1.1 Yönetimin onayının alınması.....	28
3.4.1.2 Proje (Temiz Üretim) ekibinin kurulması.....	28
3.4.1.3 Politika amaç ve hedeflerin belirlenmesi.....	28
3.4.2 Ön Değerlendirme.....	29
3.4.2.1 Firma bilgileri ve akış şemasının temin edilmesi / oluşturulması.....	29
3.4.2.2 İlk incelemenin yapılması.....	30
3.4.2.3 Odak noktalarının belirlenmesi.....	30
3.4.3 Değerlendirme.....	30
3.4.3.1 Nicel veri toplanması.....	31
3.4.3.2 Kütle Dengesi.....	31
3.4.3.3 Atık ve emisyon denetimi.....	32
3.4.3.4 Temiz üretim olanaklarının belirlenmesi.....	33
3.4.4 Analiz ve Fizibilite Çalışması	33
3.4.4.1 Teknik analiz.....	33
3.4.4.2 Ekonomik analiz.....	34
3.4.4.3 Çevresel analiz.....	34
3.4.5 Uygulama ve Sürdürülebilirlik.....	35
3.4.5.1 Seçilen olanakların uygulanması.....	35
3.4.5.2 Temiz üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği.....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1 Planlama ve Organizasyon.....	36

4.2	Ön Değerlendirme.....	36
4.3	Değerlendirme.....	37
4.4	Analiz ve Fizibilite Çalışmaları.....	43
4.4.1	İyon yükü fazla olan suyun rezervuarlarda kullanımı.....	43
4.4.2	İzolasyon malzemesi olarak regenerant malzeme kullanımı.....	46
4.4.3	Kablo hurdalarının hammaddeye dönüşümü.....	49
4.4.4	Bakır sıyırma işlemi ile tehlikeli atıkların azaltılması.....	50
4.4.5	Çatı izolasyonun değişimi ile enerji tasarrufu.....	53
4.5	Uygulama ve Sürdürülebilirlik.....	55
5.	SONUÇ.....	56
	KAYNAKLAR.....	58
	ÖZGEÇMİŞ.....	62

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
AD	Atık Denetleme
BUSEB	Bursa Serbest Bölge Kurucu ve İşleticisi A.Ş
CTP	Cam Elyaf Takviyeli Polyester
Cu	Bakır (Copper)
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
ÇTD	Çevre Teknolojisi Değerlendirme
ÇYS	Çevre Yönetim Sistemi
DDT	Dikloro Difenil Trikloroethan
ED	Enerji Denetleme
ELV	End-of-Life Vehicles
EPA	Environmental Protection Agency
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KD	Kimyasal Değerlendirme
MSDS	Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
PE	Polyethylene
PP	Polypropylene
PVC	Polyvinyl Chloride
RD	Risk Denetleme
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜ	Temiz Üretim
UNEP	United Nations Environment Programme
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UTÜM	Ulusal Temiz Üretim Merkezi
WC	Water Closet
YDD	Yaşam Döngüsü Değerlendirme

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Farklı Temiz Üretim Uygulamalarında Yatırım ve Tasarruf Miktarlarının Temiz Üretim Yöntemleri Arasındaki % Dağılımları.....	7
Şekil 2.2 Bir Ülkede Temiz Üretim Kavramının Tipik Süreci	9
Şekil 3.1 Proses Akış Şeması.....	24
Şekil 3.2 Temiz Üretim Değerlendirme Yöntemine Genel Bakış...	27
Şekil 4.1 Tüm Girdi ve Çıktıları ile Proses Akış Diyagramı.....	39
Şekil 4.2 Tel Çekme Prosesi Akış Şeması	43
Şekil 4.3 Püskürtme Prosesi Akış Şeması	47
Şekil 4.4 Yeni Durum Püskürtme Prosesi Akış Şeması.....	49
Şekil 4.5 Bant Filtre Sistemi.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Temiz Üretim Yaklaşımının Kirlilik Kontrolü Yaklaşımlarından Temel Farklılıkları.....	4
Çizelge 4.1 Proseste Kullanılan Tüm Girdi ve Çıktıların Türleri ve Miktarları	40
Çizelge 4.2 Prosesin Ana Giriş ve Çıkışların Gösterildiği Özet Tablo.....	42
Çizelge 4.3 Tel Çekme Prosesi Tüm Girdi ve Çıktıların Türleri ve Miktarları..	44
Çizelge 4.4 Tel Çekme Prosesi Su Kullanım Detayları (kg/yıl).....	45
Çizelge 4.5 Rezervuarlarda Kullanılan Su Miktarı (kg/yıl).....	45
Çizelge 4.6 Tel Çekme Prosesi Sonrasında Deşarj Edilen Suyun Tekrar Kullanılması ile Oluşan Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi.....	46
Çizelge 4.7 Püskürtme Prosesi Tüm Girdi ve Çıktıların Türleri ve Miktarları	47
Çizelge 4.8 Regenerant Olarak Kullanılabilecek Granül Miktarı (kg/yıl).....	48
Çizelge 4.9 Püskürtme Prosesinde Regenerant Malzeme Kullanılması ile Oluşabilecek Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi.....	49
Çizelge 4.10 Sıyırma İşlemi Yapılabilecek Kablo Hurdaları ve İçeriğindeki Bakır (Cu) Miktarı.....	50
Çizelge 4.11 Kablo Hurdalarının Sıyırma İşlemi ile Hammaddeye Çevrilmesi İşlemi ile Sağlanacak Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi.....	50
Çizelge 4.12 Bant Filtrelerin Sıyırma İşlemine Tabi Tutulduktan Sonra Kalan Miktarı.....	52
Çizelge 4.13 Bant Filtrelerin İçeriğindeki Bakır (Cu) Miktarı.....	52
Çizelge 4.14 Yağlı Bakır Partiküllerinin Sıyırma İşlemi ile Değerlendirilmesi Sonucu Oluşan Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi.....	52
Çizelge 4.15 Tehlikeli Atık Miktarının Azaltılması ile Oluşan Çevre Performansı	53
Çizelge 4.16 Çatı İzolasyon Malzeme Değişimi ile Elde Edilebilecek Kazançlar	54

Çizelge 4.17 Elektrik Tüketiminin Azaltılması ile Gerçekleşen İyileşme Performansı.....	54
Çizelge 4.18 Elektrik Tüketiminin Azaltılması ile Oluşan Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi.....	54

1. GİRİŞ

Çevre sorunları 1960'lı yıllardan itibaren global düzeyde görülmeye başlanmıştır. Londra ve New York'ta 1952 ve 1966 yılları arasında yaşanan hava kirliliği, 1953 ve 1965 yılları arasında Japonya'da Minamata ve Nigata'daki öldürücü civa zehirlenmeleri, Kuzey Amerika'daki bazı göllerde yaşayan kuşların toplu olarak ölmeleri ya da DDT ve diğer pestisitlerin neden olduğu hastalık ve ölümlerin meydana gelmesi (Yontar 2010), birçok toplum tarafından ciddi bir tehdit oluşturmuştur.

1970'li ve 1980'li yıllarda iyice artan sanayi faaliyetleri ve teknolojik hareketlilik, çevre krizleri ve kalkınma ikileminin artık kabul edilemez bir noktaya ulaştığını göstermiştir. 20. yüzyılın sonlarında Hindistan'ın Bhopal yöresindeki zirai mücadele ilaç fabrikasında gerçekleşen bir sızma, 2000'den fazla insanın ölümüne sebebiyet vermiş, ayrıca 200 000 den fazla kişinin kör olmasına ve zarar görmesine yol açmıştır. Ayrıca Türkiye'nin yakından şahit olduğu 1986 yılındaki Çernobil nükleer reaktöründeki patlama, nükleer radyasyonu tüm Avrupa'ya yaymış, gelecekte insanlarda kanser ihtimalini büyük ölçüde yükseltmiştir.

Alıcı ortamların kirlilik özümleme kapasitelerinin aşılmaya başlanması, doğal ortamdaki dengelerin geri dönüşü zor bir şekilde değişmesi, çevre kirliliği kaynaklı büyük ölçekli insan sağlığı sorunlarının gündeme gelmesi ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi gibi süreçler çevre krizini ivmelendiren önemli gelişmelerdir (Fresner 1998).

Tarihsel gelişime bakıldığında, 1980'lerin sonuna kadar çevre sorunlarına dair çözüm arayışlarının dünya genelindeki çevre politikaları doğrultusunda kirlilik kontrolü yaklaşımları olarak da adlandırılan semptomatik çözümler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. (Rawat 2006). Kirlilik kontrolü yaklaşımları, üretim ve tasarım aşamalarını değişmez faktörler olarak benimseyip kirliliği de bu aşamaların kaçınılmaz bir sonucu olarak gören ve kirlilik ortaya çıktıktan sonra bu soruna çözüm getirmeye çalışan yüksek maliyetli çalışmalardır. Bu yaklaşımlar hızla tırmanan çevresel krize kalıcı çözümler getirmekte yetersiz kalmışlardır (Demirer ve Mirata 1999a).

Sürekli iyileştirme bilinci doğrultusunda hareket eden işletmeler, yetersiz kalan kirlilik kontrolü yaklaşımları yerine temiz üretim yaklaşımlarına geçmeyi geçerli sebeplere dayandırmışlardır. Firmaları temiz üretim uygulamalarını desteklemeye yönelten en belirgin unsurlar şunlardır: Geleneksel olarak oluşan büyük miktarlarda atığın alıcı

ortamlara verilmeden önce çeşitli arıtma yöntemleri ile arıtılması, oluşan atık miktarının ve arıtım maliyetinin sürekli artması, kurum ve sektörleri bu sorunun daha ucuz çözüm yollarını aramaya yöneltmiştir. Ayrıca, üretim süreci sonucu oluşacak artı değerini maksimize edilmesi için şirketler, ürettikleri atıkların arıtım ve nihai depolama masraflarını en aza indirebilmek amacıyla, daha az atık üreterek işleyişlerini sürdürdürebilmenin yollarını aramaya başlamışlardır (Yılmaz 1998). Buna ek olarak, son 20-30 yılda artan çevre duyarlılığı özellikle zengin ülkelerde yaşayan tüketicilerin artan bir şekilde üretim, kullanım ve kullanım sonrası süreçlerde çevreye daha az zarar veren ürünleri ve süreçleri tercih etmelerine neden olmuştur (Güngör ve Demirer 2000).

Bu yeni yönelim sonrası yapılmaya başlanan çalışmalar sonucu alınacak basit önlemlerle bile üretim sürecinden faydalı bir ürüne dönüşmeden geçerek atık haline gelen hammaddelerin daha etkin kullanımı sonucu, bu kayıpların önlenebileceği ve aynı zamanda atık üretiminin de azalabileceği ortaya çıkmıştır (Berkel 2000). Üretim ve hizmet sektörlerinde verimliliğin artırılması, üretim için kullanılan hammaddelerin çevreye daha az zararlı olanlar ile değiştirilmesi, üretim ve kullanım sürecinde gerekli olan su ve enerji ihtiyaçlarının düşürülmesi gibi yaklaşımlar izlenmiştir.

Sonuçta atık azaltılması, geri dönüştürme, yeniden kullanım, ürün ve hizmetlerin çevreye daha duyarlı tasarım, vb. konular üzerinde yapılan araştırmalar hızla artmış ve kirlilik kontrolü yaklaşımlarının yerini temiz üretim yaklaşımları almaya başlamıştır.

Dünya’da da pek çok alanda uygulama imkanı bulunan temiz üretim tekniklerinin incelenmesi ve devamında temiz üretim yaklaşımının gerekliliği nedenlerinin, adaptasyon sürecindeki engellerin ve fırsatların belirlenmesi bu çalışmanın ana eksenini oluşturmuştur. Aynı zamanda LEONI Kablo ve Teknolojileri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. de yapılan analizler ve incelemeler sonucunda, uygulama imkanı olan alternatifler ortaya konmuş ve firmaya farklı bir bakış açısı kazandırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Temiz Üretim

Temiz üretim kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisinin ürün ve süreçlere sürekli olarak uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılması” olarak tanımlanmaktadır (UNEP 1996).

En genel anlamıyla, önleyici çevre yönetimi stratejilerinin üretim sürecine, üretilen hizmet ve ürünler için bütünsel bir şekilde, sürekli olarak uygulanarak, bunlardan kaynaklanan insan sağlığı ve çevresel değerler üzerindeki risklerin ortadan kaldırılması ya da azaltılması ve verimliliğin artırılması olarak düşünülebilir. (Anonim 1996).

Temiz üretim, verimliliği arttırılmak istenen süreçler, ürünler ve hizmetler için uygulanarak çevresel riskleri azaltmaktadır. Bu uygulamalar:

1. Üretim Prosesleri için Temiz Üretim: Hammadde, su ve enerjinin etkin kullanımı, toksik ve tehlikeli hammaddelerin kullanılmaması ve bütün atık ve emisyonların miktar ve toksisitelerinin üretim prosesi esnasında azaltılmasıdır.
2. Ürünler için Temiz Üretim: Ürünün hammaddeden nihai bertarafına kadarki yaşam süresi boyunca çevreye olan etkilerini azaltmaktır.
3. Hizmet için Temiz Üretim: Ürünün yaşam süresi boyunca sağlanan hizmetlerin çevresel etkisini azaltmaktır (Güngör ve Demirer 2000).

Çevresel sorunları ortaya çıktıktan sonra gidermeye çalışan “kirlilik kontrolü” yaklaşımlarının tersine, “temiz üretim” yaklaşımları çevresel konuların endüstriyel, kentsel, tarımsal, vb. her türlü insani etkinliğin tasarımı aşamasında, bir parametre olarak planlama süreçlerine dahil edilmesini gerektirmektedir (TTGV 2010). Alışlagelmiş kirlilik kontrolü yaklaşımlarının tersine temiz üretim yaklaşımı kirliliği oluşmadan önlemeyi/ azaltmayı hedefler. Çizelge 2.1’de temiz üretim yaklaşımı ve kirlilik kontrolü yaklaşımı arasındaki temel farklar belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 Temiz Üretim Yaklaşımının Kirlilik Kontrolü Yaklaşımlarından Temel Farklılıkları (Demirer, 2003)

Kirlilik Kontrolü Yaklaşımları	Temiz Üretim Yaklaşımları
Kirleticiler filtreler ve atık arıtım teknik ve teknolojileriyle kontrol edilir; yani problemin kendisi değil, sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklar giderilmeye çalışılır.	Kirleticilerin oluşumu, kaynağında ve bütünsel (entegre) tedbirlerle önlenir.
Kirlilik kontrolü, proses ve ürünler geliştirildikten ve kirlilik problemi ortaya çıktıktan sonra gündeme gelen uygulamalardır.	Kirliliğin önlenmesi, proses ve ürün geliştirme sürecinin ayrılmaz bir bölümüdür, dolayısıyla hem daha koruyucu hem de daha etkilidir.
Kirliliğin kontrolü ile gerçekleştirilen çevresel iyileştirmeler, kuruluşlarca ilave bir maliyet faktörü olarak görülür.	Kirleticiler ve atıklar, zararsız hale getirilerek faydalı ürün ya da yan ürünlere dönüştürülebilecek potansiyel kaynaklar olarak düşünülür.
Kirlilik kontrolü teknolojilerinin uygulanması, atık yöneticileri vb. çevre uzmanlarının görevidir.	Çevresel iyileştirmelerin ve temiz üretim gereklerinin yerine getirilmesi, tasarım ve proses mühendisleri de dahil olmak üzere kuruluşun tüm çalışanlarının sorumluluğundadır.
Çevresel iyileştirmeler, çeşitli teknik ve teknolojilerin uygulanmasını gerektirir.	Çevresel iyileştirmeler sadece teknik değil, aynı zamanda teknik olmayan yaklaşımları da içerir.
Çevresel iyileştirme tedbirleri, otoritelerce konulmuş bir seri standarda uyum sağlamak üzere alınır.	Temiz üretim, sürekli olarak daha iyi çevre standartlarına ulaşmayı hedefleyen devamlı bir süreçtir.
Kalite, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verme olarak tanımlanır.	Toplam kalite, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verecek ürünler üretilmesinin yanı sıra insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerin en aza indirilmesi şeklinde tanımlanır.
Kirliliğin kontrolü için kullanılan teknolojilerin sürekli bir maliyeti vardır ve bu maliyet zamanı içinde artış gösterir.	Aynı sorunu çözmeye yönelik temiz üretimin maliyeti başlangıçta yüksek olabilir, ancak uzun vadedeki uygulama, işletme ve bakım maliyetleri toplamı daha düşük olmaktadır; çünkü temiz üretim uygulamaları sonucunda hammadde, su ve enerji gibi girdilerin tüketimi azalmaktadır.

Kirlilik kontrolü, kirleticilerin çevre teknolojisinin yardımıyla çevreye zarar vermeyecek oranlara çekilmesini amaçlamaktadır. Birçok kirleticinin böylesi bir yaklaşımla giderilmesi ise yüksek yatırım gereksinimini beraberinde getirmektedir (Anonim 2000a). Öte yandan, temiz üretim yaklaşımları kirliliği ve atıkları büyük

ölçüde tasarım, kaynak kullanımı ve üretim prosesleri aşamalarındaki yetersizlik, verimsizlik ve etkisizliğin bir sonucu olarak görmekte ve soruna bu aşamalarda gerekli gelişmeleri sağlayarak çözüm getirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, sadece atık oluşumunu azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik faydalar da sağlamaktadır. Temiz üretimin doğal süreçler ile uyumlu ve çevre dostu yeni ürün, süreç, sistem ve hizmetlerin geliştirilmesi ile olduğu kadar, sürdürülebilirlik kavramı ile de yakından ilişkisi vardır (Glavic ve Lukman 2007).

Kirlilik kontrolü amacına yönelik yatırımlar daha önce de belirtildiği gibi sanayicilere mali kayıp olarak gözükmektedir; kirliliği önleme amacıyla yapılan hammadde değişimi, proses yenileme ya da son ürünün değiştirilmesi/yenilenmesi de sanayiye aynı oranda ilk yatırım maliyeti getirmektedir (Shen-Yan ve ark. 1999). Konvansiyonel arıtma ve bertaraf tesislerinin yatırımcıya getirdiği mali yükler, bazı alanlarda ve ülkelerde kişi ya da kurumların çevresel yatırımlardan çekinmeleri gibi bir sonucu da beraberinde getirmektedir. Çevre sorunlarının ağırlaşmasının temelinde yatan sorunun önemli bir bölümünü, çevreye yönelik yatırımların çok yüksek maliyetli olması oluşturmaktadır (Telukdarie 2006).

İki yaklaşım arasındaki temel fark operasyon sırasında ortaya çıkmaktadır. Kirliliği önleme amaçlı yatırımlar kendilerine yapılan yatırımı kısa sürede geri verebilmektedir. Böylece kirliliği önleme yaklaşımlarını tesislerine uygulayan sanayiciler:

- a. Çevresel standartları sağlayarak kamusal erkin konuda kendilerine yöneltebileceği yaptırımlardan korunabilmekte,
- b. Gelişmiş ülkelerde aranan çevre dostu ürün kalitesine ulaşan ürünleriyle pazar paylarını arttırabilmekte,
- c. Toplam sistem verimini gözden geçirerek iyileşmeler sağlayabilmekte,
- d. Kirliliği Önleme/Temiz Üretim uygulamaları hayata geçirilmeden önce atık olarak adlandırılan maddelerin yerinde geri kazanımı sağlanabilmekte,
- e. Geri kazanım ve verimdeki artışların sonucu olarak tesisin yapılan yatırımı uygun sürede amorte edebilmektedir (Güngör ve Demirer 2000).

Kirlilik kontrolü yaklaşımları sadece yürürlükte olan yasa ve yönetmelikler ile uyum içinde olmayı amaçladıklarından kuruluşların çevresel performanslarına katkıda

bulunma girişimleri ancak yönetmeliklerde oluşacak bir değişiklik ile olasıdır. Sadece yasa ve yönetmeliklerle uyum içinde olmayı amaçlayan bir yaklaşım pek çok potansiyel gelişmeyi göz ardı etmekle kalmamakta aynı zamanda köklü değişikliklerin ortaya çıkması durumunda hazırlıksız yakalanmakta ve ancak yüksek maliyetli girişimler ile istenilen konuma gelebilmektedir (Thoresen 1999).

Kirlilik önleme yaklaşımları ise, kuruluşun kendi inisiyatifi ile çevresel performansını sürekli olarak arttırmasını içermekte ve dolayısı ile bu gelişmelerin yasa ve yönetmelik gibi statik olguların gereksinimleri ile sınırlanmasını engellemektedir (Demirer 2001a). Ayrıca kirlilik önleme yaklaşımlarını benimseyen ve uygulayan kuruluşlar çevresel performanslarını bu yasa ve yönetmeliklerin gerektirdiği seviyeden çok daha yüksek bir seviyeye çekeceklerinden, ileride yürürlüğe girecek daha katı yasa ve yönetmelikler ile uyum konusunda zorluk çekmeyeceklerdir (Demirer ve Mirata 1999a).

Bunlara ek olarak, kirlilik kontrolü yaklaşımları genellikle kuruluş dışından gelen uzmanlar tarafından gerçekleştirilen yaklaşımlardır. Bunun tersine kirlilik önleme yaklaşımları kuruluşun çalışanlarının katılımı ile oluşturulan ve uygulanan programlardan oluşmaktadır. Dolayısı ile kuruluşların kendi bünyelerindeki bilgi birikimini iyi bir şekilde kullanmalarını sağlamakla kalmamakta, çalışanların katılımı ile gelişen bir yaklaşım olduğu için daha çok sahiplenilmekte ve daha verimli olmaktadır (Demirer 2001b).

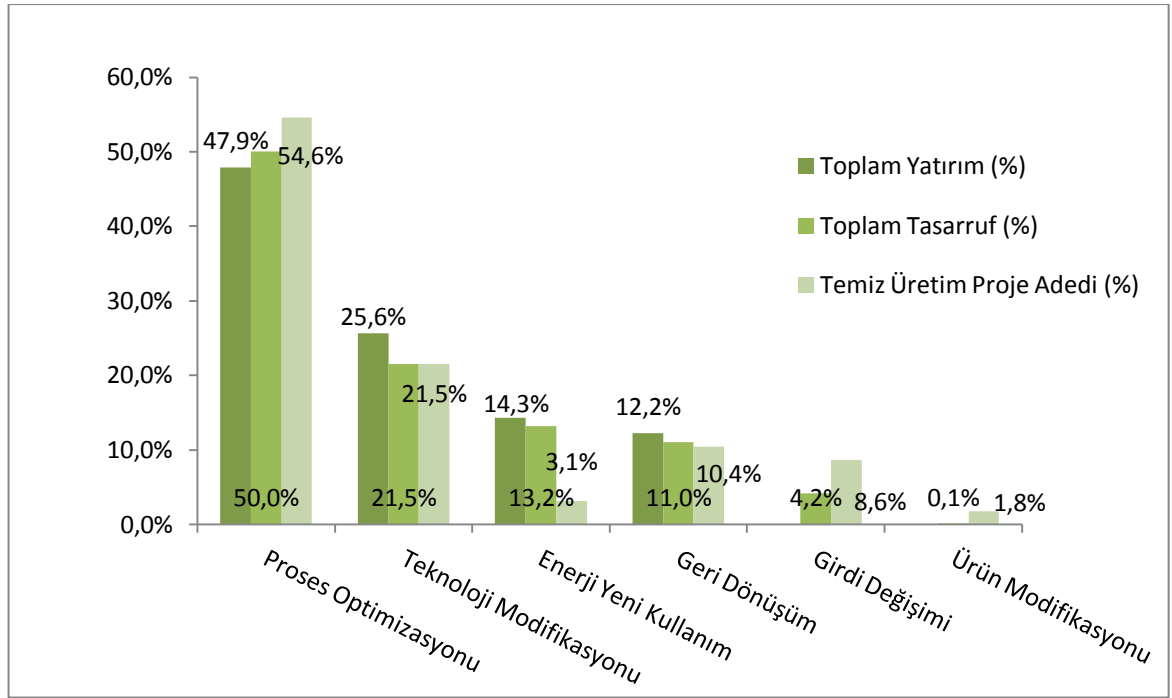
Ayrıca kirlilik kontrolü teknikleri kirleticiyi bir formdan diğer forma çevirirken, kirlilik önleme bir yandan kirliliği azaltıp diğer yandan işletme ve hammadde maliyetlerini düşürmektedir (Anonim 2000b). Aslında kirlilik kontrolü ve temiz üretim arasındaki temel fark zamanlamadır. Prensipte olarak, temiz üretim kirliliği henüz oluşmadan gidermeyi hedeflemektedir.

Diğer sistemlerle beraber değerlendirildiğinde, temiz üretim alternatifinin maliyet açısından daha tercih edilebilir olduğunu saptamak mümkündür. Dünya Bankasının yaptığı hesaplamalara göre temiz üretim ile herhangi bir yatırıma gerek duymaksızın %20-30'luk bir iyileştirme gerçekleştirilebilmektedir, bir % 20'lik daha iyileştirme ise birkaç ay içinde kendini amorti edebilecek özellik taşımaktadır (Anonim 1998). Buna ek olarak, kirlilik kontrol yatırımları temiz üretim yatırımlarına oranla daha fazla maddi yatırım gerektirmektedir. Böylece temiz üretim, hammadde, enerji ve atık azaltımı için

daha düşük maliyetler gerektirdiğinden, endüstride tasarrufu sağlar ve mevzuata daha uygundur (Bullinger ve Weller 1999).

Yapılan araştırmalar, temiz üretim sistemlerinin basit kirlilik kontrol sistemlerine göre daha başarılı ve halk için daha faydalı olduklarını göstermiştir (Anonim 1999). Temiz üretim, her iki taraf içinde yarar sağlayan faydalı bir sistemdir. Ayrıca endüstriyel verimlilik, karlılık ve rekabet gücünü arttırırken çevreyi tüketiciyi ve işçiyi korur.

Birçok alanda yapılabilme imkanı olan temiz üretim uygulamalarının, uygulama yöntemlerine göre gerektirdikleri yatırım maliyetleri, uygulamalar sonra elde edilen tasarruf miktarları ve yöntemler arası uygulama yoğunluğu Şekil 2.1’de verilmiştir.



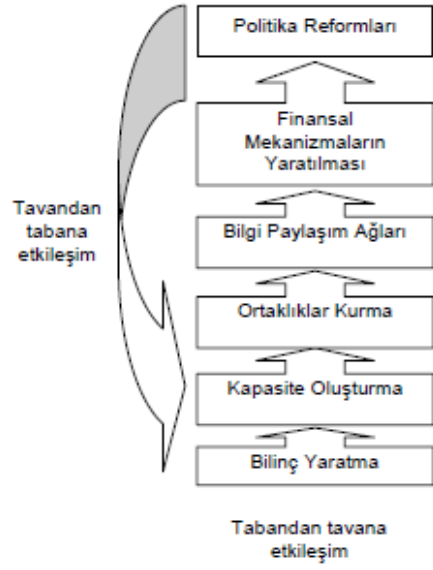
Şekil 2.1 Farklı Temiz Üretim Uygulamalarında Yatırım ve Tasarruf Miktarlarının Temiz Üretim Yöntemleri Arasındaki % Dağılımları (Kliopova ve Staniskis 2006)

Her ne kadar temiz teknoloji uygulamalarının önemli bir kısmı maliyetsiz ve/veya çok az maliyetli önlemler ile yerine getirilebilse de, kuruluşların bu az maliyetli, veya ileride uygulanması düşünülecek göreceli olarak daha yüksek maliyetli, önlemler için finansman bulamaması temiz teknoloji uygulamaları için en önemli engellerden bir tanesidir. Bu engelin aşılması için temiz teknoloji yaklaşımları ile elde edilebilecek faydaların kuruluşlar tarafından iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Buna ek olarak devlet kanalından veya diğer finans kuruluşlarından bu konularda sağlanabilecek maddi teşvikler bu tür engellerin aşılması yönünde önemli rol oynayabilirler (Fresner 1998).

2.2 Temiz Üretim Kavramının Gelişimi

Birleşmiş Milletler Çevre Programı - Teknoloji, Endüstri ve Ekonomi Bölümü (UNEP-DTIE) 1989'da Temiz Üretim Programı'nı başlatarak konu üzerinde bir bilinç yaratılması, kurumsal yapının oluşturulması ve faydalarının gösterilerek, sürdürülebilir kalkınma çabalarının yaygınlaştırılmasına yönelik ilk önemli adımı atmıştır. O günden bu yana pek çok ülke, kurum, kuruluş tarafından benimsenen “temiz üretim” kavramı küresel bir nitelik kazanmıştır. (UNEP 2002). Örneğin, 1992 yılında yapılan Rio Zirvesinde “sürdürülebilir kalkınma kavramını hayata geçirmek için önemli bir strateji” olarak bahsi geçen temiz üretim kavramına Gündem 21 Programı'nda pek çok gönderme yapılmıştır (TTGV 2010).

Çesitli ülke örnekleri incelendiğinde temiz üretim kavramının bir ülkedeki gelişimi genellikle konu üzerinde bir bilinç oluşturulması ile başlamış, üretim ve hizmet sektörlerindeki örnek uygulamaları da içeren kapasite oluşturma çalışmaları ile devam etmiştir (TTGV 2010). Oluşturulan ortaklıklar ve bilgi paylaşım ağları ile temiz üretim uygulamalarının yayılmasına çalışılmış, bunları finansal mekanizmaların oluşturulması ve gerekli politika reformlarının yapılması izlemiştir. Sekil 2.2'de verilen bu tipik “tabandan tavana” gelişim süreci yerel, kültürel, vb. nedenlerle kimi zaman “tavandan tabana” da gerçekleşebilmiştir.



Şekil 2.2. Bir Ülkede Temiz Üretim Kavramının Tipik Süreci (UNEP 2002)

UNEP/ Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO) öncülüğünde başlatılan temiz üretim girişim ve çabalarının bir sonucu olarak 1994'ten bu yana kurulan Ulusal Temiz Üretim Merkezi (UTÜM) sayısı 42'yi bulmuştur (<http://www.unido.org>, 2012). UTÜM'ler yaptıkları kapasite geliştirme çalışmaları, yayınladıkları el kitapları, uyguladıkları eğitimler, gösterim projeleri ve diğer etkinlikler ile temiz üretim kavramının ülke ve bölgelerinde gelişmesi için önemli çalışmalara imza atmışlardır (TTGV 2010). Ülkemizde ise UNIDO Ekoverimlilik (Temiz Üretim) Programı, "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Birleşmiş Milletler Ortak Programı" kapsamında bir alt-program olarak 2008 yılından bu tarafa UNIDO sorumluluğunda, TTGV tarafından yürütülmektedir. Bu Programın hedeflerinden birisi de ulusal bir Ekoverimlilik (Temiz Üretim) Merkezi'nin kurulmasıdır (<http://ekoverimlilik.org/>, 2012).

Temiz üretim konusunda kurumsal yapılanmanın gelişmesi, verilen eğitimler ile teknik altyapı ve yeterliliğin artması tüm dünyada konu üzerinde yapılan proje sayısında da hızlı bir artışa neden olmuştur. Günümüzde hayata geçirilen temiz üretim etkinliklerinin tüm paydaşlara ulaştırılabilmesi için UNEP/UNIDO ve USEPA gibi pek çok bilgi paylaşım ağı oluşturulmuştur.

2.3 Temiz Üretim Araçları

Temiz Üretim uygulamaları bir ürünün yaşam döngüsünün, hammadde temini, üretim, kullanım ve kullanım sonrası bertaraf gibi pek çok aşamasında gerçekleştirilmektedir. 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 kullanabilirler.

2.3.1 Çevresel etki değerlendirme

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), herhangi bir faaliyetin sonucunda oluşabilecek çevre bozulmalarının önceden tespitini ve mümkünse bu bozulmalar ortaya çıkmadan gerekli önlemlerin alınmasını amaçlayan sistematik bir yaklaşımdır (Uslu, 1986). İnsani etkinliklerin çevrenin çeşitli bileşenleri üzerindeki etkilerinin, bu etkinliklerin planlanması aşamasında ayrıntılı olarak değerlendirilmesini içeren bir yöntemdir.

ÇED uygulamalarında, 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 edilebilirliğinin 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, amaçlanmaktadır (Demirer ve Mirata 1999b).

ÇED Basamakları:

Eleme:

ÇED sürecinde Eleme, ÇED Raporu hazırlanacak projeler ile hazırlanmayacakları ayırtmak için yapılan bir işittir. Bu eleme işinde amaç, proje içerisindeki faaliyet veya faaliyetlerin çevresel etkilerinin büyüklüğüne ve çevre için önem arz edip etmemesine göre projenin ÇED sürecine dahil edilip edilmeyeceğine karar verilmesidir. Bu sayede hem yatırımcının hem de ÇED sürecindeki sorumlu kurum, kuruluş ve kişilerin gereksiz yere zaman, emek ve para harcamaları engellenmektedir (Doğan 2003).

Kapsamlaştırma:

Kapsamlaştırma kısaca, hazırlanacak olan ÇED raporunun kapsamını belirleme sürecidir. Farklı faaliyetlerle ilgili projeler için hazırlanacak ÇED raporlarının içeriği ve bu faaliyetlere uygun olarak işletilecek ÇED süreçlerinin birbirinden farklı olacağı açıktır. Örneğin bir toplukonut inşaatı sırasında çevreye olan en büyük etki inşaat aşamasındayken, bir madencilik faaliyetinde ise ÇED'in en büyük problemi, işletme ve işletmenin sona erdirilmesinden sonraki çevresel etkilerin azaltılmasıdır. Ayrıca aynı sektöre ait bir faaliyetin değişik alanlarda yarattığı etkinin ölçüsü ve önemi farklı olabilmektedir (Serter 2005).

İzleme:

İzleme sürecinde ÇED Raporu içerisinde yer alan bu taahhütlerin yerine getirilip getirilmediği test edilir. Kapsamlaştırma ve eleme basamaklarında olduğu gibi izleme basamağında kullanılacak belirli bilimsel yöntemler yoktur. Çünkü izleme süreci tamamen ülkelerin ekonomik, teknik ve politik yapılarına bağlı olarak şekillenir (Serter 2005).

Bu konuda göz ardı edilmemesi gereken önemli bir gerçek ise ÇED aracının temiz üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması için iyi bir potansiyel olmasına karşılık, bu potansiyelin gerçek hayatta istenilen sonuçları verebilecek şekilde kullanımı ancak uygulama sürecinde görev alan kişilerin bilgi seviyeleri, bilinç düzeyi ve amaçlarının temiz üretim uygulamalarını teşvik edecek yönde olması ile mümkün olduğudur.

2.3.2 Yaşam döngüsü değerlendirme

Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD); 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. YDD çalışması bir karar mekanizması olmayıp, verilecek olan kararlara yardımcı olma niteliği taşır (Demirer ve Mirata 1999a).

YDD sürekli gelişmekte olan, asıl olarak ürünleri hedef alan ve pek çok kullanımı bulunan bir metottur. YDD ana olarak çevresel etiketleme kriterlerinin geliştirilmesinde,

ürünlerin hammaddelerinin, üretim proseslerinin, ekipmanlarının, vb. değiştirilmesi ya da yeniden tasarlanması aracılığıyla çevresel etkilerinin önlenmesi/azaltılması amacıyla kullanılır. Ülkemiz için oldukça yeni bir teknik olan YDD sistemi, çevre yönetim sistemleriyle bağlantılı olarak, bir eylemin tüm çevresel boyutlarını; hammaddenin doğadan eldesinden, tüm atıklar tekrar doğaya dönene kadar değerlendiren bir sistemdir. Bu değerlendirme, ürünün işlenmesinde olduğu kadar enerji de dahil olmak üzere hammaddenin üretilmesi, kullanılması ve atıkların nihai bertarafı sırasında havaya, suya ve toprağa olan tüm etkileri içerir. YDD'ler uluslararası anlamda özellikle yeni ürün geliştirme, stratejik planlama, proses seçimi ve modifikasyonu gibi pek çok sahada kullanılmaktadır. Bu kapsamda YDD, ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemleri içerisinde, ISO14040 serisini (14040, 14041, 14042, 14043) oluşturmakta ve ülkemizde TSE tarafından hazırlanan TS EN ISO 14040 Hayat Boyu Değerlendirme serisi altında ele alınmaktadır (Çokaygil 2005).

Temel olarak YDD dört bileşenden oluşur:

1. Amaç Belirlenmesi: Bu aşamada söz konusu etkinlik/yaklaşım incelenerek, 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 başlıklar altındaki etkileri karşılaştırılır.
4. İyileştirme Değerlendirmesi: İsteye 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 TÜ uygulamalarını yaygınlaştıracak şekilde etkilemek için etkili ve önemli bir araç ise de, YDD 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. Bundan dolayı bu çalışmaların sonuçları dikkatle incelenmeli ve karar aşamasındaki ağırlıkları dikkatli belirlenmelidir (Demirer ve Mirata 1999a).

2.3.3 evre teknolojisi değerlendirme

evre Teknolojisi Değerlendirme (TD), bir teknolojinin insan sağlığı ile doğal sistemler ve kaynaklar üzerindeki etkilerini inceler. TD bir endüstriyel işletmede, bölgede ya da ülkede kullanılmaya başlanacak olan yeni bir teknolojinin etkilerinin belirlenmesi olarak açıklanabilecek olan teknoloji değerlendirmesinin bir parçasıdır. TD şunları içerir:

- Teknoloji geliştirme ve kullanma ile ilgili plan, politika ve programların evre ile ilgili bağlantılarını inceleyen Stratejik evresel Değerlendirme,
- Çeşitli tesis ve projelerin çevresel etki değerlendirmeleri,
- Çeşitli teknolojilerin kullanılması sonucu oluşan deşarjların kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmesi,
- Çeşitli teknolojilerin insan sağlığı ve çevresel değerler üzerindeki risklerinin kalitatif ve kantitatif metotlar kullanılarak belirlenmesi,
- Yaşam döngüsü analizi ile bir ürünün hammadde safhasından, tketickiye ulaştırılması ve nihai bertarafına kadar her aşamada neden olduğu çevresel etkilerin belirlenmesidir (Demirer ve Mirata 1999b).

2.3.4 Kimyasal değerlendirme

Kimyasal Değerlendirme (KD), 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 evre 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. Ayrıca kimyasalların biyolojik olarak

ayrıştırılabilirlikleri ile ilgili bilgiler, o kimyasalların çevredeki kaderini belli eden en önemli özelliklerden biridir.

Çevresel açıdan ele alındığında, üretim proseslerinde kullanılacak olan kimyasal madde yüksek biyodegradasyon (biyolojik olarak ayrışma) potansiyeline, düşük toksisiteye, fosfor ve azot içeriğine sahip olmalıdır (EC 2003). Özellikle düşük biyodegradasyon potansiyeli ve yüksek toksisiteye sahip kimyasallar, kentsel atıksu arıtma tesislerinin işletimi sırasında problemlere neden olabilmektedirler. Metal veya bakteriyel aktiveye engel teşkil eden maddeler içeren boya bileşikleri de bazı durumlarda bu biyolojik arıtma sistemlerini bozabilmektedirler (Wynne ve ark. 2001). Bu nedenle, yüksek kirletici özelliğe sahip olan kimyasal maddelerin, daha az kirletici özelliğe sahip olan veya kirletici özelliğe sahip olmayan kimyasal maddeler ile değiştirilmesi, kirlilik önleme çalışmalarının temel odak noktalarından biri olarak değerlendirilmelidir (Smith 1994).

Kimyasal değişikliği, ürünlerde ve üretimde kullanılan zararlı/tehlikeli olan kimyasalların (maddelerin), aynı işlevselliğe sahip, ürün kalitesini olumsuz etkilemeyecek olan, daha az zararlı/ tehlikeli kimyasallar (maddeler) ile değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Oosterhuis 2006).

Literatürdeki araştırmalarına göre, kimyasal değişiklik çalışmalarının, kirlilik önleme adına önemli getiriler sunması yanında maliyet düşürme açısından da önemli rol oynadığını göstermektedir (Noyes 1992). Atıksu arıtma maliyetleri, üretim prosesleri sırasında daha yüksek biyolojik olarak ayrıştırılabilen yapıda olan kimyasallar kullanıldığında düşebilmektedir (USEPA 1997).

2.3.5 Atık denetleme

Her ürünün üretimi esnasında katı, sıvı ve/veya gaz atıklar ortaya çıkmaktadır. Çevresel problemlere ilaveten bu atıklar üretim prosesi ve kirlilik önleme yatırımlarında değerli materyal ve enerjinin kaybı demektir.

Bu amaçla her proses ve işlem için bir materyal dengesi oluşturulmasını gerektiren Atık Denetleme (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.

AD Uygulması, üretilen atıkların kaynak, miktar ve türlerini tanımlar, kullanılan temel işlemler, hammaddeler, ürünler, su kullanımı ve atık üretimi konularında bilgi toplar, prosesteki yetersizlikleri ve zayıf yönetim noktalarını belirler, temiz üretim için gerekli olan hedefleri belirler, ucuz atık yönetim planlarının geliştirilmesine olanak verir, işyerindeki çalışan personelin temiz üretim' in yararları konusundaki bilinç düzeyini artırır, kullanılan prosesler hakkındaki bilgi düzeyini arttırarak, proses verimliliğinin artırılmasına yardımcı olur (Demirer ve Mirata 1999a).

Üretim prosesinin veriminin geliştirilmesi atık üretiminin üretim kaynağında azaltılmasını belirgin bir şekilde azaltabilir. Geliştirebilecek metotlar, üretim prosesinde basit ve pahalı olmayan küçük değişiklikleri içerirler. Ayrıca üretim prosesinde yer alan tüm hammaddelerin optimizasyonu atık oluşumuna engel olacak diğer bir faktörü oluşturmaktadır. Atık Denetlemesi üretim prosesindeki tüm işlemlerden son ürünün depolanmasına kadar olan tüm adımları içermelidir.

2.3.6 Enerji denetleme

Enerji Denetleme (ED) 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. ED bir işletmenin birim ürün başına kullandığı enerji için yapılan harcamaların azaltılmasına yönelik olarak hazırlanan enerji yönetimi programının bir parçasıdır.

Bir ED 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 (Demirer ve Mirata 1999a).

ED sonucu bir enerji yönetim eylem planı geliştirilerek, uygulamaya koyulur. Daha sonra bu uygulama değerlendirilerek, sürekli bir geliştirmeye tabi tutulur.

2.3.7 Risk denetleme

Risk Denetleme (RD) Uygulaması belli bir etkinliğin içerdiği tüm bileşenlerin değerlendirilerek, insan sağlığı ve çevresel değerler üzerinde oluşturduğu risklerin belirlenmesi amacıyla uygulanır. Risk Denetleme adımları, risk değerlendirmesi ve risk yönetimi olarak belirlenmiştir. Risk değerlendirmesi riskleri, karşılaştırma, derecelendirme ve önceliklendirme için bir dayanak oluşturur. Sonuçlar, aynı zamanda alternatif yönetim seçeneklerinin ilave yorumlanmasını sağlayan maliyet-kar ve maliyet etkinliğini analizlerinde kullanabilir (Schierow 1994).

Risk değerlendirmesi yapan kişi “Durum ne kadar riskli?” diye sorarak bilimsel verilerin çözümlenmesine dayanan bilgileri oluşturur (Vural 2004). Risk yönetimi ise; varolan risklerle ilgili ne yapılması gerektiğinin kararını vermeği sağlamaktadır. Risk yöneticisi “Neyi kabul edebiliriz?”, “Bununla ilgili ne yapabiliriz?” sorularına cevap aramaktadır (Vural 2004).

Çevresel Risk Değerlendirmesi, spesifik kirleticilere veya toksik maddelere maruz kalma durumu sonucunda, insan sağlığı ve çevre üzerinde ortaya çıkabilecek potansiyel olumsuz etkileri tahmin etmek için bilimsel gerçeklerin ve kabullerin kullanıldığı bilimsel bir girişimdir (Holmes ve ark. 1993).

Tehlikeli bir madde çıkışı sonucu çevreye mevcut ve potansiyel tehlikeleri belirlemek ve karakterize etmek, alternatif iyileştirme stratejilerinin ekolojik etkilerini değerlendirmek, seçilmiş iyileştirme için risk altındaki bu doğal kaynakları koruyacak temizleme seviyelerini oluşturmak, risk denetlemenin ana amaçlarını oluşturmaktadır (Çelik 2000). Ayrıca kirliliğin önlenmesine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi, üretim koşullarını ve süreçlerinin iyileştirilmesi ve geri dönüşüm programlarının oluşturulmasında destek sağlar.

Risk Denetleme, beş ana aşamadan oluşmaktadır:

1. Olası hammadde, ara ve son ürün kayıplarının ve bunların insan sağlığı ve çevresel değerler üzerinde oluşturduğu risklerin belirlenmesi,
2. Bu risklerin yol açacağı olası olumsuzlukların değerlendirilmesi,

3. Olası hammadde, ara ve son ürün kayıplarının önlenmesi/azaltılması için alınabilecek önlemlerin belirlenmesi,
4. Bu önlemlerin uygulanması,
5. Bu uygulamanın olası olumlu/olumsuz etkilerinin izlenerek rapor edilmesidir. (Demirer ve Mirata 1999a).

Uygulama sonrası gerçekleştirilecek izleme süreci sonrası bu plandaki eksiklikler belirlenerek sürekli bir geliştirmeye tabi tutulur. Risk Denetleme tamamlandıktan sonra sonuçlar; projelerin, planların, politikaların veya programların tasarımının değiştirilmesi ve optimize edilmesinde, çevresel mülkiyet korumasında güvenlik oranını belirlemek için, yeni standartlar, sınırlar, öneriler belirlemek için yada belirli teknolojileri veya maddeleri seçmek veya yasaklamak için kullanılabilir (Erdmenger 1998).

2.4 Dünya’da Yapılmış Temiz Üretim Uygulamaları

Temiz üretim çalışmaları birçok ülkede ve hemen hemen birçok alanda uygulama imkanı alan alternatifleri oluşturmaktadır. Değişik sektör ve ülke örnekleri ile birlikte uygulaması yapılan örnekler halinde aşağıda özetlenmiştir.

Firma - 1

Courtaulds Socks, Leicester, İngiltere

Sektör: Tekstil

Uygulanan Yöntemler: Yeni bir Ekipman Kullanımı, Suyun Geri Kazanımı

* Boyama tanklarının içine sentetik kil içeren bir absorpsiyon sistemi yerleştirildi ve reaktif boya maddelerinin ve diğer organik atıkların atıksudan emilimi sağlanmıştır.

* Boyar maddelerden ve organik atıktan arındırılan suyun yıkama banyolarında yeniden kullanımı sağlanmıştır.

Atık Azaltımı ve Tasarruf:

*Boyama tankında oluşan atıksuyunun % 65’inin geri kazanımı sağlanmıştır.

*Su kullanımında 60,000 m³/yıl’lık bir azalma sağlanmıştır.

*Atıksu’daki boyar madde ve organik kirlilik büyük ölçüde azaltılmıştır.

*Kimyasal kullanımında % 12 azalma sağlanmıştır.

Ekonomik Fayda:

*85.020 Euro / yıl (Amortisman Süresi:1.6 yıl) (Demirer 2008).

Firma -2

CFI, NC, ABD

Sektör: Tekstil

Uygulanan Yöntemler: Ekipman Modifikasyonu (otomasyon)

*Boyama tanklarında var olan ancak kullanılmayan debimetreler, aktif hale getirilmiştir.

*Boyama tanklarına yerleştirilen diferansiyel basınç ileticileri yardımı ile tanklardaki boyama çözeltisi miktarlarının sürekli olarak ölçümü sağlanmıştır.

*Kullanılan bir bilgisayar programı/otomasyon sistemi yardımı ile boyama tanklarında uygulanan boyama süreçleri otomatik olarak izlenebilir/kontrol edilebilir hale getirilmiştir.

*Bu otomasyon sistemi, farklı nitelik ve miktarlardaki kumaşların boyanması için gerektiği kadar boya/boyama çözeltisi kullanımına olanak vermiştir.

Atık Azaltımı ve Tasarruf:

*Su, ısı ve kimyasal kullanımında % 6-16 arasında azaltım sağlanmıştır.

*Toplam 53.374 m3/yıl su ve 407,8 ton/yıl kimyasal tasarrufu sağlanmıştır.

*Su kullanımı ve ayrıca arıtılması gereken atık su miktarı da ciddi ölçüde azalmıştır.

Ekonomik Fayda:

*172.755 Dolar/yıl (Amortisman süresi: 4 ay) (Demirer 2008).

Firma -3

Shaoxing Tahıl ve Yağ Fabrikası (SCOF), Çin

Sektör: Gıda

Uygulanan Yöntemler: Yeni Teknoloji Kullanımı

*Yeni hidrojenasyon ekipman ve tekniği kullanılmıştır, bu tekniğin özellikleri aşağıdaki gibidir :

(1) Yağ susuzlaştırma ekipmanı eklenmiştir.

(2) Yüksek basınçlı hidrojenasyon sağlanması için, hidrojenasyon reaktörüne karıştırıcı eklenmiştir,

(3) Yağ ve hidrojenin giriş/çıkış kontrollerinin daha ağlam olması için, ekipmanlar arasına debimetreler monte edilmiştir.

*Alkalin Rafineri Bölümü ayırıcı ekipman ile değiştirilmiştir ve proses kontrol ekipmanı eklenmiştir.

*Kokusuzlaştırmayı ve renksizleştirmeyi birbirine seri bağlayabilen ve otomatik devamlı operasyon sağlayan en üstün teknolojik ekipman adapte edilmiştir.

Atık Azaltımı ve Tasarruf:

*Katalizör Tüketimi: Bir ton yağ başına 3.2 kg'dan 2.26 kg'a düşmüştür.

*Soğutma suyu azaltımı: 28.02 m³/ton yağ

*Su kullanımı azaltımı: 30.42 m³/ton yağ

*Yağ kaybı: %5.73'ten %2.71'e düşmüştür.

Ekonomik Fayda:

439.475 Dolar/yıl (Amortisman süresi : 3,9 yıl) (Demirer 2008).

Firma -4

A.G. Simpson Co. Ltd. Oshawa, Ontaria, Kanada

Sektör: Otomotiv

Uygulanan Yöntemler:

Demir ve nikel kontamine olmuş, %70'lik atık sülfürik asit çözeltisinin %50 daha az üretimi ve tesis dışında tasfiye gereksiniminin tümüyle ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Atık Azaltımı ve Tasarruf:

*8000 kg (%50) sülfürik asit atığının üretimi önlenmiş, 4000 kg atığın arıtma tesisine yollanması yerine, yeniden kullanılması sağlanmıştır.

Ekonomik Fayda:

*212.500 Dolar /yıl(Amortisman süresi : 0,1 yıl)
(<http://www.on.ec.gc.ca/pollution/third-auto-parts/intro.html>, 2012)

Firma-5**Burlington Technologies Inc. (Burlington, Kanada)**

Sektör:_Metal

Uygulanan Yöntemler: Çeşitli makina işlemlerinden kaynaklanan metal işleme sıvılarının geri kazanımı ve yeniden kullanımı sağlanmıştır.

Atık Azaltımı ve Tasarruf: Atık metal işleme sıvıları üretim miktarında %90, yeni metal işleme sıvıları satın alım miktarında %50 azaltım. Bu uygulama sonrasında atık sıvı tasviyesi için harcanan miktar %98 oranında azaltılmış, buradan edilen tasarrufla bu işlemi yapan firmadan kullanılmış (atık) yağ geri dönüşümü için hizmet alınmıştır.

Ekonomik Fayda:

25.000 Dolar/yıl (Amortisman süresi:0,4 yıl)
(<http://www.ec.gc.ca/cppic/en/search.cfm?txtSearchString=automotive>, 2012)

Firma-6**The Zhongce Beijing Bira Fabrikası,Çin**

Sektör: Bira Üretimi

Uygulanan Yöntemler: Ekipman Modifikasyonu

*Yüksek bira kaybını ve diatomit kullanımına sebep olan ve tam üretim kapasitesini karşılamayan diatomit filtre için santrifüj sistemi adapte edilmiştir. *Üretimde optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

Atık Azaltımı ve Tasarruf:

* Üretimde optimizasyon sonucu yıllık bira üretimi 3200 ton artırılmıştır, KOİ emisyonu azaltımı yıllık 35,2 ton olarak gerçekleşmiştir.

*Hammadde tasarrufu ve atık azaltımı sonucu yıllık 220.5 ton KOİ emisyon azaltımı sağlanmıştır. *Temiz üretim teknolojileri uygulamaları sonucu elde edilen yıllık KOİ emisyon azaltımı 102 ton'dur.

Ekonomik Fayda

*131.800 Dolar/yıl (Amortisman süresi : 2,6 yıl) (Demirer 2008).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Firma Hakkında Genel Bilgiler

Leoni Kablo ve Teknolojileri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti, Bursa Serbest Bölge’de Kablo üretim faaliyeti gerçekleştirmektedir. Leoni Kablo Türkiye; Otomotiv ve Beyaz Eşya endüstrisi için ve hertürlü özel amaç için kullanılan kabloları üreten uluslararası bir üreticidir. Dünya üzerine yayılmış 23 ülkede 52 üretim ve/veya Satış Merkezinde yaklaşık 4,5 Milyar € ciro ve 50 000 çalışana sahiptir. Müşteri spesifikasyonlarına ve uluslararası standartlara uygun olarak üretilen çeşitli kablolar dünyanın önde gelen Otomotiv ve Beyaz eşya üreticileri tarafından yıllardır kullanılmaktadır.

2000 yılında Leoni AG tarafından satın alınan Siemens Kablo Sistemleri, Leoni Kablo ve Teknolojileri San. ve Tic. Ltd Şti. adını almıştır. Leoni Kablo 2000 – 2005 yılları arasında faaliyetini Mudanya da sürdürmüş ve 2005 yılında Mudanya’daki fabrikasından Bursa Serbest Bölge’deki 6 500 m²’lik kapalı alana sahip yeni fabrikasına taşınmıştır. Leoni Kablo Türkiye 102 çalışana ve 92 Milyon € ciroya sahiptir.

Leoni Kablo Türkiye ISO/TS 16949, ENISO 14001, DQS, VDE 0281 /282’ye göre HD 21 ve 22 “HAR” ve kalite belgelerine sahiptir. Ayrıca GM, Toyota ,VW, DC, PSA, Fiat, Mercedes, Bosch, BMW ve FORD gibi otomotiv devleri için özel şartnamelere göre üretim yapmakta ve her türlü teknik desteği sunmaktadır.

3.2 Proses Hakkında Genel Bilgiler

Leoni Kablo Türkiye; Otomotiv ve Beyaz Eşya endüstrisi için ve her türlü özel amaç için kullanılan kabloları üreten uluslararası bir üreticidir.

Üretim faaliyeti için kullandığı 3 ana proses olup, bu proseslerin açıklamaları aşağıda verilmiştir:

Tel Çekme Prosesi

Üretim ihtiyacına göre ham mamul depolarından alınan 1,80 mm çapındaki bakır tellerin kalınlığı, tel çekme makinelerindeki çeşitli büyüklüklerdeki haddelerden geçirilerek 0,20 mm çapına kadar düşürülür. Tesiste yer alan 3 adet tel çekme makinasından ikisi aynı anda 8, diğeri ise 16 adet tel işleyebilmektedir.

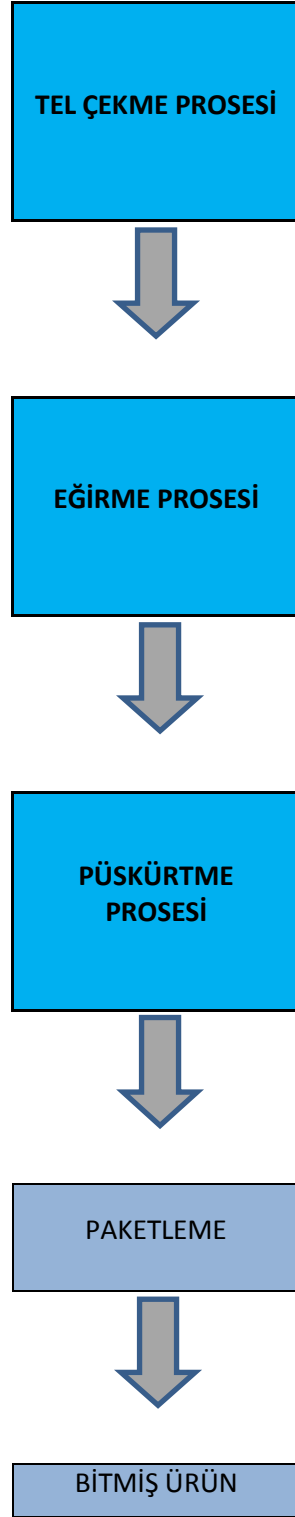
Eğirme Prosesi

Tel çekme işleminden çıkıp büküme gelen paralel bakır teller çeşitli kombinasyonlarda gruplanarak bükülürler. Bu işlem iletkenin esnek olmasını sağlayarak, bükülgenliğini arttırır. Bu işlem için kullanılan 19 adet büküm makinesi mevcuttur. Bu proseste, tellerin boyları uzayarak, çaplar azalmaktadır. Direncin yükselmesi nedeniyle, başlangıç dirençleri ve son dirençleri ölçülür. Değerler referans aralığında ise uygunluk etiketi dökülerek, püskürtme prosesinde kullanılabilir.

Püskürtme Prosesi

Tel çekme ve büküm bölgesinden geçen bakır teller, bu ünitenin devamında bulunan PVC ve PP püskürtme makinelerine gelmektedir. Burada belli bir sıcaklıkta eriyik haline getirilen plastik granüller, basınçlı bir şekilde, büküm kısmından gelen bükülü tellerin üzerine püskürtülmektedir. Tesiste bu işlemi gerçekleştiren 7 adet püskürtme hattı mevcuttur. Kablo halini alan teller, püskürtme işleminden sonra kablo soğutma kanalına sokularak burada su yardımıyla soğutulmaktadır. Soğutulan kablolar ilk önce kurutulur ve daha sonra hattın üzerinde bulunan hasarsızlık kontrol, boğum kontrol, çap kontrol ünitelerinden geçerek plastik makaralar üzerine otomatik sarıcı sistemi ile sarılırlar.

Püskürtme hattından çıkan üretimi tamamlanmış kablo makaraları çeşitli kontrollerden sonra etiketlenerek ambalajlama bölümüne gönderilirler. Bu makaralar 6'lı gruplar halinde paletler üzerine yerleştirilerek dışları plastik folyo ile sarılır. Sipariş durumuna göre araçlara yüklenen paletler müşteri firmalara sevk edilir. Tesis proses akış şeması Şekil 3.1'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Proses Akış Şeması

3.3 Firmanın Çevresel Performansı Hakkında Genel Bilgiler

Leoni Türkiye’de çevre yönetiminin amacı, doğal kaynakları en etkin şekilde kullanarak her türlü atığın oluşumunun en aza indirilmesi ve bertarafı için alınması gereken önlemleri belirlemektir. Bu kapsamda tüm çevre mevzuatı olan kanunlara, yönetmeliklere ve talimatlara uymak suretiyle operasyonel faaliyetler gerçekleştirilir.

Atık Yönetimi

Prosesler ve faaliyetler için gerekli malzemelerin çevreye uyumlu olmasına dikkat edilir. Oluşan tüm atıklar Atık Yönetimi Listesi’nde belirtilir. Atık sınıfı belirlemek için gerekirse analiz yaptırılır. Oluşan atıklar atık türüne göre etiketlenmiş konteynırlarda biriktirilir. Biriken atıklar atık sahasına getirilir ve tehlikeli olanlar Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ne uygun olarak etiketlenir. Atık sahasında atıkların dökülme, sızma ve buharlaşma yoluyla çevreye dağılmasını engellemek için gerekli önlemler alınır. Atıkların, ilgili yönetmelik koşullarını sağlayacak şekilde bertaraf veya geri kazanım tesisine taşınması sağlanır. Tehlikeli atıklar lisanslı araçlarla taşınır. Atıklar yönetmeliklere uygun şekilde paketlenir, etiketlenir ve lisanslı bertaraf firmasına gönderilir.

Atıksu Yönetimi

Leoni Türkiye’de su ve atıksu yönetiminin amacı, doğal kaynakların korunması amacıyla su tüketiminin azaltılması bunun için gerekli önlemlerin alınması ve oluşan atıksuların yönetmeliklere uygun bir şekilde kanalizasyona deşarjının sağlanmasıdır. İşletmede oluşan tüm atıksu ve yağmursuları ayrı kanallar vasıtasıyla toplanmaktadır. Toplanan atıksular, BUSEB Ortak Arıtma Tesisi’nde arıtmaya tabi tutulmaktadır. Periyodik olarak atıksu analizleri yaptırılır ve BUSEB’ten atıksu bağlantı izni her yıl yenilenmektedir. Atıksular, yönetmeliklere uygun bir şekilde kanala deşarj edilir.

Hava Kalitesi Yönetimi

Havaya verilen emisyonların azaltılması ve emisyonların kirlilik konsantrasyonlarının azaltılması için gerekli önlemlerin alınması firma açısından önem taşımaktadır. Operasyonel faaliyetleri esnasında oluşan tüm emisyonlar (gaz, toz ve uçucu organik bileşikler) ortama yayılmadan ve havalandırma yoluyla havaya karışmadan önce uygun yöntemlerle toplanıp, yönetmelik koşullarına uygun bir baca vasıtasıyla atmosfere

verilir. Endüstriyel kaynaklı emisyon kaynakları için ilgili mevzuat gereği izinler alınır ve güncelliğini sağlamak için periyodik ölçümler yaptırılarak, parametreler takip edilir.

Gürültü Yönetimi

Üretim faaliyetlerinden kaynaklanan gürültünün kontrolü çevre ve insan sağlığı açısından önemlidir. Gürültüye neden olan kaynaklar tespit edilerek Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği sınır değerlerinin altında kalacak şekilde önlem alınması zorunludur. Bu kapsamda gürültü kaynaklarında periyodik ölçümler yaptırarak sınır değerleri uyumunu kontrol eder ve gerekli ise önlem alınmasına karar verir. Firma içinde yapılan ölçümlerde gürültü değerlerinin 85 ile 105 dB arasında olduğu belirlenmiştir. Bu alanlarda korucu kulaklık kullanımı zorunlu kılınmıştır.

Kimyasal Yönetimi

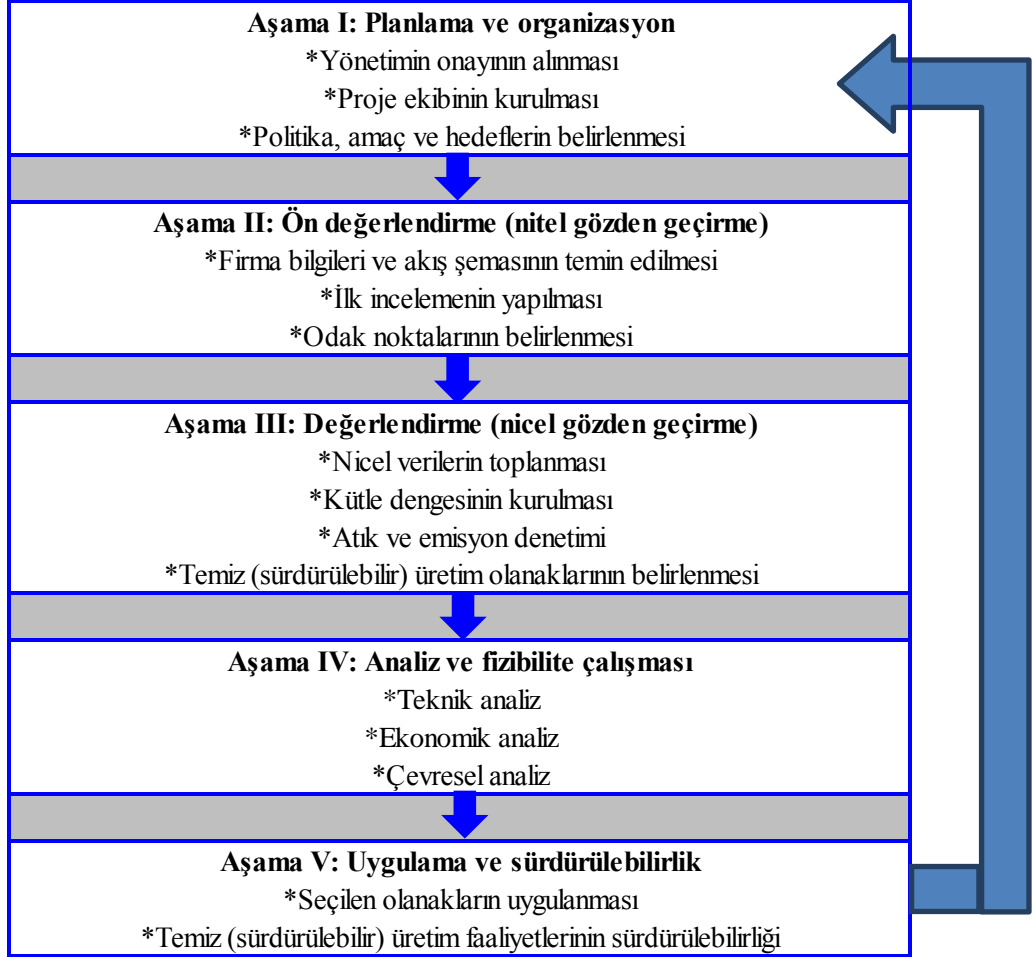
Üretim faaliyetleri sırasında kullanılmakta olan kimyasallarda Çevre Mevzuatı kapsamınca yasaklı olan ve Avrupa Birliği REACH direktifinde yasaklanan hiçbir madde bulunmamaktadır. Her madde satın alınmadan ve kullanılmadan önce araştırılarak bu maddenin tehlikeli olup olmadığı tespit edilir. Maddenin tehlike özelliğine göre mümkünse ve mevcutsa daha az tehlikeli olanın araştırılması ve seçilmesi önceliklidir. Bu araştırma tedarikçiden alınacak MSDS raporları ile yapılır. Alınan MSDS raporlarından, ilgili kimyasalın bulunduğu alanlara Malzeme Güvenlik Bilgi Formu hazırlanarak konmaktadır, ve bu sayede o madde ile çalışan kişilerin madde özelliği hakkında bilgi sahibi olması sağlanır. Ayrıca verilen periyodik eğitimler ile tehlikeli maddelerin kullanılması ve gerekli koruyucu önlemler hakkında çalışanlar bilgilendirilmiş olunur.

3.4 Metodoloji

Temiz üretim değerlendirmesi, endüstriyel proseslerin etkilerinin ve çevresel boyutlarının analiz edilerek, kaynakların verimsiz kullanıldığı ve atıkların iyi yönetilemediği alanların ve temiz üretim olanaklarının belirlenmesini hedefleyen bir yöntemdir (UNEP, 2000).

Kaynak tüketimi, tehlikeli madde ve atık üretiminin azaltılabileceği alanları belirlemektir. Şekil 3.2’de temiz üretim değerlendirmesine yönelik farklı kaynaklara ve

bu kaynaklarda belirtilen temiz üretim değerlendirme adımlarının aşamaları verilmektedir.



Şekil 3.2 Temiz Üretim Değerlendirme Yöntemine Genel Bakış (UNEP, 1996)

3.4.1 Planlama ve Organizasyon

Bu aşamanın amacı yapılacak değerlendirme çalışması (proje) için yönetimin onayını almak, firmanın ve yönetimin temiz üretim yaklaşımını benimsemesini sağlamak, gerekli kaynakları tahsis etmek ve yapılacak işi planlamaktır. Eğer bu altyapı iyi kurulursa projenin başarılı olma şansı artacaktır.

3.4.1.1 Yönetimin onayının alınması

Dünya çapındaki şirketlerin deneyimleri ve literatüre geçen farklı ülkelerdeki örnekler, temiz üretimin hem çevresel gelişme ve iyileştirme hem de daha iyi ekonomik performans ile sonuçlandığını göstermektedir (UNEP, 2000).

Ülkemizde gerçekleştirilen uygulamalar da bu bulguyu doğrulamakta, hem büyük, hem de küçük işletmelerde önemli kazanımların sağlanabildiğini ortaya koymaktadır. Bu gerçeğin en doğru ve etkin şekilde üst yönetime aktarılması gerekmektedir; projenin hayata geçmesi ve başarılı olması üst yönetimin desteğine ve onayına bağlıdır (Alkaya ve ark. 2011).

3.4.1.2 Proje (Temiz Üretim) ekibinin kurulması

Proje ekibinin olabildiğince erken bir aşamada kurularak süreçte yer alması sağlanmalıdır. Temiz üretim uygulamalarının firma çalışanlarının da yer aldığı bir “ekip” tarafından gerçekleştirilmesi;

- ✓ çalışanların çalışmayı sahiplenmesi ve uygulamayı kolaylaştırması,
- ✓ farklı bakış açıları ve bilgilerin paylaşılması,
- ✓ ilgili üretim proseslerini değerlendirirken gerçek verilerin kullanılması

kapsamında sağlanan avantajlar nedeniyle önemlidir.

3.4.1.3 Politika amaç ve hedeflerin belirlenmesi

Bir firmanın çevre politikası, temiz üretim değerlendirme çalışması için de yol gösterici ilkelerin ana hatlarını göstermektedir. Çevre politikasının yönetim tarafından benimsenmiş olması gerekli ve önemlidir. Çevre politikasının içselleştirilmesi, proje ekibinin firma içindeki temiz üretim olanakları hakkında daha fazla fi kir sahibi olmasını sağlarken, motivasyon ve amaca odaklılık açısından da katkısı olacaktır.

Söz konusu amaçlara ulaşılabilmesi için temiz üretim ekibi tarafından ölçülebilir ve izlenebilir hedeflerin belirlenmesi gereklidir. Hedefler, genel olarak üretim maliyetlerinin azaltılması, kaynak verimliliğinin artırılması gibi amaçlara yönelik olarak olabildiğince sayısal olarak tanımlı ve ölçülebilir/ izlenebilir hedefler olmalıdır. Bu kapsamda:

- ✓ atık taşıma ve bertaraf maliyetlerinin azaltılması,

- ✓ malzeme kaybının azaltılması
- ✓ ürün çıktısının artırılması, firelerin azaltılması,
- ✓ farklı atıkların ayrı toplanması,
- ✓ atıkların değerlendirilmesi için alıcıların bulunması,
- ✓ üretim verimliliğinin artırılması,
- ✓ tehlikeli maddelerin kullanımının azaltılması,
- ✓ enerji kullanımının azaltılması,
- ✓ su kullanımının azaltılması

gibi alanlara yönelik hedefler belirlenebilir (Alkaya ve ark. 2011).

3.4.2 Ön Değerlendirme

Ön değerlendirmenin amacı firmanın üretimi ve çevresel yönleri hakkında genel fikir sahibi olmaktır. Üretim proseslerinin tanımlanabilmesi için, girdi, çıktı ve çevresel sorun alanlarını gösteren akış şemalarının oluşturulması ve değerlendirilmesi gereklidir.

3.4.2.1 Firma bilgileri ve akış şemasının temin edilmesi / oluşturulması

Firmanın üretimine yönelik olarak aşağıda yer alan soruların cevaplarının belirlenmesi gereklidir.

- ✓ Firmanın üretim konusu nedir?
- ✓ Firma nasıl örgütlenmiştir/ yönetilmektedir?
- ✓ Üretimde kullanılan prosesler nelerdir?

Firma ile ilgili veriler derlenirken, kıyaslama (benchmarking) yapılabilecek verilerin de ulaşılabilen kaynaklar ölçüsünde derlenmesi yararlı olacaktır. Bu kapsamda aynı sektörde faaliyet gösteren fabrikaların verileri, benzer firmaların üretim raporları, denetleme raporları, literatür verileri, “en iyi uygulama” ya da “mevcut en iyi teknikler” ile ilgili veriler dikkate alınabilir.

Firma faaliyetleri içerisinde yer alan proseslerin detayları proses akış şemaları kullanılarak hazırlanmalıdır. Proses akış şeması hazırlanması işi, ön değerlendirmenin anahtar adımı olup bundan sonraki aşama kütle ve enerji denge tablolarının

oluşturulmasıdır. Her bölüm ya da proses için bağımsız girdi/ çıktı kayıtları ile birlikte proses akış şemasının gözden geçirilmesi sağlanmalıdır (UNEP, 2000).

3.4.2.2 İlk incelemenin yapılması

Eğer gerekiyorsa, ilk incelemede ilgili proses başından sonuna kadar izlenir; ürünler, atıklar ve emisyonların olduğu bölümlere odaklanılır. Bu sırada söz konusu procese çalışan operatörlerle konuşmak önemlidir. Çünkü operatörler her zaman prosesler hakkında fikir sahibidirler ve atık kaynaklarını ve temiz üretim olanaklarını tanımlamada yararlı olabilecek bilgileri sağlayabilirler.

İlk inceleme sırasında belirlenen problemler listelenir ve söz konusu problemlere yönelik belirgin çözümler var ise bunlar kaydedilir. Düşük maliyetli veya hiçbir maliyeti olmayan çözümlere özel önem verilmelidir (UNEP, 2000).

3.4.2.3 Odak noktalarının belirlenmesi

Ön değerlendirme aşaması için son adım özellikle değerlendirme aşamasında odaklanılacak öncelikli ve kirlilik/ verimsizlik potansiyeli yüksek noktaların (proses) belirlenmesidir. Normal şartlar altında, ideal olan tüm proses ve işlemlerin değerlendirilmesi olmakla birlikte, zaman ve kaynak kısıtlamaları, üretimin en önemli proseslerine odaklanılmasını gerektirmektedir. Temiz üretim değerlendirmeleri için yüksek potansiyelli prosesler genellikle aşağıdaki kriterler doğrultusunda belirlenmektedir:

- ✓ Büyük miktarda atık ve emisyonların oluşması,
- ✓ Tehlikeli kimyasalların ve malzemelerin kullanılması veya üretilmesi,
- ✓ Beraberinde yüksek mali kayba yol açması, üretim maliyetlerinde önemli bir yer tutması,
- ✓ Çalışanlar tarafından olası bir sorun kaynağı olarak belirtilmiş olması,

Ön değerlendirme aşamasında toplanan tüm bilgiler iyi organize edilmeli, kolay ulaşılabilir ve güncellenebilir olmalıdır (UNEP, 2000).

3.4.3 Değerlendirme

Değerlendirme aşamasının amacı veri toplamak, çevre performansı ve firmanın üretim verimliliğini ölçmektir. Yönetim faaliyetleri hakkında toplanan veriler, tüm üretimin

verimliliğinin izlenmesi ve kontrolü, hedeflerin ve hesaplanan aylık/ yıllık göstergelerin düzenlenmesi için kullanılabilir. Operasyonel faaliyetler için toplanan veriler ise, belirli bir prosesin performansını değerlendirmek için kullanılabilir (UNEP, 2000).

3.4.3.1 Nicel veri toplanması

Tüketilen kaynakların, açığa çıkan atık ve emisyonların miktarlarına ilişkin nicel verilerin toplanması büyük önem taşımaktadır. Söz konusu verilerin birim üretim miktarı üzerinden tanımlanmasına çalışılmalıdır.

Ne tür verilerin toplanması gerektiği belirlenirken, ön değerlendirme aşamasında elde edilen girdi - çıktı kayıtları kullanılmalıdır. Pek çok veri firmanın kayıt sistemlerinde yer almaktadır. Stok kayıtları, muhasebe kayıtları, satın alma makbuzları, atık bertaraf kayıtları ve üretim verileri örneklerden bazılarıdır. Herhangi bir veriye ulaşamadığı durumlarda tahminler veya doğrudan ölçümler yapılması gerekmektedir (UNEP, 2000).

3.4.3.2 Kütle Dengesi

Kütle dengesi, üretimin gerçekleştirilmesi için yararlanılan kaynakların ve hizmetlerin yanı sıra üretimden kaynaklanan kayıp, atık ve emisyonların belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Diğer bir ifadeyle kütle dengesi girdilerin ne kadarının ürüne ne kadarının atık ve emisyonlara dönüştüğünün ortaya konulmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla kütle dengesi prosesin “girdi çıktı dengesi” ilkesine dayanmakta ve belli bir malzeme bazında yapılmaktadır. Kütle dengesi kısaca aşağıdaki basit denklemlerle açıklanabilir (NSW/EPA 200):

Toplam giren malzeme = (Ürüne dönüşen + Atığa Dönüşen + Emisyona Dönüşen + Sitemde Biriken) Malzeme

Kütle dengesi önceden bilinmeyen ya da bir bütün olarak ortaya konmamış olan atık, emisyon ve kayıpların belirlenmesi ve ölçülmesini sağlayarak, söz konusu emisyon ve kayıpların kaynakları ve nedenlerinin belirlenmesini sağlar. (Alkaya ve ark. 2011).

Kütle dengesi her bir temel işlem için yapıldığında daha kolay gerçekleştirilebilmekte ve daha doğru sonuçlar vermektedir.

Bu çalışma tamamlandıktan sonra tüm firma çapında genel bir kütle dengesi de yapılabilir. Kütle dengesi aynı zamanda girdiler, çıktılar ve belirlenen kayıplar ile maliyetleri ilişkilendirmek için de kullanılacaktır. (UNEP 2000).

Kütle dengesinin oluşturulmasına yönelik farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Bu süreçte aşağıdaki noktalar göz önünde bulundurulmalıdır:

- ✓ Prosesler için olabildiğince detaylı bir akış şemasının hazırlanmalı,
- ✓ Tüm üretim prosesi alt proseslere bölünmelidir.

Prosesler için çevresel performans göstergeleri de, kütle dengesi verilerinden geliştirilebilir. Bu göstergeler, aynı süreçte oluşan malzeme girdi veya atık miktarlarının üretim miktarına oranlanması ile elde edilebilir.

Performans göstergeleri, diğer firmaların verileri, uluslar arası standartlar veya literatürdeki değerler ile karşılaştırılarak aşırı kaynak tüketimi veya atık üretimi durumlarını belirlemek için kullanılabilir; ayrıca firmanın çevresel hedeflerinin izlenmesini de kolaylaştırır (UNEP, 2000).

3.4.3.3 Atık ve emisyon denetimi

Değerlendirme çalışması kapsamında girdi - çıktı ve kütle dengesi çalışmalarının sonuçlarına paralel ve entegre olarak, özellikle öne çıkan temiz üretim alanlarına yönelik “atık ve emisyon denetimi” çalışması da gerçekleştirilebilir.

Atık ve emisyon denetiminin kapsamı ve karmaşıklığı, doğrudan incelenen üretim proseslerinin kapsamına ve karmaşıklığına bağlıdır. Böyle bir çalışma kapsamında;

- ✓ Atık ve emisyonların türleri, kaynakları; katı sıvı, gaz ve toksisite özellikleri
- ✓ Atığın ve emisyonun oluşma şekli (aralıklı, sürekli), arıtma gereksinimi (sahada veya saha dışı) ve arıtma maliyeti
- ✓ Atığın ve emisyonun geri kazanım/ geri dönüşüm durumu,
- ✓ Atığın ve emisyonun arıtma, geri kazanım, geri dönüşüm,
- ✓ depolama, işçilik, özel taşıma ve bertarafına yönelik detaylı atık yönetim bilgileri ve bu süreçlere ilişkin tüm maliyetler

gibi konuların değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, atık önleme, geri dönüşüm veya yeniden kullanımı için fırsatlar da ortaya çıkarabilecektir (UNEP, 2000)

3.4.3.4 Temiz üretim olanaklarının belirlenmesi

Temiz üretim olanaklarının belirlenmesi proje ekibinin ve firma personelinin deneyime dayalı bilgi birikimine ve yaratıcılığına bağlıdır. Temiz üretim olanaklarının birçoğu problemlerin ana nedenlerinin dikkatlice araştırılması sonucunda belirlenir. Temiz üretim olanaklarının belirlenmesinin bir diğer yöntemi ise firmanın farklı birimlerinden katılımcıların, spesifik problemleri tartışacakları bir “beyin fırtınası” etkinliği düzenlemektir. Bu tür bir çalışmanın yararlı ve etkin olabilmesi için proje liderinin ekibi aşağıdaki soruların doğrultusunda yönlendirmesi beklenir:

- ✓ Herhangi bir yöntem ile ürünü modifiye ederek atık oluşumunu azaltabilir veya yok edebilir miyiz?
- ✓ Hangi girdiler (ör: toksik ya da tehlikeli malzemeler) atıkları en aza indirmek veya uzaklaştırmak için ortadan kaldırılabilir?
- ✓ Atık üretimini azaltmak için hangi proses ve bileşenleri (ör: tasarım, ekipman, makine, boru hatları, vb.) gözden geçirmek gerekir?
- ✓ Atık üretimini azaltmak veya en aza indirmek için prosedürler geliştirilebilir mi?
- ✓ Atıklar yeniden kullanılabilir veya geri kazanılabilir mi?
- ✓ Aynı sektördeki en iyi örnek uygulamalar nelerdir? (UNEP, 2000).

3.4.4 Analiz ve Fizibilite Çalışması

Analiz ve fizibilite aşamasının amacı önerilen temiz üretim olanaklarının incelenmesi ve uygulamaya uygun olanların seçilmesidir.

Değerlendirme aşamasında belirlenen olanakların tamamı, teknik, ekonomik ve çevresel özelliklerine göre incelenmelidir. Ancak bu çalışmanın derinliği proje tipine bağlıdır.

Karmaşık projeler, basit projelere göre genellikle daha fazla zaman gerektirmektedir. Bazı olanaklar için diğerlerine kıyasla daha fazla bilgi toplanmasına ihtiyaç duyulabilir (UNEP, 2000).

3.4.4.1 Teknik analiz

Karmaşık ve yüksek maliyetli olanakların uygulamaya geçirilmesinden önce; ürünlerin, üretim proseslerinin potansiyel etkileri ve önerilen değişikliklerin güvenlik açısından

değerlendirilmesi gerekmektedir. Temiz üretim olanağının uygulanması için gerekli olan teknolojinin firma açısından ulaşılabilir ve uygun olup olmadığı değerlendirilir, uygunsa gerekli değişikliklerin yapılıp yapılamayacağı incelenir (Alkaya ve ark. 2011).

3.4.4.2 Ekonomik analiz

Bu aşamanın amacı, temiz üretim olanaklarının maliyet etkinliğinin değerlendirilmesidir. Ekonomik açıdan uygulanabilirlik bir olanağın hayata geçirilebilmesi ile ilgili çok önemli bir parametredir. Ekonomik analiz gerçekleştirilirken, değişikliklerin maliyeti, uygulama sonucunda ortaya çıkacak kazançlar ile karşılaştırılır.

Geri ödeme süresi, bir işlem veya operasyonu geliştirmek veya değiştirmek için harcanan paranın tasarrufunun zaman olarak ifade edilmesidir:

Geri ödeme süresi (yıl) = Toplam yatırım (sermaye ve proje) maliyeti / Yıllık net işletme maliyeti tasarrufu

3.4.4.3 Çevresel analiz

Çevresel analizin amacı ilgili temiz üretim olanağının olumlu ve olumsuz çevresel etkilerinin belirlenmesidir. Çoğu durumda çevresel avantajlar belirlidir. Kaynak tüketiminde azalma, toksisitede ve/veya atık, emisyon miktarında azalma, vb. buna örnek olarak verilebilir. Diğer durumlarda, hangi çevresel avantajların daha önemli olduğunun incelenmesi gerekmektedir. İyi bir çevresel analiz için aşağıdaki alanlardaki değişimin belirlenmesi gereklidir:

- ✓ Atık veya emisyonların toksisiteleri,
- ✓ Enerji tüketimi,
- ✓ Malzeme (hammadde, yardımcı madde, vb.) kullanımı,
- ✓ Atıkların veya emisyonların biyo-parçalanabilirlik özellikleri,
- ✓ Kullanılan yenilenebilir malzeme miktarı,
- ✓ Atıkların ve emisyonların yeniden kullanılma oranı,
- ✓ Ürünlerin çevresel etkileri.

3.4.5 Uygulama ve Sürdürülebilirlik

Son aşamanın amacı, seçilen olanakların uygulanması ve kaynak tüketimi ve atık oluşumunda ortaya çıkan azaltımlarının sürekli olarak izlenerek sürdürülmesinin sağlanmasıdır.

3.4.5.1 Seçilen olanakların uygulanması

Diğer yatırım projelerinde olduğu gibi, temiz üretim olanaklarının uygulanması da işletme prosedürlerinin değiştirilmesini ve/veya yeni ekipman alımını gerektirebilmektedir. Bu nedenle, firma diğer yatırım projelerinde kullandığı benzer süreçleri izlemelidir (UNEP, 2000). Diğer bir ifadeyle, belirlenen temiz üretim olanağının hayata geçirilmesine yönelik gereksinimlerin belirlenmesi, gereksinimlerin firma içinden ya da dışından karşılanmasına yönelik çalışmaların yapılması, uygun alt yüklenicilerin belirlenmesi, vb. süreçler uygulanmalıdır.

3.4.5.2 Temiz üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği

Temiz üretim firmada birkaç uygulama ile sınırlı kalabilecek bir konu olmamalı, firmanın yönetim ve üretim süreçlerine entegre bir yaklaşım olarak sürdürülebilir olmalıdır. Temiz üretim uygulamalarının firmada sürekli hale getirilebilmesinin en iyi yolu üst yönetimce onaylanan bir çevre yönetim sisteminin veya bütünsel bir çevre-kalite yönetim yaklaşımının yönetim kültürünün bir parçası haline getirilmesidir (Alkaya ve ark. 2011).

Hangi yaklaşımın ele alındığından bağımsız olarak, temiz üretim değerlendirmesi ve çevre yönetim sistemleri birbiri ile uyumludur ve birbirlerini tamamlamaktadır. Temiz üretim projelerinin teknik yönü daha ağırlıklıdır; çevre yönetim sistemi ise yönetsel bir çerçeveye odaklanmakla birlikte teknik bir yaklaşım da gerektirmektedir.

Temiz üretim değerlendirmesi gibi, çevre yönetim sistemi de süreklilik içinde değerlendirmeli ve sürekli gelişim zorunlu hale getirilmelidir. Firma içi ve firma

dışı çeşitli etkenlerin sisteme yansımaları olsa da, genel olarak her çevre yönetim sistemi firmanın iş planı ile uyumlu ve onu tamamlayıcı şekilde olmalıdır (UNEP, 2000).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Planlama ve Organizasyon

Bu amaçla firma içinde işbirliği gerçekleştirmek için hem yönetim hemde diğer çalışanlarla konu ile ilgili görüşülmüştür. Görüşme sonrasında hem yönetimden hemde diğer çalışanlardan konu ile ilgili büyük destek alınmıştır. Bu çalışma belirlenen temiz üretim alternatiflerini şirket içinde uygulamak için bir güç değil, yönetimin alternatifleri akademik açıdan görebilmesine olanak veren seçenekler bütünüdür.

Temiz üretim çalışma grubu içinde yer alan ekip üyeleri, bu çalışmada firma içinde yapılması gereken analizler ve mevcut durumun belirlenmesi için gerekli envanter çalışmalarından sorumludur. Bu sebeple konu ile yakından ilgili yönetim, konu ile ilgili birçok mühendis ve üretim alanında faaliyet gösteren operatörlerden oluşan karma bir grup, çalışmalar sırasında aktif görev almıştır, ayrıca konu dahilinde gerekli durumlarda diğer firma çalışanları da çalışmaya katkı sağlamışlardır.

Çalışmanın başarıya ulaşmasında, ekip üyelerinin ve diğer çalışanların gösterdiği olumlu etkileşim, çalışmaya değer katmıştır.

4.2 Ön Değerlendirme

Bu aşamada veriler, tesis mevcut durumunu ortaya koyulması ve ileriki aşamada kütle dengelerinin oluşturulması amaçlı ele alınmıştır. Firma hakkında genel bakış açısının sağlanması için genel bilgiler, proses bilgileri, üretim alanları gibi nitel veriler hakkında bilgi edilmiştir. Konular hakkında detaylı bilgi Bölüm 3.1, 3.2 ve 3.3 'te verilmiştir.

Ön değerlendirme amaçlı verilerin toplanmasında aşağıdaki sorular kullanılmıştır:

- ✓ Firmanın üretim konusu nedir?
- ✓ Firma nasıl örgütlenmiştir/ yönetilmektedir?
- ✓ Üretimde kullanılan prosesler nelerdir?
- ✓ İşletmede genel bakım ve temizliğin yetersiz olduğuna dair işaretler var mı? (düzensiz çalışma alanları, vb.)
- ✓ Göze çarpan sızıntı, kayıp, vb. var mı? Çalışma yüzeyleri, tavan ve duvarlar veya borularda korozyon ya da boyalarda renk değişikliği gibi önceden meydana gelmiş bozulmaların izlerine rastlanıyor mu?
- ✓ Damlayan veya akmayan/ çalışmayan su muslukları var mı?

- ✓ Malzeme/ enerji kaybına işaret eden duman, kir veya buhar çıkışları var mı?
- ✓ Göz, burun ve boğazda herhangi bir tahrişe veya kokuya neden olan emisyonlar var mı?
- ✓ Gürültü seviyesi yüksek mi?
- ✓ Açık konteyner/kap, istiflenmiş bidon vb. veya sağlıksız depolama uygulamaları gözlemleniyor mu?
- ✓ Tüm konteynerler/kapların içerik ve tehlikelilik özelliklerini gösteren etiketler mevcut mu?
- ✓ Proses ekipmanlarından kaynaklı herhangi bir atık veya emisyon fark edilebiliyor mu (damlayan su, sızıntı, buharlaşma, vb.)?
- ✓ Firmanın atık ve emisyon kaynakları hakkında çalışanların herhangi bir görüşü/önerisi var mı?
- ✓ Acil durum ekipmanları(yangın söndürücü vs.) mevcut mu ve yangın veya diğer kazalarda hızlı bir şekilde erişilebilir yerlerde mi?

4.3 Değerlendirme

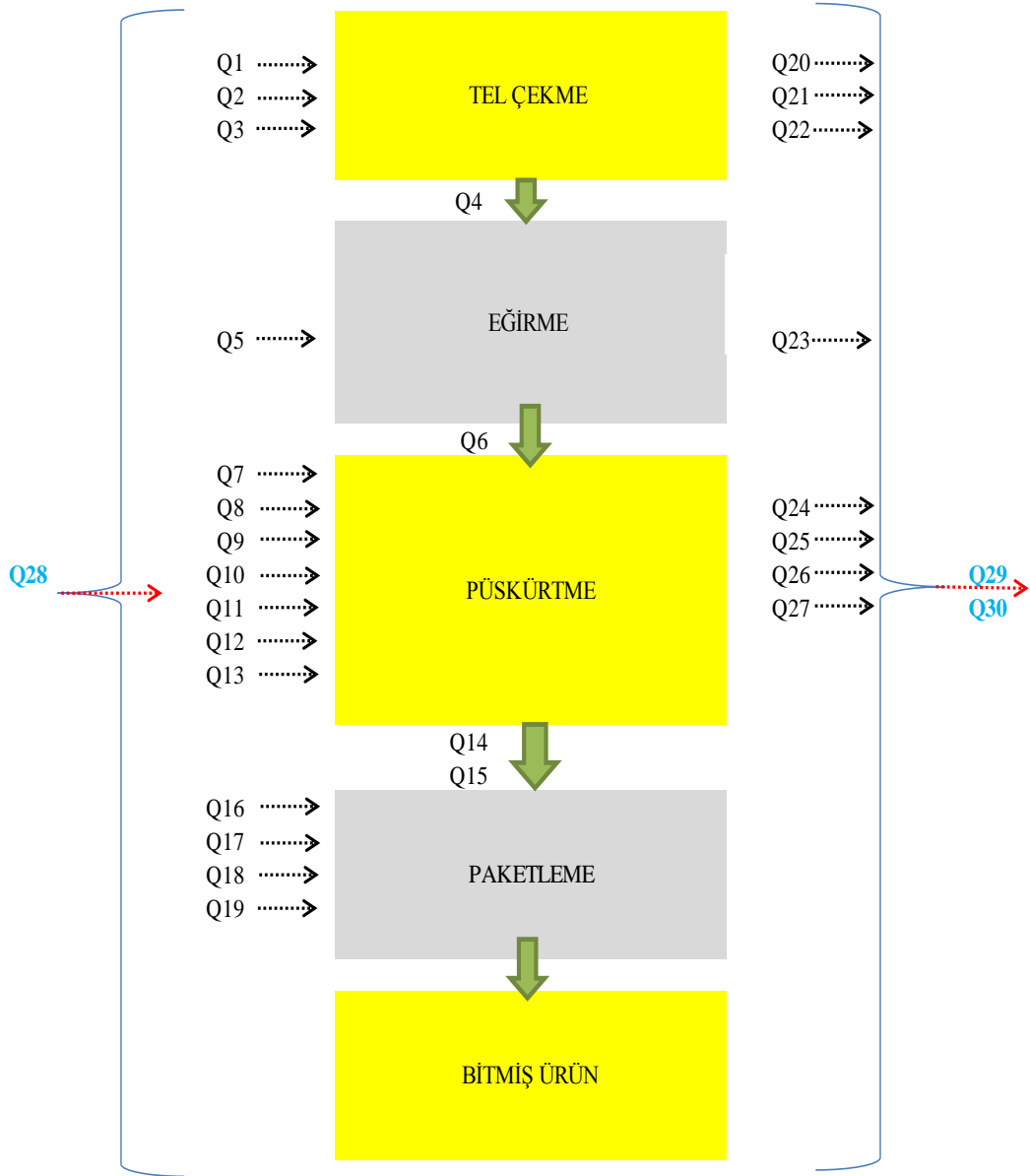
Değerlendirme aşamasında, endüstriyel tesisin karakterizasyonu gerçekleştirilir. Değerlendirme, firma içindeki süreçler (prosesler), hammaddeler ve atık yönetimi ile ilgili bilgileri içermektedir. Üretim akış diyagramı, kütle dengelerinin oluşturulması sırasında kullanılacak araçtır. Tesis verilerinin toplanması aşamasında, kütle dengelerini oluşturmak için, hammaddeler, ürünler, araürünler, kayıplar, atıklar ve emisyonlar göz önüne alınarak, akış diyagramı oluşturulmuştur. Yöntem olarak, proses akım şemaları üzerinde, proseste kullanılan tüm ana ve yardımcı malzemelerin ve aynı zamanda proses sonucunda oluşan tüm ürün ve atık maddelerin miktarları karşılaştırılmıştır. Giriş ve çıkışların gösterildiği kütle dengelerinde, iyileştirme yapılabilecek alternatifler üzerinde durulmuş ve katkı sağlanmıştır.

Akış diyagramlarında süreçler ve süreç girdileri mümkün olduğu ölçüde ayrıntılı verilmiştir. Kütle dengesi tüm süreçleri kapsayan tek bir süreç olacak şekilde ortaya konmuştur. Bu amaçla hazırlanan tesis akış diyagramında, girdi olarak; hammadde,

yardımcı malzeme, kimyasal maddeler ve tüm çıktılar Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1’te gösterilmektedir.

Tesis profili oluşturmak için toplanan veriler sırasında, tesis içinde çeşitli dolaşımın gerçekleştirilerek, mümkün olduğu ölçüde çalışanlarla birebir görüşme yapılmıştır ve çalışanlar ile potansiyel iyileştirmeler konusunda fikir alışverişinde bulunulmuştur.

Kütle dengelerinin oluşturulması sırasında, birçok toplantı düzenlenerek, firmanın değişik departmanları ve farklı kademelerinde bulunan kişilerle ortak çalışma grupları oluşturulmuştur. Gerek firma içinde kullanılan ağ, gerek ise satınalma kayıtların elde ettiğimiz bilgiler doğrultusunda kütle dengeleri oluşturmak mümkün olmuştur. Tüm girdi ve çıktıları ile proses akış diyagramı Şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1 Tüm Girdi ve Çıktıları ile Proses Akış Diyagramı

Ana proses akış diyagramında görüldüğü gibi birçok yardımcı madde ve kimyasal madde kullanımı mevcuttur ve buna bağlı olarak oluşan ürün ve atıklar da şekil üzerinde görülmektedir. Çizelge 4.1’de Proseste kullanılan tüm girdi ve çıktılarının türleri ve miktarları ile ilgili veriler gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 Proseste Kullanılan Tüm Girdi ve Çıktıların Türleri ve Miktarları (LEONI Türkiye 2011 kayıtları)

Kaynak Akışı	Açıklama	Miktar (kg/yıl)
Q1	1,80 mm'lik Cu tel	4 941 469
Q2	Emülsiyon Yağı	1 380
Q3	Tavlama Yağı	100
Q4	Paralel Cu tel (Tel Çekme'den gelen)	4 858 625
Q5	Paralel Cu tel (Tedarikçi'den gelen)	307 169
Q6	Litze (Eğrilmiş) Cu tel	5 147 646
Q7	Litze (Eğrilmiş) Cu tel (Tedarikçi'den gelen)	5 113 029
Q8	PVC Granül	3 252 089
Q9	PP Granül	391 110
Q10	PVC Boyası	88 668
Q11	PP Boyası	19 317
Q12	Kod Baskı Boyası	1 280
Q13	Tiner	1 370
Q14	PVC Kablo	12 228 886
Q15	PP Kablo	1 527 070
Q16	PE Streç Film	12 037

Q17	Plastik Şerit	2 338
Q18	Karton Köşebent	2 913
Q19	Ahsap Palet	354 072
Q20	Kullanılmış Emülsiyon	27 600
Q21	Bant Filtre (Tehlikeli Atık)	1 629
Q22	Bakır Hurdası (A1)	45 279
Q23	Bakır Hurdası (A2)	13 019
Q24	Bakır Hurdası (A3)	15 630
Q25	Kablo Hurdası	461 031
Q26	PVC Akıntı Hurdası	87 706
Q27	PP Akıntı Hurdası	23 030
Q28	Su	9 835 000
Q29	Atıksu	9 777 400
Q30	Emisyon	1 859,25

Prosesin ana giriş ve çıkışların gösterildiği özet tablo Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.2 Prosesin Ana Giriş ve Çıktılarının Gösterildiği Özet Tablo

Kütle Akış Kaynakları (Ana Girişler)	Miktar (kg/yıl)
Bakır (Cu) Tel	10 260 675
PVC Granül	3 252 089
PP Granül	391 110
Yardımcı Malzemeler ve Kimyasallar	112 115
Ambalaj	371 360
Su	9 835 000
Toplam	24 212 349
Kütle Akış Kaynakları (Ana Çıktılar)	Miktar (kg/yıl)
PVC Kablo	12 228 886
PP Kablo	1 527 070
Kablo Hurdası	461 031
Bakır Hurdası	73 928
Akıntı Hurdaları	110 736
Atıksu	9 777 400
Emisyon	1 859,25
Tehlikeli Atık	1 629
Toplam	24 210 139

Genel proses akış şeması üzerinde gösterilen tüm giriş ve çıkışlara bağlı olarak, proses genelinde iyileştirme alternatifleri olan noktalar kantitatif olarak tespit edilerek, temiz üretim çalışma ekibi ile çeşitli görüşmeler yapılmıştır. Belirlenen ihtiyaç noktaları için önceki literatür örnekleri araştırılmış ve alternatifler Bölüm 4.3'te değerlendirilmiştir.

4.4 Analiz ve Fizibilite Çalışmaları

Temiz üretim metotları denilince, hem organizasyonda hem de üretim süreci ve/veya tesislerinde çevreye etkisinin fark edilir ölçüde azalmasına sebep olan teknik değişiklikler anlaşılmaktadır. Aynı anda hem kalitenin en uygun hale getirilmesi hem de daha yüksek malzeme ve enerji verimliliğinden dolayı giderlerin azaltılması gerekmektedir. Bununla birlikte daha temiz üretim ile çevreye olan etki üretim süreci sonrasında ilave olarak alınan çevresel tedbirlerle değil, bu etki doğrudan her bir üretim aşaması ve kısmi işlemlerde azaltılmaktadır (Denz 2009).

Alternatiflerin belirlenmesi aşamasında, Bölüm 3.4.3'te belirtilen seçim kriterleri göz önüne alınmış ve ekip içinde yer alan tüm fikirler ortaya konarak, geniş bir bakış açısı sağlanmaya çalışılmıştır. Ortaya konan önerilerin proses üzerine yapacağı etkileri belirlemek amacıyla hesaplamalar yapılmış alternatifler teknik yönden incelenmiş ve her alternatif ekonomik ve çevresel yönden değerlendirilmiştir.

4.4.1 İyon yükü fazla olan suyun rezervuarlarda kullanımı

Tel Çekme Prosesinde, 1.80 mm çapındaki bakır teller, müşteri arzına bağlı olarak istenen çap değerine düşürülmektedir. Tel Çekme prosesi akış şeması Şekil 4.2'de ve Tel Çekme prosesi tüm giriş ve çıkışların gösterildiği Çizelge 4.3'te verilmiştir. Prosesin devamlılığını sağlamak amacıyla sistem için Emülsiyon ve Tavlama suyu hazırlanmaktadır. Üretim alanında kullanılan su, kuyu suyunun işlenmiş halidir. BUSEB Kuyusundan alınan su proseste kullanılmak amacıyla öncelikle Su Yumuşatma ardından ise Ters Ozmos tesisinden geçerek proseste kullanılmaktadır.



Şekil 4.2 Tel Çekme Prosesi Akış Şeması

Çizelge 4.3 Tel Çekme Prosesi Tüm Girdi ve Çıktıların Türleri ve Miktarları (LEONI Türkiye 2011 kayıtları)

Kaynak Akışı	Açıklama	Miktar (kg/yıl)
Q1	1.8 lik Cu tel	4 941 469
Q2	Emülsiyon Yağı	1 380
Q3	Tavlama Yağı	100
Q4	Paralel Cu tel (Tel Çekme'den gelen)	4 858 625
Q20	Kullanılmış Emülsiyon Suyu	27 600
Q21	Bant Filtre (Tehlikeli Atık)	1 629
Q22	Bakır Hurdası (A1)	45 279
Q28*	Su (Tel Çekme Prosesi)	660 367
Q30*	Ters Ozmos Sonrası Direk deşarj Edilen Su	264 146
Q30**	Buharlaştırma	368 621

Emülsiyon Suyu proseste haddelerin içinden geçen tellerin sürtünmeden dolayı kopmasını önlemek ve tellerin soğutulması amacıyla kullanılmaktadır. Emülsiyon hazırlanmasında kullanılan yağ kadar kullanılan suyun kaliteside büyük önem taşımaktadır. Emülsiyonun uzun süreli kullanımı için emülsiyon hazırlama aşamasında suyun yumuşak ve iletkenliği düşük olması istenmektedir. Bu amaçla su yumuşatma ve ardından Ters Ozmos tesislerinden gelen su burada emülsiyon hazırlama amacıyla kullanılmaktadır. İlgili malzeme tedarikçileri ve laboratuvar çalışmaları sonucunda yağ-su karışımlarının en uzun süreli kullanımı için Emülsiyonun yağ değeri %4-7 arasında, pH değerinin ise 7-10 arasında tutulması belirlenmiştir. Bu amaçla Emülsiyonun yağ ve pH değeri her gün ölçülerek, gerekli durumlarda tavkiye yapılmaktadır.

Tavlama yağı ise, Tel Çekme prosesinde haddeleri soğutma amacıyla kullanılmaktadır. Bu proses için kullanılan suyun statik elektrik oluşturması, bakır tellerde kopmalara sebep olacağından, suyun iletkenliğinin 12 µc üzerine çıkarılmaması gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan laboratuvar sonuçlarına göre tavlama suyunun en önemli parametresi yağ oranıdır. Yağ oranı %1'i geçtiğinde suda köpürmeye neden olmaktadır. Ters Ozmos işlemi ile elde edilen suyun iletkenliği 6-10 µc arasında olduğu için sisteme bu su verilmektedir ve ayrıca yağ parametresini sabit tutabilmek amacıyla tavlama yağ

değeri her gün ölçülerek, hazırlanan karışımların en uzun süreli kullanımı esas alınmaktadır.

Ters Ozmos sistemi, prensip olarak su yumuşatmadan aldığı suyun %40'nı yüksek iyonlu atık su olarak deşarj etmektedir. Geri kalan %60 lık kısım firma içinde gerekli proseslerde kullanır. Tel Çekme Prosesi için su kullanım detayları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Tel Çekme Prosesi Su Kullanım Detayları (kg/yıl)

TO'nun T.Ç için Hazırladığı Su (kg/yıl)	T.Ç Prosesinde Kullanılan Su (kg/yıl)	Direk Deşarj Edilen Su (kg/yıl)
660 367	396 221	264 146

Proses su tüketimi incelendiğinde, Ters Ozmos sistemi sonunda çıkan ve doğrudan deşarj edilen atık suyun farklı alanlarda değerlendirilmesi düşünülmektedir. İyon içeriği yüksek suyun WC ler de bulunan rezervuarlarda değerlendirilmesi alternatifi oluşturulmuştur.

Çalışanların günlük rezervuar kullanım sıklığı 3 olarak kabul edilerek, bu amaçla rezervuarlarda tüketilen su miktarı Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Rezervuarlarda Kullanılan Su Miktarı (kg/yıl)

Çalışan Sayısı (Adet)	Günlük Kullanım Sıklığı (Adet)	Rezervuardaki Birim Su Miktarı (kg)	Tüketilen Su Miktarı (kg/yıl)
102	3	4	440 640

Tel Çekme prosesi sonrasında deşarj edilen suyun tekrar kullanılması ile oluşan ekonomik boyut ve geri dönüş süresi, Çizelge 4.6'da verilmiştir.

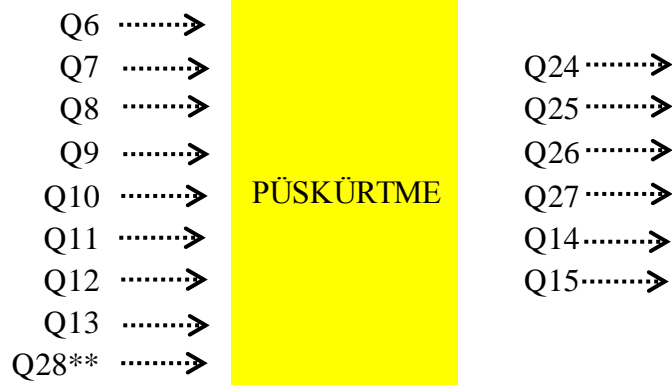
Çizelge 4.6 Tel Çekme Prosesi Sonrasında Deşarj Edilen Suyun Tekrar Kullanılması ile Oluşan Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi

Fayda	Maliyet (€)	Yıllık tasarruf(€)	Geri dönüş süresi (yıl)
<ul style="list-style-type: none">Su tasarrufu sağlanmasıAtıksu miktarının azaltılması sebebiyle arıtma maliyetinin düşürülmesi	651	287	2,26

Verilen temiz üretim alternatifi ile, firma içinde su tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır. Ters Ozmostan çıkan iyon yükü yüksek suyun, rezervuarlara iletimi için harici bir firmadan alınan teklif bedeli 651 € dur. Firmanın, atıksu arıtımı için ödediği miktar 1.08 €/ton olması nedeniyle, yılda 440 640 kg tasarruf için firmanın yapacağı maddi tasarruf 287 € mertebelerinde olacaktır. Yapılan maliyetlerin, tasarrufa oranına bakıldığında, firmanın sistemi kurmak için yapacağı harcamaların 2.26 yıl'da geri döneceği hesaplanmıştır.

4.4.2 İzolasyon malzemesi olarak regenerant malzeme kullanımı

Püskürtme prosesi, müşteri arzına bağlı olarak hazırlanan Cu tellerin üzerine, PVC yada PP izolasyonu yapılması prensibine dayanmaktadır. İzolasyon yapılırken kullanılacak granül, kablonun kullanım alanı ve maruz kalacağı sıcaklık değerlerine bağlı olarak müşteri spesifikasyonlarında belirlenmektedir. Ayrıca müşterinin istediği renk doğrultusunda üretilen kablonun tipine göre PVC boyası yada PP boyası kullanılmaktadır. Püskürtme prosesi akış diyagramı Şekil 4.3'te verilmiştir. Proses ait tüm giriş ve çıkışlar Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Püskürtme Prosesi Akış Şeması

Çizelge 4.7 Püskürtme Prosesi Tüm Girdi ve Çıktıların Türleri ve Miktarları (LEONI Türkiye 2011 kayıtları)

Kaynak Akışı	Açıklama	Miktar (kg/yıl)
Q6	Litze (Eğrilmiş) Cu tel	5 147 646
Q7	Litze (Eğrilmiş) Cu tel (Tedarikçi'den gelen)	5 113 029
Q8	PVC Granül	3 252 089
Q9	PP Granül	391 110
Q10	PVC Boyası	88 668
Q11	PP Boyası	19 317
Q12	Kod Baskı Boyası	1 280
Q13	Tiner	1 370
Q28**	Su (Püskürtme Prosesi)	1 798 383
Q14	PVC Kablo	12 228 886
Q15	PP Kablo	1 527 070
Q24	Bakır Hurdası (A3)	15 630
Q25	Kablo Hurdası	461 031
Q26	PVC Akıntı Hurdası	87 706
Q27	PP Akıntı Hurdası	23 030

Püskürtme prosesi incelendiğinde, proses sonucu oluşan PVC akıntı hurdalarının geri dönüşümü yapılabileceği düşünülmüş ve hurda olarak atılan bu malzemelerin tekrar

üretim prosesi içine döndürülmesi üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, farklı özelliğe PVC Granülleri üzerinde yapılan laboratuvar test sonuçları, müşteri spesifikasyonları ile karşılaştırıldığında 2 farklı granül tipinin testleri geçtiği görülmüş ve numune üretimleri öngörülmüştür. Yapılan testler sonucu regenerant olarak tekrar kullanılması mümkün olan granül miktarı Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Regenerant malzeme kullanımı ile çevreye zararlı bileşenler içeren PVC atıklarının yeniden kullanılması ile çevreye verilebilecek olumsuz etkileri azaltılarak, daha az PVC tedarik edilmesi sureti ile petrol türevi olan PVC malzemesi daha az kullanılmış olacaktır.

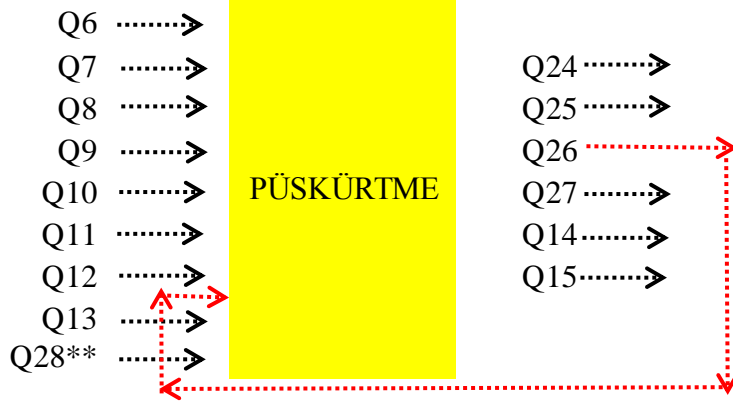
Regenerant malzeme hazırlamak için, püskürtme makinelerinde renk değişimi ve yeniden işe başlama sırasında yere akıtılan veya kablo olarak gerek hazırlık gerekse hatalı üretimlerde tel üzerinde hurda olarak ayrılan izolasyon malzemesinin basit fiziksel bir kırma makinesi ile kırılması ardından basit bir emici ile içine karışmış olabilecek metal partiküllerinden ayrılması prensibi oluşturulmuştur. Bu düşünce ile üretilen kabloların bakır üzeri ilk katmanı regenerant malzeme, üst katmanı ise saf granülden oluşturulmuştur.

Bu sayede amaçlanan PVC akıntı hurdası azaltılarak, hurda niteliği taşıyan takozların üretime hammadde niteliğinde geri beslemesi sağlanabilmektedir. Böylece üretimde kullanılan PVC granül miktarı azaltılarak, firma için katma değer oluşturan bir nitelik oluşturulmuş olacaktır.

Çizelge 4.8 Regenerant Olarak Kullanılabilecek Granül Miktarı (kg/yıl)

PVC Takoz Hurdası (kg/yıl)	Testi Geçen Granül %	Regenerant Olarak Kullanılabilecek Granül Miktarı (kg/yıl)
87 706	81,5	71 546

Yeni durum itibariyle proses sonucu oluşan PVC takoz hurdaları geri besleme yoluyla hammadde olarak kullanılması durumunda oluşan yeni püskürme prosesi akış şeması Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Regenerant malzeme kullanılarak yapılabilecek temiz üretim alternatifinin ekonomik boyutu ve geri dönüş süresi Çizelge 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.4 Yeni Durum Püskürtme Prosesi Akış Şeması

Çizelge 4.9 Püskürtme Prosesinde Regenerant Malzeme Kullanılması ile Oluşabilecek Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi

Fayda	Maliyet (€)	Yıllık tasarruf(€)	Geri dönüş süresi(yıl)
<ul style="list-style-type: none"> PVC Granül tasarrufu Hurda niteliği taşıyan PVC takozlarının hammadde olarak prosesi geri döndürülmesi 	9 100	93 010	0,1

4.4.3 Kablo hurdalarının hammaddeye dönüşümü

Püskürtme prosesinde oluşan kablo hurdalarının başlıca nedenleri; renk değişimi işlemleri, kablo üzerinde oluşan boğum ve pürüzlülük ve tel kopması sonucu yaşanan kayıplardır. Oluşan kablo hurdaları, geri kazanım firmalarına verilerek, tekrar değerlendirilmesi sağlanmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucu 0,5 cm ve üstü çapa sahip kabloların sıyırma makineleri ile içeriğindeki bakır ve kaplaması yapılan izolasyon (PVC yada PP) malzemelerinden sıyırılarak, sıyırma sonucu oluşan Cu tellerin tedarikçi firmaya gönderilmesi suretiyle eşdeğer kilograma bağlı olarak 1,8 mm lik Cu tel tedarik edebilme imkanı bulunmaktadır. Bu amaçla oluşan kablo hurdaları için 0,5 cm ve üzeri çap değerine

sahip kablo miktarı ve içeriğindeki Bakır(Cu) miktarı Çizelge 4.10’da verilmiştir. Hurda niteliği taşıyan kabloların hammaddeye çevrilmesi sebebiyle oluşturulan temiz üretim alternatifinin ekonomik boyutu ve geri dönüş süresi Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.10 Sıyırma İşlemi Yapılabilecek Kablo Hurdaları ve İçeriğindeki Bakır (Cu) Miktarı

Kablo Hurdası (kg/yıl)	Çap \geq 0,5 cm %	Sıyrılabilir Kablo (kg/yıl)	Kablo İçindeki Bakır %	Bakır Miktarı (kg/yıl)
461 031	7,6	35 232	74	25 928

Çizelge 4.11 Kablo Hurdalarının Sıyırma İşlemi ile Hammaddeye Çevrilmesi İşlemi ile Sağlanacak Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi

Fayda	Maliyet (€)	Yıllık tasarruf (€)	Geri dönüş süresi (yıl)
<ul style="list-style-type: none"> Hurda olarak satılan kablo içindeki bakırın herhangi bir kayba uğramadan hammaddeye geri döndürülmesi 	19 200	153 935	0,12

4.4.4 Bakır sıyırma işlemi ile tehlikeli atıkların azaltılması

Tel Çekme Prosesinde, 1,80 mm çapındaki bakır teller inceltilirken, inceltme işlemi sırasında tellerin haddelerden geçerken sürtünmeden dolayı kopmasını önlemek amacıyla emülsiyon çözeltisi kullanılmaktadır. Proseste kullanılan emülsiyon çözeltisinin ömrünü arttırmak amacıyla yağ ve pH değerleri güncel olarak takip edilmektedir. Aynı zamanda bakır tellerin çapları küçültülürken, bıraktıkları bakır tozları çözelti içine karışması nedeniyle emülsiyon çözeltisi kapalı çevrim içinde 2 filtreden geçirilmekte ve elektrostatik kuvvet sayesinde küçük bakır partikülleri bant filtre üzerinde tutularak, çözelti içinden uzaklaştırılmaktadır. Ancak bu durum, oluşan

yağlı bakır partikülleri ile kirlenen filtrenin tehlikeli atık miktarını arttırması sonucunu doğurmaktadır. Şekil 4.5'te Bant filtre sistemi verilmiştir.



Şekil 4.5 Bant Filtre Sistemi

Oluşan tehlikeli atık miktarı azaltmak hem çevre performansı üzerinde pozitif bir etki oluşturabilmek için çeşitli yöntemler araştırılmıştır.

Şekil 4.5'te görüldüğü gibi bant filtreler üzerinde toplanan yağlı bakır partikülleri, bant filtre sisteminin sonunda bulunan küçük havuzda toplanarak, tehlikeli atık sahasına depolanmak üzere sevk edilmektedir. Bu süreç içerisinde oluşan tehlikeli bant filtre miktarı 1 629 kg/yıl mertebelerindedir. İlk alternatif olarak, sistemin yaklaşık 1 m devamına eklenecek tambur sistemi ve sıyrıcı aparat ile bant filtre üzerine tutunmuş halde bulunan yağlı bakır partiküllerinin toplanma imkanı araştırılmıştır. Ayrı toplanan yağlı bakır partikülleri içinde saf bakır yüzdesi tespit edildikten sonra, katma değeri yüksek olan bakır madeninin, toplama lisansı olan geri kazanım firmalarınca değerlendirilmesi sonucu hem tehlikeli atık miktarı azaltılmış olacak, hem de firma katma değer kazanmış olacaktır. Bu amaçla sıyrılabilir bant filtre miktarları ile ilgili hesaplamalar Çizelge 4.12'de ve bant filtre içeriğindeki saf Bakır (Cu) miktarı Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.12 Bant Filtrelerin Sıyırma İşlemine Tabi Tutulduktan Sonra Kalan Miktarı

Tehlikeli Bant Filtre Miktarı (kg/yıl)	Bakır Sıyırma Performansı (%)	Sıyırma İşlemi Sonrasındaki Yağlı Bakır Partikül Miktarı (kg/yıl)	Bakırı Sıyrılmış Yağlı Bant Filtre Miktarı (kg/yıl)
1 629	85	1 384,65	244,35

Çizelge 4.13 Bant Filtrelerin İçeriğindeki Bakır (Cu) Miktarı

Sıyırma İşlemi Sonrasındaki Yağlı Bakır Partikül Miktarı (kg/yıl)	Yağlı Bakır İçindeki Saf Bakır (%)	Tehlikeli Bant Filtre İçindeki Saf Bakır (kg/yıl)
1 381,25	76	1 052,703

Temiz üretim alternatifinin uygulanması ile hem tehlikeli atık miktarı azaltılmış olacak hem de maddi değeri yüksek olan Bakır (Cu) maddesinin üretime dolaylı yoldan katkısı sağlanabilmiş olacaktır. Uygulama ile oluşacak ekonomik boyut Çizelge 4.14’te, sağlanacak çevresel performans Çizelge 4.15’te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Yağlı Bakır Partiküllerinin Sıyırma İşlemi ile Değerlendirilmesi Sonucu Oluşan Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi

Fayda	Maliyet (€)	Yıllık tasarruf (€)	Geri dönüş süresi (yıl)
• Yağlı Bakır Partikülü sıyırma sonucu geri kazanım firmalarınca değerlendirilmesi	2 000	6 224	0,32

Bant filtre sistemine kurulacak tambur ve sıyırma ünitesi için harici firmadan alınan teklife göre kurulup bedeli 2 000 € mertebelerindedir. Saf Bakır (Cu) fiyatı 5 912 €

(11.05.2012 verileri) olduğu kabulünden 1 052,703 kg/yıl için hesaplanan tasarruf 6 224 €/yıldır. Yapılan temiz üretim önerisinin geri dönüş süresi 0,32 yıl olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15 Tehlikeli Atık Miktarının Azaltılması ile Oluşan Çevre Performansı

Fayda	İlk Durum (kg/yıl)	Son Durum (kg/yıl)	İyileşme Performansı %
Tehlikeli atıkların azaltılması	1 629	244,35	85

4.4.5 Çatı izolasyonun değişimi ile enerji tasarrufu

360 gün 3 vardiya olarak çalışan Leoni Türkiye de, gece ve gündüz kesintisiz olarak üretim içindeki tüm lambaların açık olduğu tespit edilmiştir. Firmanın yıllık enerji tüketimi 6 641 910,16 KWh mertebelerinde olduğu tespit edilmiştir. Elektrik tüketimini azaltma yönünde yapılabilecek alternatifler araştırılmış ve firma için en uygulanabilir olanı değerlendirilmiştir.

Çatı kaplaması olarak kullanılan sandvich panellerin, belirli bölgelerinin açılması ve açılan alanların Şeffaf CTP malzemesi ile kaplanmasının firmanın gün ışığı olan dönemlerde lambaları kapatarak enerji tasarrufu sağlamasına sebep olabilecektir.

C.T.P levhalar doğal ışığa gereksinim duyulan tüm çatı ve cephe kaplama işlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş iç ve dış etkenlere dayanıklı, tüm iklim koşullarına uygun, kimyasal ortamlardan etkilenmeyen çağdaş bir üründür. Cam Elyaf Takviyesi ve Polyester reçineden oluşmakta olup, özellikleri nedeniyle benzeri bir çok malzemeden farklılık göstermektedir. Esnek, hafif, darbelere dayanıklı, doğal aydınlatma özelliğine sahip , homojen ışık dağılımı sağlayan, tüm çatı malzemeleri ile birlikte kullanılabilen, kimyasal maddelerden etkilenmeyen bir yapıya sahip olan bir malzemedir. - 40 °C ile 120 °C ısı dayanımı, termoset plastik grubunda olması nedeniyle ısı ile şekil değiştirmemektedir. Panellerde kullanılan polietilen süngerler ısı köprüsü oluşturmamaktadır. Düşük ağırlık ile yüksek mekanik mukavemet sağlanabilme özelliği ile her türlü hava koşullarına (rüzgar, dolu vs.) ve darbelere dayanıklıdır. Kimyasallara ve yüksek ısıya karşı dayanıklı olma ve anti korozyon özelliğine sahiptir. %85 - 90 ışık

geçirgenliği sayesinde gün ışığı ile doğal aydınlatma ve enerjiden tasarruf sağlamaktadır (<http://www.yapiser.com/>, 2012). Çatı izolasyon malzeme değişimi ile elde edilebilecek kazançlar Çizelge 4.16’da, elektrik tüketiminin azaltılması ile gerçekleşen iyileşme performansı Çizelge 4.17’de ve 4.18’de elektrik tüketiminin azaltılması ile oluşan ekonomik boyut ve geri dönüş süresi verilmiştir.

Çizelge 4.16 Çatı İzolasyon Malzeme Değişimi ile Elde Edilebilecek Kazançlar

Firma Taban Alanı (m ²)	CTP Malzemesi ile Kaplanacak Alan (m ²)	CTP Malzemesi ile Kaplı Alanın Firma Toplam Alanına Oranı (%)	Yeni Durum Elektrik Kullanımı kWh
1 629	21,78	0,35	6 210 186

Çizelge 4.17 Elektrik Tüketiminin Azaltılması ile Gerçekleşen İyileşme Performansı

Fayda	İlk Durum (kWh)	Son Durum (kWh)	İyileşme Performansı %
Elektrik Tüketiminin azaltılması	6 641 910,16	6 210 186	6,5

Çizelge 4.18 Elektrik Tüketiminin Azaltılması ile Oluşan Ekonomik Boyut ve Geri Dönüş Süresi

Fayda	Maliyet (€)	Yıllık tasarruf (€)	Geri dönüş süresi (yıl)
• Elektrik tüketiminin azaltılması	1 217,4	51 806,9	0,023

4.5 Uygulama ve Sürdürülebilirlik

Teknik yönden incelenen temiz üretim alternatifleri, ekonomik ve çevresel analiz sonuçlarına bakılarak uygulama alanı bulmuştur. Leoni Türkiye bünyesinde uygulama alanı bulan alternatifler aşağıda verilmiştir:

- ✓ İzolasyon malzemesi olarak regenerant malzeme kullanımı
- ✓ Kablo hurdalarının hammaddeye dönüşümü
- ✓ Bakır sıyırma işlemi ile tehlikeli atıkların azaltılması
- ✓ Çatı izolasyonunun değişimi ile enerji tasarrufu

Temiz üretim uygulama yöntemleri arasında bir değerlendime yapıldığında, izolasyon malzemesi olarak regenerant malzeme kullanımı ürün modifikasyonu yöntemi, kablo hurdalarının hammaddeye dönüşümü, geri dönüşüm yöntemleri, bakır sıyırma işlemi ile tehlikeli atıkların azaltılması ile çatı izolasyonunun değişimi ile enerji tasarrufu sağlanması uygulamaları ise teknoloji modifikasyonu yöntemleri ile yapılmış olan temiz üretim seçenekleridir.

Temiz üretim uygulamaları, firmada birkaç uygulama ile sınırlı kalabilecek bir konu olmamalı, firmanın yönetim ve üretim süreçlerine entegre bir yaklaşım olarak sürdürülebilir olmalıdır. Temiz üretim uygulamalarının firmada sürekli hale getirilebilmesinin en iyi yolu üst yönetimce onaylanan bir çevre yönetim sisteminin veya bütünsel bir çevre-kalite yönetim yaklaşımının yönetim kültürünün bir parçası haline getirilmesidir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, LEONI Kablo ve Teknolojileri San. Ve Tic. Ltd Şti'de temiz üretim uygulama pratiklerinin ve değerlendirme tekniklerinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bunun için, ülkemizde ve dünyanın farklı ülkelerinde yapılan temiz üretim uygulama pratikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen verilere göre, herhangi bir sanayi prosesi üzerinde yapılabilecek akılcı değişiklikler sistemin verimini arttırmakta, çevresel kalitenin hızla bozulmasını önlemekte ve yatırımcıya da mali yarar ve prestij kazandırmaktadır. Tez çalışması kapsamında firmaya yönelik üretilen temiz üretim alternatifleri şu şekilde sıralanmaktadır.

İlk olarak, tesiste su hazırlama prosesinde kullanılan Ters Ozmos sistemi, prensip olarak su yumuşatmadan aldığı suyun %40'nı yüksek iyonlu atık su olarak deşarj etmekte ve firmada bir kayıp oluşturmaktadır. Bu kaybın azaltılmasına yönelik, yoğun iyon yükü içeren suyun, firma içinde rezervuarlarda değerlendirilmesi düşüncesi ile yılda 287 € tasarruf sağlanabilecektir.

Püskürtme prosesi süresince, oluşan PVC akıntı hurdasının geri dönüşümünün yapılabileceği düşünülmüş ve hurda olarak atılan bu malzemelerin tekrar üretim prosesi içine döndürülmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde PVC akıntı hurdaları, regenerant malzeme olarak sisteme geri beslenmiş, bu sayede proses içinde kullanılan PVC malzemelerinin %81,5'i tekrar kullanılabilme imkanı bulmuş ve firmaya yıllık 93 010 € tasarruf etme imkanı sağlanmıştır.

Püskürtme prosesinde yapılabilecek diğer bir iyileştirme noktası, renk değişimi işlemleri, kablo üzerinde oluşan boğum ve pürüzlülük ve tel kopması sonucu oluşan kablo hurdalarıdır. Kablo hurdalarının azaltımına yönelik araştırmalar sonucu, 0,5 cm ve üstü çapa sahip kabloların sıyırma makineleri ile içeriğindeki bakır ve kaplaması yapılan izolasyon (PVC yada PP) malzemelerinden sıyırılarak, sıyırma sonucu oluşan Cu tellerin tedarikçi firmaya gönderilmesi suretiyle eşdeğer kilograma bağlı olarak 1,8 mm lik Cu tel tedarik edebilme imkanı bulunmaktadır. Firmanın uygulayacağı sıyırma işlemi sonrasında yıllık 153 935 € tasarruf yapabileceği öngörülmüştür.

Geliştirilen bir diğer alternatif, Tel Çekme prosesi sırasında oluşan tehlikeli atık miktarının azaltılmasına yönelik olmuştur. Hem firma içinde oluşan tehlikeli atık miktarını azaltmak hem de çevre performansı üzerinde pozitif bir etki oluşturabilmek

amacıyla çeşitli yöntemler araştırılmıştır. Tel Çekme prosesinde kullanılan soğutucu yağların kullanım sürelerinin arttırılmasına yönelik yapılan araştırmalar sonucu sistemin yaklaşık 1m devamına eklenecek tambur sistemi ve sıyırıcı aparat ile bant filtre üzerine tutunmuş halde bulunan yağlı bakır partiküllerinin toplanma imkanı araştırılmıştır. Aynı toplanan yağlı bakır partikülleri içinde saf bakır yüzdesi tespit edildikten sonra, katma değeri yüksek olan bakır madeninin, toplama lisansı olan geri kazanım firmalarınca değerlendirilmesi sonucu hem tehlikeli atık miktarı azaltılmış olacak, hem de firma katma değer kazanmış olacaktır. Firmanın bu uygulama sonrası elde edeceği yıllık tasarruf 6 224 € ve çevresel iyileşme potansiyeli %84,7'i mertebelerinde olacağı hesaplanmıştır.

Son olarak, firma içinde 24 saat boyunca açık konumda bulunan lambalar, büyük enerji tüketimine neden olmaktadır. Çatı kaplaması olarak kullanılan sandvich panellerin, belirli bölgelerinin açılması ve açılan alanların Şeffaf CTP malzemesi ile kaplanmasının, firmanın gün ışığını kullanabileceği dönemlerde lambaları kapatarak enerji tasarrufu sağlamasına sebep olabilecektir. Yapılabilecek uygulama ile firma yıllık 51 806,9 € tasarruf sağlayabilecektir.

Sonuç olarak; prosesin geneli incelendiğinde firmaya katkı sağlayabilecek dört ana konu tespit ederek; hurda olarak adlandırılan maddelerin tekrar üretime geri beslemesinin sağlanması, tehlikeli atık madde miktarının azaltılması, atık olarak deşarj edilen suyun farklı amaçlar içinde değerlendirilmesi ve aydınlatma sisteminde yapılabilecek küçük değişimler ile firmadaki enerji tasarrufları temiz üretim alternatiflerinin ana eksenini oluşturmuştur. İncelenen araştırmalara göre, temiz üretim uygulamaları, endüstrilerin çevre kirliliği problemini azaltırken, üretim performanslarını da arttırıcı etkide bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alkaya E., Böğürücü M., Dündar A. K., Işıtan K., Ulutaş F., Demirer G., 2011.** Sanayide Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Kılavuzu: Yöntemler ve Uygulamaları. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Ankara
- Anonim, 1996.** Cleaner Production, A Training Resource Package, United Nations Environment Programme, Industry and Environment, First Edition, March 1996.
- Anonim, 1998.** Pollution Prevention and Abatement Handbook, The World Bank Group.
- Anonim, 1999.** Principles of Pollution Prevention and Cleaner Production An International Training Course Participants Manual, United States Environmental Protection Agency, September 1999.
- Anonim, 2000a.** Minimization Opportunities for Environmental Diagnosis (MOED), Ministry of Environment of Spain.
- Anonim, 2000b.** Policies, Strategies And Recommendations For Promoting Cleaner Production In Developing Countries, OECD Working Party On Development Co-Operation and Environment.
- Berkel, R.V. 2000.** Integrating the environmental and sustainable development agendas into mineral education, *Journal of Cleaner Production*, 8:413-423.
- Bullinger, H.J., Weller, A. 1999.** Concepts and Methods for A Production Integrated Environmental Protection. *International Journal of Production Economics*, 60-1, 35-42.
- Çelik G., 2000.** Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirmesi ve Uluabat Ramsar Alanı için Problem Formülasyonu. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa.
- Çokaygil Z., 2005.** Atık Yönetimi Planlamasında Yaşam Döngüsü Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Demirer G. N., 2008.** Temiz Üretim, Eko-Verimlilik ve Çevre Dostu Ürünler: Uygulama Örnekleri Eskişehir Bölgesel İnovasyon Stratejileri ile Kapasite Oluşturma Projesi. Sanayici için Rekabet Odaklı Çevre Eğitimi. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Eskişehir
- Demirer, G.N. 2001a.** Kirlilik Önleme Yaklaşımının Temel Prensipleri, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, *TMMOB Çevre Müh. Odası, Çevre ve Mühendis Dergisi*, 25. Sayı.
- Demirer, G.N. 2001b.** Temiz Üretim/Kirlilik Önleme Kavramı ve Çevre Mühendisliği Eğitimi, 4. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Müh. Odası, 212-221, 7-10.
- Demirer, G.N. ve Mirata M. 1999a.** Endüstriyel Kirlilik Önleme Ya Da Temiz Üretim-I, Endüstri ve Otomasyon, No: 32, Ekim 1999, 90-93.
- Demirer, G.N. ve Mirata M. 1999b.** Endüstriyel Kirlilik Önleme Ya Da Temiz Üretim-II, Endüstri ve Otomasyon, No: 31, Kasım 1999, 110-113.

Demirer G. N., 2003 . Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Temel Prensipleri, Çevre ve Mühendis- TMMOB, 25, 13- 20.

Denz, W. 2009. Türkiye’de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi. Life Hawaman Projesi, Life06 TCY/TR/000292, Metal Sektörü Rehber Dokümanı.

Doğan E. C.,2003. Preparation of Environmental Impact Assesment Report ,GEO 414 Environmental Geology Term Project, METU, Ankara, S.14.

EC, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for The Textiles İndustry, European Commission.

Erdmenger C., 1998. Environmental Management Instruments-A Guide for Local Authorities. The International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI), Freiburg, Germany. 79 pp.15-26.

Fresner, J. 1998. Cleaner production as a means for effective environmental management, *Journal of Cleaner Production*, 6, 171-179.

Glavic P. ve Lukman R., 2007. Review of Sustainability Terms and Their Definitions, *Journal of Cleaner Production*, 15, 1875-1885.

Güngör, K., Demirer, G.N. 2000. Kirlilik Önleme ve Sanayiden Bir Başarı Öyküsü, *Endüstri & Otomasyon*, No: 39, 66-69.

Holmes G., Singh B.R., Theodore L.,1993. Environmental Risk Assessment “In, Handbook of Environmental Management and Technology”, John Wiley&Sons, Inc, New York 628, pp. 573-583.

<http://ekoverimlilik.org/> (Erişim Tarihi: 03.02.2012).

<http://www.ec.gc.ca/cppic/en/search.cfm?txtSearchString=automotive>, (Erişim Tarihi: 03.07.2012)

<http://www.on.ec.gc.ca/pollution/third-auto-parts/intro.html>(Erişim Tarihi: 03.07.2012).

<http://www.unido.org/> (Erişim Tarihi: 03.02.2012).

<http://www.yapiser.com/urunler.asp?b=detay&KatID=18> (Erişim Tarihi: 21.11.2011).

Kliopova I., Staniskis J. K., 2006. The evaluation of Cleaner Production performance in Lithuanian industries, *Journal of Cleaner Production* 14 1561-1575.

Noyes R., 1992. Pollution Prevention Technology Handbook, Noyes Publication, New Jersey, USA.

(NSW/EPA) New South Wales Environment Protection Authority, 2000. Profits from Cleaner Production: A Self-Help Tool for Small to Medium-Sized Businesses. Wales: NSW Environment Protection Authority & NSW Department of State and Regional Development

Oosterhuis F., 2006. Substitution of Hazardous Chemicals: A Case Study in the Framework of the Project, Assessing Innovation Dynamics Induced by Environment Policy, Institute for Environmental Studies, Amsterdam, The Netherlands.

Özbay, A. 2003. Cleaner Production Opportunity Assessment For Market Milk Production In Atatürk Orman Çiftliği (AOC) Facility.Post Graduate Thesis, The

Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of The Middle East Technical University, Ankara.

Rawat, A., 2006. Technological Change and Environmental Management in Industry. *International Journal of Production Economics*, 6-2, 172-184.

Schierow, L.J., 1994. Risk Analysis at EPA “in, Risk Analysis and Cost-Benefit Analysis of Environmental Regulations. The committee for National Institute for Environment, 94-961 ENR, Washington.

Serter, G., 2005. Çevresel Değerlendirme Sürecinin Türkiye’deki Tarihsel Gelişimi ve Çevresel Etki Değerlendirmesi (Çed) – Stratejik Çevresel Değerlendirme (Sçd) İlişkisi. Ankara Ünversitesi, Sosyal Bilimler Ensttüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Shen-yann, C., Jerry, H.H., Chih-Sen, L., Yi-hua, T., Wen-huei, C., Shen-chia, S. 1999. Applications of A Corporate Synergy System to Promote Cleaner Production in Small and Medium Enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 7,351-358.

Smith B., 1994. Future Pollution Prevention Opportunities and Needs in The Textile Industry in Pojasek, Pollution Prevention Needs and Opportunities, Center for Hazardous Materials Research, Pittsburgh, USA.

Telukdarie, A. 2006. The importance of assessment tools in promoting cleaner production in the metal finishing industry, *Journal of Cleaner Production*,14,1612-1621.

Thoresen, J., 1999. Environmental Performance Evaluation; A tool for industrial improvement. *Journal of Cleaner Production*, 7,365-370.

TTGV, 2010. Türkiye’de Temiz (Sürdürülebilir) Üretim Uygulamalarının yaygınlaştırılması için Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi, Sonuç Raporu. Türkiye Teknoloji Gelistirme Vakfı, Ankara.

UNEP, 2000. Cleaner Production Assessment in Fish Processing. Paris: UNEP Technology, Industry and Economics.

UNEP, 1996. Cleaner Production: A Training Resource Package, Industry and Environment.

UNEP, 2002. Sustainable Consumption and Cleaner Production Global Status 2002, United Nations Environment Programme Division Of Technology, Industry And Economics, ISBN: 92-807-2073-2, Cedex, France.

USEPA, 1997. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of The Textile Industry, Washington: Office of Compliance, Office of Enforcement and Compliance Assurance, U.S. Environmental Protection Agency.

Uslu O., 1986. Çevresel Etki Değerlendirmesi, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, Ankara ,S.26.

Vural M., 2004. Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi

Wynne G., Maharaj D., Buckley C., 2001. Cleaner Production in the Textile İndustry – Lessons from The Danish Experience. South African Dyers And Finishers Association, Natal Branch Pollution Research Group, School of Chemical.

Yılmaz, E. 1998. Çevre Korumada Alternatif Üretim : Temiz Üretim, *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, Sayı: Kasım-98.

Yontar, İ. G., 2010. Sürdürülebilir Çevre ve Ekonomi için Bir Araç: Türkiye’de ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardı, *Review of Social, Economic & Business Studies*, Vol.9, 477-500.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ece HAKYEMEZ

Doğum Yeri ve Tarihi : BURSA 1986

Yabancı Dili : İngilizce, İspanyolca, İtalyanca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Şükrü Şankaya Anadolu Lisesi 2004

Lisans : Uludağ Üni. Çevre Mühendisliği 2008

Yüksek Lisans : Uludağ Üni. Çevre Mühendisliği

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Leoni Kablo ve Tek. San. ve Tic. Ltd. Şti.

İletişim (e-posta) : ecehakyemez@gmail.com