

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ VE
DAHA TEMİZ TEKNOLOJİ İLE ATIK
YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

134355

Zekiye AYHAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr.Mehmet KARPUZCU

GEBZE
2003

134355
T.C. GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KÜTÜPHANE



Zekiye AYHAN'ın tez çalışması G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ~~02/07~~2003 tarih ve 2003/~~13~~ sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

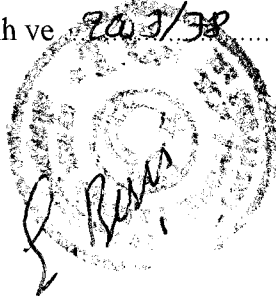
ÜYE : Prof.Dr.Mehmet KARPUZCU
(Tez Danışmanı)

ÜYE : Prof.Dr. Ferruh ERTÜRK

ÜYE : Yard.Doç.Dr. Nihal BEKTAŞ

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
05.12.2003 tarih ve 2003/38 sayılı kararı.



ÖZET

2000’li yıllara girerken, taraf olunan uluslararası sözleşmelerden doğan yaptırımlar, küreselleşen pazar ilişkileri ve uluslararası ticarette karşılaşılan tarife dışı teknik engellerin yanı sıra, çevre ile ilgili yaptırımlar da fazlalaşmıştır. Başta Avrupa Birliği olmak üzere birçok ülke yasalarında ve standartlarında “kirlüten öder” prensibi yerine “kirlilik önleme teknolojilerini kullanımın teşvik edilmesi” prensibini benimsemiştir. Bu nedenle bu ülkelere yapılan ihracatlarda da haksız rekabeti ortadan kaldırmak için bazı standartlar belirleyerek (Eko Tex 100, CE vb.), firmaların buna uymasını istemişlerdir. Avrupa Birliğine uyum çalışmaları çerçevesinde Türkiye’nde Avrupa Birliği üyelerinin uyguladıkları yasa ve standartları sadece ihracat sırasında değil iç piyasaya yapılan satışlarda da sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle sanayicilerin çevresel yükümlülüklerini yerine getirebilmeleri için yeni yaklaşımlara ihtiyaçları vardır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde çevre dostu teknolojiler hakkında genel bilgi verildikten sonra, kirlilik kontrolü ile kirlilik önleme karşılaştırması yapılmış, kirlilik önlemenin sağlayacağı yararlardan bahsedilmiştir. İkinci bölümde ise atık azaltımı ile ilgili Dünya’da ve Türkiye’deki çalışmalar hakkında, üçüncü bölümde ise Türkiye sanayisinin çevresel profili, seçilen tekstil sektörü hakkında, bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde ise bir tekstil fabrikasında yapılan pilot çalışmaya yer verilmiştir. Fabrikanın şu andaki durumu, yapılan çalışmalar incelenmiş, tüm proseslerindeki girdiler ve çıktılar hesaplanmıştır. Yapılan bu çalışma sonucu hangi proseslerde iyileştirme yapılırsa enerji, su, hammaddede azaltımı olabileceği belirlenmiş ve bu kapsamda belirlenen kirlilik önleme seçenekleri uygulanmıştır. Ayrıca pilot çalışma sonucu uygulanmaya karar verilen kirlilik önleme seçenekleri ile ilgili teknik, ekonomik ve çevresel değerlendirme yapılmış, kirlilik önleme seçenekleri ile şu andaki durum karşılaştırılmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde ise yine bir tekstil fabrikası ele alınarak, yeni kurulacak bir fabrikada kirlilik önleme teknolojileri dikkate alınarak yapılacak planlamaya yer verilmiştir. Bu planlama, fabrika yerinin seçimi, makina ve ekipman seçimi, yerleşimi, alt yapı, arıtma tesisi bilgileri verilmiştir. Başlangıçta kirlilik önleme teknolojileri ele alınmadan kurulan bir tesisin yatırım maliyetlerinin daha az olmasına rağmen, işletme maliyetinin, çevresel maliyet nedeniyle daha yüksek olduğu görülmüştür.

SUMMARY

Aside from the globalization of the marketing relationships, sanctions arising with international agreements and non-tariff barriers in international marketing, sanctions about environment have also been increased at 2000's. Many countries, mainly the EU members, have changed their regulations and standards, leaving the "polluter pays" principle, they adjusted "encouraging of the usage of cleaner production" principles. That's why, these countries has established the standards like Eko tex 100, CE, ISO 14001 for blocking unfair competition and required the exporting firms to be suited in these standards. In the framework of working about EU adaptation period, Turkey should change its regulations according to EU regulations, and apply these standards in the internal market. Therefore firms need a new approach for fulfilling environmental sanctions.

In the first part of this work, general information about environmental friendly technologies are identified and compared with 'end of pipe' technologies. After that in the second part, previous studies and administrative and sector based information is summarized. Information about environmental profile of Turkey's Industry and information on the selected 'Textile Industry' is given in the third part. Also a pilot study for the implementation of cleaner production principles at the textile industry was made and data is given at fourth part. Present situation of the factory and all studies was examined and the inputs and outputs of all processes are calculated. In the result of this study, the processes that should be improved to decrease the required energy, water and input materials was identified and cleaner production options were provided. Environmental, technical and economic evaluation of the cleaner production options that were selected for application was made, and these were compared with the current situation. How to establish a factory with the framework of cleaner production principles was discussed at the fifth part. In this fourth part the criteria's for the selection of the factory emplacement equipment selection, infrastructure, and the treatment plant are given. It is shown that although establishing a new plant without considering the clean production technologies is cheaper at first it comes to be more expensive in operation because of the environmental costs.

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında yönlendirmeleri ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli tez danışmanım Sn.Prof.Dr.Mehmet KARPUZCU'ya kıymetli yaklaşımları, problemlerin çözümünde eşsiz yol göstericiliği ve sonuçların yorumlanmasındaki desteğinden dolayı,

Sn.Doç.Dr.Nihal BEKTAŞ'a tezim sırasında karşılaştığım zorluklar konusunda bana rehber olması dolayısıyla,

Tezimin oluşturulması sırasında kıymetli yönlendirmeleri, literatür desteği ve çeşitli yardımları ile her zaman yanımda olan kıymetli iş arkadaşlarım Sn.Fatma TELLİ KARAKOÇ'a ve Aysun ÜNLÜ'ye

Yüksek lisans programımın başından bu yana her türlü desteği ile cesaret veren ve bu konuda çalışmalarımda beni yüreklendiren arkadaşlarıma,

Yüksek lisansım boyunca yardımlarını ve değerli bilgilerini paylaşan Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsünün çok değerli öğretim üyeleri ve çalışanlarına,

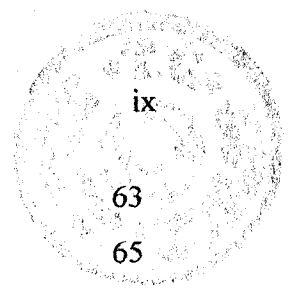
En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

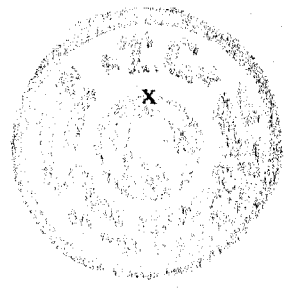
ÖZET	Sayfa iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii

1. GİRİŞ	1
1.1. Kullanılan Tanımların Terminolojisi	1
1.2. Çevre Kirliliğinin Tarihçesi	2
1.3. Çevre Kirlenmesinin Azaltma Teknolojileri	3
1.4. Kirlilik Kontrolü Yaklaşımı	5
1.5. Kirlilik Önleme Teknolojileri	6
1.6. Kirlilik Kontrolü ile Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması	8
1.7. Kirlilik Önleme Teknolojilerin Sağlayacağı Yararlar	11
1.7.1. Genel Yararlar	11
1.7.2. Sanayiciye Sağlayacağı Yararlar	12
1.8. Kirlilik Önleme Teknikleri ve Araçları	13
2. ATIK AZALTIMI İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	15
2.1. Kirlilik Önleme Teknolojilerinin Ülke Bazında Uygulama Basamakları	15
2.2. Dünya'daki Kirlilik Önleme Uygulamaları	17
2.2.1. Yapılan Örnek Projeler	15
2.2.2. İşletme Bazında Yapılan Kirlilik Önleme Çalışmaları	19
2.3. Türkiye'deki Kirlilik Önleme Çalışmaları	20
2.3.1. Hükümet Bazında Hazırlanan Raporlar (UÇEP, Gündem 21 ve Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Raporu 2002)	21
2.3.2. Kirlilik Önleme Uygulama Projesi	23
2.3.3. Strateji Belirleme Çalışmaları	23
2.3.4. Kirlilik Önleme Odak Noktaları	25

2.4. Endüstriyel Parklar	25
2.4.1. Endüstriyel Park Çeşitleri	27
2.4.2. Endüstriyel Parklar Kurulurken Dikkat Edilmesi gereken Hususlar	28
2.4.3. Endüstriyel Parkların, Kirlilik Önleme İle Karşılaştırılması	19
3. TÜRKİYE'DE ÇEVRE SORUNLARI	31
3.1. Sanayinin Genel Yapısı	31
3.2. Kirlilik Önleme Çalışması İçin Pilot Sektör Seçimi	33
3.3. Tekstil Sektörü Hakkında Genel Bilgi	34
3.3.1. Tekstil Sektörünün Genel Bir Tanımı	34
3.3.2. Türkiye'deki Tekstil Sanayii	34
3.3.3. Üretim Proses ve İşlemleri	35
3.3.4. Tekstil Sektöründeki Atık Kaynakları	36
3.3.4.1. Hava Kirliliği	36
3.3.4.2. Su Kirliliği	36
3.3.4.3. Katı Atık	38
3.3.4.4. Tehlikeli Atıklar	38
4. KİRLİLİK ÖNLEME METODOLOJİSİNİN UYGULANMASI	39
4.1. Ön Değerlendirme	40
4.1.1. Fabrika Genel Girdi ve Çıktılarının Belirlenmesi	42
4.1.2. Çevre İle İlgili Yönetmeliklere Uyum	46
4.1.3. Problemlerin Belirlenmesi ve Nedenlerinin Analizi	47
4.2. Değerlendirme ve Uygulama	49
4.2.1. Boyama Prosesinin Yıkama Basamaklarının Değiştirilmesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar	49
4.2.2. Yumuşatma Cihazlarında Yapılan Kirlilik Önleme Çalışması	56
4.2.3. Isı değiştirici Sistemleri Seçeneği İçin Yapılan Değerlendirme Çalışması	58
4.3. Yapılan Çalışmaların Uygulamaya Alınması	59
5. TEMİZ ÜRETİM PRENSİBİ UYGULANAN YENİ BİR FABRİKA ÖRNEĞİ	60
5.1. Fizibilite Çalışması	60
5.1.1. Yer Seçimi	60



5.1.2. Yerleşim Planı	63
5.2. Makinelerin Seçilmesi	65
5.2.1. Makinelerin Maliyet Bakımından İncelenmesi	66
5.2.2. Çevresel Performans Bakımından İncelenmesi	67
5.3. Altyapı ve Doğal Kaynakların Minimize Etme Çalışmaları	72
5.4. Atıkların Bertaraf Edilmesi	74
5.4.1. Atık Suyun Bertaraf Edilmesi	74
5.4.2. Diğer Atıkların Bertaraf Edilmesi	76
5.5. Fabrikanın İşletilmesi Sırasında Uyulması Gereken Hususlar	78
5.5.1. Çalışanların Eğitimi	78
5.5.2. Doğal Kaynakların ve Hammaddenin Kullanımı	79
5.5.3. Bakım Onarım Faaliyetlerin Periyodik Olarak Yapılması	80
5.5.4. İyi Planlama Yapılması	81
5.6. Fabrikalar Arasında Karşılaştırma	82
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	91
EKLER	92



KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
BM (UN)	Birleşmiş Milletler
CE	AB Ürün Uygunluk Belgesi
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DTM	Dış Ticaret Müsteşarlığı
EMAS	Environmental Management Audit System – Çevre Yönetimi Denetim Sistemi
EPA	Environmental Prevention Agency – Çevre Koruma Ajansı
ISO	Uluslararası Standart Organizasyonu
İTKİB	İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği
MSDS	Malzeme Güvenlik Veri Sistemi
PES/Co	Polyester/Pamuk karışımı
PES/CV	Polyester/Naylon karışımı
P2	Kirlilik Önleme (Pollution Prevention)
P3	Kirlilik Önleme ve Karlılık (Pollution Prevention and Profitability)
TMMOB	Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
TÜBİTAK-MAM	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
TUSİAD	Türkiye Sanayici ve İşadamları Derneği
TTSD	Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği
UNDP	BM Geliştirme Programı (UN Development Programme)
UNIDO	BM Endüstri Geliştirme Organizasyonu (UN Industrial Development Organization)
UÇEP	Ulusal Çevre Eylem Planı
UNEP	BM Çevre Programı (UN Environmental Program)



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil

Sayfa

1.1. Kirlilik Önleme Stratejilerinin Ana Elementleri	7
1.2. Kirlilik önleme ve Kirlilik Kontrolü Arasındaki Bağlantı	10
2.1. Endüstriyel Parklar Genel Akışı	26
4.1. Genel Proses Diyagramı	41
5.1. Pilot Çalışma Yapılan İşletmenin Boyama İle İlgili Kısımın Yerleşim Planı	63
5.2. Boyama Prosesi İçin Önerilen Yerleşim Planı	64
5.3. Tekstil Sektörü İçin Örnek Makine Yerleşim Planı	65
5.4. Jet Türü Makine Örneği	68
5.5. Pat-batch Boyama Makinesi Örneği	69
5.6. Yeni Sistem Sürekli Boyama Makinesi	70
5.7. Otomatik Kimyasal Madde Dozaj Ünitesi	72
5.8. Senaryo 3'e Göre Arıtım Düzenegi	75



ÇİZELGELER DİZİNİ

Cizelge

Sayfa

1.1. Kirlilik Kontrolü ve Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması	9
1.2. Önleyici Çevre Yönetimi Çerçevesi	14
2.1. Kirlilik Önleme İle Endüstriyel Ekolojinin Ana Bağlantıları	30
3.1. Örgü Kumaş Terbiyesi Atıksu Karakteri	37
3.2. Tekstil Sektöründeki Su Tüketimi ve Deşarj Miktarı	37
4.1. Ana Proseslerin Genel Girdi – Çıktı Diyagramı	43
4.2. Yıllık Üretim Bilgileri (kg/yıl)	44
4.3. Girdi Maddelerin Miktarı ve Maliyeti	45
4.4. Çıktı Maddelerin Miktarı ve Maliyeti	45
4.5. Koyu Boyama Sonrası Yıkama Proseslerinde Elde Edilen Sonuçlar	50
4.6. Orta Boyama Sonrası Yıkama Proseslerinde Elde Edilen Sonuçlar	51
4.7. Koyu Renk Boyama İçin Tüketim Miktarları (100 Kg)	52
4.8. Koyu Renk Boyama İçin Tüketim Miktarları (400 kg)	53
4.9. Orta Renk Boyama İçin Tüketim Miktarları (100 kg. İçin)	53
4.10. Koyu Boyama İçin Yıllık Hesaplanan Ekonomik Değerlendirme Sonuçları	54
4.11. Orta Boyamada Yıllık Hesaplanan Ekonomik Değerlendirme Sonuçları	55
4.12. Rejenerasyon Ünitesinin İyileştirilmesi İle İlgili Yıllık Ekonomik Değerlendirme Sonuçları	57
5.1. Fabrika Seçimi İçin Belirlenen Kriterlerin Belirlenen Alternatif Yerlerle Karşılaştırılması	62
5.2. Yüksek Sıcaklıkta Boyama Yapan Makinelerle, Düşük Sıcaklıkta Boyama Yapan Makineler Arasındaki Maliyet Analizi	66
5.3. Yüksek Sıcaklıkta Boyama Yapan Makinelerde Kullanılan Boyarmaddeler ile Düşük Sıcaklıkta Boyama Yapan Makinelerde Kullanılan Boyarmaddelerin Karşılaştırılması	67
5.4. Örgü Kumaşlar İçin Kabul Edilebilir, Marjinal Ve Kabul Edilemeyen Atıklar Olarak Tanımlanan Atıkların Prosesleri	73
5.5. Önerilen Senaryoların Finansal Durumları	76
5.6. Katı Atıklar ve Bertaraf İşlemleri	77

5.7. 100 kg. Koyu Boyama İçin Değişik Flote Oranlarına Göre Kullanılan
Kimyasal Madde Oranları

80

5.8. Temiz Üretim Teknolojileri Prensibine Göre Kurulan Bir Fabrika İle
Kurulmayan Fabrikalar Arasındaki Farklılıklar

83



1. GİRİŞ

Çevre kirliliği ile ilgili yasal yaptırımlar olmasına rağmen arıtma tesislerinin ek maliyet getirmesi nedeniyle sanayiciler ya arıtma tesisini yapmamakta ya da işletmemektedir. Bu nedenle arıtma maliyetlerini en aza indirmek amacıyla, kirliliği kaynağında azaltacak teknolojiler üretilmektedir. Yasal yaptırımların yanı sıra özellikle ihracattaki tarife dışı engeller sanayicinin kirlilik önleme teknolojilerine yönelik çalışmaları başlatmasını sağlamıştır. Türkiye’de başta büyük firmalar olmak üzere geri kazanım ve yeniden kullanım prosesleri sıkça kullanılmaya başlanmıştır. 1992 yılında yapılan Rio Konferansı sonucu yayınlanan beş degrelasyondan biri de kirliliği kaynağında azaltma teknolojilerin yayınlştırılmasını sağlamaya yöneliktir. Bu konuda bir metodolojinin geliştirilmesi görevi UNEP’e verilmiştir. UNEP bu konuda bir metodoloji geliştirerek başta Avrupa Birliği üyeleri olmak üzere birçok ülkede uygulamasını yapmıştır. UNEP’in metodolojisini uygulayan ülkelere Danimarka, Almanya, Norveç, Tayland, Çin örnek olarak verilebilir (<http://www.unep.org>).

Kirlilik önleme çalışmalarının Türkiye’de de hızla uygulamaya alındığı gözlenmektedir. Bu çalışmada, birbirinden bağımsız olarak yapılan ve sadece sorun olduğunda gündeme gelen kirliliği önleme çalışmalarının, çalışanların da katılımı ile sürekliliği sağlayacak bir metodoloji çerçevesinde yapılabilirliği irdelenmiştir. Bu kapsamda UNEP tarafından geliştirilen metodoloji ile bir tekstil fabrikasında kirlilik önleme çalışması yapılmıştır. Ayrıca kirlilik önleme prensipleri göz önüne alınarak bir fabrika sanal olarak kurulmuştur.

1.1. Kullanılan Tanımların Terminolojisi

Çevre Mühendisliği alanında kullanılan terimlerin çoğunun Türkçe karşılıkları tam olarak tanımlanamamıştır. Bu nedenle TSE, 2003 yılında bu konuda çalışma başlatmış olup üniversite ve sivil toplum örgütlerinden görüş sormuştur. Ancak çalışma henüz tamamlanmamıştır. Bu çalışmada en fazla kullanılan terimlerin İngilizce karşılıkları ve kabul edilen Türkçe karşılıkları aşağıda verilmiştir.

Literatürlerdeki, “cleaner/clean production”, cleaner/clean technologies”, “pollution prevention”, “P3” terimlerinin tanımları incelendiğinde hepsinin aynı olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların Türkiye’de kullanılış şekline bakıldığında, TÜBİTAK-TTGV Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu tarafından hazırlanan “Temiz Üretim – Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu sanayi Sektörü Raporu”nda cleaner/clean production için temiz üretim, cleaner/clean technologies için temiz üretim teknolojileri tanımı kullanılmıştır. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan “Kirlilik Önleme Yaklaşımı ve KOBİ’ler Düzeyinde Uygulanması” isimli raporda ise temiz üretim tanımı değil, kirliliği önleme tanımı kullanılmıştır. Keskinler B. (2003), cleaner technologies tanımını “çevreye duyarlı teknolojiler” olarak tanımlamıştır.

Bu çalışmada cleaner/clean production için “kirliliği önleme”, cleaner/clean technologies için “kirliliği önleme teknolojileri” tanımı, “end-of-pipe technologies” terimi için “kirlilik kontrolü” kullanılacaktır. Kirliliği önleme çalışmalarında bir basamak olarak kullanılan “good housekeeping” ise “işletme verimliliğini artırma çalışmaları” olarak tanımlanacaktır.

1.2. Çevre Kirliliğinin Tarihçesi

Sanayi devrimi ile başlayan çevre kirliliği sonucu, atıkların bertarafı ile ilgili çalışmalara hemen başlanmamıştır. Çevre kirliliğinin tarihçesi dört ana başlıkta toplanabilir (UNEP, 1994).

- Çevre kirliliğinin fark edilmemesi
- Atıkların alıcı ortama seyreltilerek deşarj edilmesi
- Kirlilik kontrolü teknolojilerinin kullanılması
- Kirliliği önleme teknolojilerinin kullanılması

Sanayi devrimi ile başlayan çevre kirliliğinin doğa tarafından yok edileceği düşünülerek hiçbir önlem alınmamıştır. Ancak bazı atıkların insan sağlığını tehdit etmesi sonucu alıcı ortama seyreltilerek deşarj edilmiştir. İlk iki yöntem sonucunda çevre kirliliğinin azalmamış olması nedeniyle yeni yöntemler aranmaya başlanmıştır. 1950’li yıllarda İngiltere gibi sanayileşmiş ülkelerde ortaya çıkan insan ölümlerine neden olan çevre kirliliği felaketleri, atıkların alıcı ortama olduğu gibi değil, kirlilik

kontrolü teknolojileri kullanarak atığın alıcı ortama zarar vermeyecek şekle getirilerek deşarj edilmesi ile ilgili yöntemlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Daha çok kirlilik kontrolü amacına yönelik olan bu yöntemde sanayicilere yatırım maliyeti ile birlikte işletme maliyetini de getirmekte idi. Bu kapsamda gelişmiş ülkelerin çevre yasalarında da “kirleten öder” prensibi yer almıştır.

Kirlilik kontrolü teknolojileri, proste herhangi bir iyileştirme yapmadan, kirleticilerin alıcı ortama deşarj edilmeden önce azaltılmasını sağlayan teknolojilerdir. Türkiye’de yatırım ve işletim maliyeti nedeniyle bu tip teknolojiler verimli bir şekilde kullanılmamaktadır.

1980’lerin başında, kirlilik kontrolü çalışmalarının yetersiz olması nedeniyle yeni çözümler üretilmiştir. Bu kapsamda firmalar çevre yönetimi yaklaşımını gündeme getirmiş ve bütün faaliyetlerini çevre ve enerji performanslarını artıracak şekilde yeniden tasarlamaya başlamışlardır. Bu eğilim giderek yaygınlaşmış ve bazı ülkelerde devlet desteği de sağlanmıştır.

1980’lerin ortalarında, endüstriyel sistemlerin ekolojik prensiplerden hareketle modellendirilmesine dayalı yeni bir yaklaşım ortaya çıkmıştır. Endüstriyel ekoloji olarak isimlendirilen bu yaklaşım, endüstriyel sistemlerdeki hammadde ve enerji akışını, bu akışın çevre üzerindeki etkilerini, teknoloji ve uygulama çeşitlerini bu akış üzerindeki etkilerini anlamaya dayanan bir yaklaşımdır. Ayrıca bu yaklaşım proses akışlarının analiz edilerek, atıkların girdi olarak geri döndürülmesini, ürünün tüm ömür döngüsünün incelenmesini ve ürünlerin çevresel etkileri de düşünerek yeniden tasarlanmasını kapsamaktadır (UNEP, 1996).

1980’li yılların sonuna doğru ise gelişmiş ülkeler kirlilik önleme çalışmalarına başlamış, üretim sırasında atığı azaltarak, çıkan ürünün yaşam döngüsü içerisinde çevreye daha az zararlı olması için bir metot ortaya koymuşlardır.

1.3. Çevre Kirlenmesinin Azaltılma Teknolojileri

Bu teknolojiler genelde ekonomik ve sosyal kalkınma eylemleri sonucu ortaya çıkan, çevreye ve insan sağlığına zararları niteliksel ve niceliksel olarak en aza

indiren ve doğal kaynakları en verimli şekilde kullanarak sürdürülebilir kılan teknolojilerdir.

Çevre dostu teknolojileri aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür (TTGV, 1999):

Bir işlem sonucu ortaya çıkan zararlı etkileri ortadan kaldırmaya yönelik teknolojiler: Kirlilik kontrolü çalışmalarıdır. Bu konu 1.4. bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Proses değişikliklerine gidilerek, hammadde, yardımcı madde, doğal kaynak girdilerini ve atık çıktılarını en aza indiren teknolojiler. Bu teknolojiler üretim sürecini ve ürün tipini değiştirmeye yönelik olabilir. Daha az enerji, su, kimyasal madde kullanarak, daha verimli çalışan ve nitelik ve nicelik olarak daha az/daha zararsız atık üreten prosesler ve nihai ürünler bu kapsamdadır. Bunlara örnek olarak, stepli yıkama yerine, sürekli yıkama prosesleri, yakıt tasarrufu sağlayan teknolojiler, atık ısıyı geri kazanan prosesler, kimya sektöründe otomasyon yoluyla atıkları en aza indiren teknolojiler, daha az su, enerji ve deterjan kullanan çamaşır ve bulaşık makinesi üreten teknolojiler, ozon tabakasına zarar vermeyen gazlarla çalışan buzdolapları üreten teknolojiler, biyolojik olarak çözünebilir ambalaj malzemeleri üreten teknolojiler, daha az gürültülü üretim ve ürün teknolojileri sayılabilir.

Geri kazanım ve yeniden kullanım teknolojileri: Atıkların/artık malzemelerin yeni malzemelere dönüştürerek yeniden kullanımlarını sağlayan, çevreye atılarak zarar vermelerini önleyen ve doğal kaynak tüketimini azaltan teknolojilerdir. Bunlara örnek olarak, kağıt, cam, metalleri yeniden işleyerek, daha az kaliteli de olsa yeni malzemeler üreten teknolojiler, plastiklerden yeni plastik ürünler üreten teknolojiler sayılabilir.

Eski ve geleneksel çevre dostu teknolojiler: Çok eski çağlardan beri bilinen, gelenekselleşmiş bazı teknolojiler özellikleri gereği zaten çevre dostu, yani çevreye zarar vermeyen teknolojilerdir. Biyoteknolojinin endüstrideki ve tarımdaki yeni uygulamaları, güneş enerjisi bunlara örnektir.

Kirlilik Önleme Teknolojileri, kirliliği kaynağında en aza indirmek için çevre dostu teknolojilerin yukarıdaki genel çerçevesi içinde, 2. sırada tanımlanan teknolojilerdir.

3. sırada yer alan “geri kazanım ve yeniden kullanım” teknolojilerinin ancak üretim mekanında ve üretim prosesine entegre olarak gerçekleştirilenleri “kirlilik önleme teknolojileri” kapsamına girmektedir. Kirlilik önleme teknolojileri, ayrıntılı olarak Bölüm 1.5.’de verilmiştir.

1.4. Kirlilik Kontrolü Yaklaşımı

Kirlilik kontrolü yaklaşımı, üretim prosesinde herhangi bir değişiklik yapılmadan, üretim sonucu ortaya çıkan atıklara ve diğer zararlara müdahale eden teknolojik yaklaşımdır. Kirliliğin kontrolüne yönelik olan bu tür teknolojiler atık minimizasyonu veya proses kontrolü yapılmaksızın sadece proses sonucu çıkan atığın bertarafına yöneliktir. Bu tip teknolojilere örnek olarak atık su arıtma teknolojileri, baca gazı kükürt giderme teknolojileri, egzost borularına konan katalitik konverterler verilebilir (TTGV, 1999).

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 (Demirer, G. ve Gümüşel D, 2002).

Amerika Hükümeti tarafından hazırlanan “Environmental Investments; The Cost of a Clean Environment, 1991” adlı rapora göre sanayici ve hükümet arıtma teknolojileri için her yıl yaklaşık 115 Milyar \$ harcamaktadır. Dünya Bankası verilerine göre Doğu Asya bölgesinde hızlı sanayileşme ve nüfus artışından meydana gelen çevre felaketlerinin temizlenmesi için 1990 yılında 20 Milyar \$ harcanmıştır. Ayrıca dünya çapında arıtma teknolojilerinin satın alınması ve bakımı için her yıl yaklaşık 300 Milyar \$ harcandığı tahmin edilmektedir (UNEP, 1994).

İşletmeler yürürlükteki yasa ve yönetmeliklere uyum sağlanması için kirlilik kontrolü teknolojilerine uygun sistemlerini kurmak zorundadır. Ancak yeniden kullanım prensibini uygulamadan yapılan yatırımlar işletmeleri, maliyeti nedeniyle kurulmuş sistemleri çalıştırmamaya sevk etmektedir.

1.5. Kirlilik Önleme Teknolojileri

Endüstriyel üretim proseslerinde, hammadde, nakliye enerji, su ve hava gibi çeşitli kaynaklar kullanır. Günümüzde kullanılmakta olan üretim sistemleri genellikle “başla – bitir” şeklinde çalışan doğrusal süreçler olup, sonlu kaynaklar büyük miktarlarda ve hızlarda tüketilmekte ve ayrıca toksik maddeleri içeren hammaddeler de sıkça kullanılmaktadır.

Johannes Fresner (1998) kirlilik önlemeyi “üretim ve ürünlerin çevreye etkilerini minimize etmek için bir önleme stratejisidir” olarak tanımlamıştır. Ayrıca kirlilik önlemenin en önemli aktörleri üretim proseslerini kontrol eden firmalar olduğunu belirtmiştir.

John P. Ulhoi (1997) kirlilik önlemeyi “proses sırasında daha az kaynak ve enerji kullanımını sağlamak ve kaynağında zararlı maddeleri en aza indirmek ve atıkların daha az miktarda üretilmesini sağlayarak çevresel zararı en aza indirmek ” olarak tanımlanmıştır.

Keskinler B. (2003) kirlilik önleme çalışmalarını çevreye duyarlı teknolojiler olarak “daha az kirlüten, tüm kaynakları daha sürdürülebilir şekilde kullanan, atık ve artıkları daha yüksek oranlarda yeniden dönüştürebilen ve artıkları daha kabul edilebilir şekilde bertaraf eden teknolojidir” olarak tanımlamıştır.

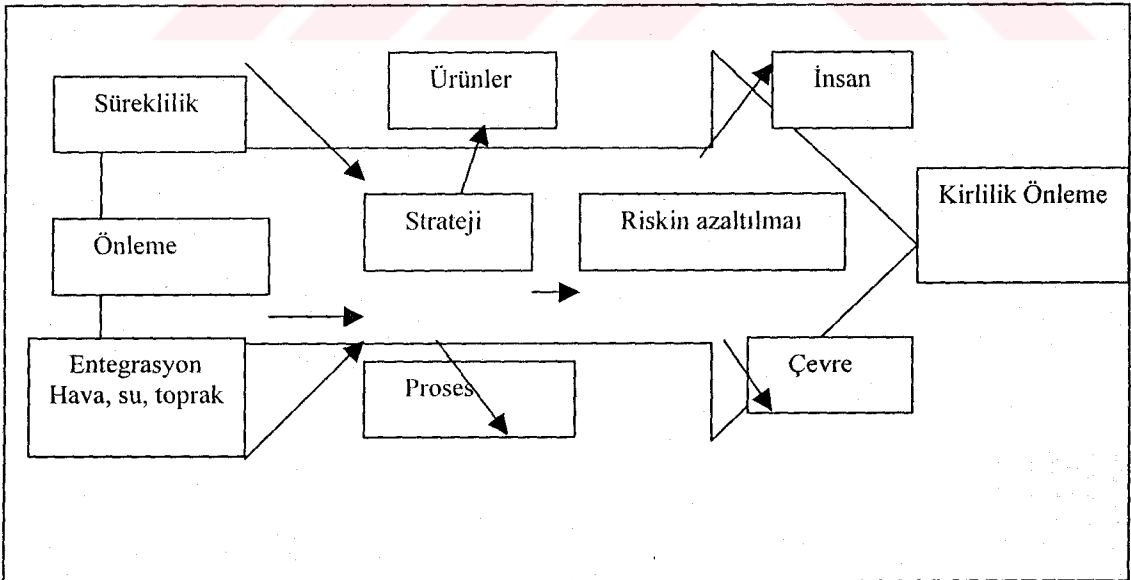
UNEP tarafından 1990 yılında tanımlanan ve çok sayıda ülkenin kirlilik önleme çalışmalarında kullandıkları **tanımı** ise aşağıda verilmiştir.

“Kirlilik önleme insan ve çevre üzerindeki riskleri azaltmak için üretim proseslerinde ve ürünler için bir bütünleştirilmiş çevre koruma stratejilerinin sürekli uygulanmasıdır”

Kirlilik önleme çalışmaları sadece üretim proseslerine değil, ürün ve hizmetlere de uygulanmaktadır. Değişik kademeler için kirlilik önleme kavramı aşağıda verilmiştir.

- **Üretim prosesleri için kirlilik önleme;** hammadde, su ve enerjinin etkin kullanımı, toksik ve tehlikeli hammaddelerin kullanılmaması ve bütün atık ve emisyonların miktar ve zehirliliklerinin üretim prosesi esnasında azaltılmasını içerir.
- **Ürünler için kirlilik önleme;** ürünlerin yaşam döngüsü içerisinde sağlığa ve çevreye olan zararlı etkilerinin azaltılması ve ürünlerin bertarafı sürecinde hammaddelerin ekstraksiyonunu kapsamaktadır.
- **Hizmetler için kirlilik önleme;** ürün teslimi ve bakım gibi tüm süreçlerdeki hizmetlerin çevreye zarar vermemesidir (Ruffe, Françoise (ed.), et al 1994).

Kirlilik önleme stratejilerinin ana elementleri Şekil 1.1.'de verilmiştir. Tüm ana elementlerin her biri kirlilik önleme çalışmalarının önemli bileşenleridir. Kirlilik önlemede ilk adım süreklilik, önleme ve entegrasyon için strateji belirlenmesidir. Ürün ve prosesler ile ilgili belirlenen stratejilerin, insan ve çevreye olan riskini azaltmak için çalışmalar yapılması, ürünün kirlilik önleme prensipleri ile üretildiğinin göstergesidir. İnsan ve çevreye göre risk azaltılması, ürünün tüm yaşam döngüsü için geçerlidir.



Şekil 1.1. Kirlilik Önleme Stratejilerinin Ana Elementleri (Ruffe, Françoise (ed.), et al 1994).



Fresner J. (1998) Kirlilik önleme yaklaşımında kullanabilecek seçenekleri aşağıdaki şekilde özetlemiştir.

- Enerji ve malzemelerin işletme verimliliğinin artırılması
- Birimler arasında iletişimi sağlamak ve verilere ulaşımı iyileştirmek için çalışanların eğitimi
- Kullanılan hammadde ve yardımcı maddelerin daha az olanları ile veya yeniden kullanılacak maddeler ile değiştirilmesi
- Ürünlerin modifikasyonu
- Atık ve emisyonları minimize etmek için proseslerin modifikasyonu
- Fabrika içinde geri kazanım
- Oluşan atıkların dış geri kazanım ağlarının oluşturulması

Demirer G. ve Gümüşel D. (2002) yukarıda verilen seçeneklere ek olarak aşağıdaki seçeneklere yer vermiştir.

- Üretim sürecinde hammadde ve enerji kayıplarının önlenmesi/en aza indirilmesi
- Veri tabanlarının oluşturulması/geliştirilmesi
- Aynı işletmede yer alan bölümler arasında iletişimin ve koordinasyonun sağlanması
- Tesis içi veya dışı geri dönüşüm ve yeniden kullanım olanaklarının araştırılması
- Ürün ve hizmetlerin çevreye daha az zarar verecek şekilde yeniden tasarlanması
- Proses basamaklarının azaltılması

1.6. Kirlilik Kontrolü ile Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Alışlagelmiş kirlilik kontrolü yaklaşımların tersine kirlilik önleme yaklaşımı kirliliği oluşmadan önlemeyi/ hedefler. Kirlilik kontrolü yaklaşımı üretim ve tasarım aşamalarını değişmez faktörler olarak benimseyip, hiçbir iyileştirme yapmadan kirliliği de bu aşamaların kaçınılmaz bir sonucu olarak görmekte ve kirlilik ortaya çıktıktan sonra bu soruna çözüm getirmeye çalışmaktadır. Dolayısı ile bu yaklaşımlar kirliliği daha iyi tanımlama ve atıkları arıtma ve bertaraf etme üzerine odaklanmakta ve kuruluşlara önemli miktarlarda ek maliyet getirmektedir. Öte yandan, kirlilik



önleme yaklaşımları kirliliği ve atıkları 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 kalmamakta aynı zamanda ekonomik faydalar da sağlamaktadır. (Demirer G. ve Gümüşel D, 2002)

Huising D (1995) tarafından kirlilik kontrolü ile kirlilik önleme yaklaşımlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Her iki sistemin karşılaştırılması Çizelge 1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Kirlilik Kontrolü ve Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması
(Huisingh. D, 1995)

Kirlilik Kontrolü Yaklaşımları	Kirlilik Önleme 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 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.
Çevresel iyileştirmeler, çeşitli teknik ve teknolojilerin uygulanmasını gerektirir.	Çevresel iyileştirmeler sadece teknik değil, aynı zamanda teknik olmayan yaklaşımları da içerir.

T.C. YATIRIM MENKUL DEĞERLER A.Ş.
YATIRIM MENKUL DEĞERLER A.Ş.
YATIRIM MENKUL DEĞERLER A.Ş.

Çizelge 1.1. Kirlilik Kontrolü ve Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması
(Devam)

Kirlilik kontrolü teknolojilerinin uygulanması, atık yöneticileri vb. çevre uzmanlarının görevidir.	Çevresel iyileştirmelerin ve kirlilik önleme gereklerinin yerine getirilmesi, tasarım ve proses mühendisleri de dahil olmak üzere kuruluşun tüm çalışanlarının sorumluluğundadır.
Çevresel iyileştirme tedbirleri, otoritelerce konulmuş bir seri standarda uyum sağlamak üzere alınır.	Kirlilik önleme, sürekli olarak daha iyi çevre standartlarına ulaşmayı hedefleyen devamlı bir süreçtir.
Kalite, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verme olarak tanımlanır, çıktı ürünün çevreye maliyeti ve çevre üzerindeki etkisi dikkate alınmaz..	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 zaman içinde artış gösterir.	Aynı sorunu çözmeye yönelik kirlilik önleme maliyeti başlangıçta yüksek olabilir, ancak uzun vadedeki uygulama, işletme ve bakım maliyetleri toplamı daha düşük olmaktadır; çünkü kirlilik önleme uygulamaları sonucunda hammadde, su ve enerji gibi girdilerin tüketimi azalmaktadır.

Tablo 1.1.'de görüldüğü gibi, kirlilik önleme çalışmaları süreklilik göstermektedir. Kirlilik kontrolü yaklaşımına tüm sorumluluk görevlendirilen personele verilmesine rağmen, kirlilik önleme çalışmalarında sorumluluk tüm çalışanlara verilmekte ve bir paylaşım olmaktadır.

1.7. Kirlilik Önleme Teknolojilerin Sağlayacağı Yararlar

1.7.1. Genel Yararlar

Çevreyi ve insan sağlığını olumsuz olarak etkileyen atıkların ve emisyonların bertarafı sanayiciye ek bir yük getirmektedir. Bu da sanayicinin, bertaraf işlemlerinden kaçınmasını ya da minimum düzeyde önlem almasına neden olmaktadır.

Kirlilik önleme yaklaşımı firmaların kendi inisiyatifi ile çevresel performansını sürekli olarak artırmasını içermekte ve dolayısı ile bu gelişmelerin yasa ve yönetmelik gibi statik olguların gereksinimleri ile sınırlamasını engellemektedir. Bu çalışmayı yapan firmalar çevresel performanslarını yürürlükteki yasa ve yönetmeliklerin gerektiği seviyeden çok daha yüksek bir seviyeye çekeceklerinden, ileride yürürlüğe girecek daha katı yasa ve yönetmelikler ile uyum konusunda zorluk çekmeyecektir (Demirer G., Gümüsel D., 2000).

Kirlilik önleme çalışmaları, arıtma teknolojilerini tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Kirlilik önleme çalışmalarında en önemli unsur, yapılan iyileştirmeler ile prosesler sonucu ortaya çıkan atıklarda, toksidite miktar ve yük minimize edileceğinden, kullanılan arıtma teknolojilerin kapasitesi azalacak ayrıca ileri arıtım teknolojileri kullanmaya gerek duyulmadan yasal limitlerde atık deşarj edilebilecektir. Bu nedenlerden dolayı, kirlilik önleme çalışmaları ile yukarıda belirtilen arıtım harcamalarında büyük bir düşüş olacaktır. Ayrıca, ürün kalitesinin iyileştirilmesi artı bir kazançtır. Tüm bu yararlarının yanısıra ISO 14000 Çevre Yönetim Standartları Serisi ve OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Standardı'na uyuma da kolaylık sağlamaktadır.

Kesin olarak Kirlilik önleme uygulamaları bütün çevresel problemleri çözer demek yanlış olur. Ancak bu uygulamalar daha az arıtıma, arıtılacak veya bertaraf edilecek atıkların daha az zararlı madde içermesine yardımcı olur. Ayrıca proseslerde zararlı kimyasalların kullanılmaması, işçilerin bunların zararlı etkisine maruz kalmalarını engeller, kazalar sırasında çevrenin zarar görme riskini de azaltır.

1.7.2. Sanayiciye Sağlayacağı Yararlar

Kirlilik önleme yaklaşımının sanayiciye sağlayacağı yararlar aşağıda verilmiştir (TTGV, 1999).

1. Gerek uluslararası sözleşmelerin getirdiği yaptırımlar ve globalleşen pazar ilişkileri ve dünya ticareti, gerekse çevre konularındaki artan sorun ve talepler sonucu ortaya çıkan ulusal çevre politikaları ve yaptırımlar kirlilik önleme teknolojilerinin kullanımını gündeme getirmektedir. Bu uygulamalar işletmenin çevre ile ilgili yönetmelikler ile uluslararası /ulusal standartlara uyumunu kolaylaştırır.
2. Kirlilik önleme uygulamaları, çevreyi korumak için ortaya konulmakta olan bir dizi yasa ve yaptırımlara uymanın da en etkili aracıdır. Yerel yönetimlerin atmosfer, su ve toprak gibi ortamlara olan deşarjlarla ilgili sınırlama ve düzenlemelerine uymayı sağladığı gibi, ozon tabakasını incelten maddeler, toksik atıklar, iklim değişikliği ve biyo çeşitliliğin korunması gibi çevreyle ilgili alanlardaki uluslararası zorunluluk ve yükümlülüklerin de yerine getirilmesini kolaylaştırmaktadır.
3. Kirlilik önleme çalışmaları ile işletmenin tüm üretim prosesleri, makineleri, hammadde, kullanılan yardımcı kimyasalları ve boyarmadde, su ve enerji tüketimi, her türlü atık üretimi, iş ve işçi sağlığı incelenerek yapılacak aşağıda maddeler halinde verilen çalışmalarla işletmede kaliteli üretim, çevreye negatif yönde olan etkinin minimize edilmesinin yanı sıra büyük maddi kazançlar da sağlayacaktır. Bu kazançlar aşağıda özetlenmiştir;
 - a. Üretim esnasında kullanılan su ve enerjinin gerek geri kazanılarak gerekse geri çevrim yapılarak işletme içerisinde tekrar kullanımını sağlamak
 - b. Ortaya çıkan katı/sıvı/gaz atıkları mümkünse kaynağında azaltılarak, ilgili çevre mevzuatlara uyumunu kolaylaştırmak
 - c. Söz konusu atıklar içerisinde olabilecek yan ürünleri geri kazanıp hammadde olarak tekrar kullanmak
 - d. Gerekli yerlerde proses ve teknoloji modifikasyonları yapmak

Özetle, kirlilik önleme yaklaşımı bir firmaya, proses veriminin artması, doğal kaynakların kullanımının minimize edilmesi, ürün veya hizmet maliyetinin düşmesi nedeniyle ekonomik faydanın yanı sıra, toplumsal imajın artırılmasını ve çalışanların motivasyonunu sağlar (Demirer, G. ve Gümüşel D., 2002).

1.8. Kirlilik Önleme Teknikleri ve Araçları

Kirlilik önleme uygulamaları sadece yeni ve çevre-dostu teknolojilerin kullanılması ile sınırlı değildir. Proseslerin ve ürünlerin iyileştirilmesi, üretim girdilerinin değiştirilmesi ve azaltılması, atık ve yan ürünlerin yeniden kullanılması için uygulanacak teknik ve teknolojilerin yanı sıra çalışmayan makinelerin kapatılması, suyun kontrollü kullanılması gibi basit ama dikkat gerektiren uygulamaları da kapsamaktadır. Bu bölümde kirlilik önleme teknikleri ile ilgili bazı örnekler verilmiştir (UNEP, 1996).

- Dökülme, saçılma, sızma gibi nedenlerden kaynaklanan hammadde ve ürün kayıplarının en aza indirilmesi,
- Yıkama ve filtrelemede ters akımla yıkama tekniklerinin kullanılması ve solventin yeniden kullanımı,
- Baterilerde kullanılan ağır metallerin (kadmiyum, kurşun, civa, nikel vb.) yerine daha az toksik maddelerin kullanılması,
- Baskı işlemlerinde solvent bazlı mürekkepler yerine su bazlı mürekkeplerin kullanılması,
- Organik solventlerin geri kazanılması için buhar-geri kazanım sistemleri kullanılması,
- Atık sulardaki boyarmaddelerin geri kazanılması için ultrafiltrasyon sistemlerinin kullanılması.

Nielsen B.B. *et al* (1995), 1993 yılında Avrupa Birliği'nin desteği ile yapılan proje kapsamında, üye ülkelerde uygulanacak kirlilik önleme araçlarını ve yönetim basamaklarını, kavramın oluşturulması, sistemin kurulması, araçların belirlenmesi ve uygulanması olarak tanımlamıştır. Nielsen B.B. yürütücülüğünde geliştirilen önleyici çevre yönetimi çerçevesi Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Önleyici Çevre Yönetimi Çerçevesi (Nielsen B.B. (et al), 1995)

KAVRAM	ÖNLEYİCİ ÇEVRE YÖNETİMİ			
	• Politika	• Hedefler	• Stratejiler	• Araçlar
SİSTEM	ÇEVRE YÖNETİMİ SİSTEMİ			
	İzleme ve Veri Toplama	Proses	Raporlama	Dağıtım
	Kirlilik Önleme	Temiz Prosesler	Temiz Ürünler	Prosedür
ARAÇLAR	• ÇED • Risk analizi • OHSAS • Çevresel gözden geçirme • Enerji denetimi • Çevre denetimi	• Atık minimizasyonu değerlendirme • Kütle ve enerji dengesi • Malzeme ve enerji akışı analizi	• Hayat boyu değerlendirme • Kimyasalların tehlike değerlendirmesi • Hayat boyu maliyet değerlendirmesi	• Planlama • Envanter çıkarma • Değerlendirme • Faaliyet • İzleme
UYGULAMA	Denetimlerin onaylanması		İYİLEŞTİRMELER	Eko-tasarım
	ISO 14001 Sertifikası			Eko-etiketleme
	EMAS			Ürün deklarasyonu
SONUÇLAR	UYGUNLUK REKABET EDEBİLEN MALİYET AZALIMI			

Çizelge 1.2’de de görüldüğü gibi entegre bir çevre yönetimi için araç olarak kirlilik önleme çalışmaları kullanılmaktadır.

2. ATIK AZALTIMI İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Kirlilik önleme ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, yapılan çalışmalar üç ana başlığa bölünmüştür. Bunlar;

- UNEP, AB, UNIDO, EPA vb. organizasyonların desteği ile ülkelerde kirlilik önleme çalışmalarının yaygınlaştırılması için gerekli yasal altyapının oluşturulması, kirlilik önleme merkezlerinin kurulması
- Uygulama için örnek projelerinin yapılması
- Çalışmaların yaygınlaştırılması

Bu bölümde yukarıda verilen üç ana başlık çerçevesinde Dünya’da yapılan çalışmalar hakkında bilgi verildikten sonra Türkiye’de yapılan çalışmalar irdelenmiştir.

2.1. Kirlilik Önleme Teknolojilerinin Ülke Bazında Uygulama Basamakları

Nielsen B.B. *et al* (1995) atık yönetimine yöntem olarak gösterdiği kirlilik önleme teknolojilerinin Avrupa Birliği ülkelerindeki uygulama basamakları ile Birleşmiş Milletler ve UNIDO gibi diğer organizasyonlarının uygulama basamakları arasında farklılık olduğu, farklı bir yasal altyapı kurulduğu belirtilmiştir. Avrupa Birliği kirlilik önleme teknolojilerini uygulamak için üye ülkelerin kendi yasalarında gerekli düzenlemeleri yapması açısından direktifler hazırlamıştır. Bu konuda hazırlanan ilk 4 direktif, eko-etiketleme, paketleme, EMAS ve Kirlilik ve koruma kontrol entegrasyonudur. Eko-etiketleme, paketleme ve EMAS 1993 yılında yürürlüğe girmiştir.

Nielsen B.B., *et al* (1995) Avrupa Birliği’ndeki kirlilik önleme aktivitelerini

- Yasal durum (kirlilik önleme teknolojilerini içeren onay mekanizması, isteğe bağlı anlaşmalar)
- Finansal araçlar (vergi, gümrük vergisi, ödül)

- Bilgi ve eğitim (demostrasyon projeleri (ürün ve proses için), danışmanlık hizmeti, yayın, genel el kitapları, veri tabanları, enstitüye özel el kitapları, konferanslar, ArGe çalışmaları)

başlıkları altında incelemiştir. Üye ülkeler tüm aktiviteleri yapmamış olsa da Avrupa Birliği tarafından desteklenen projelerle bu eksikliklerini kapamaktadırlar.

Amerika'da ise EPA tarafından geliştirilen P2 (pollution prevention) ve P3 (Pollution Prevention and Profitability) programları ile gerekli mali destek sağlanarak, kirlilik önleme çalışmaları yapılmaktadır (<http://www.epa.org>).

Kirlilik önleme teknolojilerinin uygulanması için ilk önce gerekli mali destek sağlanmaktadır. Destek programlarına örnek olarak "UNEP Cleaner Production Programme", "EUREKA/Euroenviron programme", "Life programme" verilebilir (Nielsen B.B., et al, 1995).

Berkel Van R, *et al* (1995) Çin ve Hindistan'da yapılan kirlilik önleme çalışmalarının işlem basamaklarını aşağıdaki şekilde yapıldığını belirtmiştir.

- Firmalar seçilip, taslak el kitabı hazırlanması
- Bir sektör seçilerek örnek proje yapılması
- Şu andaki yasal alt yapı incelenerek, gerekli yasaların hazırlanmasının sağlanması
- Yapılan çalışmaları ulusal seminer, sektörel el kitapları ile yaygınlaştırılması

1992 yılında yapılan Rio Konferansından sonra UNEP'in de katkılarıyla birçok ülkede kirlilik önleme uygulamaları yapılmaya başlanmıştır. ABD, İngiltere, Danimarka gibi ülkeler kirliliği önleme uygulamalarının yanı sıra yasalarında "kirleten öder" prensibini kaldırmış, "atık minimizasyonu ve kirliliği önleme teknolojilerinin" teşviki ile ilgili maddeler eklemiştir.

Ayrıca bu ülkelerde yapılan ilk uygulamalarda, UNEP tarafından önerilen "*Küçük başla fakat büyük düşün*" yaklaşımının esas alındığı görülmektedir. Bu yaklaşım, kirlilik önleme çalışmalarına bir sanayi kolunda ya da bir bölgede başlanarak yöntemin denenmesini, daha sonra bu uygulamadan edinilen deneyimlerin diğer sanayi kollarına yaygınlaştırılmasıdır.

Yapılan çalışmalar sonucu ulusal bazda yapılan çalışmaları koordine etmek, gerekli alt yapıyı sağlamak, toplumun bilinçlenmesini sağlamak amacıyla UNIDO/UNEP'e bağlı "Ulusal Kirlilik Önleme Merkezleri" kurulmuştur. Bu merkezlerin görevi, ülke çapındaki kirlilik önleme çalışmalarını koordine etmek, bölgesel eğitimler düzenlemek, tüm kullanıcıların erişebileceği bir veri bankası kurmak, öncelikleri belirlemektir. 1995 yılı itibarıyla 20 ulusal kirlilik önleme merkezi kurulmuştur. Yapılan çalışmalar UNEP tarafından her yıl düzenlenen "High Level Seminar on Cleaner Production" toplantılarında görüşülmekte ve bilgi alışverişinde bulunmaktadır (<http://www.unep.org>).

2.2. Dünya'daki Kirlilik Önleme Uygulamaları

2.2.1. Yapılan Örnek Projeler

Hükümetler tarafından desteklenen örnek projeler incelendiğinde, gerekli bilgi birikimini elde etmek için çalışmaların değişik sektörlerde ve proje maliyetine göre bir proje kapsamında 4 ile 30 adet fabrikada uygulandığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların desteği AB, Dünya Bankası ve UNEP'dir.

Çin'de Dünya Bankası'nın danışman desteği ile yapılan projede yaklaşık 30 fabrikada uygulama yapılmıştır (Berkel R.V. et.al, 1995). Örnek projede 138 adet kirlilik önleme seçeneği belirlenmiş, bu seçeneklerden 99 adeti (%70)'i uygulanmaya alınmıştır. Diğer seçenekler teknolojik veya ekonomik yönden uygun bulunmaması nedeniyle uygulanmaya alınmamıştır. Uygulanmaya alınan kirlilik önleme seçenekleri; ürün değişimi, hammadde değişimi, teknik yenilikler ve teknoloji optimizasyonu ile ilgilidir.

Hindistan'da UNEP tarafından desteklenen DESIRE (DEmostration in Small Industries for Reducing waste) projesi kapsamında 4 tekstil fabrikasında yapılan çalışmada 102 adet kirlilik önleme seçeneği üretilmiştir. (Berkel R.V., et.al, 1995). Bu seçeneklerin %11'i işletim verimliliğinin artırılması, %20'si fabrika için yeniden kullanım, %12'si proses kontrol, %25'i makina ekipman iyileştirilmesi, %8'i teknoloji değişikliği ve %24'ü ise girdilerin değiştirilmesi ile ilgilidir.

İspanya'da AB tarafından desteklenen MEDIA programı kapsamında yapılan örnek projede değişik sektörlerden 5 fabrikada kirlilik önleme uygulama çalışması yapılmış olup 40 adet seçenek belirlenmiştir (Martinez A.B., 1995). Bu seçeneklerin %54'ü atığı kaynağında azaltma, %25'i fabrika için yeniden kullanım, %8'i fabrika dışı yeniden kullanım, %15'i ise proseslerin veya kullanılan tekniklerin değiştirilmesi ile ilgilidir.

Hollanda'da AB tarafından desteklenen PRISMA programı kapsamında yapılan projede değişik sektörlerden 10 fabrikada yapılan çalışmada 164 adet kirlilik önleme seçeneği belirlenmiş olup bunlardan 134 adedi uygulamaya alınmıştır. (Martinez A.B., 1995). Uygulamaya alınan seçeneklerin %39'u teknoloji değişikliği, %28'i yönetsel iyileştirme, %23'ü hammaddelerin değişimi, %9'u fabrika içi yeniden kullanım, %1'i ise ürün değiştirilmesidir.

Suriye'de 13 işletmede yapılan kirlilik önleme çalışması sonucunda belirlenen seçeneklerin %24'ü planlama, %33'ü proses değişikliği, %20 'si işletme verimliliğinin artırılması, %9'u hammadde değişimi, %8'i yeniden kullanım, %6'sı ise kullanılan tekniklerin değiştirilmesi ile ilgilidir. Belirlenen seçeneklerin yarısına yakınının teknik olmadığını, yapılan iyileştirmelerin planlama ve işletme verimliliğinin iyileştirilmesi ile ilgili olduğunu belirtilmiştir. Hiçbir yatırım yapılmadan firma kültürüne kirlilik önlemenin eklenmesi ve günlük hayatta kullanılmasının teknik ve ekonomik açıdan çok faydalı olduğu saptanmıştır (Fresner J, 1998)..

Değişik ülkelerde yapılan örnek projeler incelendiğinde kirlilik önleme seçeneklerinin çoğunun;

- Yeniden kullanım prosesleri
- İşletme verimliliğinin artırılması
- Hammadde değişikliği
- Proses değişikliği ile ilgili olduğu

görülmektedir.



2.2.2. İşletme Bazında Yapılan Kirlilik Önleme Çalışmaları

Sanayi Tipi : Deri

Ülke : Yunanistan

Yapılan İşlem : Derinin işlenmesi sırasında üç değerlikli krom (Cr^{+++}), fazla kullanılmaktadır. Cr^{+++} 'nin deşarj limiti 2 m/L'nin altında olması gerekmektedir. Çok fazla kullanılması ve deşarj limitlerini de geçmemesi için fabrikada 5 aşamalı krom geri dönüşümü işlemi yapılarak, atık sudaki Cr^{+++} %95-98 oranında geri dönüşümü yapılmıştır. Bu işlemle atık sudaki Cr^{+++} miktarı çok düşürüldü.

Yatırım Maliyeti : 40.000 \$

Yıllık Kazanç : 43.000 \$

Amorti Süresi : 11 ay (UNEP, 1993)

Sanayi Tipi : Tekstil

Ülke : Tayland

Yapılan İşlem : Otomatik dozaj kontrol ünitesi kullanılarak, kimyasalların kullanımı optimize edildi ve kimyasallar taşınırken saçılmalar minimize edildi. Bu çalışma aynı zamanda OHSAS ile de ilgilidir.

Yatırım Maliyeti : 90.000 \$

Yıllık Kazanç : 64.000 \$

Amorti Süresi : 1.4 yıl (Mungcharoen et al (ed.), 1999)

Sanayi Tipi : Metal

Ülke : Tayland

Yapılan İşlem : Araba ve motosikletler için aksesuar ve parçalar nikel ile prosese tabi tutulmaktadır. Hem fazla kullanımı hem de atık su konsantrasyonunun fazla olması nedeniyle, nikelin geri dönüşümü için ters osmos sistemi kurulmuştur. Bu sistemle kimyasal tüketimi %80 oranında azalmış aynı zamanda su tüketimi de azalmıştır.

Yatırım Maliyeti : 1.052.000 \$

Yıllık Kazanç : 813.500 \$

Amorti Süresi : 1.3 yıl (Mungcharoen et al (ed.), 1999)

Sanayi Tipi	: Gıda (Karides ürünleri)
Ülke	: Tayland
Yapılan İşlem	: Ürünün kontrolü için bilgisayar sistemi kullanılarak, iyileştirme yapıldı, daha kaliteli ürünün çıkması sağlandı, atık sudaki BOİ konsantrasyonu düşürülmesi, ısıtma tankı yerine tumpler kullanılarak su tüketimi azaltılmıştır.
Yatırım Maliyeti	: 21.450 \$
Yıllık Kazanç	: 200.000 \$
Amorti Süresi	: 1 ay (Mungcharoen et al (ed.), 1999)

Sanayi Tipi	: Lastik
Ülke	: Türkiye
Yapılan İşlem	: Lastik yapma prosesinde kullanılan soğutma suyu tekrar kullanılmadan deşarj edilmekte idi. Proses değişikliği yapılarak soğutma suyu tekrar kullanılmakta ayrıca arıtma tesisine eklenen filtre sistemi ile günlük 900.000 litre su kullanımı 250.000 litreye düşürülmüştür
Yatırım Maliyeti	: 50.000 \$
Yıllık Kazanç	: 25.000 \$
Amorti Süresi	: 2 yıl (Kocasoy G. and Dilek F., 1995)

2.3. Türkiye'deki Kirlilik Önleme Çalışmaları

2872 sayılı Çevre Kanunu ile çevre kirliliğinin önlenmesi ve çevrenin korunması temel hedef olarak benimsenmiştir. Kanun çerçevesinde hava, su kirliliğinin önlenmesini ve tehlikeli atıkların kontrol edilmesini hedefleyen yönetmelikler yayımlanmıştır. Kirliliği kaynağında önleme yaklaşımı olmadığından, bu yönetmeliklerle getirilen zorunlulukların, kirliliği oluştuktan sonra ortadan kaldırmayı ve arıtımı hedefleyen kirlilik kontrolü ile ilgili tekniklerle sağlanabileceği düşünülmüş; alıcı ortama verilen kirleticilerin miktarını azaltmayı hedefleyen, teknoloji-esaslı standartlar belirlenmiştir. Bunun sonucunda da çevre yönetiminde bertaraf (tehlikeli atıklarda olduğu gibi), arıtım (hava ve su kirleticilerinde olduğu gibi) ve tekrar kullanım için yeniden işleme (atık kağıt ve hurdalar gibi) stratejilerinden oluşan bir hiyerarşi takip edilmektedir.

2.3.1. Hükümet Bazında Hazırlanan Raporlar (UÇEP, Gündem 21 ve Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Raporu 2002)

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak, ülkemizde de ulusal bir çevre eylem planı hazırlanması gereğinden hareketle, 1995 yılında bir çalışma başlatılmıştır. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) koordinatörlüğünde, Çevre Bakanlığı'nın teknik desteği ve Dünya Bankası'nın katkılarıyla yürütülen bu proje kapsamında ondokuz konu (hava kalitesi; doğal, tarihsel ve kültürel değerler; nüfus ve halk sağlığı; toprak ve su kaynakları; katı atıklar ve tehlikeli atıklar; atıksular, deniz kaynakları, arazi kullanımı ve kıyı alanlarının yönetimi; ekonomik ve mali konular; hukuksal ve kurumsal düzenlemeler; eğitim ve katılım; gürültü kirliliği) özelinde çalışma grupları oluşturulmuş, bu çerçevede hazırlanan raporlar temel alınarak yapılan sentez sonucunda "Türkiye Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı (UÇEP)" hazırlanmış ve söz konusu çalışma grupları raporları ile birlikte DPT tarafından yayımlanmıştır. UÇEP, 8 Mayıs 1998 tarihinde DPT ve Çevre Bakanlığı arasında imzalanan İşbirliği Protokolü ile yürürlüğe girmiştir.

UÇEP'in belirlediği Stratejik Hedefler şunlardır:

- Kirliliğin önlenmesi ve azaltılması
- Temel çevre altyapı ve hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması
- Kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik edilmesi
- Çevreyle ilgili sürdürülebilir uygulamaların desteklenmesi
- Çevresel tehlikelere maruz kalmanın asgari düzeye indirilmesi

UÇEP Raporunun "Çevresel Yönetimi İyileştirmek için Yatırımlar" tablosunda 3.2 no'lu proje olarak "Temiz Teknolojilerin ve Temiz Enerji kaynaklarının Teşviki" yer almaktadır. Bu projenin gerekçesinde "Uluslararası deneyim göstermektedir ki, herhangi bir sürecin sonucunda ortaya çıkan atıkların arıtılması, bu atıkların oluşmadan önlenmesinden ya da asgariye indirilmesinden daha masraflı olmaktadır. Etkinliği olmayan sanayi teknolojilerinin kullanılması aşırı hava kirliliği, atık su ve katı atık yaratmakta, bunlar da çevre açısından bir dizi olumsuz sonuca yol açmaktadır. Düşük kaliteli ve kirletici özelliği yüksek yakıtların kullanımı, sağlık, ekonomi ve ekoloji alanlarındaki maliyetiyle birlikte hava kirliliğinin başlıca nedenidir. Daha temiz teknolojilerin ve temiz enerji kullanımının

teşviki yalnızca kirliliği azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda üretkenliği artırıp ülkenin AB ve diğer standartlara uyumunu sağlayarak onu daha rekabetçi bir konuma getirecektir.” denilmektedir.

Çevre Bakanlığı tarafından 1997 yılında hazırlanan “Türkiye Ulusal Gündem 21 Hazırlanması ve Uygulanması Projesi”nin giriş bölümünde “1980’li yıllardan başlayarak Türkiye’de daha çevre dostu bir gelişme ile ilgili çabaların, başka bir deyişle oluşturulan ve uygulanan çevre politikalarının, ister ulusal ister bölgesel düzeyde, yeterince ve istenen başarıya ulaşamamasının nedeni ise sorunların sahihsiz kalması değil, çok fazla sahibi olması, kurumlar arasında haberleşme ve koordinasyon eksikliği ve mevzuat düzenlemelerinin çelişki ve tutarsızlıklarıdır.” denilmekte ve söz konusu bu yaklaşım ve strateji köklü biçimde değişmeden, uygun ulusal ve bölgesel kurumsal yapılar oluşturulmadan bu aksaklıkların devam edeceği belirtilmektedir.

Raporda kirlilik önleme çalışmalarının başlaması ile ilgili amaç ve faaliyetler ve bu faaliyetler ile ilgili yapılacak programlar için sorumlu kuruluşlar belirlenmiştir. Uygulama ile ilgili bölümde de koordinasyon sorununa dikkat çekilerek, “Sanayi sektörü yatırım ve üretim yapısının sürekli ve dengeli gelişme çevre koruma ilkelerine uyumlu hale getirilmesi konusundaki uygulama her şeyden önce kamu ve özel kuruluşlar arasında bir koordinasyon sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Koordinasyondan ve özellikle teşviklerle ilgili uygulamalardan sorumlu kuruluş DPT’dir. Denetleme ve yönetme sorumluluğu Çevre ve Sanayi Bakanlıklarındır.” denilmektedir.

UNDP desteği ile Çevre Bakanlığının koordinasyonunda kamu kuruluşları, sivil toplum örgütleri, araştırma kurumları, her ilin Gündem 21 temsilcilerinin katkılarıyla Eylül 2002’de Güney Afrika’da yapılan zirveye sunulmak üzere hazırlanan “National Report on Sustainable Development 2002” raporunda “Geleceğe Doğru : Öneriler” başlığı altında verilen önerilerde politika belirlenmesi ve uygulama aşamalarında kirlilik önleme teknolojileri ile gerekli çalışmaların başlatılması gerekliliğini tanımlamıştır.

2.3.2. Kirlilik Önleme Uygulama Projesi

TÜBİTAK-MAM tarafından TTGV desteği ile kirlilik önleme yaklaşımının, tekstil sektörü için uygulama projesi yapılmıştır. 1997 yılında başlayan projede uluslararası bir kuruluş olan DTI'den (Danish Technological Institute) alınan danışmanlıkla değişim meslek disiplinlerinden 8 kişi "uzman" olarak yetiştirilmiş, seçilen 6 pilot fabrikada (First Tekstil, Pisa Tekstil, Yeni tekstil, ASF, Yeşim Tekstil, Ormo) kirlilik önleme çalışması yapılmıştır. Her fabrika için sorumlu personel belirlenmiş, tekstil konusunda bir danışmanda teknik açıdan destek olmuştur. Türkiye'de yapılacak çalışmaların temelini oluşturan bu uygulamada, tekstil sektöründe değişik alanlarda (örgü kumaş, dokuma kumaş, yün terbiye, baskı ve apre işlemleri, asetat terbiye ve baskı işlemleri gibi), değişik kapasitelerde (entegre tesis veya fason üretim gibi) ve değişik yörelerde (Bursa, İstanbul, Çorlu) çalışan işletmeler seçilmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'de uygulanmakta olan tekstil terbiye işlemlerinin hemen hemen hepsini kapsayacak şekilde işletmelerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Proje sonunda her fabrika için bir rapor ve ayrıca "Tekstilde Kirlilik Önleme El Kitabı" hazırlanmıştır. Yapılan çalışmaların yaygınlaştırılması için İstanbul ve Bursa'da özellikle tekstil sektörüne yönelik eğitim programları düzenlenmiştir. Ancak TÜBİTAK-MAM'da ilgili birimin kapatılması nedeniyle çalışmalara devam edilememiştir (A. Geveci , et al, 1999). Tezin uygulama bölümünde bu proje kapsamında yapılan First Tekstil'de ki kirlilik önleme çalışması ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

2.3.3. Strateji Belirleme Çalışmaları

Strateji belirleme çalışmaları ilk olarak Bilim ve Teknoloji Şurası'nın 25 Ağustos 1997 tarihinde yaptığı toplantıda alınan karar gereği başlatılmıştır. Çalışmaların koordinasyonu TÜBİTAK ile TTGV'ye verilmiş olup, her yılki şuralarda bu çalışmalar gözden geçirilerek, gerekli kararlar alınmıştır. 1997 yılından itibaren bu konuda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

25 Ağustos 1997'de Bilim ve Teknoloji Şurası'nın 97/21 no'lu 'Çevre Dostu Teknolojiler ve Çevre Yönetim Teknolojileri Alanına Yönelik Politika Araştırmaları ve Ulusal Politikaların Belirlenmesi' başlığı altına aşağıdaki karar alınmıştır. "Çevre dostu teknolojiler, ileri sanayi ülkelerine, Türkiye gibi geç kalmış ülkeler karşısında

dünya pazarlarına girişte, üstesinden gelinmesi çok zor teknik engeller koyma üstünlüğü kazandırmaktadır. Türkiye için son derece yaşamsal olan bu alanda çok daha kapsamlı çalışmalar yapmak gerekmektedir. Bu alana yönelik çalışmaların Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu'na bağlı oluşturulacak ve TÜBİTAK'ın ilgili birimlerinden uzmanlarında etkin olarak katılacağı bir Çalışma Grubu'ndan yararlanılarak başlatılması gündemindedir" (Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 1997).

2 Haziran 1998'de toplanan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) "Çevre Dostu Teknolojiler ve Çevre Yönetim Teknolojileri Alanına Yönelik Politika Araştırmaları ve Ulusal Politikanın Belirlenmesi" konusundaki 21 sayılı Kararı ile konuya verilen önem tekrar vurgulanmış ve TÜBİTAK ve TTGV tarafından desteklenen Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformunca Temiz Üretim-Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu adı altında başlatılan çalışmanın bir an önce sonuçlandırılması istenmiştir. Bu kapsamda kurulan çalışma grubu faaliyetlerini Sanayi, Tarım, Enerji, Ulaştırma ve Turizm sektörü olmak üzere 5 alt grupta yürütmüştür. Bu alt gruplardan Sanayii Sektörü Alt Grubunun raporu Ekim 1999 yılında yayımlanmış, bu raporda bir yapılanma modeli ve bu modelin bir parçası olarak kirlilik önleme merkezi adı altında bir kurumsal alt yapı modeli önermiştir.

Çalışmalar sonucu ortaya çıkan bu rapor Bilim ve Teknoloji Şurası'nın 20 Aralık 1999 tarihli toplantısından görüşülmüş sorumlu kuruluşlar belirlenerek aşağıdaki karar alınmıştır. "Bu oluşumun sağlanmasında Çevre Bakanlığı başta olmak üzere pek çok kuruluşa görev düşmektedir. Bu yapı içinde yer alacak Temiz Üretim Merkezi'nin kuruluş çalışmalarına hemen başlanabilir ve bu görevi TTGV'nin de katkılarıyla TÜBİTAK yerine getirebilir" kararı alınmıştır (Bilim ve Teknoloji Şurası kararları, 1999). Ayrıca ek karar olarak temiz üretimin yaygınlaştıracak yapının Çevre Bakanlığı'nın koordinasyonunda kuruluşların katılımıyla yürütülmesi kararı da alınmıştır.

13 Aralık 2000 tarihli Bilim ve Teknoloji Şurası'nda bir önceki şurada alınan karar gereği çalışmalara devam edildiği ile ilgili bilgi bulunmaktadır. (Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 2000). 24 Aralık 2001 tarihinde yapılan 7. Bilim ve Teknoloji Şurası'nda bu çalışmanın Şuranın 2000/1 kararı gereği başlatılmış olan

“Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesinin Hazırlanması” çalışması kapsamında ele alınmasına karar verilmiştir . (Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 2001). 15 Nisan 2002 tarihinde yapılan 8. Bilim ve Teknoloji Şurasında çalışmaların yeni başladığı bilgisi verilerek yapılması düşünülen 11 adet panelden bir adedi de “Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma” olarak belirlenmiştir. Bunun dışında Şura kararlarında kirlilik önleme ile ilgili herhangi bir karar yoktur (Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 2002).

2.3.4. Kirlilik Önleme Odak Noktaları

UNEP/MAP çerçevesinde İspanya’da bulunan RAC/CP (Regional Activity Centre/ Cleaner Production)’in ulusal odak noktası (focal point) TÜBİTAK-MAM’dır. RAC/CP Türkiye’de yapılan veya yapılacak olan etkinlikler TÜBİTAK-MAM üzerinden gerçekleştirilmektedir (<http://www.mam.gov.tr>).

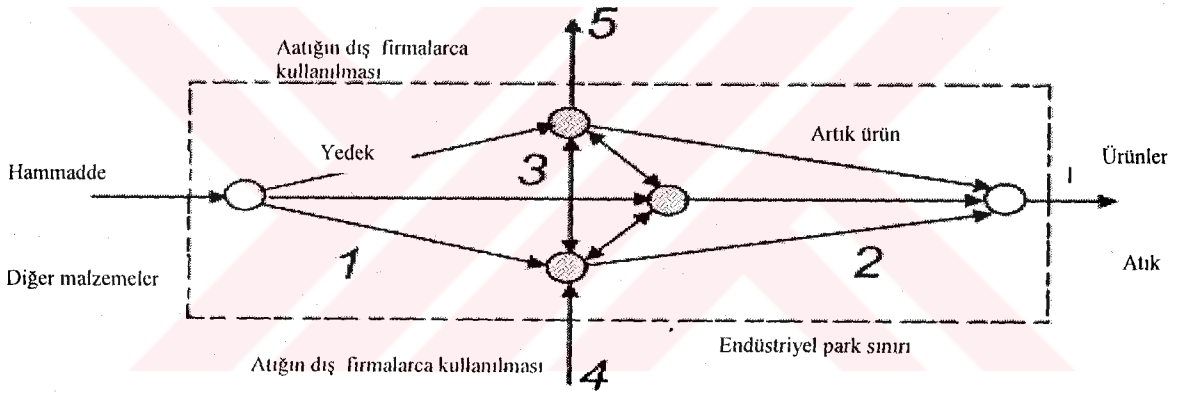
İsviçre Kalkınma ve İşbirliği Ajansı’nın desteğiyle kurulan ve amacı eko-verimlilik ve kirlilik önleme prensiplerini sanayiye tanıtmak olan SBA (Sustainable Business Associates), 11 Akdeniz ülkesi ile yürüttüğü “Eko-verimlilik programı” nı Türkiye’de de TMMOB Çevre Mühendisleri Odası ile birlikte yapmaktadır. 2000 yılından beri Gebze, Bursa, Gaziantep ve İzmir’de yapılan çalışmalarla KOBİ’lerdeki işletme verimliliğini artırmaya yönelik örnek projeler yürütülmekte olup çıktıları yayınlanmaktadır (<http://www.cmo.org.tr>).

2.4. Endüstriyel Parklar

1960’lı yıllarda ortaya atılan endüstriyel ekoloji kavramı ile birlikte öncelikle Japonya, Kanada ve Amerika Birleşik Devletlerinde başlayan çalışmalar daha sonra Danimarka, Hollanda ve Kanada gibi Avrupa ülkelerinde de hızla yayılmıştır. Öncelikle çevresel yüklerinin fazla olması nedeni ile çevresel performanslarını artırmaya yönelik çalışmalar için bu kavram kullanılmaya başlanmıştır. Berkel R.V, (1997) göre endüstriyel ekoloji proses ve ürünlerin bertarafı ve kullanımı sonucunda oluşan çevresel atıkları minimize veya elimine etmek için proseslerin tasarlanmasını sistem haline getirmektir. Kirlilik önleme ve kirlilik önleme yaklaşımları kendi limitlerine bağlıdır ve sadece ilgili işletmeyi içerir. Birçok endüstriyel aktivitede atık üretimi veya bozuk ürün oluşur (Boons F.A.A. ve Baas L.W., 1997). Sütten atık veya

bozuk ürün oluşmadan peynir yapmak mümkün değildir. Atığı veya bozuk ürünü minimize etme çalışmaları bir aşamada son bulur. Sonuç olarak kirlilik önleme ve kirlilik önleme yaklaşımları hala koruma ve atık azaltımı ile ilgilidir. Endüstriyel ekoloji yaklaşımı, üretilen atığın pazarlanabilir bir ürün olmasına yardımcı olur. Kirlilik önleme çalışmaları endüstriyel ekolojinin yaygınlaştırılmasında önemli rol oynar. Endüstriyel ekoloji doğal kaynakların (malzeme, enerji vb.) iyileştirilmesi, değerlendirilmesi için bir sistem ortaya koyar.

Endüstriyel ekoloji kavramı ile kurulan bölgelere eko-endüstriyel park adı verilmektedir. Beraber yaşama olarak ta tanımlanabilecek endüstriyel parklar, paydaşlar arasında hammadde ve enerji değişimlerini yaparak birçok avantaj sağlamaktadır. Lambert A.J.D. ve Boons F.A. (2002) tarafından verilen endüstriyel parklar ile ilgili genel akış Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Endüstriyel Parklar Genel Akışı (Lambert A.J.D. ve Boons F.A. 2002)

Bir firma atığını kendi içerisinde geri kazanabileceği gibi, diğer firmalara hammadde olarak vermesi de mümkündür (Şekil 2.1.) Buna örnek olarak Danimarka’da petrolden ayrılan kükürt, bir kimyasal madde şirketine verilmekte, şirket gerekli işlemleri yaptıktan sonra çıkan ürünü kalsiyum sülfat halinde bir duvar kaplaması üreticisine satmaktadır. Güç santrallerinde toplanan atık ısı ise su kültürlerinde, konutlarda ve seralarda ısıtma amacıyla kullanılabilir (Özer Z, 1996).

Endüstriyel parkların tasarlanması ve işletilmesinde ekolojik yaklaşımın uygulanmasına yönelik birçok amaç tanımlanabilir. Bunlardan bazıları (Côté R ve Hall J., 1995);

- Doğal ve finansal kaynakların korunması
- Üretim, malzeme, enerji, sigorta ve arıtım maliyetleri ve vergilerini azaltma
- İşlemlerin kalitesi, verimliliği, insan sağlığı ve toplum imajı güçlenir
- Atık malzemelerin satışından dolayı nakit girişi olmasıdır.

Bu amaçlara da bakıldığında ekolojik yaklaşımın aynı zamanda ekonomik yaklaşımla birlikte düşünüldüğü görülmektedir. Bu yaklaşımın hepsi uygulandığında çevresel maliyet de dikkate alınarak atıklar azaltılır veya elimine edilir.

R. Cote ve H. Hal, (1995) tarafından yapılan çalışmada eko endüstriyel parkların kurulmasının yararları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

- Hammadde ve enerji girdisinin azaltılması
- Çıkan atık miktarının azaltılması
- Finansal, ekolojik ve sağlık maliyetinin azaltılması
- Çevre ve ekono mi entegrasyonunun farkındalığı yükselir
- Atık malzemenin kullanımı ile yeni ürünler ve işler tanımlanır.

2.4.1. Endüstriyel Park Çeşitleri

F.A.A.Boons ve L.W.Baas (1997) endüstriyel parkları

1. Ürün yaşam döngülü parklar
2. Malzeme yaşam döngülü parklar
3. Coğrafik alanlar
4. Sektörel
5. Diğer

olmak üzere 5 ana başlıkta toplamıştır.

Ürün Yaşam Döngülü Parklar : Bu perspektif ile belirli bir ürün etrafında birleşen ekonomik girdiler birlikte endüstriyel ekosistemin sınırları çizilmektedir (üreticiler aynı zamanda tüketici olmaktadır). Bu sınırlar çizilirken sistemin çevresel etkilerini de değerlendiren metodolojiyle yaşam döngüsü analizi belirlenir. Ürün bazlı yaklaşım başta Hollanda olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde uygulanmaktadır. Bu yaklaşıma otomobil ürün halkası örnek olarak verilebilir.

Malzeme Yaşam Döngülü Parklar : Belirli malzemeye belirlenmiş sınırlar içerisinde ürün yaklaşımına benzer bir sistem kurulmaktadır. Çelik, plastik bu tür parklara iyi örnektir.

Coğrafik Alanlar : Rotterdam endüstriyel alan ile ilgili projeyle her firma diğer firmaların atık ve atık sularının tekrar kullanmasını veya paylaşmasını sağlayan bir sistem kurulmuştur. Petrol rafinerisi ve kimyasal firmalar gibi benzer aktiviteleri yapan birçok organizasyonlarda hem enerji azaltımı hem de maliyet azaltımı görülmüştür. Bu tür endüstriyel parklara Kanada'daki Burnside Industrial Park örnek olarak verilebilir. Bu tür parklar 1960'lı yıllardan beri kullanılmaktadır.

Seltörel: Aynı aktiviteleri yapan firmaların biraraya gelerek oluşturdukları endüstriyel parklardır. Ancak aynı prosesleri içermesi nedeniyle çok fazla girdi ve çıktılar arasında fazla bir değişim bulunmamaktadır. Ancak bu sistem kimya sektörü için uygundur.

Diğer: Hatalı ürünlerini diğer firmalara girdi olarak satan birçok firma örnek olarak verilebilir.

Boons F.A.A. ve Bass L.W (1997) yapılan tüm çalışmaların sonucunda şu anda en çok kullanılan endüstriyel park modelinin ürün bazlı endüstriyel park olduğunu belirtmişlerdir.

2.4.2. Endüstriyel Parklar Kurulurken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Cote R ve Hall J, 1995, atıkları minimize etmek için ve endüstriyel ekolojinin adaptasyonu için endüstriyel parklar kurulurken bazı noktalara dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bunlara uygun olması halinde toksik ve zararlı



hammadde yerine, alternatiflerin kullanılması, yenilenebilir kaynakların kullanılmasının sağlanması, ürün ve hizmetlerin çevresel etkisinin ölçülerek iyileştirme yapılmasının sağlanması sayılabilir.

Endüstriyel park kurulurken sürdürülebilir kalkınmayı da içeren belirli stratejiler üzerinde durulmalı ve planlama bu stratejiler dikkate alınarak yapılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken konular aşağıda verilmiştir.

- Alanın doğal kaynak ve topografik özellikleri park için faydalı olan bölgeler seçilmelidir.
- Parkın ve aktivitelerin tasarımı sırasında uygun olduğunda ekosistemin tüm doğal fonksiyonlarının kalabileceği şekilde yapılmalıdır.
- Binalar yer, ısı ve su kullanımını minimize edecek şekilde tasarlanmalı ve yapı malzemeleri mümkünse yeniden kullanılabilir ürünlerden seçilmelidir.
- Binaları, üretim prosesleri ve ulaşım sistemleri kaynakları ve enerjiyi koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Ayrıca üretim sırasında çevre dostu ürünlerin kullanımı, atık malzemeden yeri ürün geliştirilmesi için, paketlenmeden doğan atığın azaltılması gibi çalışmalarda yapılmaktadır. Ayrıca yapılacak çevre denetimleri ve standartlaşma bu tür parkların verimliliğini artıracaktır.

2.4.3. Endüstriyel Parkların, Kirlilik Önleme İle Karşılaştırılması

Endüstriyel parkların kurulmasından, işletme aşamasına kadar her aşamada kirlilik önleme veya kirlilik kontrolü yaklaşımı kullanmak mümkündür. Üretim sırasında çevre dostu ürünlerin kullanımı veya atık malzemelerden yeni ürün elde edilmesi kirlilik önleme prensipleri ile uygundur. Endüstriyel Parklar, kirlilik önlemenin global yaklaşımıdır. Oldenburg K.U. and Gesire K, 1997 tarafından geliştirilen Kirlilik önleme ile endüstriyel ekolojinin ana bağlantıları Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Kirlilik önleme çalışmalarında firmalar bireysel olarak çalışmalarını yapmakta, gerek görüyorsa diğer komşu firmalarla işbirliğine girebilir. Ancak endüstriyel ekolojide, sistem kurulurken firmalar bir ağ olarak düşünülmekte yapılan

iyileştirmeler bu ağ içerisindeki diğer firmalarda dikkate alarak yapılmaktadır (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Kirlilik Önleme İle Endüstriyel Ekolojinin Ana Bağlantıları (Oldenburg K.U. and Gesire K, 1997)

	Kirlilik Önleme	Endüstriyel Ekoloji
Ana Hedef	Kirlilik önleme Risk azaltımı	Optimize kaynak akışları Sürdürülebilirliğin desteklenmesi
Ana Odak	Bireysel firma	Firma ağı
Merkezi Kavram	Proseslerin planlanması	Entegre sistem
Ana teknikler	Hayat Boyu Değerlendirme Proses değişikliği Malzemelerin değişimi Atıkların denetimi Maliyet analizi	Hayat Boyu Değerlendirme Malzemelerin değişimi Çevre için tasarım
Geri kazanım	Sadece proseslerde	Proseste, firmalar arasında
Yasal	Teknik asistanlık	Bariyerlerin kaldırılması
Ekonomik bölge	Değişik sektörler	Sadece sanayi sektörü
Uygulanması	Malzemelerin takibi	Malzemelerin takibi

3. TÜRKİYE'DE ÇEVRE SORUNLARI

Kirlilik önleme uygulamaları yapılırken çevre mevzuatına uyum önemlidir. Bu bölümde DİE ve TÜSİAD'dan elde edilen veriler ışığında Türkiye'nin çevre profili ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çalışma sırasında çevre yönetmelikleri de göz önünde tutulmuştur.

3.1. Sanayinin Genel Yapısı

Türkiye sanayisi için çeşitli kuruluşlarca yapılan çalışmalardan derlenen veriler sektörel, dış ticaret ve atık bazında incelenerek aşağıdaki sonuçlara varılmıştır. DİE tarafından yapılan İmalat Sanayi Atık Envanteri araştırması, toplam üretimin % 88 ini ve istihdamın % 75'ini temsil eden, 25 ve daha fazla kişi çalışan imalat sanayi işyerlerini (yaklaşık 2500 işyeri) kapsamaktadır.

A. Sektörel Bazda Bilgiler : Türkiye genelinde 25 ve daha fazla kişi çalıştıran işyerlerinin; % 3'ü devlete, %97'si özel sektöre ait olduğu görülmüştür. İşgücünün %15'i devlet sektöründe, %85'i ise özel sektörde istihdam edilmektedir (DİE, Sanayi Envanteri).

Toplam işyeri ve istihdam oranlarına göre ilk 4 sırayı alan sektörler ise aşağıda verilmiştir (C.Zambak ed., et al., 1998).

<u>Sektör</u>	<u>İşyeri Sayısı %</u>	<u>İstihdam %</u>
Tekstil	31	34
Metal vb.	23	21
Gıda vb.	17	17
Kimya, petrol vb.	9	9.5

B. İhracat ve Üretim Bazında Bilgiler: 1998 – 2000 yılları arasında yapılan ihracattaki tarımsal ürünlerin payı %18.7'den %13.9'a düşmüştür. Madencilik ürünlerinin ise %3.8'den %4.2'ye yükselmiştir. İhracatta en büyük pay sanayi sektörününüdür. Sanayi sektörünün ihracattaki payı %77.4'den %81.7'ye yükselmiştir. Hazır giyim %23.7, makineler ve ulaşım araçlarının %20.7 ve

dokumacılık ürünleri ise %13.3 ile 2000 yılında en fazla ihracat payı olan 3 sektör olmuşlardır (<http://dtm.gov.tr>).

Veriler incelendiğinde tekstil sektörünün ihracattaki payının çok yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca 2002 yılı verileri incelendiğinde Ocak-Kasım döneminde ihracatı en fazla artan mal grupları "hazır giyim-konfeksiyon" (1.522 milyon dolar), "makine" ve "elektrikli ve elektronik cihazlar" (1.015 milyon dolar), "taşıt araçları ve yan sanayii" (793 milyon dolar), "demir ve demir dışı metaller" (512 milyon dolar), "kimyevi maddeler" (409 milyon dolar), "tekstil ve hammaddeleri" (147 milyon dolar), "ağaç ve orman ürünleri" (130 milyon dolar) ve "çimento ve toprak ürünleri" (129 milyon dolar) dir.

1995-1996 yılları arasındaki Türkiye'nin ihracatının ülkeler bazındaki dağılımında ilk sırayı % 50 ile Avrupa Birliği ülkeleri, ikinci sırayı %17 ile diğer Avrupa ülkelerinin, üçüncü sırayı ise % 9 ile Ortadoğu ülkeleri almaktadır. Yine aynı verilere göre en fazla ihracat Almanya'ya yapılmaktadır (TÜSİAD, 1996). Ayrıca Kasım 2002 yılı verilerinde de, yapılan ihracatın %51'inin yine Avrupa Birliğine yapıldığı, bunu %10 u Ortadoğu ülkeleri, %9.5 ABD izlediği görülmüştür.

C. Kirlilik İle İlgili Bilgiler; 500 kişi ve üstü çalışan 1579 işyerine yapılan anket sonuçlarından derlenerek elde edilen özet bilgiler aşağıda verilmektedir (DİE, 1996).

Arıtma Tesisi ve Deşarj : Çalışma kapsamında incelenen işyerlerinden sadece % 26'sında arıtma tesisi bulunduğu görülmüştür. Arıtma tesisi bulunan işletmelerin oranı, tekstil sektöründe ortalama %28, Gıda sektöründe %27, Kimya Sektöründe %57, Metal sektöründe ise %29 dur.

Atık sular daha çok alıcı ortama deşarj edilmektedir. Yukarıda verilen arıtma tesisi oranlarına bakıldığında, deniz, göl, nehir gibi doğal kaynaklara deşarj edilen atık suların bu ortamlardaki doğal hayatı ne kadar tehdit ettiği tahmin edilebilir. Yönetmeliklere göre, alıcı ortama ya da kanalizasyona atıkların deşarj edilmesi için bağlı bulunduğu belediyeden izin alınması gerekmektedir. Bu izni alan işletmelerin oranı sadece %8 dir (DİE, 1996).

Katı Atık : Sanayiden kaynaklı katı atık ve tehlikeli atıklar ile ilgili yasal düzenleme olmasına rağmen düzenli depolama sahaları ve yakma tesisleri bulunmamaktadır.

Hava Kirliliği : Türkiye'deki hava kirliliğinin en önemli etkenlerinden biri sanayiden kaynaklanan emisyonlardır. İşyerlerinin, eğer dış ortama bir emisyon verecekse, analizlerini yaptırması, "Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"ndeki kriterlere uyması gerekmektedir. Ancak anket yapılan işyerlerinden sadece 115'inin (%7,3) emisyon izni aldığı, emisyon izni olmayan işyerlerinden de sadece 307'sinin (%21) emisyon izni için başvurduğu görülmektedir (DİE, 1996).

Su Kaynaklarının Kullanımı : Kullanılan su miktarları incelendiğinde önde gelen sanayi sektörleri metal, gıda, kimya ve tekstildir. Anket yapılan işyerlerinden sadece 234'ünde suyun yeniden kullanım prosesi olduğu görülmüştür. Diğer işletmeler herhangi geri kazanım yapmadan atık suyunu deşarj etmektedir. Su temininde ise kuyu suyu tercih edilmektedir (DİE Sanayi Envanteri).

3.2. Kirlilik Önleme Çalışması İçin Pilot Sektör Seçimi

Kirlilik önleme çalışması yapılacak sektörün seçilmesi için Bölüm 3.1. de verilen Türkiye Sanayisinin yapısı incelenmiştir. Göz önünde bulundurulan önemli parametreler olarak;

- Birim üretim başına tüketilen su miktarı (L su/ ton ürün)
- Birim üretim başına tüketilen enerji (elektrik, doğalgaz, fuel oil vb.) miktarı (MJ enerji/ton ürün)
- Birim üretim başına çıkan gaz, sıvı ve katı atık miktarı
- Kanserojen ve toksik madde içeren hammadde ve kimyasal madde kullanım oranları

dikkate alınmıştır.

Yukarıda sayılanlar ve Türkiye'nin sanayi envanteri, istihdamı, ihracattaki payı ve yukarıdaki parametreler göz önünde tutularak öncelikli sanayi sektörleri olarak tekstil, gıda, metal işleme, kimya ve kağıt belirlenmiştir.

Seçilen sanayi sektörlerinin atık yükü yaklaşık olarak birbirlerine yakındır. Türkiye’deki sanayi üretiminin %16.3 ’ünü ve ihracatın %37’lik kısmını kapsaması, ayrıca fabrika sayısı fazla olması nedeniyle doğal kaynakların tüketimi ve kimyasalların kullanımından dolayı atık yükünün fazla olması nedenleriyle, öncelikli sanayi sektörü olarak tekstil seçilmiştir.

3.3. Tekstil Sektörü Hakkında Genel Bilgi

3.3.1. Tekstil Sektörünün Genel Bir Tanımı

Tekstil Sanayisi doğal (örnek yün, pamuk) ve suni (örnek polyester, naylon) elyaf kullanarak kumaş veya diğer tekstil ürünlerini imal eden bir endüstri dalıdır. Elyaftan, son ürüne kadar tekstilde bir çok işlem bulunmaktadır. Doğal ve suni ipliklerin hazırlanması, dokuma, örme veya başka metotlarla kumaş, triko, halı gibi tekstil ürünleri haline getirilmesi, iplik ve kumaşların boya, baskı, apre gibi terbiye işlemlerine tabi tutulması tekstil sektörünün faaliyetleri arasındadır. Tekstil sektörünün alt üretim kolları aşağıda verilmiştir (EPA, 1996).

Pamuk elyafı -	İplik	Örgü Kumaş
Yün elyafı	İplik	Dokuma Kumaş
Suni elyaf	sunî ve sentetik iplik	sunî ve sentetik dokuma
Halı, kilim ve vb.		

1999 yılı verilerine göre Türkiye’nin tekstil ve hazır giyim milli hasılanın %10’nu kapsamakta ve % 15 istihdam sağlamaktadır (Çevre Bakanlığı, 2002). Türkiye pamuk üretiminde Dünyada ABD, Çin, Hindistan ve Özbekistan’dan sonra 5. büyük üreticidir.

3.3.2. Türkiye’deki Tekstil Sanayii

Türk tekstil ve konfeksiyon sanayii son on yılda çok hızlı bir şekilde büyüyerek, Türkiye’nin en önemli ihracat sektörü olmuştur. Bu da gayri safi milli hasılanın ve istihdamın artmasına yol açmıştır. Son 10 yılda tekstil ve konfeksiyon sektörünün, toplam ihracattaki payı %33.2 (2001) ile %38.4 (1995) arasında

değişmektedir (<http://www.itkib.org.tr>). Bu ihracat payı ile Türkiye'nin ihracatının 1/3'lük kısmını karşılamaktadır.

Ancak, Avrupa Birliğinin koyduğu tarife dışı engeller nedeniyle, ihracatta bazı sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu tarife dışı engellere örnek olarak; ihracat yapan firmalardan Eko-teks 100 etiketi (ürünlerde kansorejen boyarmadde kullanılmadığına dair belge)ve/ veya, ISO 14001, EMAS (Environmental Management Audit System – Avrupa Birliğinin bazı sektörler için yayınladığı çevre yönetim sistemi) standartlarına uyulmasının beklenmesi sayılabilir. Eğer firmalar bu belgelere sahip ise, ihracatta önceliğe sahiptirler. Bu gelişmeler, sektörün çevre konusunda bilinçlenmesine neden olmuştur.

Türk tekstil ve konfeksiyon sanayii;

- Brüt milli hasılanın %9.5' ini
- Üretim yapan sektörün %12' sini
- Tüketici mallarının %32' sini
- Üretim yapan sektörde istihdamın % 21' ini
- Toplam ihracatın ise %38' ini

içermektedir. (TTSD Bülteni, 1997)

3.3.3. Üretim Proses ve İşlemleri

Tekstil sanayinde, proses ve işlemler işlenen elyafa bağlı olmaksızın benzerlik gösterir. (Örneğin yıkama, boyama ve baskı gibi temel üretim prosesleri) Ancak, elyafın cinsine göre farklı üretim prosesleri olduğu gibi işlemler sırasında kullanılan kimyasallarda da değişiklikler olmaktadır. Örneğin, yünlü mamullerde kullanılan karbonizleme ve dinkleme, pamuklu mamullere uygulanan merserizasyon farklı işlemlerdir. Ayrıca kumaş tipine göre de prosesler değişmektedir. Örneğin pamuklu örgü kumaşa, merserizasyon işlemi yapılmamaktadır.

Tekstil üretim prosesleri aşağıda verilmiştir (Hansen, J. et. al, 1998).

- Elyaf ve iplik : elyaf yıkama, iplik dokuma, boyama

- Örgü Kumaş Terbiyesi (Yaş prosesler): pamuklu örgü kumaşlarda ağartma, boyama, yıkama, baskı, apre
- Dokuma Kumaş (yaş prosesler): haşılana, haşıl sökme, yıkama, ağartma, merserizasyon, boyama, baskı
- Kuru işlemler : şardon, zımpara, kadifelendirme
- Halı terbiyesi

3.3.4. Tekstil Sektöründeki Atık Kaynakları

3.3.4.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği, sıvı atıklardan sonra tekstil sektöründe önemli ikinci kirletici parametredir. Emisyonlar daha çok kazan daireleri, fırınlar, saklama tankları. Kurutma, apre, fıkse gibi işlemlerden atmosfere çıkan emisyonun sıcaklığı 121 – 177 °C (250-350 F) arasında değişmektedir (EPA, 1996) . Bütün reaktif apre işlemlerinde kullanılan kimyasalların zaman, sıcaklık, nem gibi şartlardaki durumu bilinmeli uçucu bileşikler örneğin formaldehit gibi kullanılması engellenmelidir.

3.3.4.2. Su Kirliliği

Tekstil en fazla atık su üreten sektörlerden birisidir. 0.45 kg. tekstil ürünü için ortalama 72.5 kg. su kullanılmaktadır (EPA, 1996). Tekstilin tüm aşamalarında hazırlama, boyama, apre vb. çok fazla kimyasal kullanılmaktadır. Bu durumda da atık suyun çevreye verilmesi çok tehlikelidir.

Tekstil sektöründe yıkama, boyama ve durulama işlemlerinde çok miktarda suya ihtiyaç duyulmasından dolayı, tekstil sektörünün en büyük kirlilik kaynağı atık sudur. Bunun yanı sıra, her elyaf tipi için ayrı prosesler ve hammaddeler kullanıldığından, atık yükleri farklıdır. Bu nedenle ilk önce her proses için atık su kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de örgü kumaş alt sektörü fazla olması nedeniyle örnek kirlilik önleme çalışması örgü kumaş terbiyesi yapan bir işletme seçilmiştir. Yapılan örgü kumaş terbiyesi alt sektörü için konsantrasyon ve yük bazında atık yükü Çizelge 3.1.’de, tekstil alt sektörlerine göre su tüketimi ve deşarjı ile ilgili bilgilerde Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Örgü Kumaş Terbiyesi Atıksu Karakteri (EPA, 1996)

Parametre	Konsantrasyon Bazında		Yük Bazında (kg/1000 kg ürün)	
	Kompleks İşletme	Basit İşletme	Kompleks İşletme	Basit İşletme
BOI ₅	350 mg/L	270 mg/L	22.1	27.7
KOI	1060 mg/L	900 mg/L	115.4	81.1
TAM	110 mg/L	60 mg/L	6.9	6.3
Sülfür	100 µg/L	70 µg/L	0.0014	0.0013
Yağ ve Gres	45 µg/L	70 µg/L	3.5	4
Fenol	55 µg/L	50 µg/L	0.0012	0.0087
Krom	110 µg/L	40 µg/L	0.0047	0.0078
Renk (APHA)		800		

Kompleks işletme olarak, kasar, boya, baskı işlemleri gibi kirlilik kaynakları değişik olan işletmeler, basit işletme olarak ta sadece kasar ve boya işlemi yapan işletmeler tanımlanmıştır.

Çizelge 3.2. Tekstil Sektöründeki Su Tüketimi ve Deşarj Miktarı (EPA, 1996)

Tekstil alt sektörleri	Su Tüketimi (L/kg)			Atıksu Miktarı (m ³ /gün)
	Min.	Ort.	Mak.	
Yün Ağartma	4.2	11.7	77.6	103
Yün Apre	110.9	283.6	657.2	1892
Az Su Kullanılan Prosesler	0.8	9.2	140.1	231
Dokuma Kumaş işlemleri				
Basit prosesler	12.5	78.4	275.2	636
Kompleks prosesler	10.8	86.7	276.9	1533
Örgü Kumaş Prosesleri				
Basit prosesler	8.3	135.9	392.8	1514
Kompleks prosesler	20	83.4	377.8	1998
Halı prosesler	8.3	46.7	162.6	1590
İplik prosesleri	3.3	100.1	557.1	961

Tekstil atık suları genellikle gri renkli yada boyama işlemi sırasında kullanılan boyanın rengindedir. Atık suda BOİ, alkalinite, askıdaki katı madde ve sıcaklık değerleri çok yüksektir. Öyle ki kullanılan kimyasal madde ve boyarmaddelerin içeriğine göre, atık su toksik bileşiklerde içerebilir. Atık suyun miktarını ve atık yükünü belirleyen önemli faktörleri şöyle sıralayabiliriz (Geveci A. *et.al*, 1999).

- İşlenen elyafın cinsi
- Proses sırasında kullanılan temel işlemler
- Proses sırasında kullanılan kimyasal maddeler ve boyarmaddeler
- İşlemlerin Kontrol edilmesi
- Makine parkı

Elyafın cinsi, atık yükü için önemli bir parametredir. Yün proseslerinde, BOİ, askıdaki katı madde ve yağ değerleri çok yüksektir. Bu nedenle, verimli bir biyolojik arıtım gerekmektedir. Pamuklu prosesler, yüksek yağ içermemesine rağmen, yüksek BOİ ve aşırı renk içermektedir. Sentetik ürünlerin terbiye işleminde ise diğerlerine nazaran değerler daha az olmasına rağmen kullanılan boyarmadde çeşidi dolayısı ile çıkan atık su toksik olabilir.

3.3.4.3. Katı Atık

Hacim olarak katı atık, atık sudan sonraki ikinci büyük atık kaynağıdır. Ancak genellikle atık satıldığı için fazla bir sorun yaratmamaktadır. Kaynakları, bobin, yemekhane atığı, kumaş parçaları ve bidonlardır.

3.3.4.4. Tehlikeli Atıklar

Tekstilde kullanılan bazı çözücü ve fikse yapan kimyasallar ve bazı boyarmaddeler ağır metaller içermektedir. Bunlara örnek olarak haşılama ile ilgili kullanılan solventler, solvent bazlı kimyasallar verilebilir.

4. KİRLİLİK ÖNLEME METODOLOJİSİNİN UYGULANMASI

Bu bölümde Çorlu bölgesinde bulunan First Tekstil Fabrikasında yapılan kirlilik önleme çalışması hakkında bilgi verilerek, elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Çalışmanın başında bir Tekstil Mühendisi'nden prosesler, ürünler ve kullanılan hammaddeler hakkında danışmanlık alınmıştır. Bu çalışmada, UNEP tarafından geliştirilen ve birçok ülkedeki pilot çalışmalarda uygulanan metodoloji baz alınarak geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Çalışma gözlem (fabrika içinde yapılacak olan kısa yürüyüşler, çalışanların performansı vb.), ölçüm, kayıt, veri toplama ve gerekli analizlerin yapılarak bu veriler ve analizler ışığında belirlenen kirlilik önleme seçeneklerinin fizibilite ve uygulama çalışmalarını içermektedir. Bu çalışmada kullanılan metodoloji aşağıda verilmiştir (Geveci A. *et al*, 1999) .

- Planlama ve Organizasyon
 - Proje ekibinin belirlenmesi
 - Çalışanların bilgilendirilmesi
 - Hedeflerin belirlenmesi
- Ön değerlendirme
 - Üretim ile ilgili tüm bilgiler ile birlikte ham madde, ürün, proses, su ve enerji kullanımı ve atıklar hakkında bilgi toplanması, girdi ve çıktıların genel olarak belirlenmesi
 - Problemlerin ve bu problemleri ortadan kaldırmak için gerekli faaliyetlerin belirlenmesi
 - Yatırım gerektirmeyen ve hemen uygulanabilecek çözümlerinin çalışanlara iletilerek, uygulanmasının sağlanması
 - Kirlilik Önleme seçeneklerinin uygulanacağı proseslerin belirlenmesi
- Değerlendirme
 - Belirlenen kirlilik önleme seçenekleri ile ilgili kütle dengelerinin hesaplanması
 - Girdi ve çıktıların proses bazında hesaplanması
 - Belirlenen problemler için sebep analizinin yapılması
 - Uygulanabilecek kirlilik önleme seçeneklerinin belirlenmesi

- Uygulanabilirlik Çalışmasının Yapılması
 - Belirlenen proseslerde yapılacak iyileştirmelerle ilgili teknik, ekonomik ve çevresel değerlendirme yapılması
 - Uygulanabilecek çalışmaların belirlenmesi
- Uygulama

Bu çalışma 4 aylık süre içerisinde tamamlanmıştır. Ancak her işletmede bu süre aynı değildir. Ürün yelpazesi, proseslerindeki komplekslikler, kullanılan teknoloji, üretim kapasitesi bu çalışmaların süresini belirleyen faktörlerdir.

Yapılan genel durum değerlendirmesi sonucu elde edilen bilgiler ışığında problemler belirlenmiş, her problemin nedeni ve problemin ortadan kaldırılması ile yapılacak iyileştirmeler belirlenmiştir. Daha sonra çalışanlar ile görüşülerek problem noktalarına göre kirlilik önleme uygulaması yapılacak çalışmalar belirlenmiştir. Aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan kirlilik önleme seçenekleri, çevresel, ekonomik ve teknik açıdan incelenerek, uygun, amorti süresi az olan ayrıca ürün kalitesini bozmayan seçenekler belirlenmiştir. Yapılan çalışmaları ayrıntılı şekilde planlama ve organizasyon ve ön değerlendirme basamakları ön değerlendirme başlığı altında diğer basamaklar değerlendirme ve uygulama başlığı altında verilmiştir.

4.1.Ön Değerlendirme

Ön değerlendirme çalışmasında sırasıyla, çalışanlara genel bilgi verilmiş, yerleşim planı incelenerek, komşu fabrikalar hakkında bilgi edinilmiş ve fabrikanın genel proses diyagramı ile girdi-çıktılarının belirlenmiştir.

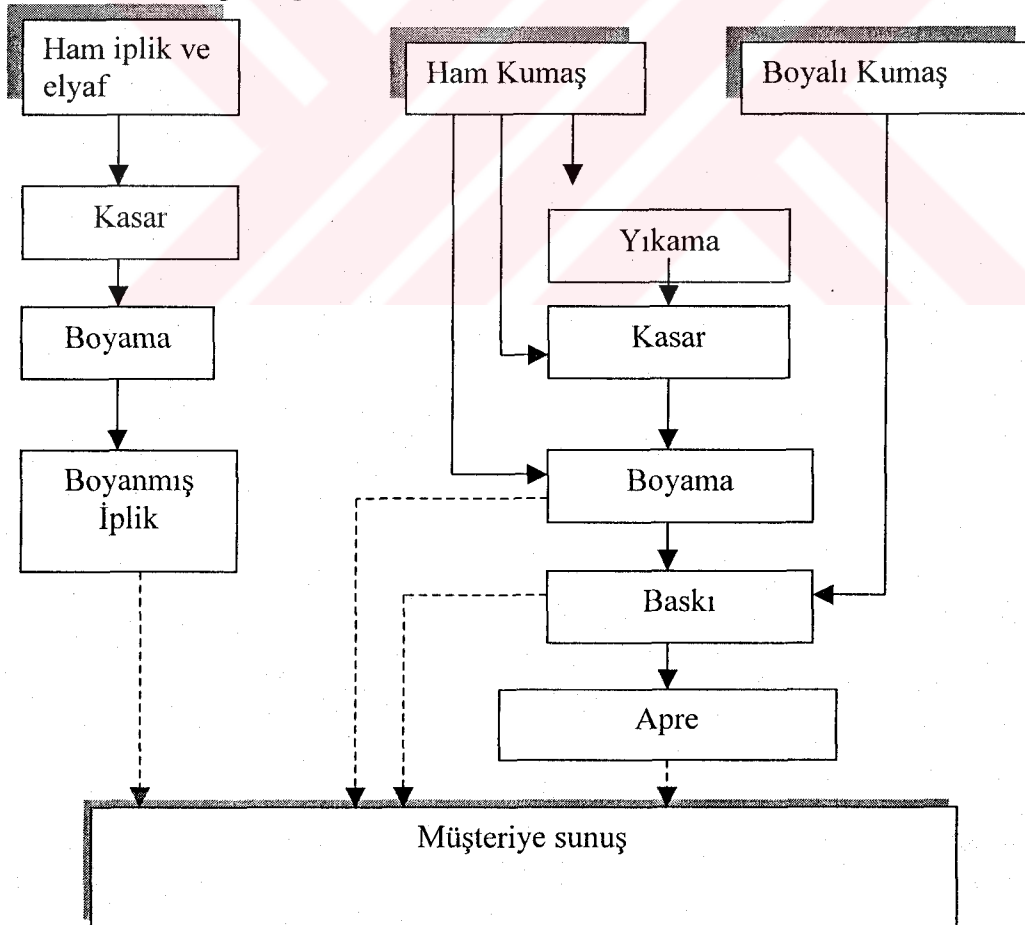
Çalışmanın ilk basamağı olarak, tarafımdan fabrikada belirlenen kişilere kirlilik önleme hakkında genel bir bilgi verilmiştir. Yapılan bilgilendirmede çalışmanın amacı, sağlaması düşünülen faydalar, kirlilik önleme yaklaşımı nedir, talep edilen çalışmalar vb. konulara değinilmiştir. Bu kapsamda çalışma süresince çalışanların tüm soruları cevaplandırılmış, karşılıklı bilgi alışverişinde bulunulmuştur.

İkinci aşama olarak fabrikanın yerleşim planı incelenmiştir. Yerleşim Planı Ek 1'de verilmiştir. Yerleşim planının incelenmesinin nedeni kirlilik önleme

seçenekleri belirlenirken yeniden kullanım alternatiflerinin olabilirliğinin irdelenmesidir. Ayrıca atıkların girdi olarak başka fabrikalara verilip verilmeyeceği, geri kazanım seçeneklerinin belirlenebilmesi için fabrikaya komşu olan işletmelerde incelenmiştir. Yapılan incelemede fabrikanın yanında bulunan iki tekstil fabrikası olduğu, atıkların girdi olarak kullanılacak bir fabrika olmadığı belirlenmiştir.

Bu kapsamda yapılan ön değerlendirme çalışmasında ilk önce fabrikanın genel durumu, yıllık üretim, hammadde ve tüketim miktarları, uymak zorunda oldukları yasa ve yönetmelikler incelenerek hangi prosesinde kirlilik önleme yapılacağı belirlenmiştir. Ayrıca bu bilgiler derlenirken işletmede yapılan yürüyüşlerde küçük ve maliyet gerektirmeyen noktalar bulunarak, çalışanlara söylenmiştir. Fabrikanın genel durumu ve üretim ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Fabrikanın genel proses diyagramı Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Genel Proses Diyagramı

Şekil 4.1. incelendiğinde, fabrika girdi olarak ham kumaş, ham iplik ve boyalı kumaş kullanılmaktadır. Her bir girdi için için değişik proses hatları kullanılmaktadır. Genel proses diyagramına göre fabrikanın üretim alanları aşağıdaki gibidir.

- Boyama: Elyaf, iplik, örgü kumaş, parça kumaş
- Kasar: Optik ve beyaz kasar
- Baskı: Reaktif, pigment, Dispers
- Apre: Ram, egalize ram, tüp ve açık en sanfor

Kullanılan Boyarmadde ve kimyasallar, satın alma kayıtlarından incelenmiş ve yıllık tüketimler bulunmuştur. Ayrıca boyarmaddeler ile birlikte satıcı firmadan alınan MSDS (Material Safety Data Sheets) lerden boyarmaddelerin içeriği incelenmiş atık su yükünü artıracak boyarmaddeler bulunmuştur. Bu çalışma yapılırken tekstil atık suyunda KOİ miktarını artırıcı özelliği olan suya karışan boyarmadde miktarını azaltmak için fikse oranları da dikkate alınmıştır.

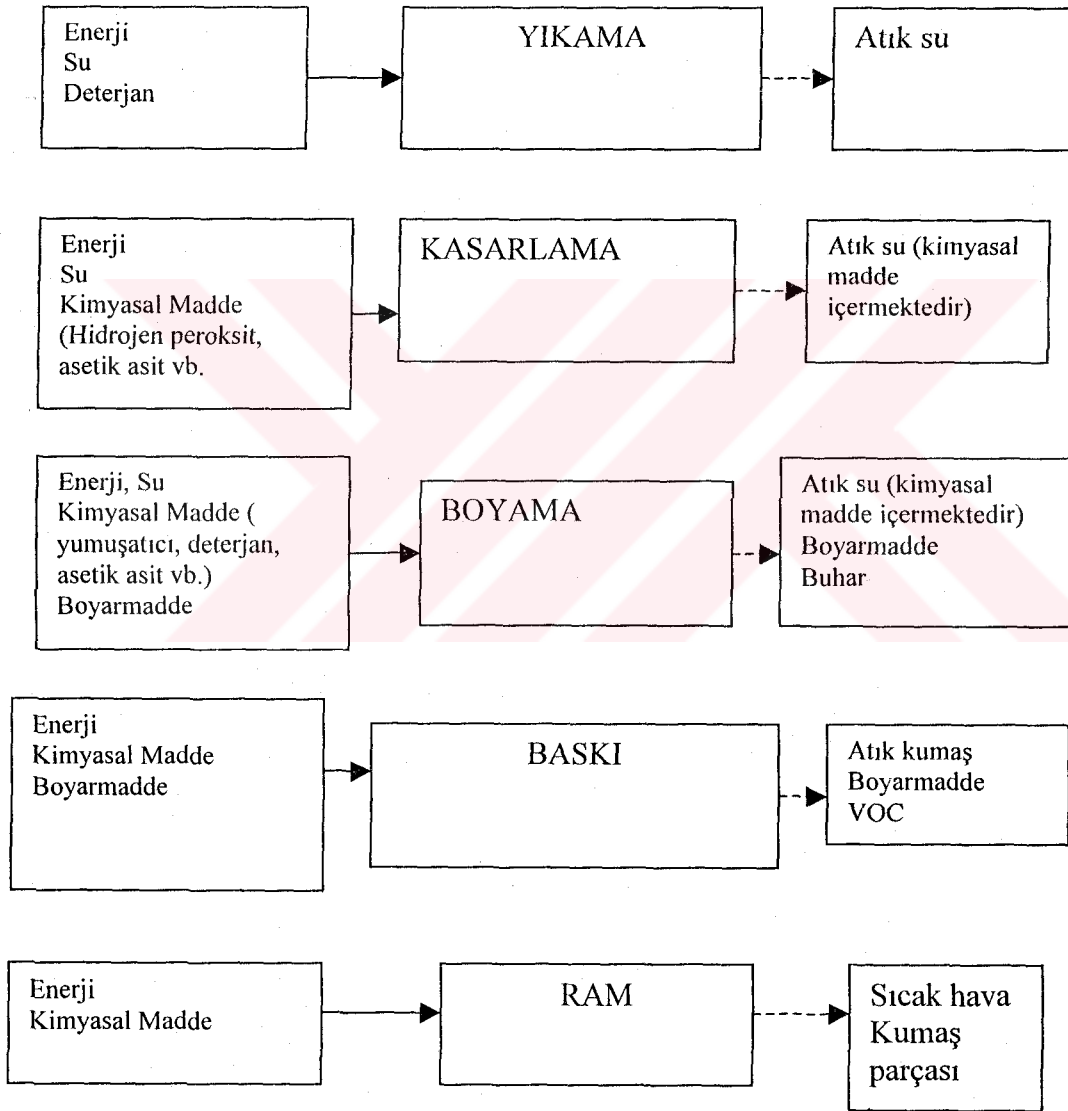
Fabrikada hammadde olarak elyaf, iplik ve örgü kumaş girdisi bulunmaktadır. Bunların cinsleri pamuk, viskon, polyester-pamuk, polyester-viskon karışımlarıdır. Karışımların yüzdeleri ise PES/Co için 50/50, 67/33, 60/40, PES/CV için ise 67/33'dür. Kumaş boyamalarında kullanılan boyarmaddelerin cinsi, elyaf cinsi ve karışım yüzdesine göre değiştiğinden, kumaşın cinsi önemlidir. Pamuklu kumaşlarda daha çok reaktif boyarmaddeler kullanılmakta, disperse ise kumaş karışımlarında kullanılmaktadır.

4.1.1. Fabrikanın Genel Girdi ve Çıktılarının Belirlenmesi

Fabrikanın genel girdi ve çıktıları gözden geçirilerek, yıllık üretimi ve bu üretimin proseslere göre dağılımı çalışması yapılmıştır. Bu çalışma ile kullanılan doğal kaynak miktarları ve çıkan atık miktarı hakkında bilgi vermesi amacıyla yapılmıştır. Böylece kirlilik önleme seçeneklerini belirlerken yapılacak iyileştirmelerin hangi noktalarda yapılırsa daha faydalı olacağı ortaya çıkacaktır. Genel akış diyagramı Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Girdi ve çıktılar incelendiğinde su kullanımının fazla olduğu görülmektedir. Boyarmadde ve kimyasal maddelerde önemli girdi olarak görülmektedir. Çıktılarda hava kirliliği ve katı atığın fazla olmadığı en büyük kirlilik parametresinin su kirliliği olduğu görülmektedir. (Çizelge 4.1.) . Ana prosesler dışında atık kaynağı olarak rejenerasyon işlemi, blöf suyu, kimyasal madde bidonları, baskı şablonları da verilebilir.

Çizelge 4.1. Ana Proseslerin Genel Girdi – Çıktı Diyagramı



Yıllık üretim miktarı belirlenerek, hangi proseslerin yoğun kullanıldığı bilgisi elde edilmiştir. Yıllık üretim bilgileri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yıllık Üretim Bilgileri

ELYAF TÜRÜ	ÜRÜN ÇEŞİDİ	ÜRETİM (kg/yıl)
PAMUK	İplik	600.000
	Elyaf	4.500
	Örgü Kumaş	4.800.000
VISKON	İplik	8.000
	Örgü Kumaş	40.000
PES/CO	Örgü Kumaş	20.000
PES/CV	Örgü Kumaş	65.000

Çizelge 4.2. de de görüleceği gibi, işletme en fazla pamuklu örgü kumaş boyama yapmaktadır. Bu nedenle bundan sonra yapılacak çalışmada örgü kumaş ile ilgili seçenekler dikkate alınmıştır. Bu ürün çeşitleri, boyama, baskı işlemlerinden birisine veya ikisine birlikte tabi olmaktadır.

Girdi maddelerin miktarı ve maliyet bilgileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Kullanılan kimyasal madde ve boyarmadde bilgileri stok bölümünden, kullanılan su miktarı kazan dairesinden, LPG ve elektirik sarfıyatı ise aylık raporlardan elde edilmiştir. Ayrıca girdiler dikkate alınarak, çıktıların miktarı ve maliyeti hesaplanmıştır. Çıktıların miktarı ve maliyet bilgileri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Maliyet hesaplaması yapılırken, yıllık tüketimlerden gidilmiştir. Kullanılan suda pompa bakım onarım, kuyuların temizlenmesi, ve kullanılan elektrik maliyetleri, su yumuşatmada ise kullanılan tuz, rejenerasyon ünitelerinin bakım ve elektrik maliyetleri dikkate alınmıştır. Girdi suyun %10'u civarındaki kısmının buharlaştığı farz edilerek atık su miktarı belirlenmiştir. Yönetmeliğe uyması halinde, fabrika belediyeye yıllık deşarj ücreti ödemekle yükümlüdür. Arıtma tesisinin işletme maliyetinde kullanılan kimyasallar, elektrik, personel maliyeti de dikkate alınmıştır.

Atık yükü hesaplanırken, boyarmaddeler ile ilgili firmalarca fabrikaya verilen fikse oranları dikkate alınmış, kimyasal ve boyarmaddelerin maliyeti için ortalama bir fiyat belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Girdi Maddelerin Miktarı ve Maliyeti

KAYNAK		GİRDİ	MALİYET KAYNAĞI	MALİYET (\$)
SU	Hamsu	190.000 m ³ /yıl	Pompalama	162.977
	Yumuşak Su	1.096.000 m ³ /yıl	Yumuşatma	37.793
ENERJİ	LPG	198.081.888 MJ	Elektrik ve LPG	1.944.655
	Elektrik	251.490.275 MJ		
KİMYASALLAR	Ön İşlem	284.000 kg.	Toplam	4.604.321
	Boya	124.000 kg.		
	Boya Kimyasalı	1.451.000 kg.		
	Baskı Boyası	53.000 kg.		
	Baskı Kimyasalı	184.000 kg.		
	Diğer	2.230.000 kg.		

Çizelge 4.3. incelendiğinde en büyük maliyet kaynağının kimyasal madde ve boyarmadde için ayrıldığı görülmektedir. Çıktılarda ise sadece atık su için bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Yemekhaneden çıkan katı atıklar dışındaki tüm katı atıklar satılmaktadır. Kumaş parçaları tekstil yan sanayicileri tarafından alınmaktadır

Çizelge 4.4. Çıktı Maddelerin Miktarı ve Maliyeti

KAYNAK		ÇIKTI	MALİYET KAYNAĞI	MALİYET (\$)
SU	Atıksu	1.160.100 m ³ /yıl	Deşarj Ücreti	136.482
	Buharlaştırma	129.000 m ³ /yıl	Arıtma Mal.	177.793
Toplam Kimyasallar		2.292.927 kg.	Sadece arıtma maliyeti vardır. Buda atık suda hesaplanmıştır.	

Çizelge 4.4. Çıktı Maddelerin Miktarı ve Maliyeti (Devam)

Katı Atık	Katı atıklar satıldığından bir veri bulunamamıştır.	Belirli aralıklarla satış yapılmadığından ve veri olarak tutulmadığından maliyet ve kazanç bulunamamıştır.
-----------	---	---

Fabrikanın boyama bölümünden alınan bilgiye göre, kumaş, iplik ve elyaf boyama işlemi için yılda toplam 78.000 kg. boyarmadde kullanılmakta olup bunun %67'si ise reaktif boyarmaddedir. Boyarmaddelerin % 83'ü kumaş boyamada, diğeri ise değişik türdeki kumaşlar için kullanılmaktadır. Kumaş baskısı için ise toplam tüketim 35.550 kg olup, bunun %57'si pigment boyarmaddedir.

Tekstil sektörü için en önemli ikinci girdi kullanılan kimyasal maddedir. Her boyama prosesinde kullanıldığı için en fazla kullanılan kimyasal madde tuzdur En çok kullanılan kimyasal madde grupları olarak deterjanlar (37.000 kg), boyama işlemlerinde kullanılan yardımcı kimyasallar (330.000 kg.), Alkali (775.000 kg), tuz (2,5 ton) söylenebilir.

Girdi çıktı çalışması yapıldıktan sonra, problemler incelenmiştir. Yapılan incelemede hangi proseslerde olası problemler ve çözümleri çalışması yapılmıştır. Bu aşamada problem çözme çalışmaları ile birlikte Fabrikanın çevre ile ilgili yönetmeliklere uyumu da irdelenmiştir.

4.1.2. Çevre İle İlgili Yönetmeliklere Uyum

Fabrika su ihtiyacını, fabrika sahası içindeki 5 adet kuyudan sağlamaktadır. Bu kuyulardan bir tanesi içme suyu, diğerleri ise ham su ve proses suyu olarak kullanılmaktadır. Fabrika kuyu sularını belirli periyotlarda analiz yaptırmaktadır.

İşletmenin günlük kapasitesi 3000 m³/gün olan bir arıtma tesisi bulunmaktadır. Arıtma tesisinde sadece biyolojik arıtma yapıp, çökeltme işleminden sonrada atık su kanalizasyona verilmektedir. Ancak yetkililer tarafından arıtma tesisinin kimyasal arıtma olmadığından verimli çalışmadığı belirtilmiştir. Çıkan arıtma suyu periyodik olarak İl Çevre Müdürlüğü elemanlarınca kontrol edilmektedir.

First Tekstilde, ram, kurutma makineleri, baskı makineleri ve kazanlarda baca bulunmaktadır. Kirliliğin oluşması kullanılan kimyasal ve boyar maddelere bağlıdır. VOC oluşumuna sebep olmayan kimyasal ve boyar maddeler hiç bir sorun olmamasını sağlar. Hava kirliliği olabilecek durum yüksek sıcaklıkta su buharının çıkmasıdır. Bu kapsamda işletme 1998 yılında bir analiz yaptırmış olup, sonuçları limitler içinde kalmıştır.

İşletmede katı atık olarak tanımlananlar, kumaş kenarları, elyaflar (zımpara ve traş sonrası ortaya çıkan) mukavva, bidon, varil, yağ ve vb.dir. Tekstil atıkları yan sektörlere satıldığından, bir kirliliğin oluşması söz konusu değildir.

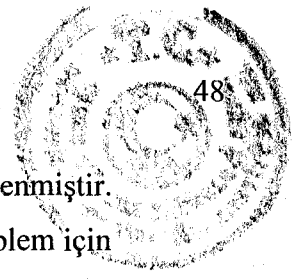
4.1.3. Problemlerin Belirlenmesi ve Nedenlerinin Analizi

Girdi ve çıktıları belirleme çalışması yapılırken, işletmenin makineleri de gözden geçirilmiş, makinelerin yerleşim planına bakılmıştır. Ayrıca düzenli bakım onarımın olup olmadığı, izolasyonların yapılıp yapılmadığı kontrol edilmiştir. İşletme içinde yapılan yürüyüşlerle, yerlerde var olabilecek saçılma, atık su vb. durumlar gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki olası problemler ve bu problemlerin çözülmesi ile elde edilecek faydalar belirlenmiştir. Seçilen problemlerin çözülmesi için yapılacak kirlilik önleme uygulama alanları belirlenmiştir. Olası problemler detaylandırılmamıştır. Kirlilik önleme uygulaması yapılacak problemler daha sonra detaylandırılacaktır.

Problemler;

- Isı Eşanjörünün Verimli Çalışmaması
- Fikse Değeri Düşük Boyarmadde Kullanmak
- Fazla Su Kullanımı
- Kullanılan makinelerin seçiminin ve yerleşiminin yanlış olması

olarak belirlenmiştir. Bu problemlerin belirlenmesinde yapılan girdi-çıkıtı çalışmasının yanı sıra, işletmede yapılan incelemelerde önemli yer tutmuştur.



Problemler belirlendikten sonra, bu problemlerin olası çözümleri belirlenmiştir. Ancak bazı problemlerin çözümü mümkün olmaması nedeni ile, 1. ve 4. problem için bundan sonra yapılacak çalışmalar için öneriler verilmiştir. Örneğin ısı eşanjörünün verimli çalışmaması, çalışanların bu konuda fazla bilgi sahibi olmamalarından kaynaklanmaktadır. Makinelerin bağlı oldukları su kanallarından su direkt ısı eşanjöründen alınması gerekirken çalışanlar tarafından diğer hat kullanılmaktadır. Bu durumda, sıcak suyun kullanılmadan sıcak su deposunda durmasını sağlamaktadır. Konu ile ilgili çalışanların bilinçlendirilmesi ve kontrol edilmesi sorumlulara belirtilmiştir.

Fabrika kurulurken, örgü kumaş ıslak prosesleri için 4 çeşit makine satın alınmıştır. Bu makineler jet tipi boya makineleri, mm marka taşırmalı yıkamalı boya makineleri ile pat-pach tipi boyama ile sürekli (kontuni) boyama makineleridir. Çalışma sırasında pat pach makinelerin tam olarak kullanılmasını, sürekli boyama makinesinin ise sadece baskı veya kasarlama sonucunda yıkama prosesi için kullanıldığı görülmüştür. İşletmenin boyama işlemleri jet ve pmm tipi boyama makinelerinde yapılmaktadır. Ancak pmm tipi makineler hem flote oranı fazla olması hem de boyamadaki hata oranının fazla olması nedeniyle boyamada çok fazla tekrara sebep olmaktadır. Boyama proseslerini sürekli boyama makinesi ile pat-batch boyama makinesine kaydırmaları, pmm makinelerinde ise sadece kasarlama ve yıkama proseslerinin yapılması gerektiği belirtilmiştir.

3. problem ile ilgili boyahane müdürü ile görüşülerek bundan sonra yapılacak çalışmalarda, boyarmadde seçilirken fikse oranına dikkat etmesi ve MSDS'lerinin kontrol edilmesi sonucu elde edilecek karlar konusunda görüşülmüştür.

Ayrıca çalışmalar sırasında fabrika içinde yapılan incelemelerde aşağıdaki konularda da fabrika yetkililerinin dikkati çekilmiştir. Baskı prosesi sonunda şablonlarda ve şablonlara boya ileten borularda (rakle)boya kalmaktadır. Kalan boya siyah boya yapmak için kullanılmasına rağmen işçilerin bunu yapmayıp, boyayı atık su kanalına döktüğü görülmüştür. Ayrıca şablonların ve raklelerin yıkanması için bulunan otomatik yıkama makinesi tam doldurulmadan sadece tek bir tane için bile kullanıldığı da gözlemlenmiştir. Baskı Bölümü yetkilisi ve işçiler ile görüşülerek yapılan uygulamanın çevre kirliliğine etkisi konusunda brifing verilmiştir. Hiçbir maliyet gerektirmeyen bu seçenekler hemen uygulamaya alınmıştır.



Maliyet gerektiren veya proses değişikliği ile ilgili kirlilik önleme seçenekleri, daha az su ve enerji kullanımına yönelik olmuştur.

4.2. Değerlendirme ve Uygulama

Problemlerin belirlenmesinin ardından su ve enerji kullanımının azaltılması için yapılabilecek çalışmalar ile ilgili kirlilik önleme seçenekleri belirlenmiştir. Bu çalışmalar

1. Baskı makinelerinde bantların yıkama suyunun tekrar kullanımı.
2. Şablonların, bidonların ve raklelerin yıkanmasından son kısım daha temiz olduğundan, bu kısmı sonraki yıkamalarda kullanılması
3. Kasar ve Boyama işlemleri sırasında taşırmalı yıkama yapılmaması, yıkama prosesindeki netrulizasyon ve deterjan kullanılmaması
4. Yumuşatma cihazlarındaki rejenerasyon işleminin optimize edilmesi
5. Isı değiştirici sistemleri
6. Pamuk kumaş ve ipliğin reaktif boyamasından sonraki proses suyunun tekrar kullanımı ve membran filtre sistemi.

Belirlenen bu kirlilik önleme seçeneklerinden hepsinin aynı anda yapılması hem zaman hem de maliyet açısından uygun olmayacağından, su ve enerji sarfiyatını en fazla azaltacak seçeneklerin dikkate alınmasına karar verilmiştir. Bu nedenle baskı bölümünün fazla çalışmaması nedeniyle 1. ve 2. seçenekler, arıtma tesisinin bulunması ve yeni bir sistemin kurulmasının çok pahalı olması nedeniyle 6. seçenekle ilgili çalışma yapılmamasına işletme yetkilileri ile birlikte karar verilmiştir. Membran filtre sistemi yerine arıtma tesisinin iyileştirilmesine işletme yetkililerince karar verilmiştir.

4.2.1. Boyama Prosesinin Yıkama Basamaklarının Değiştirilmesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu seçenek için ilk önce hangi tür boyarmadde grubu için çalışma yapılacağı belirlenmiş ve kütle dengesi çıkartılmıştır. Kütle dengesinin yapılarak girdi ve çıktılar belirlenmesinin sebebi, yapılan ekonomik, teknik ve çevresel değerlendirmede kullanmaktır. İşletmede yapılan denemeler için, reaktif

boyarmadde kullanımının fazla kullanılması nedeniyle reaktif boyaya kullanılan boyama prosesleri kullanılmıştır. Böylece, reaktif boyama prosesinde yapılacak iyileştirme, daha fazla tasarrufa neden olabilecektir.

İşletmede, normal boyama prosesi yapılırken, aynı zamanda aynı kumaş ve boyaya reçetesi kullanılarak 20 kg.lık boyama makinesinde önerilen yıkama reçetesi ile boyama yapılmıştır. Yıkama prosesi H. Henrik Knudsen and Henrik (1996) tarafından uygulanan yöntemdir. Her iki boyama prosesinde diğer şartlardan gelebilecek değişiklikleri elimine etmek için flote ve kasar ve boyama reçeteleri aynı kalmış, sadece boyama sonrası yıkama basamaklarında değişiklik yapılmıştır. Bu nedenle de sadece yıkama prosesindeki değişiklikler incelenmiştir. Koyu ve orta boyama proseslerinde yapılan bu çalışmada boyama sonrası yapılan yıkama basamaklarının her birinin sonunda çıkan suyun pH değeri ölçülmüştür. Her iki reçetede de son sıcak yıkamada 3 g/L yumuşatıcı ve 0.5 g/L. asetik asit kullanılmıştır. İşletme tarafından kullanılan reçetede netrölizasyon için 1 g/L asetik asit, 0.3 g/L deterjan kullanılmaktadır.

Kumaşın en son işlemten sonra pH'sının asidik olmaması gerekmektedir. Boyama prosesi THIES Jet Boyama makinelerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Koyu Boyama Sonrası Yıkama Proseslerinde Elde Edilen Sonuçlar

İşlem	Kullanılan Reçete		Önerilen Reçete	
	Sıcaklık °C	Ph	Sıcaklık °C	Ph
Soğuk Durulama	30	10.71	30	10.71
Netrülizasyon	40	8.46		
Sıcak Yıkama	80	8.50	95	9.40
Deterjan	95	8.50		
Sıcak Yıkama	80	8.50	95	9
Sıcak Yıkama	60	8.40	95	8.8
Yumuşatma	40	5.36	40	6.1

Çizelge 4.6. Orta Boyama Sonrası Yıkama Proseslerinde Elde Edilen Sonuçlar

İşlem	Kullanılan Reçete		Önerilen Reçete	
	Sıcaklık °C	Ph	Sıcaklık °C	pH
Soğuk Durulama	30	10.79	30	10.79
Netrölizasyon	40	9.94		
Sıcak Yıkama	70	9.42	95	9.40
Sıcak Yıkama			90	10.18
Sıcak Yıkama	40	7.09	40	5.25

Boyama işlemi bittikten sonra, her kumaştan alınan bir parça işletme laboratuvarına götürülerek haslık testi yapılmaktadır. Her iki boyamada bittikten sonra, işletme laboratuvarında yapılan incelemede her iki kumaşında kabul edilebilir limitler içinde olduğu belirtilerek, laboratuvar tarafından onay verilmiştir.

Her iki denemede de ürün kalitesinde bir sorun olmaması nedeniyle seçeneğin çevresel ve ekonomik değerlendirmesi yapılmıştır. Ekonomik değerlendirme yıllık üretim bazında yapılmıştır. İşletmede kullanılan boyama makinelerinin en düşüğünün kapasitesi 100 kg, en yükseğinin kapasitesi ise 400 kg'dır. Kullanılan makineye göre kütle dengeleri değiştiğinden maksimum ve minimum kazancı bulmak amacıyla her iki makine içinde kütle dengeleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Yıkama prosesleri sırasında, proses zamanı belirlenmiştir. Daha sonra tüm hesaplamalar, 100 kg. ve 400 kg. boyama makineleri için hesaplanmıştır. Hesaplamaların nasıl yapıldığı aşağıda verilmiştir.

Kullanılan flote oranı : 1/10 (1 kg. ürün için 10 L. su kullanılmaktadır)

100 kg. lık boyama makinesinin elektrik gücü : 22 kw/saat (makinanın kullanım kılavuzundan alınmıştır)

400 kg.lık boyama makinasının elektrik gücü : 36 w/saat (makinanın kullanım kılavuzundan alınmıştır)

Kullanılan enerji gücü; boyama için geçen süre ile makinenin elektrik gücü çarpılarak hesaplanmıştır. Örnek 100 kg.lık boyama makinesinde kullanılan reçete için harcanan enerji; 172 dak/60 dak*22 : 63 kW

Kullanılan su ; yıkama prosesleri sayısı*ürünün ağırlığı*10 (flote oranı). Örnek 100 kg.lık boyama makinesinde kullanılan reçete için su sarfiyatı : 7 (yıkama proses sayısı)*100 kg.*10 : 7000 L : 7 m³

Kullanılan ısı enerjisi ; Q: mCpΔt denklemi ile bulunmuştur. Su ortalama makineye 40°C civarında gelmektedir.

Cp: Isı kapasitesi katsayısı (0-100 °C arasında 1 kcal/kgK'dir)

m : kütleli debi

Δt : Sıcaklık değişim miktarı (K)

Örnek : 100 kg.lık boyama makinesinde kullanılan reçete için kullanılan ısı enerjisi;

80 °C'lik yıkama için; Q: 1000 kg.*1*(80-40) : 40.000 kcal : 46.4 kWh

95 °C'lik yıkama için; Q: 1000 kg.*1*(95-40) : 55.000 kcal : 64 kWh

60 °C'lik yıkama için; Q: 1000 kg.*1*(60-40) : 20.000 kcal : 23 kWh

Toplam : 2*46.4+64+23 : 180 kWh

4.18 kJ/s : 1 kcal

Kimyasallar : g/L kullanımı*kullanılan su miktarı. Örnek 100 kg.lık boyama makinesinde kullanılan reçete için deterjan kullanımı : 0.3 g/L*1000 L : 300 gr. : 0.3 kg.

Koyu ve orta renk boyama için her iki seçenekteki tüketim miktarları makine kapasitesine göre Çizelge 4.7., Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Koyu Renk Boyama İçin Tüketim Miktarları (100 Kg)

	Kullanılan Reçetenin Tüketimi	Önerilen Reçetenin Tüketimi	Fark
Yıkama Süresi (Dak)	172	148	24
Enerji (Kw)	63	54	9
Isıl Enerji (Kwh)	180	192	-12
Su Tüketimi (M ³)	7	5	2
Kimyasallar			
Asetik Asit (Kg)	1.5	.5	1
Deterjan (Kg)	.3	0	.3
Yumuşatıcı (Kg)	3	3	0

Çizelge 4.8. Koyu Renk Boyama İçin Tüketim Miktarları (400 kg)

	Kullanılan Reçetenin Tüketimi	Önerilen Reçetenin Tüketimi	Fark
Yıkama Süresi (Dak)	208	161	47
Enerji (Kw)	125	97	28
Isıl Enerji (Kcal)	719	766	-47
Su Tüketimi (M ³)	22.4	15	6.4
Kimyasallar			
Asetik asit (kg)	4.8	1.6	3.2
Deterjan (kg)	0.96	0	0.96
Yumuşatıcı (kg)	9.6	9.6	0

Çizelge 4.9. Orta Renk Boyama İçin Tüketim Miktarları (100 kg. İçin)

	Kullanılan Reçetenin Tüketimi	Önerilen Reçetenin Tüketimi	Fark
Yıkama Süresi (Dak)	84	101	-17
Enerji (Kw)	31	37	-6
Isıl Enerji (Kwh)	35	64	-29
Su Tüketimi (M ³)	4	3	1
Kimyasallar			
Asetik Asit (Kg)	1.5	.5	1
Deterjan (Kg)	.3	0	.3
Yumuşatıcı (Kg)	3	3	0

Her iki makine için koyu renk boyamada sadece ısı enerjide önerilen reçetenin tüketimi fazladır (Çizelge 4.7, 8 ve 9). Diğer tüm tüketimlerde önerilen reçete daha iyidir. Orta renk boyamada ise sadece 100 kg.lık makine için hesaplanan değerlere bakıldığında da kullanılan kimyasallar ve su dışındaki tüm değerler önerilen reçetede fazladır. Ancak yapılan boyama prosesini bir bütün olarak değerlendirerek, yıllık bazda ekonomik değerlendirme yapılarak toplamdaki fark incelenmiştir. Bu uygulama sırasında makinelerde herhangi bir değişiklik olmayacağı için yatırım maliyeti yoktur.

Bu aşamada ilk olarak yıllık reaktif boyama kumaş bilgisine ulaşılmıştır. İşletmenin yıllık toplam reaktif boyaması 1.850.000 kg. dir. Bunun yarısı (925.000 kg) koyu renk, ¼'ü orta renk (462.500 kg), diğer ¼'ü ise açık renk boyamadır.

Yapılan ekonomik değerlendirme koyu boyama için Çizelge 4.10'de, orta boyama için Çizelge 4. 11'de verilmiştir. Muhasebe müdürlüğünden alınan fiyatlar; elektrik 7 cent/kW, Su 1\$ (kendi kaynaklarını kullandığından), deterjan 1.8 \$/kg, asetik asit 70 cent /kg. dir.

Çizelge 4.10. Koyu Boyama İçin Yıllık Hesaplanan Ekonomik Değerlendirme Sonuçları

A. 100 KG. THEIS Makinesi için

	Uygulama Öncesi (Miktar)	Uygulama Sonrası (Miktar)	Fark (Miktar)	Kazanç (Maliyet \$)
GİRDİLER				
Buhar (kWh)	1.665.000	1.776.000	-111.000	- 7.770
Elektrik (kw)	583.000	500.000	83.000	5.810
Su (m ³)	74.000	55.500	18.500	18.500
Deterjan (kg)	2.775	0	2775	5.000
Asetik asit (kg)	13.875	4.625	9.250	6.567
TOPLAM				28.107
ÇIKTILAR				
Atık su (m ³)	66.600	40.000	16.600	3.000

Çizelge 4.10. Koyu Boyama İçin Yıllık Hesaplanan Ekonomik Değerlendirme Sonuçları (Devam)

B. 400 KG. lık THIES boyama makinesi için

	Uygulama Öncesi (Miktar)	Uygulama Sonrası (Miktar)	Fark (Miktar)	Kazanç (Maliyet \$)
GİRDİLER				
Buhar (kcal)	6.650.750	7.085.500	-434.750	- 30.432
Elektrik (kw)	289.000	224.000	65.000	4550
Su (m ³)	51.800	34.600	17.200	17.200
Deterjan (kg)	2.220	0	2.220	4.000
Asetik asit (kg)	11.100	3.700	7.400	5.300
TOPLAM				618
ÇIKTILAR				
Atık su (m ³)	46.600	31.100	15.500	2.600

Yıllık toplam kar: 31,107 – 3.218 \$'dır.

Çizelge 4.11 Orta Boyamada Yıllık Hesaplanan Ekonomik Değerlendirme Sonuçları

100 KG. lık THIES boyama makinesi için

	Uygulama Öncesi (Miktar)	Uygulama Sonrası (Miktar)	Fark (Miktar)	Kazanç (Maliyet \$)
GİRDİLER				
Buhar (kcal)	161.875	296.000	-134.125	- 9.400
Elektrik (kw)	143.000	171.000	-28.000	- 1.960
Su (m ³)	18.500	13.875	4.625	4.625
Deterjan (kg)	1.400	0	1.400	2.500
Asetik asit (kg)	6.940	2300	4.640	3.300
TOPLAM				- 935
ÇIKTILAR				
Atık su (m ³)	16.600	12.500	4.100	697

Çizelge 4.10 ve 4.11 incelendiğinde önerilen reçetenin koyu boyama için uygulanabilir gözükmesine rağmen, boyama için kullanışlı olmadığı görülmüştür. Ancak orta boyamada yapılabilecek küçük iyileştirmelerle bu sistemde uygulanabilir hale gelebilir. İşletme yetkilileri ile yapılan görüşmede 400 kg.'lık boyamaların%25 civarında olduğu belirtilmiştir. Bu durum düşünüldüğünde hiç bir yatırım yapmadan sadece proses değişikliği ile işletme kara geçmesi mümkündür. Çalışmada sadece doğal kaynaklar üzerinde durulmuştur. Önerilen proses aynı zamanda boyama süresini kısaltmaktadır. Bir boyama prosesi yaklaşık (kasar dahil) 4 saat sürmektedir. Sadece yıkamadaki kısaltmada, 100 kg.'lık koyu boyamada proses başına 24 dak. (Çizelge 4.10) kazanç sağlanmaktadır. Bir planlama yapıldığında 2 günde bir önerilen proses ile 1 boyama prosesi daha fazla yapılabilir. Buda yeni bir makine veya işçi almadan üretim kapasitesini artırır. Ayrıca bir işçinin ortalama aylık ücreti 300.000.000.-TL civarındadır. Ayda 20 gün ve günde 8 saat çalışan bir işçinin 24 dakikası 750.000 TL 'dir. Dolar olarak düşünüldüğünde proses başına 43 cent işçi giderlerinden kazanç sağlanmaktadır. Bu da reçete başına maliyeti düşürmektedir.

Çevresel etkileri değerlendirildiğinde ise, doğal kaynak kullanımındaki azalma ve kimyasal madde kullanımında azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca koyu boyamadaki bu azalma arıtma tesisi yükünü de azaltacağından çevresel yükte azaltılmıştır.

4.2.2. Yumuşatma Cihazlarında Yapılan Kirlilik Önleme Çalışması

Fabrikada 16 adet yumuşatma ünitesi bulunmakta ve her birinin kapasitesi de 16 m³/saattir. Rejenerasyon otomatik olarak yapılmakta olup her 360 ton suda bir rejenerasyon yapılması gerekmektedir. Ancak bakteri problemi nedeniyle bu 200 tona düşmektedir. Bu durumda bile, yer altı suyunda bakteri olması, kullanılan reçinenin iyi olmaması nedeniyle bazı yumuşatma ünitelerinde günde bir defa bazılarında ise 2 saatte bir yumuşatma işlemleri yapılmaktadır. Ayrıca bu durum filtrelerde tıkanmaya neden olmakta, suyun debisini de düşürmektedir. İletkenlik ölçümleri 1. ve 4. Yumuşatma ünitesinden yapılmıştır. Yapılan ölçümlerle iletkenlik ve sertlik grafikleri çizilmiş, bu grafiklere göre rejenerasyon süresinin uzun olduğu görülmüştür. Grafikler Ek 2'dedir. Buda fazla su ve tuz kullanımına sebep

olmaktadır. Filtre sistemi değiştirilip, geri yıkamalı bir filtre takıldığında, rejenerasyon süresi azalacak ve rejenerasyon aralığı da iyileştirilecektir.

Bir rejenerasyon süresinde yaklaşık 7 m³ su kullanılmaktadır. Her yumuşatma cihazı günde ortalama 1 kez rejenerasyondan geçmektedir. Bu durumda günlük su kullanımı 112 m³, haftalık ise 672 m³ dür. Eğer rejenerasyon periyodu haftada bir gün olsaydı su tüketimi sadece 112 m³ olacaktı. Aradaki fark 560 m³ dür. (Yıllık : 22.960 m³) Çalışma günü 285 olarak alınmıştır. Yukarıdaki veriler ışığında yıllık kar 22.960 \$ olacaktır. Her hafta yaklaşık 2.000 kg. tuz tüketilmektedir. (Bu bilgi çalışanlardan alınmıştır) Bu bilginin ışığında her rejenerasyon işlemi için 21 kg. tuz kullanıldığı farz edilmiştir. Bu kapsamda yıllık tüketim 6 tondur. Eğer rejenerasyon haftada bir kez yapılırsa, yıllık tuz tüketimi yaklaşık 1 ton olacaktır. Bu bilgiler ışığında yıllık kar 170 \$ dır.

Filtre sistemindeki sorunlar çözülürse, hem ham su debisi yükselecek hem de bakterilerin yumuşatma ünitesine gitmesine engel olacaktır. Yapılan araştırmalara göre böyle bir sistem yaklaşık 20.000 \$ civarındadır. Ayrıca filtrelerin 3 ayda bir değiştirilmesi gerekmektedir. Filtrenin fiyatı yaklaşık 400 \$ dır. Ancak tuz ve su kullanımını azaltacağından amorti süresi çok kısadır.

Seçenekle ilgili ekonomik değerlendirme Çizelge 4.12. de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Rejenerasyon Ünitesinin İyileştirilmesi İle İlgili Yıllık Ekonomik Değerlendirme Sonuçları

	Uygulama Öncesi (Miktar)	Uygulama Sonrası (Miktar)	Fark (Miktar)	Kazanç (Maliyet \$)
GİRDİLER				
Elektrik (kw)				
Su (m ³)	31.920	5.320	26.600	26.600
Tuz (ton)	6	1	5	170
TOPLAM				
Çıktı				
Atık su (m ³)	31.920	5.320	26.600	4.522

Yıllık kazanç toplam 31.292 \$'dır. Ancak filtre sisteminin değiştirilmesi gerekmektedir. Bunun içinde 20.000 \$ yatırım, 1.600\$'da işletme maliyeti gerektirmektedir. Ancak sistem 6 ay gibi kısa sürede kendini amorti etmektedir. Ayrıca, yumuşatılmış suda bulunabilecek bakteri makinelere ve boyamalara zarar vereceği düşünülürse, sistem kendisini çok kısa sürede amorti etmiştir.

Bu seçeneğin çevresel değerlendirmesi de şöyledir. Türkiye'nin yeraltı su rezervleri hızlı bir şekilde azalmaktadır. Ayrıca atık suların doğal ortama, nehirlere yalnızca ön arıtma ile veya hiç arıtmadan deşarj edilmesi nedeniyle yer üstü ve yer altı su kaynakları da hızla kirlenmektedir. Şu anda İstanbul'daki yer altı kaynakları tükenmek üzeredir. Bu sorun ile yakın bir gelecekte Çorlu bölgesinde de karşılanacaktır. 3-4 yıl önce 30 – 40 metrede su bulunurken şu anda su 130 metrede bulunmaktadır (Dünya Tekstil Dergisi, 1998). Bu gelişme fabrikaların su kullanımı konusunda dikkatli olmalarını doğurmaktadır.

4.2.3. Isı değiştirici Sistemleri Seçeneği İçin Yapılan Değerlendirme Çalışması

İşletmede 3 adet ram ve 1 adette zincirli kurutucu bulunmaktadır. Bu ramlardaki sıcaklıklar aşağıdaki gibidir.

Ramlar da; kasarlı kumaş için sıcaklık 130°C

Boyalı kumaş için sıcaklık 140°C

Fikse için sıcaklık 180°C

	Dış Hava Hacmi (m ³ /h)	Günlük Çalışma Süresi	Isıl enerji şekli
Ramlar	18.000	24	LPG
Zincirli kurutma	18.000	24	LPG

Bulunan ramlara kurulacak bu tip ısı geri kazanım sistemlerinde, ram ve kurutuculardan çıkan sıcak havanın kullanılarak, ekstra bir masraf oluşturmadan boya makineleri için sıcak su sağlanabilir (Atess Kataloğu). Siztem hakkında bilgi Ek 3'de verilmiştir. Bu sistemin verimlilik oranı %80 - % 95 dir. Sistemde, ramlardan çıkan sıcak hava, eşanjörden geçirilerek boya makinelerinde kullanılacak suyun ön ısıtılması sağlamaktadır. Ayrıca sistem emisyon kirliliğini de azaltmaktadır.



Bu seçenek ile ilgili, sistemi satan firmalar ile görüşülmüştür. Görüşmelerde hepsinde aynı özellikler olduğu belirlenmiştir. Bu gibi bir sistemin kurulması için 328.820 \$'lık bir yatırıma ihtiyaç vardır. Ancak sistem aşağıdaki tasarrufları sağlamaktadır.

1. Yatırım maliyeti buhar tasarrufu sağlanarak amorti edilmektedir.
2. Bu sistemle birlikte saatte minimum 15 m³ minimum 30°C de sıcaklık farkı ile sıcak su temin edilir.
3. Boya Makinelerinde bu sistemden gelecek önceden ısıtılmış suyun kullanılmasıyla büyük bir zaman kazancı sağlayacaktır.
4. Enerji tasarrufu sağlar.

Bu sistemi satan firmaya göre amorti süresi 6 aydır. Ancak fabrikanın durumu ve çalışmaları göz önüne alınarak amorti süresi 12 ay olarak düşünülmektedir. Çok fazla yatırım gerektirdiğinden işletme yetkilileri tarafından çok fazla düşünülmemesine rağmen, ekonomik değerlendirmesi yapıldıktan ve gerekli kaynak bulunduktan sonra yapılmasına karar verilmiştir.

Bu seçeneğin çevresel değerlendirmesi de şöyledir. Bu sistem ile egzoz havası içindeki 0.01 mikron büyüklüğündeki katı ve sıvı kirletici atıklar %90 – 95 oranında temizlenebilmektedir. Ayrıca ramlarda çıkabilecek olası yangınlara karşı sistemi bulunmaktadır. Açıklanan nedenlerden dolayı işletmenin Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine uyması kolaylaşacaktır.

4.3. Yapılan Çalışmaların Uygulamaya Alınması

Tüm çalışmalar bittikten sonra işletmede yapılanlar hakkında prezantasyon yapılmıştır. Tüm çalışmalar detaylı olarak belirtilmiştir. Yapılan seçenekler ve önerilenler tek tek tartışılmıştır. Koyu boyama ile ilgili seçenek laboratuvar ölçeğinde yapılan tekrarlardan sonra işleme konulmuştur. Diğer seçenekler ise yapılabilirliği konusunda hem fikir olunmuş ancak kaynak bulunduktan sonra yapılacaktır.

5. KİRLİLİK ÖNLEME PRENSİBİ UYGULANAN YENİ BİR FABRİKA ÖRNEĞİ

Kirlilik önleme çalışması faaliyette olan bir fabrikaya uygulanabileceği gibi, yeni kurulacak bir fabrikada da bu uygulama yapılabilir. Bu bölümde yeni kurulması planlanan bir tekstil fabrikasında, kirlilik önleme prensipleri dikkate alınarak ne gibi çalışmaların yapılması gerektiği irdelenmiştir. Yapılan çalışma bir fabrikada uygulanmamış olup, yapılan literatür taramaları ile incelenen tekstil fabrikalarından elde edilen bilgiler derlenerek sanal olarak tasarlanmıştır. Fabrikanın üretim alanı olarak temiz üretim uygulaması yapılan First Tekstil'in üretim alanı örnek olarak alınmıştır. Fabrika kurulduktan sonra kirlilik önleme çalışmalarının çalışanlara yaygınlaştırılması için ne gibi işlemler yapılması gerektiği de irdelenmiştir.

Yapılan gerekli çalışmalar;

- Fizibilite çalışması
- Makina-ekipman seçimi
- Alt yapının yapılması
- Sistemin işletmeye alınması
- Proseslerin Planlanması

başlıkları altında değerlendirilmiştir.

5.1. Fizibilite Çalışması

5.1.1. Yer Seçimi

Bir fabrikanın kurulacağı bölge, sadece kurulma aşamasında değil, işletim aşamasında da çok önemli bir faktördür. Bu nedenle yer seçimi yapılırken uzun vadeli düşünmek gerekmektedir. Yer seçimi için alternatifler ilk önce bölgesel olarak incelenmiştir. Bir fabrikanın kurulmasında etki eden faktörler;

- Ulaşım kolaylığı, ulaşım araçlarına yakınlık
- Belediye hizmetleri (su, enerji, kanalizasyon)
- Kalifiyeli insan gücünü barındıracak yakın yerleşim yerlerinin olması

- Gümrüklere yakın olması
- Hammadde teminindeki kolaylık
- Altyapı hizmetleri
- Arıtım maliyeti

olarak belirlenmiştir. Bu faktörler tekstil fabrikalarında yapılan çalışmalarda elde edilen tecrübeler dikkate alınarak belirlenmiştir.

Fabrikanın nerede kurulduğu da önemlidir. Bunun için alternatifler;

- Organize Sanayi Bölgeleri
- Serbest bölgeler
- Bağımsız bir yer

olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmada üç önem derecesi (her zaman karşılar, bazen karşılar, hiç karşılamaz) belirlenmiştir. Her yer için, belirlenen kriterleri belirlenen kriterleri karşılama durumu Çizelge 5.1.'de verilmiştir. Bu çalışma yapılırken Türkiye'deki organize sanayi bölgeleri ve serbest bölgeler incelenmiştir. Bağımsız bir yerde kurulan fabrikalar incelendiğinde çoğunlukla ulaşımın kolay olduğu bölgeler seçildiği görülmektedir. Türkiye'deki sanayinin büyük çoğunluğunun Marmara Bölgesi'nde kurulmasının sebeplerinden biri de ulaşım kolaylığı, ihracat yaparken tüm ulaşım araçlarının (deniz,hava, kara) kullanabilir olmasıdır. Buna örnek olarak Dilovası ve Gebze Bölgesinde E5 karayolunun üzerindeki fabrikalar ile deniz yolunun kullanımı nedeniyle Körfez ilçesindeki Tüpraş ve diğer firmaların petrol dolum tesisleri sayılabilir. Bu fabrikaların çoğunluğu birbirleri ile hiçbir alışverişi olmayacak şekilde kurulmuştur. Bir ilaç fabrikasının yanında yem fabrikası veya demir işleyen bir fabrika bulunması mümkündür. Fabrikaların tüm alt yapı ve kirlilik arıtım çalışmaları kendileri tarafından yapılmaktadır. Bu fabrikalar sadece belediye sınırları içerisindeyse belediyenin verdiği hizmetlerden (çöp toplama, kanalizasyon vb.) yararlanabilirler.

Organize sanayi bölgeleri, tek bir sektöre yönelik olabileceği (Tuzla Deri Organize Sanayi Bölgesi) gibi birden fazla sektörün olduğu (Denizli Organize Sanayi Bölgesi) bölgelerde olabilir. Organize Sanayi Bölgeleri ile Serbest Bölgeler ise hizmet açısından çok avantajlıdır. Bu bölgeler içerisinde, bölgenin büyüklüğüne göre PTT, karakol, toplantı salonları, lojman ve kalite kontrol laboratuvarları (Denizli Organize Sanayi Bölgesi) bulunmakta olup, fabrikanın tüm altyapı hizmetleri de karşılanmaktadır. Bu bölgelerin tümünde ortak arıtım tesisi bulunmaktadır. Birçok organize sanayi bölgesinde işletmelerin çoğunluğunun bir arada olması nedeniyle hammadde ihtiyaçlarını karşılayacak firmalar, bölgenin içerisinde bulunmaktadır (Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi- Bursa).

Çizelge 5.1. Fabrika Seçimi İçin Belirlenen Kriterlerin Belirlenen Alternatif Yerlerle Karşılaştırılması

Alternatif No	Organize Sanayi Bölgesi	Serbest Bölgeler	Bağımsız Bir yer
1. Ulaşım	2	2	1
2. Hizmet	1	1	2
3.Yerleşim Yerine yakınlığı	2	3	2
4. Gümrük	2	1	2
5. Hammadde	2	2	2
6. Altyapı	1	1	2
7. Arıtım maliyeti	Az	Pahalı	Pahalı

1: Her zaman karşılar

2 : Bazen karşılar

3: Hiç Karşılamaz

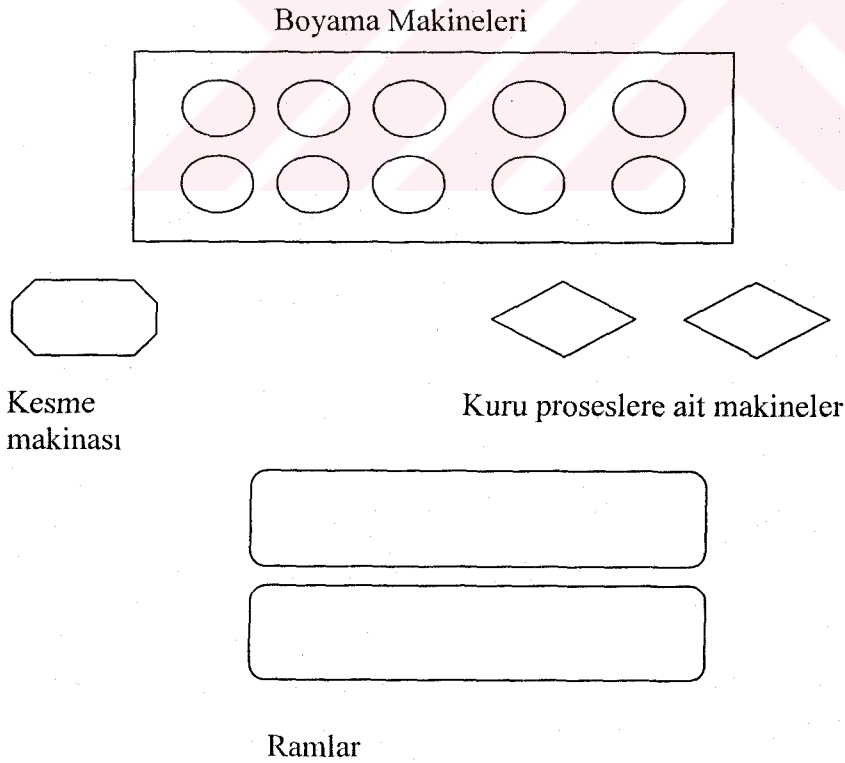
Çizelge 5.1.'de de değinildiği gibi, Organize Sanayi Bölgeleri yer seçimi için en ideal çözümdür. Ayrıca atıkların başka bir sanayi kuruluşunda satılabileceği bir organize sanayi bölgesi olması da yararlıdır. Çalışmanın 3. bölümünde değinilen kirlilik önleme uygulanmasında, ramlardan çıkan havadan sıcak su elde edilmişti. Böyle bir sistemi olan fabrika, yan fabrikalara fazla sıcak suyunu satabilmektedir. Ancak sanayi bölgeleri sadece bir sektöre hizmet edecek şekilde tasarlanmamalıdır. Aynı tür atıkların çıktığı bölgelerde, atık sularında herhangi bir karışmadan dolayı

değişme (pH dengesi vb.) olmayacağından arıtım maliyeti fazla olacaktır. Bu nedenle değişik firmaların bulunduğu organize sanayi bölgeleri tercih edilmelidir.

Yer seçimi, önceliklendirilirse organize sanayi bölgeleri ilk tercih olmalıdır.

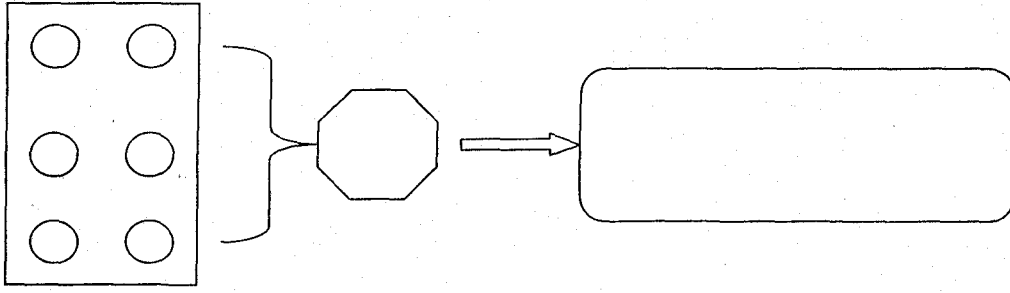
5.1.2. Yerleşim Planı

Bir işletmede proseslerde harcanan zaman kadar, bir prostesten başka bir prostese geçerken geçen sürede önemli yer tutmaktadır. Kirlilik önleme metodolojisinin uygulandığı ve ayrıntıları 4. Bölümde anlatılan First Tekstil’de, işçilerin boyanmış kumaşları başka prosesler için taşıdığını görmek mümkündür. Birbirini izleyen prosesler için aynı hattın kullanılması, zaman kaybını ortadan kaldıracaktır. Örneğin, First tekstilde boyama makineleri bir bölgede, ramlar bir bölgede yer almakta idi. Her boyama prosesinden sonra kumaş kesilerek, boyanın kumaşta fikse olmasını sağlamak amacıyla ramdan geçirilir. İşletmenin yerleşim planı Şekil 5.1.’de verilmiştir.



Şekil 5.1. First Tekstil’de Yapılan İşletmenin Boyama İle İlgili Kısımının Yerleşim Planı

Şekil 5.1.'deki yerleşim planına alternatif olabilecek yerleşim planı Şekil 5.2.'de verilmiştir. Boyanan kumaş, kesme makinesine getirilmekte daha sonrada fıkse olması için ramlara götürülmektedir (Şekil 5.2). Önerilen yerleşim planında ramlar ve tüp kesme makineleri bir çizgi üzerinde birbirini izleyen şekilde olması, zaman kaybı azalacaktır.



Boyama Makineleri

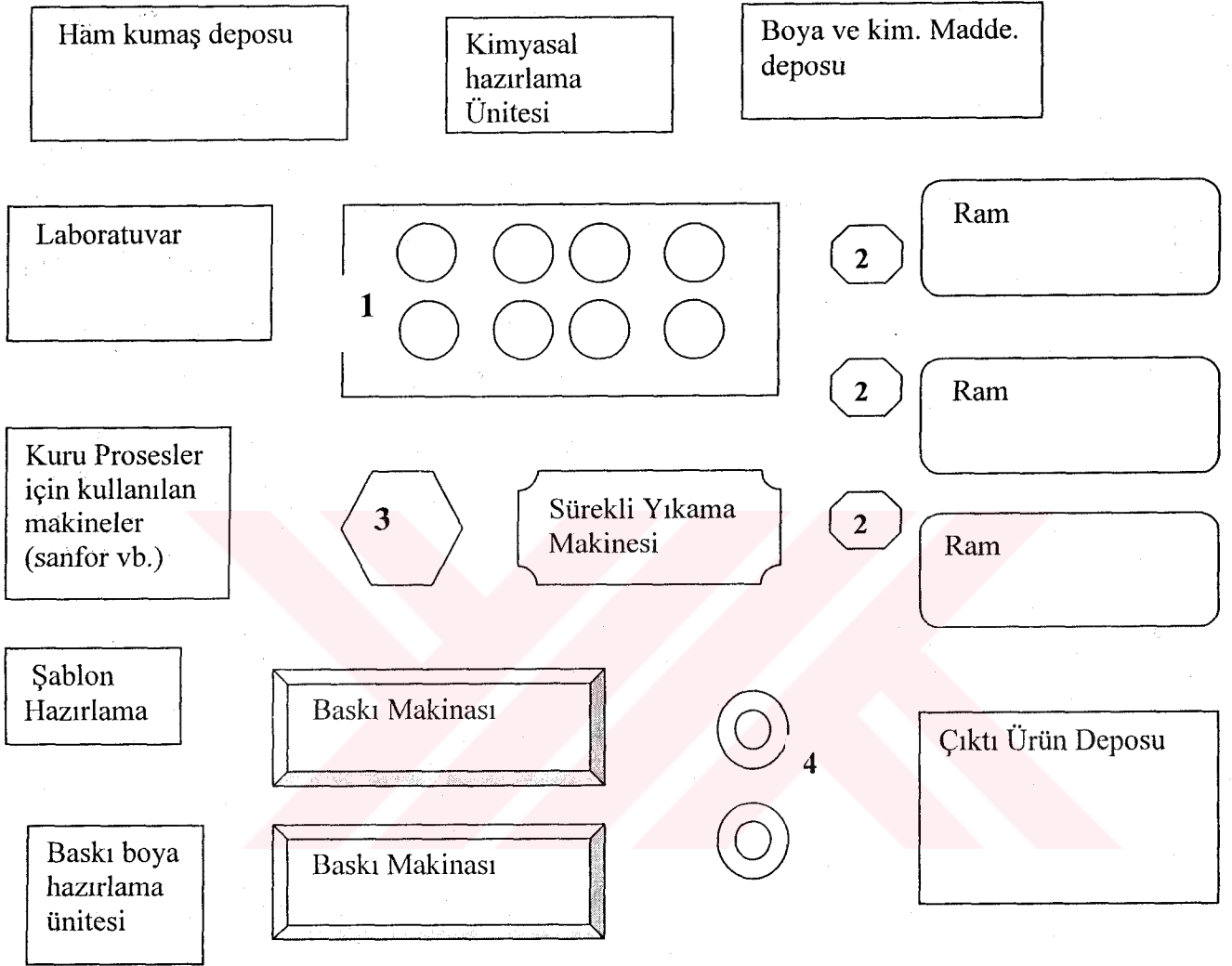
Tüp kesme makinesi

Ram

Şekil 5.2. Boyama Prosesi İçin Önerilen Yerleşim Planı

Ayrıca bir tekstil işletmesinin, hammadde deposu, kimyasal ve boyarmadde deposu ve çıktı ürün deposu olarak önemli 3 deposu bulunmaktadır. Her üç deponun nemden uzak olması sağlanmalıdır. İşletmelerde çoğunlukla en kötü kısımda kimyasal madde ve boyarmadde deposu kurulmuştur. Depolarda tanımlama yapılması, aranan maddelerin bulunmasını kolaylaştıracak gibi işçilerin alışkanlıklarından dolayı, yanlış yerleştirilmiş maddeleri kullanması da önlenir. Bir tekstil fabrikası için öneri yerleşim planı Şekil 5.3.'de verilmiştir. Örnek işletme yerleşim planında sadece makinelerin yerleşimi ve önemli bölümler dikkate alınmıştır. Örnek yerleşim planı verilirken işletme kapasitesi düşünülmemiştir. Şekil 5.3.'de de görüldüğü gibi, 3 tür boyama makinesi önerilmektedir. Bunun nedeni, çeşitli örgü kumaşlar için, değişik özellikleri olan cihazların gerekliliğidir. Müşteriden gelen talebe uygun ve kapasitede boyama makinelerinin seçilmesinde yarar vardır. Örneğin, uzun metrajlı kumaşlar için en uygun boyama yöntemi fulard boyama veya sürekli (contuni) yıkama makineleri tercih edilmekte olup, kısa metrajlı veya tüp örgü kumaşlarda jet boyama makineleri tercih edilmektedir. Depoların, mal giriş çıkışının kolay olacağı bölgelerde olması gerekmektedir. Bu nedenle, depolar fabrikanın kenar kısımlarında olmaktadır. Sürekli yıkama makinesi hem baskı

sonrası hem de boyama için kullanılabileceği için her iki prosesin hattının arasına alınmıştır.



1. Boyama Makinaları
2. T p kumaş kesme
3. Pat-pach boyama makinesi
4. Kalite kontrol cihazları

Şekil 5.3. Tekstil Sektörü için  rnek Makine Yerleşim Planı

5.2. Makinelerin Seçilmesi

Makine seçiminde hammadde önemli bir unsurdur. Makinelerin flote oranları kumaş cinsine göre değişmektedir. Her kumaş için uygun makinenin seçimi çok önemlidir. Burada seçim yaparken de, kirlilik  nleme çalışması yapılan fabrikanın

aynısı kurulacağı düşünüldüğünden entegre bir tesis için makine parkının seçimi yapılmıştır. Bu incelemede ilk önce maliyet açısından daha sonrada teknolojik yenilikler açısından inceleme yapılmıştır.

5.2.1. Makinelerin Maliyet Bakımından İncelenmesi

İşletmelerde kullanılan boyama makinelerini yüksek sıcaklıkta boyama yapan makineler (HT jet, jigger vb.) boyama makineleri veya soğuk boyama yapan fulard olmak üzere iki değişik sınıfta toplamak mümkündür. Her iki tür sistem için maliyet analizi Çizelge 5.2’de verilmiştir. Çizelgede verilen değerler boyama makinelerinin 88.000 kg./hafta kapasitede çalıştığı farz edilerek hesaplanmıştır (EPA, 1996)

Çizelge 5.2. Yüksek Sıcaklıkta Boyama Yapan Makinelerle, Düşük Sıcaklıkta Boyama Yapan Makineler Arasındaki Maliyet Analizi (EPA, 1996)

Yapılan İşlemler	Düşük Sıcaklıkta Boyama Yapan Makineler (\$) *	Yüksek Sıcaklıkta Boyama Yapan Makineler (453 kg kapasiteli) (\$)
İlk Yatırım Maliyeti		
Satın alma Maliyeti	160.000	570.000
Alt yapı (%30 olarak tahmin edilmiştir)	48.000	171.000
İşletme Maliyetleri		
İşçi	79.560	256.360
Yakıt	52.000	272.000
Ekstra Kurutma	48.300	Yoktur
Su Maliyeti	8.700	98.500
Boyarmadde Maliyeti	Değişir	Değişir
Kimyasal Maliyetler	0	
Tuz	0	337.840
Alkali	19.112	82.820
Boyarmadde dışındaki 1. yıl yatırım ve işletim maliyeti	415.672	1.450.680
Boyarmadde dışında diğer yılların işletme maliyeti	207.672	1.047.520

* Yüksek sıcaklık makinelerinde olduğu gibi belirli bir kapasitesi yoktur.

Her iki makine sistemindeki teknoloji farklılığı nedeniyle kg. başına düşen boya miktarlarında da değişiklik olmaktadır. Yatırım maliyetinin yanı sıra işletme maliyeti de makine seçiminde çok önemli unsurdur. Çizelge 5.2.'de görüldüğü gibi yüksek sıcaklıkta boyama yapan makinelerde kimyasal madde maliyeti çok yüksektir. Aynı tür boya kullanılsa bile, sistem farklılığından dolayı kullanılan boya miktarı kullanılan boyarmaddelere göre karşılaştırma da Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Yüksek Sıcaklıkta Boyama Yapan Makinelerde Kullanılan Boyarmaddeler ile Düşük Sıcaklıkta Boyama Yapan Makinelerde Kullanılan Boyarmaddelerin Karşılaştırılması (EPA, 1996)

Renk	Düşük Sıcaklıkta Boyama Yapan Makineler (\$/kg.)	Yüksek Sıcaklıkta Boyama Yapan Makineler (\$/kg)
Mavi	0,66	0,9
Koyu Kırmızı	1,1	1,4
Parlak Yeşil	0,8	1,1
Parlak Kırmızı	1	1,7
Parlak Mavi	1,21	1,5
Koyu Yeşil	1	1,5
Navy	0,66	1,2

Daha az boya kullanılması nedeniyle düşük sıcaklıkta boyama yapan makinelerin kullanımı daha ekonomiktir (Çizelge 5.3). Bu nedenle bu sistem uzun metrajlı boyama işlemleri için çok uygundur. Sonuçlara bakıldığında maliyet açısından düşük sıcaklıkta boyama yapan makinelerin seçimi düşünülebilir (Çizelge 5.5. ve Çizelge 5.6.). Ancak bu tür makinelerde, boyama sonrası boyanın kumaşa fikse olabilmesi için 16 – 24 saat arasında değişen bir kurutma prosesi vardır. İyi kurutma yapılmadığı zamanlarda da boyama prosesi tekrar yapılmaktadır.

5.2.2. Çevresel Performans Bakımından İncelenmesi

Çevre duyarlılığının artması ve kullanıcılardan gelen talepler doğrultusunda, imalatçı firmalar boyama makinelerinde çevresel performans açısından çok fazla değişiklik yapmışlardır. Yeni boyama makinelerine bakıldığında ürün kalitesinin yanı sıra su ve enerji tasarrufuna yönelik çok fazla gelişme olduğu görülmektedir.

Makinelerde yapılan küçük değişikliklerle makinelerin çevresel performansları fazlalaştırılmıştır.

Örgü kumaş boyamada kullanılacak makinelerin çevresel performansı ve eski versiyonlarına göre değişiklikleri aşağıda verilmiştir.

Jet türü makineler pamuk, polyester, her ikisinin karışımı olan kumaş türlerinde boyama kalitesi bakımından en fazla kullanılan boya makinesi türüdür. Polyester ve polyester karışımı kumaşlarda 600 m/dakikaya ulaşan yüksek kumaş hızları ile çalışmak mümkündür. Hava sirkülasyonu sayesinde, bu tür liflerde flote oranı 1:2 – 1.3'lere kadar düşürülebilmektedir. Pamuklu kumaş boyamada oran ise 1/10'lardan 1:5'lere kadar indirilmiştir. En fazla 1:9 flote oranına kadar çalışabilen eski jet makineleri ile karşılaştırıldığında, yeni jet makineleri %40 su ve kimyasallardan, %30'da enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Kumaşın dönüş hızının yükselmesi daha az su kullanılması nedeniyle, boyama zamanından da % 50 tasarruf sağlanır. (Sagem Yayın No 168, 1998) . Jet türü makine örneği Şekil 5.4.'de verilmiştir.

Şekil 5.4. Jet Türü Makine Örneği

Bat-batch makinelerde en önemli özellik boyama sırasında kullanılan boyarmadde ve kimyasal maddelerin soğuk ortanda tutulmasıdır. Eski sistemlerde kumaşın geçtiği hacim teknesinde boyarmadde hidrolize olduğu için çok fazla kimyasal madde ve boya atılmakta idi. Ayrıca yanlış boyama olması nedeniyle, kumaş tekrar boyanıyordu. Ancak yeni sistemlerde, kapalı sistem soğutma, kumaşın, çözeltinin, çözelti ilavelerinin ve teknenin uniform soğutulmasını sağlayarak, kumaş ve çözeltideki aşırı sıcaklığı kontrol ederek, boyarmaddenin hidrolizi önlenir. Ayrıca minimum hacimdeki çözelti teknesi (1800 mm genişliğindeki kumaş için 10 L) banyonun çabuk yenilenmemesi ile ortaya çıkabilecek boyama hataları ile ilgili problemi önler ve atık çözelti miktarını azaltır. Eski sistemlerde ayrıca kumaşın nem oranı ölçülmediğinden hatalı boyama sorunu ortaya çıkıyordu. Kumaşın nemi, çözelti teknesindeki flote oranının otomatik ölçülmesi, kumaşın giriş geriliminin kontrolü gibi yenilikler kumaşa oluşabilecek hatalı boyamaları önleyeceğinden, bir kerede doğru boyama ilkesi çerçevesinde üretim yapılmasını sağlayacaktır. Buda enerji, zaman (işçinin verimli kullanılması) tasarrufu sağlamaktadır. Yeni sistem bat-patch makine örneği Şekil 5.5.'de verilmiştir.

Şekil 5.5. Pat-batch Boyama Makinesi Örneği

Özellikle açık en kumaşlarda kullanılan sürekli boyama makinelerinde en büyük değişiklik, suyun sürekli kullanımına sağlayan sistemdir. Sistem tümüyle otomatik olarak tasarladığından, sensörler sayesinde su ve boyarmaddedeki değişikliklere bakarak gerekli ilaveleri yapmaktadır. Suyu geri kullanımı ve otomatik ekleme sistemi ile konsantrasyondaki değişiklikten kaçmak amacıyla su hacmi sürekli sabit tutulmaktadır. Boyama sırasında son durulama suyu, bir önceki kabine gönderilerek hem su hem de enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Yeni çıkan sürekli boyama makinelerinin en büyük özelliği otomatik kontrol yapılması ve sonuçlarının çıktısının alınmasıdır. Bu sistem ile boyama prosesinde iyileştirmeler yapılması mümkündür. Ayrıca jet makinelerinden en büyük ayrıcalığı, kabinlerden oluşan bu sistemde her kabinin görünmesi için pencerelerin olmasıdır. Böyle de dışarıdan da kontrol sağlanmaktadır (<http://www.htpunitex.com>). Yeni sistem sürekli boyama makinesi Şekil 5.6.'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Yeni Sistem Sürekli Boyama Makinesi

Örgü kumaş boyama işlemi yapan bir işletmede;

- Yüksek sıcaklıklarda da kullanılabilecek boyama makineleri (jet, haspel, jigger). Kullanılan elyafa göre makine tipi değişir. Örgü kumaşlarda jet tipi makineler kullanılmaktadır.
- Pad-Batch Boyama Makinesi
- Sürekli boyama prosesli makineler

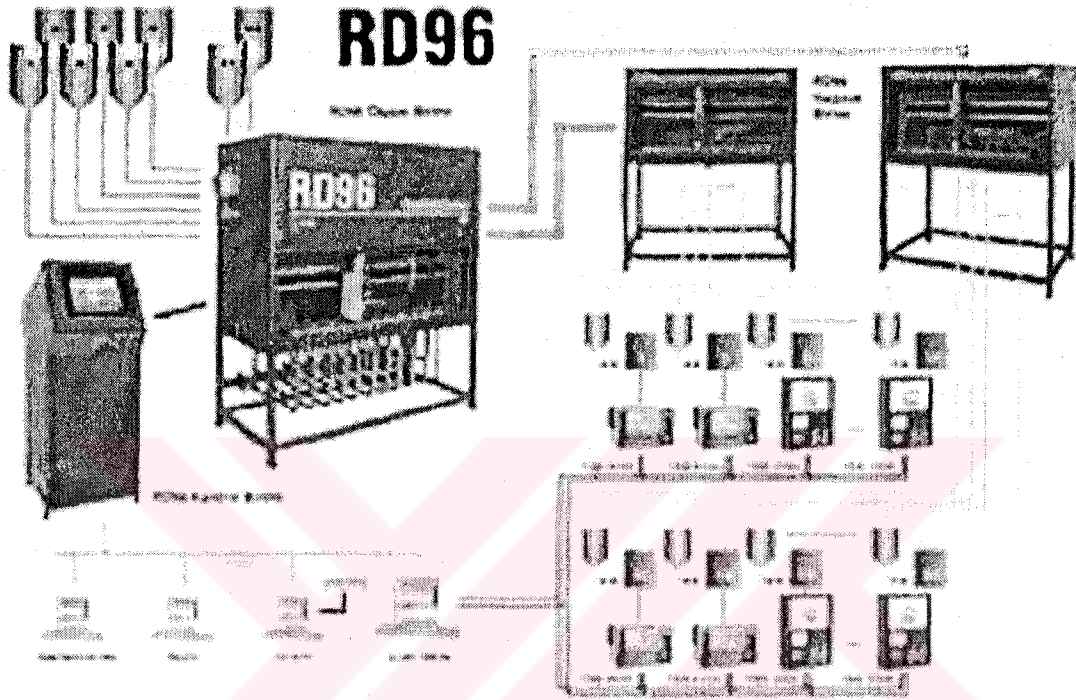
den bulunmalıdır. Hangisinden ne kadar kullanılacağı müşteri portföyüne göre değişmektedir. Ancak çoğu kumaş işletmeye ham kumaş olarak getirildiğinde çoğu kasar prosesinden geçirilmektedir. Kasar prosesi için sürekli boyama prosesli makineler veya jet boyama makinelerinde yapılmaktadır.

Son zamanlarda, boyamanın sürekliliğini sağlamak amacıyla otomatik ölçüm aparatlarının kullanılması fazlaşmıştır. Bu ölçüm aparatları ile hataların önceden belirlenmesi sonucu, fazla maliyetli sonuçlardan kaçınılır ve prosesi en iyi zamanda doğru bitirerek zamanında gerekli düzeltmelerin yapılması sağlanır (Syed Z. Kazmi et al, 1996 33-43) Bu nedenle sürekli boyama makinelerinde, ölçme aparatları geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Sürekli boyamada son zamanlardaki en büyük gelişim otomatik ölçüm aparatlarındadır. Basınç, nem, renk kontrolü otomatik yapılarak boyama sırasında oluşacak hatalar em aza indirilir. Tekstilde en büyük problemlerden birisi olan kumaşın tekrar boyanması işlemi böylece aza indirilir.

Makinelerde kullanılan otomatik sistemlerin yanı sıra, kimyasalların ve boyarmaddelerin otomatik olarak hazırlanacağı ve otomatik olarak makinelere yollanacağı sistem ile , torbalarla götürme sırasında ortaya çıkabilecek kazaları ve torbalarda kalan maddeler nedeniyle boyanın tutmaması ortadan kaldırılır. Yeni sistem boyama makinelerinde, bilgisayar bağlantıları ile proseslerin takip edilmesi mümkündür (<http://www.iletisimbilgisayar.com/baski.html>).

Bu yöntemle, boyama zamanları otomatik olarak takip edilerek, boyanacak kumaşların sırası daha iyi planlaması yapılabilir. Çoğunlukla yurtdışından ithal edilen ancak son yıllarda Türkiye’de Eliar firması tarafından da üretilen otomatik kimyasal madde dozajlama ünitesi birçok firma tarafından kullanılmaktadır (Sun tekstil, Pisa tekstil). Şekil 5.7. verilen otomatik kimyasal madde dozaj makine

sistemi aynı anda 16 makineye aynı anda, 22 değişik kimyasal maddeden istenileni gönderebilmektedir (<http://www.eliar.com.tr>).



Şekil 5.7. Otomatik Kimyasal Madde Dozaj Ünitesi

5.3. Altyapı ve Doğal Kaynakların Minimize Etme Çalışmaları

Tekstil işletmelerinde sıcak su temini kazan dairesinden gelen buhar ile veya herhangi tip ısı eşanjöründen geçerek belirli sıcaklığa gelmiş suyun makine içinde ısıtılması ile başlar. Ancak ısı kaybını en aza indirmek için işletme içinde buhar veya sıcak su hatlarının izolasyonunun çok iyi şekilde yapılması gerekmektedir. Ayrıca atık suların ayrıştırılması, suların tekrar kullanımını sağlar. Bu işlem için atık sular kategorize edilir. Mısırdaki tekstil fabrikalarında yapılan çalışmada, pamuk boyama işletmelerine miktar ve kalite bakımından, atık sular 3 kısma ayrılmıştır (N.M.H. El Defray, 2002)

- Kabul edilebilir atıklar : Bazı uygulamalarda veya az su kalitesine ihtiyacı olan başka bir proste direkt olarak yeniden kullanılabilir sulardır. İşletmeden çıkan toplam atık suyun %25'i bu tür atıklardır.
- Marjinal Atık su : Bazı özel kullanımlar için belirli proseslerden geçirildikten sonra kullanılabilir sulardır. İşletmeden çıkan toplam atık suyun %5'i bu tür atıklardır. Kullanılacak prosesler olarak çöktürme, filtrasyon, karbon adsorbu verilebilir.
- Kabul edilemeyen Atıklar: Atık suyun %60'lık kısmını oluşturan bu grup, yasalara göre tekrar kullanım veya bertaraf edilebilmesi için işlemlerden geçmesi gereken sulardır.

Her üç kategoriye giren atık su türleri Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Örgü Kumaşlar İçin Kabul Edilebilir, Marjinal Ve Kabul Edilemeyen Atıklar Olarak Tanımlanan Atıkların Prosesleri (Hosny Dyers and Finihers USAID-Manufacturing Technology Center,1999)

Kabul Edilir	Marjinal	Kabul edilemez
Boyama sonrası soğuk yıkama	Nötralizasyon	Boyama prosesi
Kasarlama sonrası sıcak yıkama	Boyama sonrası taşırmalı yıkama (bir kısmı)*	Kasarlama prosesi
Boyama sonrası sıcak yıkama (bir kısmı)*		Boyama sonrası sıcak yıkama (bir kısmı)*
Boyama sonrası taşırmalı yıkama (bir kısmı)		
Yumuşatma		

* Boyama sonrası yıkama en az 3 aşamadır. Bu prosesin ilk kısımları kabul edilemez ancak, en son yıkama kabul edilir sınıfına girer.

Kullanılan su miktarları, makineye ve flote oranına göre değişse de ortalama olarak örgü kumaş boyaması için, kabul edilebilir atık su miktarı 434 L, marjinal 234 L, kabul edilemez atık su miktarı da 225 L olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma sırasında jet makine kullanılmıştır.

Boyama prosesi sonucu kumaşın cinsine göre çıkan atık suyun sıcaklığı 80-130° C arasında değişmektedir. Yapılacak sistemle giren suyun ısı eşanjörlerinden geçirilerek kullanılması, buhar sarfiyatını azaltacaktır. Giren suyun sıcaklığına göre su sıcaklığı 40° - 50° C ye kadar çıkmakta aynı zamanda arıtma tesisine gitmeden önce atık suyun sıcaklığı girmeden önce suyun sıcaklığı en az 30° C düşmektedir. Girdi su ısındığından bu durum proses süresini de kısaltmaktadır. Yapılacak fizibilite çalışması ile komşu fabrikalarda sıcak su ihtiyacı olup olmadığına bakılarak gerekiyorsa bu fabrikalara sıcak su verilebilir.

5.4. Atıkların Bertaraf Edilmesi

5.4.1. Atık Suyun Bertaraf Edilmesi

Arıtma tesisi yer seçimi ile birebir çakışan bir konudur. Fabrika Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulmuş ise; ortak arıtma tesisine deşarj için belirlenmiş limitlere indirmek için arıtma kriterleri belirlenir. Bu arıtma kriterlerine göre arıtma tesisi inşa edilir. Prosesler sırasında suyun tekrar kullanımı sağlanırsa arıtma tesisine gidecek su miktarında düşüş olacaktır. Biyolojik arıtmaya ihtiyaç duyulmadan, ön arıtım ile deşarj limitlerine göre atık su deşarj edilebilecektir.

Tekstil sektöründe alternatif bir seçenek olarak son zamanlarda ters ozmos sistemi önerilmektedir. Bu sistemle suyun yeniden kazanımı kolayca sağlanmakta fazla kullanılmadığından arıtma maliyeti ortadan kalkmaktadır. Ancak bu sistemin yatırım maliyetinin fazla olması nedeniyle fazla kullanılmamaktadır. Arıtılabilirlik oranları ters ozmoz ve evaporasyonda çok fazladır. Ancak Türkiye için evaporasyon sistemi (hava koşulları ve yer sıkıntısı) kullanışlı bir sistem değildir.

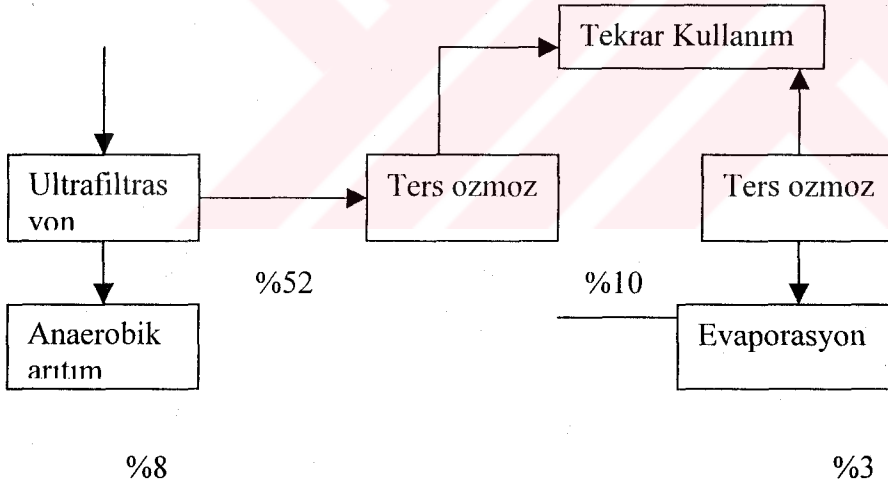
3200 – 3700 m³/gün su kullanımına sahip bir işletme için atık su bertaraf çalışması için 4 senaryo üretilmiş ve bu senaryolar için maliyet analizi yapılmıştır (N.M.H. El Defray, 2002).

Bu çalışmada, önerilen senaryolar yatırım, işletme ve bakım maliyeti, amortisman süresi, belirli senaryosunun uygulanmasına göre elde edilen net karlar ve çevresel etkileri bakımından incelenmiştir. Önerilen senaryolar aşağıda verilmiştir.

Senaryo 1: Atık suyun %25'i direkt kullanılıyor, %75'i ise arıtma tesisine gönderilip, deşarj ediliyor.

Senaryo 2: Atık suyun %25'i direkt kullanılıyor, %15'i ters ozmozdan geçirilip tekrar kullanılıyor, %60'lık kısmı ise arıtma tesisine gönderilip, deşarj ediliyor.

Senaryo 3: : Atık suyun %25'i direkt kullanılıyor, %15'i ters ozmozdan geçirilip bu miktarın %13'lük kısmı tekrar kullanılıyor, %60'lık kısım ise aşağıdaki şekilde arıtılıyor. Bu sistemle, %60'ın %49'luk kısmı yeniden kullanılmaktadır. Senaryo 3'e göre arıtım düzeneği Şekil 5.8.'de verilmiştir.



Şekil 5.8. Senaryo 3'e göre arıtım düzeneği

Senaryo 4: tüm atık su arıtıldıktan sonra deşarj edilir.

Bu senaryolar ile ilgili suyun yeniden kullanımı ve kurulacak sistemlerin ilk yatırım, işletim ve bakım maliyetleri, amortisman giderleri kullanılarak yapılan maliyet analizi Çizelge 5.5.'de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Önerilen Senaryoların Finansal Durumları

Senaryo	Yapılan çalışma	Yükü (1 birim)	Yatırım Maliyeti (\$)	Bakım ve Onarım (\$)	Yıllık Kar (\$)	Net Yarar (\$)	Amorti Yılı *
1	Direkt Kullanım Arıtma Tesisi	0.25 0.75	1.977.000	405.200	247.000	-158.180	--
2	Direkt Kullanım Ters Ozmoz Arıtma Tesisi	0.25 0.15 0.60	2.127.000	369.100	362.500	-6600	--
3	Direkt Kullanım Ters ozmoz Entegre Sistem	0.25 0.15 0.6	2.500.000	368.500	797.350	428.850	5.8
4	Arıtma Tesisi	1	2.075.000	520.500	---	-520.520	--

* Diğer alternatiflerin net yararı (-) olduğundan amorti yılları hesaplanmamıştır.

İlk yatırım maliyeti bakımından 3. senaryo diğerlerine göre fazla gözükse bile, bakım ve onarımın maliyetinin az olması ayrıca tekrar kullanımlardan doğan kazancın fazla olması (797.350 \$) suyun ve arıtma tesisinin çalıştırılması ile ilgili maliyetlerin azalmasından doğan kazancın fazla olması nedeniyle tek (+) net yarar veren seçenektir. Bu nedenle bir fabrikanın kurulması aşamasında atıkların bertaraf çalışması yapılırken; ilk önce fabrika yerine göre seçenekler belirlenmeli ve direkt kullanılacak atık suların belirlenerek, bir depoda depolanması çalışması yapılmalıdır. Ortak kullanımlı arıtma tesisi kullanımında bile, direkt kullanım yada ters ozmoz sistemi ile tekrar kullanım seçeneklerinin irdelenmesi, ortak kullanım için belirli periyotlarda atık su miktarına göre ödenecek maliyet tutarlarında da azalmaya sebep olur.

5.4.2. Diğer Atıkların Bertaraf Edilmesi

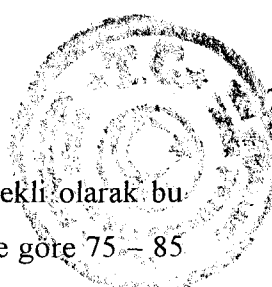
Tekstildeki katı atıklar, tanımlanmış alanlarda biriktirilerek satılmakta veya bertaraf edilmektedir. Değişik tekstil fabrikasından edinilen bilgiler ışığında tekstil sektöründeki katı atık kaynakları ve vertaraf işlemleri Çizelge 5.6.'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Katı Atıklar ve Bertaraf İşlemleri

ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI	KAYNAĞI	UYGULANAN İŞLEM
Kumaş Parçaları	Baskı modelleri için kullanılan örnek parçalar, ram sonrası kesilen kumaşın yan parçaları	Satılır (Kumaş kilim yapımında kullanılmaktadır)
Makine yağlı bez parçaları	Baskı makinelerinin veya Ram'ların yağlarının temizlenmesinde kullanılır	Çöpe atılır
Örgü kumaş atıkları	Örme işlemi yapan işletmelerde, kalite kontrolden geçmeyen kumaş parçaları	Satılır (Kumaş kilim yapımında kullanılmaktadır)
Kuru işlemler sonunda oluşan kumaş tüyleri	Kadifeleme, sanfor vb. işlemlerde kumaş elyafları ortaya çıkar	Satılır (Yorgan, yastık yapımında kullanılmaktadır)
Metal atıklar (Çelik, Alüminyum, Bakır, Pirinç)	Kullanılmayan makine parçaları, kullanılmayacak durumdaki şablonlar	Hurda olarak tasnif edilip, satılır.
DİĞER KATI ATIKLAR		
Gıda esaslı atıklar	Yemekhane	Belediye tarafından toplanır
Odun esaslı atıklar	Kimyasal maddelerin taşınırken korunması amacıyla koyuldukları tahta kafesler	Satılır
Kağıt esaslı atıklar	Bürolar, kumaşların sarıldığı bobinler	Satılır
Yağ esaslı atıklar	Kazan dairesi, ısı eşanjörü	Satılır
Cam esaslı atıklar	Bürolar, yemekhane	Belediye tarafından toplanır
Plastik esaslı atıklar	Boş boyarmadde ve kimyasal madde bidonları	Satılır

Katı atık kaynakları çok fazla olmasına rağmen ortaya çıkan atıkların ya satılması ya da belediye tarafından toplanması nedeniyle tekstilde katı atık sorunundan bahsedilmemektedir (Çizelge 5.6). Ancak, düzenli depolama alanları olması ve atıkların tanımlı olması karışıklığı ortadan kaldıracaktır.

Hava kirliliğini oluşturabilecek kaynaklar ramlar ve kazan dairesidir. LPG ve doğal gaz kullanılmadan fuel oil veya kömür kullanıldığından, tekstil sektörü için hava kirliliğinden bahsetmek mümkündür. Ancak yeni tip kazanlarda yanma veriminin yüksek olması, LPG veya doğal gaz ile çalışması nedeniyle tekstil sektöründe hava kirliliği sorunu bulunmamaktadır.



Tekstilde kullanılan makinelerin çoğu gürültülüdür. İşçiler sürekli olarak bu gürültüye maruz kalmaktadır. Gürültü değeri kullanılan makine cinsine göre 75 – 85 arasında değişmektedir. En fazla gürültü sürekli karışım olması nedeniyle baskı patı ve boya hazırlama mutfaklarında olmaktadır. Ancak işletmelerde alanın ve yüksekliğin fazla olması çalışanların fazla şikayet etmemesini sağlamaktadır. Konu ile ilgili gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

İşletme içinde, kullanılan solventlerin buharları, koku, elyaf gibi uçucu maddeler çalışanlar için tehlike arz edebilir. Ancak, iyi bir havalandırma ile (daha çok kimyasalların karıştırıldığı veya saklandığı bölümlerde) bu sorunun çözülmesi gerekmektedir.

5.5. Fabrikanın İşletilmesi Sırasında Uyulması Gereken Hususlar

5.5.1. Çalışanların Eğitimi

Tekstil sektöründe işletmelerde çalışan işçilerin eğitim düzeyi çoğunlukla ortaokul seviyesindedir. İşçi veya ustalar için sadece yapılan işin sonucunda üretilen ürünün kabul edilebilir olması önemlidir. Ürün üretilirken kullanılan doğal kaynaklar, hammaddenin ne kadar kullanıldığı, kullanımda iyileştirme yapılıp yapılamayacağı işçiler için önemli değildir. Bu duruma örnek, işletmelerde ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Standardının, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardına göre daha kolay adapte edilebilmesi ve benimsemesi verilebilir. ISO 9001 Kalite Yönetim Standardı, çalışmalarına yönelik olması nedeniyle daha çabuk kabul edebilmektedirler. Hem ISO 9001 hem de ISO 14001 sistemine sahip Pisa Tekstilde yapılan incelemede, her tarafta suyun az kullanılmasına dair uyarılar bulunmasına rağmen, işçiler makineleri yada yere saçılan maddeleri yıkama sırasında suyu az kullanma ile ilgili uyarılara uymadıkları görülmüştür. Ayrıca suyun vanadan kapatılmasının unutulmasını önlemek amacıyla, su borularının ucuna takılan su tabancası, işçiler tarafından kolay kullanılamadığı gerekçesi ile çıkarıldığı fabrika yetkilileri tarafından dile getirilmiştir. Bu nedenle çalışanların üretim prosesleri hakkında eğitilirken, doğal kaynakların kullanımı sırasında yapacakları iyileştirmelerin ne gibi kazançlar sağlayacakları konusunda da eğitilmelidir. Ayrıca



yapılan yanlış üretimlerin sadece maddi kayıp olmadığı, konunun çevresel boyutu da örneklerle çalışanlara gösterilmelidir. Çevresel yapılan tüm değişimlerin veya iyileştirmelerin, kendi işlerini daha kolay ve çevreye zarar vermeden yapmalarını sağladığı konusunda uyarılmalıdır. Sistemin geliştirmesine yönelik önerilere açık olunduğuna dair çalışanlar bilgilendirilmelidir.

5.5.2. Doğal Kaynakların ve Hammaddenin Kullanımı

Fabrikanın deneme üretiminde ve daha sonra laboratuvarlarda yapılacak çalışmalarla kg. başına düşen su, elektrik, buhar sarfıyatı ile birlikte kimyasal ve boyarmadde miktarı belli olacaktır. Su, kimyasal madde, enerji kullanımına yönelik değişik reçeteler kullanılarak minimum maliyet ortaya konmalıdır. İşletme laboratuvarında yapılacak çalışmalarla optimum kullanımlı reçeteler araştırılmalıdır.

Tekstil fabrikasında en büyük maliyet kalemi boyarmadde ve kimyasal maddelerdir. Maliyeti daha fazla olsa bile, çevreye duyarlı boyarmadde ve kimyasal maddelerin kullanımı atık yükünü azaltacağından, toplam maliyette fazla bir fark oluşturmayacaktır. Gerekli satın alma yapılırken, satın alınan maddenin MSDS'nin olması, toksik veya zararlı bir birleşik içerip içermediği, çözünebilir olması, KOİ ve BOİ konsantrasyonunun az olması ile ilgili bilgiler elde edilerek atık yükü hesaplanıp, maliyet hesabına eklenmelidir. Ayrıca flote oranı da kimyasal madde kullanımını etkilemektedir. 100 kg. kumaşın koyu boyaması için 1/10, 1/8, 1/5 flote oranlarına göre kullanılan kimyasal madde miktarları Çizelge 5.7'de verilmiştir. 1/10 flote oranı, 1 kg. kumaş için kullanılan su miktarıdır. Tuz miktarının 1/10 flote oranına göre yapılan hesaplama örnek olarak aşağıda verilmiştir. Diğer kimyasal maddelerin hesaplanmasında da aynı yöntem kullanılmıştır.

Tuzun reçete miktarı : 80 g/L'dir

1/10 flote oranı için, tuz miktarı ;

1 kg. için 10 L su kullanıldığında, 100 kg. kumaş için 1000 L (1 m³) su kullanılmaktadır.

1 L'de 80 gr. tuz kullanıldığında, 1000 L'de ne kadar kullanılır denklemi kurularak;

$1000 \times 80 : 80000 \text{ gr.} : \underline{80 \text{ kg.}}$ bulunur.

Çizelge 5.7. 100 kg. Koyu Boyama İçin Değişik Flote Oranlarına Göre Kullanılan Kimyasal Madde Oranları

Kimyasal Madde Adı	Reçete Miktarı (g/L) *	1/10 Flote Oranındaki Miktar (kg.)	1/8 Flote Oranındaki Miktar (kg.)	1/5 Flote Oranındaki Miktar (kg.)
Tuz	80	80	64	40
Soda	20	20	16	10
Kırık Önleyici	1	1	0.8	0.5
Asetik Asit	0.8	0.8	0.64	0.4
Yumuşatıcı	3	3	2.4	1.5
Kullanılan su miktarı **	m ³	4	3.2	2

* Boyama ve durulama aşamaları dikkate alınmıştır. Kimyasal madde kullanımı Bölüm 3'de önerilen reçete dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu nedenle deterjan hesaplamaya alınmamıştır.

** Boyama ve 3 durulama stepne göre hesaplanmıştır..

Değişik flote oranlarında kullanılan kimyasal madde miktarlarında yarı yarıya değişiklik bulunmaktadır (Çizelge 5.7). Ayrıca su kullanımı da ve enerji kullanımı da azalacaktır.

Boyarmadde; fikse oranının yüksek olması, ağır metal içermemesi, çevreye duyarlı olması, atık yükünün fazla olmaması ilkelerine bakılarak satın alınmalıdır. Fikse oranı düşük olan boyarmadde ucuz olmasına rağmen, kullanımı fazla olacağından hem reçete maliyeti hem de arıtma maliyeti fazla olacaktır. Buna örnek aşağıda verilmiştir.

%5'lik bir boyama için %70 ve %80 fikse oranlı aynı renk boyarmadde kullanıldığını düşünürsek; 100 gr. kumaş için, %70 fikse oranlı boyarmaddeden 7.1 gr., %90 fikse oranlı bir boyarmaddeden sadece 5.5 gr. kullanılacaktır. Ayrıca atık sudaki yük %70 fikse oranlı boyarmaddede %20 daha fazla olacaktır (Bu hesaplamada flote oranı dikkate alınmamıştır.)

5.5.3. Bakım Onarım Faaliyetlerin Periyodik Olarak Yapılması

Daha sonradan çıkabilecek büyük sorunları ortadan kaldırılması için özellikler su yumuşatma sistemlerinde ve kazanlarda olmak üzere tüm makinelerin periyodik bakımı yapılmalıdır. Su yumuşatma sistemlerinde, gerekli periyotlarda

rejenerasyon yapılmaması hem yumuşatma suyunun kalitesini bozar hem de daha sonra rejenerasyon süresini fazlalaştırır. Kazanlarda özellikle yakma verimi ve kullanılan blöf suyunun ölçülmesi, enerji sarfiyatını en aza indirecektir. Ayrıca sıcak su veya buhar borularının izolasyonunun sürekli kontrol edilmesi, işletmenin enerji kullanımını azaltacaktır.

5.5.4. İyi Planlama Yapılması

Genellikle tekstil fabrikalarında 2 vardiya çalışmakta gündüz vardiyasında daha çok koyu boyama akşam vardiyasında ise açık boyama yapılmaktadır. Koyu boyama yapıldıktan sonra açık bir boyama yapılacaksa veya kumaş farklı ise makine yıkanmaktadır. Bir makinenin yıkanması yaklaşık yarım saati almaktadır. Hangi makinede ne gibi bir boyama yapılacağı planlanırken; retelerin içeriği, boyama şekli ve boya şekli önemlidir. Örneğin havlu boyaması yapılan bir makinede daha sonra farklı karışımli bir boyama yapılması yanlış olur. Planlama yapılırken otomatik izleme sistemi ile hangi makinede ne boyanıyor ne kadar süresi kaldı gibi bilgiler dikkate alınarak birbirinin peşi boyamalar aynı makineye verilir.

Tekstilde çok fazla karşılaşılan problemlerden biriside rengin tutmaması nedeniyle tekrar boyama yapılmasıdır. Bu işlemten dolayı maliyet kaybı çok fazla olmaktadır. Bu gibi durumlarda bir neden analizi yapılarak, sorunun kaynağı belirlenmeli ve çözüm önerileri ortaya koyulmalıdır. Böylece aynı durum nedeniyle tekrar boyama yapılmasına gerek kalmayacaktır. Ayrıca sürekli boyama makinelerinde kullanılan boyamanın sürekli kontrol edildiği sistemler ile boyama sırasında renk ile ilgili sorunlar ortadan kaldırılabilir (Syed.Z et al, 1996).

Tüm tekstil fabrikaları reçetelerini saklasa bile, her işlem basamağı birbirine çok benzemektedir. Öyleki artık hiçbir yararı olmadığı bilinmesine rağmen taşırmalı yıkama çoğu fabrikada yapılmaktadır. Entegre tesislerin çoğunda renk tutturabilmek için laboratuvar bazında boyama çalışması yapılmaktadır. Ancak yapılan bu çalışmada daha çok istenilen rengin kumaş üzerinde fıkse olma oranıdır. Maliyet analizi yapılırken de sadece kullanılan kimyasal ve boyarmaddelerin fiyatı göz önüne alınmaktadır. Kullanılan su, enerji, atıkların bertarafı maliyet analizine girmemektedir. Buda maliyeti çok düşük göstermektedir.

İtalya'da Bennetton Group'ta hammadde girişinden, giysilerin mağazalara gönderilmesi ile ilgili planlama çalışması yapılmıştır. (Albeto De Toni, Antonella Meneghetti, 2000) . Firmanın malzeme ihtiyacı planlaması, kapasite ihtiyaçları planlaması ve son olarak ta mağaza kontrolleri bir merkezde toplanarak bir bilgi ağı oluşturulmuştur. Üretim ile ilgili aşamalar kontrol edilerek, zamanda veya girdilerde yapılacak iyileştirmeler ortaya çıkartılmıştır. Sipariş alındığında, gerekli hammaddenin olup olmadığı ve üretim hatlarındaki durum hemen belli olacağından zaman problemi ortadan kalkacak, üretim zamanı minimize edilebilecektir.

Birçok firma tarafından kullanılan Yönetim Bilgi Sistemleri (YBS), stok kontrolü, satın alma, üretim bilgilerini içerdiğinden, işletmelerin daha doğru bir planlama yapmasını sağlamaktadır. Stok kontrolü ile depoda bulunan boyarmadde ve kimyasalların miktarı bilgisayar ağında görülebilecek, seri üretim sırasında çıkabilecek tüm sorunları ortadan kaldıracaktır.

5.6. Fabrikalar Arasında Karşılaştırma

Fabrikalarda işletme maliyeti olarak kullanılan hammadde, enerji, suya yapılan ödemeler ve işçilik ücreti düşünülmektedir. Bunun yanı sıra tekrarlanan prosesler, planlama eksikliğinden ortaya çıkan aksaklıklar, kullanılan hammaddenin verimliliği göz önüne alınmamaktadır.

Temiz üretim teknolojileri prensibine göre kurulan bir fabrika ile kurulmayan fabrika arasındaki farklılıklar Çizelge 5.8'da verilmiştir.

Çizelge 5.8. Temiz Üretim Teknolojileri Prensibine Göre Kurulan Bir Fabrika İle Diğer Fabrikalar Arasındaki Farklılıklar

	Kirlilik önleme Uygulaması Yapan Firma	Kirlilik Kontrolü Uygulaması Yapan Firma
Doğal Kaynakların Kullanılması	Isı eşanjörü kullanarak, buhar ihtiyacı için kazan dairesinde kullanılan yakıt miktarı en az %20 oranında azaltılır. Suyun tekrar kullanımı sağlanarak, günlük su tüketimi azaltılır Günlük su tüketimi azalması nedeniyle proses suyu için yapacağı yumuşatma işlemi de azalacaktır. Bu durum rejenerasyon aralıkları ve kullanılan kimyasal azaltacaktır.	Yakıt kullanımı sürekli olarak artar. Ayrıca kazan dairesinde kullanılan blöf suyu diğer fabrikaya göre daha fazladır.
Kimyasallar	Pahalı olmasına rağmen reçete maliyeti açısından incelendiğinde fikse oranı yüksek olan boyarmaddelerin hem kalitesi hem de atık yükü daha azdır Kullanılan kimyasal maddeler çevre dostu seçileceğinden KOİ, BOİ miktarları az olacaktır.	Fikse oranı yüksek olan ayrıca içerginde ağır metal olan boyarmaddelerin alış fiyatı ucuz olmasına rağmen, reçete için kullanılan boya miktarı diğerine göre fazla olacağından reçete maliyetleri fazladır. Atık yükü de bu kapsamda fazladır.
Otomatik Düzen	Otomatik boya ve kimyasal madde mutfakları ile boyama sırasında oluşacak kazalar engellenir. Ayrıca boyama verimliliği de artar	Elle yapılan taşımalarda, daha çok poşet kullanılmaktadır. İşçi tarafından poşetteki kimyasal veya boya, karıştırma kazanına dökülmektedir. Her poşette bir miktar boya ve kimyasal madde kalabilmektedir. Ayrıca süreçte kullanılan asitlerin taşıma sırasında düşürülmesi sonucu yaralanmalara sebebiyet verebilir.

Çizelge 5.8. Temiz Üretim Teknolojileri Prensibine Göre Kurulan Bir Fabrika İle Kurulmayan Fabrikalar Arasındaki Farklılıklar (Devam)

Arıtma Maliyeti	Geri kullanım olması, çevre dostu kimyasallar ve fıkse oranı yüksek boyarmaddeler kullanılması nedeniyle arıtma maliyeti en az 1/3 oranında azalacaktır. Ayrıca suların arıtılmadan tekrar kullanılması, arıtma tesisine giden atıksu yükünü azaltacağından, arıtma tesisinin küçük tasarlanmasını buna bağlı olarak ta işletim maliyetinin azaltılmasını sağlayacaktır.	Boyanın arıtılması en zor proseslerden biridir. Ayrıca bazı boyarmaddeler ağır metal içermekte ve kullanılan kimyasallarda BOİ ve KOİ içeriğinde olması nedeniyle arıtım maliyeti yüksektir. Ayrıca tekrar kullanım şartları da düşünülmediğinden atıksu miktarıda fazladır.
-----------------	--	--

Şu anda birçok arıtma tesisi yüksek işletme maliyetleri nedeniyle işletilmemektedir. Kirlilik kontrolü çalışmalarında çevre kirlendikten sonra bertaraf edilmesi için maliyet artırılmaktadır. Kirlilik önleme prensibi ile çalışan bir fabrikada çıkan atık miktarı normal prensipler çerçevesinde kurulan fabrikadan daha azdır.

Kirlilik önleme anlayışında iyi işletim pratiğinin kullanılması ile de boyama süresini azaltır, verimliği artırır ve boyama tekrarlarını azaltır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kirlilik önleme prensiplerinin bir tekstil fabrikasında uygulanması incelenmiştir; yeni kurulacak bir fabrikada kirliliğin minimize edilmesi için yapılması gerekenler irdelenmiştir.

Yapılan çalışma sırasında, uygulanan seçeneklerin yanısıra, fabrika içerisinde yapılan yürüyüşlerde görülen aksaklıklar ve iyileştirme önerileri çalışanlarla paylaşılmıştır. Tespit edilen aksaklıklar aşağıda verilmiştir;

- Fabrika kurulurken tam planlama yapılmadığından, mevcut makinelerin bazıları kullanılmamaktadır. Bugüne kadar hiç kullanılmayan makineler mevcuttur. Bu durum fabrika kurulurken fizibilite çalışması yapılmasının yeterli olmadığına bir göstergesidir.
- Sürekli yıkama makinesi boyama prosesinde kullanılması gerekirken sadece baskı sonrası yıkama işlemlerinde kullanılmaktadır. Sürekli yıkama makinasının kullanımı, boyama proseslerinde kullanılması atık yükünü azaltmaktadır.
- Boyama sonrası yapılan taşırmalı yıkama prosesi kumaşın kalitesini etkilememektedir.
- Aynı renk boyama yapılan kumaşın aynı üretim hattına alınmaması nedeniyle, boyama makineleri bir sonraki boyama için yıkanması hem işgücü kaybına hem de su ve enerji kullanımının artmasına sebep olmaktadır.
- Fabrikada ısı eşanjörü ve otomatik kimyasal madde hazırlama üniteleri verimli kullanılmamaktadır. Bu durum çalışanların yeteri kadar bilinçlendirilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise yeni bir fabrikanın kirlilik önleme teknolojileri dikkate alınarak kurulması sırasında yapılacak işlemler irdelenmiştir. Yapılan bu çalışma ile;

- Yerleşim planı verimliliği artıracak şekilde önerilmiştir.
- Makine seçiminde ne gibi kriterlerin dikkate alınacağı verilmiş, değişik makine türlerinin maliyet ve çevresel performansı ile ilgili bilgiler verilerek uygun makine ve ekipman çeşitleri önerilmiştir.

- Planlamanın proseslerde kirlilik önleme prensibini uygulamak ve çalışma verimliliğini artırmak için önemli bir parametre olduğu saptanmış ve iyileştirmenin sürekliliği için çalışanların gerekli eğitimi belirlenmiştir.
- Kullanılacak boyarmadde ve kimyasal maddelerin seçiminde maliyetten ziyade çevre dostu maddelerin seçilmesi ve maliyet analizlerinde reçete maliyetinin dikkate alınması önerilmiştir.

Faaliyette olan fabrikada belirlenen aksaklıklar son ürünün kalitesinde hiçbir değişiklik yapmamaktadır. Bu nedenle yöneticiler tarafından proseslerde değişiklik yapılması önemli değildir. Kirlilik kontrolü yaklaşımını benimsemiş olan yöneticiler için sadece belirlenen yönetmeliklere uyulması yeterlidir. Ancak kirlilik önleme çalışmaları ile prosesler sırasında yapılacak iyileştirmeler ile hem ürün kalitesinde bir değişiklik olmadığı hem de atıkların azaltımının yapıldığı gösterilmiştir. Yapılan çalışma ile hiç bir yatırım yapmadan veya çok az yatırım yaparak atık azaltımının mümkün olabileceği gösterilmiştir.

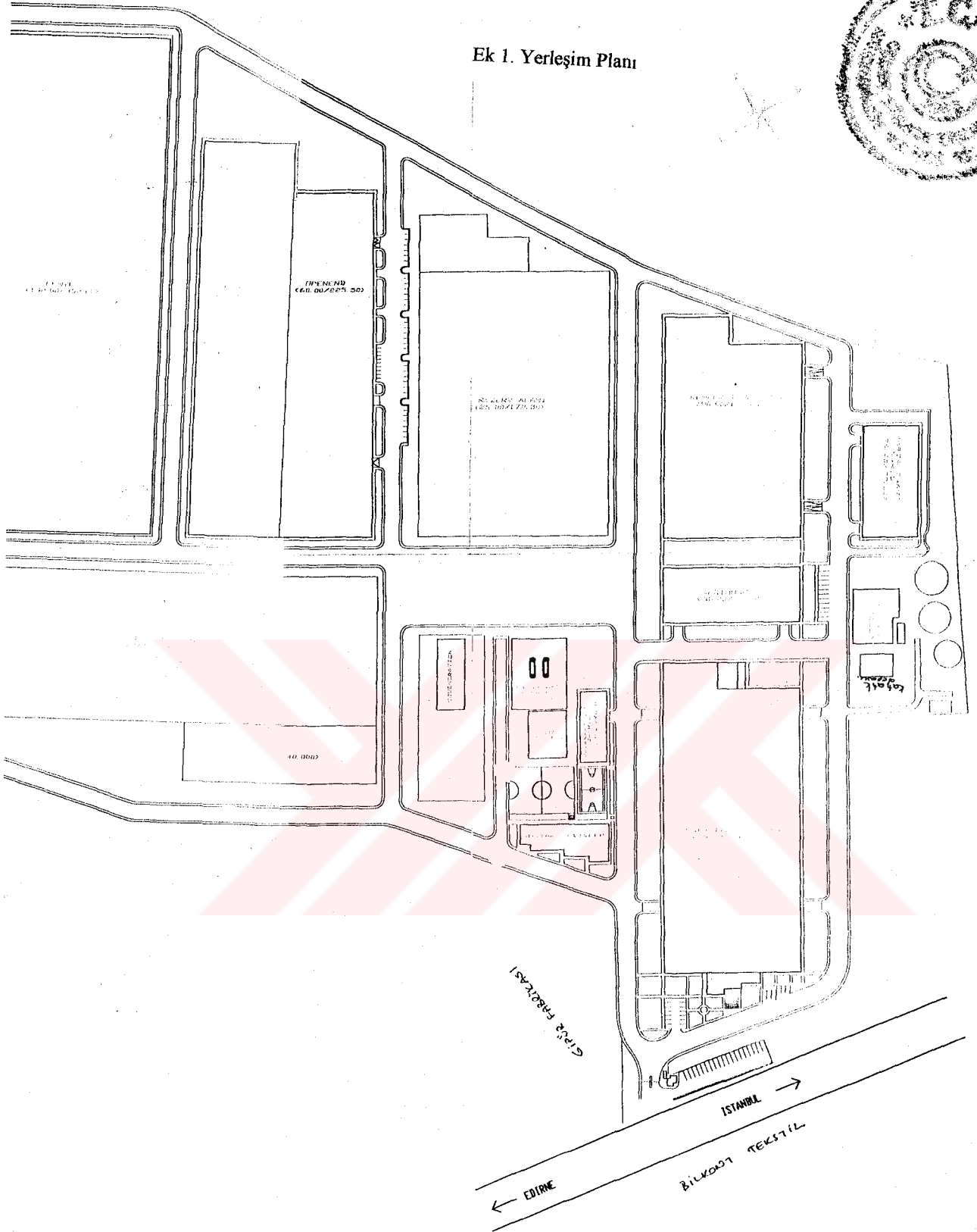
Kirlilik önleme yaklaşımında ürünün maliyeti hesaplanırken proses için kullanılan ham maddeler dikkate alınır. Ortaya çıktı ürünün atıklarının bertarafının maliyeti işletmeler için ek maliyet olarak görülür. Kirlilik önleme prensibinde ise atıkların bertarafı da ürünün maliyetine eklenmektedir. Bu nedenle atıkların azaltımı, doğal kaynakların kullanımı kirlilik önleme yaklaşımında önemlidir. Yapılan uygulamada da sadece ortaya çıkan atıkların azaltılması değil aynı zamanda girdilerin azaltılmasında aynı derecede önemli olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKLAR



1. Albeto De Toni, Antonella Meneghetti (2000), *The production planning process for a network of firms in the textile-apparel industry*, International journal of production economics, 65, 17-32
2. Ates Firması katalogu
3. Berkel R.V., et al, (1994), *Preliminary experiences with cleaner production in Chine and India*, , Industry and Environment, V. 17, 4, pp 46-50
4. Berkel RV., et al (1997), *The relationship between cleaner production and industrial ecology*, Journal of Industrial Ecology, 1, N.1, 51-65
5. Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 1999
6. Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 2000
7. Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 2001
8. Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 2002
9. Boons F.A.A. ve Baas L.W. (1997), *Types of industrial ecology: the problem of coordination*, J. Cleaner Production, 5, No: 1-2, pp 79-86
10. Bilim ve Teknoloji Şurası Kararları, 1997 - 2002.
11. C. Zambak (ed), etç al., *Dış Ticarete Çevre Koruma Kaynaklı Tarife Dışı Teknik Engeller ve Türk Sanayii İçin Eylem Planı (Y/168/1998)*, TÜSİAD Yayını, İstanbul
12. Cote R and Hall J. (1995), *Industrial parks as ecosystems*, J. Cleaner Production, 3, No: 1-2, 41-46
13. Çevre Bakanlığı (1998), Gündem 21
14. Demirer G. ve Gümüşel D., *Kirlilik önleme yaklaşımı ve KOBİ'ler düzeyinde uygulanması*, TMMOB Çevre Müdenlisleri Odası - DELTA Eko-verimlilik Programı, KOBİler için İşletme Verimliliğinin artırılmasına yönelik çevre yönetimi semineri, 12-13 Şubat 2002, Bursa

Ek 1. Yerleşim Planı



15. Dünya Tekstil Dergisi, Haziran 1998
16. DPT (1998), Ulusal Çevre Eylem Planı
17. Environmental Pollution Agency, (1996), *Manual - Best Management Practices for Pollution Prevention in the Textile Industry*, (EPA/625/R-96/004), EPA, Amerika
18. Erkman S (1997), *Industrial ecology: an historical view*, J. Cleaner Production, 5, No: 1-2, 1-10
19. Fresner J., (1998), *Cleaner Production as a means for effective environmental management*, J. of Cleaner Production, 6, pp 171-179
20. Geveci A., et. al. (1999), *Tekstil Ürünlerinin Uluslar arası Standartlarda Üretiminde Ekolojik Dengeyi Bozmayacak Temiz Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesine Işık Tutacak Ar-Ge Çalışmalarının Yapılması” Projesi (TTGV-263 No’lu proje)*, TÜBİTAK-MAM Tekstil, Terbiye ve Temiz Teknolojiler Enstitüsü
21. Hansen J., et al (1999), *BAT for Textile Industry*, DTI Report
22. Hansen, J., (1997) *UNEP Cleaner Production Industrial Sector Guide Textile Industry Provisional Version*, DTI, Danimarka
23. H. Henrik Knudsen and Henrik Wenzel, (1996), *Environmentally Friendly Method in Reactive Dyeing of Cotton*, Wat. Sci. Tech., 1996
24. Hosny Dyers and Finihers USAID-Manufacturing Technology Center, (1999) Hosny Dyers and Finihers, *Environmental Quality International, “Environmental Study”*, MTC
25. <http://www.dtm.gov.tr>
26. <http://www.itkib.org.tr>
27. <http://www.htpunitex.com>
28. <http://www.iletisimbilgisayar.com/baski.html>
29. <http://www.eliar.com.tr>

30. <http://www.cmo.org.tr>
31. Huisingh D., *Cleaner Production. The Only Competitive Solution, Waste Minimization and Clean Production* (Proceedings of the 2nd International Conference, Barcelona, 7-8 June 1995, pp 55-78
32. Keskinler B., *Çevreye Duyarlı Teknolojiler, Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu IV.*, 9-10 ekim 2003
33. Kocasoy G. and Dilek F, *Minimization of Industrial wastes and Problems Encountered in Developing Countries, Waste Minimization and Clean Production* (Proceedings of the 2nd International Conference, Barcelona, 7-8 June 1995, pp 531-535
34. Martinez B.M. , *The MEDIA Manual : Economic Minimization of Wastes and Emissions Methodology, Waste Minimization and Clean Production* (Proceedings of the 2nd International Conference, Barcelona, 7-8 June 1995, pp 123-134
35. Mungcharoen et al (ed.), (1999), *Case Study: Cleaner Technology Project on Promotion of Cleaner Technology in Thai Industry*, Thailand Environment Institute, Tayland
36. Nielsen B.B. ,et al, (1994), *Waste management: clean technologies – update on the situation EU Member States*, Industry and Environment, V. 17, 4, pp 28-35
37. N.M.H. El Defray, (2002), *Water Management in Textile Industry : Technical and Economic Aspects* , Intern. J. Environ. Studies, 59, No 5, 573-587
38. Lambert A.J.D and Boons F.A. (2002), *Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks*, Technovation, 22, No : 8, 471-484
39. Laoursen Soren E. And Bagh, J (1998)., *Environmental Assessment of Textiles*, DTI Raporu, Danimarka
40. Oğulata, R.T., Doba, F. (1997), *İşletmelerde Atılan Isı Enerjisinden Faydalanma Yöntemi ve Tekstil Endüstrisinde Uygulanması*, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 7. Enerji Kongresi,

41. Oğulata, R.T., Doba,F., Küçük A.(1995), Levhalı Tip Atık Isı Geri Kazanım Sistemi, Termodinamik, pp 67-69
42. Oldenburg K. U and Geiser K., (1997), *Pollution prevention and ... or industrial ecology?*, Journal of Cleaner Production, 5, pp. 103-108
43. Özer Z (1996), *21 Yüzyılda Endüstriyel Ekoloji*, Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı: 348, 62-63
44. Sage J. And Schnitzer H., *ECOPROFIT A Program for Waste Minimization and Cleaner Production*, Waste Minimization and Clean Production (Proceedings of the 2nd International Conference, Barcelona, 7-8 June 1995, pp 209 - 215
45. Sagem Yayın No:168 (1998), *Tekstilde Temiz Üretim Teknolojileri ile Enerji ve Su Tasarrufu*, TÜBİTAK-MAM Tekstil enstitüsü Sagem Müdürlüğü Yayını, Bursa
46. Syed Z. Kazmi et al, (1996) *On-line color monitoring in continuous textile dyeing*, ISA Transactions 35, 33-43
47. TTSD Bülteni 1997
48. TÜBİTAK-TTGV Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu (1999), *Temiz Üretim-Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu Sanayi Sektörü Altı Grubu Raporu* , Ankara
49. Tüzün G and Sezer S (ed), 2002, National Report on Sustainable Development 2002
50. UNEP (1994), *Government Strategies and Policies for Cleaner Production*, United Nation Publication, Fransa
51. UNEP (1996), *Cleaner Productionin the Mediterranean Region*, Stab. Tiplit Ugo Quintily S.p.A, İtalya
52. UNEP (1993), *Cleaner Production Worldwide*, United Nations Publication, Fransa
53. UNEP (1995) , *Cleaner Production Assessment Manual Cleaner Technology Assessment* , UNEP Yayını

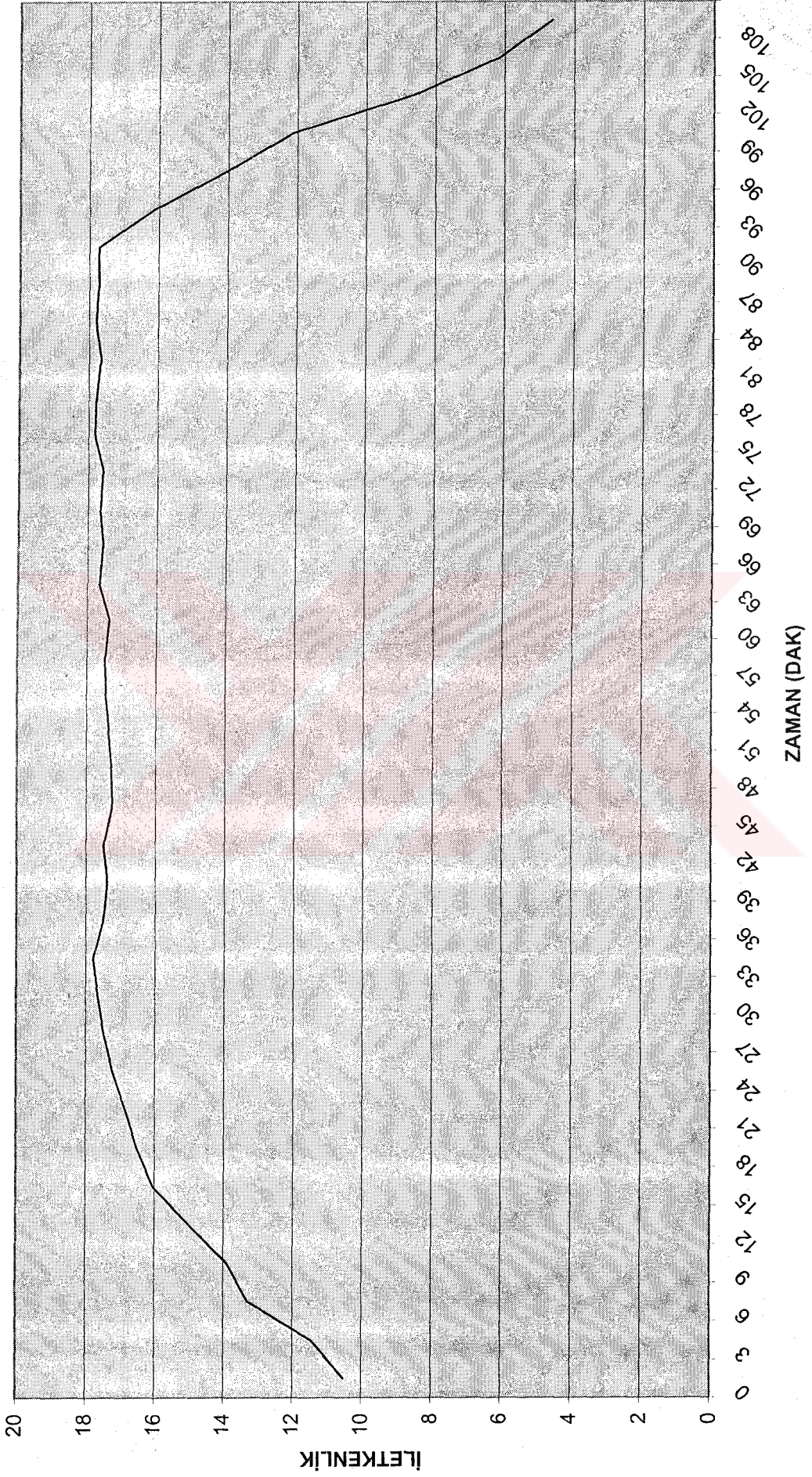
54. UNEP (1996), *Cleaner Production in Textile Wet Processing A workbook for trainers*, UNEP, 1996
55. Ulhoi, J.P., (1997), *Industry and the environment: a case study of cleaner technologies in selected European countries*, Journal Engineering and Technology Management, 14, pp 259-271



ÖZGEÇMİŞ

Zekiye AYHAN 13 Ocak 1965 yılında Vakfikebir-TRABZON’da doğmuştur. 1987 yılında ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü’nden mezun olmuştur. 1988 yılında TÜBİTAK- Temel Bilimler Araştırma Grubu’nda çalışmaya başlamıştır. 1997 yılında TÜBİTAK-MAM Tekstil Enstitü’süne nakil yaptırmıştır. Tekstil sektörüne yönelik kirlilik önleme ile ilgili projelerde görev almış olup “TÜBİTAK ve TTGV tarafından desteklenen Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformunca Temiz Üretim-Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu Sanayi Alt Grubu” nun raporunu hazırlamada raportör görevini yapmıştır. Tekstil Enstitüsü’nün kapatılmasının ardından ISO 9001 ve EN ISO/IEC 17025 standartlarına göre TÜBİTAK-MAM’da sistem kurulması çalışmalarında aktif görev almıştır. Çalışmaları sırasında kirlilik önleme ve Çevre Yönetim Sistemleri ile ilgili yutdışı eğitimler almıştır. ISO 9001:2000 ve ISO 14001 baş tetkikçi eğitimi almıştır. Halen TÜBİTAK-MAM Endüstriyel İlişkiler ve İş Geliştirme Müdürlüğü’nde İş Geliştirme Müdür Yardımcılığı görevini sürdürmektedir.

1. İLETKENLİK ÖLÇÜMÜ SONUÇLARI

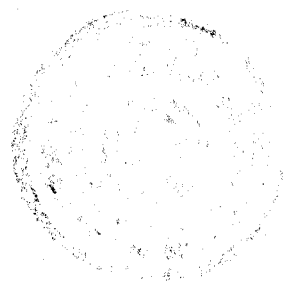


1. ÖLÇÜM

proses	zaman	iletkenlik (Ms/s)	sertlik (CaCO3)
geri yıkama	4 dak.	0.29	114
rejenerasyon	0	10,52	62
	3	11,46	
	6	13,3	
	9	13,9	
	12	15,02	
	15	16,05	
	18	16,52	1263
	21	16,85	
	24	17,22	
	27	17,48	
	30	17,65	2334
	33	17,79	
	36	17,5	
	39	17,38	
	42	17,5	
	45	17,25	
	48	17,28	3050
	51	17,36	
	54	17,45	
	57	17,48	
	60	17,36	
	63	17,66	
	66	17,56	
	69	17,65	
	72	17,58	
	75	17,82	
	78	17,78	
yıkama	81	17,65	2450
	84	17,8	
	87	17,72	
	90	17,72	
	93	16,12	1375
	96	14,04	
	99	12,13	
	102	8,63	
	105	6,14	
	108	4,62	41

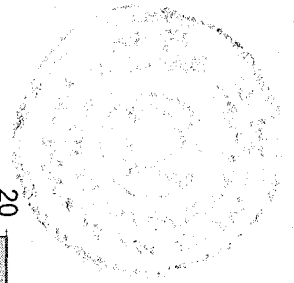
2. ÖLÇÜM

proses	zaman	iletkenlik (Ms/s)	sertlik (CaCO3)
geri yıkama	2	0,37	20
rejenerasyon	4	1	58
	6	4,14	
	8	7,48	
	10	10,63	150
	12	12,31	
	14	13,18	
	16	13,89	
	18	14,54	550
	20	14,39	
	22	15,16	
	24	14,98	
	26	15,23	
	28	15,72	
	30	15,72	980
	32	15,82	
	34	16,12	
	36	16,14	
	38	16,22	
	40	16,32	1350
	42	16,36	
	44	16,36	
	46	16,32	
	48	16,67	1590
	50	16,32	
	52	16,28	
	54	16,42	
	56	16,88	
	58	16,98	
	60	16,78	1820
	62	16,7	
	64	16,96	
yıkama	66	16,8	
	68	16,75	
	70	16,65	1600
	72	16,76	
	74	16,73	
	76	16,48	
	78	16,55	
	80	16,66	1500
	82	16,98	
	84	17,37	
	86	17,6	
	88	17,72	
	90	17,75	2800
	92	17,75	
	94	17,8	
	96	17,81	
	98	17,8	
	100	17,74	1900
	102	17,46	
	104	16,71	

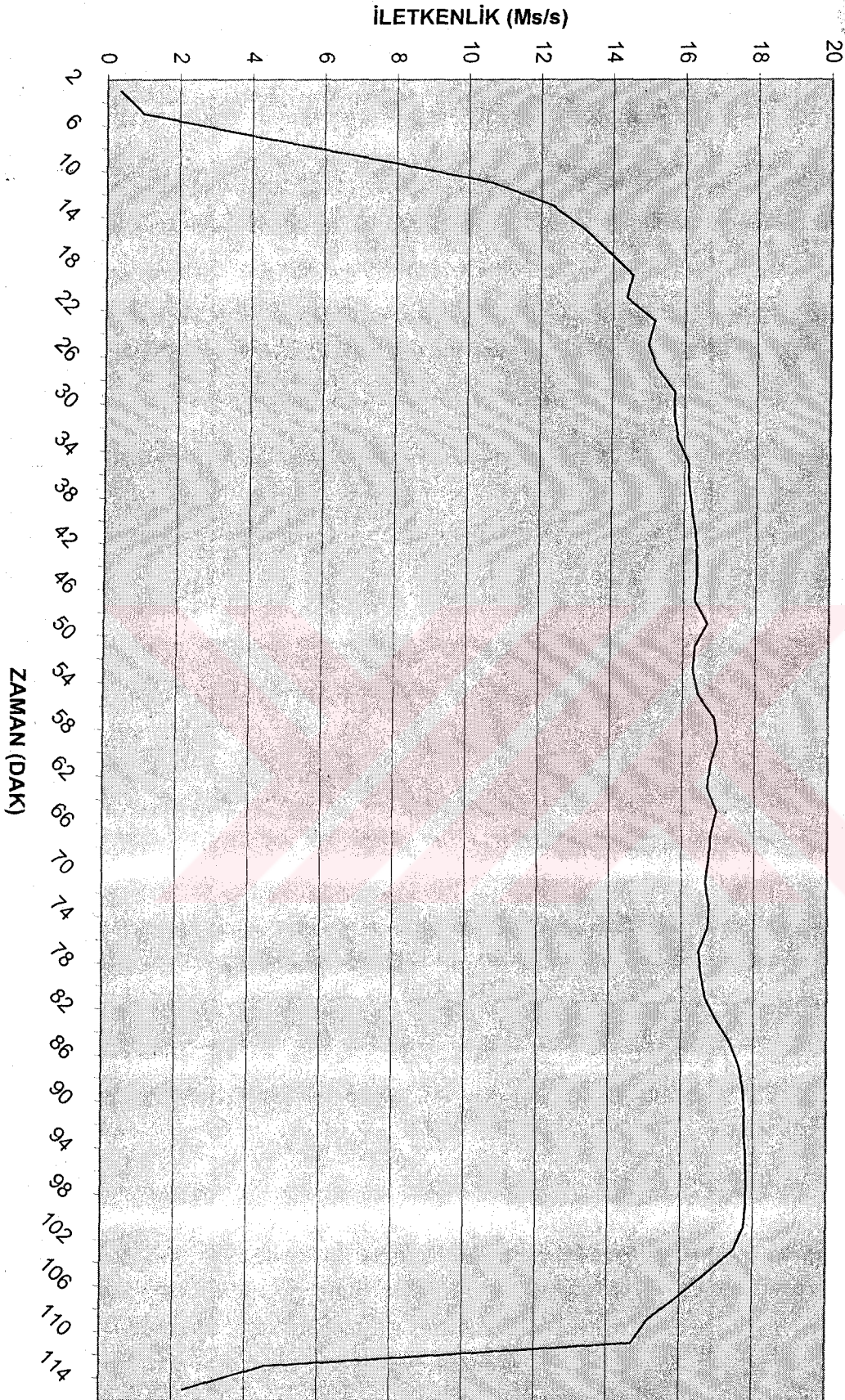


	106	15,92	1680
	108	15,12	
	110	14,68	650
	112	4,54	
	114	2,32	30

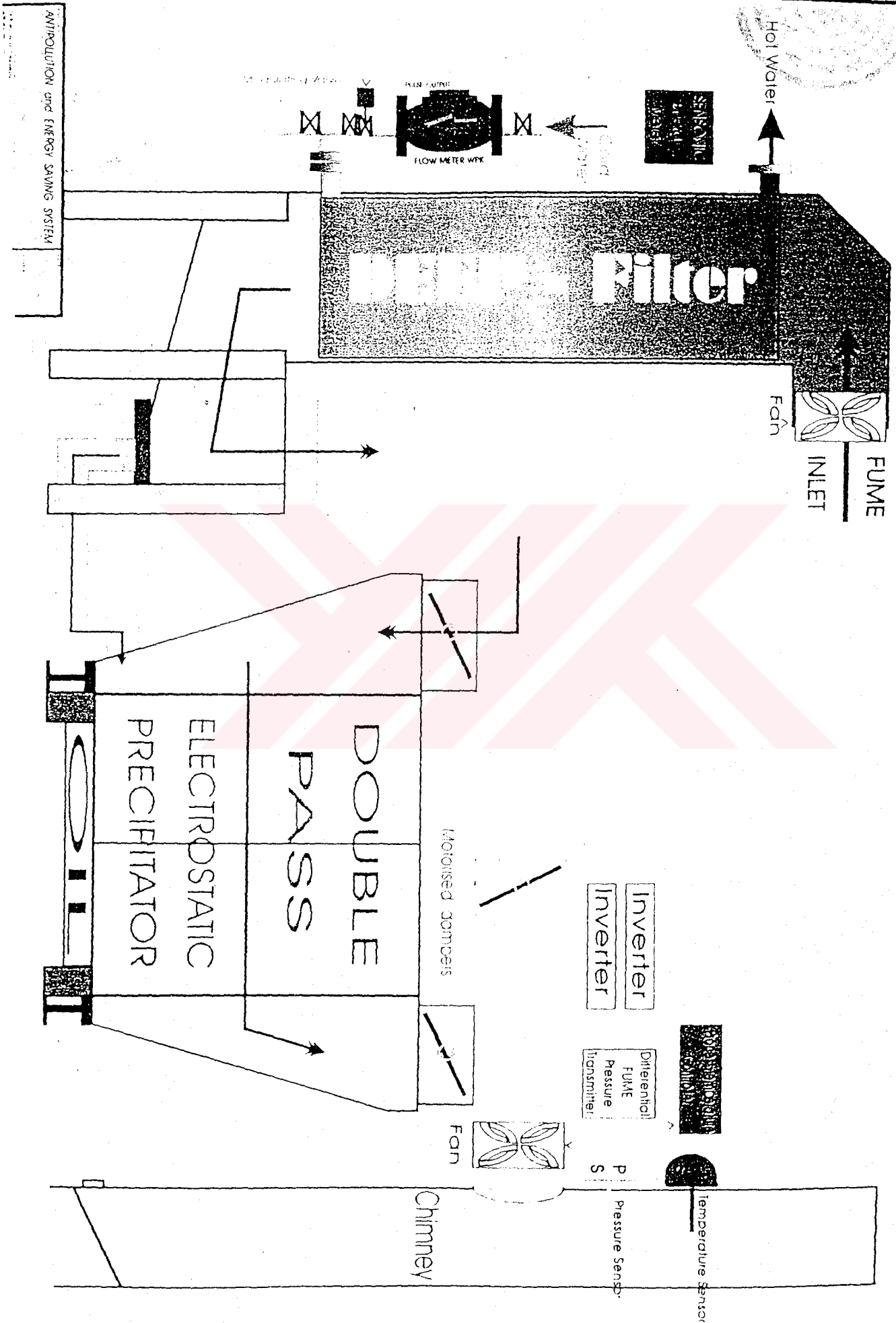


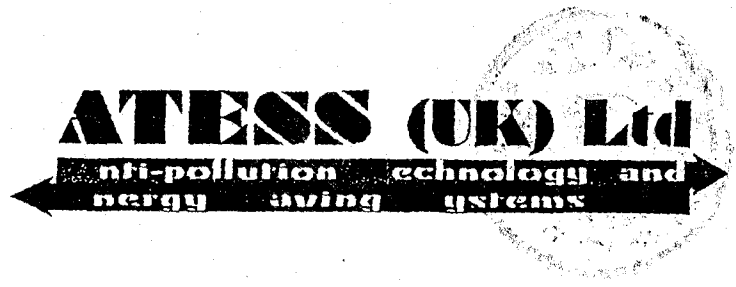


2. İLETKENLİK ÖLÇÜMLERİ



Ek 3. Eşanjörle İlgili Bilgiler





HİÇBİR MASRAF YAPMAKSIZIN
ÖN ISITMA YAPILMIŞ SUYUN, BOYA
MAKİNALARINDA KULLANILMASI YOLU İLE
ÜRETİM MASRAFINDA İNDİRİM VE
BOYA MAKİNALARININ VERİMLİLİĞİNDE ARTIŞ
SAĞLAMAK MÜMKÜNDÜR.

Boya makinalarında ön ısıtma yapılmış su kullanılması vasıtasıyla, boyama proses zamanı düşürülecek ve makinadan birim zamanda alınan iş miktarı buna bağlı olarak artacaktır.

Böylece fabrikanın üretim kapasitesi doğal olarak artacak ve sonuç olarak ;

- | | |
|---------------------------------|----------|
| • Endirek masraflar | % 100 |
| • Direk masraflar (işçilik vb.) | %40 - 60 |

oranında azalacaktır.



DEEF - SİSTEM, "Isı Geri Kazanım Sistemi"

(sıcak suya ihtiyacı olan fabrikalar için) olduğu kadar aynı zamanda
"Çevre Kirliliğini Önleyici Egzos Havasını Temizleme" Sistemidir.

1. Deef - Sistem maksimum 6 aya kadar yatırım maliyetini sıfırlayan bu alandaki tek sistemdir.

2. Sistem ;

- her fabrikanın kendi özel karakteristiğine göre dizayn edilip, kalibre edilir.
- tamamen paslanmaz çelikten imal edilir.
- bakım masrafı gerektirmez.
- kendi kendini temizleme imkanı vardır.
- yıpranmaz ve değiştirilemez filtreler içerir.

3. Kondens prensibi kullanılarak, sistemimiz ;

- büyük oranlarda egzos havası içinde doğal olarak bulunan katı ve sıvı kirlitici partikülleri ayırır. (parafin, balmumu, yağ, asit ihtiva eden maddeler vb.)
- belli oranlarda gazları ayırır.
- en önemli avantaj, sistem tarafından üretilen sıcak sudur.

4. Korozyon maddelerin varlığı dolayısıyla Deef - Sistem 304 yada 316 kalite paslanmaz çelikten imal edilir.

5. Olası problemlerle karşılaşıldığında, aşağıdaki elemanlar sisteme eklenebilir.

- Tek yada çok aşamalı Elektrostatik Presipitator
- Aktif karbon filtresi
- Diğer çeşit filtreler

6. Bu sistem ilavesi ile egzos havası içindeki 0.01 μm büyüklüğündeki katı ve sıvı kirlitici atıklar % 90 - 95 oranında temizlenebilir.

7. Ram'dan çıkabilecek olan olası bir yangının yayılması Deef - Sistem ile tamamen elimine edilmiştir.

3. Zaman Kazanımı ; Boya makinalarında kullanılan suyu, $\Delta\tau$ miktarında önceden ısıtılmış su olarak kullanmak büyük bir zaman kazancı sağlayacaktır. Bu da aşağıdaki parametreler gözönünde bulundurularak hesaplanabilir.

- | | |
|---|---------------------------|
| • Bir Boyama Prosesinde Gerekli olan Sıcak Su | 5 kez sıcak su/bir boyama |
| • Sıcaklık Farkı | $\Delta\tau$ 40 °C |
| • Suyun Sıcaklık Artışı | Max 2 °C/dk |
| • Proses Sayısı | 2.5 boyama/makina/gün |
| • Çalışma zamanı | 5 gün/hafta |

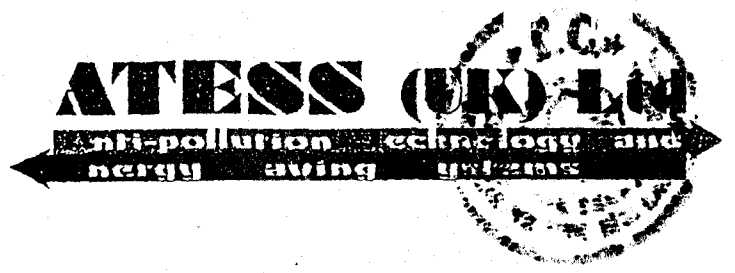
TASARRUF 999.8 saat her boya makinası/yıl

4. Deef - Sistem'in kapsamlı dizaynı, boya makinaları için gerekli sıcak su üretimi ve kullanımı için ekstra faydalar sağlayacaktır.

- Daha kısa dolum zamanı
- Taze soğuk su kullanımı dolayısıyla daha hızlı soğutma
- Sıcak yıkama imkanı
- Bütün proses boyunca gerekli noktalarda ekstra masraf yapmaksızın sıcak su kullanım imkanı.

5. Deef - Sistem'in performansını kanıtlamak için ve yaptığı tasarrufun gözlenmesi imkanını sağlamak için sisteme otomatik ölçüm yaparak aşağıdaki değerleri kayıt eden bir "Termik Isı Ölçüm Sistemi" eklenmiştir.

- Sıcak su akış oranı
- Deef - Sistem ile kazanılan enerji tasarrufu



DEEF - SİSTEM, "Isı Geri Kazanım Sistemi"
(sıcak suya ihtiyacı olan fabrikalar için) olduğu kadar aynı zamanda
"Çevre Kirliliğini Önleyici Egzos Havasını Temizleme" Sistemidir.

1. DEEF, Ram ve Kurutma makinalarından çıkan, içinde belli oranda ısı absorbe etmiş ve tamamen atmosfere verilerek ziyan edilen egzost havasını kullanarak, herhangi extra bir masraf oluşturmada boyalı makinaları için sıcak su sağlayan bu alandaki tek sistemdir. (% 80 - % 95)

SİSTEM YATIRIM MALİYETİNİ MAKSİMUM 6 AY İÇİNDE AMORTİ EDECEKTİR.

2. Yatırım maliyetinin buhar tasarrufu sağlanarak amorti edilme sonuçları,
(aşağıdaki varsayımlar gözönüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır)

4 Kabinli bir Ram Makinası

• Deef - Sistem ile minimum sıcak su üretimi	15 m ³ /h
• Minimum sıcaklık farkı	Δt 30 °C
• Çalışma zamanı/gün	24 saat/gün
• Çalışma zamanı/yıl	240 gün/yıl
• Buhar maliyeti	8 STG/ton
• Enerji	660.000 kcal/ton buhar
• Boyler verimliliği ve buhar tüketimi	Max. % 50

TASARRUF 62.000 STG BUHAR / YIL