

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE  
TEMİZ ÜRETİM TEBLİĞİ  
UYGULAMALARI**

**Çağla ÖZTÜRK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL**

**2018**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE TEMİZ ÜRETİM TEBLİĞİ UYGULAMALARI**

**ÇAĞLA ÖZTÜRK**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL**

**TEKİRDAĞ-2018**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. Füsun UYSAL danışmanlığında, Çağla ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “TEKSTİL SEKTÖRÜNDE TEMİZ ÜRETİM TEBLİĞİ UYGULAMALARI” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Atakan ÖNGEN

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE TEMİZ ÜRETİM TEBLİĞİ UYGULAMALARI

**Çağla ÖZTÜRK**

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman Doç. Dr. Fatma Füsün UYSAL

14.12.2011 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren ve 10.03.2015 tarihinde revize edilen Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği kapsamında; Denim Kumaştan Dış Giyim imalatı yapan Tekstil firmasındaki yürütülen faaliyetlerin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin inceleme yapılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda sistemdeki tüm prosesler incelenmiş ve bu tebliğ kapsamında yer alan MET(Mevcut En İyi Teknolojiler)'ler ile yapılabilecekler tespit edilerek tavsiyelerde bulunulmuştur. Tekstil işletmesinde ürünün ağartılması için alternatifler araştırılarak, ozon ve lazer teknolojisinin kullanımıyla su ve kimyasal kullanımından ciddi tasarruf sağlanabileceği araştırılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Temiz Üretim, Entegre Kirlilik Önleme, Tekstil Endüstrisi, Ozon Teknolojisi , Lazer Teknoloji

**2018, 70 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

CLEAN PRODUCTION COMMUNIQUE APPLICATIONS in TEXTILE SECTOR

**Çağla ÖZTÜRK**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatma Füsün UYSAL

Within the scope of Integrated Pollution Prevention Control Communiqué in the Textile Sector which was published in Official Gazette on 14.12.2011 and revised on 10.03.2015, it is aimed to carry out the control of all kinds of emissions, discharges and wastes given into water, air and soil during production and the examination of using raw materials and energy efficiently for minimizing the negative effects of the activities done by the textile company manufacturing outwear from denim fabric. In this context, all the processes in the system have been examined and ones that can be done with BAT (Best Available Technologies) within the scope of this communiqué have been determined and recommendations have been done. By investigating alternatives for bleaching products in textile enterprise, it was determined to achieve serious savings in water and chemical usage by using ozone and laser technology.

**Key Words:** Clean Production, Integrated Pollution Prevention, Textile Industry, Ozone Technology, Laser Technology

**2018, 70 pages**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Temiz Üretim.....	2
1.2 Temiz Üretimin Faydaları .....	4
1.3 Türkiye’de Temiz Üretim Konusunda Çalışma Yürüten Kurum ve Kuruluşlar .....	8
1.4 Türkiye’de Temiz Üretim Konusundaki Mevcut Teşvikler/Destekler.....	9
1.5 Mevcut En İyi Teknikler (MET) .....	11
1.6 MET Referans Dokümanı (BREF) .....	12
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	<b>15</b>
2.1 Tekstil Sektörü İçin Dünya’da Uygulanan MET Örnekleri .....	15
2.2 Tekstil Sektörü İçin Türkiye’de Uygulanan MET Örnekleri .....	16
2.3 Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliğindeki Ağartma ile İlgili MET’ ler .....	18
<b>3. DENİM KUMAŞLAR VE TARİHÇESİ</b> .....	<b>19</b>
3.1. Denim Mamüllerin Ağartılması.....	20
<b>4. OZON TEKNOLOJİSİ</b> .....	<b>24</b>
4.1. Ozonun Teknolojik Olarak Oluşumu .....	28
4.2. Ozonun Tekstilde Kullanım Alanları .....	28
4.3. Denim Mamüllerin Ağartılmasında Ozon Kullanımı .....	29
<b>5. POTASYUM PERMANGANAT AĞARTMASI</b> .....	<b>30</b>
<b>6. LAZER İLE AĞARTMA</b> .....	<b>31</b>
6.1 Lazer Teknolojisi .....	31
<b>7 MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>32</b>
7.1 Araştırma yapılan bölgenin ve endüstri tesisinin genel özellikleri.....	32
7.1.1 Endüstri tesisi .....	33
7.2 Yöntem .....	34
7.2.1 Bölgesel ağartma prosesi yerine lazer teknolojisi kullanılması.....	34
7.2.2 Ağartma Prosesinde Ozon Teknolojisinin Kullanılması .....	35
<b>8. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>38</b>
8.1 Ağartmada Lazer ve Ozon Kullanımı.....	38
8.2 Temiz Üretim Uygulamalarında Sağlanan Diğer Gelişmeler.....	39
<b>9. ENDÜSTRİ TESİSİ PROSES AKIM ŞEMASI</b> .....	<b>42</b>
9.1 Vaziyet Planları, İş Akım Şemaları ve Proses Özetleri .....	42
9.1.1 Kumaş Depo Ünitesi.....	42
9.1.1.1 Kumaş Depo Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması .....	42
9.1.1.2 Kumaş Depo Ünitesindeki Girdiler .....	43
9.1.1.3 Kumaş Depo Ünitesindeki Çıktılar .....	43
9.1.2 Kesim Ünitesi .....	43
9.1.2.1 Kesim Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması .....	44
9.1.2.2 Kesim Ünitesindeki Girdiler.....	44
9.1.2.3 Kesim Ünitesindeki Çıktılar .....	44

9.1.3 Ürün Montaj Ünitesi.....	45
9.1.3.1 Ürün Montaj Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması .....	45
9.1.3.2 Ürün Montaj Ünitesindeki Girdiler .....	46
9.1.3.3 Ürün Montaj Ünitesindeki Çıktılar.....	46
9.1.4 Yıkama Ünitesi.....	46
9.1.4.1 Yıkama Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması .....	47
9.1.4.2 Yıkama Ünitesindeki Girdiler .....	47
9.1.4.3 Yıkama Ünitesindeki Çıktılar.....	47
9.1.5 Kurutma Ünitesi .....	47
9.1.5.1 Kurutma Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması.....	48
9.1.5.2 Kurutma Ünitesindeki Girdiler.....	48
9.1.5.3 Kurutma Ünitesindeki Çıktılar .....	48
9.1.6 Kalite Kontrol Ünitesi .....	49
9.1.6.1 Kalite Kontrol Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması.....	49
9.1.6.2 Kalite Kontrol Ünitesindeki Girdiler.....	49
9.1.6.3 Kalite Kontrol Ünitesindeki Çıktılar .....	49
9.1.7 Efekt Ünitesi.....	50
9.1.7.1 Efekt Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması .....	50
9.1.7.2 Efekt Ünitesindeki Girdiler .....	50
9.1.7.3 Efekt Ünitesindeki Çıktılar.....	50
9.1.8 Paket Ünitesi.....	51
9.1.8.1 Paket Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması .....	51
9.1.8.2 Paket Ünitesindeki Girdiler .....	51
9.1.8.3 Paket Ünitesindeki Çıktılar.....	52
9.1.9 Sevk Ünitesi.....	52
9.1.9.1 Sevk Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması.....	52
9.1.9.2 Sevk Ünitesindeki Girdiler .....	52
9.1.9.3 Sevk Ünitesindeki Çıktılar.....	53
<b>9.2 İNCELENEN ENDÜSTRİ TESİSİNİN TEMİZ ÜRETİM AMAÇLARI .....</b>	<b>53</b>
9.2.1 Enerji ve Su Kaynaklarının Verimli Kullanımı .....	53
9.2.2 Uygulanacak Temiz Üretim Hedefleri,Maliyetleri ve Beklenen Faydalar.....	54
<b>10. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>64</b>
<b>11. KAYNAKLAR.....</b>	<b>66</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.2. Temiz üretim denklemi.....	6
Çizelge 1.3. Temiz üretim stratejileri.....	7
Çizelge 3.1. Dikilmiş mamullerin ağartılması için uygun ağartma maddeleri.....	21
Çizelge 3.2. Ağartıcı maddelerinin özellikleri.....	22
Çizelge 4.1. Ozonun ve diğer dezenfektanların oksitleme güçleri.....	26
Çizelge 7.1. Seçilen endüstri tesislerinin tanımlaması.....	32
Çizelge 7.2. Tekstil sektöründe entegre kirlilik önleme ve kontrolü tebliğinde bahsi geçen proseslerin endüstri tesisiyle karşılaştırılması.....	33
Çizelge 8.1. Lazer ve ozon teknolojisi ile tasarruf edilen parametre ve yıl bazındaki tasarruf miktarı.....	37
Çizelge 9.1. Kumaş depo ünitesi iş akım şeması.....	41
Çizelge 9.2. Kesim ünitesi iş akım şeması.....	43
Çizelge 9.3. Ürün montaj ünitesi iş akım şeması.....	44
Çizelge 9.4. Yıkama ünitesi iş akım şeması.....	45
Çizelge 9.5. Kurutma ünitesi iş akım şeması.....	47
Çizelge 9.6. Kalite kontrol ünitesi iş akım şeması.....	48
Çizelge 9.7. Efekt ünitesi iş akım şeması.....	49
Çizelge 9.8. Paket ünitesi iş akım şeması.....	50
Çizelge 9.9: Sevk ünitesi iş akım şeması.....	51



## ŞEKİL DİZİNİ

## Sayfa

Şekil 4.1. Ozonun indigo ile reaksiyonu.....	28
Şekil 7.2. Lazer makinesi.....	34
Şekil 7.3. Ozon gazının oluşum mekanizması.....	35
Şekil 7.4. Ozon makinesi.....	36
Şekil 7.5. Ozon gazının yıkama makinesine entegre edilmesi ve ürünün ağartılması.....	36

## **KISALTMALAR DİZİNİ**

BREF	: MET Referans Dökümanı
IPPC	: Integrated Pollution Prevention and Control
MET	: Mevcut En İyi Teknikler
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan deęerli danıőman hocam Sayın Doç.Dr.Fatma Fűsun UYSAL'a, Yoęun çalıőmalarım sűresince manevi desteęini benden esirgemeyen, mesleki ve teknik tecrűbesi ile yoluma ıőık tutan sevgili eőim Recep ÖZTÜRK'e, Bu sűre içindeki en bűyűk moral ve motivasyon kaynaęım canım oęlum Gűktűrk Doruk ÖZTÜRK'e sonsuz teőekkűrlerimi sunarım.



## 1. GİRİŞ

Özel sektörün karlılık, verimlilik, rekabet edebilirlik ve büyüme hedefleri ile devletin sosyo-ekonomik kalkınma, büyüme, verimlilik ve stratejik planlamaya uyum hedefleri göz önünde tutulduğunda çevre konusu ekonominin her iki kesimi için de özellikle sürdürülebilirlik ve büyüme paydasında ayrılmaz bir bütün konumundadır (Tütüncü, 2012). Gelişen sanayileşme, nüfus artışı ve doğal kaynakların geri kazandırılmayacak miktarda tüketilmesi çevrenin günden güne daha da kirlenmesine sebebiyet vermektedir. Bu sadece ülkemizde değil tüm dünyada yaşanan bir sorundur. Günümüzde küresel ısınma ile birlikte iklim farklılıkları meydana gelmeye başlamıştır. Bunun sonucunda canlı türleri de günden güne tükenmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı Teknolojisi, Endüstri ve Ekonomi Bölümü 1989'da Temiz Üretim Programı'nı başlatarak konu üzerinde bir bilinç yaratılması, kurumsal yapının oluşturulması ve faydalarının gösterilerek, sürdürülebilir kalkınma çabalarının yaygınlaştırılmasına yönelik ilk önemli adımı atmıştır. O günden bu yana pek çok ülke, kurum, kuruluş tarafından benimsenen "temiz üretim" kavramı küresel bir nitelik kazanmıştır ( UNEP, 2002). Örneğin, 1992 yılında yapılan Rio Zirvesinde "sürdürülebilir kalkınma kavramını hayata geçirmek için önemli bir strateji" olarak bahsi geçen temiz üretim kavramına Gündem 21 Programı'nda pek çok gönderme yapılmıştır (UNEP, 2002).

Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın tanımına göre Temiz Üretim; üretim süreçlerine, ürünlere ve hizmetlere toplam etkinliği arttırmak ve insanlara, çevreye yönelik riskleri azaltmak amacıyla uygulanan entegre bir önleyici çevresel stratejinin sürekli olarak uygulanmasıdır (TTGV, 2011). Tekstil endüstrisinde temiz üretimin temel amacı; hammaddelerin kullanımının % 100'e yükseltilmesini ve daha da ötesinde, doğrudan arıtıma yollanan yardımcı kimyasalların ve atıkların geri-dönüşümünü/yeniden-kullanımını sağlamaktır. Başka bir deyişle Temiz Üretim; (Kirlilik Önleme) kirliliği oluşmadan önlemeyi/azaltmayı hedefleyen bir yöntemdir. Kirlilik Önleme hem ekonomik kazanç sağlayan, hem de çevreye daha az zarar vererek varlıklarını ve hizmetlerini sürdürmelerini temin eden bir anlayış, bir görüş, bir stratejidir. Bu stratejinin başarılı olması için pek çok araçtan yararlanmak mümkün ve gereklidir. Bu araçlardan bir kaç tanesi çevre yönetim sistemleri, hayat boyu değerlendirme, çevresel muhasebe, çevre performans göstergeleri, çevresel tasarım, çevresel iletişim ve raporlama, eko-verimlilik, çevresel vergiler, çevresel etiketleme, ve çevresel denetleme olarak verilebilir (Şahintürk, 2010).

Denim Kumaştan Dış Giyim İmalatı faaliyeti yapan Tekstil işletmesinde 14.12.2011 tarihli ve 28142 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren ve 10.03.2015 tarihinde

revize edilen Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği kapsamında inceleme yapılacaktır. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği gereğince; 1. Madde 2.bendinde Kurulu kapasitesi 10 ton/gün üzerinde olan yıkama, ağartma, merserizasyon, haşillama, baskı, haşıl sökme ve benzeri ön işlem, boyama ve son işlemlerinin gerçekleştirildiği tekstil tesisleri bu Tebliğ hükümlerine tabidir ibaresi yer almaktadır.

Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliğine göre;

Temiz üretim: Bütünsel önleyici bir çevre stratejisinin ürün, hizmet ve üretim süreçlerine sürekli olarak uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılmasını ifade etmektedir. Ayrıca tebliğde Mevcut en iyi teknikler (MET) tabirine de sıkça yer verilmekte olup; mevcut en iyi teknikler (MET); kirliliğin ve bütün olarak çevre üzerindeki etkilerin önlenmesi, bunun mümkün olmadığı yerlerde de en aza indirilmesi amacıyla tasarlanmış emisyon/deşarj sınır değerlerine prensipte temel sağlamak üzere belirli tekniklerin uygulanabilirliğini gösteren, faaliyetlerin ve işletim yöntemlerinin geliştirilmesi sırasındaki etkin ve ileri aşama olarak tanımlanmaktadır. Yine bu tebliğe göre temiz üretim planı ise; tesislerin her beş yılda bir hazırlayacakları; uygulamak zorunda oldukları MET uygulamalarını ve uygulamaya karar verdikleri MET'leri, temiz üretim hedeflerini ve ayrıca ana performans göstergeleri cinsinden hedeflerini uygulama takvimi ve benzeri araçlar ile birlikte beyan ettikleri, tebliğin eklerinden EK-4'te verilen format çerçevesinde hazırlanması gereken plan dokümanını ifade etmektedir. (Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği 2011,2015).

## **1.1 Temiz Üretim**

Temiz üretim kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “toplam etkinliği artırmak, insan ve çevre üzerindeki riskleri azaltmak için entegre ve önleyici bir çevre stratejisinin proseslere, ürünlere ve hizmetlere sürekli olarak uygulanması” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu kavram ilk olarak Birleşmiş Milletler Çevre Programı Endüstri ve Çevre Bölümü tarafından 1989 yılında kullanılmaya başlanmıştır.

1992'de benimsenen Gündem 21; ulusal, bölgesel ve yerel faaliyetleri içeren, kalkınma ve çevre arasında denge kurulmasını hedefleyen “sürdürülebilir kalkınma” kavramının yaşama

geçirilmesine yönelik küresel uzlaşmanın ve politik taahhütlerin en üst düzeydeki ifadesi olan bir eylem planıdır. Gündem 21, Haziran 1992’de Rio de Janeiro’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda 178 ülke tarafından kabul edilmiştir. Gündem 21’de sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi için belirlenen gerekler arasında “temiz üretim” de yer almaktadır. Günümüzde temiz üretim ile aynı kapsamda kullanılmakta olan “eko-verimlilik” de, ekonomik ve ekolojik verimliliğin bileşimi olarak açıklanmakta ve temel olarak; “daha azla daha fazla” olarak tanımlanmaktadır. Ürün geliştirmeye ilişkin sağduyulu yaklaşım ve iyi bir iş uygulaması anlamını taşıyan ekoverimlilik, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma ve İş Konseyi’ne (WBCSD) göre, daha az etkiyle daha çok değer yaratma, paralel ekonomik ve çevresel verimliliklerdir. Temiz üretim/eko-verimlilik, geleneksel kirlilik kontrolü yöntemlerinin aksine atık oluşumunu kaynağında önleyerek/ azaltarak üretimden kaynaklanan çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlar (TTGV, 2011). Temiz üretim yaklaşımının kirlilik kontrolü yaklaşımlarından temel farklılıkları karşılaştırmalı olarak Çizelge 1.1’de verilmiştir (Demirer, 2003).

**Çizelge 1.1.** Temiz Üretim Yaklaşımının Kirlilik Kontrolü Yaklaşımından Temel Yaklaşımından Temel Farklılıkları

<b>Kirlilik Kontrolü Yaklaşımları</b>	<b>Temiz Üretim Yaklaşımları</b>
Kirlleticiler filtreler ve atık arıtım teknik ve teknolojileriyle kontrol edilir; yani problemin kendisi değil, sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklar giderilmeye çalışılır.	Kirliticilerin oluşumu, kaynağında ve bütünsel (entegre) tedbirlerle önlenir.
Kirlilik kontrolü, proses ve ürünler geliştirildikten ve kirlilik problemi ortaya çıktıktan sonra gündeme gelen uygulamalardır.	Kirliliğin önlenmesi, proses ve ürün geliştirme sürecinin ayrılmaz bir bölümüdür, dolayısıyla daha etkilidir.
Kirliliğin kontrolü ile gerçekleştirilen çevresel iyileştirmeler, kuruluşlarca ilave bir maliyet faktörü olarak görülür.	Kirliticiler ve atıklar, zararsız hale getirilerek faydalı ürün ya da yan ürünlere dönüştürülebilecek potansiyel kaynaklar olarak görülür
Kirlilik kontrolü teknolojilerinin uygulanması, atık yöneticileri vb. çevre uzmanlarının görevidir.	Çevresel iyileştirmelerin ve temiz üretim gereklerinin yerine getirilmesi, tasarım ve proses mühendisleri de dahil olmak üzere kuruluşun tüm çalışanlarının sorumluluğundadır.
Çevresel iyileştirmeler, çeşitli teknik ve teknolojilerin uygulanmasını gerektirir.	Çevresel iyileştirmeler sadece teknik değil, aynı zamanda teknik olmayan yaklaşımları da içerir.
Çevresel iyileştirme önlemleri, otoritelerce konulmuş bir seri standarda uyum sağlamak	Temiz üretim, sürekli olarak daha iyi çevre standartlarına ulaşmayı hedefleyen devamlı

üzere alınır.	bir süreçtir.
Kalite, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verme olarak tanımlanır.	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 temiz üretim yaklaşımının maliyeti başlangıçta yüksek olabilir, ancak uzun vadedeki uygulama, işletme ve bakım maliyetleri toplamı daha düşük olmaktadır; çünkü temiz üretim uygulamaları sonucunda hammadde, su ve enerji gibi girdilerin tüketimi azalmaktadır

Temiz üretim/eko-verimlilik yaklaşımı, çevresel fayda yanında ekonomik getirileri de olan bir üretim stratejisidir.

Temiz üretim/eko-verimlilik;

- Hammadde ve enerjiyi daha az kullanmayı,
- Yeniden kullanım ve geri dönüşümü artırmayı,
- Daha az atık oluşturmayı,
- Tehlikeli atık miktarını azaltmayı amaçlayan çevreye duyarlı bir atık yönetimi yaklaşımıdır.

Temiz üretim/eko-verimlilik yaklaşımı, çevresel etkileri en aza indirmenin yanında verimlilik artışı sağlamayı da amaçlamaktadır. Temiz üretim ve eko-verimlilik ile aynı paralelde kullanılan kirlilik önleme yaklaşımı da, boru sonu atık arıtımı yöntemleriyle kıyaslandığında önleyici bir yaklaşım sağlayarak, işletme verimliliğinin artmasında ve çevre kirliliğinin önlenmesinde önemli bir rol oynar. Atığı oluşturduktan sonra kontrol etmek yerine, kaynağında önlemeyi/azaltmayı amaçlar. Temiz üretim, eko-verimlilik, atık minimizasyonu, kirlilik önleme, yeşil verimlilik kavramları çeşitli kurum, kuruluş ve kişilerce aynı anlamda kullanılan ifadeler olarak literatürde yer almaktadırlar (TTGV,2011).

## 1.2 Temiz Üretimin Faydaları

Temiz üretim uygulamaları, gerek sanayiciye olan maliyeti düşürmek, gerekse çevreye duyarlı üretim yapılmasını sağlamak suretiyle üretim süreçlerinin verimliliğini artırarak çok taraflı kazanç sağlayan bir stratejidir (Özbay, 2005). Temiz üretim, malzeme, enerji ve su tüketimlerinin seviyelerinden bağımsız olmak üzere, küçük ve büyük bütün işletmeler için



uygulanabilir. Yapılan gözlemler, bu yaklaşımın yüksek maliyetli yatırımlar yapmadan ortalama %10-15 seviyelerinde bir kaynak azatılım potansiyeli sunduğunu göstermektedir (VNCPC, 2000). Temiz Üretim uygulamalarından elde edilen kazanımlar ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutlarda incelenebilir (REC, 2011).

**Çevresel Kazanımlar:** Temiz üretim uygulamaları kapsamında doğal kaynakların daha verimli ve etkin kullanılması, atıkların en aza indirgenmesi ve toksik içeriğinin azaltılmasını sağlayacak ve böylece insan ve çevreye olan zararlı etki en aza indirgenecektir. Temiz üretim stratejilerini geliştirerek uygulayan bir kuruluş yalnızca bugünkü yönetmeliklerle uyumlu olma yönünde avantajlı olmayacak, beraberinde geleceğin değişen yönetmelik uygulamalarına karşı da önceden hazırlıklı duruma gelecektir.

**Ekonomik Kazanımlar:** Temiz üretim stratejisinin sağlanması ile sağlanan asıl fayda verimli kaynak kullanımınıdır.

Kaynağında azatılım ve geri dönüşüm/tekrar kullanımı arttırmak, hammadde/su/enerji gibi üretim girdilerinin ve oluşan atık miktarının azaltılmasını sağlayarak doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunulur. Hammadde, enerji ve suyun etkin olarak kullanılması üretim maliyetinin azalmasını sağlar ve doğrudan kuruluşun karlılığını artırır.

Atığın alıcı ortama deşarj öncesi arıtılma zorunluluğu, alıcı ortam deşarj standartlarının yönetmelikler gereği sürekli olarak düşürülmesi ve bununla beraber arıtım maliyetinin sürekli artması kuruluş için finansal bir yükür. Temiz üretim stratejilerini benimseyen bir kuruluşun oluşturduğu atık miktarı azalır. Buna bağılı olarak enerji ve kimyasal kullanımı, insan gücü tahsisi, alan ihtiyacı ve bertaraf etme maliyetleri düşer.

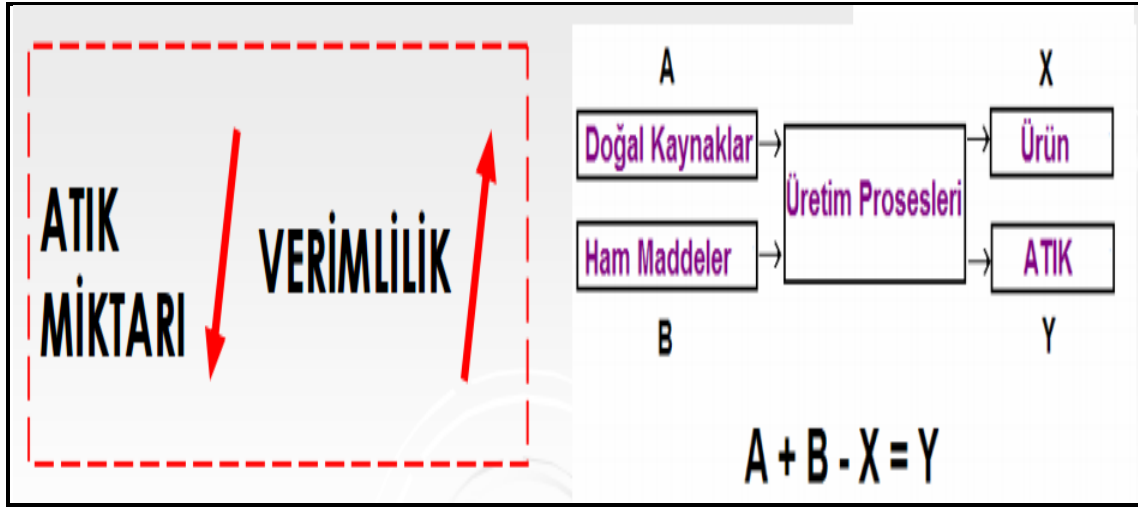
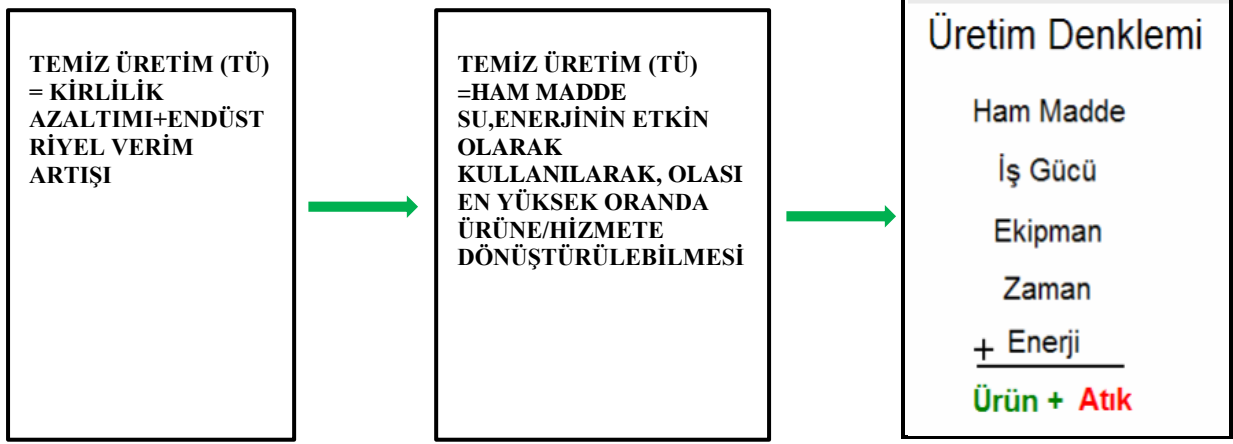
Temiz üretim uygulamaları ile boru sonu çözümlere ait düzenlemelere daha pratik ve daha az maliyetle uyulabilir. Kanun ve yönetmelikler çerçevesinde belirlenen izin ve yetki belgeleri daha kolay alınabilir. Temiz üretim yatırımlarının ilk yatırım maliyeti arıtma tesisleriyle aynı olsa bile arıtma tesislerinin işletme maliyetleri nedeniyle toplam maliyeti daha yüksek olacaktır (UNEP ve Danish EPA, 2000).

**Sosyal Kazanımlar:** Çevresel kriterleri içeren her türlü strateji firmaların imajı açısından olumlu bir etki yaratarak rekabet şansını ve pazar payını artırır. Ekonomik ve çevresel eğilimlere göre kirlilik önlemenin, kirlilik kontrolüne kıyasla yükselen bir çizgiye sahip olmasına rağmen; temiz üretim kadar kirlilik kontrolü yaklaşımı da firma imajı ve pazarlama unsurları açısından olumlu bir etki getirmektedir. Ancak temiz üretim, sağlık ve güvenlik risklerinin azaltılması ve çalışanlara motivasyon sağlanması açısından çok daha etkin bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (CP/RAC, 2000)

Ülkemizde bir tekstil sektöründe yapılan çalışmada 348.820 ABD Doları yatırımla proses yeniden şekillendirilerek bazı yıkama basamakları kaldırılmış, verimsiz olan hammaddeler değiştirilmiş ve ısı verimliliği artıran ekipmanlar yerleştirilmiştir. Bu uygulamaları sonucunda yılda 629.020 ABD Doları tasarruf edilmekte olup, yapılan yatırım 1,25 yılda geri kazanılmıştır. Böylece su, enerji ve kimyasal tüketimi azaltılarak hava kirliliği azaltılmıştır (Geveci, 1999). Beijing/Çin’de boyama, baskı ve apre üzerine faaliyet gösteren bir boyahane su, kimyasal ve enerji sarfiyatları azaltma olasılıklarını temiz üretim kapsamında yer alan tasarruf uygulamalarını dikkate alarak değerlendirdi. Yeniden boyama makinesi ile su ve enerji sarfiyatında % 50 kazanç sağlarken, kimyasal tüketimi %30 azaldı. İlk 10 yatırım maliyeti 1.093.205 RMB olan yeni boyama makinesi ile tesisin boya, yardımcı kimyasallar, enerji, su ve atıksu arıtım maliyetlerinden yıllık 436.297 RMB tasarruf etmesi sağlandı. Böylelikle yenilenen makine üç yıldan kısa bir süre içerisinde kendini amorti etmiş oldu (REC, 2011).

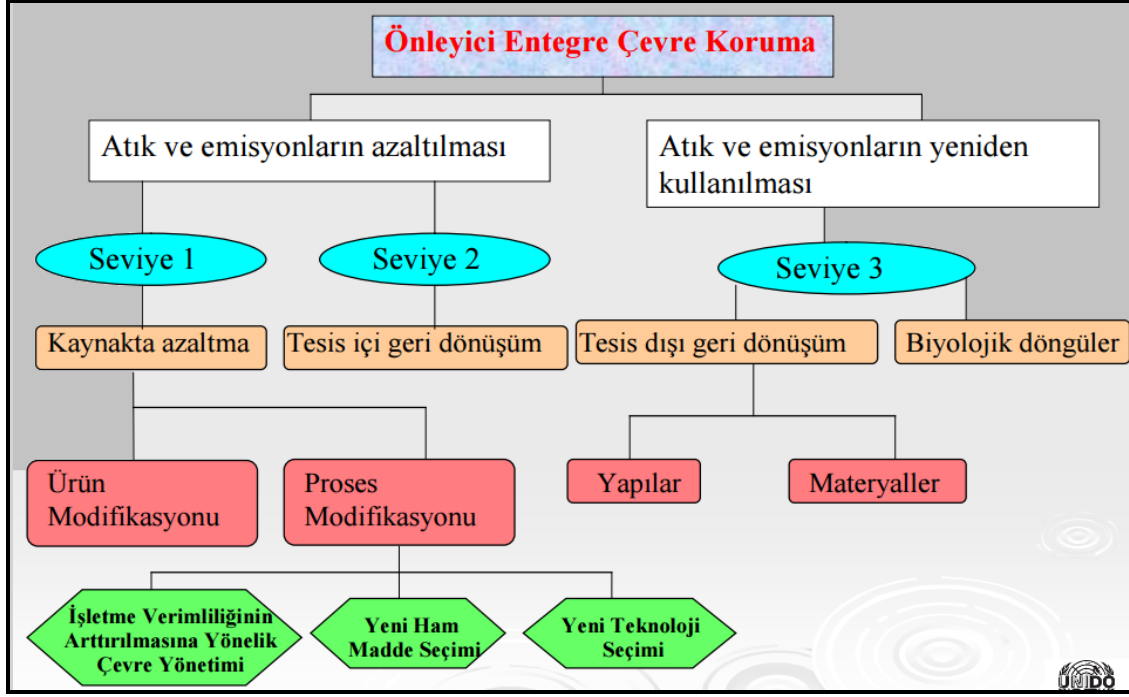
Tekstil sektöründeki başka bir uygulamada ise sadece 820 ABD Doları yatırımla proseslerin çalışma zamanının, yönetiminin ayarlanması ve atıksuların geri kazanımı ile su, enerji ve kimyasal kullanımının azaltılabileceği belirlenmiştir. Bu uygulamayla 13.110 ABD Doları tasarruf edilmiştir. Yine benzer bir uygulamada suyun tekrar kullanımı için yapılacak bir depo (16,250 Dolar) ve çalışma yönteminin değiştirilmesiyle yılda 47.340 ABD Doları kazanç sağlanmıştır (Geveci, 1999). Temiz üretim çevre koruma-ekonomik büyüme, işyeri güvenliği-üretkenlik, tüketici güvenliği-uluslararası pazarda rekabet gibi çelişkileri azaltmaktadır. Temiz üretim esasen herkes için fayda sağlayan bir yöntemdir. Temiz üretim bir taraftan çevreyi, tüketiciyi ve işçiyi korurken diğer taraftan işletmenin verimliliğini, karlılığını ve rekabet gücünü artırır (UNEP ve Danish EPA, 2000). Temiz üretim ile birlikte atık miktarının azaltılması ile birlikte verimliliğin artmasının hedeflenmesi Çizelge 1.2 de anlatılmıştır (Demirer, 2010).

### **Çizelge 1.2. Temiz Üretim Denklemi**



Çizelge 1.3.'de temiz üretimin önleyici entegre çevre koruma politikası için izlediği stratejilerden bahsedilmektedir (Demirer, 2010).

Çizelge 1.3. Temiz Üretim Stratejileri



### 1.3 Türkiye’de Temiz Üretim Konusunda Çalışma Yürüten Kurum ve Kuruluşlar

Ülkemizde temiz üretim konusunda çalışma yürüten bazı kurum ve kuruluşlar yer almaktadır (www.temizuretim.gov.tr, 2017).

1. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
2. Orta Doğu Teknik Üniversitesi
3. Boğaziçi Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi
4. İstanbul Teknik Üniversitesi
5. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
6. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme idaresi Başkanlığı TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nin
7. İzmir Kalkınma Ajansı
8. Bölgesel Çevre Merkezi
9. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği
10. Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliği Çevre Mühendisleri Odası

#### **1.4 Türkiye’de Temiz Üretim Konusundaki Mevcut Teşvikler/Destekler**

Ülkemizde temiz üretim konusundaki mevcut teşvik ve destekler aşağıdaki gibidir ([www.temizuretim.gov.tr](http://www.temizuretim.gov.tr), 2017).

##### **1. Elektrik Motoru ve Sistemlerinin İyileştirilmesi Finansman Programı**

TURSEFF-2 kredi programı kapsamında "Çevre Bankacılığı TURSEFF-2 Elektrik Motoru ve Sistemlerinin Değişimi / Satın Alımı Kredi Programı" Vakıfbank tarafından 23 Şubat 2016 tarihinde devreye alınmıştır.

##### **2. Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı 2015 Yılı Doğrudan Faaliyet Desteği**

Orta karadeniz kalkınma ajansı tarafından yürütülen programın amacı; TR83 bölgesinde ekonomik ve sosyal kalkınma açısından mevcut potansiyellerin belirlenmesi, gelişim stratejilerinin ortaya konulmasına yönelik tedbirleri ve araştırma/planlama faaliyetleri ile bölgenin yatırım ortamının iyileştirilmesine katkı sağlayacak stratejik eylem ve faaliyetlerin desteklenmesi amaçlanmaktadır.

##### **3. Trakya Kalkınma Ajansı 2015 Yılı İktisadi Kalkınma Üreterek Gelişen Trakya Mali Destek Programı**

Trakya kalkınma ajansı tarafından yürütülen programın amacı; yenilikçi, yüksek katma değerli ve ihtisaslaşmış hizmet/üretim süreçleri ile sürdürülebilir ve dengeli gelişiminin sağlanmasıdır.

##### **4. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı 2015 Yılı KOBİ Mali Destek Programı**

Batı karadeniz kalkınma ajansı tarafından yürütülen programın genel amacı; TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın) Düzey 2 Bölgesi'nde turizm ve imalata dayalı sektörlerde faaliyet gösteren KOBİ'lerin, üretim, hizmet, pazarlama kalite ve kapasitelerinin geliştirilmesidir.

##### **5. Çevre Teknolojileri Desteği**

Desteğin temel amacı, eko-verimlilik (temiz üretim) anlayışı çerçevesinde üretim süreçlerinde asgari enerji, su, hammadde tüketimi ve atık üretimi için teknolojik yenilik içeren, sanayide uygulanabilir ve ekonomik değeri olan temiz üretim teknolojilerinin uygulanmasına yönelik uygulama projelerinin teşvik edilmesi ve desteklenmesidir.

## **6. Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansmanı Desteği**

Enerji verimlilik ya da yenilenebilir enerji projelerine yatırım yapmak isteyen endüstriyel firmalar, ticari girişimciler ve özel konut sahiplerine yönelik kredi fırsatıdır. Kredi, EBRD tarafından geliştirilmiş olup krediler ortak bankalar yoluyla dağıtılır.

## **7. KOSGEB Destekleri**

Desteklerinin amacı; KOBİ'lerin kendi işletmelerini geliştirmeleri ve Meslek Kuruluşları tarafından küçük ve orta ölçekli işletmelerin geliştirilmesi amacıyla daha fazla proje hazırlamalarının teşvik edilmesi, makro strateji dokümanlarında işaret edilen öncelikler dikkate alınarak belirlenen tematik alanlarda bölgesel ve sektörel ihtiyaçların karşılanması, KOBİ'lerin uluslararası mevzuat ve önceliklere uyumunun sağlanmasıdır.

## **8. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Verimlilik Arttırıcı Proje Destekleri**

Yenilenebilir enerji genel müdürlüğü tarafından yürütülen proje destekleri ile işletmelerin enerji verimliliğine yönelik olarak işletmelerinde uygulayacakları projelerin desteklenmesi öngörülmektedir.

## **9. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı 2015 Yılı Temiz Üretim Mali Destek Programı**

Doğu marmara kalkınma ajansı tarafından yürütülen bu programın genel amacı; 'KOBİ tanımını sağlayan mevcut ve yeni girişimlerin, kar amacı güden kooperatiflerin üretim süreçlerinin gözden geçirilerek çevresel sürdürülebilirliğin artırılması ve bu doğrultuda TR42 Düzey 2 Bölgesi'nin ulusal ve uluslararası düzeyde rekabet gücünün artırılmasıdır.

## **10. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı 2015 Yılı Yenilenebilir Enerji Ve Sürdürülebilir Rekabet Mali Destek Programı**

Oran kalkınma ajansı tarafından yürütülen programın genel amacı; "TR72 Bölgesi'nde yenilenebilir enerji potansiyelinin değerlendirilmesi ve sanayide düşük verimli motor sistemlerinin dönüşümü ile enerjinin verimli kullanılması, atık yönetim sistemleri kullanılarak çevre kirliliğinin azaltılması yoluyla bölgesel rekabet edebilirliğe katkı sağlanması ve Sivas-Yozgat illerinde üretim kapasitesi ile verimliliğin artırılması yoluyla bölge içi gelişmişlik farklarının azaltılması" dır.

### **1.5 Mevcut En İyi Teknikler (MET)**

Endüstriyel emisyonlar direktifinde ve entegre çevre izinleri konulu yönetmeliğin 3 sayılı Maddesinde tanımlanmış olup, esas itibariyle, maliyet ve faydaları göz önünde bulundurulduğunda, çevrenin yüksek düzeyde korunmasına yönelik en etkili tekniklerdir. MET'lerin, yalnızca bir işletme içerisinde kullanılan teknolojiyi ifade etmediği, bunun yanı sıra işletmenin tasarlanma, kurulma, işletme ve bakım şekline de atıfta bulunduğunun altının çizilmesi gerekmektedir. Bazı MET'ler, sağduyudan kaynaklanan basit sonuçlar olup, herhangi bir yatırım gerektirmemektedir. Uygulamada, verilen bir tekniğin MET olarak düşünülebilmesi için, aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır:

Eğer söz konusu teknik herhangi bir MET referans dokümanında (BREF) MET olarak anılıyorsa o zaman MET'tir.

Eğer herhangi bir MET referans dokümanında (BREF'ler) MET olarak anılmıyorsa, söz konusu teknik Entegre Çevre İzni yönetmeliğinin Ek III listesinde yer alan kriterler göz önünde bulundurulurken MET olup olmadığına bakılmalıdır (Çavuşoğlu, 2015)

Bu kriterler şunlardır:

1. Düşük atık oluşumuna neden olan teknolojilerin kullanımı,
2. Daha az tehlikeli maddelerin kullanımı,
3. Proseste kullanılan ve üretilen maddelerin ve uygun olduğu durumlarda atık maddelerin geri kazanımını ve geri dönüşümünün geliştirilmesi,
4. Endüstriyel ölçekte başarıyla denenmiş benzer proses, tesis veya işletme yöntemleri,
5. Bilimsel bilgi ve anlayıştaki teknolojik ilerleme ve değişiklikler,
6. İlgili emisyonların doğası, etkileri ve hacmi,
7. Yeni kurulacak veya mevcut tesislerin faaliyete geçme tarihleri,
8. Mevcut en iyi tekniklerin uygulamaya konulması için gerekli süre,

9. Proseste kullanılan hammaddelerin (su dâhil) niteliği, tüketimi ile enerjiverimliliği,
10. Emisyonların çevre üzerindeki genel etkisini ve riskleri önleme veya en aza indirme gerekliliği,
11. Kazaları önleme ve çevre açısından yaratacağı sonuçları minimuma indirme gerekliliği,
12. Uluslararası kamu kuruluşları tarafından yayınlanmış bilgiler (Vázquez ve ark. ,2012)

## **1.6 MET Referans Dokümanı (BREF)**

BREF, Avrupa komisyonu tarafından kabul edilen bir MET referans dokümanıdır. BREF'ler endüstri uzmanları, üye ve aday ülke yetkilileri, araştırma enstitüleri ve sivil toplum kuruluşlarından oluşan teknik çalışma grupları arasındaki bilgi alışverişine dayanmaktadır. Bu bilgi alışverişi, komisyonun Sevil'de bulunan Avrupa Entegre Kirliliği Önleme ve Koruma (IPPC) Bürosu tarafından koordine edilmektedir.

2006 yılında, Avrupa IPPC Bürosu 33 BREF'ten oluşan ilk BREF dizisini tamamlayarak kesinlik kazanan ilk dokümanları incelemeye sundu. Her bir BREF, 100 kadar uzmanı kapsayan iki ya da üç yıllık bir sürecin ürünü niteliğindedir. Genellikle, ilgili endüstriler, BREF'e karşılık gelen endüstri/sektör birliği aracılığıyla söz konusu süreçte katılımcı olarak yer alabilirler. Süreç hakkında detaylı bilgi için, söz konusu sürece ilişkin kuralları ortaya koyan 2012/119/EU sayılı AB Komisyonu Yürütme Kararı'nı inceleyebilirsiniz.

Bu kılavuzun hazırlandığı sırada adı geçen İnternet sitesinden erişilebilecek BREF dökümanları aşağıdakilerdir:

1. Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit İmalat Sanayi
2. Seramik Üretimi
3. Kimya sanayiinde atık suların ve atık gazların arıtılması ve yönetimi
4. Ekonomi ve Çapraz Medya Etkileri
5. Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar
6. Enerji Verimliliği



7. Demirli Metaller İşleme Sanayi
8. Gıda, İçecek ve Süt Endüstrisi
9. Genel İzleme Prensipleri (BREF değil, ancak söz konusu İnternet sitesine dahil edilmiş bir ek kılavuz)
10. Endüstriyel Soğutma Sistemleri
11. Yoğun kümes hayvancılığı ve domuz yetiştiriciliği
12. Demir ve Çelik Üretimi
13. Büyük Yakma Tesisleri
14. Büyük Hacimli İnorganik Kimyasalların İmalatı - Amonyak, Asit ve Gübre Sanayii
15. Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar – Katılar ve Diğer Kimyasal Sektörü
16. Büyük Hacimli Organik Kimyasal Maddeler
17. Madencilik Faaliyetlerinde Artık ve Atık Kayaların Yönetimi
18. Cam Sanayii
19. Organik Özel Kimyasallar Üretimi
20. Demirli Olmayan Metal Sanayii
21. Klor-Alkali Üretim Sanayii
22. Polimerlerin Üretimi
23. Özel İnorganik Kimyasallar Üretimi
24. Kağıt Hamuru ve Kağıt Sanayii
25. Madeni Yağ ve Gaz Rafinerileri
26. Mezbahalar ve Hayvansal yan ürünleri endüstrileri
27. Demirhaneler ve Dökümhaneler
28. Metal ve Plastik Maddelerin Yüzey İşlemesi

29. Organik Solventlerin Kullanımı ile Yapılan Yüzey İşlemleri

30. Deri tabaklama sanayii

31. Tekstil endüstrisi

32. Atık Yakma

33. Atık Arıtma Sanayi

BREF'lerde, endüstriyel emisyonlar direktifi (entegre çevre izinleri konulu yönetmeliğin Ek I'ine karşılık gelen) kapsamına giren her bir faaliyete ilişkin olarak nelerin AB seviyesinde MET olarak kabul edildiğini tanımlanmaktadır. Bu şekilde de BREF'ler, bir endüstrinin çevresel performansını ve dolayısıyla da çevreyi genel anlamda iyileştirmeye ilişkin olarak teknik ve ekonomik açıdan yapılabilecek mevcut işlemlere yönelik bilgi verirler. BREF'ler belirli endüstriyel faaliyetlere ilişkin konularla kısıtlı da olabilirler (dikey' BREF'ler; "Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit İmalat Sanayileri" ya da "Seramik Üretim Sanayi" gibi); birçok farklı endüstriyel faaliyeti etkileyen sektörler arası konularla ilgili de olabilirler ('yatay' BREF'ler; "Ekonomi ve Çapraz-Medya Etkiler ya da "Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar" gibi).

Bir BREF, kirlilik önleme ve kontrol tekniklerine ilişkin bir ders kitabı değildir çünkü bu konuda geniş bir literatür bulunmaktadır. Bu nedenle de içeriği, MET'in belirlenmesini sağlamaya yönelik amaçlara ilişkin bilgilerle ve Endüstriyel Emisyonlar Direktifi kapsamına giren yeni geliştirilen teknikler ile sınırlıdır.

BREF'ler işletme operatörleri (Entegre Çevre İzni başvurusuna hazırlık esnasında), Yetkili Merci (izin yazan yetkililer ve politika oluşturucular) ve genel olarak kamu tarafından kullanılmaktadır (Vázquez ve ark , 2012).

14 Aralık 2011 tarih ve 28142 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği yürürlüğe girmiştir. 14.12.2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren ve 10.03.2015 tarihinde revize edilen Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği kapsamında; Denim Kumaştan Dış Giyim imalatı yapan Tekstil firmasındaki yürütülen faaliyetlerin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin inceleme yapılması amaçlanmaktadır.

Kurulu kapasitesi 10 ton/gün üzerinde olan yıkama, ağartma, mersevizasyon, haşıllama, baskı, haşıl sökme ve benzeri ön işlem, boyama ve son işlemlerinin gerçekleştirildiği tekstil tesisleri bu Tebliğ hükümlerine tabidir (Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği 2011,2015).

Bu çalışmada; Dünya’da ve Türkiye’deki temiz üretim teknolojileri ve uygulanabilirlikleri incelenmiştir. Bu kapsamda, tekstil işletmesinde uygulanan “Mevcut En İyi Teknikler (MET)” araştırılmıştır.

Tekstil işletmesinde bölgesel ağartma prosesinde kimyasal yerine lazer teknolojisinin kullanılması ile birlikte kimyasal ve su miktarında ne kadar iyileşme olduğu tespit edilerek ekonomik ve çevresel boyutu incelenmiştir. Ayrıca tesiste su ve kimyasal kullanmadan ozon teknolojisi ile yapılan ağartma teknolojisinin ekonomik ve çevresel boyutları araştırılmıştır.

## **2. KURAMSAL TEMELLER**

### **2.1. Tekstil Sektörü İçin Dünya’da Uygulanan MET Örnekleri**

Baral ve ark. (2002) tarafından Amerika Birleşik Devletleri’nde elektro-kaplama endüstrisinde yapılan bir temiz üretim çalışmasında EPA kurallarına tam anlamıyla uyum sağlandığı zaman krom emisyon salınımının 170 ton/yıl dan 2 ton/yıl seviyelerine kadar azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kupusovic ve ark. (2005) tarafından Bosna’da bir et kesim tesisinde yapılan temiz üretim çalışmasında hayvan kanının ayrı toplanması, ve sulama işleminin spreyleme yöntemi ile yapılması sonucunda BOİ oranında % 32, su kullanımında % 32 ve tuz tüketiminde % 40 azaltım sağlanarak yılda 669 Avro tasarruf sağlanmıştır.

Bardado ve ark. (2005) tarafından Portekiz’de bir kağıt fabrikasında yapılan temiz üretim çalışmasında hidrojen sülfat, metil merkaptan, dimetil merkaptan ve dimetil sülfat olarak bilinen kötü koku içeren emisyonların miktarları hesaplanarak bu gazlarda önemli ölçüde azaltım sağlanmıştır.

Tanapongipat ve ark. (2006) Bangkok’da bir tekstil firmasında gerçekleştirdikleri bir temiz üretim çalışmasında atıksuların tekrar kullanımı ile kimyasal madde ve su kullanımında önemli ölçüde azaltım sağlamışlardır.

Fresner ve ark. (2007) tarafından Avusturya’da bir Galvaniz fabrikasında yapılan çalışmada üretimde mevcut su ve kimyasal girdi ve çıktılarını kontrol altına alarak “0”

emisyon ile tesis işletilmeye çalışılmış, bu çalışma kapsamında asit temizleme banyolarında su kullanımında %50 ve asit sarfiyatında ise %40 azaltım sağlanmıştır.

Tang ve Mohanty (1996) bir tekstil fabrikasında yanma sonrası ısı geri kazanma sistemiyle birlikte elektrik ve termal (ısı) enerji üretimi kombinasyonunun en etkili olduğunu göstermişlerdir.

Abdel-dayem ve Mohamad (2001) tekstil endüstrisinde güneş enerjisini kullanmanın uygulanabilirliğini araştıran bir çalışma yürütmüşlerdir.

Palanichamy ve ark. (2001) bir tekstil firmasında enerji koruma projesi yürütmüşlerdir. Üretimle ilgili ve üretimi destekleyen tesislerde bir enerji denetlemesi sırasında saptanan problemler hakkında önlem alarak ciddi düzeyde enerji tasarruflarının sağlanabileceğini göstermişlerdir.

Hall (2002), Alabama'da üç tekstil tesisinde gerçek zamanlı otomasyonlu bir su yönetim sisteminin kurulmasıyla su, kanalizasyon, kimyasal madde ve elektrik maliyetlerinde tasarruf sağlandığını bildirmiştir.

Palanichamy ve Sundar (2005) kendi çalışmalarında, tekstil endüstrisinde ekipman operasyon değişiklikleri, yapısal modifikasyonların inşa edilmesi ve makine aksesuarlarında değişiklikler gibi risk önlemlerini benimseme deneyimlerini paylaşmışlardır. Ayrıca, enerjide azalmayı ve sera gazlarının hesaplanan yıllık azalmasını da göstermişlerdir.

Muneer ve ark. (2006) bir boyama fabrikasında lamelli tipte gömülü güneş su ısıtıcısının enerji tasarrufu açısından en uygun seçim olduğunu bildirmişlerdir.

Hong ve ark. (2010) bir enerji tasarruf planını uygulamaya koyan 303 tekstil firmasının yaptığı enerji tasarrufunun ciddi miktarda olduğunu ve üretimdeki tasarruflar ve üretim destek sistemleri aracılığıyla CO2 emisyonlarını azalttığını bildirmişlerdir. Bu tür sonuçlar, Tayvan hükümetinin uyguladığı enerji sisteminin, tekstil endüstrisindeki enerji kullanıcılarının enerjiyi koruma yolları bulmalarına yardımcı olduğunu düşünülmektedir.

## **2.2. Tekstil Sektörü İçin Türkiye'de Uygulanan MET Örnekleri**

Eren (1999) tarafından tekstil terbiyesinde temiz üretim yaklaşımı çerçevesinde boyama sonrası yıkamaları incelenmiştir. Boyama sonrası durulamalarda atık suyun geri kazanımı sağlanarak doğal kaynak kullanımında tasarrufa gidilebileceği yönünde çalışmalar

yapılmıştır.

Avşar (2001) tarafından SEKA kağıt fabrikasında temiz üretim fırsatlarının değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Odabaşı (2001) tarafından bir tekstil fabrikasında yapılan temiz üretim çalışmasında proses kontrolü, eğitim faaliyetleri ve atık kontrolü çalışmalarında birim yakıt tüketiminde %1,57, birim su tüketiminde %4,24 azaltım sağlanmıştır.

Gürbüz (2002) tarafından zeytinyağı endüstrisinde yapılan temiz üretim çalışmasında endüstride enerji üretimi ve ağır metal döngüsü üzerinde çalışmalar yapmış ve sonuç olarak atık oluşumunda %95, enerji kullanımında %9 ve su kullanımında %85 oranında azaltım sağlanmıştır.

Elmacı (2003) tarafından yün endüstrisinde temiz üretim yönteminin uygulanması incelenmiştir.

Kıran-Cılız (2003) tarafından bir tekstil fabrikasında yapılan temiz üretim çalışmasında su kullanımı ve enerji kullanımının kontrol altına alınması konusunda çalışılmıştır. Su kullanımının azaltılması ve rejenerasyon çalışmalarında asetik asit, deterjan, enerji ve su kullanımlarındaki azaltımlar sonucu 32.370 Dolar/yıl tasarruf sağlanmıştır.

Temiz üretim için su minimizasyonu ve enerji kazanımı konusunda yapılan çalışmalara örnek olarak; “Türk zeytinyağı endüstrisinde seçilmiş Kobi’ler için Proses değişiklikleri ile temiz üretim uygulamaları” verilebilir (Gürbüz ve ark. 2004),

Temiz üretim kavramı ile ilgili Türkiye ve Avrupa Birliği çevre mevzuatının karşılaştırmalı analizi” örnek olarak verilebilir (Ulutaş ve ark. 2011).

Türkiye’de temiz üretim için ulusal kapasite değerlendirmesi” verilebilir (Ulutaş ve ark. 2012).

Morina (2004) tarafından temiz üretim metodolojisinin süt endüstrisinde uygulanması çalışmaları yapılmıştır. Süt endüstrisinde servis suyunun yeniden kullanımının sağlanarak yeniden kullanım imkânları değerlendirilmiştir.

Öztürk (2004) enerjinin verimli kullanılması, kayıpların tanımlanması ve fabrikalarda bu tür kayıpların azaltılması için çeşitli enerji koruma önlemleri sunmuştur.

Özbay (2005) tarafından bir süt endüstrisinde temiz üretim fırsatları değerlendirilmiştir. Süt üretim fabrikalarında süt çamurlarının organik içeriğinin fazla

olmasından dolayı hayvanlara yem olarak verilmesi ya da yem fabrikalarına gönderilerek havyan yemi yapılması konusunda değerlendirmeler yapılarak atık minimizasyonu yöntemleri araştırılmıştır.

Boran (2008) tarafından şeker üretiminde temiz üretim yaklaşımının uygulanabilirliği ve çevresel etkileri incelenmiştir. Tunus ve Slovenya’da yapılan örnek çalışmalar incelenerek Türkiye’deki şeker fabrikaları için uygulanabilir temiz üretim fırsatları değerlendirilmiştir.

Öztürk ve ark. (2009) tarafından bir tekstil fabrikasında boyama bölümünde yapılan çalışmada kimyasal değiştirme yöntemi uygulanarak sülfür yerine kimyasal parçalanabilirliği daha yüksek bir kimyasal kullanılması sonucunda sucul yaşam için çok toksik olan sülfür derişiminde % 70 azalma sağlanmıştır.

Kocabaş ve ark. (2009) bir tekstil fabrikasında su kullanımının fazla olduğu bölgelerde oluşan yumuşatma ünitesinden gelen atıksuların ve ısıtmada ortaya çıkan atık ısının yeniden kullanımını amaçlayan çalışmalar sonucunda üretim için toplam su kullanımını %29 oranında, ısıtmada kullanılan enerji miktarı %9 oranında azaltılmıştır.

Pulat ve ark. (2009) bir tekstil fabrikasında atık ısı geri kazanım sisteminin sudan-suya kabuk ve tüplü ısı değiştiricisi ile birlikte uygulandığı bir durum çalışmasını açıklamışlardır.

Palamutçu (2010) pamuk tekstil işlemenin enerji tüketimini incelemiş ve birim tekstil başına düşen gerçek elektrik tüketiminin hesaplanan miktardan daha yüksek olduğunu belgelemiştir. Palamutçu ayrıca, tesis yöneticilerinin enerji yönetim uygulamaları ile ilgili bilgilerinin ve farkındalıklarının istenen düzeyde olmadığını da belirtmiştir.

### **2.3. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliğindeki Ağartma ile İlgili MET’ ler**

1. Hidrojen peroksit stabilizatörlerinin kullanımını en aza indiren veya biyolojik ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturucu maddelerin kullanıldığı teknikler ile hidrojen peroksit ağartmasının uygulanması,
2. Tek başına hidrojen peroksit ile ağartılamayan keten ve sak elyafın ağartılmasında sodyum klorit kullanılması, iki adımlı hidrojen peroksit-klor

dioksit ağartması tercih edilmesi (elementel klor içermeyen klor dioksit kullanılması sağlanmalıdır).

3. Sodyum hipoklorit kullanımının, sadece yüksek beyazlığın istendiği durumlar ve kırılğan ve depolimerizasyona uğrayabilen kumaşlarla sınırlı tutulmasıdır.
4. Ağartma işlemlerinde mümkün olan durumlarda daha düşük sıcaklıklarda aktive olan, daha düşük çevresel etki oluşturan yenilikçi kimyasalların(enzimlerle ağartma, ozonla ağartma gibi) kullanımınıdır (Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği 2011,2015).

### 3. DENİM KUMAŞLAR VE TARİHÇESİ

Rahat giyim konusunda büyüyen dünya pazarında blue jean kumaşı, günümüzde yaygın bir kullanıma sahiptir. Esas olarak blue jeanin kökeninde 15 yy. da İtalya'nın Genova ve Fransa'nın Rhone vadisindeki Nimes bölgesinde üretilen denim kumaş yatar. "Serge De Nimes" olarak ta anılan bu pamuklu kumaş yüzyıllar boyunca kullanımda olmuş, kendi içinde evrim geçirmiş ve zamanla ismi "denim" olmuştur (Dindar, D, Yavuz, B, 2001). Amerika da önce köylü ve işçilerin giydiği bir pantolon çeşidi olan denim ya da diğer yaygın adıyla blue jean II. Dünya savaşı içinde bütün dünyaya yayılmıştır.1950 yılında San Francisco' ya gelen buraya yerleşen Bavyeralı göçmen Levi Strauss beraberinde Nimes'ten gelen kumaş adı verilen bir kumaş getirdi. Bu kumaş daha sonraları Amerika'da denim olarak isimlendirildi. Levi Strauss, denim adı verilen bu kumaşı altın aramaya giden kişilere yük arabası tentesi ve çadır bezi olarak satabileceğini umuyordu. Bir gün genç bir madenci Strauss'a altın aradıkları arazide giymek için kolay eskitemeyecekleri, dayanıklı pantolonlara ihtiyaçları olduğunu, satmak için böyle bir pantolon getirirse alabileceklerini söyledi. Bunun üzerine Strauss denim kumaştan bir pantolon dikti ve bu pantolon madencilerin arasında yaygınlaştı. Ancak altınları ceplerine koymaları nedeniyle ceplerin yıpranma problemi söz konusuydu. Böylece ceplerin yıpranmasını önlemek için cep köşelerine metal perçin takıldı. Levi Strauss "blue jean" i Amerika'da o kadar popüler hale getirmiştir ki, Kuzey Carolina'nın Erwin Kasabası halkının tamamı "blue jean" giymeye başlamıştır. Bu kasaba 1976'da "blue jean'in kalbi" olması sıfatıyla bir madalya almıştır (Akçakoca, 1999).

### 3.1.Denim Mamüllerin Ağartılması

Denim kumaştan üretilen giysilerde; taş yıkama, enzim ile taş yıkama veya taş kullanılmadan sadece enzimle yapılan yıkamalar ile elde edilemeyen açık renkler, ağartma işlemleriyle elde edilmektedir.

Ağartma işlemi, denim ürünlerin yıkanmasında ürünün tamamına uygulanabildiği gibi bölgesel olarak da gerçekleştirilebilmektedir (Aslan, 2004).

Denim mamüllerin ağartılmasında kullanılan kimyasallar ve işlem koşulları özel şartlar gerektirmektedir. Hatalı boyamaların sökülmesinden farklı olarak, burada boya tamamen yok edilmemelidir. Amaç boyanın kısmen ve tekrarlanabilir şekilde aşındırılması veya renk tonunun açılmasıdır. Denim mamüllerin ağartılmasında yaygın olarak sodyum hipoklorit, potasyum permanganat, potasyum persülfat gibi çeşitli oksidatif ağartma maddeler kullanılmaktadır.

Bunun yanında glikoz, sülfirik asit gibi indirgen maddelerle de ağartma işlemi gerçekleştirilebilse de, etkili bir ağartma efekti eldesinin zor olması nedeniyle günümüzde pek fazla kullanılmamaktadır (Özdemir, 2006).

Dikilmiş mamüllerin yaş işlemlerinde kullanılacak ağartma maddelerinin sahip olması gereken özellikler aşağıda belirtilmektedir (Maier ve ark. 2004).

- Ekonomik işlem
- Kolay uygulanabilir
- Mevcut makinelerle kolay işlem
- Çevreyle dost
- Kolay bulunma
- Yeterli depolama ömrü
- Düşük oranda köpürme veya hiç köpürmeme
- Life çok az miktarda zarar vermesi veya hiç zarar vermemesi

Ağartma maddeleri ile ilgili özel şartlar:

- Tüm boya sınıfları için esnek olarak renk açma derecesi
- İstenen ağartma efekti için iyi tekrarlanabilirlik
- Kısa işlem süresi, mümkünse pahalı art işlem gerektirmemesi
- Tüm liflere ve karışımlara uygulanabilirlik
- İyi kontrast eldesi ve geri boyama olmaması



- Sarartma sorununun olmaması

Çizelge 3.1.'de denim kumaşın ağartılması için en çok kullanılan ağartıcılar bulunmaktadır. (Maier ve ark. 2004)

Çizelge 3.1. Dikilmiş mamullerin ağartılması için uygun ağartma maddeleri

Ürün	Kimyasal Formül	Uygulama şekli	Etkisi	Pazar payı(%)
Hipoklorit	NaOCl	%10-15'lik çözelti	oksidatif	>85
Persülfat	K <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	tuz / toz	oksidatif	<5
Permanganat	K/NaMnO <sub>4</sub>	Çözelti	oksidatif	<2
Enzimler- Oksidoredüktaz		Granül	oksidatif	<2
Ozon	O <sub>3</sub>	gaz, bazen çözelti içerisinde	oksidatif	Önemsiz
Perokso Bileşikleri	-O – O-	kararlı, tuzlar	oksidatif	Önemsiz
Glikoz	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	toz veya çözelti	redüktif	<5
Sülfirikasit	R-S(O)OH	erimiş tuzlar	redüktif	<1

Çizelge 3.2.de ağartıcı maddelerinin özellikleri belirtilmektedir. (Maier ve ark. 2004)

Çizelge 3.2. Ağartıcı maddelerinin özellikleri

	Hipoklorit	Persulfat	Permanganat	Enzimler	Ozon	Glukoz	Sülfinikasit
Makine şartları	++	+	+	+	--	0	0
İşlem süresi	+	-	-	0	0	0	0
İşlem maliyeti	++	0	0	--	--	-	+
Tekrarlanabilirlik	+	-	-	+	0	-	+
Lif zararı	-	-	0	++	-	+	++
Depolama dayanımı	-	+	+	-	++	++	+
Geriboyama	+	+	+	+	+	-	-
Ardışık	0	-	-	++	-	-	+
pH değeri	-	--	-	+	0	--	+
Sararma potansiyeli	-	-	--	0	-	-	-
Toksisite	-	-	-	+	--	+	+
AOX değeri	--	+	+	+	+	+	+
KOI değeri	+	+	+	+	+	--	+
Sülfat	+	--	+	+	+	+	--
Ağır metaller	+	+	-	+	+	+	+
++ çok iyi, + iyi, 0 orta, -zayıf, -- çok zayıf							

Denim mamullerin ağartma işlemi için en etkili yöntem, hipokloritle yapılan ağartma işlemidir. Fakat bu yöntemin, zarar verme riskinin bulunması gibi sakıncalı yönleri bulunmaktadır. Ekolojik olan ve mamule daha az zarar veren yöntemler olarak, glikozla ağartma, lakkaz enzimi ile ağartma ve sülfinik asit türevleriyle ağartma yöntemleri sayılabilmektedir. Fakat bu yöntemlerle, hipokloritle ağartma sonucunda elde edilen sonuçlar tam olarak sağlanamamaktadır. Sodyum hipokloritle yapılan ağartma işlemi sonucunda ortamda kalan klorun etkili şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir.

Aksi halde mamul üzerinde kalan klor artığı mamulde sararma probleminin yaşanmasına neden olmaktadır. Bu amaçla ağartma işlemi sonrasında sodyum metabisülfitle durulama işlemi uygulanmaktadır (Enzymes-CHT, 2001). Sodyum hipokloritle yapılan ağartma işleminin sakıncaları şu şekilde sıralanabilmektedir (Duran ve Özdemir, 2005)

Yöntemin uygulanması sırasında rengin kontrolü zor olmaktadır. İstenen ağartma efekti elde edildiğinde işlemin derhal sonlandırılması gerekmektedir. Uzun süreli işlemlerde selüloz

liflerine zarar vererek paça, cep ağzı, kemer gibi dikisin sert olduğu bölgelerde yırtılmalara, patlamalara neden olabilmektedir.

Sodyum hipokloritin elastan liflerine zarar vermekte ve bu nedenle elastan/pamuk karışımı denim mamullerin ağartma işlemlerinde boyutsal stabilite açısından sorun yaşanmaktadır. Piyasada yaygın olarak bu tarz denim mamullerin ağartılmasında potasyum permanganat kullanılmaktadır. İşlem sonucunda absorbe edilebilen organik halojenleri açığa çıkarması nedeniyle atıksu yükünü arttırmakta çevre ve insan sağlığı açısından sakınca teşkil etmektedir. Makine içerisinde korozyona neden olabilmektedir. Ağartma işlemi sonucunda klorun etkili şekilde uzaklaştırılması şarttır. Aksi halde mamul üzerinde kalabilen klor artığı mamulde sararma probleminin yaşanmasına neden olmaktadır. Siyah renkte denim üretimi için küp, kükürt, reaktif gibi boyarmaddeler kullanılmaktadır. Bu boyarmadde grupları için sodyum hipokloritle ağartma işlemi uygun olmamaktadır. Reaktif veya kükürt boyarmaddeleri için ağartma maddesi olarak sodyum hipoklorit kullanılması durumunda istenmeyen komple bir renk sökümü oluşabilmekte veya çoğu durumda renk açma işlemi istenmeyen renk tonu değişimlerini de beraberinde getirebilmektedir. Diğer yandan küp boyarmaddeleri, sodyum hipokloritle işleme karşı dayanıklı olup herhangi bir renk açma işlemi mümkün olmamaktadır. Bu tarz denimlerin ağartma işlemleri potasyum permanganatla gerçekleştirilmektedir. Dikilmiş mamullerin terbiyesini yapan işletmelere mamulde kullanılmış olan boyalara ilişkin çok nadir olarak bilgi gelmektedir. Bu nedenle birkaç deneme sonucunda optimum ağartma reçetesi belirlenebilmektedir (Maier ve ark. 2004).

Potasyum permanganat ile yapılan ağartmaların sakıncaları su şekilde sıralanabilmektedir:

İşlemin uygulanması zordur. İşlem sonrası sodyum metabisülfid ile etkili şekilde durulama işlemi yapılarak mamul üzerinde potasyum permanganat artığı kalmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. İşlem sırasında denim mamulün yüzeyi kahverengi renkte reaksiyon ürünü ile kaplanması nedeniyle renk kontrolü zor olmaktadır. Potasyum permanganat toksik ve tahriş edici özellikleri nedeniyle çevre ve insan sağlığı açısından zararlıdır (Özdemir, 2006).

Sodyum hipokloritle yapılan ağartmalarda canlı mavi nüanslarda efektler elde edilirken potasyum permanganatla yapılan ağartmalarda gri nüanslı ağartma efektleri elde edilmektedir.

#### **4. OZON TEKNOLOJİSİ**

Henüz yeni bir teknoloji ve yeni bir uygulama tekniği olan ozonlama içinde bulunduğumuz sektör için araştırılma safhasındadır. Çamaşır yıkama sistemlerinde ozon gazı kullanımı ile sadece bir yıkama ve durulama işlemi yapılarak, sıcak suya ihtiyaç

duymadan gerçekleştirilebilmekte ve bu sayede %50'ye varan oranda deterjan, elektrik ve su kullanımından tasarruf sağlanmaktadır. Son birkaç yılda ise, denim mamullerin ağartılmasında permanganat ve klorit gibi istenmeyen yükseltgen maddelere alternatif olarak ozon gazı kullanılması üzerine araştırmalar yapılmakta ve hatta bu yöntem esasına dayalı yeni denim yıkama makineleri dizaynedilmektedir. Bugün gelinen noktada ise, akar boya efektleri yerine reaktif boyalı mamullerde ozon gazı kullanımı ile eskitme efektleri daha çevre dostu olarak elde edilebilmektedir (Özdemir, 2006).

Ozon ( $O_3$ ) ilk defa 1840 yılında Alman bir bilim adamı olan Schonbein tarafından yeni bir madde olarak öne sürülmüştür. Ozon açık mavi renkli, keskin kokulu tahriş edici bir gazdır. Yunanca bir kelime olan Ozein'den yani kokmak anlamına gelmektedir. Ozon gazı, yüksek oksidasyon potansiyelinden dolayı yüksek derecede oksitleyici bir maddedir. Ozonun, yüksek oksidasyon gücü diğer dezenfektanlara göre çok üstündür. Hipoklorikasitten 25 kat, hipokloritten 2500 kat, klorominden 5000 kat daha etkili olmasına karşın, onlar gibi atık ve zararlı maddeler ortaya çıkarmaz. Ozon, kısa bir süre sonra tekrar oksijene dönüştüğü için doğaldır ve yan etkisi yoktur. Havadaki  $O_2$  molekülü, yüksek enerji ile 2 adet oksijen atomuna parçalandıktan sonra, bir diğer  $O_2$  molekülü ile tepkimeye girerek kararsız bir molekül oluşur. Bu yeni molekül ozon' dur. Bu kararsız yapısı ona üstün bir oksidasyon gücü verir ve kararsızlığı sebebiyle ortamdaki bakteri, virüs, mantar, küf gibi istenmeyen organikleri yok ederken, demir, mangan, klor, nitrit vb. maddeleri de oksitleyerek ortamdaki uzaklaştırır (Özdemir, 2006).

Ozonun inorganik kimyası, periodik sistemin diğer üyelerine benzer. Ozonun 2.09 V potansiyel oksidasyon özelliği vardır. Ozon, kalsiyum ve sodyum gibi metal iyonlarla reaksiyon vermez. Bunun yanı sıra, flor hariç halide serisinin bütün elementleriyle reaksiyon verir. Flor ile reaksiyon vermemesinin sebebi isei florun oksidasyon potansiyeli ozondan yüksek tek element olmasıdır.

- Diğer Adları : Triatomik oksijen, Aktif oksijen
- Kimyasal Etkinliği : Oksidan-Oksitleyici
- Moleküler Formülü :  $O_3$
- Moleküler Ağırlığı : 48-0 kg/kmol
- Bileşenleri : Oksijen atomu
- Konsantrasyon : 0-20 % (Ağırlıklı)
- Kaynama Noktası : - 111, 9 °C
- Erime Noktası : -192,7
- Yoğunluk: (1.013 mbar- 0 °C) : 2.15 hg/m<sup>3</sup>

- Müsaade Edilebilir Max. Ortam Konsant rasyonu: 0,1 ppm (0–2 mg/m<sup>3</sup> , havada)
- Koku Eşiği : 0.02 ppm
- Redox Potansiyeli (250 C) : +2.07 V
- Çözünürlük (20 0C suda) : 0.003 g/L (3ppm)
- Renk, Koku : Renksiz , Elektrik deşarjı ile elde edildiğinde 0.02 ppm'den sonra keskin bir koku.
- Yangın ve Patlama Riski : Ozon kararsız bir gazdır ve normal koşullarda biatomik oksijene ayrışır. Ancak demir, bakır, krom gibi elementlerin bulunduğu bir ortamda yüksek sıcaklıklarda bu ayrışım patlayıcı olabilir.
- Parlama Noktası : Uygulanmaz
- Tutuşma Noktası : Uygulanmaz
- Yanıcılık : Yanıcı değil. Ancak yanma olayını kuvvetle destekler.
- Söndürme Ortamı : Kaynak ortamına bağlıdır.
- Tehlikeli Ayrışım Bileşeni : Yok
- Özel Tedbirler : Yok
- Müsaade Edilebilir Maruz Kalma Limiti: 0,1 ppm (havada 0.214mg/m<sup>3</sup> )-8 8 saat
- Maruz Kalındığında Semptomlar : 0,4 ppm'den yüksek konsantrasyonda keskin koku alımı. Giderek boğaz, burun kuruması ve öksürük. Daha yüksek konsantrasyonlarda nefes darlığı, mide bulantısı, kusma ve göğüs ağrısı ve baş ağrısı. Çok yüksek konsantrasyon ve maruz kalma süresinde akciğer tahribatı.
- Toksikolojik Özellikler : Üst ve alt solunum yolları ile mukoza dokularında yüksek irritandır. Uzun süreli maruz kalmalarda akciğer problemleri yaşanır (www.meteor.gov.tr, 2005).

Alkali metal iyonları ozon ile reaksiyona girmezler. Çünkü bunların sadece bir oksidasyon durumları vardır. Geçiş elementleri ozon ile en yüksek oksidasyon seviyelerine okside olurlar. Bu durumdaki metallerin suda erime kabiliyetleri, düşük oksidasyon seviyesinde olduklarından daha azdır. Ozonun bu özelliği, sanayide sulardaki demir ve manganı en düşük seviyelere indirmede sıkça kullanılır. Ozonun çeşitli organik azot bileşikleriyle reaksiyonu genel olarak çok karmaşıktır. Proteinlerin içerdiği birçok aminoasitler, oda derecesinde sulu solüsyonlarında ozon ile okside olurlar. Ozonun koku eşiği şahıslara göre değişmekle birlikte havada, metreküpte 0.01 ppm miktarı birçok kimse tarafından hissedilmektedir. Bu oran, 0.04 ppm/Nm<sup>3</sup> olduğunda, herkes tarafından hissedilebilir, ancak insanları rahatsız etmez. Ozonun etkilerinden söz ederken kullanılan

“artık ozon” terimi, suya ilave edilen ozon miktarından, suyun tükettiği ozon miktarı çıkarıldığında bulunan miktardır. Suyun tükettiği ozon miktarı, suda ozon ile reaksiyona girecek maddelerin varlığına bağlı olarak değişmektedir. Bu hesaplamalar yapılırken, ozon gazının suda çözünürlüğü ve suda çözilemeyen ozonun bir kısmının dışarı atıldığı dikkate alınmalıdır (Özdemir, 2006).

Çizelge 4.1.’de Ozon ve diğer dezenfektanların oksitleme güçleri belirtilmektedir (Benli ve Bahtiyari, 2016).

Çizelge 4.1. Ozonun ve Diğer Dezenfektanların Oksitleme Güçleri.

<b>Dezenfektan</b>	<b>Oksitleme Gücü (Volt)</b>
Ozon	2.07
Hidrojen Peroksit	1.77
Permanganat	1.67
Klordioksit	1.57
Hipokloröz Asit	1.49
Klor Gazı	1.36
Hipobromöz Asit	1.33
Oksijen	1.23
Brom	1.09
Hipoklorit	0.94
Klorit	0.76
İyot	0.54

Ozonun güçlü oksidatif özelliği ekolojik olarak çok farklı alanlarda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu alanlar; kimya, kozmetik, ilaç, parfümeri, selüloz, kağıt, şeker, flotasyon, veteriner ilaçları, tarım, tekstil, gıda sanayi gibi endüstri dallarıdır (Benli ve Bahtiyari, 2016).

Balousek (1979), ozonun ağartma maddesi olarak odun hamurunun ağartılmasında kullanıldığını fakat kağıt endüstrisinde ozonun faydalarının daha sonraları ortaya çıktığını bildirmiştir.

Bugün ise ozon gazının tekstil uygulamalarına yönelik farklı çalışmalara ulaşmak mümkündür. Selülozik elyafların işlenmesinde ozon gazı kullanılarak yapılan çalışmalar ise bu bağlamda önemli bir yer tutmaktadır.

Örneğin, Prabaharan ve Rao (2003) ozonu ham pamuklu dokumanın ağartılmasında kullanmış ve kumaşın nem miktarının ve pH düzeyinin çok önemli olduğunu bildirmiştir.

Başka bir çalışmada ise pamuklu kumaşların ağartılmasında ozon gazının yüksek oksitleme kapasitesinden yararlanarak ağartma çalışmaları yapılmış ve çok kısa bir sürede pamuklu kumaşların ağartılabileceği, aynı zamanda ozonlama etkisinin oda sıcaklıklarında daha etkili olabileceğini bildirilmiştir (Perinçek ve ark. 2007).

İnkaya ve ark. 2008 yılında yaptıkları çalışmada enerji ve su tüketiminin fazla olduğu pamuklu tekstil mamullerinin ön terbiyesinde enzimatik ağartma proseslerinin hidrojen peroksit ağartma yerine geçip geçemeyeceği üzerine denemeler yapmışlar ve saf lakkaz enziminin mediatör ve ozon gazı ile kombine denemelerinde pamuklu kumaşların beyazlık derecelerinin oldukça yükseldiğini bildirmişlerdir

Eren ve Öztürk (2011) haşılı sökülmiş ve pişirilmiş pamuklu kumaşı ozon gazı ile ağartmışlar ve geleneksel hidrojen peroksit ağartması ile karşılaştırmışlardır.

Keten kumaşlar üzerine yapılan bir çalışmada ise keten kumaşların hidrojen peroksit ağartmasından önce 15 dakika ozon gazı ile muamele edilmesi ile iyi derecede beyazlık elde edilebileceği ve kimyasal maddelerden de tasarruf sağlanabileceği bildirilmiştir (Perincek, S ve ark. 2013)

#### **4.1.Ozonun Teknolojik Olarak Oluşumu**

Doğanın bu üstün gücünü kullanarak ürettiği ozonu, insan ürünü olan gelişmiş ozon jeneratörlerinin yardımıyla üretmek mümkündür. Teknolojik olarak ozon, dielektrikum vasıtasıyla birbirinden ayrılmış olan iki elektrot arasındaki gaz ortamında elektron boşalmasıyla elde edilir. Elektrotlar arasında, en az 50 Hz. frekanstaki alternatif akım uygulanır (www.opalsu.com.tr, 2017).

#### **4.2.Ozonun Tekstilde Kullanım Alanları**

Ozon gazı dünyada bilinen en güçlü dezenfektan ve önemli bir renk açıcı olmasından dolayı günümüzde öncelikle tercih edilen madde haline gelmiştir. Ozon uygulamaları 70' li yılların basında başlamış ve dikkate değer boyutlarda renk giderimi sağlanmıştır.

Ozon tüm boyalı ürünlerde, özellikle denimde kullanılan dispergator ve lakkaza dayalı çalışmaları tamamen doğal yollarla yapmaktadır. Ozonla ağartma işlemi; yıkama sektöründe sıkıntı yaratan toksik etkisi bulunan kimyasalların ortadan kalkması, sodyum hipoklorit yerine kullanılması açısından son derece önemlidir. Ayrıca sodyum hipoklorit ile renk açmaya oranla daha güvenilirdir ve hiçbir risk olmamasından dolayı çok daha önem kazanmaktadır.

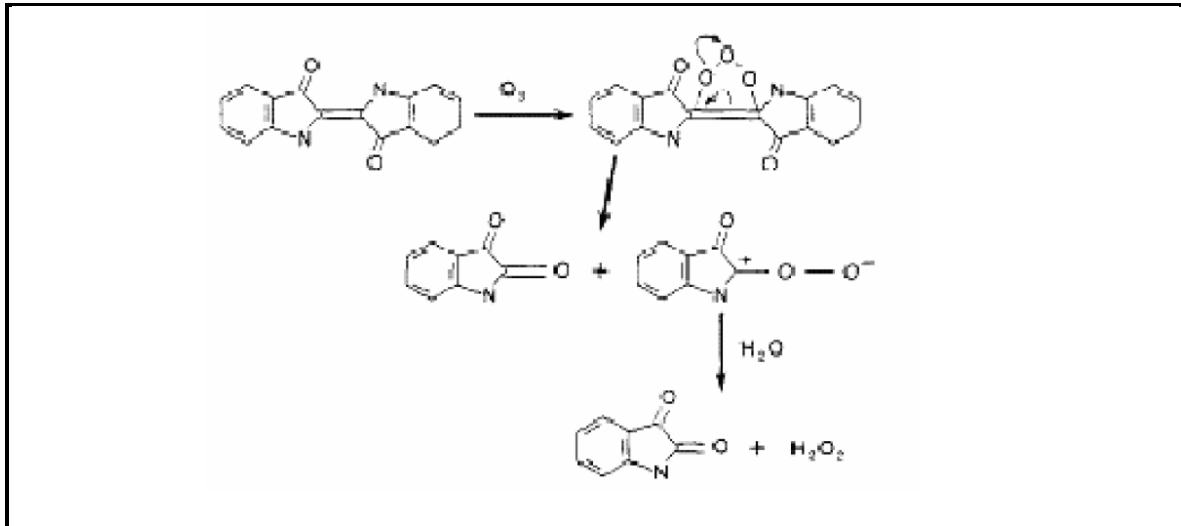


Parça yıkama özellikle denim yıkamada geri boyamayı tamamen yok etme, lakkaz enzimi ve türevi kimyasallarla yapılan ürünleri masrafsız elde etme, ürünlerde birbirine yakın renk farklılıklarını dengelemek amacıyla kullanıldığı gibi opsiyonlar ilave edilerek hipokloritlerin yaptığı tüm işlevleri yapabilir konuma getirebilir (Özdemir,2006).

#### 4.3.Denim Mamullerin Ağartılmasında Ozon Kullanımı

Ozon ile denim mamullerin ağartılması kumaş üzerindeki indigonun oksidasyonu olarak tanımlanabilmektedir. İndigonun oksidasyonu sonucunda isatin, antranilik asit ve bu iki ürünün karışımları olan yan ürünler oluşmaktadır. Oluşan bu ürünler neticesinde ozonla ağartma sırasında denim mamullerin yüzeyi sarı renge dönmektedir. İşlem sonrası yapılan bir durulama ile bu ürünlerin uzaklaştırılması sonucunda mamul üzerindeki sarılık giderilmekte ve ağartılmış denim efekti ortaya çıkmaktadır.

Ozonun indigo ile reaksiyonu Çizelge 4.1.'deki gibidir (Özdemir,2006).



Şekil 4.1. Ozonun indigo ile reaksiyonu

Ozon ile indigo boyarmaddesinin soldurulması aşağıda belirtilen parametrelere bağlı olmaktadır:

- Boyarmaddenin lif içerisindeki konumu
- Nemlilik
- Nemin lif içerisine absorpsiyon ve difüzyonu

- Ozon konsantrasyonu
- Ozonun lif yüzeyine absorpsiyon miktarı
- Ozonun lif içerisine difüzyon miktarı

Mamul üzerindeki nem miktarı arttıkça ozonun indigoyu soldurma miktarı da artmaktadır. Bu durum nem etkisi ile şişen lifler içerisine difüzyon miktarının artışı ile açıklanmaktadır. Molekül ağırlığına bağlı olarak 1 gram ozon 10,9 gram indigo boyasını parçalamaktadır (www.snaimpex.com, 2005).

Ozonun indigoyu parçalamasındaki bu artış belirli bir nem değerine kadar olmaktadır zira sulu ortamda yapılan ağartmalar sonucunda mamulü nemlendirerek yapılan ağartmalara göre daha düşük renk açılma efekti elde edilmektedir çünkü gaz fazındaki ozon, suda çözülmüş haldeki ozondan daha aşındırıcı etkiye sahiptir (www.laundrytoday.com,2004).

Günümüzde ozon yaygın olarak denim mamullerin yıkanması sırasında oluşan ve sıklıkla karşılaşılan problemlerden biri olan geri boyama problemini giderme amacıyla kullanılmaktadır. Denim mamüllerin yıkanması sırasında ceplik, etiket gibi aksesuarların banyodaki indigo boyarmaddesi ile kirlenmesi ve banyodaki indigo boyasının mamul üzerine çökerek beyaz olan atkı ipliklerinin kirlenmesine ve mamul görünümünün bozulmasına neden olan geri boyama problemi kuru ortamda tamburlu yıkama makinelerinde ozon gazı ile 5 ya da 10 dakika gibi kısa bir işlem süresinde etkili şekilde giderilebilmektedir.

Piyasada denim mamullerinin ağartılması için ozon gazının kullanımı konusunda çalışmalar sürmektedir. Denim mamullerde etkili bir ağartma efekti eldesi için gaz fazında çalışabilmek için mamulün homojen olarak nemlendirilmesi gerekmektedir. Piyasada mevcut makinelerde bu şekilde mamulün homojen olarak nemlendirilebilmesi için gerekli düzeneğin bulunmamasından dolayı ağartma denim mamullerin ağartma işlemi için kullanımı henüz yaygınlaşmamıştır. Nemlendirme işleminin homojenliği bu aşamada çok büyük önem taşımaktadır aksi halde abrajlı ağartma efektleri elde edilecektir (Özdemir,2006).

## **5. POTASYUM PERMANGANAT AĞARTMASI**

Ağartıcı, önce indigo ile reaksiyona girdiğinden, permanganat ağartması, hipo ağartmasına göre daha gri bir renk tonu verir. Nötralizasyon yapılmadan önce nasıl bir renk elde edildiği görülemez. Bu sebeple yıkama banyosunda yapılan ağartmalarda çok kullanılan

bir yol değildir. Daha çok lokal ağartmalarda sprey veya tabanca ile uygulanır. Hiponun zarar verdiği lycra içeren kumaşlarda, permanganat ağartması tavsiye edilebilir

(www.tekstildershanesi.com.tr,2016)

## **6. LAZER İLE AĞARTMA**

Denim kumaşın lazer makinesi üzerinde lazerin değdiği bölgelerden yakılması suretiyle efekt verilmesi işlemidir. Denim kumaşa açık en halinde lazer işlemi yapılabileceği gibi mamül halinde de yapılabilir.

### **6.1.Lazer Teknolojisi**

Lazerle Desenlendirme İşlemi Lazer teknolojisi denim mamullerde bilgisayar kontrollü aşındırma yöntemidir. Bu yöntem denim mamullerin nokta, çizgi, resim, yazı gibi değişik figürlerle desenlendirilebilmelerine olanak sağlamaktadır. Lazer teknolojisinin getirdiği yenilikler aşağıdaki gibidir.

- Denim mamullerde rengin susuz ortamda aşındırılmasına olanak sağlamaktadır.
- Ekolojik ve ekonomik bir işlemdir.
- Denim mamullerde bölgesel aşındırma, yıpratma efekti ve bıyık efektinin yüksek tekrarlanabilirlikte ve verimlilikte elde edilmesini sağlamaktadır.

Bilgisayar kontrollü otomatik bir sistem olması nedeniyle kişiye bağlı oluşabilecek hatalar en düşük seviyededir. Makine çok basit ve kompakt bir yapıya sahiptir bu nedenle tamir ve temizlik ihtiyacı çok azdır. Son derece güvenilir ve emniyetlidir (www.expresstextile.com, 2004).

Son zamanlarda, "rodeo" ve bıyık efektlerinin eldesinde lazer prosesinden de faydalanılmaktadır. Bu proses ile, ürünün başta arka cep kısmı olmak üzere çeşitli bölgelerinde desenler de oluşturulabilir. Henüz yaygınlaşmamış olmakla birlikte ülkemizde bu yöntemi kullanan işletmeler de mevcuttur. Lazer yönteminde, ürün üzerinde elde edilmek istenen efekt, işlemi gerçekleştiren makinenin bilgisayar programına girilir. Lazer ışınları, programdan aldığı komutlar doğrultusunda mankenler üzerine giydirilmiş olan ürünün istenilen yerlerine etkiyerek, bu yerlerde bir aşınmaya sebep olur. Son aşamada yapılan yıkama işleminin ardından da, fiziksel olarak aşındırılmış olan bu bölgelerde daha açık bir renk elde edilir. Yöntemin en önemli özelliği, tekrar edilebilirliğinin çok yüksek olmasıdır.

Zira lazer yönteminde; ürünler arasında görülebilecek efekt farklılıklarının tek nedeni, denim kumaşın çözgü iplikleri üzerindeki indigo boyarmaddesinin konsantrasyonları arasındaki değişimler olmaktadır (Aslan, 2004).

## **7. MATERYAL ve YÖNTEM**

### **7.1. Araştırma yapılan bölgenin ve endüstri tesisinin genel özellikleri**

Tekirdağ İli, Türkiye'nin Trakya toprakları üzerinde 40 36 0 ' kuzey enlemleri ile 26 43 0 ' ve 28 08 0 ' doğu boylamları arasında Marmara Denizinin kuzey sahil bandı üzerinde 6218 km<sup>2</sup> yüzölçümü içerisinde yer almaktadır.

Doğuda İstanbul, batıda Edirne ve Çanakkale, kuzeyde Kırklareli illeri ile komşu sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Trakya Bölgesinde, yetiştirilen tarımsal ürünlerin işlendiği küçük işletmelerle başlayan sanayileşme 1980'li yıllardan sonra hızla gelişmeye başlamıştır. Bölge ekonomisi gün geçtikçe tarıma dayalı bir yapıdan, sanayi ve hizmet sektörü ağırlıklı bir yapıya dönüşmüştür. Trakya, Marmara Bölgesi'nin diğer kesimleri gibi hızlı bir sanayileşme sürecine girmiştir. Bu sanayileşme süreci esas olarak bölgedeki iç dinamiklerle gelişme niteliğinde değil, İstanbul ana merkezinin sorunlarının çözülemez noktaya ulaşması sonucu ortaya çıkmıştır. Kaynak tüketimi yoğun olan sanayi sektörünün İstanbul'dan Trakya bölgesinin İstanbul'a yakın kesimlerine taşınması ile bölgede yoğun bir sanayileşme başlamıştır. Bunun sonucunda Çorlu ve E-5 çevresindeki sanayi, tekstil ve deri sektörü ağırlıklı hale gelmiş ve plansız bir sanayileşme oluşmuştur.

Trakya bölgesinde sanayi işletmelerinin en yoğun olduğu il Tekirdağ'dır. Sanayileşme 1931 yılında kurulan Tekirdağ Tekel Şarap ve İçki fabrikası ile başlamıştır. Ayrıca 1950'li yıllardan sonra bölgede un, yağ ve süt işleme tesisleri kurulmuştur. Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde eski tabakhaneler mevkiinde bulunan deri işleme fabrikaları yine aynı yıllarda faaliyete başlamıştır.

Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinin 1973 yılında kurulması ile birlikte Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinde hızla gelişmeye başlayan sanayileşme, 1980'li yıllardan sonra Muratlı ilçesini de kapsayacak şekilde genişlemiştir. Bölgede bulunan sanayi işletmelerinin önemli bir bölümü Çorlu, Çerkezköy ve Muratlı ilçelerindedir (Kubaş, 2012).

Tekirdağ İli'nde, plansız sanayileşmenin önüne geçmek adına sanayinin yoğun olduğu bölgelerde 2012 yılı içerisinde 8 adet Islah Organize Sanayi Bölgeleri kurulmuştur. 2013 yılı

içerisinde de Islah Organize Sanayi Bölgeleri Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na bağlı Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü'nün nezaretinde Islahtan çıkarılarak Organize Sanayi Bölgesi niteliği kazandırılmıştır.

Tekirdağ İli sınırları dahilinde kurulan sekiz adet Islah Organize Sanayi Bölgesinden biri olan Velimeşe Organize Sanayi Bölgesi, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 'na bağlı Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü 'nün 04/05/2012 tarihli yazısı ve ekinde onayladığı kuruluş protokolü ile Tüzel kişiliğini kazanmıştır.

279 sicil no su ile çalışmalarına başlamış ve yürütülen Islah çalışmalarının neticelenmesi sonucu 11.10.2013 tarihinde onaylanan kuruluş protokolü ile Islahtan çıkarak OSB niteliği kazanmıştır.

Velimeşe Organize Sanayi Bölgesi sınırı, toplamda 988.10 hektarlık alanı ile Tekirdağ bölgesinin en büyük OSB si olmaya aday konumdadır. Bölge içerisindeki 182 adet işletme genel olarak, tekstil, maden endüstrisi, enerji üretimi, lojistik ve depolama, akaryakıt gibi sanayi kollarında faaliyet göstermekte olup doluluk oranı yaklaşık % 40 dır (www.velimeseosb.org.tr,2017)

Türkiye, kurulu kapasite açısından tekstil sektöründe dünyada sayılı ülkeler arasına girmiştir. Türkiye'deki tekstil işletmelerinin önemli bir bölümü Tekirdağ ili sınırları içerisinde faaliyet göstermektedir.

Bu araştırmada, sektöründe faaliyet gösteren 1 adet endüstri tesisi için çalışma yapılmış olup, seçilen endüstri tesisi ile ilgili tanımlamalar Çizelge 7.1'de verilmiştir.

#### **7.1.1. Endüstri tesisi**

Tesis, Tekirdağ İli, Ergene İlçesi, Velimeşe OSB içerisinde 61.567 m2 yüzölçümlü alan üzerinde, 20.585 m2 kapalı alanda “Denim Kumaştan Dış Giyim İmalatı” konusunda faaliyet göstermektedir. Tesisin bulunduğu konum; Enlem= 41,2023 K, Boylam= 270 ,8372 D'dir.

Çizelge 7.1'de endüstri tesisinin tanımlaması yapılmıştır.

Çizelge 7.1 Seçilen Endüstri tesisinin tanımlaması

<b>Tanımlama</b>	<b>Üretim Konusu</b>	<b>Mevkii</b>
Endüstri Tesisi	Denim Kumaştan Dış Giyim	Velimeşe Organize Sanayi

	İmalatı	Bölgesi, Ergene/TEKİRDAĞ
--	---------	--------------------------

Tesis; 14 Aralık 2011 tarih ve 28142 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren ve 10 Mart 2015 tarih ve 29291 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak revize olan Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği gereğince hazırlanması gereken temiz üretim planımından muaftır. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliğinde bahsi geçen uygulamaların endüstri tesisinde olup olmadığının kıyası Çizelge 7.2’de yapılmıştır.

Çizelge 7.2 Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliğinde bahsi geçen proseslerin endüstri tesisiyle karşılaştırılması

Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliğinde bahsi geçen prosesler	Haşılama		Haşıl Sökme		Yıkama		Baskı		Boyama		Merserizasyon		Apre		Ağartma	
	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
<b>İncelenen Tekstil İşletmesi</b>		X		X	X			X	X			X	X		X	

## 7.2.Yöntem

### 7.2.1. Bölgesel ağartma prosesi yerine lazer teknolojisi kullanılması

Yöntemin amacı; denim ürünlere ağartma efekti verme işlemi esnasında potasyum permanganat kimyasallı uygulaması yerine bu ağartma efektini CO<sub>2</sub> tip otomatik lazer makineleri ile vererek kullanılan su ve kimyasal miktarının azaltılmasıdır.

Yöntemin çalışma prensibi;Ağartma efekti verilmek istenen ürün lazer makinesinde bulunan tablaların üzerine yerleştirilerek ve lazer makinesi ile entegre olarak çalışan bilgisayar ile bağlantı kurulur, bilgisayar ortamında yapılmış olan çizim doğrultusunda tablada bulunan üründe işaretleme yapılır. Model doğrultusunda makinede işaretlenen alana lazer ışını ile Mevcut ağartma efekti verme işlemi yapılır.

Lazer ile yapılan bu prosede, kimyasal yönteme göre ciddi oranda su ve kimyasal tasarrufu yapabilmek mümkündür. Lazer makinesinin görseli Şekil 7.2 de gösterilmektedir (www.vavtechnology.com,2017).



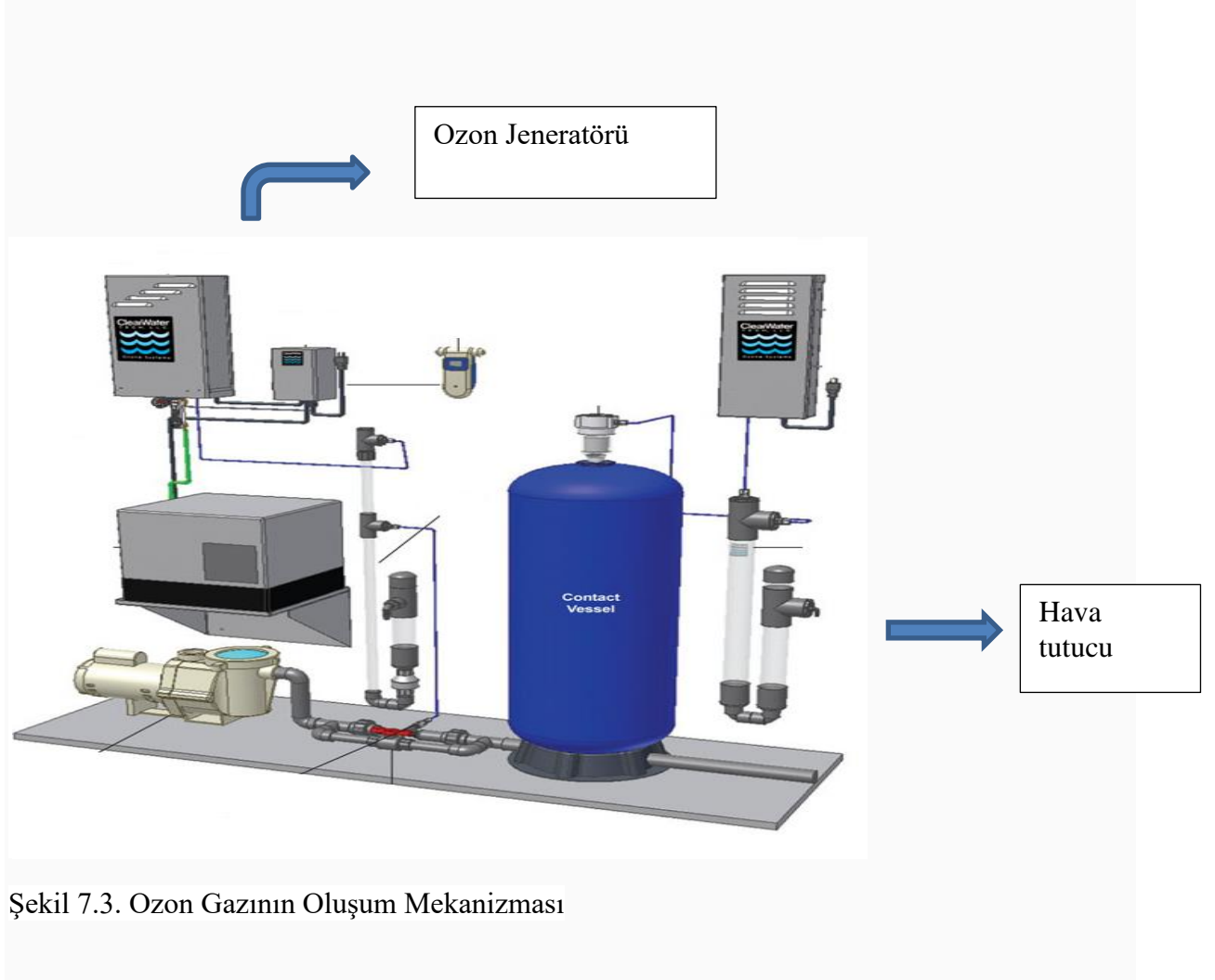
Şekil 7.2. Lazer Makinesi

### **7.2.2. Ağartma Prosesinde Ozon Teknolojisinin Kullanılması**

Yöntemin amacı; denim ürünlere ağartma efekti verme işlemi esnasında ozon teknolojisinden yararlanarak kullanılan su ve kimyasal miktarından tasarruf etmektir.

Yöntemin çalışma prensibi; Ozon teknolojisi ile ağartma sisteminde ilk olarak oksijen ozon jeneratörü içine alınmaktadır, daha sonra jeneratör içine alınan oksijen burada ozon gazına dönüştürülmektedir. Ozon jeneratörlerinin hava girişinde hava tutucu bulunmaktadır. Ozon gazı daha sonra boru sistemi vasıtasıyla içinde ağartılacak ürün bulunan makineye verilmekte olup burada ürün ile temas etmesi sonucunda ağartma gerçekleştirilmektedir daha sonra ise ozon tekrardan havaya dönüştürülüp atmosfere verilmektedir.

Ozon gazının oluşum mekanizması, Şekil 7.3 de, ozon makinesi Şekil 7.4 de ve ozon gazının yıkama makinesine entegre edilmesi ve ürünün ağartılması Şekil 7.5 de belirtilmektedir (www.ozondenim.com,2017).

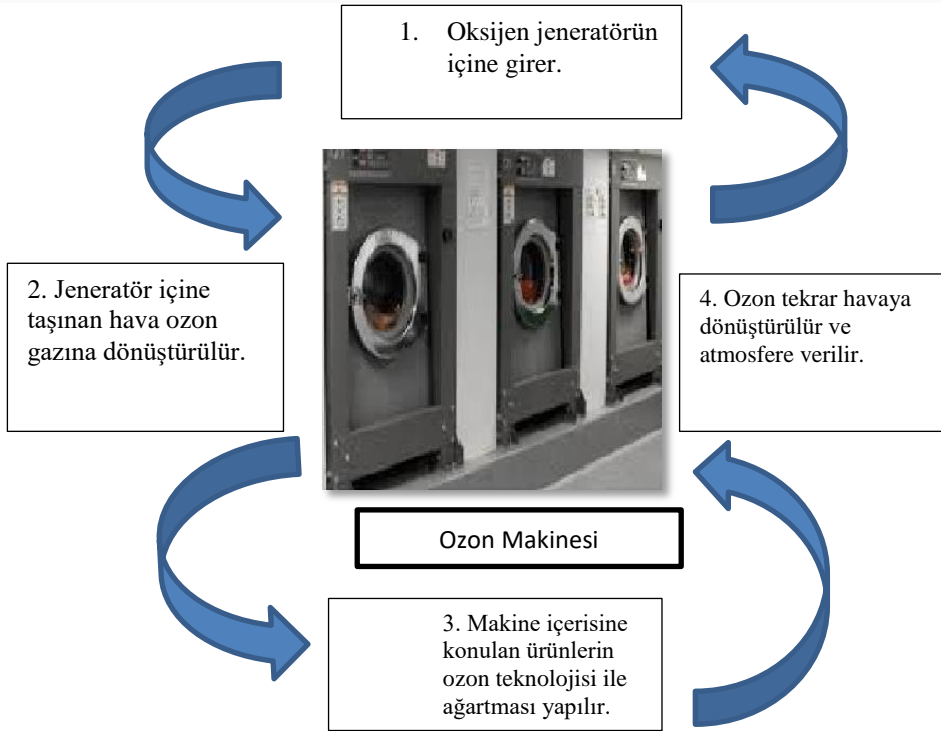


Şekil 7.3. Ozon Gazının Oluşum Mekanizması





Şekil 7.4. Ozon Makinesi



Şekil 7.5. Ozon gazının yıkama makinesine entegre edilmesi ve ürünün ağartılması

Ozonun tekstil sektöründe kullanılması ile susuz ve kimyasalsız ortamda ozon teknolojisi ile yapılan ağartma sonucunda %85 su enerji ve kimyasal tasarrufu sağlanmıştır.

## 8. ARAŞTIRMA BULGULARI

İncelenen Endüstri Tesisinde doğal kaynakların etkin kullanımı ve çevre kirliliğinin önlenmesi amaçlı temiz üretim uygulamaları yapılmıştır.

### 8.1.Ağartmada Lazer ve Ozon Kullanımı

Denim kumaşın ağartılması için ağartma prosesinde ağartıcı kimyasallar(sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit ve potasyum permanganat) yerine ozon ve lazer teknolojisinin tercih edilmesi sonucunda kullanılan su ve kimyasal tasarruf miktarları günlük, aylık ve yıllık olarak tesisin teknik ekip lideri tarafından kayıt altında tutulmaktadır. Kaydedilen bu sarfiyatlardan tasarruf değerleri hesaplanmış olup Çizelgede 8.1’de verilmiştir. Toplam üretim proseslerinde kullanılan su ve kimyasal miktarları incelendiğinde; pantolona istenilen ağartma efektini vermek amaçlı kullanılacak su ve kimyasal tasarruf miktarlarının aşağıdaki çizelgedeki gibi olduğu tespit edilmiştir. Tesiste kuyu suyu kullanılmakta olup ağartıcı kimyasallar olarak Sodyum Hipoklorit, Potasyum Permanganat, Hidrojen Peroksit kullanılmaktadır. Tesiste %100 ozon ve ve lazer ile ağartma işlemi uygulanamamaktadır. Hala bazı ürünlerin ağartılması işleminde ağartıcı kimyasalların kullanımına devam edilmektedir. Müşteri talebi doğrultusunda ozon ve lazer ile elde edilemeyecek ağartma efektleri ağartıcı kimyasallar ile sağlanmaktadır.

Tesiste % 100 ozon ve ve lazer ile ağartma işlemi uygulanamamaktadır. Hala bazı ürünlerin ağartılması işleminde ağartıcı kimyasalların kullanımına devam edilmektedir. Müşteri talebi doğrultusunda ozon ve lazer ile elde edilemeyecek ağartma efektleri ağartıcı kimyasallar ile sağlanmaktadır.

Çizelge 8.1. Lazer ve ozon teknolojisi ile tasarruf edilen parametre ve yıl bazındaki tasarruf miktarı

<b>Tasarruf Edilen Parametre</b>	<b>Tasarruf Miktarı (yıl)</b>
Ağartıcı Kimyasal (Sodyum Hipoklorit, Hidrojen Peroksit, Potasyum Permanganat)	253.952 kg
Proses suyu/Atıksu	21.149 m <sup>3</sup>

## 8.2. Temiz Üretim Uygulamalarında Sağlanan Diğer Gelişmeler

### Tesis Yönetiminde Mevcut En İyi Teknikler

- Çevre Yönetim Sistemi kurulmuştur.
- Çevre konusunda işletmeden kaynaklanan atıkların neler olduğu, atıkların kaynağında azaltılması, atıkların geri kazanım ve/veya bertaraf yöntemleri konusunda tesis çalışanlarına bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer verilmektedir.
- Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanmaktadır.
- Üretim prosesine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmektedir.
- Kullanılan ekipmanlarda el, kol ya da vücut titreşimine sebep olacak herhangi bir faktör yoktur.
- Firma bünyesinde kullanılan tüm kimyasal maddeler, Güvenlik Bilgi Formlarında verilen talimatlara göre saklanmakta ve depolanmaktadır.
- Kimyasal dökülmelerine engel olunması, dökülme gerçekleşiyse sahanın kontrol altına alınması ve temizlenmesi, kimyasal döküntülerinin alıcı ortama ve kanalizasyon sistemine karışmasının engellenmesi için düzenli tatbikatlar yapılmakta ve kimyasal bulunan yerlerde absorban madde olarak kum ve talaş bulundurulmaktadır.

### Genel Önlemler Niteliğindeki Mevcut En İyi Teknikler

- Kimyasalların dozlanmasında (boyalar hariç) ; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulmuştur.
- Kimyasalların seçimi ve kullanımı ve depolanmasında malzeme güvenlik bilgi formunda verilen talimatlara göre hareket edilmektedir.
- Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda da alınan kimyasallarda formaldehit vb. gibi zararlı bileşenlerin olmadığına dair firmalardan deklarasyon yazısı alınmaktadır.
-

### **Su ve Enerji Yönetimi İçin Mevcut En İyi Teknikler**

- Su ve enerji tüketimi düzenli olarak kontrol edilmekte ve kayıt altına alınmaktadır.
- Sürekli çalışan makinalarda su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanaları kullanılmaktadır.
- Su ve enerji israfını engellemek için, üretim prosedürlerinin dökümanete edilmiş halde bulundurulmaktadır.
- Yeni teknoloji makinelerle daha az su ve enerji ile daha fazla ürünün yıkanması sağlanmaktadır.
- Buhar kayıplarını engellemek için, makinalarda ve buhar hatlarında izolasyon bulunmaktadır.
- Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makinaların izolasyonu yapılmaktadır.

### **Yıkama İşlemleri İçin Genel Olarak Uygulanacak Mevcut En İyi Teknikler**

- Sürekli işlemlerde su ve enerji tüketimini yüksek verimli yıkama makinaları kullanarak ve enerji geri kazanım ekipmanları ile azaltılmaktadır.

### **Tekstil Endüstrisi Atıksularının Boru Sonu Arıtımı ve Tesis İçi Geri Kullanımında Mevcut En İyi Teknikler**

- Atıksular Fiziksel ve Biyolojik arıtma ile arıtılmaktadır.

### **Buhar Üretimi için Mevcut En İyi Teknikler**

- Buhar kazanlarında yumuşak su devresinde blöf yapmaktır. (Yapılan blöflerde her % 5 oranında artış ile yakıt tüketiminde %2-2,5 artış sağlanmaktadır).
- Kazan besleme suyunun ekonomizerde atık gaz ısısı ile mümkün olduğunca ısıtılmasıdır (Yakıt maliyetlerinde % 2 azalma sağlanmaktadır.)

### **Buhar Dağıtımı ve Kullanımı için Mevcut En İyi Teknikler**

- Buhar dağıtım sistemindeki bütün sıcak yüzeylerin izole edilmektedir. (İzolasyon borulardan kaynaklanan ısı kayıplarını %80 azaltır).
- Buhar kaçaklarının engellenmesi amaçlı kondensstopların kontrol edilmesi ile buharın üretimde kullanılmadan kazan dairesine dönüş yapması sağlanmaktadır.

- Buhar sıcaklığının, prosesin istediği minimum seviyelere indirilmesi sağlanmaktadır.
- Buhar hattındaki vanalar işletmede ilgili birimde çalışmanın olmadığı uzun sürelerde kapatılmaktadır.
- Tesis içinde nem ve sıcaklık için optimum koşullar belirlenerek aşırı enerji tüketimi engellenmektedir.

#### **Basınçlı Hava Sistemi için Mevcut En İyi Teknikler**

- Basınçlı hava ihtiyacı optimize edilmektedir (Basınçta % 15'lük azaltma yıllık kompresör işletme maliyelerinde %4 tasarruf imkanı verir). Hava kaçaklarının önlenmesi sağlanmaktadır.
- Kompresör hacminin uygun şekilde havalandırılmaktadır. Hava girişine nem tutucu takılmıştır.
- İşletmede hava kaçaklarının önlenmesi için belirlenen periyodik takvime göre kontroller yapılmaktadır.

#### **Hava Kirliliğinin Azaltılması için Mevcut En İyi Teknikler**

- Kimyasal maddelerin dökülmelerinin önlenmesi amaçlı düzenli tatbikat ve eğitimler yapılarak dökülme kaynaklı kimyasalın buharlaşarak hava kirlenmesine yol açmalarının önlenmesi,
- Emisyon kaynaklarından düzenli olarak ölçüm yapılmakta ve kayıtlarının tutulmaktadır.

#### **Atıksu artıma tesislerinde oluşan arıtma çamuru için Mevcut En İyi Teknikler**

- Arıtma çamurları Düzenli depolama sahalarında depolanması sağlanmaktadır.
- Arıtma çamurları Isı geri kazanımı sağlayacak şekilde, baca gazı emisyonlarının yönetmeliklerle uyumlu olduğu yakma tesislerinde bertaraf edilmektedir.

#### **Katı Atıkların Yönetimi için Mevcut En İyi Teknikler**

Tesiste tehlikeli ve tehlikesiz atıklar bulunmaktadır. Atıklar önce kaynağında ayrıştırılmakta olup farklı renkteki kutulara atılmaktadır. Kaynağında ayrı toplanan atıklardan tehlikeli olanlar geçici tehlikeli atık depolama sahasına götürülerek burada belirlenen alanlara konulmakta olup daha sonra anlaşmalı olunan lisanslı firmalara

verilmektedir.tehlikesiz atıklar (kağıt-karton ve plastikler ise konteynırlara konulmakta olup konteynırlar dolunca lisanslı firmalara verilmektedir.

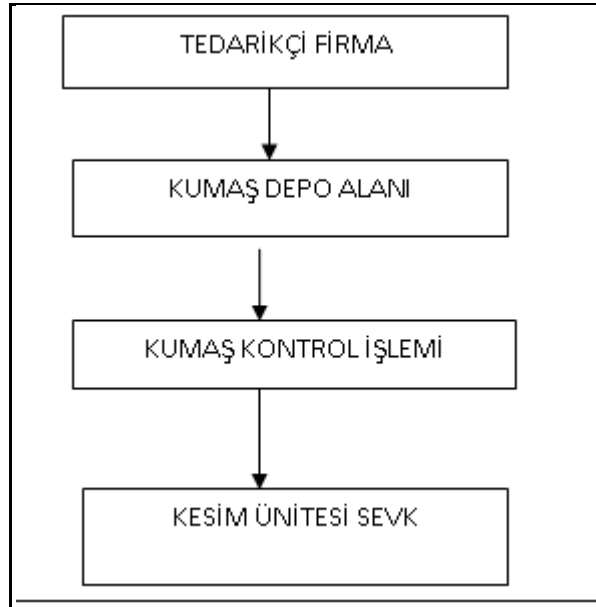
## 9. ENDÜSTRİ TESİSİ PROSES AKIM ŞEMASI

Denim kumaştan dış giyim imalatı faaliyetinde bulunan işletmeye gelen denim kumaş kesilip pantolon, etek, şort, mont, gömlek ürün montajı ve dikilen ürünün işlenmesi yapılır.

### 9.1.Vaziyet Planları, İş Akım Şemaları ve Proses Özetleri

#### 9.1.1. Kumaş Depo Ünitesi

Kumaş depo ünitesinde kumaş stoklama işlemleri ve kumaş kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Çizelge 9.1. Kumaş depo ünitesi iş akım şeması

#### 9.1.1.1.Kumaş Depo Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Tedarikçi firmadan gelen denim kumaşların kontrolleri yapılarak kumaşta hata olup olmadığına bakılır. Onaylanmayan kumaşlar uygun olmayan ürün bölümünde tedarikçi firmaya iade edilene kadar bekletilir. Kabul kriterlerine uyuyorsa kesim ünitesine siparişe göre kumaş sevki yapılır.

### **9.1.1.2.Kumaş Depo Ünitesindeki Girdiler**

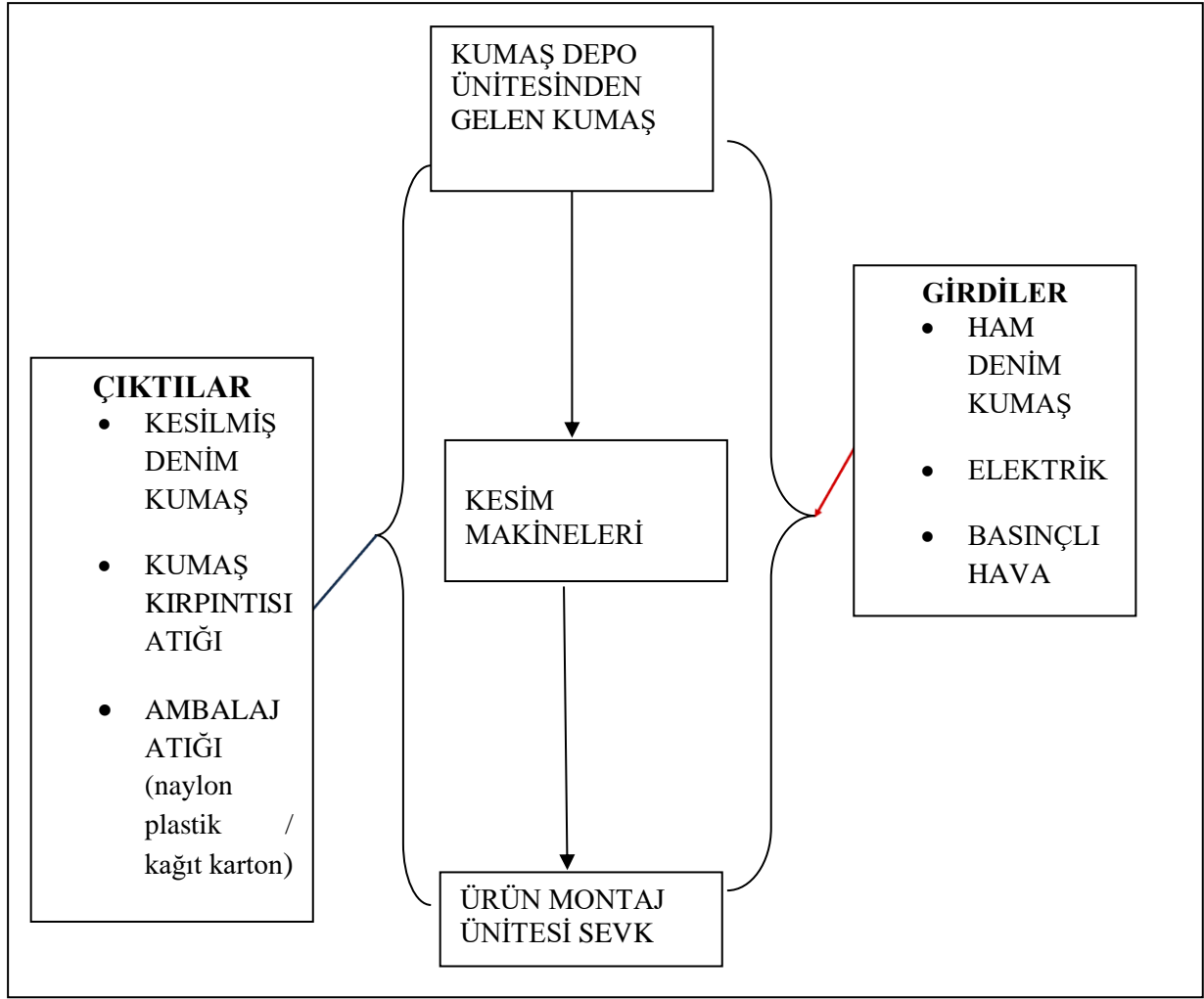
- 1. Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işle mi gerçekleştirilmemektedir. Tesise gelen ham denim kumaşların depolama işle mi yapılmaktadır.
- 2. Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu ünite de herhangi bir ikincil ve/veya yardımcı maddeler kullanılmamaktadır.
- 3. Diğer Girdiler:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işle mi gerçekleştirilmediğinden dolayı proseste doğalgaz, elektrik, su, basınçlı hava kullanımı söz konusu değildir. Sadece ortam aydınlatması için elektrik, ısınma için ise doğalgaz kullanılmaktadır.

### **9.1.1.3.Kumaş Depo Ünitesindeki Çıktılar**

- 1. Ürünler:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işle mi gerçekleştirilmemektedir. Tesise gelen ham denim kumaşların depolama işle mi yapılmaktadır.
- 2. Atıklar:** Bu ünite de atık kaynağı bulunmamaktadır.
- 3. Deşarjlar:** Bu ünite de atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
- 4. Hava Emisyonları:** Bu ünite de emisyon kaynağı bulunmamaktadır.
- 5. Enerji:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işle mi gerçekleştirilmediğinden dolayı proseste doğalgaz, elektrik, su, basınçlı hava kullanımı söz konusu değildir.

### **9.1.2. Kesim Ünitesi**

Kesim ünitesinde kesilmiş malzeme stok alanında kumaş açma, kumaş serim ve kumaş kesme işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Çizelge 9.2. Kesim ünitesi iş akım şeması

### 9.1.2.1. Kesim Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Kumaş depo bölümünden siparişe göre gelen testleri tamamlanmış kumaşlar açılarak daha kesim makinelerinde kesilir.

### 9.1.2.2. Kesim Ünitesindeki Girdiler

1. **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Ham Denim Kumaş
2. **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu üniteye herhangi bir ikincil ve/veya yardımcı maddeler kullanılmamaktadır.
3. **Diğer Girdiler:** Elektrik; Basınçlı Hava

### 9.1.2.3. Kesim Ünitesindeki Çıktılar

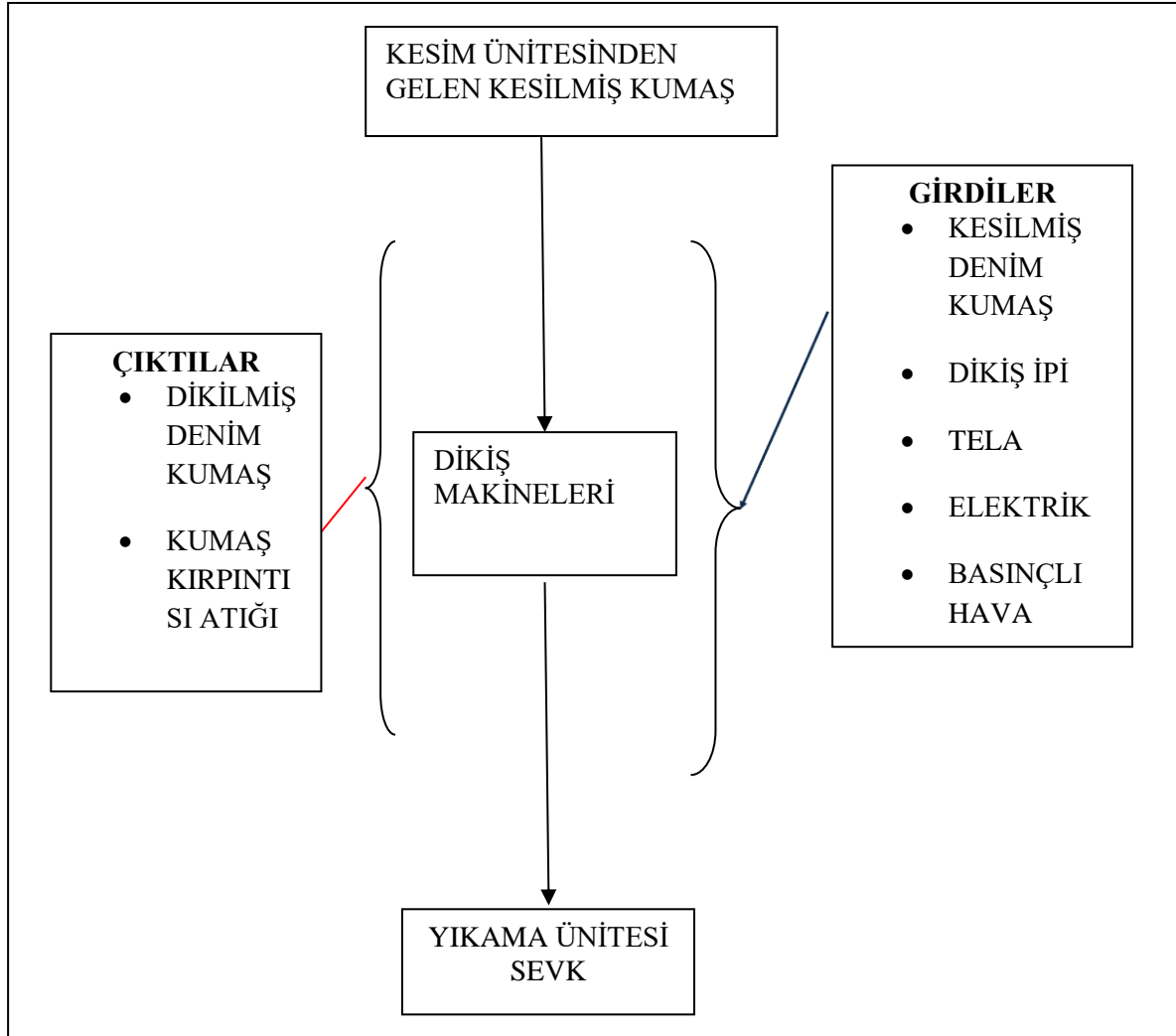
1. **Ürünler:** Kesilmiş Denim Kumaş



2. **Atıklar:** Kumaş Kırpıntısı Atığı, Ambalaj Atığı (naylon plastik /kağıt karton)
3. **Deşarjlar:** Bu ünite de atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
4. **Hava Emisyonları:** Bu ünite de emisyon kaynağı bulunmamaktadır.
5. **Enerji:** Bu ünite de makineler basınçlı hava ve elektrik enerjisi ile çalışmaktadır.

### 9.1.3. Ürün Montaj Ünitesi

Ürün Montaj ünitesinde kesimden gelen kesilmiş ürünlerin Ürün Montajı gerçekleştirilmektedir.



Çizelge 9.3. Ürün montaj ünitesi iş akım şeması

#### 9.1.3.1. Ürün Montaj Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Kesim ünitesinden gelen kesilmiş kumaşlar Ürün Montaj ünitesine alınır. Bu ünite de kesilmiş ürünlerin Ürün Montajı yapılır. Ürün Montaj işlemi tamamlanan ürünler yıkama ünitesine gönderilirler.

### 9.1.3.2. Ürün Montaj Ünitesindeki Girdiler

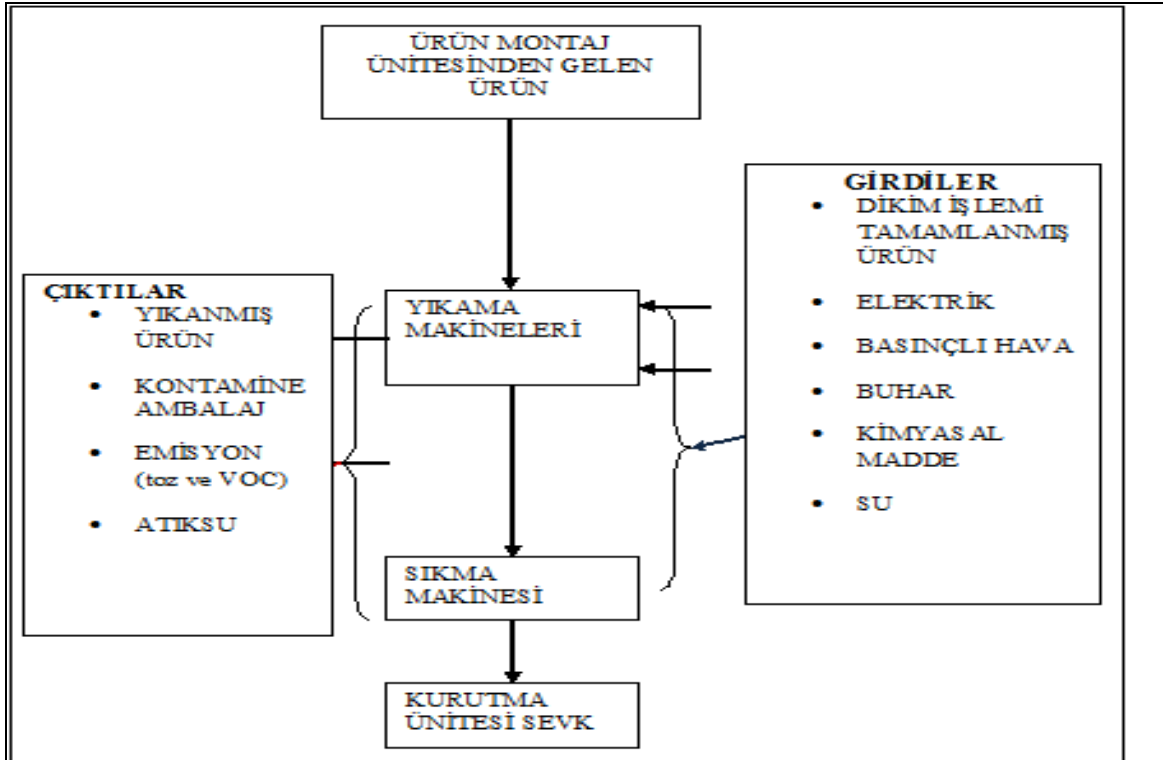
1. **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Kesilmiş Denim Kumaş, Dikiş İpi, Tela
2. **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu üniteye herhangi bir ikincil ve/veya yardımcı maddeler kullanılmamaktadır.
3. **Diğer Girdiler:** Elektrik, Basınçlı Hava

### 9.1.3.3. Ürün Montaj Ünitesindeki Çıktılar

1. **Ürünler:** Dikilmiş Ürün
2. **Atıklar:** Kumaş Kırpıntısı Atığı
3. **Deşarjlar:** Bu üniteye atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
4. **Hava Emisyonları:** Bu üniteye emisyon kaynağı bulunmamaktadır.
5. **Enerji:** Bu üniteye makineler elektrik enerjisi ve basınçlı hava ile çalışmaktadır.

### 9.1.4. Yıkama Ünitesi

Yıkama ünitesinde hazırlanan ürünlerin yıkaması gerçekleştirilir.



Çizelge 9.4. Yıkama ünitesi iş akım şeması

#### **9.1.4.1.Yıkama Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması**

Yıkama ünitesine gelen yıkanacak ürünler yıkama planına hazırlanır, Yıkaması bitmiş ürünler sıkma makinelerine alınır. Sıkması biten ürünler kurutma makinelerinin olduğu üniteye gönderilir.

#### **9.1.4.2.Yıkama Ünitesindeki Girdiler**

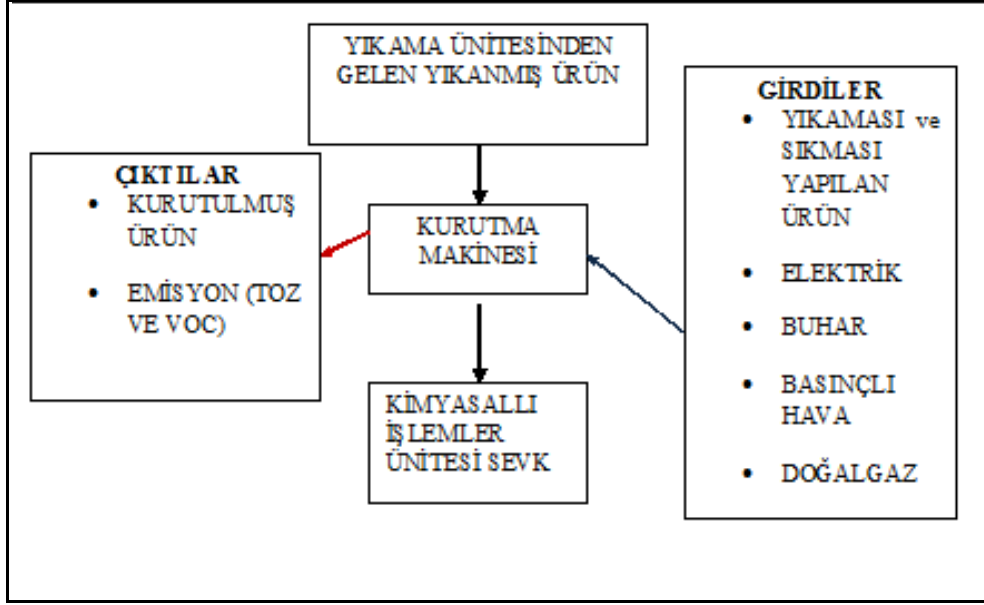
- 1. Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Ürün montaj ve efekti tamamlanmış ürün
- 2. Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Kimyasallar
- 3. Diğer Girdiler:**Elektrik, basınçlı hava, buhar

#### **9.1.4.3.Yıkama Ünitesindeki Çıktılar**

- 1. Ürünler:** Yıkanmış ürün
- 2. Atıklar:** Kontamine ambalaj
- 3. Deşarjlar:** Bu ünite de denim kumaşın yıkama makinelerinde yıkanması sonucu atıksu oluşmaktadır. Oluşan atıksu tesise ait kanal sistemiyle toplanıp, tesisin atıksu arıtma tesisinde arıtılmaktadır.
- 4. Hava Emisyonları:** Kurutma ünitesinin makinelerinden Labaratuardan kaynaklı 5 adet emisyon kaynağı bulunmaktadır.
- 5. Enerji:** Bu ünite de makineler basınçlı hava, doğalgaz,buhar ve elektrik ile çalışmaktadır.

#### **9.1.5. Kurutma Ünitesi**

Kurutma ünitesinde kurutma işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Çizelge 9.5. Kurutma ünitesi iş akım şeması

### 9.1.5.1. Kurutma Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Yıkaması ve sıkması yapılmış ürünler bu üniteye getirilir. Ürünlerin kurutma makinelerinde kurutma işlemleri gerçekleştirilir. Buradan çıkan ürünler numune özelliğine göre özel işlemler bölümüne ya da proses kontrol bölümüne gönderilir.

### 9.1.5.2. Kurutma Ünitesindeki Girdiler

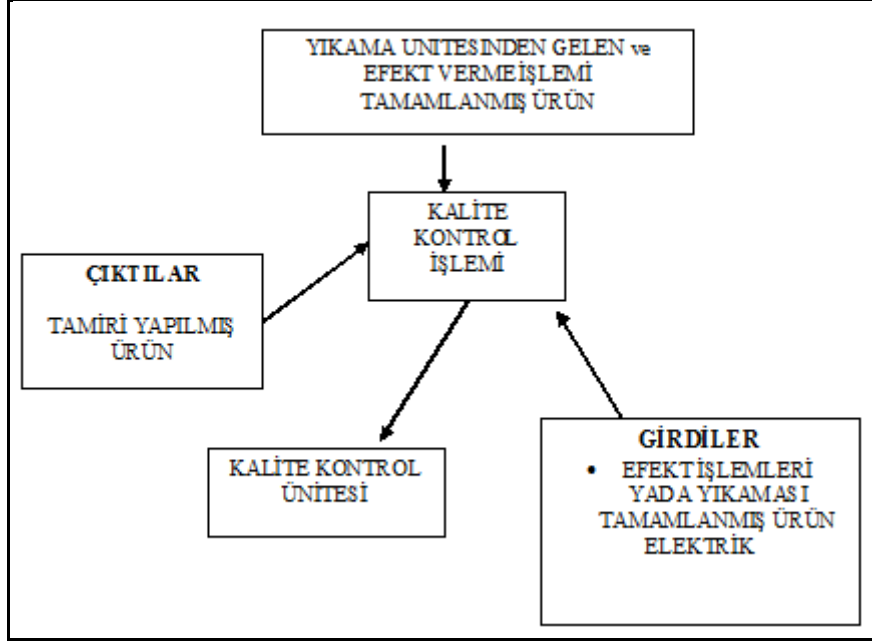
1. **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Yıkaması ve sıkması tamamlanmış ürün
2. **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu üniteye herhangi bir ikincil ve/veya yardımcı maddeler kullanılmamaktadır.
3. **Diğer Girdiler:** Elektrik, buhar, doğalgaz, basınçlı hava

### 9.1.5.3. Kurutma Ünitesindeki Çıktılar

1. **Ürünler:** Kurutulmuş ürün
2. **Atıklar:** Bu üniteye atık oluşturacak bir kaynak mevcut değildir.
3. **Deşarjlar:** Bu üniteye atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
4. **Hava Emisyonları:** Kurutma ünitesinin makinelerinden kaynaklı 5 adet emisyon kaynağı bulunmaktadır.
5. **Enerji:** Bu üniteye makineler basınçlı hava, buhar, doğalgaz ve elektrik ile çalışmaktadır.

### 9.1.6. Kalite Kontrol Ünitesi

Bu ünite de kalite kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Çizelge 9.6. Kalite kontrol ünitesi iş akım şeması

#### 9.1.6.1. Kalite Kontrol Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Yıkama veya efekt verme işlemleri tamamlanmış ürünler bu ünite de kontrol edilir. Buradan çıkan ürünler baskı ünitesine gönderilir.

#### 9.1.6.2. Kalite Kontrol Ünitesindeki Girdiler

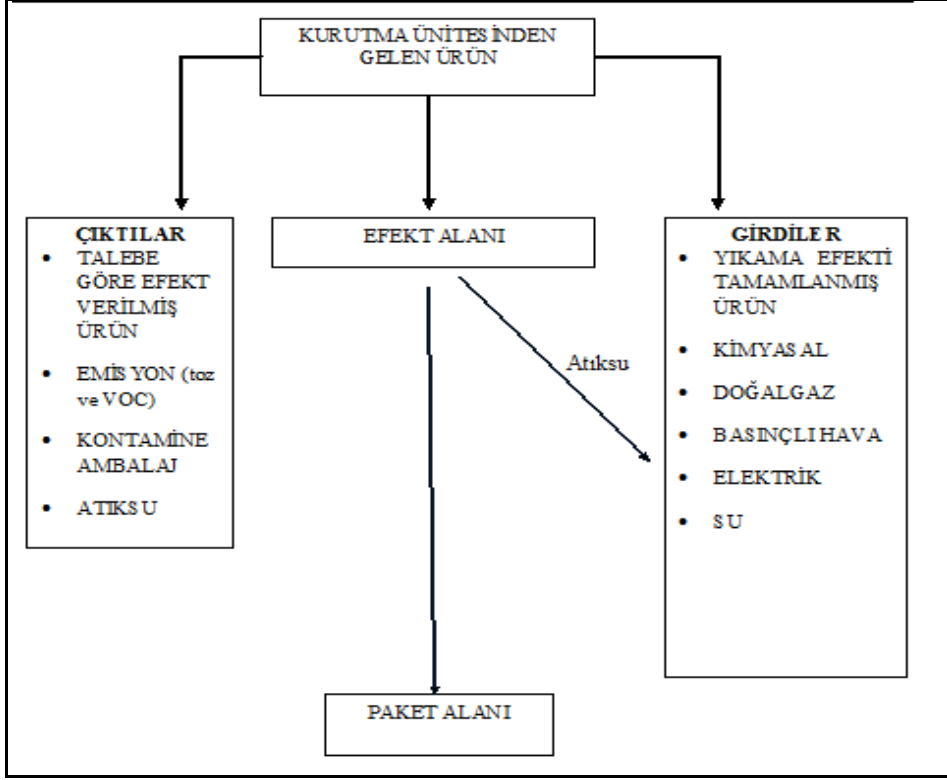
1. **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Yıkaması yada Efektleri Tamamlanmış Ürünler
2. **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu proseste herhangi bir ikincil/yardımcı madde kullanılmaktadır.
3. **Diğer Girdiler:** Elektrik

#### 9.1.6.3. Kalite Kontrol Ünitesindeki Çıktılar

1. **Ürünler:** Tamiri Yapılmış Ürün
2. **Atıklar:** Bu ünite de atık oluşturacak bir kaynak mevcut değildir.
3. **Deşarjlar:** Bu ünite de atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
4. **Hava Emisyonları:** Bu ünite de emisyon kaynağı bulunmamaktadır.
5. **Enerji:** Bu ünite de makineler elektrik enerjisi ile çalışmaktadır.

### 9.1.7. Efekt Ünitesi

Efekt ünitesinde pantolana müşteri talebi doğrultusunda farklı efektler kazandırılır.



Çizelge 9.7. Efekt ünitesi iş akım şeması

#### 9.1.7.1.Efekt Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Yıkama efektleri tamamlanmış ürünler özel efektler için bu alana gelirler.Buradan çıkan ürün paket alanına gönderilir.

#### 9.1.7.2.Efekt Ünitesindeki Girdiler

1. **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Yıkama Efektleri Tamamlanmış Ürünler
2. **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Kimyasallar
3. **Diğer Girdiler:** Doğalgaz, Basınçlı Hava, Elektrik

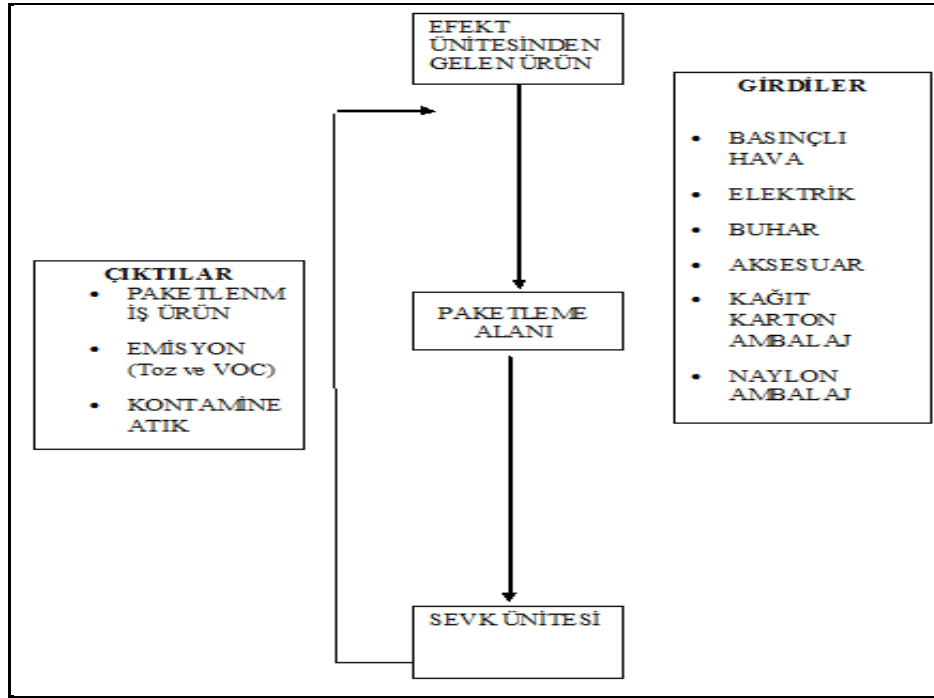
#### 9.1.7.3.Efekt Ünitesindeki Çıktılar

1. **Ürünler:** Talebe Göre Efekt Verilmiş Ürün
2. **Atıklar:** Kontamine Ambalaj
3. **Deşarjlar:** Bu üniteden atıksu deşarjı olmaktadır.

4. **Hava Emisyonları:** Bu ünite de makine, ekipman ve ortam havalandırmasından kaynaklı toplam 34 adet emisyon kaynağı bulunmaktadır.
5. **Enerji:** Bu ünite de makineler basınçlı hava, doğalgaz, elektrik enerjisi ile çalışmaktadır.

### 9.1.8. Paket Ünitesi

Paket ünitesinde işle mi bitmiş ürünlerin sevkiyat kısmına verilmek üzere paketleme işle mi yapılmaktadır.



Çizelge 9.8. Paket ünitesi iş akım şeması

#### 9.1.8.1. Paket Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Uygulanması gereken işlemleri biten ürünler son işlem ünitesine alınırlar. Bu sürecin çıktısı paketlenmiş üründür. Paketlenmiş ürün müşteriye sevk edilmek üzere lojistik depo ünitesine gönderilir.

#### 9.1.8.2. Paket Ünitesindeki Girdiler

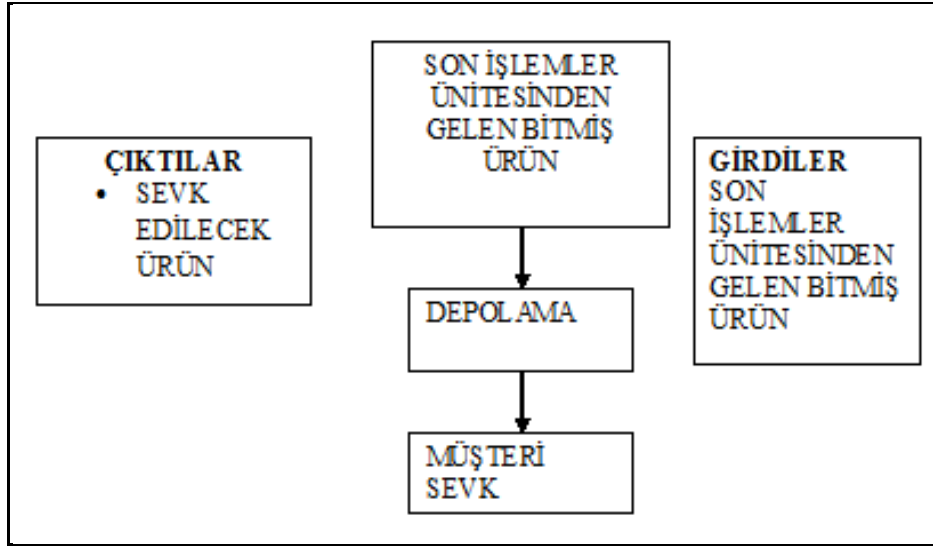
- 1- **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Metal Aksesuar, Naylon Ambalaj, Naylon Kağıt
- 2- **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu proseste yardımcı bir madde kullanılmamaktadır.
- 3- **Diğer Girdiler:** Elektrik, Basınçlı Hava, Buhar

### 9.1.8.3.Paket Ünitesindeki Çıktılar

- 1- **Ürünler:** Paketlenmiş Ürün
- 2- **Atıklar:** Bu ünite de atık çıktısı yoktur
- 3- **Deşarjlar:** Bu ünite de atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
- 4- **Hava Emisyonları:** Bu ünite de leke çıkarma işleminden oluşan bir adet emisyon kaynağı bulunmaktadır.
- 5- **Enerji:** Bu ünite de makineler basınçlı hava, buhar ve elektrik enerjisi ile çalışmaktadır.

### 9.1.9. Sevk Ünitesi

Bu ünite de müşteriye gönderilecek ürünlerin depolama ve sevk işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Çizelge 9.9. Sevk ünitesi iş akım şeması

#### 9.1.9.1. Sevk Ünitesi İş Akım Şeması Açıklanması

Son işlemler ünitesinden işlemleri bitmiş paketlenmiş ürünler müşterilere gönderilmek üzere bu ünite de depolanır ve müşteriye sevkıyatı buradan gerçekleştirilir.

#### 9.1.9.2. Sevk Ünitesindeki Girdiler

- 1- **Ürün İçin Kullanılan Hammaddeler:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işlemi gerçekleştirilmemektedir. Ürünlerin müşteriye sevk işlemleri gerçekleştirilmektedir.
- 2- **Prosesde Kullanılan İkincil/Yardımcı Maddeler:** Bu ünite de herhangi bir ikincil ve/veya yardımcı maddeler kullanılmamaktadır.



**3- Diğer Girdiler:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işlemi gerçekleştirilmediğinden dolayı proseste doğalgaz, elektrik, su, basınçlı hava kullanımı söz konusu değildir. Sadece ortam aydınlatması için elektrik kullanılmaktadır.

### 9.1.9.3. Sevk Ünitesindeki Çıktılar

- 1- Ürünler:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işlemi gerçekleştirilmemektedir. Ürünlerin müşteriye sevk işlemleri gerçekleştirilmektedir.
- 2- Atıklar:** Bu ünite de herhangi ürün üretimi işlemi gerçekleştirilmediğinden dolayı bu ünite de atık oluşmamaktadır.
- 3- Deşarjlar:** Bu ünite de atıksu kaynağı bulunmamaktadır.
- 4- Hava Emisyonları:** Bu ünite de emisyon kaynağı bulunmamaktadır.
- 5- Enerji:** Bu ünite de herhangi bir ürün üretim işlemi gerçekleştirilmediğinden dolayı proseste doğalgaz, elektrik, su, basınçlı hava kullanımı söz konusu değildir.

## 9.2.İNCELENEN ENDÜSTRİ TESİSİNİN TEMİZ ÜRETİM AMAÇLARI

Söz konusu tesiste 10 ton/gün kapasitesinin altında olduğundan temiz üretim planı hazırlanmamıştır. Ancak tesis yetkilileri tarafından, tesisin 10 ton/gün kapasitenin altında olmasına rağmen tesiste temiz üretim teknolojileri önemsenmekte ve bu konudaki tavsiyeleri değerlendirmektedir. Tesis tüm prosesler dahil olmak üzere bu kapsamda incelenecektir ve tesiste tebliğ kapsamında iyileştirme yapılması hedeflenmektedir.

### 9.2.1. Enerji ve Su Kaynaklarının Verimli Kullanımı

Önlemler	Firmanızda uygulanmış mıdır? (E/H/K)	Sizin firmanız için uygulanabilir mi? (E/H/K)
Enerji ve su politikası geliştirilmesi	E	E
İlgili kişilere enerji ve su yönetimi ile ilgili sorumlulukların paylaşılması	E	E
Enerji ve su tasarrufu hedeflerinin belirlenmesi	E	E
Enerji ve su kullanımının alt kullanımlarda detaylı sayacılandırılması için gerekli ekipmanın kurulması	E	E
Enerji ve su tüketiminin daha önceki dönemlerle (yıllar/aylar vb) karşılaştırılabilmesi için sürekli izleme sisteminin kurulması	E	E

Enerji ve su tüketimini ölçen aletlerle ölçüm sonuçlarının sürekli olarak kaydedilmesi	<b>E</b>	<b>E</b>
Enerji ve su tüketimindeki artışların belirlenmesi için sistem kurulması	<b>E</b>	<b>E</b>
Enerji ve su tüketiminin üretime bağlı olarak karşılaştırılması için performans indikatörlerinin geliştirilmesi	<b>E</b>	<b>E</b>
Enerji ve su verilerinin mevcut raporlama sistemi içerisine adapte edilmesi	<b>E</b>	<b>E</b>
Enerji ve su tasarrufunun ilgili personel ile tartışılması	<b>E</b>	<b>E</b>
Personelin enerji ve su tasarrufu konusundaki bilinçlenmesi	<b>E</b>	<b>E</b>
Personelin enerji ve su tasarrufu konusundaki görüşlerinin alınması için bir mekanizma oluşturulması	<b>E</b>	<b>E</b>
Verimli enerji ve su satın alma politikasının geliştirilmesi	<b>E</b>	<b>E</b>
Satın almadan sorumlu personelin satın alınacak alternatiflerin uzun süreli işletme maliyetlerinin değerlendirilebilmesi için eğitilmesi	<b>E</b>	<b>E</b>
Bütün ekipman/binalardaki tarifnamelerde enerji ve su verimliliğinin ilave edilmesi	<b>E</b>	<b>E</b>

### **9.2.2. Uygulanacak Temiz Üretim Hedefleri,Maliyetleri ve Beklenen Faydalar**

Tablo 9.2.2’de firmanın temiz üretim seçenekleri, amaçları, hedefleri, mevcut durumu,performans göstergesinden, beklenen toplam yatırım maliyetinden, beklenen yıllık tasarruftan, yatırımın firmaya geri dönüş süresinden ve bu yapılması planlanan adımın öncelik derecesinden bahsedilmektedir.

Tablo 9.2.2 Uygulanacak Temiz Üretim Hedefleri,Maliyetleri ve Beklenen Faydalar

Temiz Üretim Seçeneklerimiz	Amaç Ör: Solvent kullanımının azaltılması	Hedef	Mevcut Durum	Performans Göstergesi (Ör: her yıl satın alınan solventin miktarı)	Bir Sonraki Gelişme Döneminde Beklenen İyileşme (Ör:Her yıl satın alınan solvent miktarı için sayısal hedef)	Beklenen Toplam Yatırım Maliyeti	Beklenen Toplam Yıllık Tasarruf	Yatırımın Geri Dönüş Süresi, yıl	Öncelik (yüksek/orta/düşük)
A.1.2	İşletmeden kaynaklanan atıkların neler olduğu, atıkların kaynağında azaltılması, atıkların geri kazanım ve/veya bertaraf yöntemleri konusunda tesis çalışanları bilinçlendirme	2017 yılı aralık sonuna kadar tesiste çalışan personelin atıkların kaynağında azaltım ve geri kazanımı konusunda bilinçlendirme	Çalışanlar işe girişlerde atık yönetimi ve çevre bilinçlendirme konulu eğitimler verilmekte dir. Fakat bu eğitimlerin belirli periyotlarda verilerek çevre konusuna duyarlılığını arttırılması istenmekte	Tesiste ilk etapta atıkların ayrıştırılması konusunda personel eğitilmiştir. Eğitim başarı ile sonuçlanmıştır.	Eğitim konusunda daha fazla çalışan personele ulaşma	-	-	1	Yüksek

			dir. Tesiste bulunan personellerin eğitimine başlanmıştır.						
A.1.8.	Tüm kimyasal maddeleri, Madde Güvenlik Veri Kılavuzları'nda verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması,	2017 şubat sonuna kadar tesiste kullanılan kimyasalların saklama ve depolama şekillerinin incelenip revize edilmesi.	Bahsekonu MET işletme genelinde uygulanan bir MET'tir. Zaman zaman değişen kimyasallar ve diğer numune ürünler için kullanılan kimyasallar için bu MET'in periyodik olarak gözden geçirilmesi gerekmektedir. Konu	Konu ile alakalı olarak kimyasallar risk gruplarına göre incelenmeye başlanmıştır. Kimyasal depolama matrisi revize çalışmaları başlamıştır.	-	-	3 ay	Yüksek	

			ile alakalı belirli periyotlarda inceleme yapıp, kullanılan kimyasallar, depolama şekilleri gözden geçirilir.						
A.2.2.2	Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması	2017 aralık sonuna kadar tesiste kullanılan kimyasalların muadilleri açısından incelenerek en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması sağlamak	Tesiste kimyasallar ile sağlık ve güvenlik şartları alınmıştır. Tüm kimyasallar konu ile alakalı incelenmeye başlanmıştır. Tüm kimyasallar konu ile alakalı incelenmeye başlanmıştır, sağlık ve çevre açısından bir muadil	Tüm kimyasallar konu ile alakalı incelenmeye başlanmıştır	Daha az riskli kimyasallar kullanmak.	-	-	1	Yüksek

			ile değiştirilmesi için Pazar araştırması yapılacaktır.						
E.2.1.	Buhar kazanlarında yumuşak su devresinde blöf yapmaktır (Yapılan blöflerde her % 5 oranında artış ile yakıt tüketiminde %1-1,5 artış sağlanabilir).	Buhar kazanlarında yumuşak su devresinde blöf yapılarak	İşletme genelinde uygulanan bir uygulamadır.	Kontrol mekanizmasını periyodik hale getirerek, sistemin devamlılığını sağlamak.	Bu sistemin düzenli olarak işleyebilmesini ve devamlılığını sağlayabilmek.	-	13043 TL	1 yıl	Yüksek
E.2.2.	Kazan besleme suyunun ekonomizerde atıkgaz ısısı ile mümkün olduğunca ısıtılmasıdır (Yakıt maliyetlerinde %1 azalma sağlanabilir).	Ekonomizer kullanarak yakıt maliyetlerinde azalma sağlanabilir.	İşletme bünyesinde bu sistem uygulanmaktadır.	Kontrol mekanizmasını periyodik hale getirerek, sistemin devamlılığını sağlamak.	Bu sistemin düzenli olarak işleyebilmesini ve devamlılığını sağlayabilmek.	-	10869 TL	1 yıl	Yüksek

E.2.5.	Buhar dağıtım sistemindeki bütün sıcak yüzeylerin izole edilmesidir (İzolasyon borulardan kaynaklanan ısı kayıplarını %90 azaltır).	Buhar dağıtım sistemindeki bütün sıcak yüzeylerin izole edilerek ısı kayıplarının engellenmesini sağlamak.	İşletme bünyesinde bu sistem uygulanmaktadır.	Kontrol mekanizmasını periyodik hale getirerek, sistemin devamlılığını sağlamak.	Bu sistemin düzenli olarak işleyebilmesini ve devamlılığını sağlayabilmek.	-	32609 TL	1 yıl	Yüksek
E.2.6.2.	Buhar kaçaklarının engellenmesi	2017 aralık ayı sonuna kadar buhar kaçaklarının engellenmesi	Buhar kaçaklarının engellenmesi amacıyla kondensatların kontrol edilmesi ile buharın üretimde	Kontrol mekanizmasını periyodik hale getirerek, sistemin devamlılığını sağlamak.	Bu sistemin düzenli olarak işleyebilmesini ve devamlılığını sağlayabilmek.	-	13043 TL	1 yıl	Yüksek

			kullanılma dan kazan daire sine geri dönüş yapılmasın ın engellenm esis ağlana caktır.						
E.2.10.	Hava kaçaklarının önlenmesi	2017 aralık ayı sonuna kadar hava kaçaklarını n engellenm esi.	İşletme genelinde uygulanan bir uygulamad ır.Hava kaçaklarını n kontrolünü yapabilme k için gerekli olan kontrol çalışmaları plan takvimi hazırlanmı ştır.	Hazırlanan kontrol plan takvimi doğrultusund a çalışmalara başlatılmıştır.	Bu sistemin düzenli olarak işleyebilmesini sağlamak.	-	6480 TL	1 yıl	Yüksek
F.2.1.	Katı atıkların ayrı toplanması	Atık bertaraf/ge rikazanımı	Tesis bünyesinde oluşan			-	-	1 yıl	Yüksek



		<p> için daha tehlikeli  çevre arıtma  dostu ve çamurların  daha az a analiz  maliyetli yaptırılara  yöntemler k  seçilmesi. tehlikesiz  oldukları  sonucuna  ulaşılmıştı  r. Bir  sonraki  analiz  tarihine  kadar  arıtma  çamurları  tehlikesiz  atık olarak  nitelendiril  ecektir.</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

A.4.15	Atık gaz ve atıksulardan ısısının kazanılması,	Atık gaz ve atık ısısının geri kazanımı sistemini kullanarak yakıt maliyetlerinde azalma sağlanabilmesi.	Tesiste atıksulardaki ısı geri kazanım sistemi, ve kojen ünitesindeki atık gaz ısısının geri kazanım sistemi mevcuttur.	Tesiste bulunan atıksulardan ısı geri kazanım eşanjörü vasıtasıyla günlük olarak 50oC'de ısıtılmış 200 ton/gün su elde edilmektedir.  Kojen ünitesinden çıkan atık ısısının geri kazanılması sonucu günlük olarak 50oC'de ısıtılmış 300 ton/gün su elde edilmektedir	Bu sistemin düzenli olarak işleyebilmesini ve devamlılığını sağlayabilmek.	Isı ger kazanım eşanjörü maliyeti: 6.000 TL	Isı geri kazanımdan sağlanan tasarruf: 9.000 TL/yıl  Atıkısidan sağlanan tasarruf: 16.000 TL/yıl		Yüksek
--------	--	--	---	--	--	---	--	--	--------

A.4.7	Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinaların kullanılması	Düşük ve çok düşük flotte oranlı makinaların kullanılarak su ve enerji tüketim değerlerinin azaltılması	-	-	-	Yaklaşık olarak 170.000 €	Standart flotte oranlı makinalarda standart bir işlemde geçecek 1 kg ürün işletme maliyeti 1,5 € dur. Düşük flotte oranlı makinelerde standart bir işlemde geçecek 1kg ürün için işletme maliyeti 0,9 € dur.	-	Yüksek
-------	--	---	---	---	---	---------------------------	--	---	--------

## 10. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde sanayileşmenin ve nüfusun çok fazla artması sebebiyle yerüstü ve yeraltı kaynaklarının çok fazla tüketilmesi çevrenin günden güne daha da kirlenmesine sebebiyet vermektedir. Ayrıca artan sanayileşme ile birlikte, üretim ve istihdam artışı sağlanarak ekonominin gelişmesi sağlanmakta ancak diğer taraftan ise üretim sonucunda ortaya çıkan atıkların kaynağında minimize edilmesi, minimize edildikten sonra çıkmış olan atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi ile çevre kirlenmesi sorunun önüne geçilmesi gerekmektedir. Çevre kirlenmesi ve doğal kaynakların fazlaca tüketimi evrensel bir sorundur. Birleşmiş Milletler Çevre Programı Teknolojisi 1989 yılında Temiz Üretim Teknolojisi programını oluşturarak kirliliği önleyici çevresel stratejinin uygulanmasını yaygınlaştırmayı amaçlamıştır. Temiz üretimin en temel amaçları; proseslerin verimliliğini artırmak, doğal kaynak kullanımını en aza indirmek ve atık oluşumu ile kaynağında mücadele ederek mümkün olduğunca az atık çıkışını sağlamaktır.

İncelenen Endüstri Tesisinde denim kumaşın ağartılması esansında kimyasal maddeler yerine ozon ve lazer teknolojisinin kullanılması ve bunun olumlu sonuçları irdelenmiş olup mevcut en iyi teknikler kapsamında yapılan çalışmalar diğer çalışmaların da incelemesi yapılmıştır.

Bu araştırmadan elde edilen genel sonuçlar incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Ağartma prosesinde kimyasal yerine Ozon ve Lazer teknolojisinin tercih edilmesi çevresel ve ekonomik açıdan maliyetlerin azaltılması yönünden önemli bir başarı kriteri olmakla birlikte aynı zamanda proses verimliliğini de arttırmıştır ayrıca kullanılan bu yöntemlerle kimyasal ile ağartma yöntemine göre ciddi oranda su ve kimyasal tasarrufu yapabilmek mümkündür.İncelenen endüstri tesisinde ağartma prosesinde yapılan değişiklikler sonucunda

kullanılan su ve kimyasal kullanımlarındaki değişiklik hesaplanmış olup yıllık ortalama 253 ton kimyasal tasarrufu yapıldığı görülmüş olup tasarruf edilen su miktarı ise 21.149 m<sup>3</sup>'dür. Ayrıca çalışma kapsamında makinalarda kullanılan suyun debilerinin sürekli kontrol edilmesi, buhar ve hava kaçaklarının izolasyon malzemeleri ile engellenmesi daha az enerji ve daha az su ve enerji tüketen teknolojik makinelerin kullanımına gidilmesi ile mevcut en iyi teknikler anlamında birçok çalışmanın yapıldığı bunun çevresel ve ekonomik boyutları irdelenmiştir. Bünyelerinde yüksek miktarda ürün işleyişi olan ve son yıllarda kotlarda ağartma efektinin yaygınlaşması faktörleri göz önünde bulundurulduğunda ağartma proseslerinde bu şekilde alternatiflerin değerlendirilmesi, hem mali hem de çevresel açıdan yararlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca işletmede ağartma proseslerinde kimyasal kullanı yerine lazer ve ozon teknolojisinin kullanılması, çalışanların ağartıcı kimyasallara maruziyetini azaltması sebebiyle de iş güvenliği açısından da yararlı olmaktadır. Endüstri tesisinde de aylık ortalama 150 ton sıvı kimyasal kullanılmakta olup bu miktar yıla oranlandığında yaklaşık miktar 1800 tonu bulmaktadır. Yapılan makine yatırımları ile lazer ünitesi ve ozon teknolojisi tasarımı ile birlikte aylık %14 oranında kimyasal tasarrufu sağlamış olduğu görülmekte olup su tasarruf miktarının ise %35 olduğu görülmektedir. İlerleyen zaman içerisinde bu teknolojilerin Ergene Havzasındaki bütün tekstil fabrikalarına daha sonra ise diğer sektörlerle entegre edilmesi doğal kaynakların tüketimi, çevre kirliliği ve iş sağlığı ve güvenliği konularında önemli derecede umut vadetmektedir.

## 11. KAYNAKLAR

- Abdel-Dayem MA, Mohamad AM (2001). Potential of Solar Energy Utilization in the Textile Industry: a Case Study. *Renewable Energy*, 23: 368–397.
- Akçakoca P (1999). Denim Kumaslar ve İndigo Boyamacılığı, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2(79):136-143.
- Anonim (2017) Ozon Teknolojisi <http://www.meteor.gov.tr> (erişim tarihi:19.09.2017)
- Anonim (2017) Türkiye’de Temiz Üretim Konusunda Çalışma Yürüten Kurum ve Kuruluşlar, Türkiye’de Temiz Üretim Konusundaki Mevcut Teşvikler/Destekler <http://www.temizuretim.gov.tr> (erişim tarihi:19.09.2017)
- Anonim (2017) Denim Mamullerin Ağartılmasında Ozon Kullanımı <http://www.snaimpex.com/ozone.htm>, (erişim tarihi:19.09.2017)
- Anonim (2017) Denim Mamullerin Ağartılmasında Ozon Kullanımı [http://www.laundrytoday.com/questions/answers\\_07\\_99.htm](http://www.laundrytoday.com/questions/answers_07_99.htm) erişim tarihi:19.09.2017)
- Anonim (2017) (<http://www.tekstildershanesi.com.tr>,2017) erişim tarihi: 30.12.2017)
- Anonim (2017) Lazer Teknolojisi (<http://www.expresstextile.com/20030320/dyes2.shtml>, erişim tarihi: 30.12.2017).
- Anonim (2017) Ağartma Prosesinde Ozon Teknolojisinin [www.ozondenim.com](http://www.ozondenim.com),2017 erişim tarihi:30.12.2017
- Anonim (2017) Araştırma yapılan bölgenin ve endüstri tesislerinin genel özellikleri [www.velimeseoseb.org.tr](http://www.velimeseoseb.org.tr),2017\_erişim tarihi:30.12.2017
- Anonim (2017) Bölgesel ağartma prosesi yerine lazer teknolojisi kullanılması [www.vavtechnology.com](http://www.vavtechnology.com) erişim tarihi:30.12.2017
- Anonim (2017) Ozonun Teknolojik Olarak Oluşumu [www.opalsu.com](http://www.opalsu.com) Erişim tarihi:30.12.2017
- Aslan M, Ekmekçi, A, (2004). Denim yıkama Prosesinde Enzim Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 54-55s.
- Avşar E (2001). SEKA Kağıt Fabrikasında Temiz Üretim Fırsatlarının Değerlendirilmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Baral A, Engelken R, (2002). Chromium-based regulations and greening in metal finishing industries in the USA. *Environmental Science and Policy*, 5:121-133
- Bardado J, Gomez J, (2005). Emission and odour control in kraft pulp mills. *Journal of Cleaner Production*, 18:123-133

- Benli H, Bahtiyari İ (2016). Pamuklu Kumaşların Ozon-Hidrojen Peroksit Kombinasyonu ile Ağartılması ve Doğal Boyalar ile Renklendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 23: 103, 189-196.
- Boran M.G (2008) Şeker Üretiminde Temiz Üretim Yaklaşımının Uygulanabilirliği ve Çevresel Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Bölümü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Budak Ç (2014) T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Endüstrilerde Temiz Üretim ve Su Minimizasyonu Yaklaşımları AB(Avrupa Birliği) ve Türkiye’de Temiz Üretim Uygulamaları: Tekstil Endüstrisi Örneği Çevre ve Şehircilik Uzmanlık Tezi Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı Eylül 2014
- Bölgesel Çevre Merkezi (2011). Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-II, Temiz Üretim.
- CP/RAC (Regional Activity Centre for Cleaner Production), 2000. MOED: Minimization Opportunities Environmental Diagnosis. Barselona: ALTES, SL.
- Çavuşoğlu, B. (2015) Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Teknolojisi Uygulamaları. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2011, 2015). Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği. Ankara
- Demirer G.N (2003). Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Temel Prensipleri. Çevre ve Mühendis- TMMOB 25, 13-20
- Demirer Göksel, N (2010). Ulusal Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Merkezi Toplantısı Sanayi ve Ticaret Bakanlığı
- Dindar D, Yavuz B (2001). Moda Trendleri ve Kot Pantolon – Mont Üretimi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, Tekstil Eğitimi Bölümü. (Lisans Tezi).s.36-37
- Duran K, Özdemir D, (2005). Denim Mamullerinin Yıkama İşlemlerindeki Yenilikler, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2:105-107.
- EPA Guidance Manual, (1999). Alternative Disinfectants and Oxidants, April.
- Eren, H. A. (1999) Tekstil Terbiyesinde Temiz Üretim Yaklaşımı Çerçevesinde Boyama Sonrası Yıkamaların İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Eren, H.A, Öztürk, D, (2011). The evaluation of ozonation as an environmentally friendly alternative for cotton preparation, *Textile Research Journal*, 81(5), 512-519
- Elmacı, M. E. (2003) Yün Endüstrisinde Temiz Üretim Yönteminin Uygulanması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Fresner, J., Schnitzer, H., Gwehenberger, G., Planasch, M., Brunner, C., Taferner, K., Mair, J.,(2007) Practical experiences with the implementation of the concept of zero emissions in the surface treatment industry in Austria, *Journal of Cleaner Production*, 15:1228-1239
- Geveci, A. ve Karakoç, F. (1999) Tekstil Ürünlerinin Uluslar arası Standartlarda Üretiminde Ekolojik Dengeyi Bozmayacak Temiz Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesine Işık tutacak Ar-Ge Çalışmalarının Yapılması Projesi Final Raporu, Marmara Araştırma Merkezi.
- Gürbüz S (2002) Application of Cleaner Production Methodology in Olive Oil Industry. Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Gürbüz S, Kıran-Cılız N, Yenigün O, (2004). Cleaner production implementation through process modifications for selected SMEs in Turkish olive oil production. *Journal of Cleaner Production*, 12, 613-621.
- Hall D (2002). Energy and Water Savings in the Textile Industry. *Journal of Industrial Textiles*, 31: 234–253.
- Hong G B, Su T L, Lee J D, Hsu T C, Chen HW (2010). Energy Conservation Potential in Taiwanese Textile Industry. *Energy Policy*, 38: 7048–7053.
- İnkaya, T, Eren, H.A, Anış, P, (2008). Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerinin Oksijen Ve Ozon İle Kombine Edilmesi, *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 77-82
- Kıran-Cılız, N. (2003). Reduction in resource consumption by process modifications in cotton wet processes. *Journal of Cleaner Production*, 11:481-486
- Kocabaş M, Yükseler H, Dilek BF, Yetiş Ü (2009). Adoption of European Union’s IPPC Directive to a Textile Mill: Analysis of Water and Energy Consumption. *Journal of Environmental Management*, 91: 102–113
- Kubaş A (2012). Trakya Bölgesinde Sınai Yapı ve Sanayileşme. Türkiye Ekonomi Kurumu, <http://tek.org.tr/dosyalar/balkanlar8.pdf>- (erişim tarihi, 19.09.2017).
- Kupusovic, T., Midzic, S., Silajdic, I., Bjelevac, J.,(2005) Cleaner production measures in small-scale slaughter house industry a case study in bosnia herzegovina, *Journal of Cleaner Production*, 20:1-6
- Maier P, Schrott W, Bechtold T, Campese R, 2004, “Electrochemical Bleaching in the Finishing of Jeans”, *Melliand English* 11-12, E137-E139
- Morina, E. (2004) Temiz Üretim Metodolojisinin Süt Endüstrisinde Uygulanması. Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.



- Muneer T, Maubleu S, Asif M (2006). Prospects of Solar Water Heating for Textile Industry in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10: 1–23.
- Odabaşı E. (2001) Sanayide Temiz Üretim İçin Çevre Yönetimi: Tekstil Sektöründe Uygulama Örneği. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İçel.
- Öztürk H.K (2004). Energy Use and Cost in Textile Industry: A case study for Turkey. *Energy*, 33: 2424–2446
- Öztürk E, Yetiş, Ü., Dilek, F. B., Demirel, G. N. (2009) A chemical substitution study for a wet processing textile mill in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 17:239-247
- Özbay, A, Demirer, G. N. (2005) Bir süt üretimi fabrikası için temiz üretim fırsatlarının değerlendirilmesi. 6. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Kasım 2005, İstanbul, 169-180
- Özbay A., 2005. “Türkiye’de Temiz Üretim Yaklaşımının Analizi ve KOBİ’lere Yönelik Bir Temiz Üretim Merkezi İçin Kurumsal Yapılanma Önerisi”, Uzmanlık Tezi, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara
- Özdemir D (2006). Denim Mamullerinin Ağartılmasında Kullanılan Sodyum Hipoklorit ve Potasyum Permanganat Yöntemlerine Alternatif Yöntemlerinin Araştırılması”
- Palamutçu S (2010). Electric Energy Consumption in the Cotton Textile Processing Stages. *Energy*, 35: 2945–2952.
- Palanichamy C, Nadarajan C, Naveen P, Sundar N (2001). Budget Constrained Energy Conservation - an Experience with a Textile Industry. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 16(4): 340–345.
- Perincek, D.S, Duran, K, Körlü, A.E, Bahtiyari, M.İ, (2007). An Investigation in the Use of Ozone Gas in the Bleaching of Cotton Fabrics, *Ozone: Science and Engineering*, 29(5), 325-333
- Perincek, S., Duran, K., Körlü, A.E., (2013). Combination of Ozonation and Hydrogen Peroxide Bleaching for Linen Fabrics: Optimization of the Process Using Experimental Design Technique, *Ozone: Science & Engineering*, 35(4), 316-327
- Palanichamy C, Sundar N (2005). Second Stage Energy Conservation Experience with a Textile Industry. *Energy*, 33: 603–609.
- Prabaharan, M., Rao, J.V., (2003), Combined desizing, scouring and bleaching of cotton using ozone, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 28(4), 437-443
- Pulat E, Etemoğlu A B, Can M (2009). Waste-heat Recovery Potential in Turkish Textile Industry: case study for city of Bursa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13: 663–672.

- Sanayide Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Kılavuzu: Yöntemler ve Uygulamalar/ Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı TTGV <http://www.ekoverimlilik.org> erişim tarihi:08.02.2018
- Şahintürk B (2010). Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bitirme Projeleri “Temiz Üretim Teknolojileri”
- Tanapongipat A, Khamman C, Pruksathorn, K, Hunsom, M., (2006). Proses modification in the scouring process of the textile industry, Journal of Cleaner Production, 16:152-158
- Tang O, Mohanty B (1996). Industrial Energy Efficiency Improvement Through Cogeneration: A Case Study of the Textile Industry in Thailand. Energy, 21: 1169–1178.
- Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği 14 Aralık 2011/ R.G.Sayı: 28142 Rev: 10 Mart 2015
- Türkiye’de Temiz Üretim (Eko-Verimlilik) Alanında Mevcut Durum (TTGV, 2011) [www.anahtar.sanayi.gov.tr](http://www.anahtar.sanayi.gov.tr) erişim tarihi: 08.02.2018
- Ulutaş F, Alkaya E, Böğürücü M., Demirer G.N., 2011. A comparative analysis of Turkish and European Union environmental legislation regarding cleaner (sustainable) production concept. Int. J. Environment and Sustainable Development, Vol:10, No:3, 246-266.
- Ulutaş F, Alkaya E, Böğürücü M, Demirer G.N, (2012). The national capacity assessment on cleaner (sustainable) production in Turkey, 5, 30-36.
- UNEP and Danish EPA (Danish Environmental Protection Agency) (2000). Cleaner Production Assessment in Dairy Processing, Denmark
- UNEP, (2002). Sustainable Consumption and Cleaner Production Global Status (2002). United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics, ISBN: 92-807-2073-2, Cedex, France.
- Üretimde Kirlilik Önleme Yaklaşımı ve Devletin Konumu/ Tütüncü S, (2012) Ekonomi Bilimleri Dergisi Cilt 4, No 2, ISSN: 1309-8020
- Vázquez V, Olano BN, Canales C, Seoáñez C (2012). Entegre Çevre İzinleri: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Personeli İçin Destek Kılavuzu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Vietnam Cleaner Production Center (2000). Mini-guide to Cleaner Production. Hanoi: Vietnam Cleaner Production Center.(VNCP, 2000)

## ÖZGEÇMİŞ

Çağla ÖZTÜRK 1987 yılında İstanbul'da doğdu. (2005– 2009) yılları arasında Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü okudu. 2012 yılında Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. (2012-2014) yılları arasında Mar-Lab Marmara Laboratuvar ve Çevre Analizleri san. Tic. Ltd. Şti.'de çalışmıştır. Haziran 2014 itibariyle Şık Makas Giyim San. Tic. A.Ş. firmasında İSG Uzmanı olarak çalışmaktadır.