

TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN BİTİRİLMESİ

KAYNAK VERİMLİLİĞİ REHBERİ

ANKARA, 2018



Türkiye Cumhuriyeti
SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN BITİRİLMESİ
KAYNAK VERİMLİLİĞİ REHBERİ

Yayın No: e-7

Sanayide Kaynak Verimliliği Rehberi-1

Aralık 2018

Bu yayına ait her türlü çıktının fikri ve sınai mülkiyet hakları T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na aittir.

YAYINA HAZIRLAYANLAR
TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Ekibi

Adı Soyadı	Çalıştığı Kurum	E-Posta Adresi	Projedeki Sorumluluğu
Dr. Sönmez DAĞLI	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Sonmez.Dagli@tubitak.gov.tr	Proje Yöneticisi
Tuba BUDAK DUHBACI	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Tuba.Budak@tubitak.gov.tr	Proje Yönetici Yrd.
Dr. Emrah ŞIK	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Emrah.S@tubitak.gov.tr	Proje Yönetici Yrd.
Dr. Burcu UYUŞUR	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Burcu.Uyusur@tubitak.gov.tr	Sektör Sorumlusu
Recep PARTAL	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Recep.partal@tubitak.gov.tr	Sektör Sorumlusu

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü Ekibi

Belçim Aytekin KESKİN Deniz KOÇ Murat EVREN Dr. Mustafa Kemal AKGÜL

Danışman

Adı Soyadı	Çalıştığı Kurum	Projedeki Sorumluluğu
Dr. Emrah ÖZTÜRK	Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi	Danışman

Bu rehber, Verimlilik Stratejisi Eylem Planı (2015-2018) kapsamında T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü sorumluluğunda, imalat sanayiinde sürdürülebilir üretim teknolojilerinin yaygınlaştırılması için sektörler bazında rehber dokümanlar hazırlanması gereksinimlerinin kısmen yerine getirilmesi için sunulmuştur.

ISBN

978-605-4889-34-1

Mavi Kare Reklamcılık ve Tan. Hiz. Ltd. Şti.

Naci Kasım Sk. Hüseyin Özer İş Merkezi No:3/1 Mecidiyeköy Şişli-İSTANBUL

Hatırlatma

Bu rehberin içeriği, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, resmi görüşünü yansıtmamaktadır. Rapordaki bilgi ve görüşlerin sorumluluğu TÜBİTAK-MAM'a aittir. Bu raporlardaki verilere uyulmaksızın üretilecek ürünlerden TÜBİTAK MAM sorumlu değildir. Bu rapor kurumdan izin alınmadan reklam amaçlı kullanılamaz.

TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN BİTİRİLMESİ KAYNAK VERİMLİLİĞİ REHBERİ

2018



Türkiye Cumhuriyeti
SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



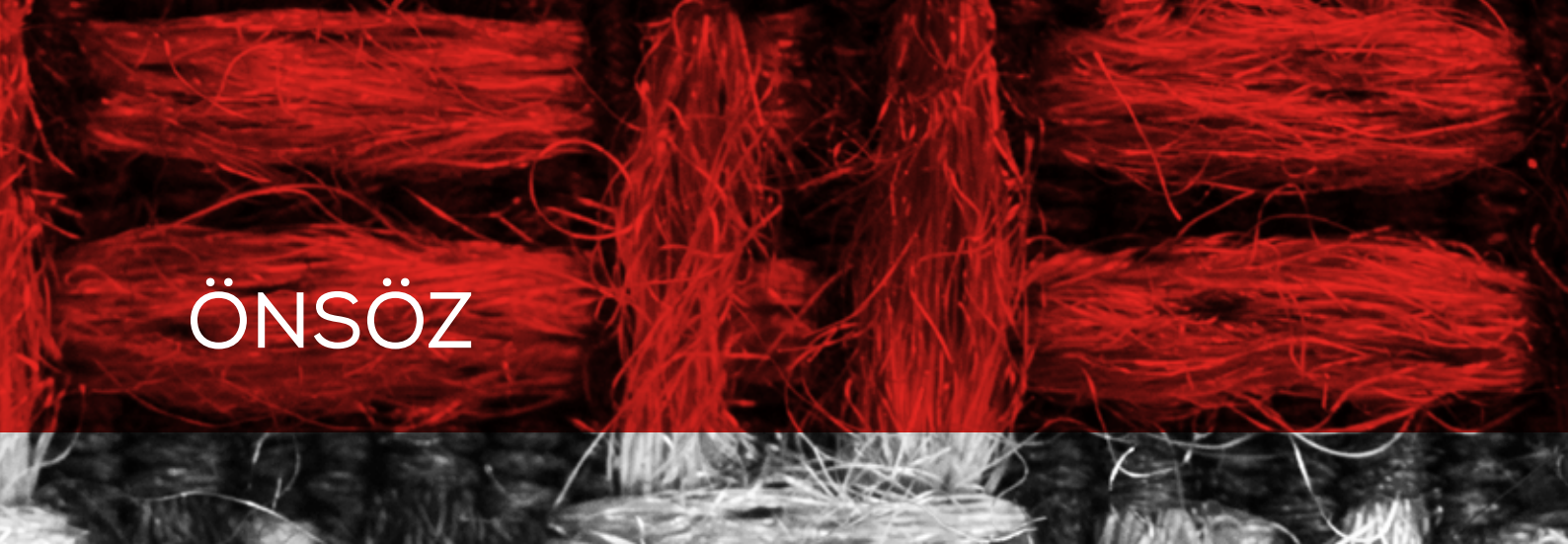


ÖNSÖZ

ÖNSÖZ

İşletme kârlılığı ve çevre üzerindeki olumlu etkilerinin daha bilinir hale gelmesi ile sanayide sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği konularındaki çalışmaların önemi daha da belirginleşmiştir. Bu gelişmenin doğal bir sonucu olarak, işletmelerin kâr ve büyüme odaklı geleneksel bakış açısı yerini tüm iş süreçlerinde sürdürülebilirliğin göz önünde bulundurulduğu bir yaklaşıma bırakmaktadır. Söz konusu dönüşümde, yasal düzenlemeler, çevresel sorunlarla ilgili farkındalığın toplum düzeyinde artması, müşteri tercihlerindeki değişiklikler ve dış ticaret engelleri gibi etmenler de şüphesiz büyük rol oynamaktadır. Kaynak verimliliği bazı çalışmalar, kurumsal firmalar başta olmak üzere tüm sanayi sektörlerinde yaygınlaşmaktadır. Sektördeki gelişmelere paralel olarak, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından "sanayinin verimlilik temelli yapısal dönüşümünü hızlandırmak" temel amacı ile hazırlanan Verimlilik Stratejisi ve Eylem Planı 2015-2018 (VSEP) kapsamında, konu ile ilgili genel strateji çerçevesi oluşturulmuş, öncelikler ve dönüşüm alanları belirlenmiş ve başvurulacak başlıca politika araçları tanımlanmıştır. "Sanayide sürdürülebilir üretim altyapısına dönüşüm sürecinde uygulama ve teknolojilerin yaygınlaştırılması VSEP'te belirlenmiş olan altı temel hedeften birisi olarak yerini almıştır. İmalat sanayiinde sürdürülebilir üretim yöntemlerinin yaygınlaştırılması için sektörel rehberler hazırlanması, söz konusu hedefe ulaşılmasını sağlamak üzere kullanılacak araçlardan birisi olarak öngörülmüştür.

Bu amaçla hazırlanan rehberlerden birisi olan bu çalışmada, tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöre yönelik başlıca kaynak verimliliği önlemleri ve örnek çalışmalar sunulmaktadır. Rehberin içeriği, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü'nün yürütücülüğünde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından hazırlanmış olup; içeriğin oluşturulmasında, ulusal ve uluslararası yayınlardan, iyi uygulama örneklerinden, saha ziyaretlerinden ve Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanlarından yararlanılmıştır. Rehberin hazırlık sürecinde emeği geçen TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü çalışanlarına, sektör danışmanlarına ve işletme temsilcilerine teşekkürlerimizi sunuyor ve rehberin ilgili tüm paydaşlar için yararlı olacağını umuyoruz.



ÖNSÖZ

ÖNSÖZ

Gelişmekte olan ülkelerin çevresel göstergeleri endüstriyel kirlenme kontrolünde zaman zaman yaşanan zorluklar sebebi ile genellikle iyileştirilmeye açıktır. Sanayi kuruluşları bir yandan üretim yapmak ve kâr etmek, diğer yandan mevcut çevre müktesebatına uyum sağlamak için yenilikçiliğe sürekli açık olmak durumundadırlar. Bu sebeple özellikle 1990'lardan sonra tüm dünya ölçeğinde sanayide sürdürülebilir üretim, eko-verimlilik, temiz üretim uygulamaları türü kavramlar sıkça bahsedilmeye başlanmıştır. Sanayide kirlenme kontrolü AB'de 1996 yılında yürürlüğe giren Entegre Kirlilik Kontrolü Direktifi (IPPC) ile bütüncül bir yaklaşımla ele alınmış ve gelinen noktada Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EID) halini almıştır. AB Aday Ülkesi olan ülkemizde de sanayiye bu endüstriyel kirlenmenin azaltılması için önemli görevler düşmektedir. Bunu yapmanın en önemli yollarından biri de her türlü üretim girdisinde (hammadde, su, enerji vb.) tasarruf sağlayıcı işlemler ile hem çevresel etkileri azaltmak hem de üretim kârlılığı yakalamak olarak tarif edilebilecek kaynak verimliliğidir. Mevcut En İyi Teknikler (MET) olarak tanımlanan ve sağladıkları faydalar ispatlanmış olan teknikleri kullanmak çoğu zaman küçük yatırımlar ve işgücü ile mümkün olabilmekte ve işletmelere önemli tasarruf sağlayabilmektedir.

2000'li yıllardan itibaren daha sık duyulan kaynak verimliliği, ülkemizde 2011 yılında kurulan Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü tarafından doğrudan takip edilmekte ve sanayi kuruluşlarında farkındalık artırıcı çeşitli etkinlikler (Sempozyum, Çalıştay, Anahtar Dergisi, Uygulamalı Projeler vb.) ile yönetilmektedir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi de, uygulamalı projelerle sanayi kuruluşları ve kamuya önderlik etmeye çalışan bir kamu kurumudur. Bu amaca uygun olarak Çevre Enstitüsü, adını 2012 yılında Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü olarak yenileyerek Temiz Üretim Stratejik İş Birimi kurmuştur. Hazırlanan bu rehber ile daha önce üretilen sanayide kaynak verimliliği alanındaki projelere ilaveten yeni bir çalışmanın içinde olmaktan kıvanç duyuyor, rehberin sanayi kuruluşlarında yapılmakta olan temiz üretim ve kaynak verimliliği çalışmalarına ayrı bir ivme kazandırmasını diliyoruz. Rehber, özellikle KOBİ'lerin ihtiyaç duyabilecekleri temel konular, sektörün mevcut durumu, üretimde ortaya çıkan çevresel etkiler ve bu etkileri azaltmanın yolları, mevcut en iyi teknikleri ve bu tekniklere ait ülkemizde ve dünyadaki uygulamalı örnekleri içerecek şekilde profesyonel tasarım ve görsel malzemeler kullanılarak hazırlanmıştır.

Bu rehberin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü personeline, sektör danışmanı Süleyman Demirel Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın. Emrah ÖZTÜRK'e, işletmelerinin kapılarını açarak sektöre yol gösterilmesine yardım eden Kipaş Mensucat A.Ş. ve Zorlu Tekstil A.Ş.'ye şükranlarımızı sunar ve teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

Tablo Listesi	iii	
Şekil Listesi	v	
Kısaltmalar Dizini	vi	
Teknik Terimler Kılavuzu	vii	
1	Rehberin Amacı & Kapsamı	1
2	Kaynak Verimliliği Ve Temiz Üretim Nedir?	5
3	Sektör Profili	9
3.1	Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Sektörü	14
3.1.1	Alt sektörde işletme ve çalışan sayıları	16
3.1.2	Alt sektörde ithalat ve ihracat durumu	17
4	Üretim Süreçleri	21
4.1	Ön Terbiye İşlemleri	
4.1.1.	Haşıl sökme ve yakma	27
4.1.2.	Hidrofilleştirme	28
4.1.3.	Ağartma	29
4.1.4.	Merserizasyon	30
4.1.5.	Karbonizasyon	31
4.1.6.	Termofiksaj	31
4.1.7.	Dinkleme	31
4.2	Renklendirme	32
4.2.1	Boyama	32
4.2.2	Baskı	33
4.2.3	Kurutma	34
4.3	Bitim İşlemleri (Apré)	35
5	Çevresel Göstergeler	37
5.1	Su Tüketimi	40
5.2	Atıksu Oluşumu	41
5.3	Enerji Tüketimi	43

5.4	Emisyonlar	46
5.5	Hammade Kullanımı	46
5.6	Atık Oluşumu	47
5.7	Gürültü	52
5.8	Sonuç ve Değerlendirme	53
6	Kaynak Verimliliği Önlemleri	55
6.1	Mevcut En İyi Teknikler Hakkında Referans Belgesi	57
6.2	İlgili Çevre ve Enerji Mevzuatı	58
6.3	Temiz Üretimin Metodolojisi	59
6.4	Ülkemizde Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Sektörüne Yönelik Temiz Üretim Olanakları	62
6.4.1	Su	62
6.4.2	Enerji	63
6.4.3	Kimyasal	64
6.5	Genel Temiz Üretim Olanakları	65
6.6	Proses Bazlı Temiz Üretim Olanakları ve Kontrol Listeleri	69
6.7	Türkiye'den ve Dünyadan İyi Uygulama Örnekleri	75
6.7.1	Örnek uygulama 1	75
6.7.2	Örnek uygulama 2	77
6.7.3	Örnek uygulama 3	77
6.7.4	Örnek uygulama 4	78
6.7.5	Örnek uygulama 5	80
6.7.6	Örnek uygulama 6	82
6.7.7	Örnek uygulama 7	83
6.7.8	Örnek uygulama 8	85
6.7.9	Örnek uygulama 9	89
7	Kaynakça	95
	Ek-1 Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektöründe Kaynak Verimliliği İle İlişkili Mevzuat	103

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektörü NACE Rev.2 Kodları	12
Tablo 3.2	Türkiye'nin Boya Baskı Terbiye Kapasitesi	18
Tablo 5.1	Tekstil Sektöründe Farklı Ülkelerin Spesifik Su Tüketim Aralıkları	40
Tablo 5.2	IPPC Tekstil BREF Dokümanında Yer Alan Elyaf, İplik ve Kumaş Terbiye-Boyaması Yapan Tekstil İşletmelerinin Spesifik Su Tüketimi Değerleri	41
Tablo 5.3	Tekstil Sektöründe Uygulanan Proseslerde Kullanılan Kimyasallar ve Atıksu Özellikleri	42
Tablo 5.4	IPPC Tekstil BREF Dokümanında Alt Sektörler Bazında Atıksu Oluşumları ve Yükleri	43
Tablo 5.5	Alt Sektörde Spesifik Atıksu Miktarları ve KOİ Yüklerinin Karşılaştırılması	43
Tablo 5.6	Alt Sektör Proseslerinde Spesifik Enerji Tüketimi Değerleri	44
Tablo 5.7	IPPC Tekstil BREF Dokümanında Alt Sektörler Bazında Spesifik Enerji Tüketimleri	44
Tablo 5.8	Alt Sektörde Spesifik Enerji Tüketimlerinin Karşılaştırılması	45
Tablo 5.9	Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi İşlemleri Sırasında Oluşan Emisyon Türleri	46
Tablo 5.10	Dünya Pamuk Üretimi ve Tüketimi Verileri	47
Tablo 5.11	Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektöründe Oluşan Başlıca Katı Atıklar	48
Tablo 5.12	Tekstil Elyaf ve İpliklerini ve Kumaş ve Tekstil Ürünlerini Ağartma ve Boyama İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar	49
Tablo 5.13	Farklı Tekstil Bitirme Tesislerinden Çıkan Spesifik Katı Atık Miktarları	49
Tablo 5.14	Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesinden Kaynaklanabilecek Proses Özel Tehlikeli Atıklar	50
Tablo 5.15	Türkiye'de 3 Tekstil İşletmesinde Oluşan Tehlikeli Atıklara Dair Bilgiler	51
Tablo 5.16	Kaynak Kullanımlarının Mevcut Durumu ve Belirlenen Potansiyel Azalmalar	53
Tablo 6.1	BREF Dökümanında Üzerinde Durulan Başlıca Tekstil Prosesleri	57
Tablo 6.2	Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği'nin Hazırlanmasında Yararlanılan Yönetmelikler	58
Tablo 6.3	Genel Kontrol Listesi	66
Tablo 6.4	Proses Bazlı Temiz Üretim Kontrol Listeleri	70
Tablo 6.5	Merserize-Kasar Makinesi Çıktı-Girdi Sisteminden Elde Edilen Kazanımlar	76
Tablo 6.6	Soğutma Silindirlerindeki Suyun Geri Dönüştürülmesinden Elde Edilen Kazanımlar	76
Tablo 6.7	Birim Metre Kumaş ve Yıllık Üretim İçin Tasarruf Miktarları	78
Tablo 6.8	Firmada Üretilen Atıksuyun Özellikleri	79
Tablo 6.9	Su Kullanımının Uygulamalardan Önce ve Sonra Dökümü	79
Tablo 6.10	Firmada Sürdürülebilir Üretim Uygulamaları Sonucunda Maliyet Tasarrufu	80
Tablo 6.11	Firmadaki Her Bir Temiz Üretim Tekniği İçin Hesaplanan Tasarruf ve Azaltım Oranları	81
Tablo 6.12	Spesifik Enerji Tüketimi	83
Tablo 6.13	Çevresel Faydalar	83
Tablo 6.14	Atıksu Reklamasyonu İçin Maliyet Tahminleri	84
Tablo 6.15	Temiz Üretim Seçenekleri ve Her Ünite İçin Faydaları	85

Tablo 6.16	Temiz Üretim Seçeneklerinin Uygulanması ile Elde Edilen Toplam Faydalar (Yatırım Maliyetleri Hariç), Günlük Tasarruf	88
Tablo 6.17	Önerilen Temiz Üretim Seçeneklerinin Tahmini Yatırım Maliyetleri ve Geri Ödeme Süreleri	88
Tablo 6.18	Doğru İlk Boyama Yüzdeleri Ocak-Ekim 2012 (%)	92
Tablo 6.19	2011 ve 2012 Yıllarında Enerji ve Su Tüketimi	92
Tablo 6.20	2011 ve 2012 Yılları Performans Göstergelerinin Karşılaştırılması	92
Tablo 6.21	Uygulamalardan Sonra Kıyaslama	93
Tablo 6.22	Fayda Maliyet Bilgileri	93

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1.	Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektöründe Ekonomik Parametrelerin Yıllara Göre Değişimi	11
Şekil 3.2.	Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektörü Alt Sektörleri	13
Şekil 3.3.	Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektörü Ekonomik Parametrelerin Yıllara Göre Değişimi	15
Şekil 3.4.	Tekstil Ürünlerinin İmalatı ve Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektöründe Yıllara Göre İşletme Sayılarının Değişimi	16
Şekil 3.5.	Tekstil Ürünlerinin İmalatı ve Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektöründe Yıllara Göre Çalışan Sayılarının Değişimi	16
Şekil 3.6.	Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektöründe Yer Alan İşletme Sayılarının Bölgesel Dağılımı, 2018 Yılı Güncel Verileri	17
Şekil 3.7.	Ülkeler Bazında Türkiye'nin Dokuma Kumaş (a) ve İplik İhracatı (b)	19
Şekil 4.1.	Tekstil Ürünlerinin İmalatı ve Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi için Uygulanan Tipik Proses Akım Şeması, Ana Girdileri ve Çıktıları	24
Şekil 4.2.	Bitim İşlemlerinde Başlıca Prosesler	25
Şekil 4.3.	Tekstil Materyaline Göre Uygulanan Terbiye ve Boyama ve Apre İşlemleri	26
Şekil 4.4.	Lif Türüne Göre Kimyasal ve Mekanik Apre İşlemleri	35
Şekil 5.1.	Kompozit Bir Tekstil Fabrikasında Kullanılan Tipik Elektrik ve Termal Enerjinin Dağılımı	45
Şekil 6.1.	Temiz Üretim Yaklaşımı Metodolojisi	60
Şekil 6.2.	İzoleli Buhar Boruları ve Vanalar	90
Şekil 6.3.	Yüzey Sıcaklığının Yalıtımlı ve Yalıtımsız Olarak Karşılaştırılması	91

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AKM	: Askıda Katı Madde
AOX	: Adsorplanabilir Klorlu Bileşikler
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BREF	: Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı (Reference Document on Best Available Techniques)
CO	: Karbonmonoksit
ÇKM	: Çözünmüş Katı Madde
EC	: Avrupa Komisyonu (European Commission)
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetik Asit
HT	: Yüksek Sıcaklık (High Temperature)
IED	: Endüstriyel Emisyonlar Direktifi
IPPC	: Entegre Kirlilik Önleme Kontrolü (Integration Pollution Prevention Control)
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MET	: Mevcut En İyi Teknikler
MSDS	: Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (Material Safety Data Sheet)
NACE	: Avrupa Topluluğu Ekonomik Faaliyetlerin İstatistik Sınıflaması (Statistical Classification of Economic Activities in the European Community)
NOx	: Azot Oksit
PES	: Polietersülfon
SO ₂	: Sülfür Dioksit
TÇM	: Toplam Çözünmüş Madde
TKM	: Toplam Katı Madde
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TSEKÖKT	: Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği
TÜBİTAK MAM	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VOC	: Uçucu Organik Maddeler

TEKNİK TERİMLER KILAVUZU

Afinite	: Tekstil materyali tarafından boyarmaddelerin veya kimyasalların alınma kapasitesi, materyalin boyarmaddeyi çekebilme yeteneği
Ağartma	: Liflerin sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit gibi kimyasallarla doğal renklerinin beyazlatılması işlemi
Antiseptik İşlemi	: Mikroorganizma çoğalmasını engelleyen apre işlemi
Apreleme	: Tekstil materyaline görünüm efekti, yumuşaklık, su geçirmezlik, güve yemezlik, buruşmazlık ve güç tutuşurluk gibi özellikler kazandırılması
Cer İşlemi	: Tarak makinesinden gelen şeritler arasındaki dengesizliklerin çekme işlemi ile daha homojenize hale getirilmesi
Sanforlama (Çekmezlik)	: Tekstil ürününün her yerinde aynı özelliğin sağlanması, kumaş üzerindeki gerilmelerin ortadan kaldırılması işlemi
Dinkleme	: Genellikle yün liflere uygulanan, kumaşı sıkı ve yoğun bir hale getirmek için yapılan keçeleştirme işlemi
Eğirme işlemi	: Kısa lif ya da flamentlerin belli oranlarda bükülmesi işlemi
Enzimatik İşlemler	: Selülozik liflerdeki ağır kimyasal maddeleri uzaklaştırmak veya yeni bitim efektleri elde etme işlemi
Fiksasyon	: Boyarmaddelerin lif içerisine uygun yerlerden bağlanması
Fitil İşlemi	: Şeritlerin inceltmesi ve hafif bir büküm verilerek iplik makinasında eğrilmeye hazır hale getirilmesi
Flotte	: İşlem gören tekstil materyali için hazırlanmış kimyasal çözeltilerdir.
Fularlama	: Tekstil ürünlerinin ıslak muamele yöntemi
Harman-Hallaç işlemi	: İplik üretimi yapılan işletmelerde, üretilmesi planlanan mamul iplik özelliklerine göre seçilmiş olan hammadde gruplarının karıştırılması
Haşılama	: Lifleri dokuma işlemleri sırasında sürtünme, gerilme, kırılma ve kopma gibi mekanik yıpratıcı etkilerden koruma işlemi
Haşıl Sökme	: Çözümlü iplikler üzerindeki haşıl maddelerinin uzaklaştırılması
Hidrofilleştirme	: Mamul ürüne su emme özelliği kazandırılması
Kalandır	: Yüksek basınçlı ve ısı silindirler arasından kumaşın geçirilmesi ile parlaklık elde edilmesi işlemi
Kamgarn Kumaş	: Kaliteli yünden yapılmış iplik ve bu iplikle dokunmuş kumaş
Karbonizasyon	: Yüksek sıcaklıkta güçlü asitler kullanılarak güçlü kirleticilerin giderilmesi
Kasarlama	: Ağartma işleminin diğer adı
Merserizasyon	: Pamuğun dayanıklılık, boyut stabilitesi ve parlaklık özelliklerini artırma işlemi
Pad-Batch	: Tekstil materyalinin bir tekne (fluard) içerisinde kısa süre ve kısa flotte oranında muamele edilmesi işlemi
Ring Eğirme İşlemi	: İpliğin fitil makinesinde ön çekim yapıp, ardından ring makinesinde eğildiği ve son olarak da bobine aktarıldığı işlem
Tarak işlemi	: Topak halindeki elyafları lif şeklinde açma, yaprak kırıntılarını gibi yabancı maddeleri giderime ve materyali düzgün bir şekilde yığma işlemi

Terbiye	: Tekstil ürünlerinin kullanılışının artırılarak satışa hazır hale getirilmesinde uygulanan işlemlerin tümü
Termofiksaj	: Liflerin iç gerilimlerinin giderilmesi ve düzgün boyamanın sağlanması için yapılan işlem
Tops Boyama	: Taranmış bant formundaki elyafın boyanması işlemi
Tow (kablo) boyama	: Sonsuz filamentin elyaf kablosu formunda boyanması işlemi

1 REHBERİN AMACI & KAPSAMI



1 REHBERİN AMACI & KAPSAMI

Verimlilik Stratejisi Eylem Planı (2015-2018) kapsamında T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı¹ sorumluluğunda, imalat sanayisinde sürdürülebilir üretim yöntemlerinin yaygınlaştırılması için sektörel rehberler hazırlanması öngörülmüştür. Bu amaçla 2016 yılında hazırlanan ilk iki rehber, "Et ve Et Ürünleri İmalatı" ve "Süt ve Süt Ürünleri İmalatı" alt sektörü rehberleridir. İlgili rehberler kaynak verimliliği uygulamalarını teşvik edici ve yol gösterici bilgiler ve örnek çalışmalar sunmaktadır. Tekstil Ürünlerinin imalatı ana sektörü altında "Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi-NACE kod 13.30" alt sektörüne yönelik olarak hazırlanan bu rehberin hedef kitlesi, sektördeki işletmelerin yönetim, üretim-planlama, kurumsal iletişim ve halkla ilişkiler bölümlerinde görev yapan tüm çalışanlardır. Rehberin, ülkemizin en önemli ihracatçı sektörlerinden biri olan tekstil sektöründe yer alan KOBİ'lerde farkındalık artırması hedeflenmiştir.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı¹, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü² tarafından ülkemizde imalat sanayi için kaynak verimliliği potansiyelinin belirlenmesi amacıyla TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü ile 2014-2017 yılları arasında "Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi" isimli bir kamu yatırım projesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Türkiye imalat sanayinde seçilmiş beş sektörden (Gıda ürünlerinin imalatı, Tekstil ürünlerinin imalatı, Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı, Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı, Ana metal sanayi) yola çıkarak, ham madde, enerji ve su girdilerinin etkin ve sürdürülebilir kullanımı ile elde edilebilecek potansiyel tasarruf, sektör, bölge ve Türkiye imalat sanayi düzeyinde analiz edilmiş ve bu potansiyel miktarsal ve parasal olarak tahmin edilmiştir. Seçilen sektörlerden biri olan "Tekstil Ürünlerinin İmalatı" sektöründe Gerçekçi Senaryo'ya göre toplam parasal tasarruf potansiyelinin (enerji, su ve ham madde) %12,28'i "13.30 "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektörünü kapsamıştır. Yapılan analizlerde, "13.30 Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektöründe ana sektör içerisinde ham madde alanında yaklaşık %9, enerjide %17,79 ve suda %32,76 oranında bir tasarruf potansiyeli tespit edilmiştir. Bu oranlar, sektörde yapılacak çeşitli verimlilik uygulamaları ile tasarruflar sağlanabileceğine işaret etmektedir [1]. Bu sebeple, hazırlanan bu rehber ile, potansiyel tasarrufların hayata geçirilme fırsatının yanı sıra, tedarikçilerin de hedef paydaş olarak hedef kitleye dahil olmasıyla sürdürülebilir kaynak verimliliği elde edilmesine katkıda bulunması hedeflenmektedir.

Rehber, esas olarak 4 bölümü kapsamaktadır;

- (Alt) Sektör Profili
- Üretim Süreci ve Prosesler
- Çevresel Etki Oluşturan Süreçler-İşlemler
- Kaynak Verimliliği Önlemleri

¹ Mülga T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

² Mülga T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Verimlilik Genel Müdürlüğü

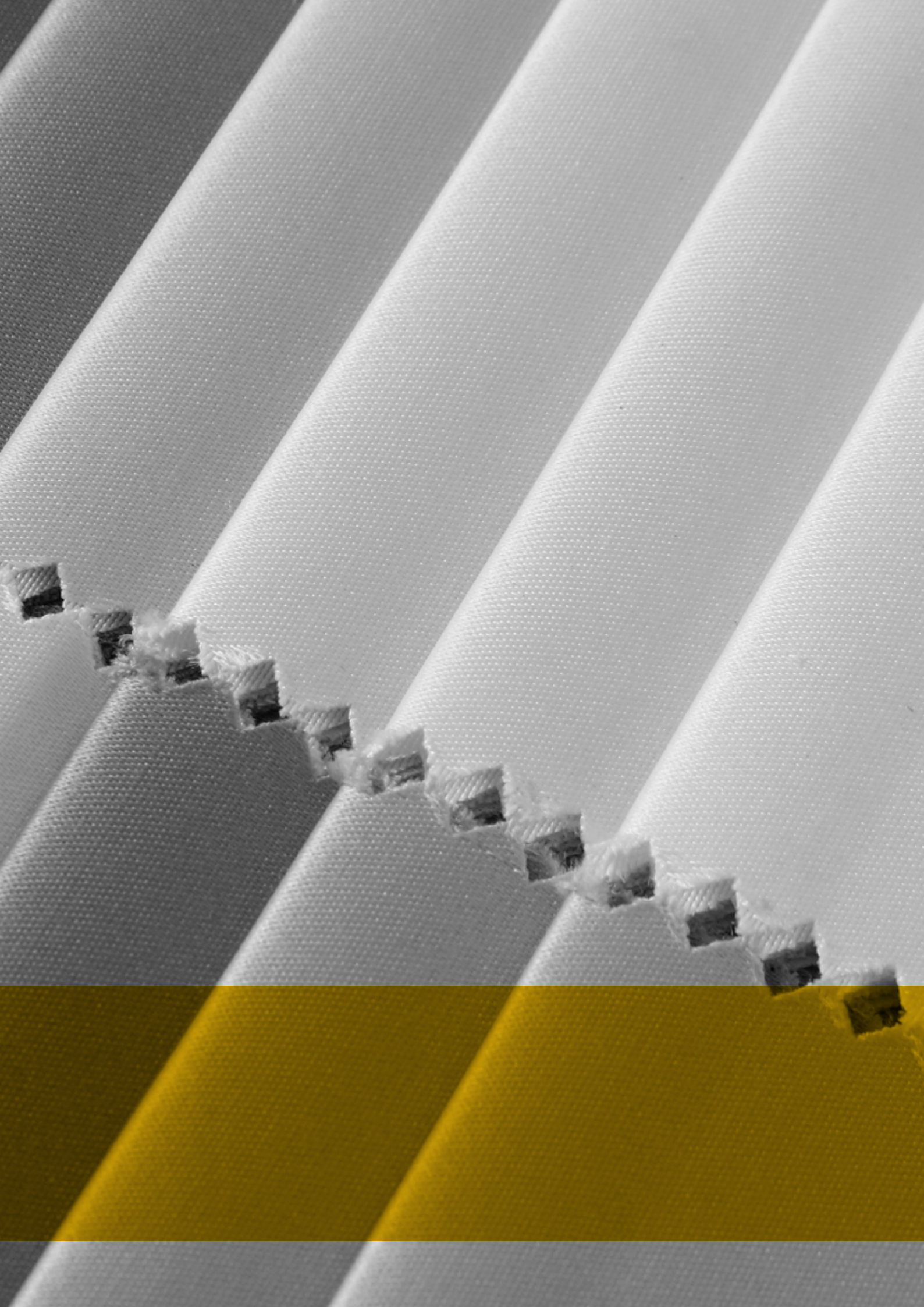
'Sektör Profili' bölümünde sektörün ülkemiz ekonomisindeki yeri ve önemi, üretim ve ihracat miktarları, üretimin coğrafi dağılımı, işyeri sayısı, istihdam, iş hacmi, katma değer ve temel paydaşlara ilişkin verilere yer verilmektedir.

'Üretim Süreçleri' bölümünde tekstil ürünlerinin bitirilmesi işletmelerinin, üretim aşamalarına, her bir prodesteki girdi ve çıktılara ve spesifik tüketimlere/emisyonlara ilişkin özet bilgiler aktarılmaktadır. Tüm üretimi temsil edecek şekilde işlem ve süreçler açıklanmaya çalışılmış, üretim aşamaları ayrı ayrı ele alınmıştır. 'Çevresel Etki Yaratan Alanlar' ve 'Kaynak Verimliliği Önlemleri' bölümlerinde ise 2003 yılında Avrupa Birliği (AB) tarafından oluşturulan, Mevcut En İyi Teknikler (MET)'in anlatıldığı "Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı" (Reference Document on Best Available Techniques (BREF)) esas alınarak, süreç temelli çevresel etki oluşturan alanlar tespit edilmiş ve buna yönelik kaynak verimliliği önlemleri irdelenmiştir [2]. Tüm bu çalışmalar süresince, güncel literatür verilerinin yanı sıra, sektörün önde gelen tesislerine ziyaretler yapılarak veri temin edilmeye ve bilgi üretilmeye çalışılmıştır.



2

KAYNAK VERİMLİLİĞİ
VE TEMİZ ÜRETİM
• NEDİR?



2 KAYNAK VERİMLİLİĞİ VE TEMİZ ÜRETİM NEDİR?

Doğal kaynakların sınırlı olması sebebiyle doğal kaynak kullanan sanayide üretim verimliliğinin artırılması, rekabetçilikte öne çıkma ve çevresel etkilerin azaltılması gibi çıktılarla gündeme gelen kaynak verimliliği; artık kaynak tüketilen hemen her alanda uygulanmaktadır. Bu sebeple, sadece endüstriyel üretim aşamasında değil, kaynak tüketiminin fazla olduğu tüm faaliyetlerde de sürdürülebilirliğin sağlanması açısından uygulanmalıdır. Artan nüfus, endüstriyel üretimi de arttırmakta ve girdi fiyatları (hammadde, su, enerji, işçilik vb.) da sürekli artmaktadır. Ülkemizde de dünyadaki uygulamalara ve üyelik sürecinde olduğumuz AB Müktesebatına uygun olarak, boru sonu (end of pipe) yerine alıcı ortam bazlı kontrole geçiş yönünde adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu durum sanayide çevre yönetimi maliyetlerine ilave baskılar oluşturacaktır. Bütün bu gelişmeler, üretimde kaynak verimliliğinin çok daha fazla dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Atık, herhangi bir kullanım sonucu ya da raf-kullanım ömrü dolan ürünlerin kullanılamaz hale gelmesi sonucu oluşan ve mühendislik prensipleri kullanılarak azaltılması, geri kazanımı, yeniden kullanılması ve bertaraf edilmesi gereken her türlü malzemedir. Atığın oluşumu (ürün üretimi) sırasında kaynak tüketildiği gibi, atığın oluşumu sonrası yukarıda sayılan işlemlerin de yapılabilmesi için de (toplama, taşıma, geri kazanım, bertaraf vb.) kaynak tüketimi söz konusudur. Bu sebeple, başta imalat sanayinin her sektöründe kaynak verimliliği çalışmalarının yapılması, ilave önem verilmesi gereken bir durum ihtiva etmektedir.

Sanayide kaynak verimliliğinin uygulanmasına yönelik en erken düzenleme AB'nin 24 Eylül 1996 tarihli 96/61/EC Konsey Yönergesi ile oluşturduğu "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi"dir [3]. Bu Direktif ile sanayi için "havaya, suya veya toprağa verilen emisyonları, atık yönetimini de dikkate alarak, mümkün olduğu yerlerde önlemek; mümkün değilse, çevreyi bir bütün olarak yüksek bir düzeyde korumayı başarmak için kirliliği en aza indirmek" olarak tanımlanan entegre kirlilik önleme yaklaşımı getirilmiştir. Bir başka ifade ile sanayide kirliliğin kapsayıcı bir yaklaşımla ele alınması ve atık üretiminin temiz üretim ve kaynak verimliliği çalışmaları yapılarak azaltılması için koşullar oluşturulmuştur. MET'ler, sektöre maliyet ve faydaları göz önünde bulundurulduğunda, uygulanması halinde çevrenin yüksek düzeyde korunmasına yönelik en etkili tekniklerdir. MET'ler, sadece proseste kullanılan teknolojiyi ifade etmemekte, işletmenin tasarlanma, kurulma, işletme ve bakım şekline de atıfta bulunmaktadır. İlaveten bazı MET'ler, sağduyudan kaynaklanan basit sonuçlar olup herhangi bir yatırım gerektirmemektedir [4].

En genel ifade ile aynı miktardaki ürünü daha az girdi (ya da hammadde) kullanarak ya da aynı girdi ile daha fazla ürün üretmek olarak tanımlanabilecek kaynak verimliliği; BM Çevre Programı tarafından "daha az kaynak tüketerek daha fazla refah sağlamak" olarak tanımlanmıştır [5]. Avrupa Birliği ise Kaynak Verimliliğini "Sahip olduğumuz tüm kaynakların (toprak, hava, su, biyoçeşitlilik, ekosistemler, vd.) daha verimli kullanılması ya da "daha az kaynak ile daha çok iş yapmak" ve "kaynak kullanımı ile ortaya çıkan olumsuz etkilerin azaltılması" olarak tanımlamaktadır [6]. Nasıl tanımlanırsa tanımlansın, 2000'li yıllara kadar çizgisel halde tanımlanan ekonominin, döngüsel ekonomiye doğru yol almasıyla kaynak verimliliği ve temiz üretim kavramları sanayinin üretim maliyetlerinin azalması, rekabetçi hale

gelmesi, çevresel saygınlığının artması, atık maliyetlerinin düşmesi gibi alanlarda sayısız faydaları olacak bir süreci tanımlamaktadır. Bu süreç sürekli güncellenen, sürdürülebilir bir düşünme, hesaplama, önlem alma ve uygulama sürecini içermektedir.

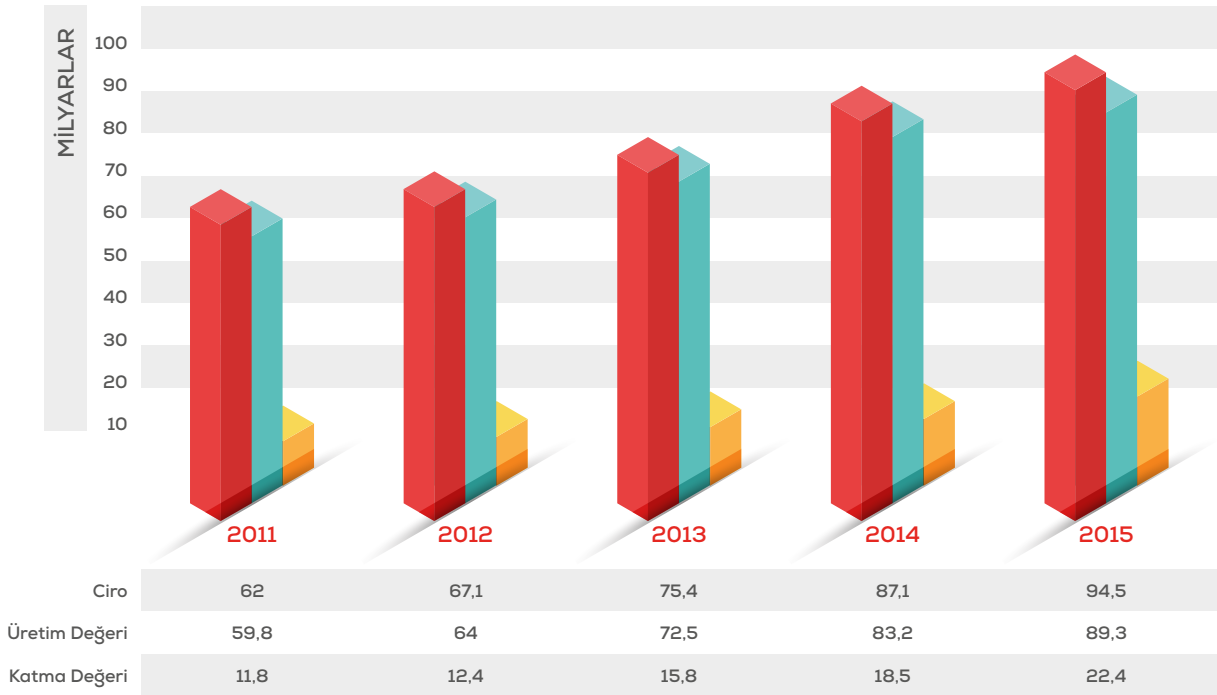
3

• SEKTÖR
PROFİLİ



3 SEKTÖR PROFİLİ

Tekstil sektörü, oluşturduğu gayri safi yurt içi hâsıla, imalat sanayi üretimindeki pay, ihracat, istihdam, yatırımlar, dışa açıklık ve ekonomik kalkınma açısından tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de kalkınma sürecinde lokomotif rol üstlenen sektörlerden biri konumundadır [7] [8]. Farklı ihtiyaçlara yönelik olarak elyaf, iplik, örme ve dokuma kumaş, keçe, dokusuz yüzeyler (nonewoven), ev tekstili ürünleri ve halı ürünleri tekstil sektörünün önce çıkan ürün grupları arasındadır [9]. 2015 yılı TÜİK verilerine göre sektörün cirosu 94 milyar TL, üretim değeri 89 milyar TL ve katma değeri 22 milyar TL olarak tespit edilmiştir. Sektörün cirosu, üretim değeri ve katma değerinin imalat sanayindeki payları sırası ile %8, %8 ve %10'a karşılık gelmektedir. 2011-2015 yılları arasında sektörde ciro, üretim değeri ve katma değer değişimi Şekil 3.1'de verilmiştir. Buna göre her üç göstergede de yıllara göre artış olduğu gözlenmektedir. 2011-2015 yılları arasında ciro, üretim değeri ve katma değerdeki artış oranları sırası ile %52, %49 ve %90 seviyelerindedir [10].



Kaynak: [10]

Şekil 3.1. Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektöründe Ekonomik Parametrelerin Yıllara Göre Değişimi

Tekstil ve hazır giyim sektörleri Avrupa Topluluğu'nda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması (NACE) sisteminde farklı bölümlerde yer almalarına rağmen, birbirleriyle olan yakın ilişkileri nedeniyle genel olarak birlikte değerlendirilmektedirler. NACE sisteminde 13. bölümde yer alan tekstil ürünlerinin imalatı alt sektörleri 6'lı kodlar şeklinde Tablo 3.1'de verilmiştir. Tekstil sektörü, elyaf işleme, iplik, örme, dokuma, boya-terbiye, konfeksiyon gibi alt sektörlerle ayrılmaktadır [9]. Bu işlemler NACE sisteminde, "Tekstil elyafının hazırlanması ve bükülmesi", "Dokuma", "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" ve "Diğer tekstil ürünlerinin imalatı" şeklinde sıralanmıştır. Bu sıralamada yer alan alt sektörlerin de kendi içerisinde alt sektörleri bulunduğu Tablo 3.1'de görülmektedir. Bu alt sektörler arasında ise NACE sistemine göre 13.30 kodlu, boya-terbiye işlemlerini kapsayan tekstil ürünlerinin bitirilmesi

alt sektörü enerji, su, kimyasal tüketimi ve atık oluşumu bakımından diğer alt sektörlerden farklılık göstermektedir [9]. Bu alt sektörün işletme sayısı, istihdam, iş hacmi ve katma değer açısından tekstil sektörü ve küresel ölçekteki payı alt sektörün daha detaylı anlatıldığı Bölüm 2.1'de sunulmuştur.

13	Tekstil Ürünlerinin İmalatı
13.10	Tekstil elyafının hazırlanması ve bükülmesi
13.20	Dokuma
13.30	Tekstil ürünlerinin bitirilmesi
13.30.01	Havlu mensucatın boyanması
13.30.02	İplik boyama
13.30.03	Dokuma üzerine baskı hizmetleri
13.30.04	Giyim eşyası apreleme hizmetleri
13.90	Diğer tekstil ürünlerinin imalatı

Kaynak: [11]

Tablo 3.1 Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektörü NACE Rev.2 Kodları

Tekstil sektörünün 2017 yılında, ülkemiz imalat sanayi ihracatı içerisindeki payı yaklaşık %8, Türkiye geneli ihracattaki payı ise %6 olarak gerçekleşmiştir. 2013 yılı verilerine göre, Türkiye'nin tekstil ihracatının dünya tekstil ihracatı içerisindeki oranı yaklaşık %4 olarak tespit edilmiştir. İlk sırayı ise %31 oran ile Çin almıştır [9]. 2017 yılında ise Türkiye tekstil ürünleri ihracatı en fazla AB(28) ülkelerine yapılmış ve 5,3 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir [12]. Sektörde özellikle bitim işlemlerinin (boyama, apreleme, son işlemler vb.) uygulandığı tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe çok farklı tipte kimyasallar, yüksek miktarlarda su ve ısı işlemler için enerji kullanımı ön plana çıkmaktadır. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı³, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü⁴ ve TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü koordinasyonu ile 2014-2017 yılları arasında yürütülen "Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi" isimli proje kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmaları ve literatürden derlenen verilere göre, tekstil sektörü genelinde %15-79 aralığında su tasarruf potansiyeli, %15-40 arasında enerji tasarrufu potansiyeli, atıksu miktarında %23-72 oranında azalma potansiyeli, hava emisyonlarında %60'dan fazla azalma potansiyeli ve katı atık miktarında %50 civarında bir azalma potansiyeli belirlenmiştir [1]. Sektörde uygulanan işlemlerin, işletme bazında dahi farklılıklar göstermesinden dolayı bu aralıklar oldukça geniş tespit edilmiştir. Proje kapsamında, sektörde oluşturulan anketlere verilen cevapların yaklaşık %77'si "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektöründen temin edilmiştir. Özellikle tekstil boyama ve terbiye işlemlerinde su tüketiminin azaltılması ile enerji, ham madde ve kimyasal tasarrufu da sağlanması gibi örnekler mevcuttur. Bunlara ilaveten,

- Bu alt sektörde kimyasal tüketiminin oldukça yoğun olması
- Üretim proseslerinde ısı enerjiden önemli ölçüde faydalanılması
- Üretim proseslerinde tehlikeli, tehlikesiz ve tekstil sektörüne has atıklar oluşması
- Alt sektörde yoğun su tüketimlerine paralel olarak yüksek miktarda atıksu oluşması

³ Mülga T.C Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

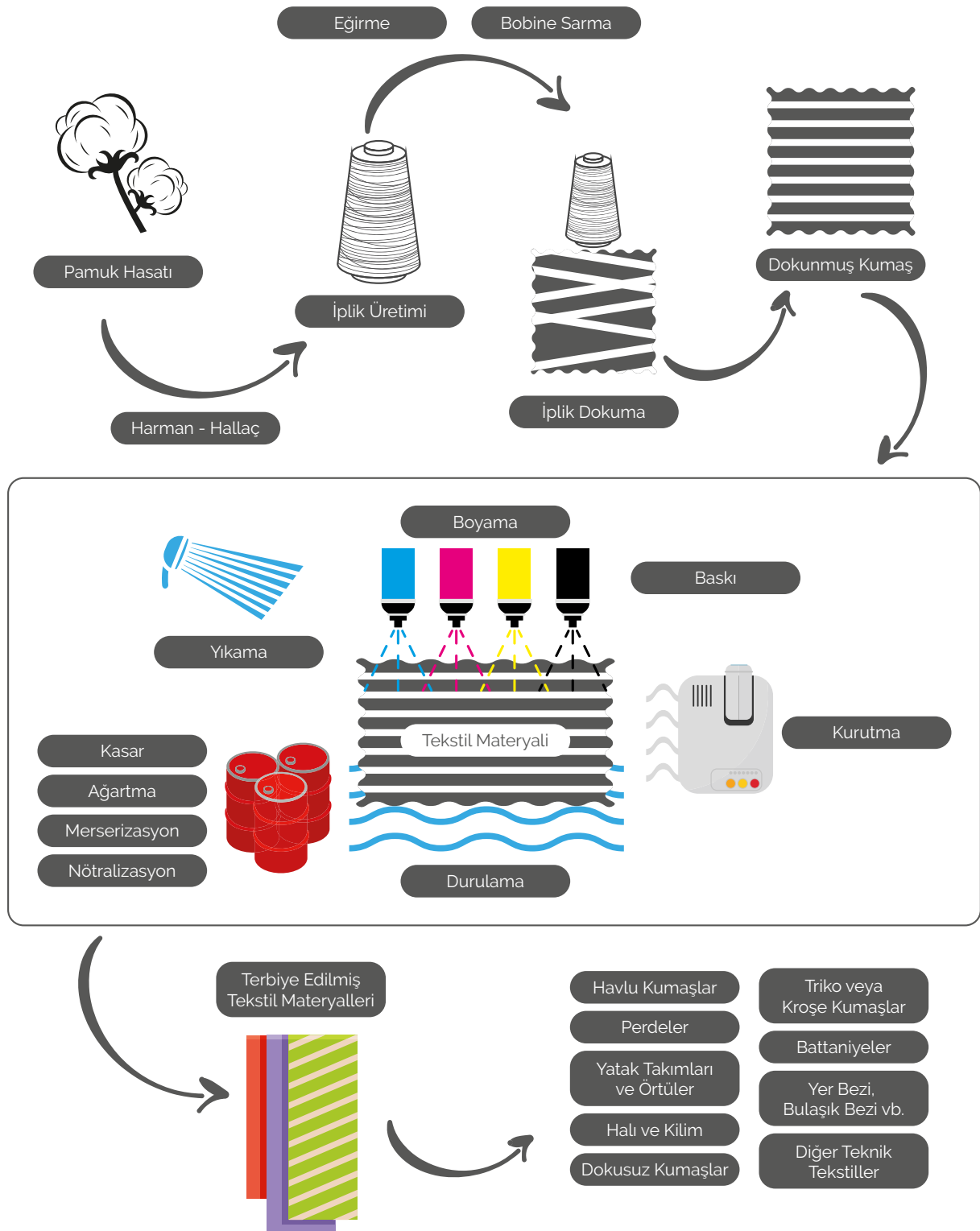
⁴ Mülga T.C Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü

sebebiyle, bu alt sektör verimlilik uygulamaları açısından diğer alt sektörlerden daha ön plana çıkmaktadır [12 ve bu kaynağın içindeki diğer referanslar]. Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi sektörünün ana sektördeki yeri ve kapsamı aşağıda Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektörü Alt Sektörleri

3.1 TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN BİTİRİLMESİ SEKTÖRÜ

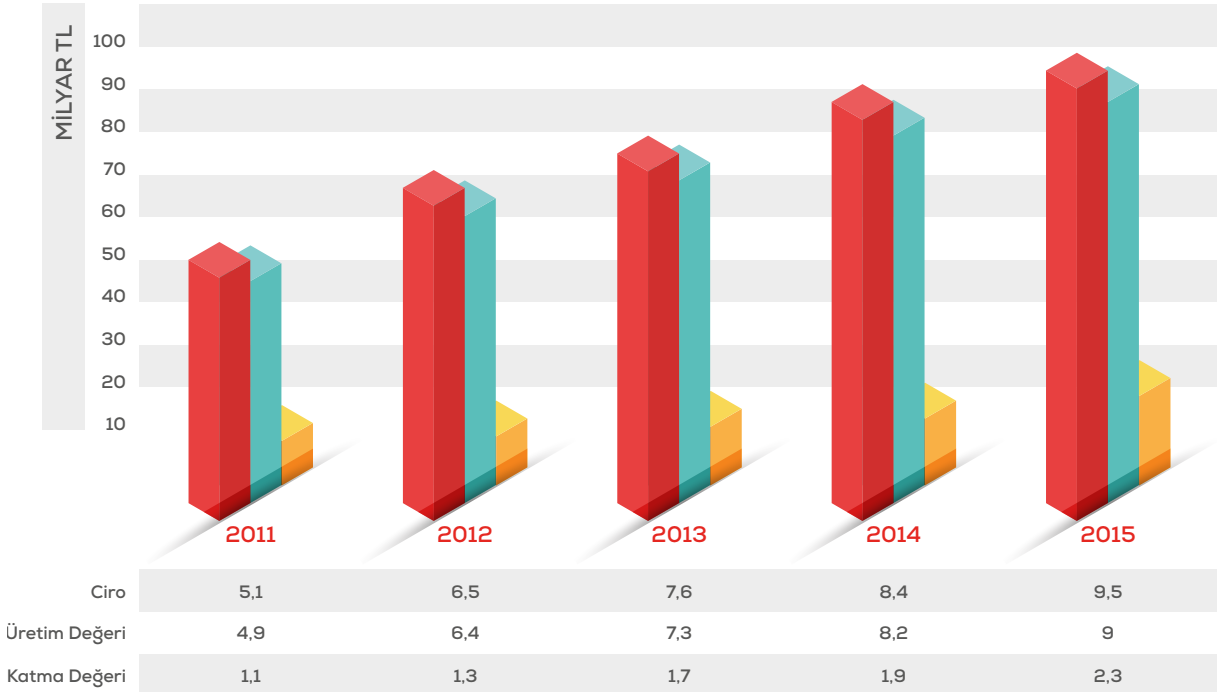


Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörü; tekstil materyallerinin (elyaf, iplik ve kumaş) ön terbiye, boya-baskı (renklendirme) ve bitim-son terbiye (apre) işlemlerini kapsamaktadır. Alt sektörde işlenen lif türü ve formu (elyaf, iplik, kumaş vb.), uygulanan teknikler ve teknolojiler ve üründen beklenen özelliklere bağlı olarak üretim proseslerinde farklılıklar olabilmektedir. Ancak birim işlemler bazında incelendiğinde ön terbiye proseslerinde (kasar-haşıl sökme, ağartma, hidrofilleştirme, merserizas-

yon ve enzimatik işlemler) tekstil materyallerinin boyama-baskıya hazırlanması ve kullanım amacına uygun teknik özellikler (mukavemet, boyarmadde afinitesi, parlaklık vb.) kazandırılmaktadır. Boyama-baskı proseslerinde çeşitli yöntemler ile tekstil materyallerinin renklendirilmesi sağlanırken, son terbiye proseslerinde tekstil materyallerinin kullanımına uygun olarak çeşitli teknik özellikler (çekmezlik, tutum, su-yağ iticilik, buruşmazlık, geç tutuşurluk, keçeleşmezlik vb.) kazandırılmaktadır.

2015 yılı TÜİK verilerine göre tekstil ürünlerinin bitirilmesi sektörünün cirosu 9,4 milyar TL, üretim değeri 9 milyar TL ve katma değeri 2,3 milyar TL olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.3). Sektörün cirosu, üretim değeri ve katma değerinin tekstil ürünlerinin imalatı sektörü içerisindeki payları her üç göstergede de %10 civarına karşılık gelmektedir. 2011-2015 yılları arasında alt sektördeki ciro, üretim değeri ve katma değerinin değişimi de verilmiştir. Buna göre her üç göstergede de yıllara göre artış olduğu gözlenmektedir.

Tekstil sektörünün en önemli alt sektörlerinden biri olan tekstil ürünlerinin bitirilmesi sektörü, gerek yoğun kaynak kullanımları ve gerekse de çevresel performanslar açısından öne çıkmaktadır. Yukarıda da ifade edildiği gibi alt sektörün ana sektör içindeki ekonomik payı %10 civarında olmakla birlikte üretim prosesleri ve işletmeler özelinde uygulanacak çeşitli verimlilik uygulamaları ile önemli tasarruflar ve çevresel performansların iyileştirilmesi sağlanabilmektedir. Bu sebeple, bu rapor kapsamında sektörünün en önemli alt sektörlerinden biri olan "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektörü dikkate alınmıştır.

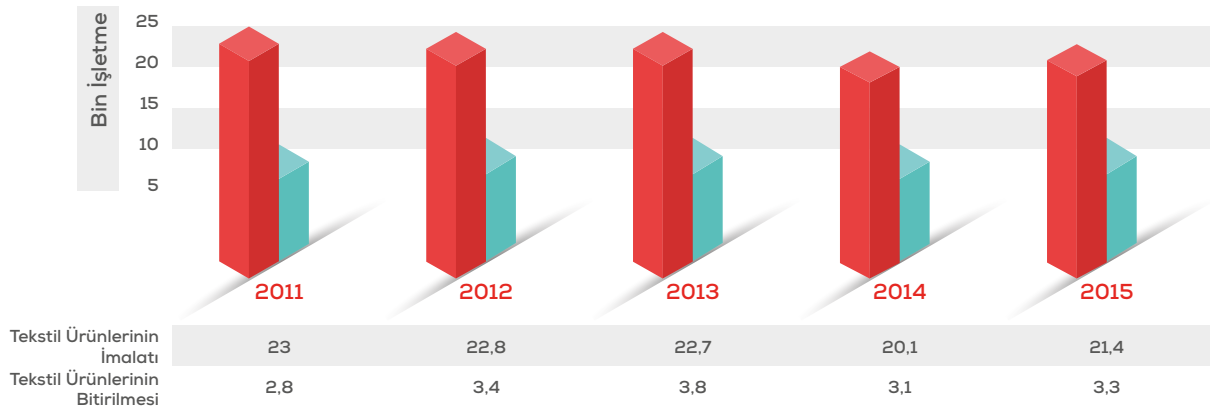


Kaynak: [10]

Şekil 3.3. Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektörü Ekonomik Parametrelerin Yıllara Göre Değişimi

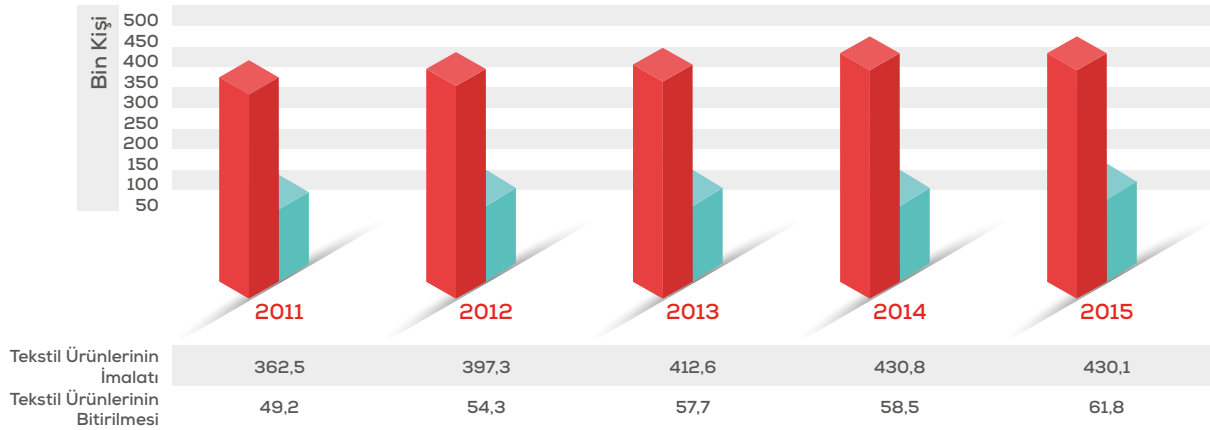
3.1.1 ALT SEKTÖRDE İŞLETME VE ÇALIŞAN SAYILARI

Alt sektöre ait işletme sayıları ve çalışan sayıları TÜİK verilerinden elde edilmiştir. 2015 yılı verilerine göre, Türkiye genelinde 13.30 Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi alt sektöründe faaliyet gösteren 3.324 işletmede çalışan kişi sayısı 61,758 olarak tespit edilmiştir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründeki işletme sayıları ve çalışan sayılarının yıllara göre değişimleri ve tekstil ürünlerinin imalatı sektörü geneli ile karşılaştırılması Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmiştir. Son beş yılda işletme sayılarında büyük bir değişim gözlenmezken, çalışan sayılarının özellikle alt sektörde artış göstermesi dikkat çekmektedir (Ana sektörde son beş yılda çalışan sayısı artışı %18,6); alt sektörde %25,4'tür) [10].



Kaynak: [10]

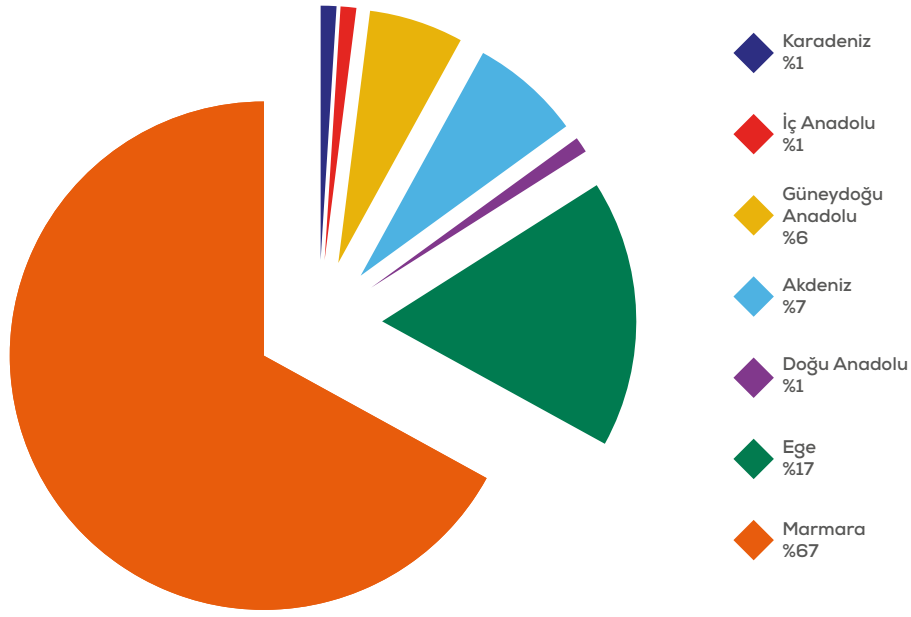
Şekil 3.4. Tekstil Ürünlerinin İmalatı ve Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektöründe Yıllara Göre İşletme Sayılarının Değişimi



Kaynak: [10]

Şekil 3.5. Tekstil Ürünlerinin İmalatı ve Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektöründe Yıllara Göre Çalışan Sayılarının Değişimi

TOBB 2018 yılı verilerine göre, alt sektörde yer alan işletmelerin sayılarının coğrafi bölgelere göre güncel dağılımı ise Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Buna göre sektörün diğer alt sektörlerine benzer şekilde, bu alt sektörün %67'si Marmara Bölgesi'nde, %17 si Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörü yaklaşık 3.400.000 ton/yıl üretim kapasitesine sahiptir [6].



Kaynak: [13]

Şekil 3.6. Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektöründe Yer Alan İşletme Sayılarının Bölgesel Dağılımı, 2018 Yılı Güncel Verileri

3.1.2 ALT SEKTÖRDE İTHALAT VE İHRACAT DURUMU

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi/tekstil terbiye işlemleri, kumaşa katma değer katan önemli bir üretim sürecidir. Türk tekstil terbiye sektörü, 962,000 ton ile Avrupa'nın en büyük kapasitesine sahiptir. Türk tekstil terbiye sanayi özellikle orta kaliteye sahip ürünlerin üretiminde çok önemli bir tecrübeye sahiptir. Ülkemizde tekstil ürünlerinin bitirilmesi süreçlerini içeren boya-baskı-terbiye kapasiteleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Tekstil terbiye alt sektöründe Türkiye Avrupa'nın en büyük, dünyanın Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü büyük üretim kapasitesine sahiptir [13].

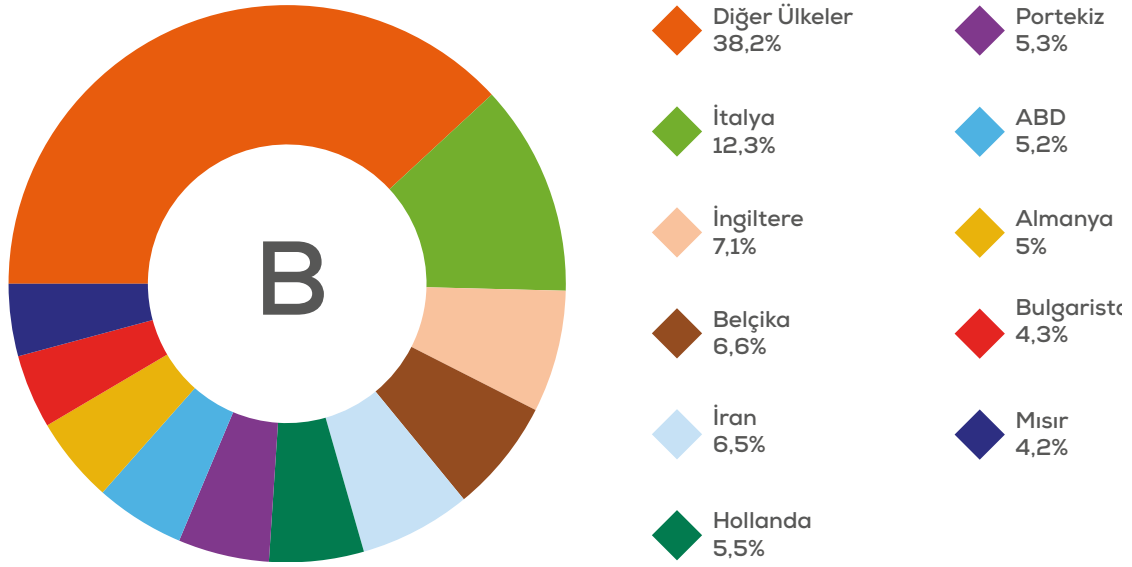
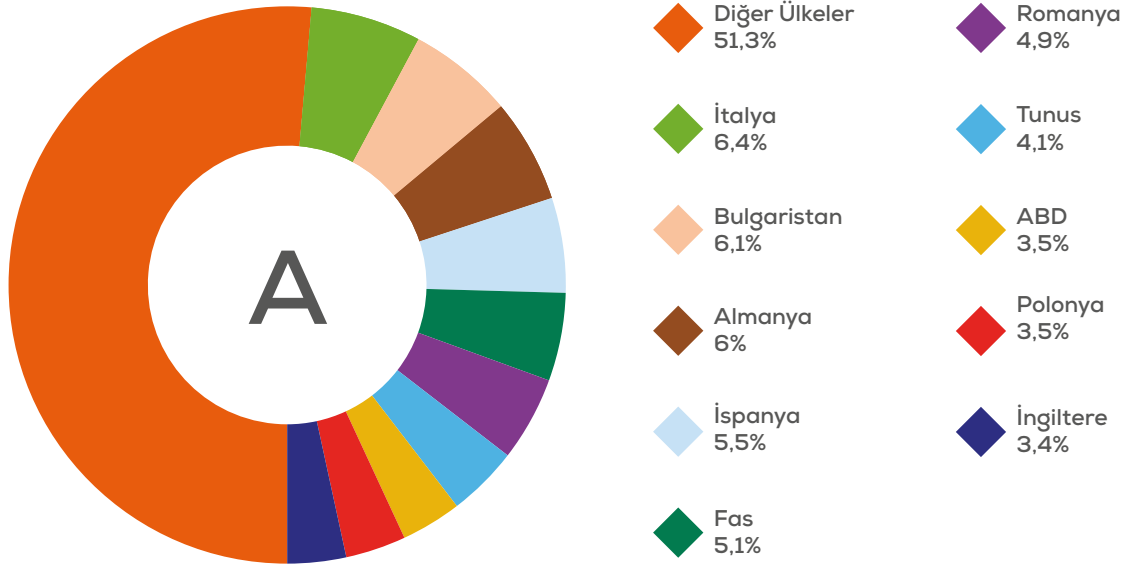
İşlem Gören Tekstil Materyali	Bin kg
İpek ipliklerin boyanması	856
Yünden, ince veya kaba hayvan kılından ve at kılından ipliklerin boyanması	31,297
Pamuk ipliklerin boyanması (dikiş iplikleri hariç)	178,756
Keten, jüt, diğer tekstil bitki kabuğu liflerinin, bitkisel tekstil elyafının ve kâğıt ipliklerinin boyanması	1,931
Sentetik filament ipliklerinin boyanması (dikifl ipliği hariç)	208,642
Suni filament ipliklerinin boyanması (dikifl ipliği hariç)	6,211
Sentetik filament ipliklerinden veya sentetik elyaftan yapılan dokuma kumaşların ağartılması	5,892
Sentetik filament ipliklerinden veya sentetik elyaftan yapılmış dokuma kumaşların boyanması	372,258
Suni filament ipliklerinden veya suni elyaftan yapılmış dokuma kumaşların boyanması	25,293
Sentetik filament ipliklerinden veya sentetik elyaftan yapılmış dokuma kumaşlara baskı yapılması	94,771
Sentetik filament ipliklerden veya sentetik elyaftan yapılmış dokuma kumaşların bitirilmesi (ağartma, boyama, baskı hariç)	36,332
Suni filament ipliklerden veya suni elyaftan yapılmış dokuma kumaşların bitirilmesi (ağartma, boyama, baskı hariç)	522
Toplam	~962,000

Kaynak: [13]

Tablo 3.2 Türkiye'nin Boya Baskı Terbiye Kapasitesi

Tablo 3.2'de görüldüğü üzere alt sektörün ana ürünlerini iplik ve kumaş oluşturmaktadır. Dolayısıyla, Türkiye'de tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe en önemli ürün gruplarını dokuma kumaş ve iplik üretimi kapsamaktadır.

Dokuma kumaş, ülkemiz tekstil ve hammaddeleri ihracatının %24'ünü oluşturmaktadır. 2017 yılında ihracat rakamı ise 2.5 milyar dolar değerinde gerçekleşmiştir. Dokunmuş kumaşın en önemli alt grubu 1 milyar dolar ihracat geliri ile pamuklu dokuma kumaş olmuştur. Pamuklu dokuma kumaş ihracatı, toplam dokuma kumaş ihracatının %41'ine tekabül etmektedir. Dokuma kumaş ihracatı 2017 yılında, 159 milyon dolar ile İtalya'ya gerçekleşmiştir. Dokuma kumaş ihracatında öne çıkan diğer önemli ülkeler Bulgaristan, Almanya ve İspanya olmuştur. İplik ise sektör ihracatının %18'ini oluşturmakla birlikte, 2017 yılı ihracat rakamı 1,8 milyar dolardır. İpliğin en önemli alt grubu 652 milyon dolar ihracat geliri ile sentetik-suni filament liflerden oluşan iplikler olmuştur. Bu grup, toplam iplik ihracatının %36'sına tekabül etmiştir. İplik ihracatı 2017 yılında, 220 milyon dolar ile yine İtalya'ya gerçekleşmiştir. Dokuma kumaş ihracatında öne çıkan diğer önemli ülkeler İngiltere, Belçika ve İran olmuştur [12]. Ülkeler bazında Türkiye'nin dokuma kumaş ve iplik ihracatı payları Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Kaynak: [12]

Şekil 3.7. Ülkeler Bazında Türkiye'nin Dokuma Kumaş (A) ve İplik İhracatı (B)

4

• ÜRETİM
SÜREÇLERİ



4 ÜRETİM SÜREÇLERİ

Hem tekstil ürünlerinin imalatı geneli, hem de tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörlerinde, tek düze veya standart olarak uygulanan bir proses akışı bulunmamaktadır. Sektörde ve alt sektörde uygulanan prosesler nihai kullanıcı talepleri doğrultusunda, farklı proseslerin kombinasyonları şeklinde uygulanabilmektedir. Ayrıca sektörde uygulanan proses akışı, kullanılan lif türüne, teknik ve teknolojilere bağlı olarak değişebilmektedir. Şekil 4.1'de tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe, pamuğun veya lifin harman-hallaç işleminden, yani iplik hazırlama sürecinden bitim işlemlerine kadar olan süreçler genel olarak verilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi, iplik hazırlama, dokuma-örme ve terbiye-boya işlemleri farklı alt proseslere ayrılmaktadır. Bu prosesler, işletmeden işletmeye ve işlenen ürüne göre de farklılık gösterebilmektedir [14] [15].

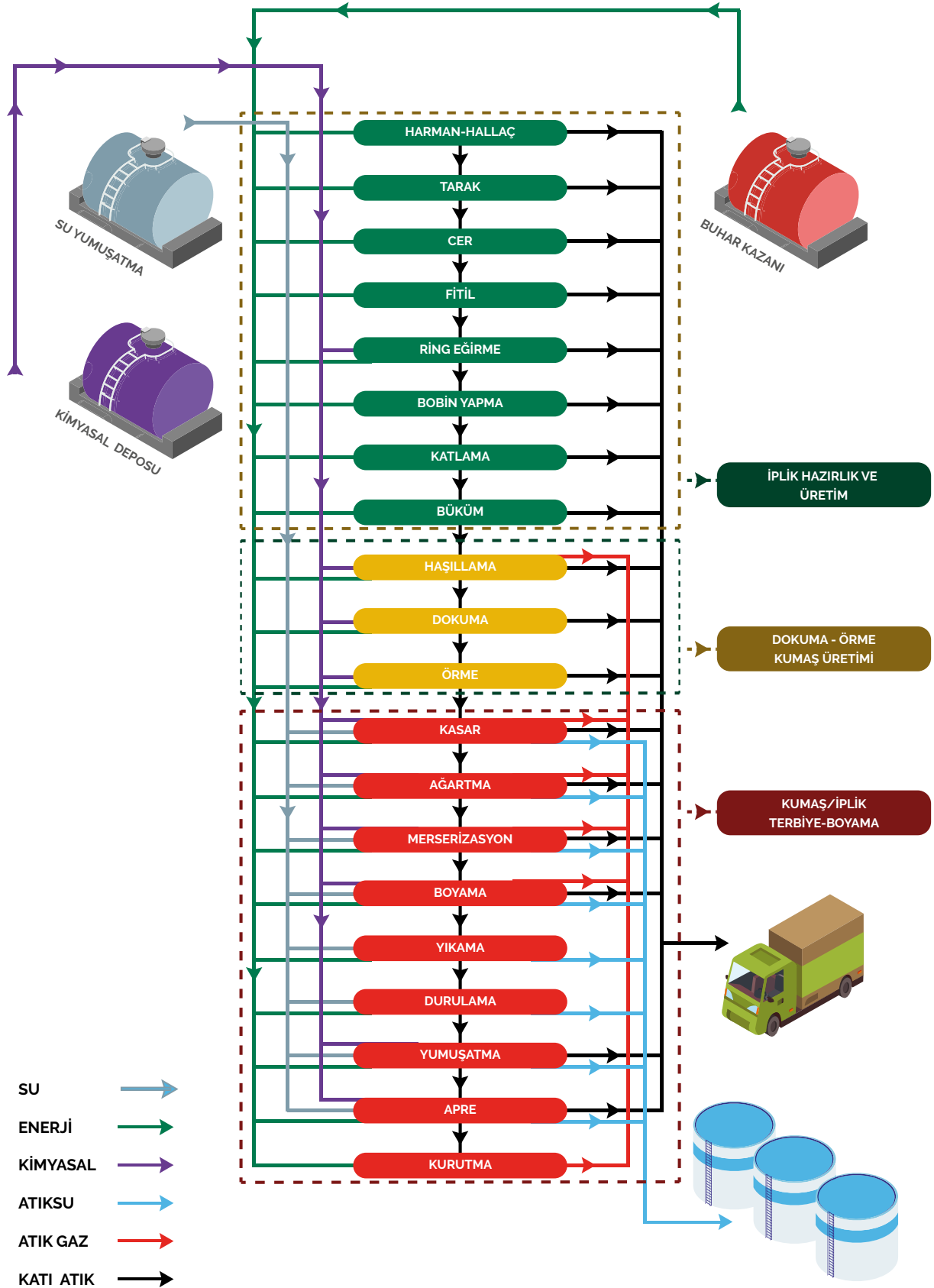
Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, tekstil sektöründe ana kaynak girdileri su, enerji, kimyasal iken çıktılar atıksu, hava emisyonları ve katı atıklar şeklinde sıralanmaktadır. Bu rehber kapsamında dikkate alınan Tekstil ürünlerinin bitirilmesi işlemleri yani terbiye-boya işlemlerinde su, kimyasal ve enerjinin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir.

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe gerçekleştirilen ön terbiye işlemleri genel olarak, liflerin boyarmadde afinitesi ve boyarmadde emme yeteneklerini, görünüm özelliklerinin iyileştirilmesi, hidrofıl özelliklerini ve üniformitesinin iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Pamuk liflerinin ön terbiye işlemleri; yakma, haşıl sökme, yıkama, merserizasyon, hidrofilleştirme, ağartma, yünün ön terbiye işlemleri; karbonizasyon, yıkama, dinkleme, ağartma gibi işlemleri, sentetik liflerin ön terbiye işlemleri; yıkama, termofiksaj gibi farklı prosesleri kapsayabilmektedir.

Boyama işlemleri ise açık elyaf ve stok boyama, tops boyama, tow (kablo) boyama, iplik boyama, parça (kumaş) boyama ve hazır mamullerin (bitmiş giysi, halı vb.) boyanması şeklinde sıralanabilir. Boyama işlemi kesikli veya kesiksiz/yarı kesikli şekilde olabilmektedir. Bu tamamen ürüne, seçilen boya türüne, makine parkuru ve maliyetlere bağlıdır. Baskı işlemi de boyama işlemine benzer şekildedir. Fakat buradaki ayırım tamamen ürüne verilecek desene veya şekle bağlı olarak gerçekleşmektedir. Baskı işlemlerinde kullanılan makinalar, boyama işleminde kullanılan makinalardan farklıdır [15].

Alt sektörde boyama işlemlerinden sonraki adım son terbiye-bitim işlemleridir. Bu işlemler yıkama, kurutma, apre gibi süreçleri kapsamaktadır. Bitim işlemi tekstil materyaline istenilen özellikleri kazandırmak amacı ile yapılmaktadır. Bu özellikler genel olarak tutuşmazlık, görünüm efekti, su geçirmezlik gibi özelliklerdir.

Şekil 4.1'de tekstil ürünlerinin bitirilmesi işlemleri olarak kasar, ağartma, merserizasyon, boyama, yıkama, durulama, yumuşatma, apre ve kurutma işlemleri yer almıştır.



Şekil 4.1. Tekstil Ürünlerinin İmalatı ve Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi için Uygulanan Tipik Proses Akım Şeması, Ana Girdileri ve Çıktıları

Tekstil ürünlerinin imalatı sektörünün alt sektörlerinin tümünde, "tekstil ürünlerinin bitirilmesi" işlemleri ön plana çıkmaktadır. Bu işlemler, müşteri talepleri çerçevesinde kumaşın görünümünü, fiziksel ve estetik özelliklerini belirlemek amacıyla kumaşa yapılan uygulamalardır. Bu süreç; ağartma, boyama (iplik, kumaş, hazır giyim materyallerinin boyanması), baskı, kaplama uygulamalarını ve çeşitli bitirme işlemlerini içermektedir. Birçok durumda, tekstil bitirme prosesleri üretim prosesleri ile iç içedir ve nihai ürüne son hali bu şekilde verilir [2]. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi basit bir şekilde tekstil bitirme işlemleri şu adımlardan oluşmaktadır [16]; [1].

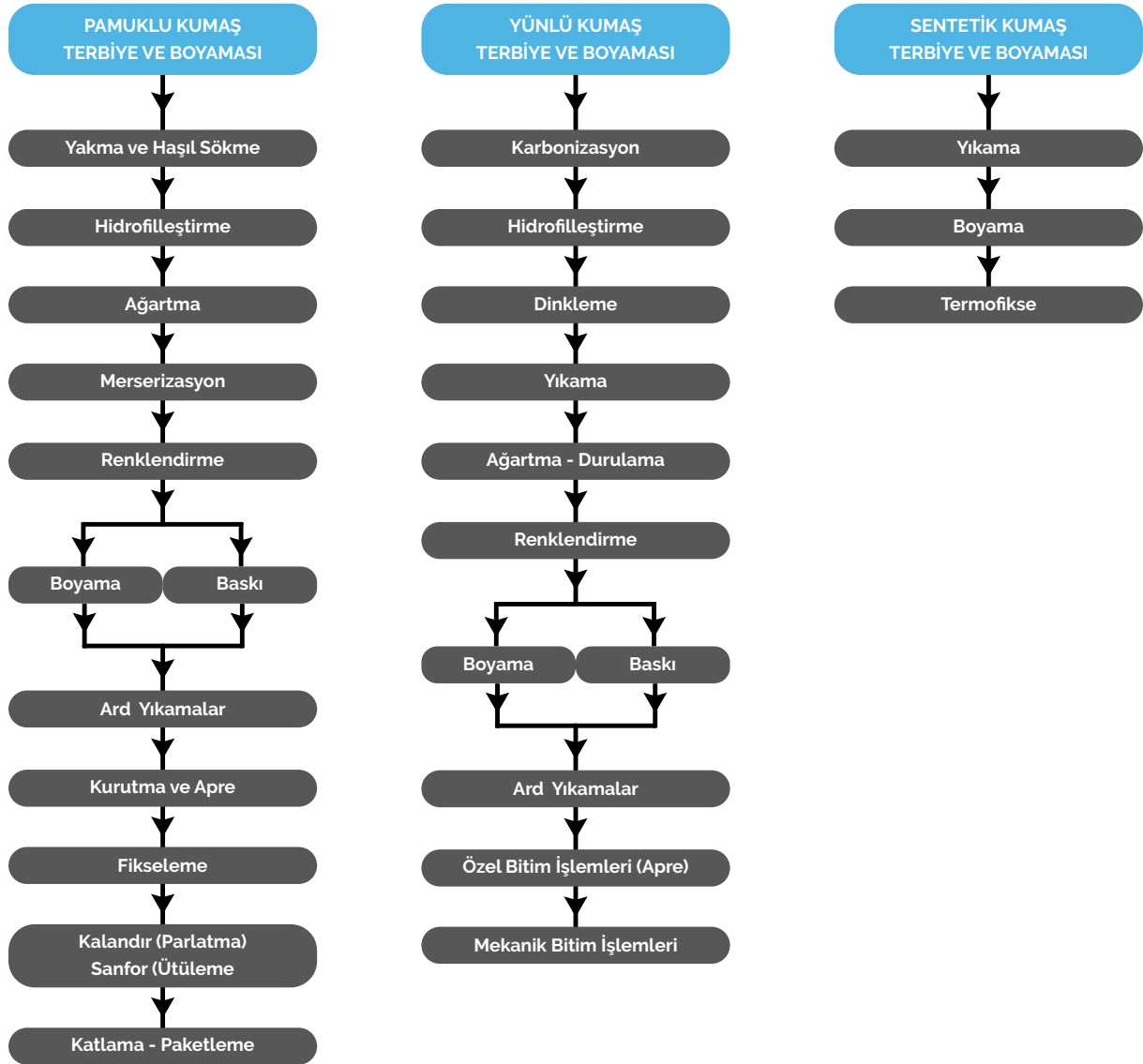
- Ön terbiye
- Renklendirme
- Bitim işlemleri



Şekil 4.2. Bitim İşlemlerinde Başlıca Prosesler

Ülkemizde tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörü, çoğunlukla pamuklu kumaş, yünlü kumaş ve sentetik kumaş terbiye ve boyama işlemlerinde faaliyet göstermektedir. Şekil 4.3'te, tekstil materyaline göre, sektörde uygulanan prosesler verilmiştir. Pamuk, yün ve sentetik kumaşlar için uygulanan proseslerden bazıları ortak olsa da, süreçler, kullanılan su, enerji, kimyasallar vb. kaynakların miktar ve özellikleri farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca uygulanan prosesler tamamen müşteri talepleri doğrultusunda değişebilmektedir.

Bu rehber kapsamında, ilgili prosesler tanımlanmış olup, özellikle kaynak tüketimleri ve çevresel göstergeler açısından öne çıkan prosesler detaylı olarak verilmiştir. Sektörde, enerji, su ve kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı ön terbiye işlemleri, boyama ve baskı işlemleri ve kurutma işlemleri için spesifik tüketimler ve çevresel etkilere ait saha gözlemleri ve literatürden derlenen veriler gir-di-çıkı şeklinde şematize edilmiştir.



Şekil 4.3. Tekstil Materyaline Göre Uygulanan Terbiye ve Boyama ve Apre İşlemleri

4.1 ÖN TERBİYE İŞLEMLERİ

3.1.1. HAŞIL SÖKME VE YAKMA

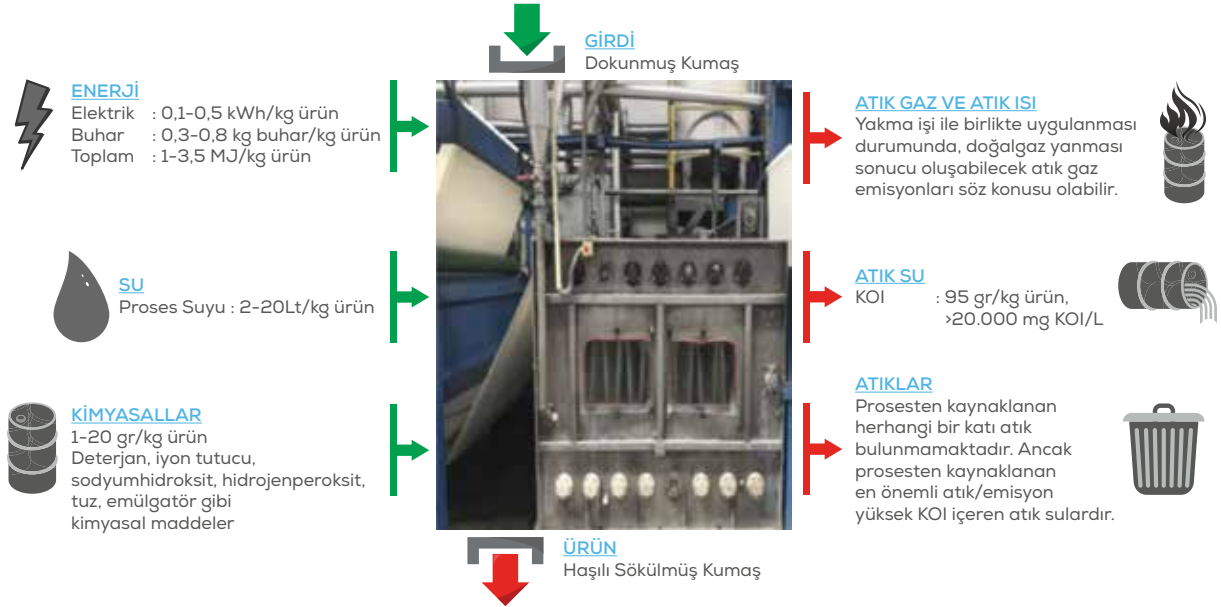


HAŞIL SÖKME-ÖN TERBİYE



Haşıl Sökme: Çözgü ipliklerinin, dokuma işlemi sırasında maruz kalabilecekleri fiziksel veya mekanik hareketlere karşı korumak ve ipliğin dayanımını artırmak amacıyla uygulanan haşıl maddelerinin kumaş üzerinden uzaklaştırılması işlemidir. Çoğu zaman yakma işlemi ile birlikte uygulanır. Yakma - Haşıl Sökme işlemi, kumaş yüzeyinde bulunan iplik ve lif uçlarının haşıl sökme makinasındaki yakma beglerinden (alevden) geçirilerek yakılması işlemidir. Haşılama işlemi dokuma işletmeleri tarafından, haşıl sökme işlemi ise terbiye işletmeleri tarafından yapılmaktadır. Örme kumaşlarda haşıl maddeleri olmadığından, örme kumaş ön terbiyesinde haşıl sökme işlemi yapılmamaktadır.

Prosesin İngilizce adı: De-sizing



Proses Hakkında Bilgiler:

- Haşıl maddeleri, polisakarit esaslı (nişasta, protein vb.) veya sentetik polimerler (polivinil alkol, poliester vb.) olarak sınıflandırılabilirler. Kullanılan haşıl maddeleri lif türüne ve dokuma tipine göre farklılık gösterebilmektedir.
- Haşıl sökme işlemi sonucu yüksek miktarda atıksu yükü oluşmaktadır. Haşıl maddeleri atıksudaki toplam KOİ yükünün %70'e kadar olan kısmını oluşturabilmektedir. Haşıl maddesi olarak kullanılan polivinil alkol yüksek KOİ yükü getirmektedir.
- Doğal Haşıl maddelerinin kullanıldığı işlemlerde, atıksudaki KOİ oranı yükselmektedir.
- Haşıl sökme işlemi sonucu, AKM, ÇKM, yağ ve gres, yüksek KOİ ve BOİ ve yüksek sıcaklıkta atıksular oluşmaktadır.
- Günümüzde biyolojik olarak parçalanabilir haşıl maddesi formülasyonları sayesinde, arıtma tesislerine gelen toksik kirlilik yükleri elimine edilebilir.
- Haşıl sökme işleminden kaynaklanan haşıl maddeleri, ultrafiltrasyon yöntemi ile geri kazanılabilir.

Kaynaklar: Tanım: [17]; [2]. Isıl ve Buhar: [15]. Enerji Toplam: [18]. Su: [15] Kimyasallar: [19]; [2]. Emisyon ve Atık Isı: Saha çalışması gözlemleri. Atıksu: [17]. Atıklar: Saha çalışması gözlemleri. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [2]; [17]

* Bu proseste kullanılan enerjinin büyük payını ısı enerjisi oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi tüketimi toplam enerji tüketimi içerisinde ihmal edilebilir düzeydedir.

3.1.2. HİDROFİLLEŞTİRME

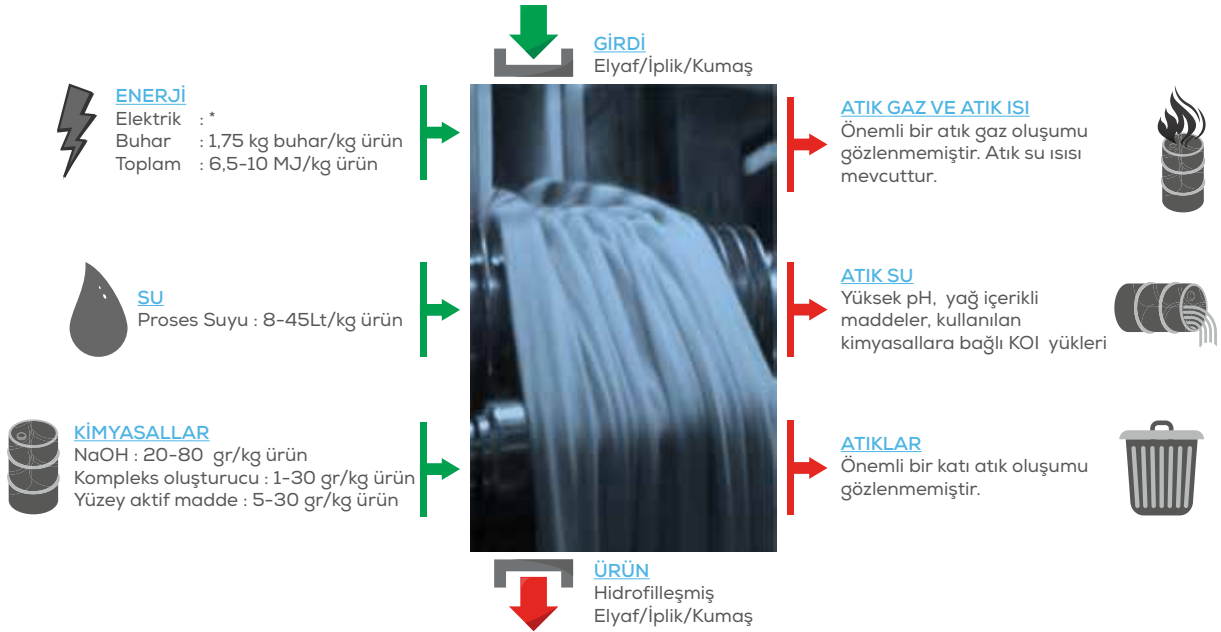


HİDROFİLLEŞTİRME



Hidrofilleştirme: Pamuk lifler içerisindeki safsızlıkların ve renk veren doğal boyaların, sıcak sulu ortamda bazik işlemlerle muamele edilerek uzaklaştırılması işlemidir. Kaynatma ve pişirme işlemi olarak da bilinir. Bu işlemle ürün, yüksek su emme özelliğine (hidrofilleşme) sahip olur. Bu işlemle liflerin yapısındaki pektinler, yağlar ve mumlar, proteinler, inorganik maddeler, haşıl maddeleri giderilir. Yün lif işletmelerinde bu terim «yapak yıkama» olarak ifade edilmektedir. Sentetik lifler için uygulanmamaktadır.

Prosesin İngilizce adı: Scouring



Proses Hakkında Bilgiler:

- Hidrofilleştirme, dokuma-örme kumaş ve iplik gibi tekstil ürünlerine ayrı bir işlem olarak veya ağartma, haşıl sökme işlemlerle kombine olarak uygulanabilmektedir.
- Birçok işletmede ağartma işlemi ile birlikte uygulanmaktadır.
- Alkali maddeler ile birlikte noniyonik, aniyonik deterjanlar ve EDTA Kimyasallar kullanılmaktadır.
- Dokuma kumaşlar için kesintisiz işlem olarak uygulanmaktadır.
- Sodyumhidroksit ya da sodyum karbonat, yardımcı maddeler ve su karışımı ile uygulanmaktadır.
- Spesifik tüketimler kesikli veya kesintisiz işlemlerde farklılık göstermektedir. Detaylar için BREF dökümanından faydalanabilir.
- Bu işlemin banyosundan gelen atıksuların tekrar kullanımında atıksu karakterizasyonuna ve flote oranlarına bağlı sorunlar olabilmektedir.
- Hidrofilleştirme ve alkali ağartma işleminin kombine edilmesi ile enerji ve kimyasal tasarrufu sağlanabilir.
- Son dönemlerde sodyumhidroksit yerine enzimatik hidrofilleştirme yapılması su tüketimi ve kirlilik yüklerinde %20 kadar tasarruf sağlayabilmektedir.

Kaynaklar: Tanım: [17]; [2]. Buhar: [20]. Enerji Toplam: [18]. Su: [17]; [2]; [21]. Kimyasallar: [2]. Emisyon ve Atık Isı: Saha çalışması gözlemleri. Atıksu: [17]. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [2]; [14]. Atıklar: Saha çalışması gözlemleri
* Bu süreçte kullanılan enerjinin büyük payını ısı enerjisi oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi tüketimi toplam enerji tüketimi içerisinde ihmal edilebilir düzeydedir.

3.1.3. AĞARTMA

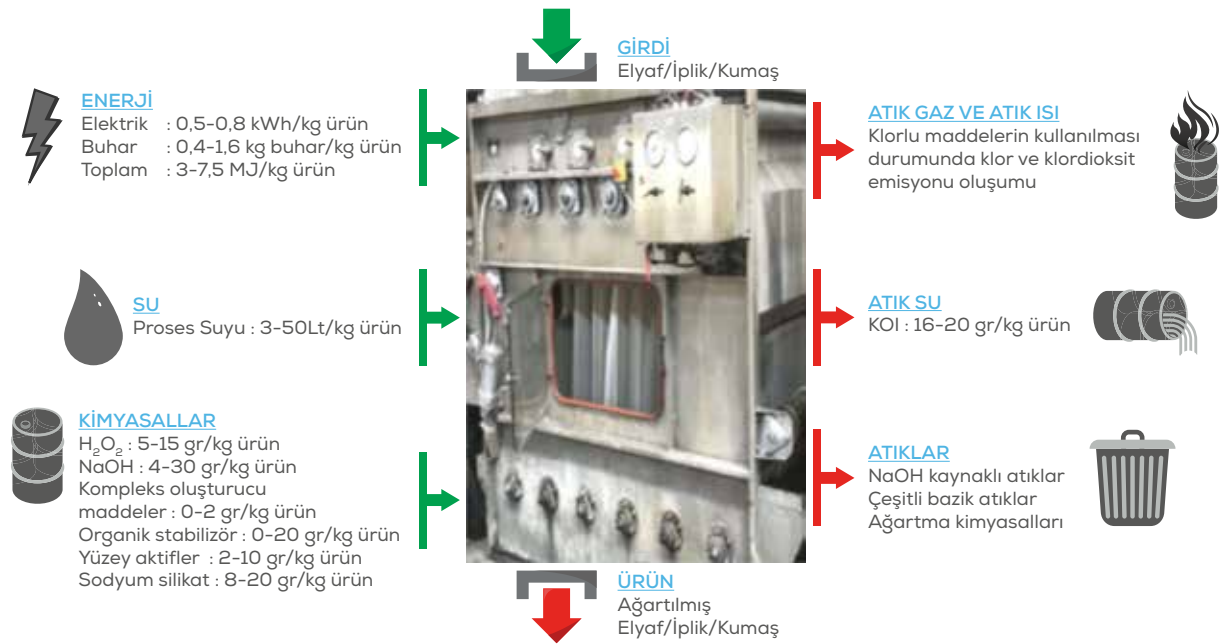


AĞARTMA



Ağartma: Tekstil materyali üzerindeki doğal olarak bulunan ve selüloz liflerinden kaynaklanan sarımtırak/ekru rengi uzaklaştırarak, liflere daha düzgün ve beyaz olmasını sağlamak için yapılan işlemdir. Ağartma işlemi, beyaz olarak kullanılacak lifleri apreye, boyanacak veya basılacak lifleri ise boyama ve baskı işlemine hazırlayan bir terbiye prosesidir. Kesikli veya sürekli işlem şeklinde yapılabilir. Sentetik liflere çoğunlukla uygulanmaz.

Prosesin İngilizce adı: Bleaching



Proses Hakkında Bilgiler:

- Bu işlem hem çektirme hem de emdirme-bekletme (pad-batch) yöntemi ile yapılabilir.
- Beyazlatma işleminde hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, sodyum klorit, organik ve inorganik kimyasallar kullanılmaktadır.
- Koyu tonda boyamalar için ihmal edilebilir. Açık ton boyamalar için genellikle hidrofilleştirme işlemi ile birlikte uygulanır.
- Bu işlem sonucu oluşan atıksular yüksek pH (11-12,5), yüksek KOİ (800-8500 mg/L) ve AOX (adsorblanabilir organik halojenler) içermektedir.
- Sodyumhipoklorit ile ağartma işlemi birçok çevresel soruna sebep olduğu için (klorlū yan ürünler, AOX) son yıllarda hidrojenperoksit ile ağartma işlemi önerilmektedir. Bu sayede atıksulardaki triklorometan ve klorasetik asit gibi zararlı AOX'ların oluşması önlenebilmektedir.

Kaynaklar: Tanım [17]; [2]. Elektrik: [2]. Isıl: [15]. Buhar: [2]; [15]. Enerji Toplam: [2]; [22]. Su: [2]. Kimyasallar: [2]. Emisyon ve Atık Isı: [2]. Atıksu: [2]. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [2]; [14]. Atıklar: [23]

* Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliğinde (Resmi Gazete Tarih: 02.04.2015 ve Sayı: 29314)Tehlikeli atık veya Tehlikeli atık olabilecek nitelikteki atıkları ifade eder (Atık Kodu: 06 02 05)

3.1.4. MERSERİZASYON

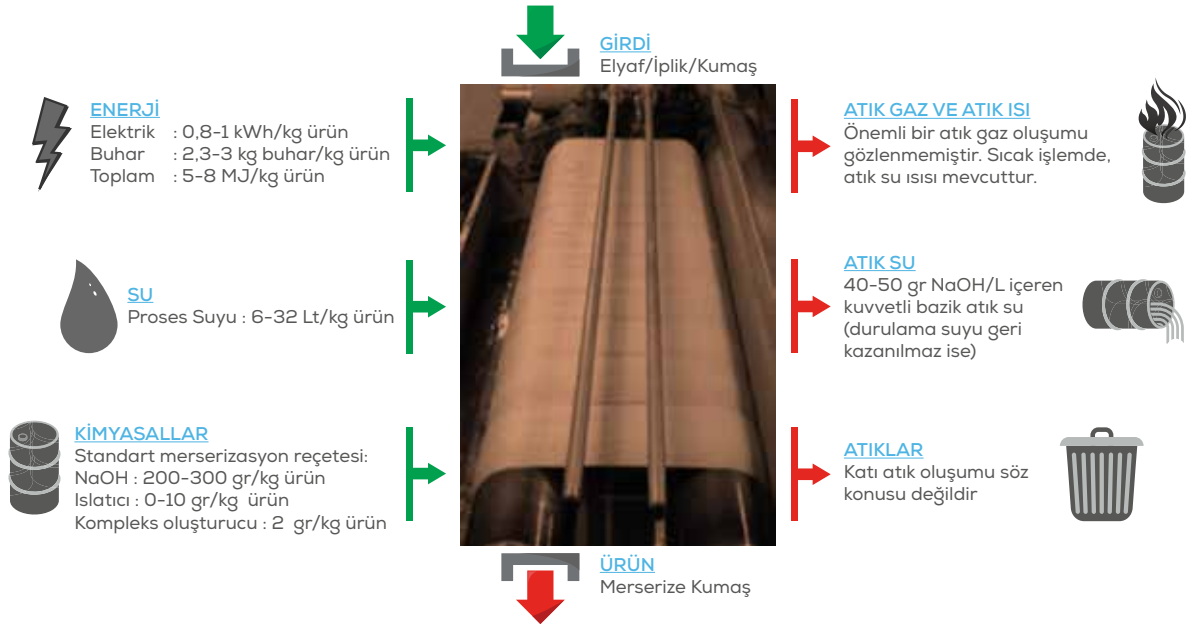


MERSERİZASYON



Merserizasyon: Pamuğun kopma mukavemetini, boyut stabilitesini ve parlaklığını ve boya alma kabiliyetini artırmak amacı ile uygulanan işlemdir. Yalnızca pamuk elyafa uygulanan bir işlemdir. Çile halindeki ipliklere, dokuma ve örme kumaşlara «gerdirmeli merserizasyon», «kostikleme» ve «amonyak merserizasyonu» şeklinde uygulanmaktadır.

Prosesin İngilizce adı: Mercerising



Proses Hakkında Bilgiler:

- **Gerdirmeli merserizasyon:** Pamuğun gerdirmeli koşullar altında, 15-18 oC'de sodyum hidroksit (NaOH) ile muamele edilmesidir. Bunun yanında sıcak merserizasyon işlemi de yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıcak merserizasyonda, kumaş kaynama noktasına yakın sıcaklıktaki suda kostik çözeltisi ile muamele edilmekte, ardından soğutulmaktadır.
- **Kostikleme:** Tekstil materyali 20-30 oC'de, daha düşük konsantrasyonlarda NaOH ile muamele edilir.
- **Amonyak merserizasyonu:** Susuz sıvı amonyak ile uygulanır. Parlaklık konvansiyonel kostiğe nazaran düşüktür. Amonyak artıkları oluşmaktadır. Uygulaması oldukça azdır.
- Oluşan atıksular, tüm atıksudaki kuvvetli alkalinin büyük oranda kaynağıdır.
- Soğuk merserizasyonda daha fazla tank hacmi gereklidir.
- Merserizasyon banyolarının geri kazanım ve yeniden kullanım uygulamaları vardır. Ülkemizde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın «Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği (Resmi Gazete, 29291, 2015)» kapsamında, 1 ton/gün'ün üzerindeki kumaş merserizasyon yapan işletmeler, merserizasyon durulama suyundaki alkalinin geri kazanılması ve tekrar kullanılması veya alkali içeren atıksuların diğer ön işlemlerinde tekrar kullanılması uygulamalarından birini sunmak durumundadırlar.
- Kostik geri kazanımında membran proses ve evaporasyon uygulamaları yaygındır.
- Oluşan durulama suyu "zayıf kostik" olarak adlandırılmakta ve buharlaştırılarak derişikleştirildikten sonra, tekrar merserizasyonda kullanılabilir.

Kaynaklar: Tanım: [17]; [2]. Elektrik: Saha çalışması gözlemleri. Buhar: Saha çalışması gözlemleri. Enerji Toplam: [24]. Su: [21]; [15]. Kimyasallar: [17]; [2]. Emisyon ve Atık Isı: Saha çalışması gözlemleri. Atıksu [17]. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [2]; [14]. Atıklar: Saha çalışması gözlemleri

3.1.5. KARBONİZASYON

Yün liflerine ve flok/açık elyaf veya kumaşlara, boyama öncesinde uygulanan, genellikle sülfürik asit ile bitkisel kaynaklı safsızlıkların uzaklaştırılması prosesidir. Çoğunlukla yıkama işletmelerinde gerçekleştirilir. Çözeltiye batırılan lifler, sonrasında sıkılarak ya da santrifüjleme yapılarak üzerindeki asitli çözeltiden uzaklaştırılır. Ardından kurutma ve fırınlama işlemleri gerçekleştirilir [14]. Karbonizasyon işlemi ayrıca, hidrojenklorür gazı, alüminyum klorür çözeltisi veya seyreltik sülfürik asit çözeltisi ile yapılmaktadır. [2] Yün karbonizasyonunda, örnek bir reçete olarak, 35-70 gr/kg ürün H₂SO₄, 1-3 gr/kg ürün yüzeyaktif madde ve yaklaşık 3 Lt/kg ürün su tüketilmektedir [17] [2].

3.1.6. TERMOFİKSAJ

Tekstil liflerinin üretim aşamalarının birçoğunda uğradığı ısı işlemler sırasında yapısı ve özelliklerinin bozulmaması için uygulanan ısı işlemidir. Termofiksaj aşamasında, lif istenilen sıcaklığa getirilip çekme meydana gelmeyecek şekilde sabit tutulur. Ardından seri bir şekilde soğutma yapılmaktadır. Termofiksaj işleminden sonra, liflerde termoset oldukları sıcaklığa kadar bir bozulma görülmez [25]. Materyalin bulunuş formu ve lif türüne göre, termofiksajın uygulandığı adım farklılık gösterebilmektedir. Termofiksaja her zaman gerek duyulmamakta, ancak yapılıyorsa, bu işlem yıkamadan önce (ham kumaşa) veya yıkama adımından sonra uygulanabilmektedir [17].

3.1.7. DİNKLEME

Yün liflerine, özellikle ştrayhgarn kumaşlara uygulanan bir ön terbiye işlemidir [17] [15]. Yün lifler üzerinde bulunan örtü hücrelerinin, temas ettikleri yüzey tutunmasının artırılması için kumaşa enden ve boydan basınç vererek birbirine ittirme yöntemi ile yapılması ile liflerin birbirine tutunmasını sağlamak amacıyla yapılır. Bu işlem sıcak ve nemli koşullarda uygulanmaktadır. Çoğunlukla karbonizasyon işleminin ardından uygulanmaktadır [17].

4.2 RENKLENDİRME

4.2.1 BOYAMA

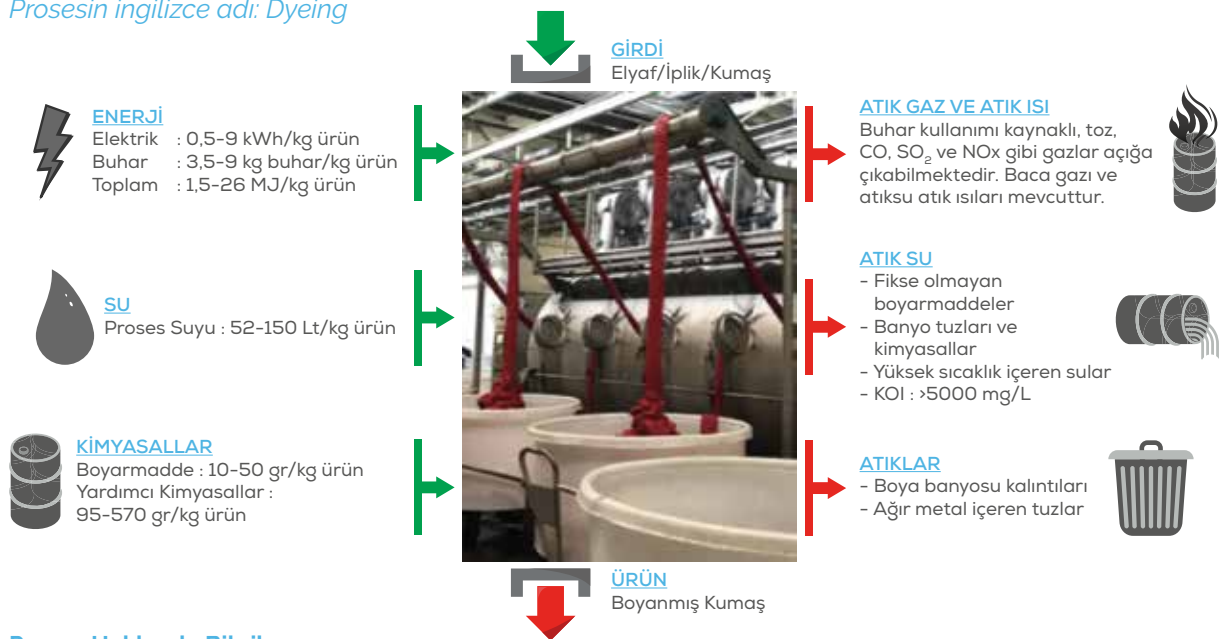


BOYAMA



Boyama: Tekstil materyallerine düzgün bir görünüm vermek, nihai kullanıma uygun hale getirmek ve haslıklar sağlamak için çeşitli boyarmaddelerin materyale uniform bir şekilde uygulandığı renklendirme metodudur. Boyama işleminde, boyarmaddenin yanı sıra, çok farklı türde yardımcı kimyasallar kullanılmaktadır. Boyama işleminin farklı teknikleri bulunmakta ve her bir teknikte uygulanan yöntemlere göre spesifik tüketimler ve emisyonlar değişkenlik göstermektedir.

Prosesin İngilizce adı: Dyeing



Proses Hakkında Bilgiler:

- Boyama işleminde kullanılan yardımcı maddelerin büyük bir kısmı, boyama işlemi sonunda materyalden ayrılarak atıksuya karışmaktadır.
- Renklendirme Metotları: Açık elyaf ve stok boyama, tops boyama, tow (kablo) boyama, iplik boyama, kumaş boyama ve parça boyama.
- Boyama işlemi çektirme veya kesintisiz/yarı kesikli yapılabilmektedir. Bu uygulamalar, boya flottesini hazırlama, boyama, fiksaj, yıkama ve kurutma aşamalarından oluşmaktadır.
- Boyama türüne göre flotte oranları farklılık göstermektedir. Flotte oranı: İşlem gören 1 kg kumaşın, alınan litre/kg flotteye oranıdır. Flotte: İşlem gören materyal için hazırlanmış kimyasal çözeltidir.
- Boya türüne göre uygulanan kimyasal ve yardımcı maddeler farklılık göstermektedir. Bu sebeple, boyama proseslerinden oluşan atıksular farklı renklerde ve karakterizasyonda olabilmektedir.
- Boyama işlemlerinde, materyale fikse olmayan flotte, atıksuya önemli kirlilik yükü getirmektedir.
- Boyama banyolarından atılan atıksular, yüksek sıcaklıkta salınmaktadır.
- Biyolojik olarak parçalanamayan boyalar, biyolojik arıtma sonrasında, işletme deşarj noktasında renkli karakterde tespit edilmektedir.
- Yüksek flotte oranları, yüksek su ve enerji ve kimyasal tüketimine işaret etmektedir. Bu sebeple sektörde, düşük flotte oranlı çalışan boyama makinelerine özel bir ilgi bulunmaktadır.

Kaynaklar: Tanım: [17]; [2]. Elektrik, ısı ve buhar: [15]. Enerji Toplamı: [18]; [15]; [22]. Su: [2]; [26]. Kimyasallar: [2]. Emisyon ve Atık Isı: [15]. Atıksu: [17]. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [2]; [14]; Saha çalışması gözlemleri. Atıklar: [23]

* Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliğinde (Resmî Gazete Tarihi: 02.04.2015 ve Sayı: 29314)Tehlikeli atık veya Tehlikeli atık olabilecek nitelikteki atıkları ifade eder (Atık Kodu: 04 02 16, 06 03 13).* Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliğinde Tehlikeli atık veya Tehlikeli atık olabilecek nitelikteki atıkları ifade eder.

4.2.2 BASKI

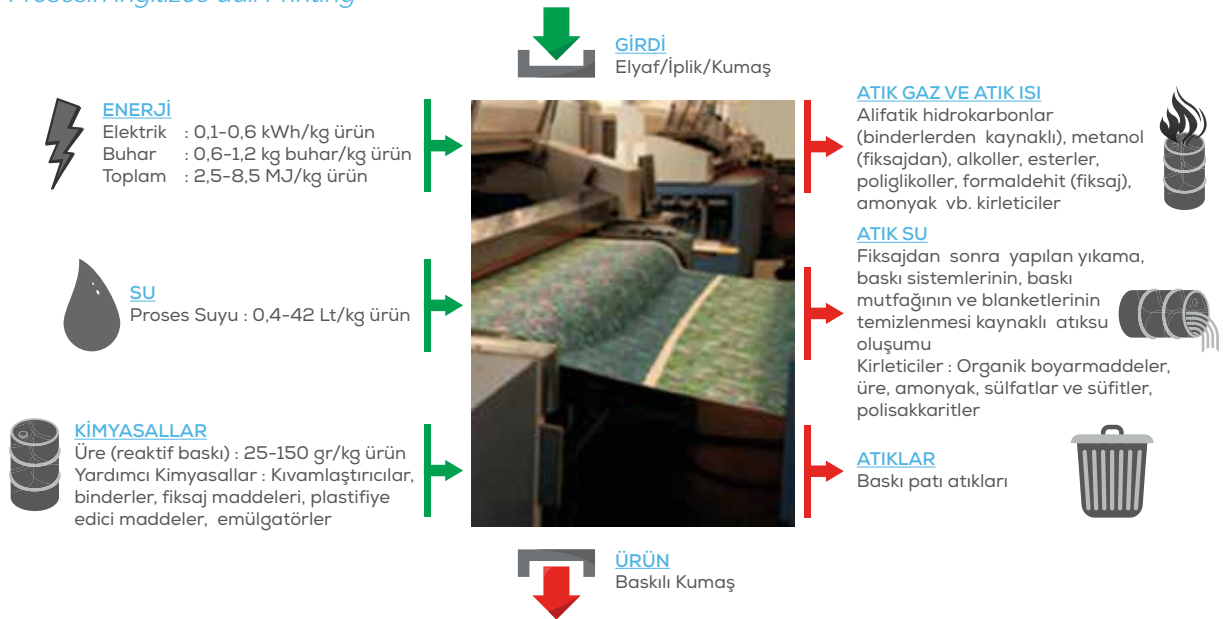


BASKI



Baskı: Boyama işlemi gibi, tekstil materyaline renk uygulama işlemidir. Baskı işleminde boyamadan farklı olarak, tüm materyalin renklendirilmesi yerine, istenen ve talep edilen desenin belirli alanlara uygulanması işlemi yapılmaktadır. Baskı işlemleri boya patı hazırlama, baskı, fiksaj ve ard işlem adımlarından oluşmaktadır. Baskı teknikleri pigmentlerle baskı ve boyalarla baskı şeklinde tanımlanmaktadır.

Prosesin İngilizce adı: Printing



Proses Hakkında Bilgiler:

- Kumaş baskıları için filmdruck baskı, rotasyon baskı, rulo baskı gibi farklı teknolojiler kullanılmaktadır.
- Baskı işlemlerinden kaynaklanan çevresel sorunlar başlıca baskı patı atıkları, yıkama ve temizleme atıksuları, kurutma ve fiksaj kaynaklı uçucu organiklerdir.
- Baskı patı atıkları miktarı, uygulanan işleme bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.
- Her renk değişiminde boya kapları, karıştırıcılar, homojenize edici ekipmanların temizlenmesi gerekmektedir.
- Baskı patlarının yıkama öncesinde, kuru vakum sistemleri ile uzaklaştırılması atıksuda oluşabilecek kirlilik yükünü azaltmaktadır. Baskı patı içerikli atıksuların KOİ seviyeleri 55000-300000 gr/kg ürün seviyelerindedir.
- Baskı patlarının geri kazanılmasını sağlayan teknikler mevcut olmakla birlikte, bu uygulama bazı teknolojik eksiklikler sebebi ile sınırlıdır.
- Baskı sistemlerinin temizlenmesinden kaynaklanan atıksular, yıkama işlemindeki atıksudan daha fazla kirlilik yükü barındırmaktadır.
- Pigment baskı işlemlerinde, boyarmadde ile yapılan baskılara göre daha az atıksu ve kirlilik yükü oluşumu gözlenmektedir.
- Reaktif baskı patlarından kaynaklanan atıksulardaki amonyumun kaynağı, reaktif baskıda kullanılan üredir. Bu sebeple tekstil terbiye işletmelerinde üre ve üre parçalanma ürünlerinin kaynağı baskı dairelerdir. Atıksudaki fazla amonyak, nitrifikasyonu artıracığından, arıtma tesisinin enerji tüketimi de artmaktadır.
- Dijital baskı teknolojisi baskı patı oluşmasını önlemektedir.

Kaynaklar: Tanım: [17]; [2]; [14]. Elektrik ve Buhar: Saha çalışması gözlemleri Enerji Toplam: [18]; [22]. Su: [17]. Kimyasallar: [17]; [2]. Emisyon ve Atık Isı: [17]. Atıksu: [17]. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [17]; [2]; [14]; Saha çalışması gözlemleri. Atıklar: [23]
* Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliğinde Tehlikeli atık veya Tehlikeli atık olabilecek nitelikteki atıkları ifade eder.

4.2.3 KURUTMA

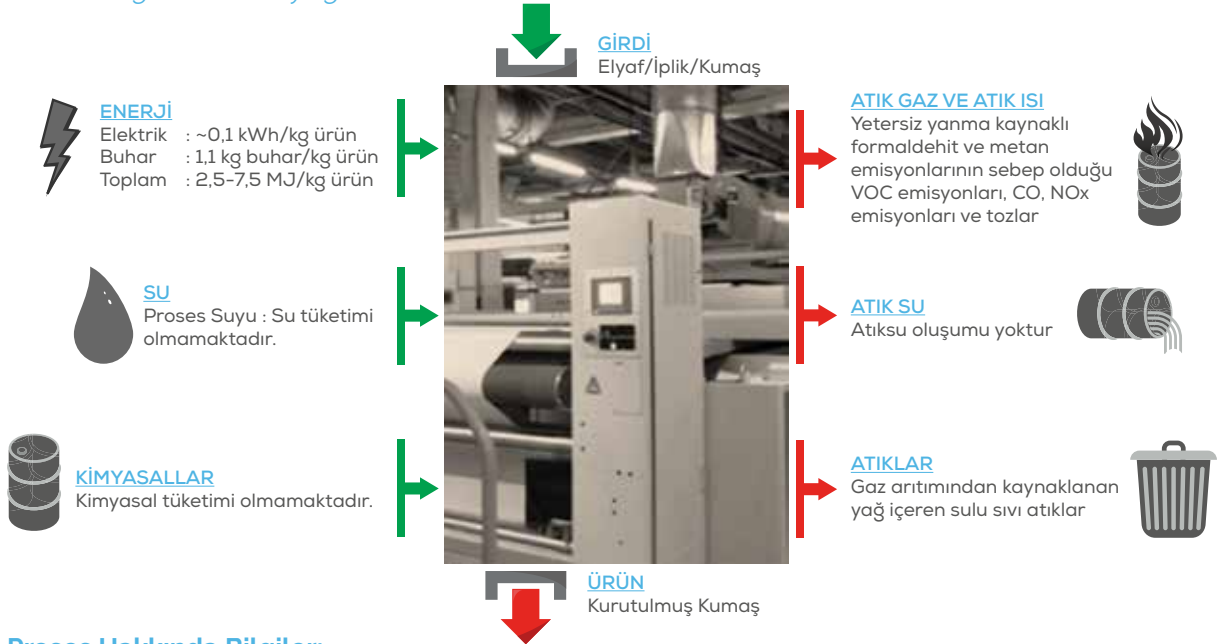


KURUTMA



Kurutma: Islak/yaş işlemler sonrasında tekstil materyalindeki su içeriğini azaltmak veya tamamen elimine etmek için uygulanan prosestir. Bu işlemde, suyun buharlaştırılması ve tekstil materyalinden uzaklaştırılması işlemi uygulandığından enerji tüketimleri yüksek seviyelerdedir. Kurutma mekaniksel veya termal olarak sınıflandırılmaktadır. Mekanik işlemler, suyun mekanik yöntemlerle uzaklaştırılmasını sağlarken, termal yöntemler, tekstil materyali üzerindeki nemin (su moleküllerinin) buharlaştırılarak uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır. Genellikle kurutma tek makinada yapılmayıp, en az iki farklı kurutma makinasında işlemine tabi tutulmaktadır.

Prosesin İngilizce adı: Drying



Proses Hakkında Bilgiler:

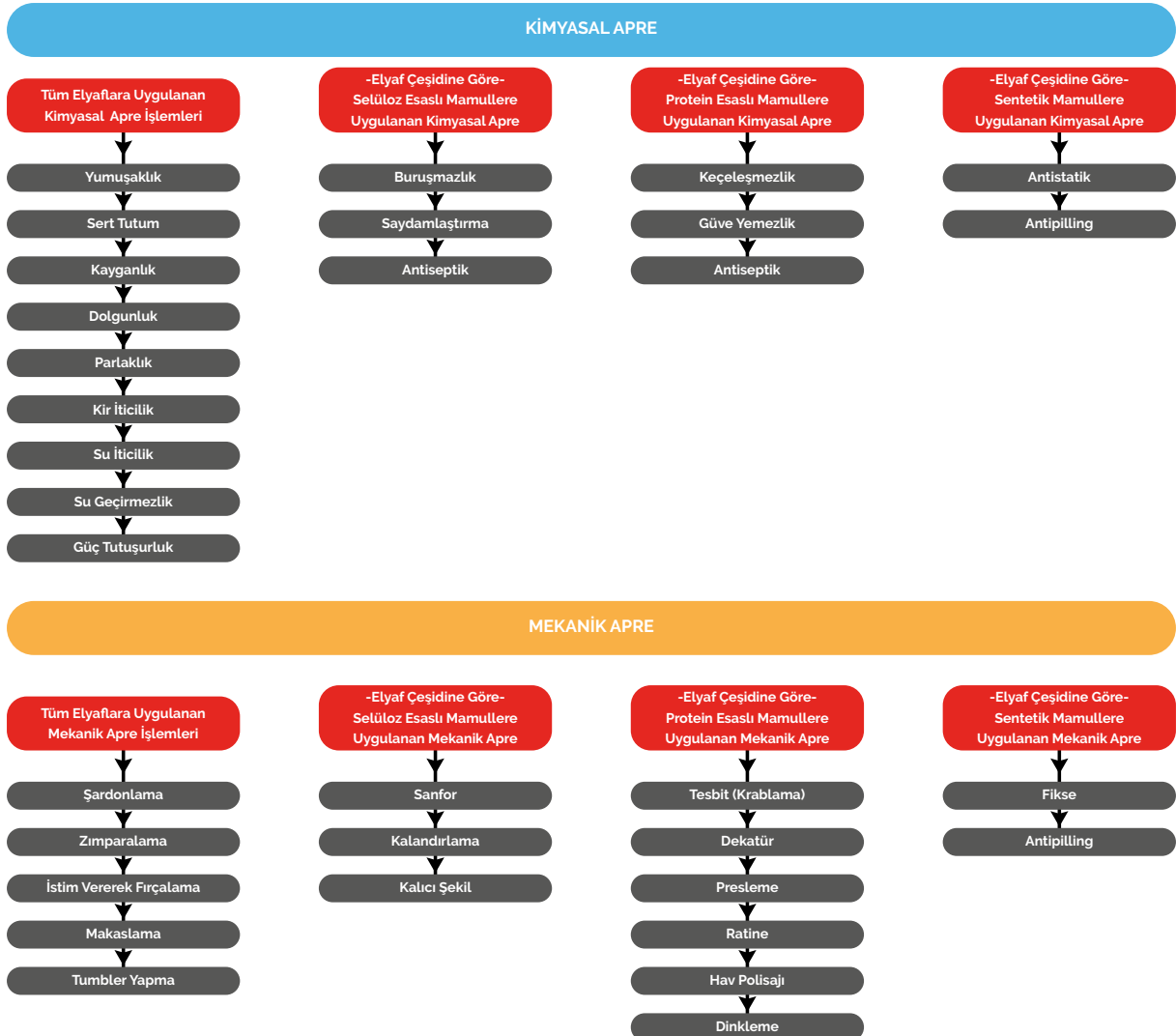
- Isı ile kurutmada konveksiyon, infrared radyasyon, doğrudan temas, radyo-frekans gibi yöntemlerle ısı transferi sağlanmaktadır.
- Elyafın su içeriği, kurutmadan önce buharlaştırma, santrifüjleme ya da merdane ile sıkma yöntemi ile giderilmektedir.
- Bobin kurutmada, su içeriği önce santrifüjle alınır. Daha sonra basınçlı hava kurutma (100 oC) veya radyo frekans kurutması (daha düşük sıcaklıklarda) yapılmaktadır.
- Kumaş kurutma işlemlerinde sıkma, emme, santrifüjleme, ramözler, hot-fluel'lar, kontakt (silindiri) kurutucular, taşıma bantlı kurutucular ve airo kurutucular kullanılmaktadır.
- Terbiye sektöründe son kurutma işlemleri genellikle ramözlerde yapılmaktadır. Ramözler, kumaşın tamamen kurutulması için kullanılmaktadır. En yaygın tipleri, düz ve çok katlı olan tiplerdir. Ramözler, termofiksaj, kurutma ve termoselleme işlemleri ile bitim işlemlerinde kullanılmaktadır.
- Ramözlerde tam kurutmanın yanı sıra kumaş en-boy stabilitesi ve fiksasyon özellikleri kazandırılır.
- Ramözlerden atılan havanın optimizasyonu, ısı geri kazanımı, izolasyon, baca gazı ile ön ısıtma, bek teknolojisi, ateşleme sistemi optimizasyonu ile enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.
- Ramöz atık gazlarından ısı geri kazanımı ve ramözlerin izolasyonu ile proseste tüketilen ısı enerjiden %20-30 oranında tasarruf sağlanabilir.

Kaynaklar: Tanım: [17]; [2]; [14]. Elektrik, ısı ve buhar: [15]. Enerji Toplam: [18]; [15]; [22]. Su: Saha çalışması gözlemleri. Kimyasallar: Saha çalışması gözlemleri. Emisyon ve Atık Isı: [15]. Atıksu: Saha çalışması gözlemleri. Proses Hakkında Genel Bilgiler: [2]; [14]; [15]; Saha çalışması gözlemleri. Atıklar: [23]

* Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atık Yönetimi Yönetmeliğinde Tehlikeli atık veya Tehlikeli atık olabilecek nitelikteki atıkları ifade eder. VOC: Volatile Organic Compound (Uçucu Organik Bileşikler)

4.3 BİTİM İŞLEMLERİ (APRE)

Tekstil terbiye sektöründe, ön terbiye ve renklendirme süreçleri sonrasında, ürün tutumunu, görünümünü değiştirmek için uygulanan son işlemlerin geneline apre (bitim işlemleri) adı verilmektedir [27]. Bitim aşamasında, ön işlem görmüş ve/veya boyanmış/baskı işlemi yapılmış tekstil materyali (elyaf, iplik veya kumaş) talebini karşılamak için bir veya birden fazla fonksiyonel bitirme işlemi uygulanmaktadır. Bu süreç kimyasal (sertleştirici, yumuşatıcı, su ve kir tutmayan, antimikrobiyal, güveden koruyan, yangın geciktirici) veya mekanik muamele (pürüzlülük, pürüzsüzlük, parlaklık) ile gerçekleştirilebilir (Şekil 4.4). Kimyasal bitirme işlemlerinde kullanılan yardımcı maddeler tekstil materyaline çoğunlukla fularlar (dolgu elyafı makineleri) vasıtasıyla sucül çözeltilerle uygulanır. Birçok durumda dolgu elyafı çözeltisi birden fazla görevi yerine getirmektedir (yumuşatıcı ve bağlayıcı işlemlerin bir arada yapılması gibi). Fularlanmış yardımcı maddenin kurutulması yaklaşık 1200C sıcaklıkta, bazı durumlarda ise boyanın daha iyi fikse olabilmesi için 150-1800C sıcaklıklarda yapılmaktadır [16]. Şekil 4.4'te lif türüne göre uygulanabilen, mekanik ve kimyasal apre işlemleri gösterilmektedir. Burada, apre işlemlerinin lif türü ve isteğe göre oldukça değişken olduğu görülmektedir. Ayrıca her proseste tüketilen enerji, su veya kimyasal miktarlarının da farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır.



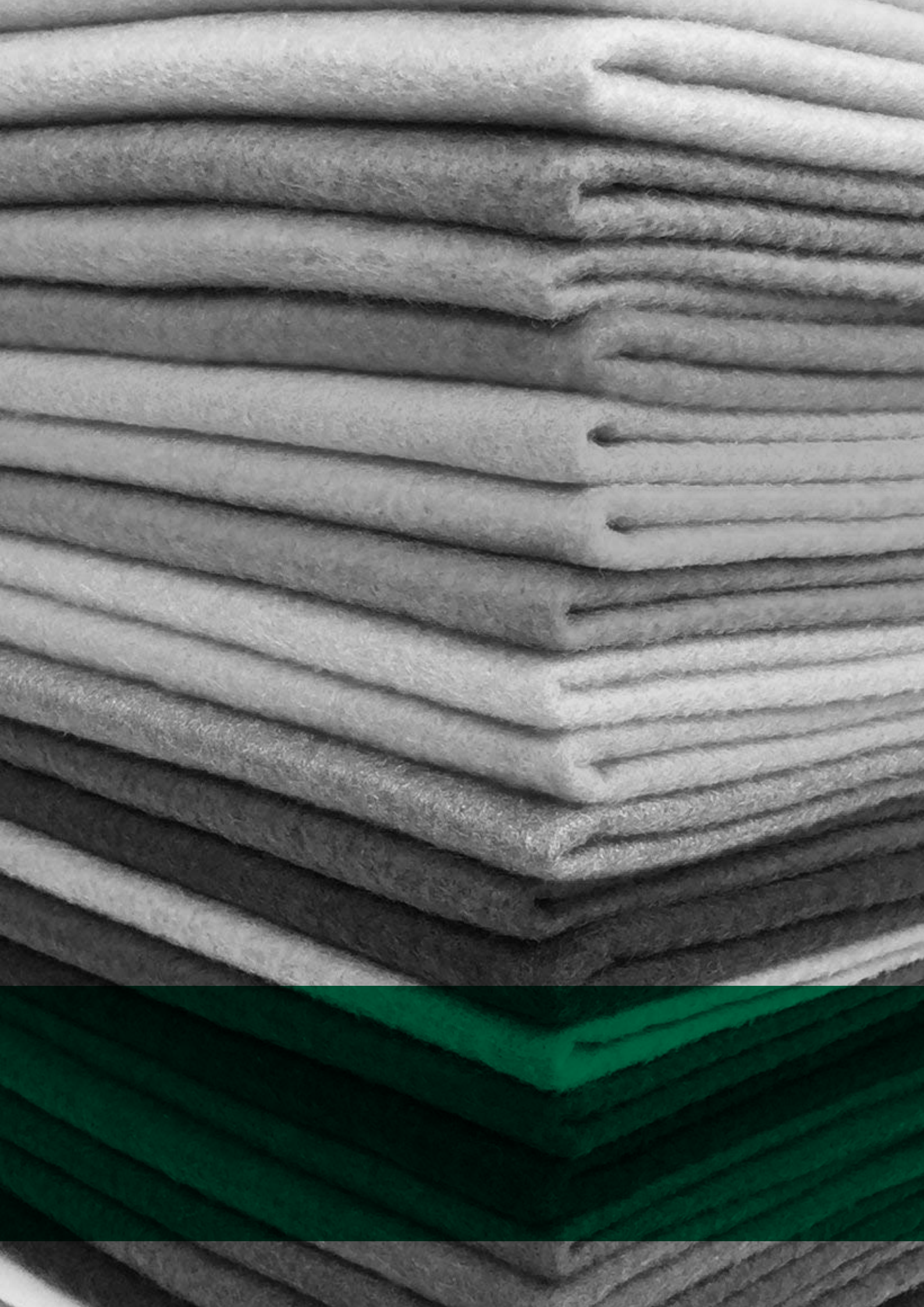
Kaynak: [28]

Şekil 4.4. Lif Türüne Göre Kimyasal ve Mekanik Apre İşlemleri



5

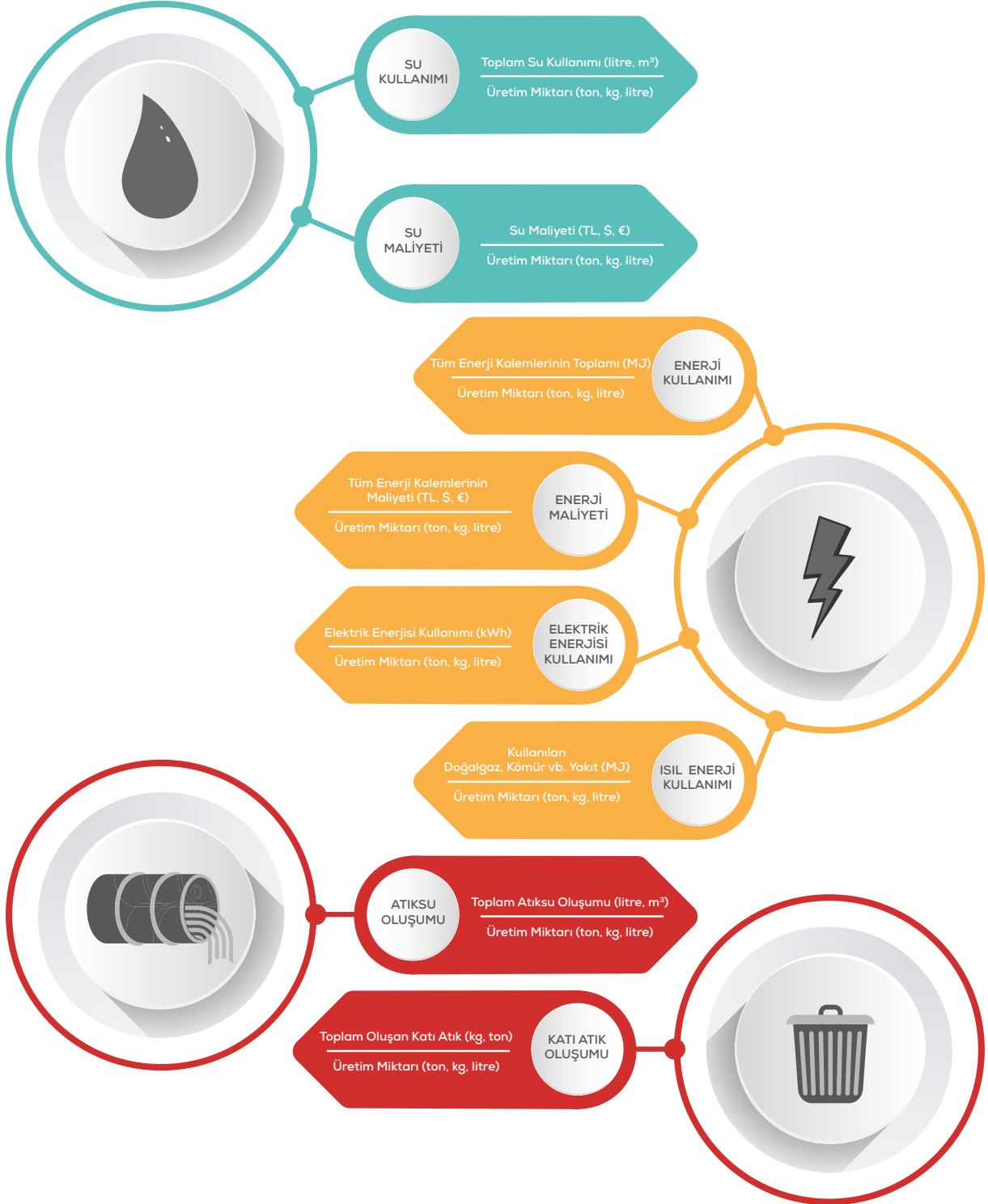
• ÇEVRESEL
GÖSTERGELER



5 ÇEVRESEL GÖSTERGELER

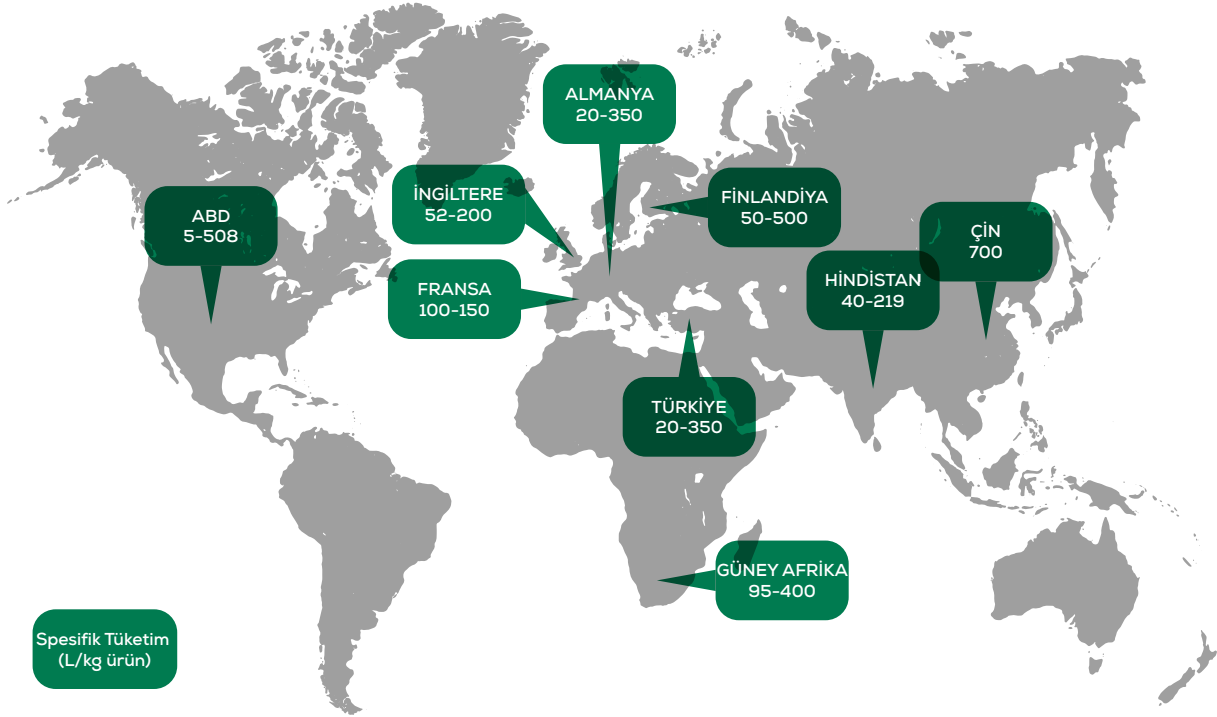
ÇEVRESEL GÖSTERGELERİ NASIL HESAPLARIM?

Toplam tüketimler ve üretim miktarları, aylık, yıllık ve sezonluk olabilir.



5.1 SU TÜKETİMİ

Tekstil ürünlerinin imalatı sektörü, özellikle de terbiye işlemlerini içeren tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörü, yoğun su tüketimi ile imalat sanayi içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yüksek miktardaki su ihtiyaçları genellikle yeraltı su kaynaklarından karşılanmaktadır. Yeraltı su kaynaklarından temin edilen ham sular, su yumuşatma işlemi yapıldıktan sonra yoğun olarak terbiye-boyama proseslerinde ve buhar kazanlarında kullanılmaktadır. Tekstil sektörünün kompleks bir yapıya sahip olması, kullanılan lif türü, tekstil materyalinin formu, uygulanan teknoloji-teknikler ve proses uzunluğuna bağlı olarak su tüketimi değerleri de değişmektedir [15]. Tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe spesifik su tüketimi değerleri 3-932 L/kg ürün gibi geniş bir aralıkta değişmektedir [29] [30]. Önemli tekstil tedarikçisi ülkelerde kullanılan teknoloji seviyesi ve yasal sınırlar çerçevesinde su tüketimleri farklılıklar gösterebilmektedir. Farklı ülkelerde tekstil sektörüne ait spesifik su tüketimi aralıkları Tablo 5.1'de verilmiştir. Ayrıca, kaynak tüketimi ve çevresel göstergeler açısından öne çıkan proseslerde, spesifik su tüketim değerleri Bölüm 3'te verilmiştir.



Kaynak: [15]

Tablo 5.1 Tekstil Sektöründe Farklı Ülkelerin Spesifik Su Tüketim Aralıkları

Sektörde, toplam su tüketiminin %70-80'i terbiye ve boyama işlemlerinde gerçekleşmektedir. Bu işlemlerin ana ürünlerini iplik ve kumaş oluşturmaktadır. Bu sebeple, Türkiye'de tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe en önemli ürün gruplarını dokuma kumaş ve iplik üretimi kapsamaktadır. Fakat bunun yanında yün ve örme kumaş terbiye-boya işlemleri de alt sektörde yer almaktadır. Su tüketimi, en fazla yünlü kumaş üretim proseslerinden kaynaklanmaktadır. Bunu dokuma kumaş ve iplik üretimi takip etmektedir. Maksimum ve minimum değerlere bakıldığında, işlenen ürün, uygulanan proses ve teknoloji gibi birçok etmene bağlı olarak geniş aralıklar göze çarpmaktadır. Bu sebeple, bir kıyaslama yapılırken doğru ürün gruplarının kıyaslandığından emin olunması gerekmektedir.

AB Entegre Kirlilik Önleme Kontrolü (Integration Pollution Prevention Control-IPPC) Bürosu tarafından tekstil sektörü için hazırlanan referans dokümanında (BREF) elyaf ve iplik terbiye-boyaması yapan çeşitli tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimi değerleri verilmiştir [2]. Tablo 5.2'de elyaf, iplik, dokuma ve örme kumaş terbiyesi yapan tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimi değerleri verilmiştir.

Alt Sektör	Ağırlıklı Faaliyet Konusu	Ortalama Spesifik Su Tüketimi (min.-mak.) (L/kg ürün)
Elyaf	Viskon, polyester, akrilik ve pamuk	22 (10-34)
	Yün tops/elyaf	75 (35-180)
İplik	Pamuk	137 (105-215)
	Polyester	102 (64-171)
	Yün, akrilik ve viskon	111 (43-212)
Örme kumaş	Pamuk	92 (21-216)
	Sentetik	114 (35-230)
	Yünlü	63
Dokuma kumaş	Pamuk ve viskon	162 (21-645)
	Yünlü	184 (70-314)
	Sentetik	135 (7-248)

Kaynak: [2]

Tablo 5.2 IPPC Tekstil BREF Dokümanında Yer Alan Elyaf, İplik ve Kumaş Terbiye-Boyaması Yapan Tekstil İşletmelerinin Spesifik Su Tüketimi Değerleri

Ayrıca "Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi" kapsamında yapılan saha çalışmalarında "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektöründe su tüketimleri farklı işletmelerin verileri göz önüne alınarak tespit edilmiştir. Buna göre alt sektör genelinde spesifik su tüketimi değerlerinin 57-418 L/kg ürün aralığında değiştiği belirlenmiştir [1]. IPPC Tekstil BREF dokümanında bu aralık, 22-226 L/kg olarak verilmiştir. Dolayısıyla, saha çalışması yapılan işletmelerden bazılarının IPPC Tekstil BREF dokümanında verilen üst limitten daha yüksek seviyelerde su tükettiği görülmektedir. Bu durum, çoğunlukla sektörde yüksek su tüketimlerine rağmen, suyun yeniden kullanım ve geri kazanım seçeneklerinin uygulanma oranının az olmasından ve su tüketimini azaltmaya yönelik faaliyetlerin henüz yeni yeni uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

5.2 ATIKSU OLUŞUMU

Tekstil sektöründe en önemli çevresel problemlerden birisi atıksu oluşumudur. Tekstil sektörünün yüksek miktarda su kullanmasının bir sonucu olarak, kirlilik yükü çok yüksek, günlük ve mevsimsel olarak karakterizasyonu çok değişken atıksular oluşmaktadır. Tekstil sektörü genelinde, atıksuları karakterize eden başlıca kirlenici parametreler; organik madde, askıda katı madde, yağ ve gres, renk, toplam krom, fenoller, toplam sülfür, yüzey aktif maddeler, pH ve sıcaklık olarak sıralanabilir. Tekstil sektöründe atıksu kaynakları boyama, haşıl sökme, merserizasyon ve yıkama işlemleri olup, bu proseslerden kaynaklı atıksular, boya, deterjan, sülfid, çözücüler, ağır metaller, inorganik tuzlar, yüzey

aktif maddeler gibi çeşitli maddeleri içermektedir [31].

Tekstil sektörü proses atıksuları, içerdikleri boya maddeleri ve boya yardımcı kimyasal maddelerin kompleks yapısından dolayı genellikle toksik yapıda olup biyolojik olarak ayrışmaya karşı dirençli olduklarından konvansiyonel arıtma yöntemleri ile giderilememektedirler. Tekstil sektörü atıksuları, içeriğindeki boyar madde sebebiyle diğer birçok endüstriye göre oldukça renkli atıksulardır. Ayrıca oluşan yüksek hacimde atıksuyun organik madde, asidite ve alkalinite bileşenlerini içermesi de çevresel problemlerin başında gelmektedir.

Tekstil sektörü genelinde atıksuları karakterize eden başlıca kirletici parametreler (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, R.G Tarih: 31.12.2004, R.G Sayı: 25687, Tablo 10: Tekstil Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları), organik madde (Biyolojik Oksijen İhtiyacı-(BOİ) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), askıda katı madde (AKM), toplam katı madde (TKM) yağ ve gres, renk, toplam krom, fenoller, toplam sülfür, yüzey aktif maddeler, pH ve sıcaklık olarak sıralanabilir (Tablo 5.3) [32].

Proses	Kullanılan Kimyasallar	Atıksu Karakteristikleri
Haşılama	Nişasta, selüloz, polivinil asetat, poliakrilat ve yapıştırıcı	Düşük atıksu hacmi, yüksek BOİ, KOİ, AKM
Haşıl sökme	Enzimler, asit ve alkali	Çok yüksek BOİ ve TKM (haşılamada nişasta kullanılmış ise)
Yıkama	Sıcak kostik soda, klor, peroksitler, silikat, sodyum bisülfid, deterjanlar	Kirletici yükünün %35 ve çıkış BOİ konsantrasyonunun %3 değeri
Ağartma	NaOCl, H ₂ O ₂ , H ₂ SO ₄ , HCl, kostik soda, sodyum bisülfid	Yüksek TKM, yüksek çözünmüş katı madde ve orta seviyede BOİ konsantrasyonu
Merserizasyon	Konsantre kostik soda ve asit yıkama	Düşük BOİ ve TKM, nötralizasyondan önce oldukça alkali
Boyama	Boyalar ve yardımcı kimyasallar	Yüksek renk, TÇM, BOİ, ve pH, düşük AKM, toksisite
Apreleme	Pentaklorofenoller, etilklorofosfatlar	Düşük konsantrasyonda çeşitli bileşenler ve toksisite

Kaynak: [32]

Tablo 5.3. Tekstil Sektöründe Uygulanan Proseslerde Kullanılan Kimyasallar ve Atıksu Özellikleri

Sektörde özellikle tekstil terbiye işlemlerinde gerçekleştirilen su ve kimyasal tüketimlerine bağlı olarak oluşan atıksular, hem kirlilik yükü hem de miktar bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Sektörde yüksek miktarlarda kimyasal/boyarmadde kullanımı, toksik ve biyolojik olarak zor parçalanabilen bileşikler, lifler üzerinde bulunan kirler ve yüksek ısı gibi etmenler atıksuların kirlilik yükünü artırmaktadır [2]. Tekstil atıksularında toksisiteyi ve kirlilik yükünü artıran başlıca kirleticiler; (kimyasal ve boyarmaddelerden kaynaklanan ve boyama terbiye proseslerinde oluşan) temel olarak organik bileşikler, biyolojik olarak zor ayrışabilen maddeler, renk verici maddeler, toksik maddeler, inhibitör bileşikler, adsorplanabilir klorlu bileşikler (AOX), asitler ve tuzlardır [15]. Sektörde su tüketimini etkileyen faktörlere bağlı olarak atıksu miktarları da farklı seviyelerde olmaktadır. IPPC Tekstil BREF dokümanında alt sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerde spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri Tablo 5.4'te verilmiştir. Alt sektörde en fazla atıksu oluşumu pamuklu, yünlü, akrilik ve viskon iplik terbiyesi, yünlü dokuma kumaş gibi işlemlerde gerçekleşmektedir.

Alt sektör	Faaliyet	Spesifik Atıksu Oluşumu ve KOİ Yükleri	
		Atıksu Oluşumu (L/kg ürün)	KOİ Yükleri (gr/kg ürün)
Elyaf Terbiyesi	Viskon, polyester, akrilik ve pamuklu	10-34	13-67
	Yünlü tops/elyaf	35-180	22-65
İplik Terbiyesi	Pamuklu	105-215	69-97
	Polyester	64-171	83-390
	Yünlü, akrilik ve viskon	43-212	35-102
Örme Kumaş	Pamuklu	21-216	57-107
	Sentetik	35-230	48-176
	Yünlü	63	93
Dokuma Kumaş	Pamuklu ve viskon	21-645	43-303
	Yünlü	70-314	32-241
	Sentetik	7-248	14-286

Kaynak: [2]

Tablo 5.4 IPPC Tekstil BREF Dokümanında Alt Sektörler Bazında Atıksu Oluşumları ve Yükleri

Ayrıca, "Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi" kapsamında "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektöründe yürütülen saha ve anket çalışmalarında alt sektörde atıksu miktarları ve atıksuların KOİ yükleri tespit edilmiştir [1]. Bu veriler IPPC Tekstil BREF doküman verileri ile Tablo 5.5'te karşılaştırılmıştır. Oluşan atıksu ve kirlilik yüklerinin IPPC Tekstil BREF dokümanda yer alan aralıklarda kaldığı görülmektedir.

Alt Sektör	Spesifik Atıksu Miktarları ve KOİ Yükleri	
	IPPC BREF [2]	Saha Çalışmaları [1]
Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi		
Atıksu miktarı (L/kg ürün)	21-645	48-347
Atıksuların KOİ yükü (gr/kg ürün)	13-390	21-269

Tablo 5.5 Alt Sektörde Spesifik Atıksu Miktarları ve KOİ Yüklerinin Karşılaştırılması

5.3 ENERJİ TÜKETİMİ

Tekstil ürünlerinin imalatı sektörü genel olarak ısı enerjisi ve elektrik tüketiminin yoğun olduğu sektörler arasındadır. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe ihtiyaç duyulan ısı enerjisi buhar ya da kızgın yağ ile sağlanmaktadır. Özellikle ön kurutma, nihai kurutma ve fiksasyon işlemlerinde kızgın yağ tercih edilebilmektedir. Tekstil üretim proseslerinde özellikle terbiye, boyama ve bitim işlemlerinde yoğun şekilde ısı enerjiden yararlanılmaktadır. Ayrıca makinelerin, elektrik motorlarının çalıştırılmasında, aydınlatma ve iklimlendirme sistemlerinde elektrik tüketimi gerçekleşmektedir [15]. Alt sektörün proseslerinde spesifik enerji tüketimi değerleri Tablo 5.6'da verilmiştir. Özellikle boya ve terbiye işlemlerinde yoğun ısı enerjisi tüketimi dikkate çekmektedir. Alt sektörde terbiye ve boyama

banyolarının ısıtılması, iklimlendirme, fıkse, kurutma vb. proseslerde veya yardımcı proseslerde buhar tüketimi yoğun olmaktadır.

Alt Sektör	Spesifik Enerji Tüketimi (MJ/kg ürün)	
	Isıl Enerji Tüketimi	Elektrik Enerjisi Tüketimi
Boyama ve Terbiye	14-64	0,3-13
Baskı	0,3-3	0,8-2

Kaynak: [15]

Tablo 5.6 Alt Sektör Proseslerinde Spesifik Enerji Tüketimi Değerleri

BREF dokümanında yer alan tekstil işletmelerinde spesifik ısıl enerji ve elektrik enerjisi tüketimleri Tablo 5.7'de verilmiştir. Buna göre "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektörü için spesifik ısıl enerji ve elektrik tüketimleri sırasıyla 11-208 MJ/kg ürün ve 0,5-6,5 kWh/kg ürün aralıklarında yer almaktadır [2].

Alt Sektör	Ağırlıklı Faaliyet	Spesifik Enerji Tüketimi	
		Isıl Enerji (MJ/kg ürün)	Elektrik Enerjisi (kWh/kg ürün)
Elyaf Terbiye ve Boyaması	Yünlü tops/elyaf	11-28	0,5-1,1
İplik Terbiye ve Boyaması	Pamuklu	32	2
	Polyester	40-65	1-2
	Yünlü, akrilik ve viskon	14-61	0,9-6,5
Örme Kumaş Terbiye ve Boyaması	Pamuklu	14-61	1-3
	Sentetik	12-61	1,5-6
	Yünlü	208	9
Dokuma Kumaş Terbiye ve Boyaması	Pamuklu ve viskon	28-72	0,5-1,5
	Yünlü	40-76	0,5-0,8

Kaynak: [2]

Tablo 5.7 IPPC Tekstil BREF Dokümanında Alt Sektörler Bazında Spesifik Enerji Tüketimleri

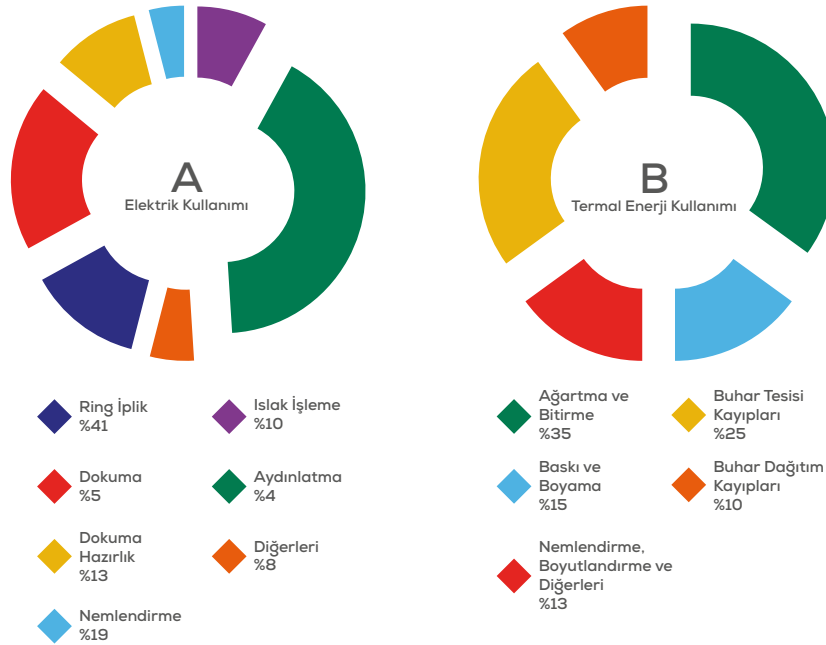
"Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi" kapsamında "Tekstil ürünlerinin bitirilmesi" alt sektöründe yapılan saha çalışmaları kapsamında spesifik ısıl enerji ve elektrik enerjisi tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre, alt sektörde spesifik ısıl enerji tüketimi 28-153 MJ/kg ürün (ortalama 65 MJ/kg ürün) ve elektrik enerjisi tüketimi 0,3-4,5 kWh/kg ürün (ortalama 2 kWh/kg ürün) arasında değişmektedir. Alt sektörde spesifik buhar tüketimi ise 5-26 kg buhar/kg ürün (ortalama 13 kg buhar/kg ürün) aralığında değişim göstermektedir [1]. Isıl enerji, elektrik ve buhar tüketimleri IPPC Tekstil BREF dokümanındaki verilerle Tablo 5.8'de karşılaştırılmıştır. Buna göre ilgili proje kapsamında derlenen veriler ışığında elde edilen tüketim değerleri IPPC Tekstil BREF dokümanında verilen aralıklarda kalmaktadır.

Alt Sektör	Spesifik Enerji Tüketimleri	
Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi	IPPC BREF [2]	Saha çalışmaları [1]
Isıl enerji tüketimi (MJ/kg ürün)	11-208	28-153
Elektrik enerjisi tüketimi (kWh/kg ürün)	0,5-6,5	0,3-4,5
Buhar tüketimi (kg buhar/kg ürün)	-	5-26

Tablo 5.8 Alt Sektörde Spesifik Enerji Tüketimlerinin Karşılaştırılması

Tekstil sektörü, önemli miktarda enerji tüketen çok sayıda tesis içerir. Tekstil sektörünün belirli bir ülkede tükettiği toplam üretim enerjisinin payı, o ülkedeki imalat sektörünün yapısına bağlıdır. Örneğin, tekstil sektörü Çin'de üretimde nihai enerji kullanımının yaklaşık % 4'ünü oluştururken [33] bu pay ABD'de % 2'den azdır [34]; [35]. Islak işleme, buhar ve ısı olmak üzere yüksek miktarda termal enerji tüketiminden dolayı tekstil sektöründeki en büyük enerji tüketicisidir.

Kompozit bir tekstil fabrikası, aynı sahada eğirme, dokuma / örme ve ıslak işlemeye (hazırlık, boyama /baskı, terbiye) sahip bir tesistir. Şekil 5.1, kompozit bir tekstil fabrikasında tipik elektrik ve termal enerji kullanımının dağılımını göstermektedir. Görüldüğü gibi, ring iplik en fazla elektriği (%41) tüketmekte, bunu dokuma (dokuma hazırlık ve dokuma) takip etmektedir (%18). Islak işleme hazırlama (haşıl sökme, ağartma, vb.) ve bitirme, termal enerjinin en büyük payını (%35) tüketir. Buhar üretimi ve dağıtımı sırasında da önemli miktarda termal enerji kaybolmaktadır (%35). Bununla birlikte, bu yüzdeler tesise göre değişebilmektedir.



Şekil 5.1. Kompozit Bir Tekstil Fabrikasında Kullanılan Tipik Elektrik ve Termal Enerjinin Dağılımı

5.4 EMİSYONLAR

Tekstil sektöründe ana hava kirliliği kaynakları, askıda partikül madde, kükürt dioksit gazı, nitrojen oksitler vb. gibi kirlenici maddeler oluşturan kazanlar, termo ve dizel yakıtlar ile jeneratörlerdir.

Proses	Kaynak	Kirleticiler
Atıksu Arıtımı	Arıtma tank ve kanallarından çıkan emisyonlar	Uçucu organik maddeler (VOCler), toksik emisyonlar
Kimyasal Depolama	Emtia ve kimyasallar için depolama tanklarından kaynaklanan emisyonlar	Uçucu organik maddeler
Bitirme	Reçine bitirme. Sentetik kumaşların ısı ayarı	Formaldehit Polimerler - yağlama yağları
Baskı	Emisyon	Hidrokarbonlar, amonyak
Boyama	Taşıyıcı kullanarak dispers boyama: Sülfür boyama Anilin boyama	Taşıyıcılar H ₂ S Anilin Buharı
Ağartma	Klorlu bileşiklerin kullanılmasından kaynaklanan emisyonlar	Klor, klor dioksit
Boyutlandırma	Boyutlandırma bileşiklerinin kullanılmasından kaynaklanan emisyonlar (sakızlar, PVA)	Azot oksitler, sülfür oksit, karbon monoksit
Kaplama, Kurutma ve Kür	Yüksek sıcaklık fırınlarından çıkan emisyon	Uçucu organik maddeler (VOCler)
Enerji Üretimi	Buhar kazanlarından çıkan emisyonlar	Partikül madde, azot oksit (NO _x) sülfür dioksit (SO ₂)

Kaynak: [36]

Tablo 5.9. Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi İşlemleri Sırasında Oluşan Emisyon Türleri

Diğer sektörlerle karşılaştırıldığında tekstil sektöründen kaynaklanan emisyonlar düşük seviyelerde kalmaktadır. Sektörde hava emisyonlarının başlıca kaynakları; terbiye ve boyama, bitim, kurutma, baskı, sentetik iplik üretimi, kumaş hazırlama prosesleri ve atıksu arıtma tesisleridir [37] [38]. Hava kirleticiler ise fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan karbonmonoksit (CO), karbon dioksit (CO₂), kükürt dioksit (SO₂), azotoksitler (NO_x), uçucu organik bileşikler (VOC) ve tozdur [2]. Alt sektörde buhar üretiminde ağırlıklı olarak fosil yakıtların kullanılması neticesinde toz, CO₂, NO_x ve SO_x gibi gaz emisyonları meydana gelmektedir. Ayrıca terbiye, boyama, kurutma, fikse gibi işlemlerde kullanılan uçucu organik bileşikler (VOC) diğer gaz emisyonlarını oluşturmaktadır. "Tekstil ürünlerinin imalatı" sektöründe spesifik CO, SO₂, NO_x emisyon değerleri sırasıyla 0,28, 0,12 ve 0,3 gr/kg üründür [39] [40].

5.5 HAMMADE KULLANIMI

Türkiye Tekstil Sanayii İşverenleri Sendikası'nın üyeleri arasında yapmış olduğu maliyet analizi anket sonucuna göre (2005); tekstil sektöründe en büyük maliyet bileşeni %33 ile hammaddedir [41]. Sektörün temel hammaddeleri ise pamuk ve sentetik elyaftan oluşmaktadır. Dünya ülkelerinde pamuk üretimi ve tüketimi verileri Tablo 5.10'da verilmiştir. Bunun yanı sıra, tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe kullanılan boyalar, kimyasallar ve diğer yardımcı maddeler de, bu alt sektörün hammad-

deleri olarak nitelendirilmektedir.

Ham tekstil lifleri, işlendikten sonra atıksuya karışan bir dizi toksik madde içerebilir. Bu sebeple, mümkün olduğu durumlarda, toksik kimyasalların kullanımını yasaklayan ülkelerden hammadde seçilmesi önerilir. Örneğin, Uluslararası Yün Sekreteryası (The International Wool Secretariat - IWS) son zamanlarda halı sektörü için yün işlemcileri ve stok iplik boyacıları için bir araştırma yürütmüştür. Halihazırda, yün polarlarını özenle seçilmiş yerlerden satın alarak, işlemciler atıklarında zehirli maddeleri azaltmışlardır [42].

Pamuk Üretimi (bin ton)	2011	2012	2013	2014	2017	Pamuk Tüketimi (bin ton)	2011	2012	2013	2014
Çin	7.403	7.620	7.131	6.532	5.987	Çin	8.274	7.838	7.512	7.185
Hindistan	6.314	6.205	6.750	6.423	6.205	Hindistan	4.235	4.736	5.084	5.334
ABD	3.391	3.770	2.811	3.553	4.555	Pakistan	2.177	2.341	2.264	2.308
Pakistan	2.308	2.025	1.068	2.308	1.785	Türkiye	1.219	1.317	1.372	1.393
Brezilya	1.894	1.306	1.742	1.524	1.894	Bangladeş	806	1.023	1.154	1.197
Özbekistan	871	1.002	893	849	838	Vietnam	365	490	697	882
Türkiye	749	577	501	697	871	ABD	718	762	773	778
Diğer	4.813	4.466	4.320	4.007	3.604	Diğer	4.873	5.091	5.105	4.975

Kaynak: [43]

Tablo 5.10 Dünya Pamuk Üretimi ve Tüketimi Verileri

Bir fabrikanın üretim prosesi sırasında üretilen atık malzemeler, bir diğerinde hammadde olarak kullanılabilir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründen elde edilen ve atık borsası tarafından yeniden kullanılacak atıkların bazıları şöyledir [44]:

- Penye atıkları, talaş kaldırma, koparılmış iplik gibi atıklar (kaba iplik fabrikalarında kullanılır)
- Halı fabrikalarında oluşan halı kenarları (yatak elyafı fabrikaları için hammadde)
- Konfeksiyon şirketleri tarafından atılan fentler, kumaş ipleri ve dikiş ipliği
- Çuvallar, boş varil, variller ve karton kutular

5.6 ATIK OLUŞUMU

"Tekstil ürünlerinin imalatı" sektöründe diğer sektörlerle benzer şekilde tehlikesiz ve tehlikeli nitelikte atıklar oluşmaktadır. Sektörde birçok proseste tipik olarak; kirlenmiş tekstil atıkları, kirlenmiş ambalaj atıkları, floresan, yağlar ve yağ filtreleri gibi atıklar oluşmaktadır. "Tekstil ürünlerinin imalatı" sektörüne özgü atıklar ise genel olarak; atık iplik ve kumaş parçaları, makaslama ve şardonlama atıkları, tekstil tozları, boyalar ve pigmentler, fularlama boya flottesi artıkları, baskı patları artıkları, fularlama bitim flottesi artıkları, gaz arıtımından gelen atıklar ve atıksu arıtma tesisi çamurlarıdır [14]. Alt sektörde faaliyet gösteren işletmelerde ise spesifik tehlikeli ve tehlikesiz nitelikteki katı atık miktarları sırasıyla 0,13 ve 5 gr/kg ürün dür [40]. IPPC Tekstil BREF dokümanına göre tekstil işletmelerinde spesifik katı atık miktarı 11-21 gr/kg ürün aralığında değişmektedir [2]. Tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe olu-

şan başlıca katı atıklar Tablo 5.11'de verilmiştir.

Tekstil Sektörüne Özgü Olmayan Atıklar	Tekstil Sektörüne Özgü Atıklar
<p><u>Kontrol gerektirmeyen atıklar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atık cam • Kağıt, mukavva • Tahta • Demir parçaları (borular, eski makineler) • Elektrik kabloları • Plastik bidonlar (temiz) • Metal variller (temiz) • Kirlenmemiş plastik ambalaj maddeleri 	<p><u>Kontrol gerektirmeyen atıklar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atık iplik • Atık kumaş (bozulmuş çalışmalar, denemeler, kumaş kenarları) • Makas ve şardon atıkları • Tekstil tozları
<p><u>Kontrol gerektiren atıklar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atık yağlar • Yağla kirlenmiş giysiler • Halojenlensiz organik çözümler • Yağlı fırınlardan gelen kurumlar • Tutkal ve yapışkan maddeler • Kirlenmiş paketlenme maddeleri • Elektronik parçalar <p><u>Yüksek kontrol gerektiren atıklar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Yağ/su ayırıcılarından gelen atıklar • Halojenlenmiş organik çözümler • PCB içeren kondansatörler 	<p><u>Kontrol gerektiren atıklar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Boyalar ve pigmentler • Boyamalardan artan emdirme flotteleri • Artan baskı patları • Bitim işlemlerinden artan emdirme flotteleri • Atık havanın temizlenmesinden (ramözden) gelen yağ içerikli kondensatlar • Atıksu arıtma işlemlerinden gelen çamur

Kaynak: [2] [14] [15]

Tablo 5.11 Tekstil Ürünlerinin İmalatı Sektöründe Oluşan Başlıca Katı Atıklar

2016 yılında yayınlanan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü Sektörel Atık Kılavuzu'nda, tekstil ve hazır giyim sektöründen kaynaklanan atık türleri ve atık kodları tablolar halinde sunulmuştur. Kılavuzda, sektörden kaynaklanan atıklar; prosese özel atıklar, yan proses atıkları ve proses dışı atıklar olarak üçe ayrılmıştır. Ayrıca, proses atıklarının oluşabileceği üretim noktaları gösterilmiştir. Tablo 5.12'de tekstil bitirme için proses atıklarının oluşabileceği üretim noktaları ve atık kodları gösterilmiştir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörüne girmeyen elyaf imalatından kaynaklanan atıklar, elyafın kardelenmesi, ipek, elyaf, yün, tiftik elyafı, jüt, keten, diğer bitkisel elyaf, suni ve sentetik elyafların bükülmesi ve iplik haline getirilmesinden kaynaklanan atıklar ise aşağıda sunulan tablolara dahil edilmemiştir [23].

Tekstil Elyaf ve İpliklerini ve Kumaş ve Tekstil Ürünlerini Ağartma ve Boyama Hizmetleri	04 02 09 Kompozit malzeme atıkları (emprenye edilmiş tekstil, elastomer, plastomer)
	04 02 14 Organik çözücüler içeren perdah atıkları
	04 02 15 04 02 14 dışındaki perdah atıkları
	04 02 16 Tehlikeli maddeler içeren boya maddeleri ve pigmentler
	04 02 17 04 02 16 dışındaki boya maddeleri ve pigmentler
	04 02 19 Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar
	04 02 20 04 02 19 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
	04 02 21 İşlenmemiş tekstil elyafı atıkları
	04 02 22 İşlenmiş tekstil elyafı atıkları
	06 01 01 Sülfürik asit ve sülfüröz asit
	06 01 06 Diğer asitler
	06 02 04 Sodyum ve potasyum hidroksit
	06 02 05 Diğer bazlar
	06 03 14 06 03 11 ve 06 03 13 dışındaki katı tuzlar ve solüsyonlar
	16 09 01 Permanganatlar
16 09 02 Kromatlar	
16 09 03 Peroksitler	
16 09 04 Başka bir şekilde tanımlanmamış oksitleyici malzemeler	

Kaynak: [23]

Tablo 5.12. Tekstil Elyaf ve İpliklerini ve Kumaş ve Tekstil Ürünlerini Ağartma ve Boyama

Tekstil terbiye sektöründe, birçok farklı katı atık oluşmakta ve bertaraf edilmektedir. Örneğin, iplik üretiminde katı atıklar toz, tohum ve çöplerden oluşmaktadır. Örme ve dokuma endüstrilerinden iplik kalıntıları, kesim parçaları, hatalı ürünler ve iplik makaralarından oluşan katı atıklar meydana gelmektedir. Tekstil ürünlerinin ıslak işlemden geçirilmesinden kaynaklanan katı atıklar; kir, yağ ve bitkisel maddelerden kaynaklanan atıkların yanı sıra atık kimyasallar ve ambalajları içerir. Bu katı atıkların bazıları geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir, diğerleri ise yakılır veya düzenli depolama alanlarına yönlendirilir. Aynı zamanda anaerobik çürütücülerde işlenen bazı atıklar da vardır [45]. Miktarlar hakkında Tablo 5.13'te tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörü için veriler sunulmuştur.

Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Sektörü	Spesifik Tekstil Atığı Miktarı (kg atık/ton tekstil üretimi)
Tesis 1: Çorap imalat tesisi; atıkların çoğu çorapların konfeksiyonu sırasında ortaya çıkmaktadır.	39
Tesis 2: Dokuma kumaş imalat sanayi	37
Tesis 3: Dokuma kumaş bitirme endüstrisi; miktarın yarısı lif tozu ve diğer yarısı atık kumaştan oluşmaktadır.	20
Tesis 4: Dokuma kumaş imalat sanayi	32
Tesis 5: İplik terbiye tesisi	6

Tesis 6: Örgü kumaş için terbiye tesisi; yüksek oranda kesme atığı	88
Tesis 7: Dokuma ve terbiye bölümünden oluşan bitirme tesisi	52
Tesis 8: Yün terbiye tesisi; yüksek oranda kesme atığı	14
Tesis 9: Terbiye tesisi kumaş imalatı; kesme atıkları	160
Tesis 10: Terbiye tesisi (polyester örme ürünlerinin bitirilmesi)	7
Tesis 11: Kapitone ve halı bitirme tesisi	84
Tesis 12: Kaplama kompartmanlı bitirme tesisi (kenar kesim atıkları)	43
Toplam atık (tekstil ve tekstil dışı atıklar):273 kg/t (174 kg/t geri dönüşüm atığı ve 85 kg/t yakılacak atık)	

Tablo 5.13. Farklı Tekstil Bitirme Tesislerinden Çıkan Spesifik Katı Atık Miktarları

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıklar ve kodları Tablo 5.14'de verilmektedir. Bu kolonda "A" işareti ile gösterilen atıklar içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarından bağımsız olarak tehlikeli kabul edilmektedir. "M" işaretli atıklar ise içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarına bağlı olarak tehlikeli ya da tehlikesiz olarak sınıflandırılabilir. Listede "M" işareti ile gösterilmiş atıklar üzerinde analiz yapılmalı ve analiz sonuçlarına göre atık koduna karar verilmelidir. Eğer yapılan analiz sonucunda atık içerisindeki tehlikeli bileşenler Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen konsantrasyonları aşıyorsa atıklar tehlikeli olarak sınıflandırılır ve "M" işareti ile gösterilen yanında yıldız (*) işareti bulunan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Eğer tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonları, Ek 3-B'de verilen eşik değerlerin altında kalıyorsa, bu atıklar tehlikesiz olarak sınıflandırılmalı ve "M" işaretli atıkların tehlikesiz karşılıkları olan altı haneli kodla tanımlanmalıdır [23].

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
4	Deri, Kürk ve Tekstil Endüstrilerinden Kaynaklanan Atıklar	
04 02 14*	Organik çözücüler içeren perdah atıkları	M
04 02 16*	Tehlikeli maddeler içeren boya maddeleri ve pigmentler	M
04 02 19*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
6	Anorganik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
06 01 01*	Sülfürik asit ve sülfüröz asit	A
06 01 05*	Nitrik asit ve nitroz asit	A
06 01 06*	Diğer asitler	A
06 02 04*	Sodyum ve potasyum hidroksit	A
06 02 05*	Diğer bazlar	A
06 03 13*	Ağır metal içeren katı tuzlar ve solüsyonlar	M

7	Organik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
07 02 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 02 03*	Halojenli organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 02 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 02 14*	Tehlikeli maddeler içeren katkı maddelerinin atıkları	M
07 06 01*	Su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
8	Astarlar (Boyalarda, Vernikler ve Vitrifiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar Ve Baskı Mürekkeplerinin Üretim, Formülasyon, Tedarik Ve Kullanımından (İftk) Kaynaklanan Atıklar	
08 03 17*	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri	M
08 04 09*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları	M
16	Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar	
16 09 01*	Permanganatlar (örneğin potasyum permanganat)	A
16 09 02*	Kromatlar (örneğin potasyum kromat, potasyum veya sodyum dikromat)	A
16 09 03*	Peroksitler (örneğin hidrojen peroksit)	A
16 09 04*	Başka bir şekilde tanımlanmamış oksitleyici malzemeler	A

Kaynak: [23]

Tablo 5.14. Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesinden Kaynaklanabilecek Prosese Özel Tehlikeli Atıklar

Yapılan bir çalışmada, tekstil alt sektörlerinde faaliyet gösteren üç tekstil işletmesindeki tehlikeli atık miktarlarına dair bilgiler bulunmaktadır. Her bir işletmedeki üretim kapasitesi 10 ton/gün'ün üzerindedir. Bu değerlere bakıldığında, ağırlıklı olarak pamuklu örme-dokuma kumaş üretimi yapan tesislerde spesifik tehlikeli atık miktarları 1-2 g/kg ürün arasında değişebilmektedir [15].

İşletme	İşletmeye Dair Bilgiler	Veri Yılı	Kaynağı	Tehlikeli Atık Miktarı (kg/yıl)	Spesifik Tehlikeli Atık Miktarı (gr/kg ürün)
1	Pamuklu-PES dokuma ve örme kumaş terbiye, boyama ve apre işlemleri yapan bir tekstil işletmesi Kumaş terbiye-boyama işlemleri HT-over flow prosesinde sürekli tekniklere göre gerçekleştirilmektedir. Bu proseste pamuklu-PES kumaşların reaktif, dispers ve indantren boyama işlemleri yapılmaktadır.	2012	Ofisler, binalar, bakım faaliyetleri, makineler, üretim faaliyetleri, yardımcı işlemler İşletmede tehlikeli atıklar genel olarak flüoresan lambalar, kimyasal kapları (bidon, varil vb.) ve makine bakım işlemlerinden kaynaklanmaktadır.	2.906 kg/yıl	0,49 gr/kg

2	PAC, yün halı ve el örgü ipi üretimi, terbiye, boyama ve baskısı yapan bir tekstil işletmesi İşletmede tehlikeli atık miktarlarının belirlenmesinde "tehlikeli atık taşıma beyan formlarından" yararlanılmıştır.	2011	Ofisler, binalar, bakım faaliyetleri, makineler, üretim faaliyetleri	6.085 kg/yıl	2 gr/kg
3	Pamuklu, PES dokuma ya da örme kumaşların terbiye, boyama ve apre işlemleri HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama prosesleri	2012	Çeşitli prosesler (HT-over flow üretim hattı, pad-batch üretim hattı, şardon ve traş işlemleri vb) ve yardımcı işlemlerden tehlikeli atık kapsamında değerlendirilebilen atıklar İşletmede tehlikeli atıklar genel olarak flüoresan lambalar, kimyasal madde kapları (bidon, varil vb.) ve makine bakım işlemlerinden oluşmaktadır**.	18.018 kg/yıl	1,57 gr/kg

Kaynak: [15]

Tablo 5.15. Türkiye'de 3 Tekstil İşletmesinde Oluşan Tehlikeli Atıklara Dair Bilgiler

**Bu atıkların 1.260 kg/yıl'ı hidrolik atık yağlardan; 12.429 kg/yıl tehlikeli maddeler içeren ya da kontamine olmuş (Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği uyarınca R1-R11 arasında yer alan) tehlikeli atıklar ve 4.329 kg/yıl'ı tehlikeli maddeler içeren ya da kontamine olmuş (Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği uyarınca R12 arasında yer alan) tehlikeli atıklar oluşturmaktadır.

5.7 GÜRÜLTÜ

Endüstrilerde, gürültü insan huzurunu etkileyen ve stresi artıran büyük bir sorundur. Tekstil sektörünün bazı alt sektörlerinde, gürültü konusu ön plana çıkabilmektedir. Sektörde genellikle İplik-Dokuma-Örme işletmelerinde gürültü düzeyi yüksek iken, terbiye, konfeksiyon işlemlerinde ise genel olarak gürültü oluşumu daha azdır. Sektörün iplik üretim hattında yer alan harman hallaç-cer-tara-penyöz, fitil ve vater, dokuma hazırlık haşıl ve taharlama, iplik büküm katlama, örme, dokuma ve kumaş boyama bölümlerinde gürültü oluşumları söz konusu olabilmektedir. Bu bölümlerin gürültü seviyeleri değerlendirildiğinde ise fitil ve vater, dokuma, büküm ve katlama bölümlerinde çalışanların daha yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldıkları belirtilmiştir. Yapılan araştırmalarda özellikle büküm ve dokuma ünitelerinde 100 dB(A) üzerinde gürültü seviyesinden (yüksek düzeyde gürültü seviyesi) dolayı, yüksek maruziyet söz konusu olmaktadır. Kumaş boyama işlemleri yapan terbiye işletmelerinde ise bu gürültü seviyesi 80-85 dB(A) aralığında ve daha düşük düzeydedir [46].

5.8 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi [1] kapsamında, tekstil ürünlerinin bitirilmesi sektöründe yürütülen saha ve anket çalışmaları ile derlenen veriler, literatürde ve IPPC Tekstil BREF dokümanında yer alan işletme verileri ile Tablo 5.16'da kıyaslanmış ve su, enerji, kimyasal, atıksu, emisyon göstergelerindeki potansiyel azalma oranları hesaplanmıştır. Buna göre, sektörde kaynak kullanımlarında yüksek potansiyeller tespit edilmiş ve mevcut durumu ve çeşitli verimlilik uygulamaları ile sağlanabilecek potansiyel azalma oranları sunulmuştur. Alt sektörde, kaynak verimliliği fırsatlarının belirlenmesi ve uygulanması ile bu potansiyel oranlar hayata geçirilerek önemli kazanımlar sağlanabilir.

Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Alt Sektörü	*Mevcut Kaynak Kullanımı Performansları	**Potansiyel Azalma Oranları	Referans
Su Tüketimi	57-418 L/kg ürün	%15-79	[2]; [15] [47]
Enerji Tüketimi			
-Isıl enerji	28-153 MJ/kg ürün	%15-40	[48]; [49]; [2]; [50]; [51]; [52]; [18]; [53]; [15]
-Elektrik enerjisi	0,3-4,5 kWh/kg ürün		
-Buhar	5-26 kg buhar/kg ürün		
Kimyasal Tüketimi			
-Boyarmadde	7-68 gr/kg ürün	%26	[54]; [17]; [2]; [55]; [15]
-Yardımcı kimyasal	50-1966 gr/kg ürün	%40-60	
Atıksu Oluşumu			
-Atıksu miktarları	48-347 L/kg ürün	%23-72	[56]; [49]; [57]; [2]; [58]; [59]; [15]
-Atıksuların KOİ yükleri	21-269 gr KOİ/kg ürün	%38-66	[60]; [61]; [2]; [58]; [62]; [15]
Atık Gaz Emisyonu Miktarları			
-Toz	0,04-08 gr/kg ürün	%60'dan fazla	[63]; [64]; [2]; [65]; [15]
-CO	0,2-4,3 gr/kg ürün		
-SO _x	0,1-28 gr/kg ürün		
-NO _x	0,1-13,4 gr/kg ürün		
-VOC	0,01-0,7 gr/kg ürün		
Katı Atık Miktarları			
-Tehlikeli	2-11 gr/kg ürün	%54	[2]; [65]; [15]

Ana Kaynak: [1]

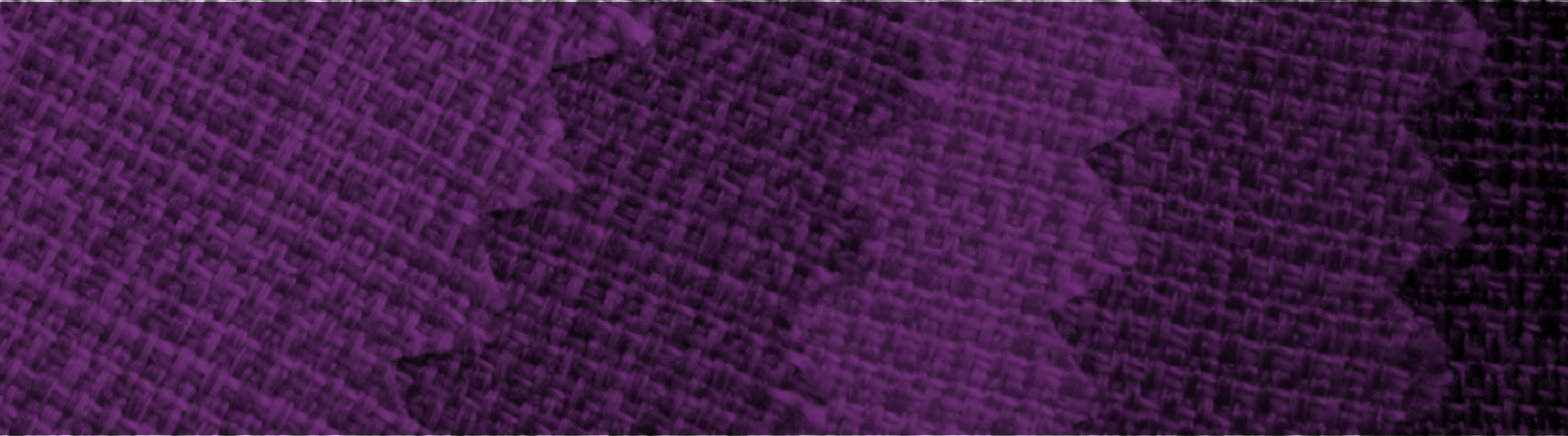
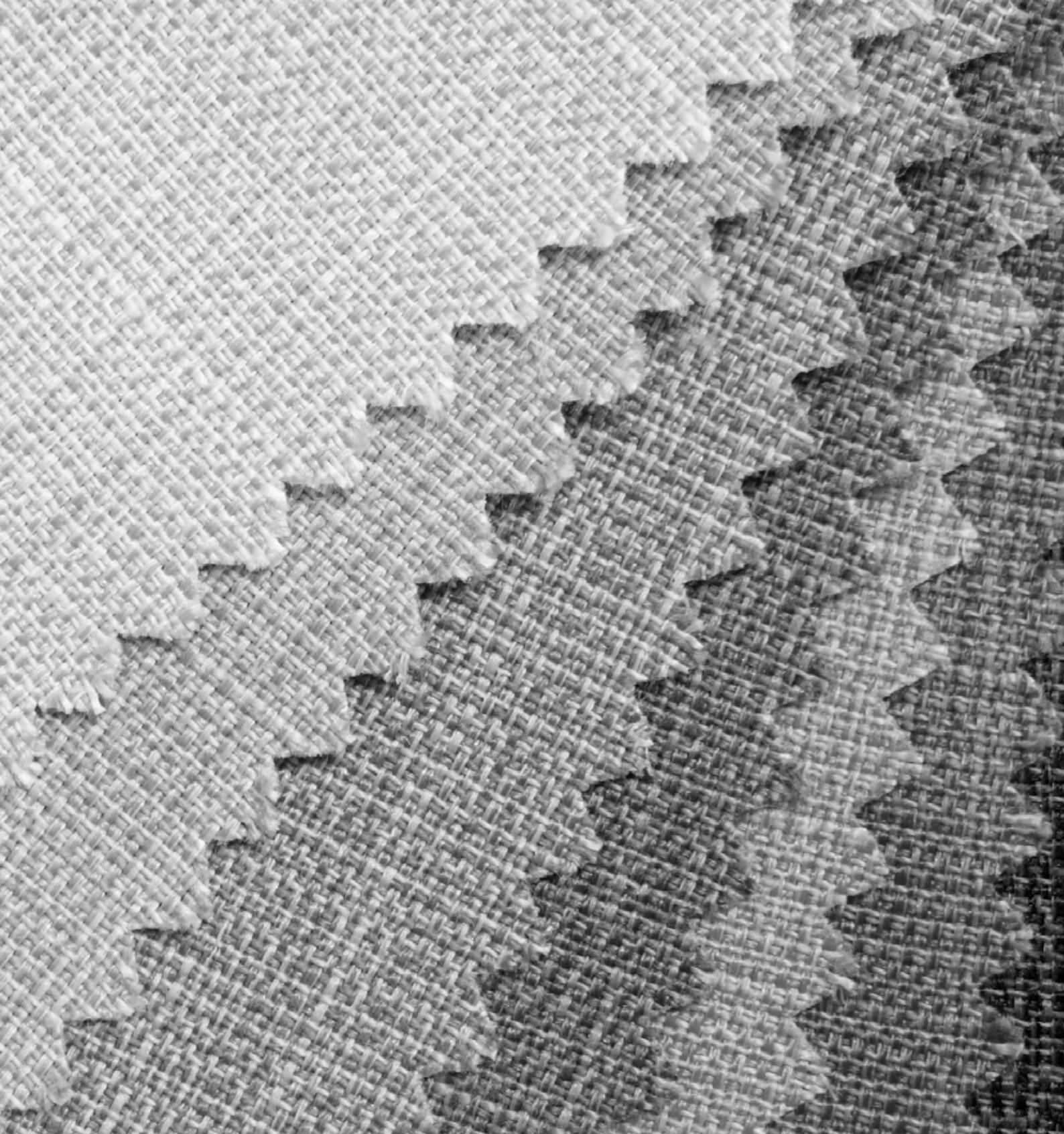
Tablo 5.16. Kaynak Kullanımlarının Mevcut Durumu ve Belirlenen Potansiyel Azalmalar

* Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi kapsamında belirlenen, mevcut kaynak kullanımı performansları saha ve anket çalışmalarından elde edilen sonuçlar.

** Potansiyel azalma oranları hesaplanırken IPPC Tekstil BREF dokümanı ve literatür verilerinden faydalanılmıştır. Bu sebeple referanslar, potansiyel azalma oranları hesaplamalarında kullanılan literatür verilerine atıfta bulunmaktadır.

6

KAYNAK
VERİMLİLİĞİ
• ÖNLEMLERİ



6 KAYNAK VERİMLİLİĞİ ÖNLEMLERİ

6.1 MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER HAKKINDA REFERANS BELGESİ

Endüstriyel faaliyetler sonucunda tüketilen kaynak miktarını ve oluşan emisyonları önlemek amacıyla, Avrupa'da özellikle son 20 yılda entegre bir yaklaşım olan temiz üretim uygulamaları ivme kazanmıştır. Bu entegre yaklaşım özellikle su, enerji ve kaynak tüketimi yoğun olan endüstrilerde ön plana çıkmıştır. Bu çerçevede, AB ülkelerinde "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi" (IPPC-96/61/EC) yeni adıyla "Endüstriyel Emisyonlar Direktifi" (IED-2010/75/EU) ile kirliliğin kaynağında entegre bir yaklaşımla önlenmesi hedeflenmiştir.

Tekstil sektöründe mevcut en iyi teknikler hakkındaki referans doküman, 96/61/EU IPPC Yönergesi'nde belirtilen "liflerin ve tekstil materyallerinin ön terbiye (yıkama, ağartma ve mersevizasyon gibi işlemler) veya boyama işlemlerinin gerçekleştirildiği ve işlem kapasitesi 10 ton/gün'den daha büyük olan fabrikalara" ait endüstriyel etkinlikleri kapsamaktadır. Ayrıca ilgili BREF, tekstil yardımcı maddeleri, boyalar ve pigmentler, tekstil makineleri, tipik reçeteler gibi konularla ilgili tamamlayıcı ek bilgiler de içermektedir [14].

Tekstil sektörünü kapsayan BREF dokümanının 1. ve 2. bölümünde tekstil sektörü ve bu sektörde uygulanan prosesler hakkında genel bilgiler yer almaktadır. 3. bölümde mevcut durumdaki tüketimler ve emisyon seviyeleri ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Bölüm 4'te, Mevcut En İyi Teknikler'in (MET) belirlenmesinde yararlanılan, kaynak tüketimi ve emisyon azaltım teknikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu tekniklerin kullanılması ile önlenebilecek tahmini kaynak tüketimi ve emisyon seviyelerine de yer verilmiştir. Bölüm 5'te ise, tekstil sanayi geneli ve spesifik tekstil üretim süreçleri için derlenen MET'ler ve bu MET'lerin uygulanması ile azaltılabilecek kaynak/emisyon seviyeleri verilmiştir [2]. Tekstil sektörü için MET'ler hakkında referans belgede üzerinde ağırlıklı olarak durulan alt sektörler ve bu alt sektörlerde ait açıklamalar Tablo 6.1'de verilmiştir.

Alt Sektör	Açıklamaları
Tekstil liflerinin hazırlanması	Yün, pamuk ve keten ve ipek liflerin hazırlanması işlemlerini kapsamaktadır
Ön terbiye	Liflerin üniformitesini, hidrofil karakterini ve boyarmadde ve terbiye maddelerine karşı afinitelerini arttırmak amacıyla yabancı maddelerin liflerden arındırılması işlemlerini kapsar.
Boyama	İlgili tekstil materyaline renk kazandırmak amacı ile boyanın materyale uniform bir şekilde uygulandığı proseslerdir.
Baskı	Arzu edilen desenin tekstil materyali üzerinde belirli alanlara boyarmaddeler ile uygulanması işlemidir.
Bitim işlemleri	Tekstil materyaline arzu edilen nihai kullanım özelliklerinin verilmesi için yapılan su geçirmezlik, güç tutuşma gibi özelliklerin uygulanmasını içeren işlemlerdir.

Kaynak: [2]

Tablo 6.1. BREF Dökümanda Üzerinde Durulan Başlıca Tekstil Prosesleri

Bu işlemlerin yanı sıra, BREF dokümanda halı imalatı ile ilgili proses bilgileri ve MET'lere de yer verilmiştir.

Tekstil sektörü için oluşturulan mevcut BREF dokümanı 2003 yılına ait bir yayındır. Geçtiğimiz 15 yıl dikkate alındığında, gelişen teknoloji, üretim süreçlerinde yaşanan değişimler, MET'lerin birçoğunun uygulanmış olması sebebi ile BREF doküman gün geçtikçe güncelliğini kaybetse de, 2017 yılında doküman tekrar güncellenmeye başlamış ve ilk toplantı raporu yayınlanmıştır [66]. Ayrıca, son yıllarda BREF doküman da baz alınarak yapılan tekstil işletmesi spesifik temiz üretim uygulamaları ile ortaya çıkan yeni MET'ler, sektöre yönlendirici bir katkı sağlamaktadır. Sektörün farklı işletmelerinde temiz üretim yoluyla elde edilebilecek her kaynak tasarrufu ve emisyon azaltma uygulamasının bir MET niteliği taşıdığı unutulmamalıdır.

6.2 İLGİLİ ÇEVRE VE ENERJİ MEVZUATI

Ülkemizde 2011 yılına kadar, tekstil sektörüne yönelik olarak mevcut çevre ve enerji mevzuatları doğrudan atıfta bulunmamış, fakat bu mevzuatlardan yararlanılarak dolay olarak düzenlemeler yer almıştır. AB üyelik sürecinde, özellikle çevre ile ilgili konularda kirliliğin önlenmesi adına çeşitli yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu kapsamda, 2011 yılında tekstil sektöründe entegre kirlilik önleme yaklaşımını uygulamak üzere, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği (TSEKÖKT)" yayınlanmıştır. Tebliğin amacı, günlük üretimi 10 ton üzerindeki çeşitli terbiye, boyama, baskı ve bitim işlemleri yapan tekstil işletmelerinde, yani tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörü işletmelerinde, çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya/havaya/toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımı ve mevcut en iyi tekniklerin kullanımını sağlamaktır [67]. İlgili Tebliğ 2015 yılında revize edilmiş ve Tablo 6.2'deki Yönetmeliklerin hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır. Fakat bu tabloda yer alan bazı mevzuatlar yürürlükten kalkmış ve farklı yönetmelik/mevzuatlara dönüştürülmüştür.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin 4 ve 38 inci maddeleri

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin 5 inci maddesi*

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin 4 üncü maddesi*

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin 1, 5, 9, 15 ve 16 ncı maddeleri*

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinin 6 ncı maddesi

Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğinin 5 inci maddesi

Kaynak: [67]

Tablo 6.2. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği'nin Hazırlanmasında Yararlanılan Yönetmelikler

** ilgili yönetmelikler Mülgadır.*

Tebliğ'in bir diğer amacı ise, tekstil işletmelerinin 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 etmeleri ve karar verdikleri MET seçeneklerinin uygulanması sonucu sağladıkları ilerlemeleri yansıtacakları bir raporun hazırlamasıdır. Bu sayede işletmeler, tesis içi temiz üretim teknikleri

ve boru sonu arıtma seçeneklerinden uygun olanları içeren temiz üretim planlarının hazırlanmasını ve uygulanmasını sağlayabileceklerdir [67]. Bu tebliğ, AB uyum sürecinde Türkiye'de sektörel bazda ilk olarak tekstil sektörüne yönelik hazırlanmış ve işletmeler tarafından benimsenmesi amaçlanmıştır.

"Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği"nin yanı sıra, tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe kaynak verimliliği uygulamalarına dolaylı atıfların olduğu Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yönetimi Yönetmeliği, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği gibi farklı düzenlemeler de yer almaktadır. Bahsedilen ilgili mevzuatlar EK-1'de verilmiştir.

6.3 TEMİZ ÜRETİMİN METODOLOJİSİ

Endüstriyel tesislerde kaynak kullanımının azaltılması ve çevresel performansların artırılabilmesi tesis özelinde en uygun temiz üretim olanaklarının belirlenmesi ve uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi gibi heterojen ve karmaşık üretim yapısına sahip sektörlerde ise temiz üretim olanaklarının belirlenmesi daha zor olabilmektedir. Bunun temel nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

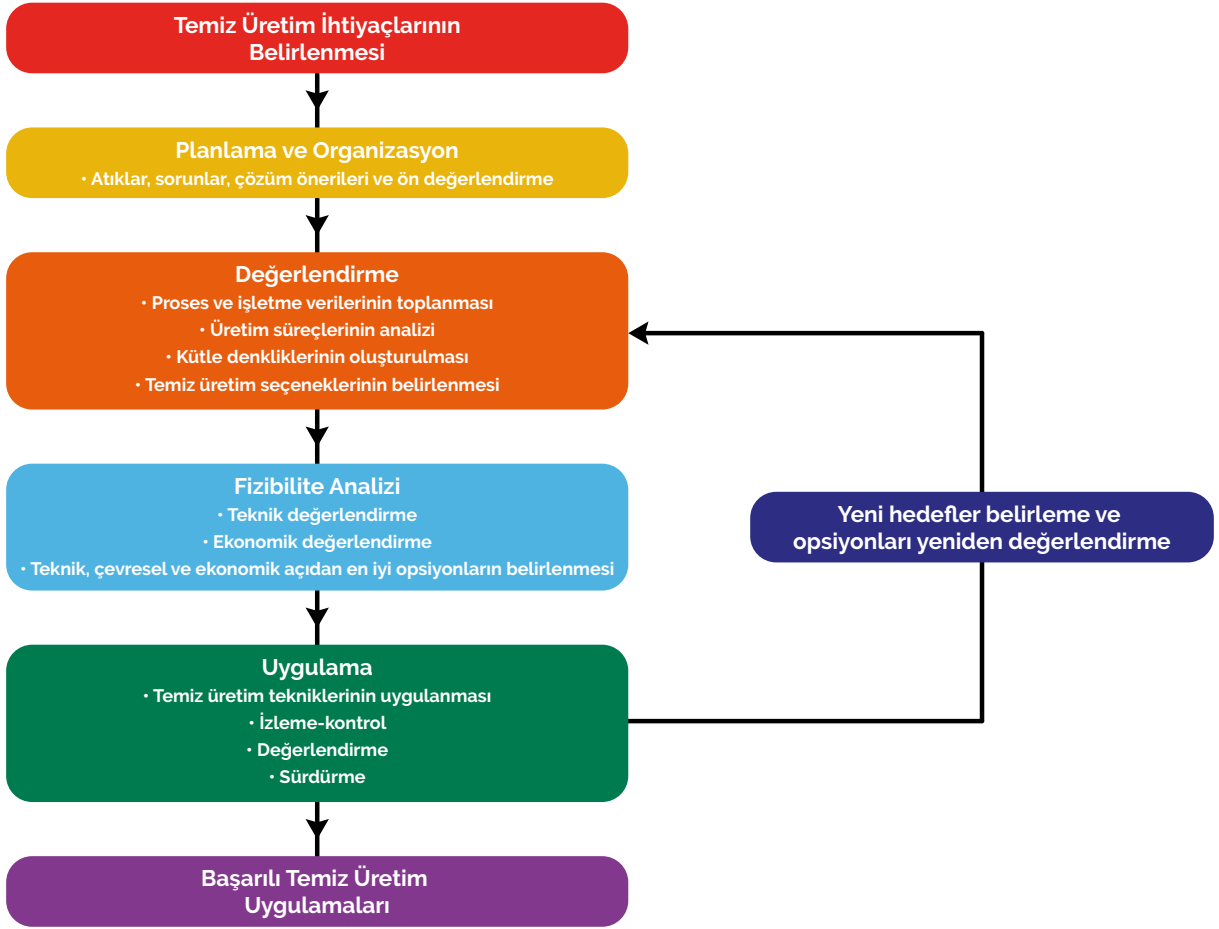
- Alt sektörde farklı üretim proseslerinin kullanılması
- Üretim proseslerinde kullanılan makinelerde ve tesisatlardaki farklılıklar
- Hali hazırda çeşitli uygulamalarının varlığı (verimlilik, kaynak tasarrufu, çevresel önlemler vb.)
- Bölgesel faktörler (alıcı ortam bazlı deşarj limitleri, ham su kaynaklarının varlığı vb.)
- Yönetimsel faktörler (yönetimin taahhüdü, kalite yönetim ve çevre yönetim sistemi vb.)
- Ekonomik faktörler (temiz üretim için öz kaynak tahsisi veya bütçeden pay ayrılması vb.)
- Diğer faktörler (müşteri talepleri vb.).

Bu nedenle temiz üretim olanaklarının belirlenmesinde bu faktörler göz önünde bulundurularak tesis özelinde gerçekleştirilmektedir. Endüstriyel tesislerde en uygun temiz üretim olanaklarının belirlenmesi, uygulanması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için (i) planlama ve organizasyon, (ii) ön değerlendirme, (iii) değerlendirme, (iv) fizibilite, (v) uygulama ve sürdürme olmak üzere beş temel aşamadan oluşan sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 6.1) [68] [69] [70].

PLANLAMA VE ORGANİZASYON

Endüstrilerde temiz üretimin yapılandırılmasında en önemli aşamalardan birini planlama ve organizasyon oluşturmaktadır. Bu aşamada, teknik bilgiye sahip personellerin katılımları ile bir proje ekibi oluşturularak tesiste karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri ile temiz üretim hedefleri belirlenmektedir. Planlama ve organizasyon aşaması;

- Yönetim taahhüdü ve katılımının sağlanması,
- Sorunların ve çözüm önerilerinin belirlenmesi,
- Tesis çapında temiz üretim hedeflerinin belirlenmesi,
- Proje takımının organize edilmesini içermektedir.



Kaynak: [69] [68]

Şekil 6.1 Temiz Üretim Yaklaşımı Metodolojisi

ÖN DEĞERLENDİRME

Temiz üretim uygulamalarındaki ön değerlendirme aşamasında işletmede yerinde yürütülen çalışmalar ile proses akım şemaları oluşturulmakta, girdi-çıkıtı envanterlerinin oluşturulması ve denetim-kontrol noktalarının belirlenmesi gerçekleştirilir. Ayrıca, işletmenin mevcut üretim yapısı, temel ve yardımcı prosesler ile üretim maliyetleri hakkında teknik bilgiler toplanır. Ön değerlendirme kapsamında elde edilecek verilerin kapsamı diğer değerlendirme aşamalarının şekillenmesinde ve detaylandırılmasında etkili olmaktadır [69] [68].

DEĞERLENDİRME

Endüstriyel işletmelerde temiz üretimin yapılandırılmasında değerlendirme aşaması hayati öneme sahiptir. Değerlendirme aşamasında öncelikle prosesler bazında işletme verileri toplanmakta, proses girdileri-çıkıtları miktar ve nitelikleri yönünden belirlenmelidir. Bu aşamada temel ve yardımcı üretim prosesleri bazında kütle ve enerji denglikleri yapılmalıdır. Değerlendirme çalışmalarının en önemli noktasını yerinde yapılacak inceleme ve gözlemler oluşturmaktadır. Bu çalışmalar üretim proseslerinin karmaşık yapısının anlaşılır hale gelmesini kolaylaştırmakta, verimsizlik, etkisizlik ve eksikliklerin daha kolay teşhis edilmesini sağlamaktadır. Değerlendirme aşamasında gerekli teknik

bilgilerin alınmasında ve yorumlanmasında yetkili/uzman personellerden bilgi alınmasında yarar vardır.

Değerlendirme çalışmalarında tüm proseslerin girdileri ve çıktıları bağlamında tanımlanmaktadır. Bu kapsamda spesifik hesaplamalar (birim üretim başına) yapılmalı ve üretimi etkileyen faktörler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kapsamda daha gerçekçi ve verimli sonuçların elde edilebilmesi adına birkaç yıla ait veri setlerinin toplanmasına ihtiyaç vardır. Değerlendirme aşamasında; kaynak tüketimlerinin yoğun olduğu noktalar, atıklar/emisyon kaynakları, proseslerdeki verimsizlikler, etkisizlik ve yetersizlikler belirlenmektedir. Yine bu aşamada işletmenin üretim proseslerinde detaylı teknik ve çevresel performans değerlendirmeleri yapılmaktadır. İşletme yetkililerinin de katılımı ile temiz üretim teknik ve stratejileri ile alternatif seçenekler belirlenmektedir [6g] [68].

TEKNİK VE EKONOMİK FİZİBİLİTE

Fizibilite çalışmaları kapsamında değerlendirme aşamasında belirlenen temiz üretim teknik ve stratejileri; teknik uygulanabilirlik, çevresel faydalar ve ekonomik kazanımlar açısından değerlendirilmektedir. Böylelikle belirlenen temiz üretim teknikleri ve stratejileri için gerekli yatırım maliyetleri ile sağlanacak faydalar arasında bir denge oluşturulmaktadır. Bu kapsamda indikatör olarak her bir temiz üretim uygulaması için geri ödeme süresi hesaplanabilmektedir. Sonuçta işletmenin mali yapısı ve yatırım kabiliyetleri de göz önünde bulundurularak kısa vadede geri ödeme sağlayan temiz üretim tekniklerine öncelik verilebilir. Çünkü teknik ve çevresel faydalar ile maliyetler arasında bir denge kurulması temiz üretim yaklaşımının temel hedeflerinden birini oluşturmaktadır. Fizibilite aşamasında belirlenen temiz üretim olanakları için aşağıdaki parametrelerin analiz edilmesi yararlı olacaktır. Bunlar;

- Teknik açıdan uygulanabilirlik
- Ekonomiklik
- Sağlanacak çevresel faydalar
- Sağlanacak tasarruflar
- Yan etkileşimler
- Teknolojiye erişim olanaklarıdır [6g] [68].

UYGULAMA VE SÜRDÜRME

Uygulama ve sürdürme aşamasının temelini belirlenen temiz üretim tekniklerinin uygun görülen üretim proseslerinde uygulanması ve izleme-kontrol teknikleri ile performans değişimlerinin izlenmesi oluşturmaktadır. Temiz üretim tekniklerinin uygulanması sonrasında beklenen faydaların sağlanamaması gibi bir durumda değerlendirme aşamasına geri dönülmesi ve gözden geçirilmesi gerekmektedir. Temiz üretimin sürdürülmesi ancak yönetimin taahhüdü ve çalışanların motivasyonu ile sağlanabilmektedir [6g] [68].

6.4 ÜLKEMİZDE TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN BİTİRİLMESİ SEKTÖRÜNE YÖNELİK TEMİZ ÜRETİM OLANAKLARI

Tekstil endüstrisi genel yapısı itibarıyla imalat sanayi içerisinde yoğun emek ve kaynak kullanımına sahip sektörlerden biridir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe de su, enerji ve kimyasal kullanımları yoğun olmaktadır. Dolayısıyla atıksular ve atıksuların taşıdıkları kimyasal yükler sektörden kaynaklanan başlıca çevresel etkileri oluşturmaktadır. Ancak tekstil üretiminde yeni gelişen teknikler ve teknolojilere paralel olarak çeşitli temiz üretim olanaklarının değerlendirilmesi hem kaynak kullanımları hem de sektörden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayabilmektedir. Ülkemizde tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe faaliyet gösteren tesislerde de çeşitli temiz üretim olanaklarının değerlendirilmesiyle kaynak kullanımının azaltılması ve çevresel performansların artırılması sağlanabilir. Bunun yanı sıra üretim kapasitesinin ve kalitesinin artırılması, üretim reflekslerinin geliştirilmesi ya da iyileştirilmesi, üretim maliyetlerinin azaltılması, rekabet gücünün artırılması, ulusal ve uluslararası düzenlemeler ve standartlara en üst seviyede uyum sağlanması, çevre ve insan sağlığının korunması, sürdürülebilir üretim anlayışının yapılandırılmasına katkı sağlanması gibi daha birçok avantaj da elde edilebilir.

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörüne yönelik temiz üretim olanaklarını genel önlemler ve proses bazlı önlemler olarak sınıflandırmak mümkündür. Genel önlemler daha çok iyi yönetim uygulamaları, tesis için entegre kaynak yönetimi ve çevre yönetimine ilişkin temiz üretim tekniklerini içermektedir. Proses bazlı temiz üretim olanakları ise üretim prosesleri ve makineler özelindeki teknik ve teknolojileri içermektedir. Ülkemizde tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe kaynak kullanımının azaltılması ve çevresel performansların artırılmasına yönelik değerlendirilmesi gereken temiz üretim olanakları Tablo 6.3 ve Tablo 6.4 ve detaylı olarak sunulmuştur. TSEKÖKT [67] ve Tekstil Sanayi MET kılavuzu [14], EC IPPC Tekstil BREF dokümanı [2], EC IPPC Bürosu tarafından hazırlanmış diğer sektör BREF dokümanları ve saha gözlemlerinden [1] yararlanılarak hazırlanmıştır.

6.4.1 SU

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi sektöründe üretim proseslerinin en önemli bileşenlerinden birini proses suyu oluşturmaktadır. Üretim proseslerinde ve diğer yardımcı ünitelerde (buhar kazanı vb.) su tüketiminin azaltılmasına yönelik temiz üretim olanaklarının belirlenmesinde spesifik su tüketiminin prosesler bazında izlenmesi oldukça önemli olmaktadır. Ayrıca uygun bazı işlem adımlarının (ağarma ve haşıl sökme) tek proseste birleştirilmesi de su tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca süreç optimizasyonu uygulamaları ile gereksiz proses adımlarının (özellikle yıkama ve durulma gibi) azaltılması da yine su tasarrufuna yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan sürekli yıkama makinelerinde akıllı yıkama tekniklerinin kullanılması, son yıkama banyosunun ilk yıkamada yeniden kullanılması ve taşar yıkamalardan kaçınılması gibi tekniklerle önemli su tasarrufu sağlanabilmektedir. Ayrıca üretim proseslerinde oluşan atıksular karakterize edildiğinde birçok proseste atıksuların arıtmadan ya da arıtdıktan sonra yeniden kullanımı mümkün olabilmektedir (merserizasyon banyosunun haşıl sökmede tekrar kullanılması gibi). Bu sayede sadece su tasarrufu değil aynı zamanda kimyasal ve enerji tasarrufları da sağlanabilmektedir. Diğer taraftan bazı yıkama veya durulama banyoları tesis ve ekipman temizliğinde yeniden kullanılabilir. Su yumuşatma sistemlerinde katyonik iyon değiştirici

reçinelerin rejenerasyon sürelerinin optimize edilmesiyle önemli su tasarrufu sağlanabilmektedir. Fikse kazanları ve buhar hatlarında geri dönen kondens sularının kaybedilmeden buhar kazanlarında tekrar kullanılması su ve enerji tasarrufu sağlanmasına katkı sağlamaktadır. Bahçe sulama ve diğer alanların temizliğinde yağmur sularının değerlendirilmesi de yeraltı su kaynaklarının korunmasında ve su tüketiminin azaltılmasında etkili olabilmektedir. Unutulmamalıdır ki, tekstil sektörü üretim proseslerinde su tüketiminin azaltılmasına yönelik uygulanan tedbirler sadece su tüketiminin azaltılması değil, enerji (elektrik, doğalgaz ve buhar) ve kimyasal tüketiminin de azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir. Ayrıca üretim proseslerinde su kalitesi gereksinimlerinin de belirlenmesi su yeniden kullanım opsiyonlarının değerlendirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Uygun şekilde analiz edilmiş ve geri kazanılmış sular birçok proseste ürün kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etki göstermeden yeniden kullanılabilir. Su tasarrufuna yönelik uygulamalar ile atıksu miktarları ve taşıdıkları kimyasal kirlilik yüklerinde önemli azalmalar sağlanabilmektedir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe su tüketiminin azaltılmasına yönelik bazı uygulama örneklerine Bölüm 6.7'de yer verilmiştir.



ÖRNEK UYGULAMA

Ağırlıklı olarak PAC, yün halı ve el örgü ipi üretimi, terbiye, boyama ve baskısı yapan bir tekstil işletmesinde temiz üretim uygulamaları ile sağlanacak su tasarruf potansiyelleri

- Atık boya banyosunun tekrar kullanımı ile %7-8,
- Yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının yeniden kullanımı ile %16-41,
- Temizlik işleri ve iyon değiştirici optimizasyonu için yıkama / durulama atıksuyunun yeniden kullanımı uygulamaları ile %6-8 oranında su tasarrufu potansiyeli tespit edilmiştir [81]

6.4.2 ENERJİ

İmalat sanayinin birçok alt sektöründe olduğu gibi tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe de enerji (elektrik ve ısı enerjisi) tüketimi yoğun olmaktadır. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi sektöründe ısı enerjisi tüketimi daha çok banyoların ısıtılmasında ve kurutma proseslerinde kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi ise neredeyse tüm üretim proseslerinde istinasız kullanılmaktadır. Üretim proseslerinde enerji tüketiminin azaltılmasında da ilk başta düşünülmesi gereken tekniklerden biri prosesler bazında enerji denkliliklerine dayalı veri tutulması ve/veya enerji izleme-kontrol sistemleri kullanılmasıdır. Elektrik enerjisinin azaltılmasında yüksek elektrik enerjisi ihtiyacı olan proseslerde yüksek verimlilik sınıfı elektrik motorlarının kullanılması ve değişken hız sürücülerinin kullanılması enerji tüketiminin azaltılmasında etkili olabilmektedir. Tesis içi aydınlatmada ise aydınlatma gereksinimlerinin belirlenerek yüksek aydınlık istenen alanlarda bölgesel aydınlatmanın yapılması ve aydınlatma ihtiyacının düşük olduğu alanlarda ise ışık yayan Diyot (Light Emitting Diode-LED) aydınlatma sistemleri ya da gün ışığından mümkün olduğunca fazla yararlanılması da enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Kompresör sistemleri de yüksek enerji tüketimine neden olabilmektedir. Bu nedenle kompresör sistemlerinin uygun şekilde kuzey cepheye konumlandırılması ve kompresör izleme sistemlerinin kullanılması elektrik tasarrufu sağlamada etkili olabilmektedir. Isıl enerji tüketiminin azaltılmasında

ise makineler, ekipmanlar, kazanlar ve buhar hatlarının tam izolasyonu enerji kayıplarının azaltılmasında etkili bir uygulama olmaktadır. Diğer taraftan buhar kazanlarında baca gazı atık ısının kazan besli suyu ve giriş havasının ön ısıtılmasında kullanılması yakıt tüketiminin azaltılmasını sağlamaktadır. Kurutucularda (ramözlerde) süreç optimizasyonu ve sıcak atıksu akımlarından ısı geri kazanımı uygulamaları da ısı enerjisi tasarrufu sağlamaktadır. Enerji tüketiminde bir diğer önemli temiz üretim uygulaması ise üretim proseslerinde banyoların yeterli ekipman ve donanım kullanılarak yeteri kadar ısıtılmasının sağlanmasıdır. Isıl enerji tüketimlerinin azaltılması yakıt tasarrufu ve hava emisyonlarının da azaltılması anlamına gelmektedir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik bazı uygulama örneklerine Bölüm 6.7’te yer verilmiştir.



ÖRNEK UYGULAMA

Ağırlıklı olarak akrilik-yün halı-el örgü ipliği üretimi ve iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmesinde temiz üretim uygulamaları ile sağlanacak enerji tasarruf potansiyelleri

- Envanter raporlarının hazırlanması, prosesler bazında izleme ve kontrol, bakım-onarım ve temizlik faaliyetleri ile ısı enerjide %3-6,
- Proses suyu tüketiminin izlenmesi ve kontrolü ve proses suyu geri kazanımı ve tekrar kullanımı ile %3-13,
- İzolasyon uygulamaları, enerji tüketimi optimizasyon uygulamaları ve alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ile %3-12 oranında ısı enerjisi tasarrufu potansiyeli tespit edilmiştir [15]

6.4.3 KİMYASAL

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe tekstil materyallerine oldukça çeşitli ve çok sayıda kimyasal uygulama yapılmaktadır. Bu nedenle sektörde üretim proseslerinin diğer bir önemli bileşeni ve maliyet kalemini kullanan kimyasallar oluşturmaktadır. Tekstil üretim proseslerinde kimyasal tüketiminin azaltılmasında reçetelerin optimize edilmesi, laboratuvar ve boyahane arasındaki koordinasyonun mümkün olduğunca iyileştirilmesi, otomatik kimyasal hazırlama mutfakları ve dozlama sistemlerinin kullanılması, kayıpların engellenmesi ve gereksiz kimyasal kullanımından kaçınılması etkili uygulamalar olmaktadır. Diğer taraftan kimyasal içeren banyoların tekrar kullanılması, uygun proseslerin birleştirilmesi ve kimyasal geri kazanımı (polivinilalkol (PVA) geri kazanımı, kostik geri kazanımı) uygulamaları kimyasal tüketimlerinin azaltılmasını sağlayabilmektedir. Tekstil işletmelerinde kullanılan tüm boyarmadde ve yardımcı kimyasalların Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarından (MSDS) yararlanılarak bir kimyasal envanter çalışması yapılması böylelikle çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değiştirilmesi de çevre ve doğal kaynakların korunmasına katkı sağlayabilmektedir. Tekstil üretim proseslerinde ürün ağırlığının %10-100 arasında değişen oranlarda kimyasal tüketilmekte ve bu kimyasalların %40-60’ı atıksu akımlarıyla uzaklaştırılmaktadır. Kimyasal tüketiminde sağlanacak tasarruflar atıksuların kimyasal yüklerinin de azaltılmasında etkili olmaktadır.

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe kimyasal tüketiminin azaltılmasına yönelik bazı uygulama örneklerine yer verilmiştir.

6.5 GENEL TEMİZ ÜRETİM OLANAKLARI

Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörüne yönelik temiz üretim genel önemleri, daha çok iyi yönetim uygulamaları, tesis için entegre kaynak yönetimi ve çevre yönetimine ilişkin temiz üretim tekniklerini içermektedir. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe kaynak kullanımlarının azaltılması ve çevresel performansların artırılmasına yönelik değerlendirilmesi gereken genel temiz üretim olanakları Tablo 6.3'te detaylı olarak sunulmuştur. Bu tablolarda yer alan bilgiler, TSEKÖKT [67] ve Tekstil Sanayi MET kılavuzu [14], EC IPPC Tekstil BREF dokümanı [2], EC IPPC Bürosu tarafından hazırlanmış diğer sektör BREF dokümanları ve saha gözlemlerinden [1] yararlanılarak hazırlanmıştır.

LEJANT



Yönetimsel/İşletimsel



Kaza Yönetimi



Hammadde



Su Tüketimi



Enerji Tüketimi



Kimyasal



Atıksu Miktarı



Atıksu Kirlilik Yükü



Sera Gazı


































Hava Emisyonu/ Koku









Katı Atık

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Genel Önlemler ve Yönetimsel Uygulamaların Değerlendirilmesi	İşletmede kaynak verimliliği, çevresel performansların artırılması ve temiz üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması için kalite ve çevre yönetim sistemlerinin yapılandırılması, dokümanite edilmesi ve etkin şekilde kullanımının sağlanması	
	İşletmede mevcut bakım-onarım programlarının planlandığı şekilde yapılması ve bu programlara önleyici nitelikteki uygulamaların da dahil edilerek kayıp-kaçak, zaman kayıpları, kapasite kayıpları, hammadde ve kaynak kayıplarının engellenmesi dolayısıyla üretim ve çevresel performansların geliştirilmesi	
	İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansların, verimliliğin iyileştirilmesi ve izlenmesi için üretim girdileri ve çıktılarının miktar ve nitelikleri yönünde izlenmesi ve rutin olarak raporlanması	
	İşletme bazında kaynak kullanımı, çevresel performansların, verimliliğin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, temiz üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve işletme reflekslerinin geliştirilmesi amacıyla prosesler bazında tüm girdilerin ve çıktılarının miktar ve nitelikleri yönünden izlenmesi	
	İşletmede personelin çevre, kaynak verimliliği-temiz üretim konularında bilinçlendirilmesi için eğitimler verilmesi, bununla birlikte operatörlere alanıyla ilgili teknik eğitimlerin verilmesi	
	İşletmede makine, cihaz ve ekipmanların seçiminde kaynak verimliliği sağlayan makine seçiminin göz önünde bulundurulması	
	İşletmede tekstil sektöründeki gelişmeler ve yüksek verimliliğe sahip ve çevre dostu yeni teknolojilerin takip edilmesinin sağlanmasıyla hem üretim ve kaynak verimliliği hem de çevresel performansların geliştirilmesi için fırsatların oluşturulması sağlanabilir (fuurlar, kongre-sempozyum, çalıştay vb. aktivitelere katılım)	
	İşletmede kaynakların verimli kullanımı ve kirliliğin kaynakta önlenmesine dair sürekli iyileştirmeyi esas alan teknik ve yönetimsel stratejilerin bulunduğu planların hazırlanması ve buna yönelik prosedürlerin oluşturulması	
	İşletmede yönetimin belirleyeceği periyotlarda temiz üretim ve kaynak verimliliğine ilişkin etüt ve analiz çalışmalarının yapılarak belirlenen iyileştirmelerin hayata geçirilmesi için gerekli prosedürlerin hazırlanması ve planlanması	
	İşletmede kaynak kullanımları ve çevresel performansların artırılabilmesi için iyileştirme alanlarının belirlenebilmesi ve işletmenin üretim reflekslerinin geliştirilmesi amacıyla proses bazlı izleme sistemlerinin kullanılması ve/veya periyodik olarak temiz üretim-verimlilik etüt çalışmalarının yapılması	

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Hammadde ve Kimyasal Seçimi, Kullanımı ve Yönetimi	Hammadde seçiminde daha az kaynak kullanımına ve çevresel atığa/emisyona neden olanların tercih edilmesine dikkat edilmesi (ya da daha az işlem adımı-proses gerektiren)	
	İşletmede herhangi bir kalite yönetim sistemi bulunmuyor olsa bile belirli periyotlarda tedarikçi denetimi yapılmasına olanak sağlayan prosedürlerin geliştirilmesi ve etkin şekilde uygulanması	
	Ham Maddelerin depolanması ve saklanması kaza risklerinin önlenmesini/azaltılmasını, sızıntıların-kaçakların ve dökülmelerin önlenmesini, bozunabilirliğin önlenmesini sağlayan uygun depolama ve saklama koşulları sağlanarak hammadde kayıpları önenebilir.	
	Üretim proseslerinde hammadde kayıplarının izlenmesi ve hammadde kayıplarına karşı önlemler alınması	
	İşletmede kullanılan tüm kimyasalların MSDS'lerinin bulundurulması ve kimyasal envanter çalışmasının yapılması	
	Kimyasalların depolanmasının, saklanmasının ve uygulanmasının MSDS'lerde belirtilen koşullara göre yapılması	
	Hammadde ve kimyasalların seçiminde kaynak verimliliğini artıracak ve çevre dostu kimyasalların seçilmesine yönelik prosedürlerin geliştirilmesi ve uygulanması	
	Kimyasalların hazırlanması ve dozlanmasında otomasyona dayalı sistemler kullanılmasıyla kayıpların önlenmesi ve kimyasal tasarrufu sağlanması	
	Kimyasal tüketimin azaltılmasına yönelik reçete optimizasyonu, proses parametrelerinin optimizasyonu, kimyasal değişimi vb. önleyici ve azaltıcı tekniklerin uygulanması	
	Kimyasalların seçiminde mikrokirleticilerin kontrolünü de içeren kimyasal envanter ve kimyasal değişimi çalışmalarının yapılması ve gerekli kimyasal satın alma prosedürlerinin hazırlanmasıyla, kimyasal tüketiminin azaltılması ve çevresel performansların iyileştirilmesi	
	Kimyasalların seçiminde ve kullanımında çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin de göz önünde bulundurulduğu prosedürlerin hazırlanması ve uygulanması	
Kimyasal kullanımının şart olmadığı durumlarda kimyasal kullanımdan kaçınılmasıyla, kimyasal tüketimin azaltılması		

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Su Tüketimi ve Yönetimi	İşletmede su kayıplarının-kaçaklarının önlenmesine yönelik uygulamalar ile su kayıplarının önlenmesi	
	Sıcak ve soğuk su kullanılan proseslerde sıcaklık kontrolü yapan otomasyon sistemi veya sıcaklık sensörü kullanımıyla su ve enerji tasarrufu sağlanması	 
	İşletmede su tüketiminin prosesler bazında izlenmesiyle suyun verimli kullanımı ve su tüketiminin azaltılmasının sağlanması	 
	İşletmede kullanılan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılmasıyla su tüketiminin azaltılması	 
	Suyun verimli kullanımını sağlayacak uygulamaların gerçekleştirilmesiyle su tasarrufu sağlanması	 
	İşletmede proses ve kompozit atıksuların analiz edilmesi, su geri kazanımı ve yeniden kullanımına yönelik uygulamaların yapılmasıyla su tasarrufu sağlanması ve atıksu miktarlarının azaltılması	 
	Tesis ve ekipman temizliğinde su verimliliği sağlayacak elemanlar kullanarak (su püskürtme başlıkları, sprey püskürtücüler vb.) yıkama verimliliğinin artırılması dolayısıyla su tasarrufu ve atıksu miktarlarının azaltılmasının sağlanması	 
Enerji Tüketimi ve Yönetimi	İşletmede prosesler bazında enerji tüketiminin izlenmesiyle enerji tasarrufu sağlanması ve üretim reflekslerinin geliştirilmesi	
	İşletmede enerji kayıplarının izlenmesi, optimize edilmesi ve önleyici uygulamalar (izolasyon vb.) yapılarak enerji tasarrufu sağlanması	
	Enerji temininde alternatif enerji kaynakları kullanılarak enerji kullanımının optimize edilmesi ve maliyetlerinin azaltılması	
Katı Atık Yönetimi	Temel ve yardımcı proseslerde üretim aşamasında oluşan tehlikeli, tehlikesiz veya geri kazanılabilir nitelikteki atıkların izlenmesi/kaynakta ayrı toplanmasıyla atıkların geri kazanımı veya geri dönüşümünün sağlanması	
	İşletmede oluşan katı atıkların sınıflandırılarak uygun şekilde bertaraf edilmesi ya da uzaklaştırılmasıyla oluşabilecek çevresel etkilerin ortadan kaldırılması	
Atıksu Yönetimi	Atıksu karakterizasyonunun rutin olarak yapılması ve izlenmesiyle su geri kazanımı opsiyonlarının değerlendirilmesi ve kimyasal tüketiminin azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması konusunda reflekslerin geliştirilmesi	   
	İşletmede proses atıksularının veya boru-sonu kompozit atıksuların arıtılarak/arıtılmadan farklı proseslerde yeniden kullanımı olanaklarının değerlendirilmesiyle su tüketiminin ve atıksu miktarlarının azaltılması	  
	İşletmede proses atıksularının ya da boru sonu kompozit atıksuların arıtılıp/arıtılmadan aynı proseste yeniden kullanımıyla su tüketimi ve atıksu miktarlarının azaltılması	  
	Atıksu kaynaklarında atıksu miktarlarının ve kirlilik yüklerinin kaynağında azaltılmasına yönelik uygulamalar veya prosedürlerin geliştirilmesi ve etkin şekilde uygulanmasıyla atıksu miktarlarının azaltılması	  

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Emisyon Yönetimi	Yakıt seçiminde daha az hava emisyonu oluşturacak ve yüksek kalorifik değere sahip olan yakıtların tercih edilmesi bu sayede ısı enerjisi tüketimi ve hava emisyonlarının azaltılması	  
	Hava emisyonlarının kaynaklarının bilinmesi, kaynakta azaltılmasına yönelik uygulamalar yapılması ya da prosedürlerin geliştirilmesi	  














Tablo 6.3. Genel Kontrol Listesi

6.6 PROSES BAZLI TEMİZ ÜRETİM OLANAKLARI VE KONTROL LİSTELERİ





Tekstil ürünlerinin bitirilmesi sürecinin çeşitli aşamalarında temiz üretim olanakları bulunmaktadır. Bu aşamalar aşağıdaki gibi 3 üretim basamağında incelenebilir [2] [17] [14]:
















































1. Ön Terbiye prosesleri (Ön terbiye, haşıl sökme, ağartma, merserizasyon)
2. Boyama-baskı (boyama, kesikli boyama, sürekli boyama, polyester ve polyester karışımlarının dispers boyalarla boyanması, kükürtlü boyalarla boyama, reaktif boyalarla kesikli boyama, yünümlerin boyanması, baskı boyama, reaktif baskılar, pigment baskılar)
3. Apre (son terbiye) (Son işlemler, kolay bakım, güve yemezlik işlemleri)


















































Bu tablolarda yer alan bilgiler, TSEKÖKT [67] ve Tekstil Sanayi MET kılavuzu [14], EC BREF [2], EC IPPC Bürosu tarafından hazırlanmış diğer sektör BREF dokümanları ve saha gözlemlerinden [1] yararlanılarak hazırlanmıştır.












































Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Genel Önlem ve Uygulamalar	Kimyasalların dozlanmasında otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kullanımı	
	Kimyasal kullanımının şart olduğu kısımlarda en az risk taşıyan kimyasalların kullanımı	
	Yüzey aktif madde kullanımında; alkilfenol etoksilatlar ve diğer tehlikeli maddeler yerine, biyolojik olarak kolay ayrışabilen yüzey aktif maddelerin kullanımı	
	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde yumuşak su kullanımı ile kompleks oluşturucu madde kullanımının azaltılması	
	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılması için kuru prosesler uygulanması	
	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde asidik deminerilizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi	
	Ön terbiye (ağartma) işlemlerinde hidrojen peroksitin optimum şartlar altında uygulanması	
	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturucu maddelerin kullanılması	
	Boyama proseslerinde air-jetlerin (hava jetleri veya hava üfleli sistem) kullanımı ile köpük önleyici madde kullanımının azaltılması	
	Köpük önleyici madde kullanımında banyo içeriğinin tekrar kullanımı	
	Köpük önleyici madde kullanımında biyolojik olarak kolay ayrışabilir ve mineral yağ içermeyen köpük önleyici maddelerin kullanımı	
	Soğutma sularının ayrı toplanması ve yeniden kullanımı	
	Hammadde olarak kullanılan elyafın daha az çevresel etkiye sahip olanının tercih edilmesi	




























































ÜRETİM PROSESLERİNDE KAYNAK VERİMLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ


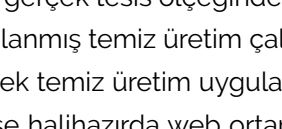
Su ile Yün Yıkama	Alkilfenol etoksilat içeren yüzey aktif maddeler yerine alkol etoksilat veya diğer biyolojik olarak ayrışabilir yüzey aktif madde kullanımı	
	Yüksek kapasiteli kir uzaklaştırma/yağ geri kazanımı devrelerinin kullanılması	
	Yapak yıkama atıksularından, kir-yağ geri kazanımı ve ısı geri kazanımı ile enerji tüketiminin azaltılması	
	Organik çözücü ile yün yıkama işleminden kaynaklı atıksular için sızıntı ve kaçak önlemlerinin alınması	

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Terbiye ve Ön Terbiye	Organik çözücü ile yün yıkama işleminden kaynaklı atıksular için sızıntı ve kaçak önlemlerinin alınması	 
	Madeni yağ esaslı kayganlaştırıcılar yerine, biyolojik olarak ayrışabilir nitelikli ve su bazlı kayganlaştırıcıların kullanımı	
	Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemlerinin kullanılması	  
	Organik çözücüler ile suda çözünmeyen yağların giderimi	
	Kalıcı kirleticilerin uygulanan işlem sırasında (örneğin, ileri oksidasyon prosesleriyle) giderilmesi	
Haşıl Sökme Prosesleri	Az girdili teknik kullanımı, verimli yıkama sistemleri ile üretilmiş ve biyolojik ayrışabilirliği yüksek maddelerle haşılanmış hammaddelerin seçilmesi	 
	Hammadde kaynağının kontrol edilemediği durumlarda, oksidasyonla haşıl sökme işleminin uygulanması	 
	Haşıl sökme/yıkama ve ağartmanın tek bir adımda uygulanmasıyla kaynak kullanımları ve çevresel performansların iyileştirilmesi	      
	Haşıl maddelerin uygun yöntemlerle geri kazanılması ve yeniden kullanılması	   
Ağartma	Hidrojen peroksit kullanımını en aza indirecek veya biyolojik olarak ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturu maddelerin kullanılmasıyla hidrojen peroksit ağartması uygulanması	 
	Tek başına hidrojen peroksit ile ağartılmayan keten ve sak elyafın ağartılmasında sodyum klorit kullanımı. İki adımlı hidrojen peroksit-klor dioksit ağartması uygulanması	 
	Sodyum hipoklorit kullanımının sadece yüksek beyazlığın istenildiği ya da kırılğan ve depolimerize olabilen kumaşlarla sınırlı tutulması	 
Merse-rizasyon Proses-leri	Merse-rizasyon durulama suyundaki alkalinin geri kazanımı ve yeniden kullanılması	   
	Alkali içeren suların diğer ön işlemlerde yeniden kullanımı	   
Boyama Proses	Elyafta yüksek oranda tutunabilen boyaların tercih edilmesi ve kullanımı	   
	Boyaların elyafa yüksek oranda tutunabilmesini sağlayacak yardımcı kimyasalların tercih edilmesi ve kullanılması	   
	Boyaların dozlanması ve dağıtılmasında boya sayısının azaltılması, otomatik dağıtım ve dozlama gibi uygulamaların yapılması	 

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Kesikli Boyama Prosesleri	Buhar kayıplarının azaltılması için otomatik kontrol mekanizmaları ve izolasyon sistemlerinin kullanılması	  
	İşlenecek lot büyüklüklerine uygun makinaların seçilmesi ve bunun için gerekli planlama ve prosedürlerin hazırlanması/uygulanması	    
	Yeni makine seçiminde düşük veya çok düşük flotte oranlı makinelerin tercih edilmesiyle, kaynak kullanımları ve çevresel performansların iyileştirilmesi	    
	İşlem flottesini ile yıkama flottesinin ayrılmasını sağlayacak makinelerin tercih edilmesi	  
	Flottenin maldan işlem sırasında ayrılmasını sağlayan makinelerin tercih edilmesi	  
	Taşar yıkama sistemleri yerine, doldur boşalt sistemlerinin uygulanması ve mümkün olduğunca taşar yıkamalardan kaçınılması	  
	Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi	  
	Boya banyosunun tekrar kullanımının değerlendirilmesi (kimyasal eksiklikleri tamamlandıktan sonra yeniden kullanım)	    
Sürekli Boyama İşlemleri	Kontinü boyamalarda az girdili proseslerin kullanılması ve emdirme ile boyama teknikleri kullanıldığında, emdirme teknesinin hacminin en aza indirilmesi	  
	Kimyasalların ayrı hatlarla bilgisayar yazılımı kontrolü (on-line) ile dağıtıldığı ve uygulamadan hemen önce karıştırıldığı dağıtım sistemlerinin kullanılması	  
	Emdirme flottesinin dozlanmasında gelişmiş sistemlerin kullanılması	 
	Ters akımlı yıkama (akıllı yıkama) tekniklerinin kullanımı	  
	Elyafta kalan kirli suyun, bir sonraki yıkama adımı öncesinde elyaftan sıkma silindirleri ve benzeri ekipman kullanılarak alınması	  
Polyester ve Polye-ster Karışımlarının Dispers Boyalarla Boyanması	Tehlikeli taşıyıcıların (kimyasalların) kullanımından kaçınılması veya çevre dostu ikamelerinin kullanılması	 
	Sodyum ditiyonit yerine sülfünik asit türevleri esaslı indirgen maddelerin seçilmesi	
	İndirgenme yerine, alkali ortamda hidrolitik solubilizasyon ile temizlenebilen dispers boyaların kullanımı	
	Biyolojik ayrışabilirliği yüksek, dispersatörler içeren optimize edilmiş boya formülasyonlarının kullanımı	

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Kükürtlü Boyalarla Boyama	Konvansiyonel toz ve sıvı kükürtlü boyalar yerine, kükürt içeriği %1'den düşük ön-indirgenmiş sıvı boya formülasyonları veya stabilize edilmiş ön-indirgenmemiş kükürt içermeyen boyarmaddelerin kullanımı	
	Sodyum sülfür yerine, öncelikle kükürt içermeyen indirgen maddelerin veya sodyum ditiyonit kullanımı	
	Sadece boyarmaddenin indirgenmesi için gerektiği düzeyde indirgen maddenin kullanılmasını sağlayacak önlemlerin alınması	 
	Çevresel faktörler ve üretim verimi göz önünde bulundurulduğunda, oksidan olarak hidrojen peroksitin tercih edilmesi	 
Reaktif Boyalarla Kesikli Boyama	Elyafa yüksek oranda tutunabilen ve düşük tuz gerektiren reaktif boyaların kullanımı	 
	Boyama sonrasındaki durulama ve nötralizasyon adımlarında, sıcak durulama uygulayarak ve enerjiyi geri kazanarak, yüzey aktif madde ve kompleks oluşturuıcı maddelerin kullanımından kaçınılması	    
	Reaktif boyalarla pad-batch (soğuk bekletme) yöntemine göre boyama için üre kullanımından kaçınılması ve silikat içermeyen fiksaj yöntemlerinin uygulanması	
Yünülerin Boyanm	Krom içeren boyalar yerine reaktif boyaların kullanılması. Bunun mümkün olmadığı durumlarda çok düşük krom içeren boyaların kullanımı	
	Metal kompleks boyalarla, boyamada ağır metallerin atıksuya karışmasının engellenmesi veya minimize edilmesi	
	Asit ve bazik boyalarla gerçekleştirilen boyamalarda pH kontrol metotları uygulanması	 
Baskı Boyama	Rotasyon baskıda, baskı patı kayıplarının azaltılması	 
	Temizleme işlemlerinde su tüketimini azaltmaya yönelik uygulamalar yapılması	 
	Düz kumaşların kısa metrajlı (100 metreden daha az) üretimleri için dijital baskı makinelerinin kullanılması	       
	Halı ve hacimli kumaşların baskısı için dijital baskı makinelerinin kullanımı	       
	Baskı boyama bandı temizliğinden gelen yıkama sularının geri kazanımı	  
Reaktif Baskılar	Reaktif baskı proseslerinde üre kullanımından kaçınılması	 

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Pigment Baskılar	Düşük uçucu organik karbon emisyonlu (emisyon değeri < 0,4 g Org.-C/kg tekstil) bileşenlerin kullanılması	 
	Alkil fenol etoksilat (APEO) içermeyen ve yüksek biyolojik ayrışabilirliğe sahip bileşenlerin kullanılması	
	Azaltılmış amonyak içeriğine sahip (emisyon değeri: 0,6 g NH3/kg tekstil) bileşenlerin kullanılması	
Son İşlemler	Köpük, püskürtme gibi uygulama teknikleri ile atıksu oluşumunun en aza indirilmesi	  
	Yalıtım, enerji geri kazanımı, mekanik ön kurutma cihazları kullanımı gibi yöntemlerle ramözlerdeki enerji tüketiminin minimize edilmesi	  
	Düşük hava emisyonlu optimize edilmiş reçetelerin kullanımı	  
Kolay Bakım İşlemleri	Halı üretiminde formaldehit içermeyen çapraz-bağ oluşturucu maddelerin kullanımından kaçınılması ve bunun mümkün olmadığı durumlarda daha düşük oranda formaldehit içeren (formülasyonunda <%0,1 formaldehit içeren) çapraz bağ oluşturucuların kullanımı	  
Güve-yemezlik İşlemleri	Uygun malzeme hazırlama prosedürlerinin adapte edilip uygulanması	      
	Malzeme hazırlama ve uygulama prosedürleri geliştirerek, kullanılan kimyasalın % 98 verimle elyafa geçmesinin sağlanması	 
	İşlem sonunda pH<4,5 olmasının sağlanması ve bu mümkün değilse, haşerelere karşı kullanılan kimyasalın ayrı bir adımda uygulanması ve flottenin tekrar kullanılması	   
	Taşma sonucu dökülmelerin engellenmesi için gerekli önlemlerin alınması	    
	Boyama işleminde, haşerelere karşı koruyucu maddenin lifler tarafından alımını geciktirmeyen ve engellemeyen boyama yardımcı maddelerinin tercih edilmesi	  
Yumuşatma İşlemleri	Yumuşatıcıların kesikli boyama makinelerinde uygulanması yerine, fulardlarda (teknelerde) veya püskürtme sistemleriyle uygulanması	   
Yıkama İşlemleri	Taşar yıkama/durulama yerine, doldur-boşalt yıkama veya akıllı durulama tekniklerinin uygulanması	   
	Sürekli işlemlerde su ve enerji tüketiminin, yüksek verimli yıkama makineleri ve enerji geri kazanım ekipmanlıları ile azaltılması	      
	Halojenli organik çözücülerin kullanımından kaçınılamadığı durumlarda, tamamen kapalı devre ekipmanların kullanılması	   
	Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı yeniden kullanımı	  

Kategori	Önlem	İyileştirme Alanı
Boyama Atıksuları	Atık boyama banyosu suyunun arıtılmaksızın aynı proseste yeniden kullanımı	
	Atık boyama banyolarının çeşitli yöntemlerle arıtıldıktan sonra tekrar kullanımı	
	Son yıkama tankı atıksularının boyamada arıtılmadan yeniden kullanımı	
Terbiye Atıksuları	Membran filtrasyon ve evaporasyon gibi teknikler terbiye atıksularından kostik geri kazanımı	
	Terbiye atıksularının diğer proseslerde yeniden kullanımı (ör; alkali karakterdeki mersevizasyon yıkama sularının kasar veya haşıl sökme işlemlerinde geri kullanımı)	
	Terbiye atıksularına, sülfürük/sitrik asit yerine alternatif yollar ile nötralizasyon işlemi uygulanması	
Haşıl Sökme Atıksuları	Haşıl sökme atıksularının oksidasyon prosesleri ile geri kazanımı	
	Haşıl sökme atıksularından haşıl geri kazanımı	

Tablo 6.4. Proses Bazlı Temiz Üretim Kontrol Listeleri

6.7 TÜRKİYE'DEN VE DÜNYADAN İYİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Aşağıdaki bölümde Türkiye'den ve dünyadan seçilen saha ölçekli iyi uygulama örnekleri sunulmaktadır. Bu örnekler seçilirken bu proje kapsamında ziyaret edilen üretim tesislerinin Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Mülga) Verimlilik Genel Müdürlüğü (Mülga) tarafından düzenlenen Verimlilik Proje Ödülleri kapsamında ödül alan temiz üretim projeleri, ülkemizde gerçek tesis ölçeğinde yürütülmüş lisans üstü çalışmalar ve ulusal ve uluslararası dergilerde yayınlanmış temiz üretim çalışmalarından yararlanılmıştır. Proje kapsamında ziyaret edilen tesislerin örnek temiz üretim uygulamalarının yayını için gerekli izinler alınmıştır. Diğer iyi uygulama örnekleri ise halihazırda web ortamında yayınlanmış olan çalışmalar arasından seçilmiştir.

Uygulama örnekleri için derlenen veriler; uygulamanın tanımı, başlıca çevresel faydaları, işletimsel veriler ve ekonomi başlıklarında sunulmuştur.

6.7.1 ÖRNEK UYGULAMA - 1

Tanım: Benzer banyo içeriğini kullanan ardışık proseslerde, bir önceki prosesin çıktısı bir sonraki prosesin girdisi olarak kullanılabilir. Bu durumda ardışık proseslerde kullanılmış banyo içeriğinin atıksu kanalına verilmeden bir sonraki proseste değerlendirilmesiyle su tasarrufu sağlanabilir. Bunun yanı sıra atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinde de değişen oranlarda azalmalar sağlanabilir. Dolayısıyla, bu uygulamadaki itici güç, pamuklu kumaş ön terbiyesinde uygun boya banyo içeriğinin

tekrar kullanılarak su tasarrufu sağlanmaktadır.

Bu uygulamada, nihai olarak su geri kazanımı için ard arda çalışan ve genel olarak aynı banyo çözeltilerinin kullanıldığı makineler arasında çıktı-girdi prensibi geliştirilerek, 2 banyo çözeltisi yerine tek çözeltinin iki defa kullanımında kaliteyi olumsuz etkileyecek herhangi bir durum tespit edilmemiştir.

Yine söz konusu makinelerde kullanılan soğutma silindirlerinin içerisinde sürekli devir daim yapan ve kirlenmediği halde atığa gönderilen suyun çok kıymetli olduğunu tespit edilmiştir. Bu noktada, gerekli tesisat düzeneği ile bu su geldiği noktaya (kazan dairesine), buhar kazancını da üstüne ekleyerek, iletilmiş ve kullanımda süreklilik sağlamıştır. Uygulamada merserize makinesinde yüksek NaOH içeren atık banyo, kasar makinesinde geri kullanılmaktadır.

Başlıca Çevresel Faydalar: 2 banyo çözeltisi yerine tek banyo çözeltisinin birden çok kez kullanılması ile su geri kazanımı sağlanmıştır. Ayrıca, soğutma suları da geri kazanılmıştır.

İşletimsel Veriler: Merserize-kasar makinesi çıktı-girdi sisteminden elde edilen kazanımlar Tablo 6.5'de verilmektedir. Bu uygulamanın diğer bir yan etkileşimi, soğutma silindirlerindeki suyun geri dönüştürülmesinden elde edilecek kazanç ise Tablo 6.6'da sunulmuştur.

BUHAR	Geri Kazanılan Buhar Miktarı (ton)	Geri Kazanılan Buhar (TL)
Aylık	244,8	13.407
Yıllık	2.937,6	160.089

Buhar fiyatı= 54,77 TL/ton

SU	Geri Kazanılan Su Miktarı (ton)	Elde Edilen Su Tasarrufu (TL)
Aylık	1.944	530
Yıllık	23.328	6.368

Yumuşak su fiyatı = 0,273 TL/ton

Tablo 6.5. Merserize-Kasar Makinesi Çıktı-Girdi Sisteminden Elde Edilen Kazanımlar

BUHAR	Aylık	Yıllık Ön Görülen
Tasarruf Ton	203,63	2.443,5
Tasarruf (TL)	11.152	133.830

Buhar fiyatı= 54,77 TL/ton

SU	Geri Kazanılan Su Miktarı (ton)	Su Tasarrufu (TL)
Aylık	13.745	3.752
Yıllık Ön Görülen	164.940	45.028

Yumuşak su fiyatı = 0,273 TL/ton

Tablo 6.6. Soğutma Silindirlerindeki Suyun Geri Dönüştürülmesinden Elde Edilen Kazanımlar

Ekonomi: Proje toplam kazanımı yaklaşık 345 bin TL'dir. Proje maliyeti, projede kullanılan tesisatın firma bünyesindeki atıl malzemelerinin değerlendirilmesiyle sıfır maliyetle yapılmıştır. Geri dönüş süresi 2 aydır.

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Türkiye - Kipaş Mensucat Entegre Tekstil İşletmesi Kahramanmaraş'da faaliyet gösteren ve yıllık 40 milyon metre üretim kapasitesine sahip bir firmadır⁵.

Referans Literatür: Proje kapsamında firma ziyareti

6.7.2 ÖRNEK UYGULAMA - 2

Tanım: Projede, boyarmadde ve yardımcı kimyasallarını içeren elyaf/bobin boyama atıksularının, arıtma yapılmadan tekrar değerlendirme olanaklarının araştırılması, renk gamına göre reçete tahminleme modelleri oluşturulması hedeflenmiştir.

Başlıca Çevresel Faydalar: Proje kapsamında pamuklu ipliklerin boyanmasında kullanılan boyarmaddeleri ve tuz, kostik, soda, iyon tutucu gibi yardımcı kimyasalları içeren flotte çözeltilerinin atığa gönderilmeden farklı tanklar içerisinde korunarak, bir sonraki boyama işlemlerinde bu flotte çözeltilerine gerekli ilavelerin yapılıp, aynı renk gamını içeren boyamalarda kullanılması sağlanmıştır. Yapılan çalışmalar kapsamında ise çevreye zarar veren atıksularının kullanım kısıtlaması olmadan geri dönüşü sağlanarak, hem doğayı kirletme oranları büyük ölçüde önlenmiş hem de boyarmadde ve yardımcı kimyasallarından tasarruf sağlanarak ülke ve dünya ekonomisine katkı sağlarken doğal dengeyi koruyucu önlemler alınmıştır.

İşletimsel Veriler: Projede geliştirilen sistem ile yapılan boyamalarda kullanılan tuzun %70'i, sodanın %20'si, iyon tutucunun %100'ü, suyun %91'i geri kazanılmıştır.

Ekonomi: Proje toplam maliyeti yaklaşık 260 bin TL'dir. 12 aylık proje sürecinde geliştirilmiş sistemin devreye alınmasıyla beraber tuz, soda, iyon tutucu ve su açısından kazanımlar sağlanmaya başlanmıştır.

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Türkiye - Kipaş Mensucat Entegre Tekstil İşletmesi Kahramanmaraş'da faaliyet gösteren Yıllık 40 milyon metre üretim kapasitesine sahiptir⁶.

Referans Literatür: Proje kapsamında firma ziyareti

6.7.3 ÖRNEK UYGULAMA - 3

Tanım: Söz konusu yeni sistemde denim indigo boyama makinasında, proses metodu değişikliğiyle ve aynı zamanda yeni bir kimyasal madde uygulanması ile, su sarfiyatını sıfır seviyelerine indirerek, atıksu oluşumunun tamamen engellenmesi amaçlanmıştır.

⁵ Bu Proje Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının düzenlediği Verimlilik Proje Ödülleri Yarışmasında (2015) Sürdürülebilir üretim kategorisinde Türkiye Üçüncülük ödülü kazanmıştır. Aynı zamanda geliştirilen sistem için faydalı model belgesi alınmıştır.

⁶ Bu proje, TÜBİTAK-TEYDEB 1501 Sanayi-Arge projeleri kapsamında desteklenmiştir (2015-2016).

Başlıca Çevresel Faydalar: Proje kapsamında gerçekleştirilen 7 aylık fizibilite sonuçları, birim metre bazında ve yıllık bazda analiz edilmiştir. Uygulama ile su, atıksu ve kimyasal miktarlarında değişen oranlarda tasarruflar sağlanabilmiştir. Ayrıca, projede kullanılan kimyasallar GOTS (Global Organic Textile Standard–Global Organik Tekstil Standardı) sertifikalı olup, kimyevilerin çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri minimize edilmiştir.

İşletimsel Veriler: Proje kapsamında birim metrede kazanılan su miktarı 11,5 litredir. Proje boyunca toplam 110 bin metre kumaş %0 oranında su ile üretilmiştir. Böylece 110 bin metre kumaş için proje öncesinde harcanması gereken 1267 m³ su doğal kaynağında bırakılmıştır. Bu durum, ekolojiye katkı yanında 380 TL lik su maliyeti düşüşü, 1521 TL atıksu arıtma maliyeti düşüşü, 1711 TL elektrik enerjisi maliyeti düşüşü ve 2784 TL boyarmadde maliyet düşüşü sağlamıştır.

Tablo 6.7., birim metre kumaş ve yıllık üretim için tasarruf miktarlarını sunmaktadır.

	1 Metre Kumaş	Yıllık Tasarruf (24.500.000 m Denim Kumaş/yıl)
Su Tasarruf Miktarı	0,012 m ³ /m	346 bin m ³
Su Tasarruf Tutarı	0,003 TL/m	103 bin TL
Atık Su Tasarrufu	0,014 TL/m	414 bin TL
Elektrik Tasarrufu	0,016 TL/m	466 bin TL
Boya Tasarrufu	0,025 TL/m	760 bin TL

Tablo 6.7. Birim Metre Kumaş ve Yıllık Üretim İçin Tasarruf Miktarları

Ekonomi: Proje maliyeti 147 bin TL, geri dönüş süresi 3 aydır. Nihai olarak işletmenin 1 yıllık toplam üretim kapasitesi olan 24.500.000 metre kumaşın en az %30 luk kısmını bu projenin geliştirdiği yeni proses uygulamasıyla üretilmesi hedeflenmiştir. Buna göre, projenin işletmeye bir yıllık kazancının ortalama 427 bin TL olacağı öngörülmüştür.

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Türkiye - Kipaş Mensucat Entegre Tekstil İşletmesi Kahramanmaraş'da faaliyet gösteren ve yıllık 40 milyon metre üretim kapasitesine sahip bir firmadır⁷.

Referans Literatür: Proje kapsamında firma ziyareti

6.7.4 ÖRNEK UYGULAMA - 4

Tanım: Firmada su tüketimlerinin ve kirlilik yüklerinin azaltılması amacıyla aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

- Kumaş hazırlama, boyama ve bitirme aşamaları için taşar (overflow) yerine doldur-boşalt yıkama uygulaması [71]; [2]; [72]; [73].

⁷ Bu Proje Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının düzenlediği Verimlilik Proje Ödülleri Yarışmasında (2017) Sürdürülebilir üretim kategorisinde Türkiye Birincilik ödülü kazanmıştır.

- Soğutma prosesi için ramöz kurutucu ve yakma makinelerinin soğutma suyunun tekrar kullanımı [2]; [72]; [73]; [74]; [75].
- Yardımcı proseslerden biri olan su yumuşatma sisteminin yenilenmesi [71]; [60]; [2].
- Su kayıp ve kaçaklarının önlenmesi amacıyla su tesisatı ve bağlantıların kontrol edilmesi ve yenilenmesi [2]; [72]; [74].

Başlıca Çevresel Faydalar: Firmanın toplam su tüketimi %40,2; atık su üretimi %43,4 azalmıştır. Toplam enerji tüketimi ve ilgili CO₂ emisyonları sırasıyla %17,1 ve %13,5 oranındadır. Toplam tuz (NaCl) tüketimi ise %46 azalmıştır.

İşletimsel Veriler: Tablo 6.8 ve Tablo 6.9 sırası ile uygulamalardan önce ve sonrasında atıksu karakterizasyonu ile su tüketimi alanlarında kullanım dökümünü vermektedir.

Parametre	Uygulamalardan Önce	Uygulamalardan Sonra	Değişim (%)
Toplam Akım (m ³ /ay)	24.779	15.200	-38,7
Spesifik Akım (L/kg kumaş)	124,1	70,2	-43,4
KOI (mg/L)	653	869	+33,1
Toplam Organik Yük (kg KOİ/ay)	16.181	13.209	-18,4
Spesifik Organik Yük (kg KOİ/ton kumaş)	81	60,5	-25,4
Elektriksel İletkenlik -EC (µS/cm)	4466	5788	+29,6
Toplam EC Yükü (µS-m ³ /cm-ay)	111.554	90.078	-19,2
Spesifik EC Yükü (µS-m ³ /cm-ay)	0,56	0,41	-26,1
pH	9,70	9,51	-

Tablo 6.8. Firmada Üretilen Atıksuyun Özellikleri

Su Tüketimi Alanları	Toplam Su Tüketimi (m ³)		Spesifik Su Tüketimi (L/kg kumaş)	
	Uygulamalardan Önce	Uygulamalardan Sonra	Uygulamalardan Önce	Uygulamalardan Sonra
Üretim Prosesleri ^a	16.940	8925	84,8	40,9
Soğutma Prosesleri	2068	814	10,4	3,7
Yardımcı işlemler: Buhar üretimi	952	648	4,8	3,0
Yardımcı işlemler: Su Yumuşatma	747	107	3,7	0,5
Temizlik	3755	4357	18,8	19,9
Evsel Kullanım	317	349	1,6	1,6
Açıklanmayan kayıplar	2945	2926	14,8	13,4
Toplam	27.724	18.126	138,9	83,0

^a Kumaş hazırlama, boyama, terbiye.

Tablo 6.9. Su Kullanımının Uygulamalardan Önce ve Sonra Dökümü

Ekonomi: Tablo 6.10'da firmadaki uygulamalar sonucundaki maliyet tasarrufunu vermektedir.

Maliyet Kalemi	Spesifik Maliyet Tasarrufu (ABD Doları /Ton Kumaş)	Yıllık Toplam Maliyet Tasarrufu (ABD Doları/Yıl)
Doğalgaz	39,3	103.060
Atıksu Deşarjı	12,1	31.756
Tuz (NaCl)	11,3	29.740
Ham Su Temini	2,4	6311
Toplam	65,2	170.868

Tablo 6.10. Firmada Sürdürülebilir Üretim Uygulamaları Sonucunda Maliyet Tasarrufu

Geri ödeme süresi 1.5 ay olarak hesaplanmıştır.

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Firma, 2003 yılından beri Bursa'da bulunan üretim tesisinde bayan giyim için dokuma kumaş üretmekte; 147 işçi çalıştırmakta ve 10.000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Firmada, polyester, pamuk ve likra bazlı olmak üzere farklı türlerde kumaşlar üretilmektedir. Şirket Oeko-Tex 100 standardına sahiptir. 2009-2011 arasında yıllık kumaş üretimi 1865-2621 ton olarak gerçekleşmiştir.

Referans Literatür: [47]

6.7.5 ÖRNEK UYGULAMA - 5

Tanım: Ağırlıklı olarak halı ve el örgü ipliği terbiye-boyaması yapan bir tekstil işletmesinde kaynak kullanımının azaltılması ve çevresel performansların artırılması amacıyla çeşitli temiz üretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda işletmede belirlenen MET önerilerinin uygulanması ile sağlanabilecek potansiyel faydalar yapılan hesaplamalar ile değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ancak iyi yönetim uygulamaları kapsamında sunulan MET'ler ile kimyasal değişimi, makine değişimleri ve enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen MET'lerin potansiyel faydalar ve geri ödeme sürelerinin tam anlamıyla değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu kapsamda temiz üretim kılavuz dokümanları ve literatürde yer alan benzer MET uygulamaları belirlenerek sağlanabilecek potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri belirlenmiştir.

Başlıca Çevresel Faydalar: Firmada uygulanan temiz üretim teknikleri ile su ve kimyasal tasarrufu sağlanmış, ayrıca atıksu oranı ve KOİ yükü de azaltılmıştır.

İşletimsel Veriler: Tekstil fabrikasında temiz üretim tekniklerinin uygulanmasıyla potansiyel tasarruf aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Temiz Üretim Teknikleri	Su Tasarrufu Oranı (%)	Kimyasal Tasarrufu Oranı (%)	Atıksu Azaltım Oranı (%)	KOİ Yüklü Azaltım Oranı (%)	Geri Ödeme Süresi (Ay)
İyi yönetim uygulamaları	3-5	2-5	3-6	- ^a	4-12
Atık boya banyosunun tekrar kullanımı	7-8	7-18	7-9	8-9	13-20
Yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının yeniden kullanımı	16-41	3-8	18-43	31-40	4-26
Temizlik işleri ve iyon değiştirici optimizasyonu için yıkama/durulama atıksuyunun yeniden kullanımı	6-8	-	6-7	3-4	4-10
Çile boyama makinelerinin oranının azaltılması	2-5	4-8	2-5	2-3	24-36
Yoğuşmanın geri kazanılması ve buhar optimizasyonu	3-5	-	3-5	-	4-18
Tariflerin optimizasyonu, kimyasal ikame, otomatik dozaj sistemi kurulumu	-	9-13	-	2-5	24-36
Toplam azaltım/fayda	37-72	25-51	39-75	46-61	-
^b Efektif azaltım/fayda	35-67	21-43	37-70	44-58	4-36

^aVeri mevcut değildir

^bÇapraz medya etkiler ya da yan etkileşimler hesaplamalara dâhil edildiğinde elde edilen azaltım değerleri

Tablo 6.11. Firmadaki Her Bir Temiz Üretim Tekniği için Hesaplanan Tasarruf ve Azaltım Oranları

Ekonomi: Temiz üretim tekniklerinin geri ödeme süreleri 4-36 ay arasında değişmektedir (Tablo 6.11).

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Firma ağırlıklı olarak PAC, halı ve el örgü ipi üretimi, terbiye, boyama ve baskısı yapan bir tekstil işletmesidir. İşletmenin toplam üretim kapasitesi 4560 ton/yıl olup hem elyafтан iplik üretimi hem de elyaf, çile ve bobin formundaki liflerin terbiye, boyama ve baskı işlemleri gerçekleştirilmektedir [15] [76].

6.7.6 ÖRNEK UYGULAMA - 6

Tanım: Tamilnadu'da bulunan bir tekstil endüstrisinde yürütülen projelerde enerji tasarrufu için aşağıdaki eylemler gerçekleştirilmiştir:

- 1. Servisteki trafo kapasitelerinin azaltılması:** İzin verilen maksimum 3250 kVA ve onaylanmış talebin 2600 KVA olduğu bir endüstriyel tüketici için 4500 kVA'lık hizmet içi transformatörlerin kapasitesi çok yüksektir. Bu sebeple, 1000 kVA transformatörlerinden birini Elektrik İdaresi'nin yazılı izni ile devre dışı bırakılması (firmanın gelecekte genişlemesi durumunda hizmet dışı trafo tekrar hizmete sokulacak ve o zamana kadar hizmet dışı transformatör enerji vermeden korunacaktır)
- 2. Paralel kabloların kullanımı:** Tesisteki 100 metre ve 75 metrelik kablolara paralel ve aynı özellikte kablo kullanılması
- 3. Motor bağlantılarının değiştirilmesi:** Motorların üçgen yerine yıldız bağlanması sağlanmıştır. Bu şekilde de geliştirilen torkun yeterli ve sıcaklık artışının normal olduğu belirlenmiştir.
- 4. Güç faktörünün artırılması:** Güç faktörünün 0,91'den 0,98'e yükseltilmesi.
- 5. Özellikle güç gereksiniminin arttığı saatlerde yerel PV sistemlerinin devreye sokulması:** Pik yükler sırasında bir 900 kVA(kilovolt amper) jeneratörün kullanılması ve aşırı KVA ceza ücretlerinden kaçınmak için fazla yükü jeneratör kaynağına aktarılma
- 6. Klimalı bölgenin değiştirilmesi:** Firmadaki 27 klimanın 20'sinin bilgisayar odalarını 24°C'de tutmak için kullanıldığı, ancak araştırmaların bilgisayarların 30°C'de bile çalıştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, sıcak havanın aşağı yerine yukarıdan emilmesi ve soğuk havanın yukarı yerine alttan üflenmesinin %15 enerji tasarrufu yapabildiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bilgisayar odalarında sıcaklık 28°C'de tutulmuş ve 20 klimaya kanal eklenerek hava akış yönü değiştirilmiştir.
- 7. Enerji verimli motorların kullanımı:** Standart verimli motorların birinci sınıf veya yüksek verimli motorlarla değiştirilmesi (13 kW kapasiteli ve %91 verimli motorlara geçilmesi)
- 8. Aydınlatma:** Aydınlatma sisteminde her aydınlatma kontrol bölgesi için bir ototransformatör kullanan ve merkezi kontrol paneline bağlanan bir voltaj kontrol sistemi kurulması

Başlıca Çevresel Faydalar: Enerji tasarrufunun yanı sıra, mevcut enerji koruma önlemlerine bağlı olarak karbon, SO₂ ve NO_x emisyonlardaki azalma hesaplanmış ve işletimsel veriler bölümünde sunulmuştur.

İşletimsel Veriler: Alınan önlemler sayesinde Tablo 6.12 ve Tablo 6.13' de sunulan miktarlarda kazanımlar sağlanmıştır.

Uygulanan Enerji Koruma Tedbirleri	Spesifik Elektrikte Azalma	
	Tüketim (kWh/ton)	Yüzde Cinsinden Tutar
Trafo kapasitesi	11,0	0,472
Paralel kablolar	2,08	0,089
Motor bağlantısı	19,29	0,828
Güç faktörü	9,82	0,421
Güç gereksiniminin arttığı saatlerde yerel PV sistemlerinin devreye sokulması	132,15	5,672
AC ortamı	18,26	0,784
Verimli motorlar	171,63	7,366
Aydınlatma	60,54	2,598
TOPLAM	424,77	18,230

Tablo 6.12. Spesifik Enerji Tüketimi

YILLIK EMİSYONLARDA AZALMA		
Karbon	SO ₂	NO _x
777,97 ton	24,05 ton	9,30 ton

Tablo 6.13. Çevresel Faydalar

Ekonomi: Projelerin uygulanmasından sonra, 3,5 milyon kWh/yıl elektrik tüketiminde toplam tasarruf sağlanmıştır. Yıllık elektrik ücretleri 1,3 milyon Dolarlık bir tasarrufla 1.6 milyon dolardan 1,3 milyon dolara düşürülmüştür.

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Hindistan - Tamilnadu'da 15 ton iplik ve 10 ton dikiş ipliği/gün üretilen bir orta boy iplik ve dikiş ipliği fabrikası 1998-1999 mali yılında enerji tasarrufu önlemlerinin alındığı bir tesistir [77].

6.7.7 ÖRNEK UYGULAMA - 7

Tanım: Bu uygulamada, biyolojik arıtma ve membran sistemlerinden oluşan 600 m³/gün bir pilot tesisten (iki aşamalı anaerobik-aerobik arıtma, biyolojik havalandırılmış filtre işlemi (BAF) ve membran teknolojisi içeren biyolojik arıtma işlemi) atıksu arıtımı ve geri kazanımı olanakları araştırılmıştır, geri kazanılan suyun boyama ve bitirme proseslerinde kullanılabilirliği irdelenmiştir. Ayrıca, geri kazanılan su ve bu miktarda şebekeden alınacak su maliyetleri kıyaslanmıştır.

Başlıca Çevresel Faydalar: Tipik bir tekstil boyama işleminde tuzun %80'inden fazlası ve boyanın %90'ı boya banyosu ve ilk durulama banyosu ile deşarj edilmektedir. Bu çalışmada, atıksu iki bölüme ayrılmıştır. Birincisi (500 mg/L'den fazla KOİ konsantrasyonu) atıksu arıtma tesisine; diğeri (500 mg/L'den düşük KOİ konsantrasyonu) deney tankına boşaltılmıştır. Deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar, geri kazanılan suyun son durulama hariç üretim için kullanılabilirliğini göstermiştir.

İşletimsel Veriler: Çalışmada, atıksu ilk önce anoksik koşullar altında hidrolize edilmiş ve sonra aero-

bik şartlarda artırılmıştır. Çökeltme işleminden sonra atıksu biyolojik havalandırmalı filtrelere girmektedir. Biyolojik havalandırma filtresinden geçen geçen artırılmış atıksular ikincil çöktürme tankından geçtikten sonra atıksuyun karakterizasyonuna uyan bir seramik membran vasıtasıyla filtrelenmektedir.

Sonuçlar, KOİ, renk ve bulanıklık giderim verimliliğinin sırasıyla %93, %94.5 ve %92.9 olduğunu göstermiştir. Çıkış suyunda 50 mg/L'nin altında KOİ, 10 Pt-Co renk, 2 NTU bulanıklık tespit edilmiş ve askıda katı madde bulunmamıştır.

Artılan atıksu, atölyede bulunan üç boyama makinesi kullanılarak endüstriyel ölçekte boyama ve bitirme işlemlerinde kullanılmıştır. Boya banyosu boya reçetesine göre hazırlanmıştır. Önceden tartılmış boya ve tatlı suyla ıslatılmış örme pamuklu kumaş soğuk boya banyosuna sokulmuştur. Boya banyosu sıcaklığı kademeli olarak kaynayana kadar yükseltilmiş ve yaklaşık 1,5 saat muhafaza edilmiş, yine boya banyosundaki su seviyesi de boyama işlemi sırasında korunmuştur. Boyanan kumaş artırılmış atıksu ile 3 kere durulanmış, gölgede kurutulmuş ve ardından boya alım işlemlerine tabi tutulmuştur.

Artırılmış atıksu ile elde edilen boyalı numunelerin renk farkına bakıldığında, 20 numuneden 2 numunenin kabul edilebilir değerin altında olduğu bulunmuştur. 50 rastgele numune içerisinde yıkama hızı anlamında artırılmış atıksular ve musluk suyu ile yıkanmış pamuklu kumaşlar arasında bir fark bulunmamıştır. Yalnızca çok açık renklerle boyama test edildiğinde kabul edilemez sonuçlar bulunmuştur.

Ekonomi: Bu sanayi bölgesindeki tekstil işletmeleri, mevcut su kaynaklarının yetersizliği ve su arzının maliyetinde bir artışla karşı karşıya kalabilirler. Bu nedenle, tekstil atıksuları firmada boyama ve terbiye işlemleri için alternatif bir su kaynağı olarak ele alınmıştır. Pilot tesiste, elektrik işletme maliyetlerinin en büyük kısmını oluşturmaktadır. Tablo 6.14, bu entegre atıksu kullanımının ekonomik değerlendirmesini göstermektedir. Atıksu arıtımı için toplam maliyet, ilk imalat maliyeti hariç tutulduğunda yaklaşık 0,25 ABD doları/m³ olarak hesaplanmıştır. Yerel belediye sularına göre (musluk suyu) fiyatı 0,67 ABD dolar/m³ (atıksu deşarj ücreti dâhil olmak üzere), bu entegre atıksu ıslah sistemi ile 250 ABD doları/gün tasarruf etmek mümkün olabilmektedir. Sonuç olarak, Ningbo City'deki tekstil endüstrileri için atıksuların geri dönüşümü, diğer su kaynaklarının kullanımının su tedarik maliyetlerden daha ucuz olması nedeniyle ekonomik olacaktır.

Parametre	Geri Kullanılan Su
Geri Kullanım Oranı (%)	60
Pilot Tesis (m ³ /gün)	600
Elektrik	0,01
Sarf Malzeme	0,08
Bakım	0,06
GENEL TOPLAM	0,25

Tablo 6.14. Atıksu Reklamasyonu için Maliyet Tahminleri (ABD Doları/m³)

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Ningbo Sihua çorap boyama ve terbiye tesisi Zhejiang eyaleti, Çin'de bulunmaktadır. Tesisteki üretim süreci kumaşın dokunması, ağartma, boyama ve terbiye yollarıyla hazırlanmasından oluşmaktadır.

Referans Literatür: [78].

6.7.8 ÖRNEK UYGULAMA - 8

Tanım: Thanh Cong Şirketi büyük bir tekstil şirketi olmasına rağmen, çevre yönetimi için özel bir bölüm bulunmamaktadır. Şirkette yapılan saha araştırması, üretim süreçlerinin gerekenden daha fazla atık üretmekte olduğunu göstermiştir. Bu da sadece firmayı değil, aynı zamanda çevreyi de olumsuz etkilemektedir. Bu durum şirkette daha temiz üretim ve kirliliğin önlenmesi için de bir fırsat yaratmıştır. Üretim süreçlerinin analizi sonucu elde edilen sonuçlar, şirkette çevresel iyileştirmeler için temiz üretim seçenekleri belirlemek için bir temel olarak kullanılmıştır.

Boyama sürecinin her bir birimi için önerilen temiz üretim seçeneklerinin öncelik sırası Tablo 6.15'de açıklanmıştır. Bu tablo aynı zamanda bu seçeneklerden elde edilecek ekonomik faydaların türünü de göstermektedir.

No	Temiz Üretim Seçeneği	Faydalar
		Parametre
1	Proses kontrolü ile yıkama/ağartma koşullarının optimize edilmesi. Bu koşullar şirketin laboratuvar çalışmalarından oluşturulmuştur.	Sodyum hidroksit kullanımının azaltılması (%20-30)
		Atıksu arıtma tesisine giren kirlitici yükün azaltılması
2	Daha az yabancı madde içeren ham pamuk lifi seçimi (%1-2; şu anda hammaddeler %2-3 yabancı maddeler içermektedir)	Su, kimyasal ve atıksu arıtma tesisleri için organik yükün azaltılması
3	Kazandan gelen hava kirliliğinin veya atıksuyun pH değerinin ayarlanması amacıyla yıkama çözültisinin tekrar kullanımı	Hava kirliliği arıtma maliyetlerinin azaltılması (kimyasal maddelerin yaklaşık % 10'u)
4	Kimyasal dozlanması için otomatik sistemler	Kimyasal dökülmesinin azalması
		Kirlitici yükün azalması
		Kimyasal kaybının azaltılması
Soğutma Suyu		
5	Sıcak yıkama aşaması için soğutma suyunun yeniden kullanılması, her bir parti başına T/C için yaklaşık 5 m ³ ve pamuk için 10 m ³	Su kullanımının azaltılması
		Yakıt kullanımının azaltılması
		Atıksu debisinin ve atıksu arıtma tesisine giren akışın azaltılması
Soğutma Suyu		
6	Nötrleştirme işleminin koşullarını optimize eden proses kontrolü (Bu koşullar şirketin laboratuvar çalışmalarından oluşturulmuştur.	Kimyasal kullanımının minimize edilmesi
	pH değerlerinin kontrolü için pH sensörü kullanımı	Atıksu arıtma tesisinin kirlitici yükünün azaltılması
7	Asetik asitin inorganik asitlerle değiştirilmesi	Üretim maliyetinin düşürülmesi (inorganik asitler asetik asitlerden ucuz olduğu için)
		Atıksu arıtma tesisi giriş suyunun KOİ yükünün azaltılması

No	Temiz Üretim Seçeneği	Faydalar
Soğutma Suyu		
8	Kimyasal dozlanması için otomatik proses	Kimyasal dökülmelerin azalması Kirlenici yükün azaltılması Kimyasal kaybının azaltılması
Boyama		
9	Boyama tesisi için ayrıntılı bir üretim programı yapmak	Verimliliğin artırılması Su, enerji ve materyal tüketiminin azaltılması
10	Her bir boyama makinesine su metre takılması	Su tüketiminin kontrol edilmesi
11	Laboratuvar testleri ile boyama işleminin optimizasyonu	Kimyasal, su ve enerji kullanımının azaltılması
	Koyu renk ürünler yerine açık renk ürünlerin tasarımına öncelik verilmesi	Atıksu arıtma tesisi giriş suyunda KOİ yükü ve renk azaltımı Tekrar boyama işleminde azalma sebebiyle işçi maliyetlerinde azalma
12	Boya maddelerinin tartılması ve karıştırılması için bilgisayarlı boya elleçleme cihazları	Atıksu arıtma tesisine giren kirlenici yükün azaltılması
		Kimyasal kaybının azaltılması
13	Gerekirse boya makinesini kolayca değiştirmek için harici bir ışık anahtarının takılması	Yakıt tüketiminin ve yeniden boyama işleminin azaltılması
14	Otomatik su pompa sistemi kurulumu	Su taşmalarının azalması, su ve enerji tasarrufu
15	Asetik asitin formik asitle değiştirilmesi	Atıksu arıtma tesisi giriş suyunun KOİ yükünün azaltılması
16	Düşük sabitleme ve yüksek toksisite boyaların daha yüksek bir fiksasyon ve daha düşük toksisiteli boyalar ile ikamesi - Dispers boyalar: İyi bilinen boya üreticilerinin %90-100'ünün yüksek derecede fikse özelliği olması	Bu tip reaktif boyalar ile %50 enerji ve %40 su tasarrufun sağlanabilmesi ve %10-33 oranında tuz azaltılabilmesi - Atıksudaki dispers boyaların %0-10 aralığında düşük konsantrasyona sahip olması - Atıksu arıtma tesisleri için KOİ yükünün, renginin ve tuzunu azaltılması - Yüksek kaliteli ürünler elde edilmesi
17	İleri teknoloji ve boyama işlemi için makine, örneğin: - Modern kurutma makinesi ile kısa likör oranı (LR) (1:5-1:10) -Yarı sürekli süreç-soğuk bekletme - Sürekli proses	Boya maddelerinin tüketiminin azaltılması (hidrolize reaktif boyaların %25-30'u), tuzlar (%56-68), enerji ve su (boyama işlemi ve yıkama işlemi için) Kirlilik yükünün ve atıksu hacminin azaltılması Daha yüksek ürün kalitesi
Yıkama ve Sıcak Yıkama Üniteleri		
18	Proses kontrolü ile her yıkama adımında ve zamanında uygulanacak su miktarı ve sıcaklığına ilişkin koşulların optimize edilmesi	Su, atıksu ve enerji akış hızının azaltılması
19	Yıkarken suyun taşması yerine normal yıkamaya geçilmesi	Atıksu akış oranını ve enerji tüketiminin azaltılması

No	Temiz Üretim Seçeneği	Faydalar
Yıkama ve Sıcak Yıkama Üniteleri		
20	-Yıkama suyunun tekrar kullanılması (sıcak yıkama ve soğuk yıkama suyu). İkinci yıkamadan sonra bu atıksu, sonraki parti içinde ilk yıkama için kullanılır. -Yıkama atıksuları su temini standartlarını karşılıyor ise, herhangi bir proses adımında doğrudan kullanılabilir.	Su, atıksu ve enerji akış hızının azaltılması Atıksuyun doğrudan diğer üniteler için tekrar kullanılması Su kaynaklarının tüketilmesinin azaltılması
21	Sıcak yıkama sürelerinin azaltılması	Atıksu, enerji ve hava kirliliğinin akış hızlarının azaltılması
Kazan		
22	Kazan için ısıölçer montajı	Yakıt tüketiminin ve kazan verimliliğinin kontrol edilmesi ve buhar kaybının azaltılması
23	Modern kazanlar için yatırım	Kazanın verimliliğinin artırılması, yakıt ve su kullanımının ve hava kirliliğinin azaltılması
24	Doğru hava girişi ve yağ rejimi kontrolü ile optimum yanma süreci	Yakıt tüketiminin azaltılması
	CO konsantrasyonu ve kalıntı havanın azaltılması	Yakıt kaybının azaltılması Hava kirliliğinin azaltılması
25	Dumandan ısı geri kazanımı	Yakıt tüketiminin azaltılması ve çevreye daha az ısı salınımı
26	Kazan için sıcak su sağlamak amacıyla kondens suyunun geri kazanımı	Yakıt tüketiminin azaltılması
Diğer Seçenekler		
27	Farklı renklere sahip ürünlerin değişimini önlemek için üretim programının danışmanlar tarafından dikkatle gerçekleştirilmesi.	Verimliliğin artırılması yüksek kirlenici içeren atıksu akımlarının deşarjını azaltılması Su, enerji ve malzeme tüketiminin azaltılması
28	Boyama tesisindeki drenaj sistemini iyileştirilmesi - Suyun tekrar kullanılması veya geri dönüşümü için atıksu akışlarının ayrılması	Yerlere su dökülmesinin azaltılması - İşçi sağlığının korunması ve zeminlerde döşeme ekipmanlarının kısıtlanması - Atıksu akış oranı, kimyasal, enerji ve arıtım maliyetlerinin azaltılması - Atıksu ve kimyasalların tekrar kullanılması - Karma atıksuların arıtılmasında zorlukların azaltılması
29	İşyerinde toksik kimyasallar, çevre ve güvenlik için farkındalık geliştirme - İşçiler için eğitim kursları	Kimyasal dökülmelerinin azaltılması - Yeniden boyamanın azaltılması
30	Sodyum hidroksit, hidrojen peroksit ve asetat asidi bidonlarının üreticilere geri gönderilmesi ya da bu maddeler için toplu depolama tanklarına geçilmesi	Katı atık, su ve atıksuyun azaltılması

Tablo 6.15. Temiz Üretim Seçenekleri ve Her Ünite için Faydaları

Başlıca Çevresel Faydalar: En büyük çevresel faydalar, Tham Luong kanalının su kalitesinin iyileştirilmesi ve hava kirliliğinin azaltılması olmuştur. Proses kontrolünün ve malzeme ikamesinin iyileştirilmesi, çevresel faydalarda da ortaya çıkmaktadır.

İşletimsel Veriler ve Ekonomi: Önerilen temiz üretim seçeneklerinden ekonomik faydalar da tahmin edilmiştir. Her seçenek yatırım maliyetleri, işletme maliyeti, tasarruf ve geri ödeme süresi açısından hesaplanmıştır. Hesaplanması kolay ve hızlı olduğu için geri ödeme süreleri kullanılmıştır. Tablo 6.16'da önerilen temiz üretimin faydaları sunulmuştur. Tablo 6.17'de ise önerilen temiz üretim seçenekleri için tahmini yatırım maliyetleri ve geri ödeme süresi verilmiştir.

	Madde Tasarrufu	Faydalar (VND*1000)	Faydalar (ABD Doları)
Suyun tekrar kullanımı	4000 m ³ /gün	2.900	183
Atıksu			
a- Arıtım maliyeti	4000 m ³ /gün	9.600	565
b- Deşarj ücretleri		800	50
Yıkama atıksularının tekrar kullanımı	168 kg NaOH	2.700	167
	224 kg H ₂ SO ₄		
Arıtılmış atıksuyun tekrar kullanımı	3400 m ³ /gün	2.500	150
Enerji			
a- Otomatik su pompası sisteminin kurulumu	40 kWh	57	3,2
b- Soğutma suyu ve sıcak yıkama atıksularının tekrar kullanımı	96 L FO	1.152	64
c- Modern kazan ve ısıtıcıların kullanımı	307 L FO	3.684	206
Toplam		23.393	1,388

Tablo 6.16. Temiz Üretim Seçeneklerinin Uygulanması ile Elde Edilen Toplam Faydalar (Yatırım Maliyetleri Hariç), Günlük Tasarruf

TÜ Seçeneği No	TÜ Seçeneği	Madde	Kapital Maliyet (ABD Doları)	Geri ödeme (Ay)
No 3	Kazandan gelen hava kirliliğini veya atık suyun pH değerini ayarlamak için ovalama solüsyonunun tekrar kullanımı	Filtre sistemi: 50-70 m ³ /saat	11.235	15
		1000 m ³ 'lük konteyner	54.215	
		Pompa: 30-50 m ³ /saat	1.125	
No 4	Otomatik kimyasal dozlama prosesi	Pompa (20 parça)	7.865	27
		Karıştırma sistemi (20 sistem)	11.235	
		Tartı	2.247	
		Konteyner (20 tank)	5.617	
No 5	Soğutma suyunun, kondens suyunun ve sıcak yıkama atıksuyunun yeniden kullanılması	Herbiri 1000 m ³ 2 tank	109.550	5
		İki pompa Q=30 m ³ /saat	1.125	
No 10	Her boyama makinesi için su sayacı montajı	Su metre	10.115	

TÜ Seçeneği No	TÜ Seçeneği	Madde	Kapital Maliyet (ABD Doları)	Geri ödeme (Ay)
No 12	Boya maddelerinin tartılması ve karıştırılması için bilgisayarlı boya işleme cihazları	Bilgisayarlı boya işleme cihazları: 2 adet	2.180	
No 13	Boyama işlemlerinde gerekli eylemleri gözlemleyebilmek için boyama makinesinin içine bir ışık lambasının yerleştirilmesi	Harici bir ışık anahtarı	845	
No 14	Otomatik su pompası sistemi kurulumu	Otomatik su pompa sistemi	3.370	61
No 17	Boyama işlemi için ileri teknolojiler ve makineler: Modern boyayıcı ve düşük sıvı oranı (LR) (1: 5 ila 1:10)	7 makine	726.000	33
No 22	Kazan için ısıölçerin kurulumu	Isıölçer	3.400	18
No 23	Modern kazan ve ısıtıcılar için yatırım	Modern kazan ekipmanı	717.000	43
No 29	Boyama işletmelerinde drenaj sisteminin iyileştirilmesi; Suyun tekrar kullanımı veya geri dönüştürülmesi ve arıtılması için atıksu akışlarının ayrılması	Boyama işletmelerinde drenaj sisteminin iyileştirilmesi	43.820	
		Nötralizasyon atıksuyunun tekrar kullanılması Tank 550 m ³	30.620	9
		Mordal atıksuyun tekrar kullanılması: 180 m ³	19.660	18
		2 parça pompa		

Tablo 6.17. Önerilen Temiz Üretim Seçeneklerinin Tahmini Yatırım Maliyetleri ve Geri Ödeme Süreleri

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Thanh Cong firması, Vietnam Tan Phu bölgesi Hochiminh şehrinde yer alan büyük ölçekli bir tekstil şirkettir. Şirkette üretilen ürünler arasında çok çeşitli iplikler, dokuma ve örme kumaşlar, örme giyim ve spor giysileri bulunmaktadır. Ürünler Amerikan, Avrupa ve Japon pazarlarına ihraç edilmekte, iç ve dış pazarda satılmaktadır. Şirkette 2005 yılında aylık ortalama 500 ton iplik, 50 ton boyalı iplik, 1.235.000 m dokuma kumaş, 1.850.000 m örme kumaş ve 585.000 parça konfeksiyon ürünü üretilmiştir [79].

6.7.9 ÖRNEK UYGULAMA - 9

Tanım: Şanghai'daki firmada boyama ve bitirme prosesleri ile ilgili temiz üretim programı ile birlikte aşağıdaki önlemler alınmıştır:

1. Ölçüm sistemi kurulumu

3 kademeli bir ölçüm sistemi kurularak aylık elektrik, buhar, kömür ve su tüketimi verileri toplanmıştır. Rol ve sorumlulukların açık bir şekilde tanımlanmasıyla görevlendirilmiş sorumlu bir kişi

ile bir enerji yönetim sistemi olmuştur. Bu tedbirin toplam yatırımı 2190 ABD Doları⁸ olmuştur.

2. Su ve buhar sızıntısının düzenli olarak tespiti

Su ve buhar sızıntısını en aza indirmek için aşağıdaki önlemler alınmıştır:

- Düzenli su ve buhar sızıntısı tespit ve izleme mekanizması (boyama atölyesi, atıksu arıtma tesisi, yurt, kazan dairesi vb. gibi yerleri kapsayan)
- Su ve buhar sızıntısını düzenli olarak izlenmesi ve sızıntıların derhal ortadan kaldırılması
- Artık kullanılmasına izin verilmeyen dökme demir lavabo musluğunun kademeli olarak değiştirilmesi

3. Basınçlı hava sisteminin ve kaçak tespitinin düzenli olarak değerlendirilmesi

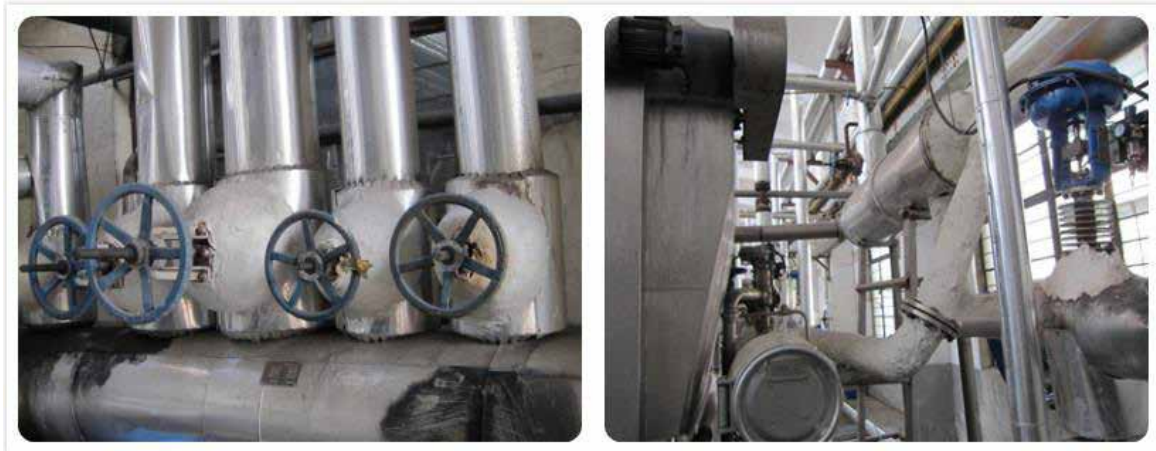
Firma, basınçlı hava için koruyucu bir bakım sistemi geliştirmiştir:

- Basınçlı hava kaçaklarını tespit etmek için bağlantılar, vanalar, sızdırmazlık üniteleri vb. geliştirilmiştir.
- Aşınan parçalar hemen değiştirilmiş ve yüksek kaliteli pnömatik valfler seçilmiştir.
- Ekonomik çalışmasını sağlamak için hava kompresörü düzenli olarak değerlendirilmiş ve ayarlanmış, böylece enerji tüketimini azaltılmıştır.

Uygulamalardan sonra, sızan basınçlı hava izi tespit edilmemiştir.

4. Buhar borularının, vanaların ve flanşların yalıtımı

Ana ve yardımcı buhar borularının yalıtımı yapılmış olmasına rağmen, buhar vanaları ve flanşlar ve ısı iletim boruları daha önceden yalıtılmamış ve açıkta bırakılmıştır. Buna ek olarak, temel değerlendirme sırasında, giysi atölyesinin dışındaki yalıtım malzemesinin buhar borularındaki parçalarının çıktığı ve bunun da büyük ısı kaybına neden olduğu bulunmuştur. Şekil 6.2, yalıtımdan önce ve sonra boruları ve vanaları göstermektedir. Uygulanan temiz üretim pratikleri sonucunda ısı iletimi borularının ve vanalarının yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farkının standart gerekliliği karşılayan 300C'den az olduğunu göstermektedir.



Şekil 6.2. İzoleli Buhar Boruları ve Vanalar

⁸ (20.09.2018 itibarıyla 1 ABD Doları=6,85 Çin Yuanı)

5. Boyama Makinelerinin Yalıtımı

Daha önce 11 ünite yüksek sıcaklık boyama makinesi izole edilmemiş ve %25-35'e varan ısı kayıplarına neden olmuştur. 101°C sıcaklıkta işlem yapabilmek için, yüzey sıcaklığı 75,6°C kadar yüksek tutulmak durumunda kalmıştır. Proje kapsamında boyama makinelerinin yüzeyine farklı yalıtım malzemesi tipleri uygulanmıştır.

Son değerlendirmeler yalıtımsız boruların yüzey sıcaklığının 91,4°C olduğunu, izolasyonlu boruların yüzey sıcaklığının ise 51,3°C olduğunu göstermiştir (boyama haznesinde 113°C sıcaklık ile). Bu yalıtımın ısı kaybını önemli ölçüde azaltabileceği kanıtlanmıştır (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. Yüzey Sıcaklığının Yalıtımlı ve Yalıtımsız Olarak Karşılaştırılması

6. Yüksek sıvı oranına sahip 4 adet eski boya makinesinin kademeli olarak kaldırılması

15 yıldan fazla hizmet ömrüne ve 1:10'dan fazla bir flotte oranına sahip boya makineleri kademeli olarak kaldırılmış ve toplam sarfıyatı 63.500 ABD Doları⁹ olan kapalı kapama boyama makineleriyle değiştirilmiştir. Bu önlemlerle birlikte %10 su tasarrufu,%5 buhar tasarrufu beklenmektedir.

7. İlk seferde doğru boyamanın geliştirilmesi

İlk seferde doğru boyama pratiğini iyileştirmek için, boyama atölyesi tarafından aşağıdaki anahtar tedbirleri içeren bir yönetim sistemi geliştirilmiştir:

- Laboratuvarda çift örnekleri ele almak için Standart İşlem Prosedürünün (SOP) kurulması
- Farklı kumaş malzemeleri için çift örnek yapılması
- Boya atölyesi ve laboratuvarından örnek üreticilere eğitim verilmesi
- Eğitim planı geliştirilmesi (hedef grup, zaman, yer, eğitmen, içerik, test vb.)
- Dış eğitim ve dış eğitmen konusunda hizmet alınması
- Doğru ilk boyama ile ilgili istatistiklerin kontrol edilmesi

Bu tedbir Haziran 2012'de başlamış olup uygulamadan sonra doğru ilk yıkama değerleri Tablo 6.18'da özetlenmiştir. Ocak-Ekim 2012'den ortalama ilk sefer doğru boyamanın % 79,5 olduğu görülebilir. Bu değer 2011 yılına göre% 4,5 artmıştır.

⁹ (20.09.2018 itibarıyla 1 ABD Doları=6,85 Çin Yuanı)

Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	74.8	75.6	82.3	76.5	78.8	80.2	82	79.5	78.7	82.6

Tablo 6.18. Doğru İlk Boyama Yüzdeleri Ocak-Ekim 2012 (%)

Başlıca Çevresel Faydalar: Tablo 6.21'den görüldüğü gibi, birim çıktı başına kapsamlı enerji ve su tüketimi sırasıyla % 2,6 ve % 47 oranında azalmıştır. Ocak-Kasım 2011 ile karşılaştırıldığında Ocak-Eylül 2012 döneminde, 89 ton standart kömür, 17.260 ton suya eşdeğer enerji tasarrufu da dâhil olmak üzere önemli tasarruflar sağlanmıştır. Bu tasarruflar, ayrıca 60 ton CO₂, 1,5 ton SO₂, 98.400 ton atıksu ve 49 ton KOİ azaltılmasına da sebebiyet vermiştir.

İşletimsel Veriler: Değerlendirme, firmanın üretim çıktıları, enerji tüketimi ve kaynak tüketimine ilişkin verilerin Ocak 2012'den Eylül 2012'ye kadar analiz edilmesi ile yapılmıştır. Anahtar performans göstergelerinin uygulama öncesi ve sonrası karşılaştırmaları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir:

Madde	İsim	Birim	Ocak-Aralık 2011	Ocak-Eylül 2012	Fark (%)
Çıktı	Örgü kumaş	t	1827	1268	%-31
Giysi yapımı dâhil tüm üretimin kaynak tüketimi	Elektrik	kWh	6.549.880	5.064.120	%-23
	Kömür	t	7745	5305	%-32
	Temiz Su	t	99.160	68.010	%-31
Boyama atölyesinde enerji / kaynak tüketimi	Elektrik*	kWh	1.309.976	1.012.824	%-22,6
	Kömür	t	6545	4405	%-32
	Nehir suyu	t	200.000	110.300	%-45
	Kapsamlı enerji tüketimi (eşdeğer)	tce	4837	3271	%-32
Boya atölyesinde birim çıktı başına kaynak ve su tüketimi	Birim çıktı başına elektrik tüketimi	kWh/t	717	799	%+11
	Birim çıktı başına kömür tüketimi	t/t	3,58	3,47	%-3
	Birim çıktı başına kapsamlı enerji tüketimi	tec/t	2,65	2,58	%-3
	Birim çıktı başına su tüketimi	t/t	208	111	%-46

*Boya atölyesinde hiçbir elektrik sayacı kurulmadığından, gerçek elektrik tüketimini boyama atölyesi tarafından takip edememiştir. Bunun yerine, tüm tesisin toplam elektrik tüketiminin % 20'sine dayalı olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.19. 2011 ve 2012 Yıllarında Enerji ve Su Tüketimi

İndikatörler	Ocak-Eylül 2012 & Ocak-Aralık 2011
Birim çıktı başına kapsamlı enerji tüketimi	%-3
Birim çıktı başına su tüketimi	%-46

Tablo 6.20. 2011 ve 2012 Yılları Performans Göstergelerinin Karşılaştırılması

Madde	Ocak-Eylül 2012	Kıyaslama sonuçları
Birim çıktı başına kapsamlı enerji tüketimi (tce / t)	2,58	> 1,5, Endüstri ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı tarafından öngörülen boyama endüstrisine erişim koşullarının gerekliliklerini yerine getirememektedir.
		> 1,8, temiz üretim standartlarının 3. sınıfını (yani ulusal temiz üretim için temel düzey) karşılamamaktadır.
Birim çıktı başına su tüketimi (m ³ / t)	111	< 130, Endüstri ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı tarafından boyama endüstrisi için erişim koşullarının gereksinimlerini karşılamaktadır
		< 150, temiz üretim standartlarının 2. sınıfını (yani ulusal temiz üretim için ileri seviye) karşılar

Tablo 6.21. Uygulamalardan Sonra Kıyaslama

Ekonomi: Toplam 86.170 ABD Doları tutarındaki yatırımla uygulanan eylem planı, 89 ton standart kömür, 123 bin ton su ve 98 bin ton atıksu deşarjı dâhil olmak üzere ikna edici tasarruflar sağlamıştır. Ekonomik olarak, bu tür enerji ve kaynak tasarrufu 59 bin ABD Doları bir toplam maliyet tasarrufuna eşdeğerdir (13 bin ABD Doları enerji bedeli, 18 bin ABD Doları su ücreti ve 27 bin ABD Doları atıksu deşarj ücreti dâhil). Ayrıca, geliştirilmiş doğru ilk boyamadan elde edilen ekonomik fayda, üretim maliyet tasarrufunun en az %10'una yol açacaktır.

Enerji tüketimi yapısının analizinden, kömürün toplam enerjisinin %96'sını oluşturduğu açığa çıkmaktadır. Bu amaçla, kombinin işletimsel verimliliğinin iyileştirilmesi, kömür tüketimini azaltmanın anahtarı olacaktır. Otomatik yanma kontrol sistemi, kazanın hızı ve yanma odalarının sıcaklığı gibi parametreleri uygun bir şekilde ayarlayarak kazanın ekonomik çalışmasını sağlar, böylece elektrik ve kömür tasarrufu sağlar.

Temiz üretim pratiklerinin toplam yatırımı yaklaşık 8760 ABD Doları olup, 410 t/yıl kömür, 39 t/yıl SO₂ emisyonu dâhil olmak üzere tasarruf sağlayabilir.

Yatırım	8760 ABD Doları
Yıllık Tasarruf	44.900 ABD Doları
Faiz Oranı	0,26 yıl

Tablo 6.22. Fayda Maliyet Bilgileri

Referans Ülke ve Firma Bilgileri: Şanghay'daki firma, örme kumaşlar ve bitmiş giysiler üretmektedir. Yıllık üretimi yaklaşık 1500 ton boyalı pamuklu kumaş ve yaklaşık 800 ton sentetik boyalı kumaştır. Fabrikanın boyama bölümü yaklaşık 43 işçi çalıştırmaktadır. Temiz üretim pratikleri ile ilgili çalışmayla boyama ve bitirme bölümü ilgilenmiştir.

Referans Literatür: [80]

7



KAYNAKÇA &
EKLER



7 KAYNAKÇA

- [1] Mülga T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-Verimlilik Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK MAM, «Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi,» Mülga T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-Verimlilik Genel Müdürlüğü, Ankara, 2017 (<http://vgm.sanayi.gov.tr/sayfa.html?-sayfald=fa6667a3-32b1-4d34-9f93-of809109123>).
- [2] European Commission, «Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Textile Industry,» EC IPPC Bureau, 747s., Seville, Spain, 2003.
- [3] European Commission, «96/61/EC Directive on Integrated Pollution and Prevention Control,» EC, Brüksel, 1996.
- [4] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, «EKÖK "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol" Teknik Yardım Hizmeti Envanter Raporu,» NIRAS IC Konsorsiyum, Ankara, 2012.
- [5] United Nations Environmental Programme (UNEP), «Promoting Resource Efficiency in SMEs,» UNEP, Paris, 2010.
- [6] E. Commission, «Sustainable Industry:Going for Growth & Resouce Efficiency,» EC, Rotterdam, Hollanda, 2011.
- [7] K. Arslan, «Küresel Rekabet Baskısı Altında Tekstil Ve Hazır Giyim Sektörünün Dönüşüm Stratejileri ve Yeni Yol Haritası,» MÜSİAD Araştırma Raporları, Ankara, 2008.
- [8] Halkbank, «Tekstil ve Hazır Giyim Sektör Raporu, Halkbank Kurumsal Sorumluluk Projesi,» 2010. (<http://www.riskmedakademi.com>).
- [9] Mülga T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSTB), «Türkiye Tekstil, Hazırgiyim ve Deri Ürünleri Sektörleri Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2015-2018,» Mülga Sanayi Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.
- [10] TÜİK, «Konularına Göre İstatistikler, Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, Ekonomik Faaliyetlere Göre Bazı Temel Göstergeler,» 2015.
- [11] TÜİK, «NACE Rev2 Altılı Faaliyet Kodları,» TÜİK, Ankara, 2014.
- [12] İTKİB, «Toplam Tekstil ve Hammaddeleri Sektörü, 2017 Yılı Aralık Ayı İhracatı Performans Raporu,» İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, İstanbul, 2017.
- [13] İstanbul Sanayi Odası, «Tekstil İmalatı Sanayi, Avrupa Birliği'ne Tam Üyelik Sürecinde İstanbul Sanayi Odası Meslek Komiteleri Sektör Stratejileri Geliştirilmesi Projesi,» İstanbul Sanayi Odası Yayınları, İstanbul, 2014.
- [14] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, «Tekstil Sanayi İçin MET Klavuzu,» IPPC Eşleştirme Projesi. Proje No: TR-08-IB-EN-03, 214s., Ankara, 2012.

- [15] E. Öztürk, Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü ve Temiz Üretim Uygulamaları,, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2014.
- [16] The Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD), «Emission Scenario Document on Textile Finishing Industry,» OECD Environmental Health and Safety Publications, Series on Emission Scenario Documents, 2004.
- [17] TTTSD, « IPPC Tekstil Sanayi için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı ve İlgili Yönetmelikler.,» Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği, META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 2002.
- [18] A. Hasanbeigi, «Energy-Efficiency Improvement Opportunities for the Textile Industry,» China Energy Group Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2010.
- [19] J. Rao, «Development in grey preparatory processes of cotton textile materials,» Indian Journal of Fibre & Textile Research, no. 78-92, p. 26, 2001.
- [20] Shah, S.R.; Shah, J.N., «A Step towards Environmental Protection in Textile Wet Processing,» Research Journal of Recent Sciences, cilt 2, no. 35-37, 2013.
- [21] E. Menezes ve M. Choudhari, «Pre-treatment of Textiles Prior to Dyeing,» 2010. (http://cdn.intechopen.com/pdfs/25013/InTech-Pre_treatment_of_textiles_prior_to_dyeing.pdf). [Çevrimiçi].
- [22] SET, «SET- Production Processes and Efficiency Measures. Save Energy in Textile SMEs,» Save Energy Textile, 2014.
- [23] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, «Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü Sektörel Atık Kılavuzu,» Ankara, 2016
- [24] E. Koç ve E. Kaplan, «Tekstil Terbiye İşletmelerinde Enerji Kullanımı-Genel Değerlendirme,» Tekstil ve Mühendis, cilt 14, no. 65, pp. 39-47, 2007.
- [25] MEGEP, «Tekstil Teknolojisi. Sentetiklerin Ön Terbiyesi,» Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2011.
- [26] E. Öztürk ve N. Cinperi, «Water efficiency and wastewater reduction in an integrated woolen textile mill,» Journal of Cleaner Production, cilt 201, pp. 686-696, 2018.
- [27] MEGEP, «Tekstil Teknolojisi. Temel Bitim İşlemleri (Apre),» Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2014.
- [28] L. Nilson, P. Persson, L. Rydén, S. Darozhka ve A. Zaliauskiene, Cleaner Production Technologies and Tools for Resource Efficient Production, Uppsala: The Baltic University Press, 2007.
- [29] US EPA, «Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for Textile Mills, Environmental Pollution Control in Textile Processing Industry,» United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1979.

- [30] TSKR, «Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu, Geleceği Sahiplenmek Sürdürülebilir Kalkınma En İyi Uygulama Örnekleri,» Kalkınma Bakanlığı, Haziran 2012, ISBN 978-605-4667-12-3, 76s., 2012.
- [31] K. Majewska-Nowak, «Application of ceramic membranes for the separation of dye particles,» Desalination, cilt 254, pp. 185-191, 2010.
- [32] E. Kurt, «Tekstil Endüstrisi Ayrılmış Atıksularının Pilot Ölçekli Membran Sistemleri ile Arıtımı ve Geri Kazanımı, Yüksek Lisans Tezi,» Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İTÜ, 2012.
- [33] Marbek Resource Consultants, «Identificaiton and Evaluation of Best Available Technologies Economically Available (BATEA) for textile mill effluents,» 2001.
- [34] US Department of Energy, «Industrial Assessment Center (IAC) Database,» 2006.
- [35] A. Hasanbeigi ve L. Price, «A review of Energy Use and Energy Efficiency Technologies for the Textile Industry,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, cilt 16, no. 3648-3665, 2012.
- [36] M. Tiwari ve S. Babel, «Air Pollution in Textile Industry,» Asian J. Environ. Sci., cilt 8, no. 1, pp. 64-66, 2013.
- [37] SGN, «Guidance for the Textile Sector, Sector Guidance Note IPPC S6.05,» Sector Guidance Note, Environmental Agency, ISBN 011310096-5., 2002.
- [38] E. Öztürk, Ü. Yetiş, F. Dilek ve G. Demirer, «A Chemical Substitution Study for a Wet Processing Textile Mill in Turkey,» Journal of Cleaner Production, cilt 17, no. 2, pp. 239-247, 2009.
- [39] M. Aysen, «Air Pollutant Emission Potentials of Cotton Textile Manufacturing Industry,» Journal of Cleaner Production, cilt 6, pp. 339-347, 1998.
- [40] T. Van, A. Tokai, Y. Yamamoto ve D. Nguyen, «Eco-Labeling Criteria for Textile Products with the Support of Textile Flows: A Case Study of the Vietnamese Textile Industry,» Journal of Sustainable Energy and Environment, cilt 2, pp. 105-115, 2011.
- [41] İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi, Proje ve İş Geliştirme Birimi, «Tekstil Ürünleri İmalatı ve Giyim Eşyalarının İmalatı- Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü,» İzmir, 2012.
- [42] Entec UK Ltd, «Water and Chemical Use in the Textile Dyeing and Finishing Industry,» 1997. (<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/GG062.pdf>). [Çevrimiçi].
- [43] B. Çevik, «Tekstil Sektörü,» Türkiye İş Bankası, https://ekonomi.isbank.com.tr/UserFiles/pdf/sr02_tekstilsektoru.pdf, 2015.
- [44] M. Guner ve O. Yucel, «Environmental Protection and Waste Management in Textile and Apparel Sectors,» Journal of Applied Sciences, cilt 5, no. 10, pp. 1843-1849, 2005.

- [45] K. Lacasse ve W. Baumann, Textile Chemicals, Environmental Data and Facts, Springer Science & Business Media, 2004.
- [46] F. Uğurlu, «Tekstil Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği,» Mülga Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Adana, 2011.
- [47] E. Alkaya ve G. Demirer, «Sustainable textile production: a case study from a woven fabric,» Journal of Cleaner Production, cilt 65, pp. 595-603, 2014.
- [48] UNIDO, «Output of a Seminar on Energy Conservation in Textile Industry. Handy Manual,» United Nations Industrial Development Organization, Endonesia, Malasia , 1992.
- [49] S. V. C. P. A. Kumar, «Energy and Environmental Indicators in the Thai Textile Industry,» University of Technology Sydney (UTS), Australia and Asian Institute of Technology (AIT), Thailand, 1999.
- [50] EIE, «Energy Management-Manual Textile, Project No: May-2006.,» European Intelligent Energy Program, <http://www.eaci-projects.eu>, 2006.
- [51] EMT, «Energy-efficiency Measures in Rishab Spinning Mills,» Energy Manager Training, Best Practices/Case Studies-Indian Industries Jodhan, 2008. (<http://www.emtindia.net/eca2008>). [Çevrimiçi].
- [52] UNIDO, «Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking An Energy Policy Tool Working Paper,» United Nations Industrial Development Organization, November-2010, 2010.
- [53] S. Palamutcu, G. Acar, A. Çon, T. Gültekin, B. Aktan ve H. Selçuk, «Innovative Self-cleaning and Antibacterial Cotton Textile: No Water and No Detergent for Cleaning,» Desalination and Water Treatment, cilt 26, pp. 178-184, 2011.
- [54] B. Smith, «Future Pollution Prevention Opportunities and Needs in the Textile Industry Pojasek, B. (Ed.), Pollution Prevention Needs and Opportunities,» Center for Hazardous Materials Research, 1994.
- [55] E. Öztürk, Ü. Yetiş, F. Dilek ve G. Demirer, «A Chemical Substitution Study for A Wet Processing Textile Mill in Turkey,» Journal of Cleaner Production, cilt 17, no. 2, pp. 239-247, 2009.
- [56] WHO, «Environmental Technology Series: Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution.,» World Health Organization, Geneva, Swizerland., 1993.
- [57] S. Tubtimhin, «Pollution Minimization and Energy Saving Potentials in the Cotton Dyeing Industry,» Asian Institute of Technology School of Environment, Resources and Development, M.Sc. Thesis, 174s, Thailand, 2002.
- [58] P. Schoeberl, M. Brik, R. Braun ve W. Fuchs, «Treatment and Recycling of Textile Wastewater-Case Study and Development of a Recycling Concept,» Desalination, cilt 2, no. 171, pp. 173-183, 2004.

- [59] C. Visvanathan, S. Kumar, A. Priambodo ve S. Vigneswaran, «Energy and Environmental Indicators in the Thai Textile Industry.,» Asian Institute of Technology, School of Environment, Resources and Development; Faculty of Engineering, Environmental Engineering Group, University of Technology, Thailand, 2007.
- [60] E. Kalliala ve P. Talvenmaa, «Environmental profile of textile wet processing in Finland,» Journal of Cleaner Production, cilt 8, no. 2, pp. 143-154, 2000.
- [61] X. Ren, «Development of Environmental Performance Indicators for Textile Process and Product.,» Journal of Cleaner Production, cilt 8, pp. 473-481, 2000.
- [62] L. Rosia, M. Casarcia, M. Mattioli ve L. De Florio, «Best Available Technique for Water Reuse in Textile SMEs (BATTLE LIFE Project),» Desalination, cilt 206, no. 1-3, pp. 614-619, 2007.
- [63] A. Muezzinoglu, «Air Pollutant Emission Potentials of Cotton Textile Manufacturing Industry,» Journal of Cleaner Production, cilt 6, pp. 339-347, 1998.
- [64] E. Kalliala ve P. Nousiainen, «Life Cycle Assessment–Environmental Profile of Cotton and Polyester/Cotton Fabrics.,» AUTEX Research Journal, cilt 1, no. 1, pp. 8-20., 1999.
- [65] V. Thai, A. Tokai, Y. Yamamoto ve D. Nguyen, «Eco-Labeling Criteria for Textile Products with the Support of Textile Flows: A Case Study of the Vietnamese Textile Industry.,» Journal of Sustainable Energy and Environment, cilt 2, pp. 105-115, 2011.
- [66] E. Commission, «Reference documents under the IPPC Directive and the IED,» European Commission. [Çevrimiçi]. [%1 tarihinde erişilmiştir15 09 2018. (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>)].
- [67] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, «Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ,» Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2015.
- [68] N. Cılız, B. Daylan ve G. Baydar, «Temiz Üretim,» Bölgesel Çevre Merkezi- REC Türkiye, 2011.
- [69] UNEP, «Understanding Cleaner Production,» UNEP. [Çevrimiçi]. [%1 tarihinde erişilmiştir10 09 2018. (<http://www.unep.fr/scp/cp/understanding/industries.htm>)].
- [70] E. Öztürk, H. Köseoğlu, M. Karaboyacı, N. Yiğit, Ü. Yetiş ve M. Kitiş, «Sustainable textile production: cleaner production assessment/eco/efficiency analysis study in a textile mill,» Journal of Cleaner Production, cilt 138, no. 2, pp. 248-263, 2016.
- [71] Environmental Technology Best Practice Programme (ETBPP), «Water and Chemical Use in Textile Dyeing and Finishing (No. GG62),» 1997.
- [72] N.C. Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance (NCDENR), «Water Efficiency Industry Specific Processes: Textiles. North Carolina.,» 2009.

- [73] M. Shaikh, «Water conservation in textile industry.,» Pakistan Textile Journal, cilt 9, no. 48-51, 2009.
- [74] L. Greer, E. Keane ve Z. Lin, «Ten Best Practices for Textile Mills to Save Money and Reduce Pollution: a Practical Guide for Responsible Sourcing.Natural,» 2010. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.nrdc.org/international/cleanbydesign/files/rsifullguide.pdf>.
- [75] M. S. N. Chougule, «Novel techniques of water recycling in textile wet processing through best management practices (BMP's),» Int. J. Adv. Sci. Technol., cilt 1, pp. 29-33, 2012.
- [76] E. Öztürk, M. Karaboyacı, H. Koseoglu, N. Yigit, Ü. Yetis ve M. Kitiş, «Water and Chemical Management Studies for Cleaner Production in a Textile Industry,» Chemical Engineering Transactions, no. 39, pp. 493-498, 2014.
- [77] C. Palanichamy, C. Nadarajan, P. Naveen, N. Babu ve Dhanalakshmi, «Budget Constrained Energy Conservation—An Experience With a Textile Industry,» IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, cilt 16, no. 4, 2001.
- [78] X. Lu, L. Liu, R. Liu ve J. Chen, «Textile wastewater reuse as an alternative water source for dyeing and finishing processes: A case study,» Desalination, cilt 258, no. 1-3, pp. 229-232, 2010.
- [79] N. Loan, «Greening Textile Industry in Vietnam, Ph.D Thesis, Wageningen University,» Wageningen, 2011.
- [80] «Final Report on Solidaridad Cleaner Production Program China,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/helpdesk-afvalbeheer/publicaties/downloads-0/final-report-on/>.
- [81] E. Öztürk, M. Karaboyacı, H. Koseoglu, N. Ö. Yigit, Ü. Yetis ve M. Kitiş, «Water and Chemical Management Studies for Cleaner Production in a Textile Industry,» Chemical Engineering Transactions, no. 39, pp. 493-498, 2014.

EK-1 TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN İMALATI SEKTÖRÜNDE KAYNAK VERİMLİLİĞİ İLE İLİŞKİLİ MEVZUAT

Ülkemizde yürürlükte olan çevre ve enerji mevzuat değerlendirildiğinde, tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe kaynak verimliliği uygulamalarına dolaylı atıfların olduğu mevzuatlar yer almaktadır. Bu çerçevede, tekstil ürünlerinin imalatı ve tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektörünü ilgilendiren çevre ve enerji mevzuatı aşağıdaki gibi listelenebilir.

	Düzenlemenin Adı	Resmi Gazete Tarih ve Sayısı	
Kanun	Çevre Kanunu	11.08.1983 - 18132	
	Enerji Verimliliği Kanunu	2.07.2007 - 26510	
	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	10.05.2005 - 5346	
Tebliğ	Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği	14.12.2011 - 28142	
Yönetmelikler	Su	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	31.12.2004 - 25687
		Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği	08.01.2006 - 26047
	Enerji	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik	27.10.2011 - 28097
		Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği	5.12.2008 - 27075
	Atık	Atık Yönetimi Yönetmeliği	02.04.2015 - 29314
		Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği	30.07.2008 - 26952
		Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği	27.12.2017 - 30283
		Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği	22.05.2012 - 28300
	Hava	Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	19.07.2013 - 28712
		Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	03.07.2009 - 27277
		Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği	06.06.2008 - 26898
	Toprak	Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik	08.06.2010 - 27605
	İklim	Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik	17.05.2014 - 29003
		Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik	07.04.2017 - 30031
	Gürültü	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği	04.06.2010 - 27601
	Diğer	Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği	3.10.2013 - 28784

Tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe kaynak verimliliğine ilişkin mevzuat



Türkiye Cumhuriyeti
SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü
Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı
2151. Cadde NO:154/A 06510 Çankaya/ANKARA
T: (0 312) 201 50 00 - F: (0 312) 219 67 38
www.sanayi.gov.tr - www.temizuretim.gov.tr



TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 P.K. 21 41470 Gebze Kocaeli
T: (0 262) 677 20 00 - F: (0 262) 641 23 09
www.mam.tubitak.gov.tr - mam@tubitak.gov.tr

ISBN : 978-605-4889-34-1