

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENTEGRE KİRLİLİK ÖNLEME VE
KONTROLÜ VE TEMİZ ÜRETİM UYGULAMALARI**

Emrah ÖZTÜRK

**Danışman
Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ**

**II. Danışman
Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI**

**DOKTORA TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Emrah ÖZTÜRK]

TEZ ONAYI

Emrah ÖZTÜRK tarafından hazırlanan "Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü ve Temiz Üretim Uygulamaları" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ
Süleyman Demirel Üniversitesi

7/8/23

II. Danışman

Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI
Süleyman Demirel Üniversitesi

4/1/2023

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ülkü YETİŞ
Ortadoğu Teknik Üniversitesi

11/1/2023

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Nevzat Özgü YİĞİT
Süleyman Demirel Üniversitesi

8/1/2023

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gökhan CİVELEKOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi

1/1/2023

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet BEYHAN
Süleyman Demirel Üniversitesi

2/1/2023

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Bilgehan İlker HARMAN
Süleyman Demirel Üniversitesi

2/1/2023

Enstitü Müdürü

Prof.Dr.Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Emrah ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	xi
TEŞEKKÜR.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. Tekstil Sektörü	7
2.1.1. Tekstil endüstrisinde kullanılan lifler	7
2.1.1.1. Doğal lifler	9
2.1.1.2. Sentetik lifler.....	10
2.1.2. Tekstil endüstrisi üretim prosesleri.....	13
2.1.2.1. Sentetik lif üretimi	13
2.1.2.2. İplik üretimi	14
2.1.2.3. Kumaş üretimi.....	17
2.1.3. Tekstil terbiye ve boyama prosesleri	18
2.1.3.1. Tekstil liflerinin terbiyesi.....	18
2.1.3.2. Tekstil liflerinin boyanması	22
2.1.4. Tekstil endüstrisinde su tüketimi ve atıksu oluşumu.....	27
2.1.5. Tekstil endüstrisinde kimyasal/boyarmadde tüketimi	30
2.1.6. Tekstil endüstrisinde enerji tüketimi	31
2.1.7. Tekstil endüstrisinde buhar tüketimi	32
2.1.8. Tekstil endüstrisinin çevreye potansiyel etkileri	33
2.2. Türkiye’de Tekstil Sektörü.....	38
2.3. Temiz Üretim	41
2.4. IPPC Direktifi ve TSEKÖKT	43
3. MATERYAL VE YÖNTEM	47
3.1. Birinci İş Paketi: Mevcut Durum Analizi.....	52
3.2. İkinci İş Paketi: İşletmelerin Kaynak Kullanımı, Teknik ve Çevresel Performanslarının Değerlendirilmesi	55
3.3. Üçüncü İş Paketi: MET Önerilerinin Belirlenmesi	56
3.3.1. Çok Ölçütlü Karar Verme Metotları.....	58
3.3.1.1. Kriter Ağırlıklandırma Metotları	58
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	61
4.1. İpliksan Isparta İplik Sanayi A.Ş.....	61
4.1.1. İpliksan mevcut durum analizi	61
4.1.1.1. İpliksan işletmesinde üretimde kullanılan lifler ve miktarları .	67
4.1.1.2. İpliksan işletmesi üretim miktarları ve dağılımı	68
4.1.1.3. İpliksan işletmesinde kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi	70
4.1.1.4. İpliksan işletmesinde su tüketiminin değerlendirilmesi.....	83
4.1.1.5. İpliksan işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi	91
4.1.1.6. İpliksan işletmesi katı atık miktarları ve özellikleri.....	106
4.1.1.7. İpliksan işletmesi atık gaz emisyonları ve özellikleri	109
4.1.1.8. İpliksan atıksu miktar ve özellikleri.....	113

	Sayfa
4.1.1.9. İpliksan işletmesinde mevcut yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi.....	127
4.1.1.10. İpliksan işletmesinde prosesler bazında kütle ve enerji denklilikleri.....	128
4.1.2. İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi.....	141
4.1.2.1. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	141
4.1.2.2. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	144
4.1.2.3. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	147
4.1.2.4. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	150
4.1.2.5. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin literatür çerçevesinde tartışılması.....	151
4.1.2.6. İşletmede spesifik atık gaz emisyonlarının literatür çerçevesinde tartışılması.....	155
4.1.2.7. İşletmede spesifik katı atık miktarlarının literatür çerçevesinde tartışılması.....	155
4.1.3. İpliksan işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi.....	156
4.1.4. İpliksan işletmesi özelinde MET önerilerinin belirlenmesi.....	161
4.1.4.1. İşletmede MET önerisi seçiminde ilk adım.....	161
4.1.4.2. İşletmede MET önerisi seçiminde ikinci adım.....	162
4.1.4.3. İşletmede MET önerisi seçiminde üçüncü adım.....	162
4.1.5. İpliksan işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydaların değerlendirilmesi.....	166
4.1.5.1. İyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	166
4.1.5.2. Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	172
4.1.5.3. Enerji optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	181
4.1.5.4. Kimyasal değişimi ve minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	185
4.1.5.5. Makine modifikasyonu ve değişimi kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	190
4.1.6. İşletmede MET önerileri ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	193
4.1.6.1. Proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	194
4.1.6.2. Enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	195
4.1.6.3. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	196

	Sayfa
4.1.6.4. Katı atık miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	197
4.1.6.5. İşletmede MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesi	197
4.2. Çiçek Tekstil A.Ş.	202
4.2.1. Çiçek Tekstil mevcut durum analizi	202
4.2.1.1. Çiçek Tekstil işletmesinde üretimde kullanılan lifler ve miktarları.....	207
4.2.1.2. Çiçek Tekstil işletmesi üretim miktarları ve dağılımı.....	208
4.2.1.3. Çiçek Tekstil işletmesinde kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi	210
4.2.1.4. Çiçek Tekstil işletmesinde su tüketiminin değerlendirilmesi ..	225
4.2.1.5. Çiçek Tekstil işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi	233
4.2.1.6. Çiçek Tekstil işletmesinde katı atık miktarları ve özellikleri ..	246
4.2.1.7. Çiçek Tekstil işletmesi baca gazı emisyonları ve özellikleri...	249
4.2.1.8. Çiçek Tekstil işletmesi atıksu miktar ve özellikleri.....	254
4.2.1.9. Çiçek Tekstil işletmesinde mevcut yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi	268
4.2.1.10. Çiçek Tekstil işletmesinde prosesler bazında kütle ve enerji denglikleri	270
4.2.2. İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi.....	276
4.2.2.1. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	276
4.2.2.2. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	278
4.2.2.3. İşletmenin spesifik kimyasal ve boyarmadde tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması	281
4.2.2.4. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	284
4.2.2.5. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin literatür çerçevesinde tartışılması	285
4.2.2.6. İşletmede spesifik baca gazı emisyonlarının literatür çerçevesinde tartışılması.....	288
4.2.2.7. İşletmede spesifik katı atık miktarlarının literatür çerçevesinde tartışılması.....	289
4.2.3. Çiçek Tekstil işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi	290
4.2.4. Çiçek Tekstil işletmesi özelinde MET önerilerinin belirlenmesi	296
4.2.4.1. İşletmede MET önerisi seçiminde ilk adım	296
4.2.4.2. İşletmede MET önerisi seçiminde ikinci adım	297
4.2.4.3. İşletmede MET önerisi seçiminde üçüncü adım	297
4.2.5. Çiçek Tekstil işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydaların değerlendirilmesi	300
4.2.5.1. İyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	300

	Sayfa
4.2.5.2. Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	304
4.2.5.3. Enerji optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	310
4.2.5.4. Kimyasal değişimi ve minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri.....	313
4.2.5.5. Boru sonu uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri	317
4.2.6. İşletmede MET önerileri ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	317
4.2.6.1. Proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	318
4.2.6.2. Enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi.....	320
4.2.6.3. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	320
4.2.6.4. Katı atık miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	321
4.2.6.5. İşletmede MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesi.....	322
4.3. Güvenç Boya San. Tic. Ltd.	325
4.3.1. Güvenç Boya mevcut durum analizi.....	325
4.3.1.1. Güvenç Boya işletmesinde üretimde kullanılan lifler ve miktarları.....	328
4.3.1.2. Güvenç Boya işletmesi üretim miktarları ve dağılımı	329
4.3.1.3. Güvenç Boya işletmesinde kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi.....	330
4.3.1.4. Güvenç Boya işletmesinde su tüketiminin değerlendirilmesi.	339
4.3.1.5. Güvenç Boya işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi.....	345
4.3.1.6. Güvenç Boya işletmesi katı atık miktarları ve özellikleri.....	350
4.3.1.7. Güvenç Boya işletmesi baca gazı emisyonları ve özellikleri..	353
4.3.1.8. Güvenç Boya atıksu miktar ve özellikleri	356
4.3.1.9. Güvenç Boya işletmesinde mevcut yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi.....	368
4.3.1.10. Güvenç Boya işletmesinde prosesler bazında kütle ve enerji akışları.....	369
4.3.2. İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi.....	371
4.3.2.1. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	371
4.3.2.2. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	373
4.3.2.3. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması	374
4.3.2.4. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması.....	376

	Sayfa
4.3.2.5. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin literatür çerçevesinde tartışılması	377
4.3.2.6. İşletmede spesifik baca gazı emisyon değerlerinin literatür çerçevesinde tartışılması	378
4.3.2.7. İşletmede spesifik katı atık değerlerinin literatür çerçevesinde tartışılması.....	379
4.3.3. Güvenç Boya işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi	380
4.3.4. Güvenç Boya işletmesi özelinde MET önerilerinin belirlenmesi	385
4.3.4.1. İşletmede MET önerisi seçiminde ilk adım	386
4.3.4.2. İşletmede MET önerisi seçiminde ikinci adım	386
4.3.4.3. İşletmede MET önerisi seçiminde üçüncü adım	387
4.3.5. Güvenç Boya işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydaların değerlendirilmesi	392
4.3.5.1. İyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri	392
4.3.5.2. Su tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri	395
4.3.5.3. Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri	402
4.3.5.4. Kimyasal değişimi/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri	403
4.3.5.5. Boru sonu arıtma uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri	407
4.3.6. İşletmede MET önerileri ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	408
4.3.6.1. Proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	408
4.3.6.2. Enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	410
4.3.6.3. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	411
4.3.6.4. Katı atık miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi	412
4.3.6.5. İşletmede MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesi	412
4.4. İşletmelerde Temiz Üretim Uygulamaları Öncesinde ve Sonrasında Teknik, Çevresel ve Ekonomik Performanlardaki Değişimlerin Değerlendirilmesi	415
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	419
KAYNAKLAR	425
EKLER	441
ÖZGEÇMİŞ	483

ÖZET

Doktora Tezi

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENTEGRE KİRLİLİK ÖNLEME VE KONTROLÜ VE TEMİZ ÜRETİM UYGULAMALARI

Emrah ÖZTÜRK

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ

II. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI

Tekstil endüstrisi karmaşık üretim proseslerinden ve çok sayıda alt sektörden oluşan heterojen bir yapıya sahiptir. Tekstil üretim proseslerinde su, enerji ve kimyasal tüketimleri yoğun olmakla birlikte işlenen lif türü-formuna, uygulanan tekniklere ve teknolojilere bağlı olarak değişmektedir. Dolayısı ile endüstriden kaynaklanan çevre sorunlarının başında yüksek kaynak tüketimleri, çevresel deşarjlar ve emisyonlar gelmektedir. Günümüzde endüstriyel aktivitelerin çevre üzerinde oluşturduğu negatif etkilerin azaltılmasında “kirlilik kontrolü” ve “temiz üretim” olmak üzere iki temel yaklaşım öne çıkmaktadır. Kirlilik kontrolü yaklaşımı, kirliliği daha iyi tanımlanmasına, arıtma ve bertarafına odaklanmaktadır. Bu yaklaşım özellikle küçük-orta ölçekli işletmeleri ekonomik ve teknik açılardan oldukça zorlamakta ve endüstriyel kirlenmenin minimize edilmesinde çoğu zaman yetersiz kalabilmektedir. Temiz üretim yaklaşımı ise kirliliği proje, kaynak kullanımı ve üretim proseslerindeki yetersizlik, verimsizlik ve etkisizliğin bir sonucu olarak görmektedir. Bu nedenle temiz üretim yaklaşımı, kirliliğin kaynağında önlenmesini ve çevrenin bir bütün olarak korunmasını ilke edinmektedir. İşletmelerde temiz üretimin yapılandırılması ile teknik, çevresel ve ekonomik performanslarda önemli artışlar sağlanabilmektedir. Ayrıca temiz üretim, yerine getirilmesi gereken çevresel standartlar/limitlerin karşılanması konusunda işletmelere önemli avantajlar sağlayabilmektedir.

Türk imalat sanayinde ve ekonomisinde tekstil endüstrisi oluşturduğu katma değerler ve ihracat gelirleri açısından önemli bir yere sahiptir. Ayrıca, Türkiye, Avrupa’nın en önemli tekstil tedarikçisi konumundadır. Avrupa Birliği (AB) tam üyelik sürecindeki Türkiye’de mevcut yasal alt yapının AB standartlarına uyumlaştırılması çalışmaları devam etmektedir. Bu kapsamda “Integrated Pollution Prevention and Control Directive-IPPC (96/61/EC)” uyumlaştırma sürecinde değerlendirilen başlıca direktiflerden olmuştur. Direktif, oluşan endüstriyel kirliliğin kaynağında entegre bir yaklaşımla önlenmesinde “mevcut en iyi tekniklerin (MET/BAT)” uygulanmasını esas almaktadır. MET’lerin temelini ise, çevreyi korumak için uygun tekniklerin seçimi ile çevresel fayda ve maliyetler arasında bir denge sağlanması oluşturmaktadır. IPPC Direktifi’nin ve MET’lerin sektöre uyumunu kolaylaştırmak ve hızlandırmak amacıyla AB IPPC Bürosu tarafından sektörel BAT Referans

Dokümanları (BREF) hazırlanmıştır. IPPC Direktifi 2010 yılında hazırlanan ve yedi adet ayrı direktifi de kapsayacak biçimde, Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED, 2010/75/EU) olarak yeniden düzenlenmiştir. Türkiye'nin AB tam üyelik sürecinde henüz IED ulusal mevzuata aktarılmamış olsa da, Türkiye'de Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (TSEKÖK) Tebliği'nin 2011 yılında yürürlüğe girmesiyle, söz konusu direktifin uyumlaştırılması anlamında bir aşama kaydedilmiştir. Türkiye'de IPPC/IED uyumlaştırma takvimine göre 2015 yılında entegre izne geçiş sürecinin ve 2018'de söz konusu direktiflere tam uyumlaştırmanın tamamlanması planlanmaktadır. Bu kapsamda ülkemizde IPPC/IED uyum sürecinin daha kolay ve başarıyla tamamlanması adına endüstriyel uygulama örneklerine, yeni teknik ve yöntemlerin geliştirilmesine, sektörel temiz üretim kılavuz dokümanlarının hazırlanmasına ve uygulayıcılar için yol gösterici bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasında farklı tekstil alt sektörlerinde faaliyet gösteren üç tekstil işletmesinde temiz üretim çalışmaları yürütülmüştür. Söz konusu işletmelerden ilki Isparta İli'nde faaliyet göstermektedir. İşletmede ağırlıklı olarak akrilik-yün halı-el örgü ipliği üretimi ve iplik terbiye-boyaması yapılmaktadır. Diğer iki tekstil işletmesi ise ülkemizde tekstil üretiminde önde gelen illerimizden olan Denizli İli'nde faaliyet göstermektedir. Söz konusu işletmelerde ağırlıklı olarak pamuklu ve poliester dokuma-örgü kumaş terbiyesi-boyaması yapılmaktadır. Her bir tekstil işletmesinin üretim kapasiteleri 10 ton/gün'ün üzerindedir. İşletmelerde yürütülen temiz üretim çalışmaları üç temel iş paketinden oluşmuştur. Birinci iş paketi kapsamında her bir işletmede yerinde yapılan incelemeler ile işletmelerin detaylı mevcut durum analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda proses girdilerinin (su, enerji, kimyasal, ham tekstil materyali vb.) ve çıktılarının (atıksu, atık gaz, atık ısı, katı atık vb.) nitelik ve nicelikleri belirlenmiştir. Her bir işletmede hamsu ve yumuşatılmış sulardan farklı periyotlarda numuneler alınarak pH, elektriksel iletkenlik, sertlik, toplam organik karbon (TOC) vb. parametreleri analiz edilmiştir. Böylelikle iyon değiştirici reçinelerinin performansları değerlendirilmiş ve üretim proseslerinde kullanılan yumuşatılmış su kalitesi belirlenmiştir. Ayrıca işletmelerde prosesler bazında tüm atıksu kaynaklarından üretimde kullanılan reçeteler göz önünde bulundurularak farklı periyotlarda numuneler alınmıştır. Atıksu numunelerinin pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk parametreleri analiz edilmiştir. Buna göre işletmelerde oluşan atıksuların geri kazanım/tekrar kullanım (arıtılarak/direk geri kullanım) potansiyelleri değerlendirilmiştir. İşletmelerde özellikle yıkama-durulama atıksularının önemli bir bölümünün aynı proste veya yeni boyama banyolarının hazırlanmasında direk geri kullanılabilineceği (arıtılmadan) belirlenmiştir. Kompozit atıksulardan da numuneler alınarak pH, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katılar (TDS), KOİ, AKM, toplam azot (TN), toplam fosfor (TP), renk vb. parametreleri analiz edilmiştir. Yapılan tüm su ve atıksu analizlerinde Standart Metotlar kullanılmıştır. Prosesler bazında oluşan atıksuların spesifik kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Ayrıca her bir işletmede kimyasal envanteri çalışmaları yürütülmüş ve işletme kullanılan tüm kimyasalların “malzeme güvenlik bilgi formları (MSDS)” incelenmiştir. Bu kapsamda işletmelerde kullanılan kimyasalların biyodegradasyon, eliminasyon oranları ve toksisite özellikleri (LC₅₀, LD₅₀, EC₅₀ ve IC₅₀) değerlendirilmiştir. Böylelikle çevre ve insan sağlığı açısından riskli kimyasallar tespit edilmiştir. Ayrıca, işletmelerde prosesler bazında spesifik ısı ve elektrik enerjisi tüketimleri ile spesifik atık ısı, atık gaz emisyonları ve katı atık miktarları hesaplanmıştır.

İşletmelerde mevcut yönetim uygulamaları da incelenmiştir. Prosesler bazında kütle-enerji denklilikleri oluşturulmuştur.

Tez çalışmasında ikinci iş paketinde işletmenin mevcut durum analizi sonuçlarına göre temiz üretime uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda her bir işletme için spesifik performans kriterleri literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer üretim yapısına sahip işletmeler bazında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu sayede tekstil işletmelerinde temiz üretim uygulamaları ile sağlanacak potansiyel tasarruflar/faydalar belirlenmiştir. Ayrıca işletmelerde ihtiyaç duyulan temiz üretim önerilerinin temel perspektifi oluşturulmuştur. Tez çalışmasının üçüncü iş paketinde ise her bir işletme özelinde teknik, ekonomik ve çevresel performansların artırılmasında ihtiyaç duyulan temiz üretim önerileri (iyi yönetim uygulamaları, su ve enerji tüketimlerinin optimizasyonu ve minimizasyonu, kimyasal tüketimi minimizasyonu ve değişimi, makine modifikasyonu, boru-sonu arıtım teknikleri) belirlenmiştir. Bu kapsamda üç aşamalı istatistiksel yöntemler (Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi-ÇKVM, Kriter Ağırlıklandırma Metodu-KAM, Basit Sıralama Metodu-BSM ve Ağırlıklandırılmış Toplama Metodu-ATM) kullanılmıştır. Sonuçta işletmeler özelinde belirlenen nihai “mevcut en iyi teknikler-MET/BAT” işletme yetkilileri ile birlikte tekno-ekonomik ve uygulanabilirlik açılarından değerlendirilmiştir. Belirlenen nihai MET’ler ile sağlanacak potansiyel teknik, çevresel ve ekonomik tasarruflar/faydalar değerlendirilmiştir. Ayrıca her bir nihai MET önerisi için geri ödeme süreleri belirlenmiştir. İşletmelerde su tüketimlerinde %35-65, enerji tüketimlerinde %11-34, kimyasal tüketimlerinde %16-43 oranlarında tasarruflar sağlanacağı hesaplanmıştır. Ayrıca atıksu miktarlarında %31-66, atıksu kirlilik yükünde %26-72, atık gaz emisyonlarında %12-38, katı atık miktarlarında %5-20, oranında potansiyel azalmalar sağlanacağı belirlenmiştir. İşletmelere önerilen çeşitli nihai MET’lerin geri ödeme sürelerinin ise 1-36 ay olacağı belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen temel sonuçlara dayanarak, endüstrilerde temiz üretimin yapılandırılması ile kaynak kullanımları ve atıklar/emisyonlarda önemli ölçüde iyileşmeler sağlanabilmektedir. Ancak endüstrilerde temiz üretimin yapılandırılmasında bazı önemli noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar; prosesler bazında detaylı temiz üretim etütlerinin yapılması ve mevcut performansların değerlendirilmesinde doğru yöntemlerin seçilmesidir. Bu sayede işletmeler özelinde en yüksek teknik, çevresel ve ekonomik tasarruf/faydayı sağlayacak temiz üretim önerileri seçilebilir. Ayrıca başarılı temiz üretim uygulamaları ile endüstriyel işletmelerin üretim maliyetleri azaltılmakta ve rekabet güçleri mümkün olduğunca artırılabilir. Ulusal çevre mevzuatımızda temiz üretim yaklaşımına dair uygulamaların daha aktif kullanımının ve denetiminin sağlanması, temiz üretimin “çevresel etki değerlendirme (ÇED)” sürecine adapte edilmesi ile önemli avantajlar sağlanabilir. Gelecekte diğer tekstil alt sektörlerinde ve farklı endüstrilerde temiz üretim çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca endüstriyel uygulayıcılar için farklı temiz üretim teknikleri ve değerlendirme metodlarını içeren kılavuz niteliğinde bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED), Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC), mevcut en iyi teknikler (MET/BAT), tekstil endüstrisi, Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği, temiz üretim.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

APPLICATIONS OF INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL AND CLEAN PRODUCTION IN TEXTILE INDUSTRY

Emrah ÖZTÜRK

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ

Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mustafa KARABOYACI

Textile industry has heterogeneous structure with complex production chains and consists of many sub-sectors. Water, energy and chemical consumptions are intensive and specific consumptions can be variable depending on fiber form, applied techniques and technologies in textile production processes. Thus, high resource consumption, environmental discharges and emissions can be listed as the major environmental concerns of textile industry. Nowadays, “pollution control” and “clean production” approaches stand out for the reduction of the negative effects of industrial activities on the environment. Pollution control approach is mainly focused on better definition of pollution and improved treatment and disposal strategies. This approach is generally ineffective in terms of pollution minimization and bring technical and economical difficulties for small-medium sized industrial companies. According to the cleaner production approach pollution is a result of project, resource consumption and inefficiency, failure, ineffectiveness in the production processes. Therefore, main principle of the clean production approach is the prevention of pollution at the source and integrated protection of environment. Technical, environmental and economical performances of industrial companies can be increased with the application of clean production strategies. In addition, clean production provides advantages in terms of legal discharge standards/limits.

Textile industry has a significant role in Turkish manufacturing industry and economy because of the significant export incomes. Turkey is one of the most important textile suppliers of Europe. Within the Turkey’s efforts for the on-going European Union (EU) accession process, harmonization of current legal infrastructure with EU standards is underway. In this context, Integrated Pollution Prevention and Control Directive-IPPC (96/61/EC) which was published in 1996 by EU, was the main directive which has been evaluated during the harmonization procedure of EU accession process. Directive is based on “best available techniques (BAT/MET)” approach for the prevention of pollution at source. The basis of the MET on the selection of appropriate techniques to protect the environment and obtain a balance between environmental benefits and costs. Sectoral BAT References Documents are published by EU IPPC Bureau for IPPC directive and MET to facilitate compliance with industry. IPPC directive is rearranged as “Industrial

Emissions Directive-IED (2010/75/EU)” which includes seven different directives in 2010. IED has not been introduced to Turkish legislation but the first step has been taken with the publication of “Integrated Pollution Prevention and Control in Textile Sector Communiqué (Turkish BREF)” in 2011 for the harmonization of directive in Turkey. According to harmonization calendar, it is planned that the integrated permission process will be completed in 2015 and entire harmonization process will be completed in 2018. Thus, cleaner production implementations, development of new cleaner production techniques and methodologies, preparation of sector based manuals and documents and related scientific studies were needed for legislators and stakeholders on behalf of the successful harmonization process of Turkey on IPPC-IED directives.

In this thesis study, cleaner production assessment studies were conducted in three textile mills which serve for different textile sub-sectors. The first studied textile mill, located in the City of Isparta, mainly produces acrylic/wool hand knitting and carpet yarn with subsequent finishing-dyeing. The other two studied mills, located in Denizli province where is the major textile manufacturer and exporter in Turkey, were employing cotton and polyester weaving-knitting fabric and subsequent finishing-dyeing. Total production capacities of the mills were over 10 ton/day. Studies were consisted of three working package. In the first working package of the study, on-site investigations were performed. Production processes analyses were performed in detail. Specific consumptions (water, energy, chemical etc.) and waste/emissions (wastewater, waste flue gas, waste heat, solid waste etc.) were determined in all studied mills. Groundwater and softened groundwater samples were collected and pH, conductivity, hardness, total organic carbon (TOC) etc. parameters were analyzed. Thus, performance of ion-exchanger unit was evaluated and softened water quality requirements of wet processes were determined. Moreover, all wastewater generation points were determined and wastewater samples were collected in different periods to represent different dyeing recipes. Wastewater samples pH, conductivity, chemical oxygen demand (COD), total suspended solid (TSS) and color parameters were analyzed. According to the results, recovery/reuse (with treatment or without treatment) potentials of wastewaters were evaluated in the mills. Washing-softening wastewaters can be directly reused (without treatment) in the procedure of new dye-bath preparation. Composite wastewater samples were also collected in different periods and parameters of pH, conductivity, total dissolved solid (TDS), COD, TSS, total nitrogen (TN), total phosphorous (TN) and color etc were analyzed. All water and wastewater analyses were performed according to the Standard Methods. Specific pollutant loads of wastewater were calculated based on the wet process. Thus, a chemical inventory study was also conducted and material safety data sheets (MSDSs) were investigated, especially based on biodegradability, bioaccumulation and toxicity (LC_{50} , LD_{50} , EC_{50} and IC_{50}). In the studied mills, specific thermal and electric energy consumptions were calculated. Moreover, specific waste heat, waste flue gas emissions and solid waste value based on the production processes were also determined in the mills. On the other hand, management practices were also investigated. Company-wide mass-energy balance analyses were performed on production inputs and outputs of all studied mills.

In the second working package of this thesis, performances of the studied mills were evaluated in terms of cleaner production assessments. In this context, determined specific performance criteria in the mills were compared with similar mills and IPPC

BREF document. Thus, potential reduction and benefits and main perspective of suggested cleaner production techniques were determined in the mills. In the third work package of the study, cleaner production suggestions (good management practices, water and energy consumption optimization/minimization, chemical minimization and substitution, machinery modifications, end of pipe treatment) were determined on the basis of IPPC BREF and Turkish BREF documents. In this context, three statistical methods (Multi-Criteria Decision Making-MCDM, Simple Ranking Method-SRM, Weighting Criteria Method-WCM, and Weighted Sum Method-WSM) were used. In addition, suggested “best available techniques-BATs” were discussed with facility management in terms of techno-economics and practical applicability. Identified BATs were evaluated in terms of potential environmental, technical and economical benefits/reductions. Potential pay-back periods of the BATs were calculated for each suggested BAT. Thus, technical, environmental and economical reductions/benefits can be obtained with BAT techniques in the mills. After the implementations of suggested BATs, following reductions can be achieved; water consumption: 35-65%, energy consumption: 11-34%, chemical consumption: 16-43%, wastewater flowrate: 31-66%, wastewater pollutant load: 26-72%, waste flue gas emission: 12-38% and solid waste generation: 5-20%. It was found that by the application of various suggested BATs the pay-back period of such investments is ranged between 1-36 months.

Based on the overall results obtained in this study, significant reductions in resource consumption, waste generation and emissions could be achieved with the implementation of cleaner production approach in industrial production processes. However, it should be underlined that the most critical points of the implementation of cleaner production approach were; conducting detailed cleaner production studies and selection of appropriate performance assessment methods. Therefore, best cleaner production technique in terms of technical, economical and environmental aspects can be selected. Successful implementation of cleaner production techniques may decrease production costs and enhance competitiveness. Significant advantages can be achieved by the adoption of cleaner production approach in the frame of national environmental legislation and “environmental impact assessment (EIA)” process. Further cleaner production studies in different sub-sectors of textile industry should be conducted in the future. Moreover, guidelines including different clean production techniques and assessment methods should be prepared for industry practitioners.

Keywords: Industrial Emissions Directive (IED), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), best available techniques (MET/BAT), textile industry, Integrated Pollution Prevention and Control Communiqué in Textile Sector, clean production.

2014, 484 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca yol göstericiliği ve her konudaki desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ'e şükranlarımı sunarım. Fikirleri, görüşleri ve tecrübeleri ile tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen eş danışmanın Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI'ya teşekkürlerimi sunarım. Fikir ve görüşleri ile tezin olgunlaşmasına katkı sağlayan tez izleme komitesinin değerli üyeleri Prof. Dr. Ülkü YETİŞ ve Doç. Dr. Nevzat Özgü YİĞİT'e sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmasının yürütülmesinde tesislerini açan ve her türlü yardımı esirgemeyen; Makine Mühendisi Bahadır YILMAZ nezdinde İpliksan A.Ş. ailesine, Makine Mühendisi Remzi SARIKAYA ve Kimyager İlhan GÜRBÜZ nezdinde Çiçek Tekstil A.Ş. ailesine ve Makine Mühendisi Barış KOCAK, Kimyager Merve ŞAHAN nezdinde Güvenç Boya ailesine teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bilgi-deneyim paylaşımı ve laboratuvar analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Çevre Yüksek Mühendisi Ülkü EMER nezdinde Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi ve DUYEM ailelerine teşekkür ederim. Tez kapsamında yürütülen laboratuvar analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Bilgehan İlker HARMAN, Çevre Yüksek Mühendisi Recep PARTAL ve Hacer BAYIR'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarımda desteğini esirgemeyen Dr. Hasan KÖSEOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu tez çalışmama ve tüm yaşamım boyunca sevgilerini ve desteklerini her koşulda hissettiğim annem Ümmüşen ÖZTÜRK, babam Fuat ÖZTÜRK, kardeşim Özge ÖZTÜRK ve sabrı başta olmak üzere her türlü desteği için değerli arkadaşım Çevre Yüksek Mühendisi Pınar HASANOĞLU'na sonsuz şükranlarımı sunarım.

Emrah ÖZTÜRK
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Tekstil endüstrisinde kullanılan lifler	8
Şekil 2.2. Tekstil liflerinin boyamasında kullanılan boyarmaddeler	23
Şekil 3.1. Yürütülen MET belirleme çalışmaları özet diyagramı	57
Şekil 4.1. Tesisin yıllık boyama üretiminin kapasite dağılımı	63
Şekil 4.2. HT ve çile terbiye-boyama prosesi akış diyagramları	65
Şekil 4.3. LP ve VP baskı boyama prosesi akış diyagramları.....	65
Şekil 4.4. İpliksan genel iş akış şeması özet diyagramı	66
Şekil 4.5. Boyahane ünitesinde ortalama üretimin dağılımı	69
Şekil 4.6. İşletmede kullanılan boyarmaddelerin ve yardımcı kimyasalların prosesler bazında dağılımı	72
Şekil 4.7. İşletmede toplam su tüketiminin dağılımı.....	85
Şekil 4.8. İşletmede hamsu ve proses suyu tüketiminin dağılımı	86
Şekil 4.9. İşletmede ortalama elektrik tüketimi ve üretimin aylık dağılımı.....	92
Şekil 4.10. İşletmede elektrik tüketiminin üniteler ve prosesler bazında dağılımı.....	94
Şekil 4.11. İplikhane ve boyahane üniteleri içerisinde prosesler bazında elektrik tüketiminin dağılımı.....	95
Şekil 4.12. İpliksan işletmesinde doğalgaz tüketiminin dağılımı	99
Şekil 4.13. İpliksan işletmesinde kömür tüketiminin dağılımı	99
Şekil 4.14. İşletmenin ortalama doğalgaz ve kömür tüketiminin karşılaştırılması	99
Şekil 4.15. İşletmede doğalgaz ve kömür tüketiminin dağılımı.....	100
Şekil 4.16. İşletmede prosesler bazında oluşan deşe miktarlarının dağılımı	108
Şekil 4.17. İşletmede kaynaklarına göre ortalama atıksu miktarlarının dağılımı.....	115
Şekil 4.18. Boyahane ünitesi kütle ve enerji akışı diyagramı	132
Şekil 4.19. HT terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı	133
Şekil 4.20. Çile terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı	134
Şekil 4.21. LP baskı boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı	135
Şekil 4.22. VP baskı boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı	136
Şekil 4.23. İplikhane ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı	137
Şekil 4.24. Final ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı	138
Şekil 4.25. İpliksan işletmesi için kütle ve enerji akış diyagramı	140
Şekil 4.26. HT-over flow proses akım şeması	205
Şekil 4.27. Pad-batch proses akım şeması	206
Şekil 4.28. İşletmede prosesler bazında kimyasal madde ve boyarmadde tüketiminin dağılımı	214
Şekil 4.29. İşletmede toplam su tüketiminin dağılımı	227
Şekil 4.30. İşletmede hamsu ve proses suyu tüketiminin dağılımı	227
Şekil 4.31. İşletmede elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı	235
Şekil 4.32. İşletmede boyahane ünitesi ve kurutma ünitesinde elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı	236
Şekil 4.33. İşletmede pad-batch üretim hattında elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı.....	236
Şekil 4.34. İşletmede prosesler/makineler bazında elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı.....	237
Şekil 4.35. İşletmede kömür tüketiminin aylık bazda değişimi	241

	Sayfa
Şekil 4.36. İşletmede kaynaklarına göre ortalama atıksu miktarlarının dağılımı.....	256
Şekil 4.37. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi ve atıksu deşarj eden tekstil işletmelerinin yerleşim haritası	268
Şekil 4.38. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi yerleşim haritası	268
Şekil 4.39. HT-over flow terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı.....	273
Şekil 4.40. Pad-batch terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı.....	274
Şekil 4.41. Çiçek Tekstil işletmesi için kütle ve enerji akış diyagramı	275
Şekil 4.42. Güvenç Boya işletmesi pamuklu ve PES kumaşlar için HT-over flow proses akım diyagramları	327
Şekil 4.43. İşletmede hamsu tüketiminin prosesler bazında dağılımı	341
Şekil 4.44. İşletmede kaynaklarına göre atıksu miktarlarının dağılımı.....	357
Şekil 4.45. Güvenç Boya işletmesi kütle ve enerji akış diyagramı	370

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Tekstil sektöründe spesifik su tüketimi değerleri	28
Çizelge 2.2. Tekstil endüstrisi alt sektörlerinde yaş proseslerde su tüketimi değerleri	28
Çizelge 2.3. Spesifik kimyasal madde tüketimi değerleri.....	30
Çizelge 2.4. Tekstil sektöründe spesifik enerji tüketimi değerleri.....	32
Çizelge 2.5. Tekstil sanayisindeki katı ve sıvı atıklar	38
Çizelge 3.1. Tezde yürütülen çalışmalar ve kapsamı	49
Çizelge 4.1. İpliksan işletmesi kurulu üretim kapasitesi.....	61
Çizelge 4.2. Üretimde kullanılan lif türlerinin miktar ve dağılımları	67
Çizelge 4.3. İşletmede prosesler bazında üretim miktarları.....	69
Çizelge 4.4. İmalatta kullanılan kimyasal maddelerin miktar ve kullanım alanları	70
Çizelge 4.5. İşletmede yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri	71
Çizelge 4.6. İşletmede prosesler bazında spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi	74
Çizelge 4.7. Akut ve sucul ortam toksisitesi değerlendirme kriterleri	75
Çizelge 4.8. İşletmede çevresel açıdan riskli kimyasallar ve özellikleri.....	77
Çizelge 4.9. İpliksan işletmesinde su tüketimi değerleri.....	85
Çizelge 4.10. İşletmede hamsu ve proses suyu spesifik tüketimleri	88
Çizelge 4.11. Prosesler bazında lif türü ve renk tonuna göre spesifik proses suyu tüketimleri	89
Çizelge 4.12. İşletmenin hamsu ve proses suyu karakterizasyonu	91
Çizelge 4.13. İşletmede prosesler bazında elektrik tüketimi.....	94
Çizelge 4.14. İşletmede prosesler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimi	97
Çizelge 4.15. Prosesler bazında ortalama doğalgaz ve kömür tüketiminin dağılımı	100
Çizelge 4.16. İşletmede spesifik doğalgaz ve kömür tüketimi.....	101
Çizelge 4.17. Prosesler bazında ortalama spesifik kömür ve doğalgaz tüketimleri	102
Çizelge 4.18. İşletmede prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri ve dağılımı	103
Çizelge 4.19. İşletmede prosesler bazında ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimleri	105
Çizelge 4.20. İşletmede katı atık miktarları ve kaynağı	106
Çizelge 4.21. İşletmede oluşan katı atıklar ve miktarları	108
Çizelge 4.22. Buhar kazanlarına ait teknik veriler	110
Çizelge 4.23. Baca gazı emisyonu debileri ve sınır değerler	110
Çizelge 4.24. Prosesler bazında baca gazı emisyonlarının değerlendirilmesi	111
Çizelge 4.25. İşletmenin gaz emisyonu özellikleri ve spesifik emisyon değerleri	112
Çizelge 4.26. İşletmede prosesler bazında spesifik baca gazı emisyonları.....	112
Çizelge 4.27. İşletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları	114
Çizelge 4.28. İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları	116
Çizelge 4.29. Tekstil atıksuları tekrar kullanım kriterleri	117
Çizelge 4.30. Prosesler bazında yapılan atıksu karakterizasyonu sonuçları	121
Çizelge 4.31. İşletmede kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları	123
Çizelge 4.32. Endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarj limitleri	125

	Sayfa
Çizelge 4.33. Kanalizasyona verilen spesifik atıksu kirlilik yükü değerleri	126
Çizelge 4.34. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması.....	142
Çizelge 4.35. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması	142
Çizelge 4.36. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması.....	145
Çizelge 4.37. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik enerji tüketimleri açısından karşılaştırılması.....	146
Çizelge 4.38. İplik terbiye-boyamada spesifik kimyasal tüketimi	148
Çizelge 4.39. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması.....	148
Çizelge 4.40. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik kimyasal tüketimleri açısından karşılaştırılması	149
Çizelge 4.41. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması.....	151
Çizelge 4.42. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik atıksu miktarları açısından karşılaştırılması	153
Çizelge 4.43. Tipik tekstil atıksuyu karakteri	153
Çizelge 4.44. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik KOİ yükleri açısından karşılaştırılması	154
Çizelge 4.45. İşletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanabilecek potansiyel faydalar.....	157
Çizelge 4.46. İpliksan işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirmesi.....	159
Çizelge 4.47. Temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri	162
Çizelge 4.48. Ağırlık faktörü belirlemede kullanılan ekonomik ve çevresel fayda kriterleri	163
Çizelge 4.49. Öncelikli temiz üretim önerileri için ağırlık faktörü puanları.....	163
Çizelge 4.50. Öncelik düzeylerinin belirlemede kullanılan kriterler.....	165
Çizelge 4.51. İpliksan için nihai MET önerilerinin sayısal dağılımı	166
Çizelge 4.52. İşletmede durulama/yıkama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK miktarları	175
Çizelge 4.53. İşletmede DGK'sı mümkün olan boyama atıksuları ve miktarları	179
Çizelge 4.54. İşletmede tesis temizliğinde geri kullanılabilinecek proses atıksuları ve miktarları	181
Çizelge 4.55. Çeşitli MET'lerin potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süreleri	199
Çizelge 4.56. İşletmede belirlenen MET önerileri ile sağlanabilinecek potansiyel fayda/tasarruf oranları.....	201
Çizelge 4.57. Çiçek Tekstil işletmesi kurulu üretim kapasitesi	202
Çizelge 4.58. Çiçek Tekstil ortalama üretimin prosesler bazında dağılımı	203
Çizelge 4.59. İşletmede ham tekstil materyali miktarları ve üretim miktarları..	207
Çizelge 4.60. İşletmede yıllık üretim miktarları	208
Çizelge 4.61. İşletmede prosesler bazında ortalama üretim miktarları	209
Çizelge 4.62. İşletmede tekstil materyali bazında ortalama üretim miktarları ve dağılımı	209

	Sayfa
Çizelge 4.63. Çiçek Tekstil işletmesinde üretimde kullanılan kimyasal ve boyarmadde miktarları	211
Çizelge 4.64. İşletmede kimyasal tüketimi ve prosesler bazında dağılımı	213
Çizelge 4.65. İşletmede kullanılan yardımcı kimyasalların ve boyarmaddelerin ortalama miktarlarının prosesler bazında dağılımları	214
Çizelge 4.66. İşletmede spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi değerleri	215
Çizelge 4.67. İşletmede çevresel açıdan riskli kimyasallar ve özellikleri.....	217
Çizelge 4.68. Çiçek Tekstil işletmesinde su tüketimi değerleri	226
Çizelge 4.69. İşletmede hamsu ve proses suyu spesifik tüketimleri	231
Çizelge 4.70. İşletmenin hamsu ve proses suyu karakterizasyonu	233
Çizelge 4.71. İşletmesinde üretim hatlarında spesifik elektrik enerjisi tüketimi değerleri	238
Çizelge 4.72. İşletmede makineler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimi değerleri	239
Çizelge 4.73. İşletmede kömür ve doğalgaz tüketimleri.....	240
Çizelge 4.74. İşletmede prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri	243
Çizelge 4.75. İşletmede prosesler bazında ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimleri.....	245
Çizelge 4.76. İşletmede ortalama katı atık miktarları ve kaynağı.....	247
Çizelge 4.77. Çiçek Tekstil işletmesi spesifik katı atık miktarları oluşumu.....	248
Çizelge 4.78. İşletmede atık gaz emisyonu kaynakları ve kirleticiler parametreler	249
Çizelge 4.79. İşletmede yakma sistemlerinin teknik özellikleri	250
Çizelge 4.80. İşletmede atık gaz emisyonu kaynakları bazında kütleli debiler ve dağılımı	251
Çizelge 4.81. İşletmede emisyon kaynakları bazında kütleli debiler ve atık gaz emisyonu özellikleri	252
Çizelge 4.82. İşletmede atık gaz emisyonu parametrelerinin kütleli debileri...	253
Çizelge 4.83. İşletmede spesifik baca gazı emisyon değerleri.....	253
Çizelge 4.84. İşletmede prosesler bazında spesifik atık gaz emisyonu değerleri	254
Çizelge 4.85. İşletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları	256
Çizelge 4.86. İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları	259
Çizelge 4.87. Prosesler bazında atıksu karakterizasyonu sonuçları.....	262
Çizelge 4.88. İşletmede kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları	264
Çizelge 4.89. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi arıtılmış atıksu karakterizasyon sonuçları.....	265
Çizelge 4.90. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması	277
Çizelge 4.91. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması ..	278
Çizelge 4.92. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması	280
Çizelge 4.93. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik enerji tüketimleri açısından karşılaştırılması	280
Çizelge 4.94. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması	282

	Sayfa
Çizelge 4.95. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik kimyasal tüketimleri açısından karşılaştırılması	283
Çizelge 4.96. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması.....	285
Çizelge 4.97. Kumaş terbiye- boyama işlemlerinde spesifik atıksu ve KOİ yükleri	287
Çizelge 4.98. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri açısından karşılaştırılması	287
Çizelge 4.99. İşletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanabilecek potansiyel faydalar.....	290
Çizelge 4.100. Çiçek Tekstil işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi	293
Çizelge 4.101. Temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri ve frekanslar	297
Çizelge 4.102. Öncelikli temiz üretim önerileri için ağırlık faktörü puanları....	298
Çizelge 4.103. Çiçek Tekstil için nihai MET önerilerinin sayısal dağılımı	300
Çizelge 4.104. İşletmede durulama/yıkama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK miktarları	306
Çizelge 4.105. İşletmede geri kullanımı mümkün olan boyama atıksuları ve miktarları	309
Çizelge 4.106. Çeşitli MET’lerin potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süreleri.....	323
Çizelge 4.107. İşletmede belirlenen MET önerileri ile sağlanabilinecek potansiyel fayda/tasarruf oranları	324
Çizelge 4.108. Güvenç Boya işletmesi kurulu üretim kapasitesi	325
Çizelge 4.109. Üretimde kullanılan tekstil materyalinin miktarları ve dağılımları.....	328
Çizelge 4.110. Güvenç Boya işletmesi üretim miktarları ve dağılımı	329
Çizelge 4.111. İşletmede kullanılan kimyasal maddelerin miktarları ve dağılımı.....	332
Çizelge 4.112. İşletmede spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri.....	333
Çizelge 4.113. İşletmede çevresel açıdan riskli kimyasallar ve özellikleri.....	335
Çizelge 4.114. Güvenç Boya işletmesinde ortalama su tüketimi miktarları	340
Çizelge 4.115. Güvenç Boya işletmesinde PES ve pamuklu kumaş terbiye-boyamasında proses suyu tüketimleri.....	342
Çizelge 4.116. İşletmede hamsu ve proses suyu spesifik tüketimleri	343
Çizelge 4.117. İşletmede pamuklu-PES kumaşların terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketimleri	344
Çizelge 4.118. İşletmede hamsu ve proses suyu karakterizasyonu.....	345
Çizelge 4.119. Güvenç Boya işletmesi elektrik tüketiminin dağılımı.....	347
Çizelge 4.120. İşletmede makineler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı	348
Çizelge 4.121. Güvenç Boya işletmesinde oluşan katı atıklar ve miktarları.....	351
Çizelge 4.122. Güvenç Boya işletmesinde spesifik katı atık miktarları oluşumu	353
Çizelge 4.123. İşletmede atık gaz emisyonu kaynakları ve kirletici parametreler	354

	Sayfa
Çizelge 4.124. İşletmede yakma sistemlerinin teknik özellikleri	354
Çizelge 4.125. İşletmede emisyon kaynakları bazında kütleli debiler ve atık gaz emisyonu özellikleri	355
Çizelge 4.126. İşletmede emisyon kaynakları kütleli debileri ve atık gaz emisyonu özellikleri	355
Çizelge 4.127. İşletmede spesifik baca gazı emisyon değerleri	355
Çizelge 4.128. İşletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları	357
Çizelge 4.129. İşletmesinde pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyamasında oluşan atıksu miktarları ve dağılımı	358
Çizelge 4.130. İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları	360
Çizelge 4.131. İşletmede pamuklu ve PES kumaşların terbiye-boyamasında spesifik atıksu miktarları	361
Çizelge 4.132. Prosesler bazında atıksu karakterizasyonu sonuçları	364
Çizelge 4.133. İşletmede kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları	366
Çizelge 4.134. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması	372
Çizelge 4.135. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması	373
Çizelge 4.136. Güvenç Boya işletmesinde spesifik enerji tüketimi ve spesifik elektrik enerjisi tüketimi değerleri karşılaştırması	373
Çizelge 4.137. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik enerji tüketimleri açısından karşılaştırılması	374
Çizelge 4.138. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması	375
Çizelge 4.139. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik kimyasal tüketimleri açısından karşılaştırılması	376
Çizelge 4.140. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması	377
Çizelge 4.141. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri açısından karşılaştırılması	378
Çizelge 4.142. İşletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanabilecek potansiyel faydalar	380
Çizelge 4.143. Güvenç Boya işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi	383
Çizelge 4.144. Temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri ve frekanslar	386
Çizelge 4.145. Öncelikli temiz üretim önerileri için ağırlık faktörü puanları	387
Çizelge 4.146. Güvenç Boya işletmesi için nihai MET önerilerinin sayısal dağılımı	391
Çizelge 4.147. İşletmede AGK'sı mümkün olan yıkama/durulama atıksuları ve miktarları	398
Çizelge 4.148. İşletmede AGK'sı mümkün olan yıkama/durulama atıksuları ve miktarları	399
Çizelge 4.149. İşletmede AGK/DGK'sı mümkün olan ön terbiye atıksuları ve miktarları	401
Çizelge 4.150. Çeşitli MET'lerin potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süreleri	413

	Sayfa
Çizelge 4.151. İşletmede belirlenen MET önerileri ile sağlanabilinecek potansiyel fayda/tasarruf oranları	414
Çizelge 4.152. İpliksan işletmesinde temiz üretim uygulamaları öncesi ve sonrasındaki performanslardaki beklenen değişimlerin değerlendirilmesi	416
Çizelge 4.153. Çiçek Tekstil işletmesinde temiz üretim uygulamaları öncesi ve sonrasındaki performanslardaki beklenen değişimlerin değerlendirilmesi	417
Çizelge 4.154. Güvenç Boya işletmesinde temiz üretim uygulamaları öncesi ve sonrasındaki performanslardaki beklenen değişimlerin değerlendirilmesi	418
Çizelge Ek-1a. İpliksan A.Ş. işletmesinde ilk adımda sunulan 81 adet MET önerisi ve öncelik değerlendirme puanları.....	443
Çizelge Ek-2a. İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları	448
Çizelge Ek-3a. İpliksan A.Ş. MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları.....	449
Çizelge Ek-4a. İpliksan A.Ş. işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması	453
Çizelge Ek-1b. Çiçek Tekstil A.Ş. işletmesinde ilk adımda sunulan MET önerileri ve öncelik değerlendirme puanları	455
Çizelge Ek-2b. İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları	459
Çizelge Ek-3b. Çiçek Tekstil A.Ş. MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları	461
Çizelge Ek-4b. Çiçek Tekstil A.Ş. işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması	463
Çizelge Ek-1c. Güvenç Boya işletmesinde ilk adımda sunulan MET önerileri ve öncelik değerlendirme puanları	464
Çizelge Ek-2c. İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları	471
Çizelge Ek-3c. Güvenç Boya MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları	472
Çizelge Ek-4c. Güvenç Boya işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması	481

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A_i	i alternatiflerinin ATM'ye göre puanı
a_{ij}	i alternatifinin j kriterine göre değeri
cm	Santimetre
gr	Gram
h	Saat
kg	Kilogram
kcal	Kilokalori
kWh	Kilovatsaat
L	Litre
m	Metre
m^n	Alternatif sayısı
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
mg	Miligram
MJ	Megajoule
MW	Megavat
n	Ölçüt sayısı
Nm^3	Normal metreküp
NTU	Nephelometrik Bulanıklık Birimi
Pt-Co	Platinyum kobalt
s	Saniye
Sm^3	Standart metreküp
w_j	Kriter önem ağırlığı
$^{\circ}C$	Santigrat derece
μS	Mikrosimens

1. GİRİŞ

Motivasyon ve Amaç

Tekstil endüstrisi ülkelerin gelişme sürecinde lokomotif görev üstlenen sektörlerdendir (Afşar, 2007; Eraslan vd., 2008). Türkiye'nin dış ihracatında önemli paya sahiptir. Ülkemizde sektörde faaliyet gösteren yaklaşık 40 bin küçük, orta ve büyük ölçekli tekstil işletmesi bulunmaktadır (Eraslan vd., 2008). Gayri safi yurt içi hasılasındaki (GSYİH) payı ve toplam istihdam içerisindeki payı %11, toplam ihracat içerisindeki payı %38 ve imalat sanayi üretimi içindeki payı %16'dır (İTKİB, 2008).

Tekstil endüstrisi üretimi genel olarak elyaf üretimi, iplik üretimi, kumaş üretimi ve halı üretimi olmak üzere çeşitli alt kategorilere ayrılmaktadır. Endüstride üretim sürecinde kullanılan prosesler ve teknikler işlenen elyaf türü, elyaf özellikleri ve karışımlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca üretimde kullanılan teknik, yöntem ve teknolojiye bağlı olarak kaynak kullanımı ve çevresel performans özellikleri değişebilmektedir (TTTSD, 2002). Tekstil sanayinde genel olarak su, enerji, kimyasal kullanımı, çevresel deşarjlar ve emisyonlar yoğun olmaktadır (Schönberger ve Schafer, 2003). Tekstil endüstrisinde kullanılan üretim proseslerinde farklı karakterde atıksu, atık gaz emisyonları, katı atıklar ve gürültü gibi çevresel kirleticiler oluşmaktadır (TTTSD, 2002). Endüstride oluşan atıksuların taşıdığı kimyasal kirlilik yükünün kaynağını genel olarak, fiks olmayan boyarmaddeler ve atık boyama banyosunda bulunan kimyasal maddeler, yardımcı kimyasallar oluşturmaktadır (TTTSD, 2002). Türkiye'de tekstil terbiye ve boyama sektörü 2 milyon ton üretim kapasitesine sahip olup ve sektörde yaklaşık 250 milyon ton/yıl su tüketilmektedir (Alaton vd., 2006; Uzal, 2007). Bununla birlikte tekstil atıksuları ile 0,2 milyon ton/yıl tuz deşarj edilmektedir (Uzal, 2007). Endüstriden deşarj edilen atıksular, yüksek seviyelerde biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), askıda katı madde (AKM), tuzluluk ve renk içeriğine sahiptir (Hendrickx ve Boardman, 1995; Öztürk, 2007; Cırık, 2010). Özellikle boyarmaddeler ve yardımcı kimyasallardan kaynaklanan ve biyolojik eliminasyonu zor olan atıksuların arıtılmadan alıcı su ortamlarına deşarj edilmeleri durumunda geri dönülmez çevresel etkiler oluşturabilmektedir (Demirer, 2001).

İmalat sanayide kaynak kullanımı, deşarjlar ve emisyonlar ile çevresel kirlenmede önemli payı olan tekstil endüstrisinde iyi yönetim, optimizasyon/minimizasyon, modifikasyon/değişim, boru sonu arıtım gibi temiz üretim teknikleri ile kaynak kullanımı, çevresel ve ekonomik performanslarda önemli iyileşmeler sağlanabilmektedir. Avrupa’da yakın geçmişte endüstriyel çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla entegre kirlilik önleme ve kontrolü (temiz üretim) yaklaşımı yoğun su tüketimi ve kirlilik yükü yüksek olan endüstriler başta olmak üzere uygulanmaya başlanmıştır (TTTSD, 2002). Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinde uygulamaya konulan “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 için; hammadde, su tüketimi, enerji tüketimi, kimyasal madde tüketimi, atıksuların arıtılması, proseslerde atıksuların geri kazanımı, kimyasal değişimi, kimyasal geri kazanımı, atık gazların arıtılması, atık gazlardan ısı geri kazanımı ve atıksuların boru sonu arıtımı konularına “mevcut en iyi teknik (MET/BAT)” önerileri geliştirmiştir (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003).

IPPC Direktifi 1996 yılında hazırlanmış ve AB üye ülkelerinde 1999 yılında yürürlüğe girmiştir. Ancak üye ülkelerin Direktife uyumu 2008 yılında tamamlanmıştır (TTTSD, 2002). IPPC Direktifi’nin ve MET’lerin sektörlere uyumunu kolaylaştırmak ve hızlandırmak amacıyla Avrupa IPPC Bürosu tarafından “Best Available Techniques (BAT) Referans Dokümanları (BREF)” hazırlanmıştır. Ayrıca BREF dokümanları farklı dillere çevrilmiştir. “Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği” (TTTSD) 2002 yılında Avrupa IPPC Bürosu’nun tekstil sektörü için yayınladığı IPPC BREF dokümanını Türkçe’ye çevirmiş ve “Tekstil Sanayi için En Uygun Teknikler (MET) Referans Dokümanı” ismiyle yayınlamıştır (TTTSD, 2002). IPPC Direktifi’nin teknik, idari ve denetimsel alt yapısı güçlendirilerek diğer altı sektörel direktif ile birlikte IED (2010/75/EU) kapsamına alınmış ve bu sayede MET önerileri ve IPPC BREF dokümanlarının kullanımı etkin hale gelmiştir (TTGV, 2012).

Türkiye, AB üyelik sürecinde çevre faslında, endüstrilerden kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi konusunda çeşitli yasal düzenlemeler yapmıştır. Bu kapsamda

Türkiye’de tekstil sektöründe kirliliğin önlenmesi ve kontrolü amacıyla 14.12.2011 tarihinde “Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliği (TSEKÖKT)” yayınlanmıştır. Tebliğ, günlük üretimi 10 ton üzerindeki çeşitli terbiye, boyama, baskı ve bitim işlemleri yapan tekstil üreticilerini kapsamaktadır. Ülkemizde yürürlüğe giren TSEKÖKT’e uyumlaştırma sürecinin 31.05.2015 tarihine kadar tamamlanması öngörülmektedir (TSEKÖKT, 2011). Türkiye’de çevre mevzuatlarında entegre kirlilik önleme yaklaşımı bir temel teşkil etmektedir. Ancak her endüstri türü için spesifik olarak bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. Ülkemizde ilk olarak TSEKÖKT ile temeli atılan temiz üretim yaklaşımı yakın gelecekte kaynak kullanımı ve çevresel kirlenmede önemli paylara sahip diğer sektörlerde de uygulanmaya başlanacaktır (TTGV, 2012).

Türkiye’de endüstrilerde temiz üretim yaklaşımının yeni yapılandırılmasına başlanması nedeniyle temiz üretime geçiş sürecinde uygulayıcılara yol gösterebilecek yeterli sayıda bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasının ana amacı Tebliğ kapsamında yer alan tekstil terbiye, boyama, baskı ve bitim işlemleri yapan 3 adet tekstil işletmesinde yerinde detaylı çalışmalar ile temiz üretim etütlerinin yapılması ve işletmelerin üretim verimliliği, kaynak kullanımı, çevresel ve ekonomik performanslarının geliştirilmesi amacıyla önerilerde bulunulmasıdır. Bu bağlamda, Denizli ve Isparta illerinde faaliyet gösteren ve Tebliğ uyarınca üretimi 10 ton/gün’den fazla olan üç tekstil işletmesi seçilmiştir. Çalışma kapsamında temiz üretim uygulamalarının yürütüldüğü işletmelerden biri iplik üretimi, terbiye, boyama ve baskı, diğer iki işletme kumaş terbiye ve boyaması alanlarında faaliyet göstermektedir.

Tez çalışması üç aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada, her bir tesis için, envanter bilgileri derlenerek mevcut durum analizi-temiz üretim etüdü çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda işletmelerin geneli ve prosesleri bazında kaynak kullanımları (su, enerji, kimyasal/boyarmadde, buhar), emisyon kaynakları, miktarları ve özellikleri (atıksu, atık gaz, katı atık) ile mevcut üretim prosesleri detaylı şekilde incelenmiştir. Ayrıca uygulanmakta olan teknik, yöntem ve optimizasyon/minimizasyon uygulamaları incelenmiştir. Seçilen üç tesiste de farklı periyotlarda hamsu (kuyu suyu) ve proses sularından (yumuşak su) anlık numuneler alınarak su karakterizasyonları yapılmıştır. Mevcut üretim proseslerine bağlı olarak seçilen her

bir işletme için ayrı atıksu numune alma programları hazırlanarak tesislerde atıksu kaynağı olan her bir prodesten ve kompozit atıksulardan farklı periyotlarda atıksu numuneleri alınmıştır. Atıksu numunelerde pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk parametreleri ölçülmüştür. Mevcut durum analiz çalışmaları ile elde edilen verilerden yararlanılarak proses girdileri (su, enerji, kimyasal vb.) ve çıktıların (atıksu, baca gazı, katı atıklar vb.) spesifik miktarları hesaplanmış ve prosesler bazında dağılımları belirlenmiştir. Yine bu kapsamda prosesler bazında kütle ve enerji akım diyagramları oluşturulmuştur.

İkinci aşamada, çalışılan işletmelerin kaynak kullanımı ve çevresel performansı değerlendirilmiştir. Benzer üretime sahip işletmeler, IPPC BREF dokümanları, literatürde yapılan benzer çalışma verilerinden yararlanılarak her bir işletme için su, enerji, kimyasal/boyarmadde, buhar spesifik tüketimleri ve atıksu, atık gaz, katı atık spesifik miktarları için değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca bu bölümde işletmelerin temiz üretim potansiyeli ve uygunluğu irdelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise çalışılan her bir işletme özelinde temiz üretimin yapılandırılmasında “çok ölçütlü karar verme” istatistiki metotlarından da yararlanılarak öncelikli MET’ler belirlenmiştir. Her bir işletme için öncelikli MET’ler potansiyel kazanımlar/faydalar bazında değerlendirilerek nihai MET’ler belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen nihai MET’lerin işletmelerde uygulanması ile sağlanabilecek potansiyel ekonomik, çevresel ve teknik faydalar tartışılmıştır. Bu tez çalışması ile amaçlanan spesifik hedefler aşağıda özetlenmiştir.

1. Seçilen tekstil işletmelerinin çevresel performanslarını en üst düzeye çıkarmak, entegre kirlilik önleme ve temiz üretim yaklaşımını yapılandırmak amacıyla MET önerileri geliştirmektir.
2. TSEKÖK Tebliği’nin yakın geçmişte yayınlanması ve ülkemizde konuyla ilgili bilimsel çalışmaların sayıca yeterli olmaması, sektörde faaliyet gösteren üreticilerin uygulamada zorluk yaşamalarına neden olmaktadır. Bu noktada bu tez çalışmasının benzer tekstil üreticileri için bir referans kaynak olması öngörülmektedir.
3. Tez çalışmasının bir diğer amacı, seçilen tekstil işletmelerinin ve benzer proseslere sahip diğer tekstil işletmelerinin yürürlüğe giren TSEKÖK

Tebliğine uyumunun kolaylaştırılması ve işletmelerin çevresel performanslarının sürekli geliştirilmesinin sağlanmasıdır.

4. Tekstil endüstrisinin neden olduğu çevre kirlenmesinin kaynağında önlenmesi ve sürdürülebilir üretimin sağlanmasıyla birlikte tekstil üretiminde temiz üretim yaklaşımının yapılandırılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda, yapılan tez çalışmasının ülkemizin AB üyelik sürecine ve üniversite-sanayi işbirliğine katkı sağlaması öngörülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

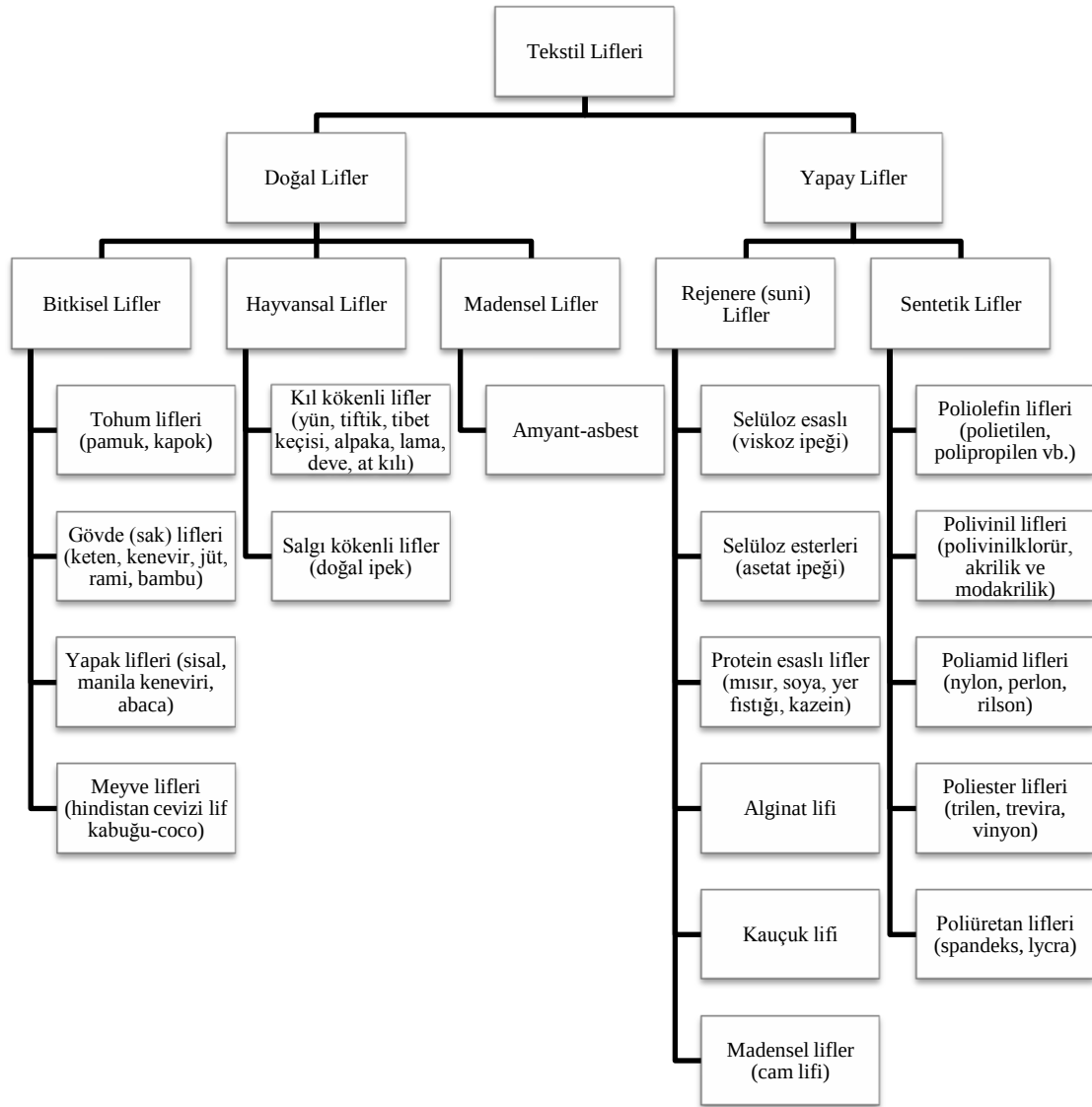
2.1. Tekstil Sektörü

İmalat sanayi içerisinde tekstil sektörü karmaşık üretim proseslerine ve heterojen yapıya sahiptir (Öztürk, 2007). Tekstil sektörünün karmaşık ve uzun proses zincirlerinden oluşmasında başlıca faktörler; üretime giren lifin türü, formu ve nihai üründen beklenen özelliklerdir. Sektörün heterojen yapısı ise farklı alt sektörlerden oluşmasından kaynaklanmaktadır (TTTSD, 2002). Tekstil sektöründe ham elyaftan başlayarak nihai ürüne kadar çok sayıda proses ve işlem adımı bulunmaktadır. Bu süreçler genel olarak; sentetik lif üretimi, ön işlemler, iplik üretimi, iplik boyama ve terbiyesi, dokuma ve örme kumaş üretimi, kumaş boyama/baskı, terbiyesi ve hazır giyim şeklinde özetlenebilir. Diğer taraftan tekstil endüstrisi proseslerini yaş ve kuru prosesler olarak sınıflandırmak mümkündür. Yaş proseslerde (ön terbiye, boyama, baskı ve bitim işlemleri) başta su olmak üzere, enerji, yardımcı kimyasallar/boyarmaddeler yoğun olarak kullanılmaktadır. Kuru proseslerde (sentetik lif üretimi, dokuma, örme, eğirme, kurutma işlemleri, fikse vb.) ise enerji ihtiyacı daha fazla olmaktadır (Schönberger ve Schafer, 2003). Dolayısıyla yaş prosesler atıksu oluşumunda ve kuru prosesler ise atık gaz emisyonlarının oluşumunda önemli kirlenici kaynakları oluşturmaktadır.

2.1.1. Tekstil endüstrisinde kullanılan lifler

Tekstil endüstrisinde kullanılan lifler ve özellikleri üretimde oldukça önemli bir yere sahiptir. Üretimde kullanılan lif türü ve özellikleri proses uzunluğunu, kaynak kullanımını (su, enerji, kimyasal vb.) ve dolayısıyla kirlilik yükünü etkileyen önemli faktörlerdir. Tekstil sektöründe farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip çok çeşitli lifler kullanılmaktadır. Sektörde kullanılan lifler genel olarak doğal ve yapay lifler olarak iki kategoriye ayrılabilir (MEGEP, 2011a; ÇŞB, 2012). Doğal lifler genellikle bitkisel ve hayvansal kökenli olmakla birlikte madensel lifleri (tekstil endüstrisinde sınırlı ürünlerin imalatında kullanılabilir) de içermektedir. Doğal lifler arasında pamuk, yün, ipek, kıl, keten, jüt ve amyant gibi lifler sayılabilir. Yapay lifler ise sentetik ve rejenere lifleri içermektedir. Sentetik lifler polimerizasyon, poliadisyon ve kondenzasyon gibi kimyasal polimerleşme reaksiyonları ile yapay

olarak üretilmektedir. Başlıca sentetik lifler; poliester (PES), poliamid (PA), poliakrilik (PAC), polipropilen (PP), elastan (EL), cam elyaf ve metal elyafır (TTTSD, 2002; Schönberger ve Schafer, 2003; MEGEP, 2011a). Yapay lifler sınıfında olan rejenere lifler ise doğal polimerlerin rejenerasyonu ile sentetik olarak elde edilmektedir. Rejenere lifler ise viskon, asetat, triasetat lifleridir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a). Şekil 2.1’de tekstil endüstrisinde kullanılan lif türleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Tekstil endüstrisinde kullanılan lifler (MEGEP, 2011b)

2.1.1.1. Doğal lifler

Yün

Doğal tekstil materyallerinden olan yün lifleri hayvansal kökenli liflerdendir. Hayvansal lifler genellikle protein kökenlidir. Tekstil sektöründe yün lifleri üretimin %10'unu oluştursa da tekstil ticaretindeki rolü önemlidir. Yün liflerinin önemli fiziksel özellikleri; incelik, uzunluk, dayanım, keçeleşme, yaylanma ve nem almadır (MEGEP, 2011c; ÇŞB, 2012). Yün lifleri tekstil endüstrisinde başta kışlık giyim ürünleri ve el örgü ipliği üretimi olmak üzere çok çeşitli ürünlerin imalatında kullanılmaktadır (MEGEP, 2011c).

Pamuk

Pamuk, bitkisel kökenli doğal bir lif türüdür. Pamuk lifinin kimyasal yapısı yetiştirme koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Kimyasal yapısında; selüloz, hemiselüloz, pektin, protein, renkli madde, inorganik maddeler, vaks ve yağlar bulunur (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011b; ÇŞB, 2012). Pamuk liflerinden imal edilen tekstil ürünlerinin kullanım alanları oldukça geniştir. Giyim, ev tekstili, tıbbi ve endüstriyel amaçlı ürünlerin imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır (MEGEP, 2011b).

Keten

Keten lifi bitkisel kökenli (sak lifi) olup kimyasal reaktiflere karşı pamuk liflerine benzer özellikler gösterir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011b). Genellikle serin tutması açısından yazlık dış giyimde (gömlek, ceket, pantolon vb.) kullanılır. Ev tekstilinde; sofrta takımı, süs eşyaları, yatak takımları imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca halat yapımı ve kaliteli kağıt üretiminde keten lifleri kullanılmaktadır (MEGEP, 2011b).

Jüt

Jüt bitkisel kökenli bir lif türüdür. Jüt lifinin üretiminde çürütme yöntemi kullanılmaktadır. Çürütme işlemi sonunda lif demetleri gövdeden elle soyularak ayrılır. Açık sarı olan lifler zaman geçtikçe açık kahverengiye dönüşür. Jüt lifinin esnekliği, dayanıklılığı keten ve kenevirden daha düşüktür. Jüt lifleri genellikle çuval, ip, sicim ve örtü kumaşları imalatında kullanılır (MEGEP, 2011b).

İpek

İpek hayvansal kökenli bir liftir ve ipek böceğinin kozasından elde edilmektedir. Nem çekme özelliği çok yüksektir. Islaklık hissi vermeden %30'a kadar nem çekebilir (MEGEP, 2011c). Ham ipek, açık sarı veya krem renktedir. Hayvansal lifler içinde en dayanıklı olanıdır. Koparılmaksızın %10-25 oranında gerilebilir. Islakken dayanıklılığının %15'ini kaybeder. Bir kozada lif uzunluğu 1.000-3.000 metreye kadar olabilir. İpek lifinin yüzeyinin düzgün ve pürüzsüz olması nedeniyle tuşesi yumuşaktır (MEGEP, 2011c). İpek elyafının orta derecede bir esnekliği, iyi bir tutum ve mükemmel bir döküm özelliği vardır. Parlak ve hidrofilitesi (su emme özelliği) yüksektir. İpek lifi temel olarak fibroin, serisinden oluşmakta ve bunların haricinde su, vaks ve inorganik maddeler içermektedir (MEGEP, 2011c). İpek lifleri; elbiselik kumaş, eşarp ve diğer giysilerde, ev döşemesi ve halı üretiminde yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

2.1.1.2. Sentetik lifler

Viskoz

Selüloz esaslı rejenere lifler içinde en önemlisi ve en çok kullanıma sahip olan liftir. Viskoz rayonu, kimyasal lif çekim yöntemlerinden yaş çekim metodu ile üretilmektedir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a). Viskoz rayon genel özellikleri bakımından pamuk lifine benzese de lif üretiminde, boyama ve baskıda, apre işlemlerinde çeşitli farklılıklar vardır. Pamuk gibi ana yapısı %100 selüloz olmasına rağmen polimerleşme derecesi daha düşük olduğundan pamuktan daha mukavemetsiz, kimyasal maddelere karşı direnci daha azdır (MEGEP, 2011a).

Asetat

Asetat ipeği üretiminde odun hamuru, pamuk linteri veya artıkları kullanılır. Filament iplik halinde üretilenler; abiye giysilik kumaşlar, pelüş, kadife, dekorasyon amaçlı kumaşlar, kürk ve manto için astarlık kumaşların üretiminde kullanılır. Kesikli liflerden eğrilen iplikleri; fantezi iplikler, elbiselik kumaşlar, takım elbiselik ve mantoluk kumaşların üretiminde kullanılır (MEGEP, 2011a).

Poliester (PES)

PES lifleri tekstilde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tek başına kullanılacağı gibi diğer liflerle de karıştırılarak kullanılan PES lifinden tafta, organze ve saten gibi çeşitli kumaşlar üretilir. En çok pamuk lifiyle karıştırılan PES lifleri yün, akrilik, ipek, viskoz ve keten lifleri ile birlikte kullanılabilir. PES lifleri %85'den fazla ester içeren lineer makro moleküllerden oluşur (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a). Yapıtaşlarına göre üçe ayrılır. Bunlar;

- Yapıtaşı etilenglikol olan polietilentereflatat (PET)
- Yapıtaşı bütülglikol olan polibütilentereftalat (PBT)
- Yapıtaşı trimetilenglikol olan politrimetilentereftalat (PTT) dır.

PET lifleri oldukça yüksek kristalizasyon özelliğine sahiptir. Bu da lifin ısı direncinin ve mekanik özelliklerinin mükemmel olmasını sağlar (TTTSD, 2002). PES lifleri; elbise, iç giyim, gömlek ve dış giyimde mont, kaban, pardösü, yatak örtüsü, masa örtüsü, yastık, nevresim, perdelik kumaş ve halı yapımında, balık ağı, otomobil lastikleri, halat, dikiş ipliği ve yelken bezi yapımında kullanılmaktadır (MEGEP, 2011a).

Poliamid (PA)

PA lifi dünyada üretilen ilk sentetik liftir. Başlangıç polimeri, bir diamin ile bir dikarboksilik asidin polikondenzasyonu sonucu oluşmaktadır. PA lifleri içinde en çok kullanılan iki tür vardır. Bunlar naylon 6.6 ve naylon 6'dır (ÇŞB, 2012). Elbise,

mayo, spor giysileri, kadın, erkek ve çocuk çorabı, iç giyim, ceket ve gömlek, yatak örtüsü, halı ve perdelik kumaşlar, çadır, uyku tulumu, balık ağı, şemsiyelik ve paraşüt kumaşlarında, otomobil lastiklerinde ve emniyet kemeri yapımında kullanılır (MEGEP, 2011a).

Poliakrilik (PAC)

PAC lifleri %85 oranında akrilonitril polimerleri ile %15 oranında birden fazla monomerin karıştırılması ile elde edilir. PAC lifleri yaş veya kuru çekim yöntemine göre elde edilir (TTTSD, 2002; ÇŞB, 2012). Bu filamentlere daha sonra mukavemetlerinin artması için bir germe çekme işlemi uygulanır. Bugün piyasada bulunan normal PAC lifleri, %85-89 akrilonitril, %4-10 non-iyonik komonomerler (vinilklorür, vinilasetat, metilakrilat) ve %0,5-1 de sülfonik ve sülfat grupları içeren iyonik komonomerlerden oluşan anyonik komonomerlerdir (ÇŞB, 2012).

PAC lifleri çeşitli giysilerde ve ev tekstili ürünlerinde tek başlarına veya karışım halde kullanılabilir. Tutumlarının yün lifine benzemesi, hafif olmaları ve bakımlarının yüne göre daha kolay olması nedeniyle PAC lifleri tekstil sektöründe geniş kullanım alanı bulmuştur. PAC liflerinden hacimli iplikler üretilerek özellikle örme yüzey üretimde ve örmecilik sektöründe yaygın olarak yararlanılır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a). Bunların haricinde PAC lifleri; elbise, çorap, el örgü iplikleri çocuk giysilerinde ve bazı spor giysilerinde (özellikle kayak), perdelik ve döşemelik kumaş, battaniye ve halı yapımında kullanılmaktadır.

Polipropilen (PP)

PP lifleri sentetik liflerdendir. PP liflerin üretimi için isotaktik polimerler kullanılmaktadır. PP lifleri çeşitli giysilerde, döşemelik kumaş, halı ve endüstriyel alanda oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tek başlarına veya diğer liflerle karıştırılarak kullanılabilir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a).

Elastan (EL)

EL liflerlerinin en önemli özelliği esneklik, tuşe ve inceliktir. Pürüzsüz ve düzgün görünümlüdür. Tekstil endüstrisinde EL liflerinin diğer lifler ile karıştırılarak halinde kullanılabilir. Böylelikle EL karışımı üretilen ipliğin esneklik, kopma, tuşe ve kalınlık özellikleri iyileştirilebilir. EL lifleri genellikle kuru lif çekimi yöntemi ile üretilmektedir. EL lifleri poliüretanın en az %85'ini oluşturan elastomerlerden oluşmaktadır. EL lifleri çorap, iç giyim, spor giyim, gece kıyafetleri, korse, mayo ve tıbbi tekstil ürünlerin imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır (Vuruşkan, 2010).

2.1.2. Tekstil endüstrisi üretim prosesleri

2.1.2.1. Sentetik lif üretimi

Sentetik lifler genellikle filamentler (kesiksiz) halinde çekilmektedir. Doğrudan kullanılabildikleri gibi çeşitli stapel (kesikli) uzunluklarında da kullanılabilmektedir. Sentetik lif çekiminde üç yöntem uygulanmaktadır (TTTSD, 2002; Schönberger ve Schafer, 2003). Bu yöntemler; eriyikten lif çekimi, kuru lif çekimi ve yaş lif çekimidir.

Eriyikten lif çekimi: Polimer erimiş halde, basınç altında düze deliklerinden geçirilmekte ve bir hava jeti tarafından soğutularak filament formu oluşturulmaktadır. Bu yöntem PES, PA, PP ve cam lifleri gibi termoplastik lifler için uygundur (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a).

Kuru lif çekimi: Polimer bir çözügede çözülme ve çözünmüş polimer basınç altında düzelerden geçirilerek çözgenin buharlaştırılıp filament formunun oluştuğu sıcak hava veya gaz bölmesine aktarılmaktadır. Filament daha sonra preparasyon maddeleri ile muamele edilmektedir. Bu yöntem triasetat, poliakrilnitril liflerin üretiminde kullanılmaktadır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a).

Yaş lif çekimi: Polimer bir çözügende çözülme ve basınç altında düzelerden geçirilerek polimerin çözünmez hale geldiği bir sıvı banyosu içine aktarılmaktadır.

Çözgen uzaklaştırılırken lifler oluşmaktadır. Genelde bu işlem CV ve PAC liflerin üretiminde kullanılmaktadır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011a).

Lif üretiminde çeşitli preparasyon maddeleri eklenmektedir. Lif üretiminde kullanılan preparasyon maddeleri yüksek organik içerikleri ve genelde düşük biyolojik eliminasyonları nedeniyle atıksudaki kirlilik yükünün artmasına ve hava kirleticilerinin oluşmasına neden olmaktadır (TTTSD, 2002; Schönberger ve Schafer, 2003).

2.1.2.2. İplik üretimi

Harman-hallaç işlemi

Farklı cins ve özellikteki ham maddeyi bir araya getirerek homojen bir şekilde karıştırma işlemine harman ve bu işlemi yapan makineye hallaç (yün için) ya da harman makinesi (pamuk için) adı verilir (MEGEP, 2011d). Harman-hallaç işlerinin amacı;

- Farklı tip ve kalitedeki elyafları karıştırmak
- Farklı hammadde türlerini karıştırmak
- Büyük elyaf kütlelerini ince tutamlar halinde açmak
- Elyaf içinde bulunan yabancı maddeleri temizlemektir.

Harman-hallaç işlemi farklı özelliklere ve kaliteye sahip liflerin üniform karışımını sağladığı gibi hammadde maliyetinin azaltılmasına yardımcı olur. Üretim prosesi boyunca randıman ve kalitenin yükselmesi gibi avantajlar sağlar (MEGEP, 2011d).

Tarak işlemi

Tarıklama işlemi ile elyaf kümeleri seyreltilip elyafın tek tek açılması gerçekleştirilirken lifler arasında sıkışan yabancı maddelerle birlikte iplik kalitesini olumsuz yönde etkileyen kısa liflerin ayrılması sağlanır. Ayrıca tarak işleminde elyaf kütlesi bant formuna getirilir. Böylece elyaf daha sonraki aşamalarda makinelerin çekim sistemlerinde işlenmeye hazır hale getirilmiş olur (MEGEP, 2011e). Tarak

makinesi ise sadece elyaf kümesi halindeki pamuğun tlbent haline getirildiği bir makinedir. Ayrıca hazırlama işleminin merkezinde bulunan, kalite ve üretimi büyük oranda belirleyen bir makinedir. Tarak işleminde elyaf kütlelerini tek lif haline gelinceye kadar açmak, pamuk üzerinde bulunan kirleri uzaklaştırmak, çırcırlama ve harman-hallaç sırasında oluşan nepsleri gidermek, elyafa yn vermek ve paralelleştirmeyi sağlamaktadır (MEGEP, 2011e).

Cer işleminde

Taraktan alınan elyaf bantları cer makinesine alınmaktadır. Bantların kalınlığı uniform değildir ve band boyunca birbirini takip eden ince-kalın yerler bulunur. Cer makinesinde düzgünsüzlükleri gidermek için 6-8 bandın birleştirelerek katlanması (dublaj) gerekleştirelmektedir. Böylece bazı bantların kalın yerinin, diğerlerinin ince yerine getirilmesiyle dzgnszlğn büyük ölçüde ortadan kaldırılması sağlanır. Ayrıca cer işlemlerinde dublajla kalınlaşan bantlara çekim uygulanarak inceltilmesi sağlanmaktadır (MEGEP, 2011f).

Fitel işleminde

Pamuk iplikçiliğinde fitil, flayer olarak da adlandırılır. Cer makinelerinden bant olarak iplik makinesine besleme yapılamadığı için (OE iplikçilik sistemi hariç) bantların bir miktar daha incelmesi gerekmektedir. Bu işleminde gerçekleştiren makineye fitil (flayer) makinesi, elde edilen tekstil materyaline ise fitil şeridi denilmektedir (MEGEP, 2011g). Fitil işleminin amacı;

- ekim işleminde ile cer bandını inceltmek ve fitil haline getirmek
- Büküm ile fitili sağlamlaştırmak
- Fitili bobin halinde sararak ring iplik makinesinde eğirmeye uygun forma getirmektir.

Ring eğirme işleminde

Pamuk ve yn iplikçiliğinde fitil makinesinden alınan fitil, ring iplik makinelerinde çekimle inceltir ve büküm verilerek mukavemet kazandırılır. Bu şekilde oluştırlan iplik, masuralara sarılarak kops haline getirilir (MEGEP, 2011h). Ring iplik eğirme

sistemi sürekli (kontinü) olarak ipliği eğiren ve masuralara saran bir sistemdir. Bu sistemde iplik, çıkış silindirlerini terk ettikten sonra dönen iğ ve kopçanın içinden geçerek büküm almakta, iğ üzerine takılı olarak dönmekte olan masuraya sarılmaktadır. Fital aynı sistemde inceltilerek büküm alıp masuralara sarıldığı için kontinü bir sistemdir (MEGEP, 2011h).

Bobin yapma işlemi

Ring iplik makinelerinden sevk edilen kopsların üzerinde az miktarda (ortalama 60 gr) iplik bulunmaktadır. Bobin makinelerinde ise bu kopslar birleştirilerek 1,8-2 kg ağırlığında bobinler haline getirilmektedir. Burada ipliğin üzerindeki ince ya da kalın yerler, çift iplik ve balık olarak tabir edilen hatalar temizleyici vasıtasıyla kesilip uzaklaştırılmaktadır (MEGEP, 2011j). Bobin yapma işleminin amacı;

- Ring iplik makinesinde kops halinde sarılmış iplikleri birleştirerek 1,8– 2,0 kg ağırlığında bobinler haline getirmek
- Dokuma-örme hatalarına ve makinelerde kopuşlara neden olabilecek iplik düzgünsüzlüklerini (neps, balık, düğüm, kalınlık ve incelik vb.) gidermek
- Bobin olarak boyama işlemi görecekt iplikler için boyanın ipliğe kolayca yayılmasını sağlayacak delikli boya bobinlerine sarmak
- Ring iplik makinesinde büküm kısa bir mesafede verildiği için büküm dağılımı düzgün değildir. İpliği, kopstan bobin haline geçirirken büküm dağılımını düzgünleştirmektir (MEGEP, 2011j).

Katlama ve büküm işlemi

Birden fazla ipliğin katlanıp büküm verildiği işlemdir. Büküm, ipliklerin mukavemetlerinin artırılması (düz büküm) veya değişik karakterler kazandırılması (fantezi büküm) için yapılmaktadır (MEGEP, 2011k). Büküm işleminin ardından iplikler, ring büküm makinesinde tekrar bobine sarılır.

2.1.2.3. Kumaş üretimi

Doğal ve yapay lifler çeşitli üretim proseslerinde işlenmesinin ardından kumaş üretiminde kullanılmaya hazır iplikler haline gelmektedir. Ayrıca kimi ipliklerin kullanım amacına bağlı olarak iplik üretim sürecinde terbiye ve boyama işlemleri de yapılabilmektedir. Kumaş üretiminde ise iplik boyaması/baskısı yapılmış iplikler ya da ekru (orjinal renginde) iplikler kullanılabilir. Kumaş üretiminde stapel veya filament iplikler kullanılmaktadır. Bunlar kumaş üretim sürecinde formu değiştirerek dokuma tekstilleri, örme tekstilleri, zemin örtüleri ve dokuma/örgü olmayan (non-wovens) kumaşları oluşturmaktadır (TTTSD, 2002).

Dokuma işlemi

Dokuma işlemi, çözgü ve atkı ipliklerinin dokuma tezgahları üzerinde bir araya getirilerek dokuma kumaşların elde edildiği işlemdir. Bu işlemde makinelerin yağlanmasını sağlamak amacıyla madeni yağlar ve liflerin mekanik etkilerden zarar görmesini engellemek için lubrikantlar (haşıl maddeleri) kullanılmaktadır (TTTSD, 2002; ÇŞB, 2012). Dokuma işleminde eklenen haşıl maddeleri kumaşın yüzeyini kapladığı için terbiye ve boyama işlemlerini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle boyama işlemi öncesinde yapılan ön terbiye (kasar) işlemlerinde kumaş yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır (TTTSD, 2002).

Örme işlemi

Örme işlemi, dokuma işlemi gibi mekanik bir işlemdir. Örmeciliğe uygun üretilmiş olan ipliklerin örme işleminin yüksek hızda yapılmasını ve ipliklerin mekaniksel etkilerden korunmasını sağlamak amacıyla kayganlaştırılması ve mumlanması sağlanmalıdır. Mumlama işlemi genellikle parafin mumu ile yapılmaktadır (ÇŞB, 2012). Örölmüş kumaşlarda kalan yağ ve mum, terbiye işlemleri sırasında uzaklaştırılmaktadır. Terbiye işlemlerinden kaynaklanan atıksu yükünün bir kısmı yıkama işlemlerinden gelen örme yağlarından kaynaklanmaktadır (TTTSD, 2002).

Dokusuz yüzeyli kumaş üretimi

Dokusuz yüzey terimi; bir yapıştırma maddesi uygulanarak veya termoplastik elyafların yapıştırılmasıyla birlikte tutulan tekstil elyaflarından yapılan malzeme olarak tanımlanmaktadır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011m). Bu ürünler klasik iplik, dokuma veya örme makinelerinde işlem görmemektedir. Dokusuz yüzeyler hem üretici hem de tüketiciye avantajlar sunmaktadır (MEGEP, 2011m). Bu avantajların en önemlisi hızlı ve ucuz olarak üretilebilmesidir. Son zamanlarda dokusuz yüzeyli kumaş üretimi artış göstermekte ve birçok alanda kullanım alanı bulmaktadır (MEGEP, 2011m).

2.1.3. Tekstil terbiye ve boyama prosesleri

2.1.3.1. Tekstil liflerinin terbiyesi

Tekstil terbiyesi tekstil materyalinin çeşitli özelliklerinin iyileştirildiği bir dizi prosesten oluşmaktadır. Terbiye prosesleri lif türüne, daha önce uygulanan işlemlere ve lif yüzeyindeki yabancı maddelere göre değişiklik göstermektedir. Tekstil terbiye işlemlerinin temel amacı, liflerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesini sağlamak ve boyamaya uygun hale getirmektir. Böylelikle boyarmaddelerin liflere afinitesinin artırılması ve sentetik liflerin iç geriliminin azaltılması sağlanmaktadır (TTTSD, 2002). Tekstil liflerinin işlenebilmesi için öncelikle lif üzerinde bulunan kirlerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Terbiye işlemlerinde su, enerji ve kimyasal tüketimi oldukça yüksek seviyelerde gerçekleşmektedir. Ayrıca lif üzerinden uzaklaştırılan kirler, haşıl maddeleri ve terbiye işlemlerinde kullanılan kimyasal madde artıkları atıksu kirlilik yükünü önemli derecede artırmaktadır (TTTSD, 2002; ÇŞB, 2012).

Yün liflerinin terbiyesi

Haşılama

Haşılama dokuma öncesinde uygulanan bir hazırlık işlemidir. Haşılama işleminin temel amacı, lifleri dokuma işlemleri sırasındaki mekanik yıpratıcı etkilerden

(sürtünme, gerilme, kırılma ve kopma) korumaktır (Cırık, 2010). Temel haşıl maddeleri doğal ve sentetik olmak üzere iki kategoride toplanabilir. Doğal haşıl maddeleri; karboksimetilnişasta ve hidroksietilnişasta eteri gibi nişasta türevleri, selüloz türevleri, özellikler karboksimetilselüloz (CMC), galaktomannanlar, protein türevleridir. Sentetik haşılmaddeleri ise polivinil alkoller (PVA), polivinilasetatlar, poliakrilatlardır (TTTSD, 2002; Cırık, 2010). Dokuma işlemi öncesinde eklenen haşıl maddeleri kumaş terbiye proseslerinde (haşıl sökme-kasar) lif yüzeyinden sökülerek uzaklaştırılmaktadır.

Karbonizasyon

Yıkanmış yapak, mekanik işlemlerle ve yıkama ile uzaklaştırılamayan bitkisel yabancı maddeler ya da kirler içermektedir. Karbonizasyon işleminde life zarar vermeden yüksek sıcaklıkta güçlü asitler (sülfürik asit) kullanılarak güçlü kirleticilerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır (TTTSD, 2002; Cırık, 2010). Karbonizasyon işlemi ardından nötralizasyon ve yıkama işlemleri yapılmaktadır (Cırık, 2010).

Yıkama

Ham elyaf veya iplik, kumaş formundaki tekstil materyalleri üzerlerinde çeşitli kirler (haşıl maddeleri, vaks, mum vb.) içerebilmektedir. Bu durum özellikle boyama-baskı işlemlerinde çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu maddelerin liflere hidrofili özellikler kazandırmak ve boyarmaddelerin life kolay afinitesini sağlamak amacıyla uzaklaştırılması gerekmektedir. Boyama işlemi öncesinde yapılan terbiye işlemlerinden biri olan yıkama işlemlerinde bu kirler uzaklaştırılmaktadır. Yıkama işlemlerinde deterjanlar, sabunlar, yüzey aktif maddeler ve köpük gidericiler gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Cırık, 2010). Sentetik lifler, doğal liflere oranla daha az yıkama prosesine ihtiyaç duymaktadır.

Dinkleme

Dinkleme işlemi genellikle yün liflerine uygulanan bir ön terbiye işlemidir. Bu işlemde sıcak nemli koşullarda friksiyona tabi tutulan yün liflerinin keçeleşme

özelliğinden yararlanılmaktadır. Aynı zamanda dinkleme strayhgarn kumaşlara uygulanan tipik bir ön terbiye işlemidir. Çoğunlukla karbonizasyonun ardından uygulanmaktadır. Dinkleme işlemi sonrasında kumaşlar yıkanmaktadır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011n).

Ağartma

Yün liflerinin doğal renklerinin kimyasal maddeler (sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit vb.) ile beyazlatılması işlemidir. Yün liflerinin ağartılması işlemlerinde hidrojen peroksit yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yüksek beyazlık istendiği durumlarda ek ağartma maddeleri (optik beyazlatıcı, sodyum ditiyonit) kullanılabilir. Ağartma işlemi öncesi yün liflerine keçeleşmezlik işlemi uygulanmış ise, genellikle bu durumda hidrojen peroksidin zayıf asidik koşullarda uygulanması tercih edilmektedir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011n).

Pamuk liflerinin terbiyesi

Yakma

Kumaş üzerinde bulunan lif uçları yüzey görünümünü ve boyama işlemleri sırasında boyama kalitesini bozmakta ve “buzlanma” olarak bilinen duruma sebep olmaktadır. Bu nedenle kumaş bir gaz alevi içerisinde geçirilmek suretiyle yüzeyde bulunan lif uçları yakılmaktadır (Öztürk, 2007). Daha sonra oluşan kıvılcımların söndürülmesi ve kumaş soğutulması amacıyla bir söndürme banyosuna sokulmaktadır. Söndürme banyosunda genelde haşıl çözeltileri bulunmaktadır (TTTSD, 2002).

Haşıl sökme

Haşıl sökme işleminin amacı, dokuma işleminden önce çözgü ipliklerine uygulanmış olan haşıl maddelerinin kumaştan uzaklaştırılmasıdır. Liflere dokuma işlemi öncesinde aplike edilen haşıl maddeleri, liflerin hidrofilik özelliklerini ve boyarmaddelerin life afinitesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle haşıl maddelerinin boyama işlemi öncesi ön terbiye işlemlerinde (haşıl sökme-kasar) lif yüzeyinden uzaklaştırılması gerekmektedir. Haşıl sökme işleminde genellikle

enzimler kullanılmaktadır (TTTSD, 2002; Cırık, 2010; MEGEP, 2011p). Haşıl sökme işlemi dokuma kumaşların ilk terbiye işlemidir.

Merserizasyon

Merserizasyon işleminin amacı; pamuğun kopma mukavemetini, boyut stabilitesini ve parlaklık özelliklerini artırmaktır. Ayrıca merserizasyon işlemi ile selüloz lifleri şişirilerek lifin boyarmaddeye afinitesi artırılmaktadır. Böylelikle boyarmaddenin kolay fiksajından dolayı %30-50 oranında daha az boyarmadde kullanılmasını sağlayabilir (TTTSD, 2002; Cırık, 2010; MEGEP, 2011p). Merserizasyon çile halindeki ipliklere, dokuma ve örme kumaşlara aşağıdaki farklı işlemler kullanılarak uygulanabilir. Bu işlemler; gerdirmeli merserizasyon, gerdirmesiz (kostik kullanılarak), amonyak merserizasyonudur.

Hidrofilleştirme

Hidrofilleştirme işlemi (kaynatma/pişirme işlemi) ile ham liflerin yapısında bulunan ya da daha sonra applike edilen kimyasal maddelerin ekstraksiyonu amaçlanmaktadır. Bu işlem ile uzaklaştırılan maddeler; pektinler, yağlar, mumlar, proteinler, alkali tuzları, kalsiyum ve magnezyum fosfatlar, alüminyum ve demir oksitler gibi inorganik maddeler, haşıl maddeleri, haşıl ve haşıla ait parçalanma türü atıklardır. Hidrofilleştirme ayrı işlem adımı olarak uygulanabileceği gibi ağartma ve haşıl sökme ile kombine şekilde uygulanabilir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011p).

Ağartma

Bazık işlemler sonrası hidrofıl hale getirilen lifler yıkama ve alkali ekstraksiyon işlemleri ile tamamen uzaklaştırılamayan renkli maddeler içermektedir. Bu maddeler tekstil materyalinin koyu renklere boyanmasında problem yaratmamakta ve ağartma işlemi gerçekleştirilmeden doğrudan boyama yapılabilmektedir. Tekstil materyalinin hassas renklere boyanacağı durumlarda boyama hatalarını minimize etmek amacıyla ağartma işlemi gerekli olabilmektedir. Diğer taraftan lifin pastel renklere boyanması gerekiyorsa ya da sonradan baskı işlemi yapılacaksa bu durumda ağartma zorunlu bir adım olmaktadır (MEGEP, 2011p). Bazen koyu renklere yapılacak boyama

işlemlerinde ağartma işlemi gerekebilir. Selüloz lifleri için sıklıkla uygulanan oksidatif ağartma maddeleri; hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, sodyum klorit, perasetik asit, optik beyazlatıcılardır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011p).

Sentetik liflerin ön terbiyesi

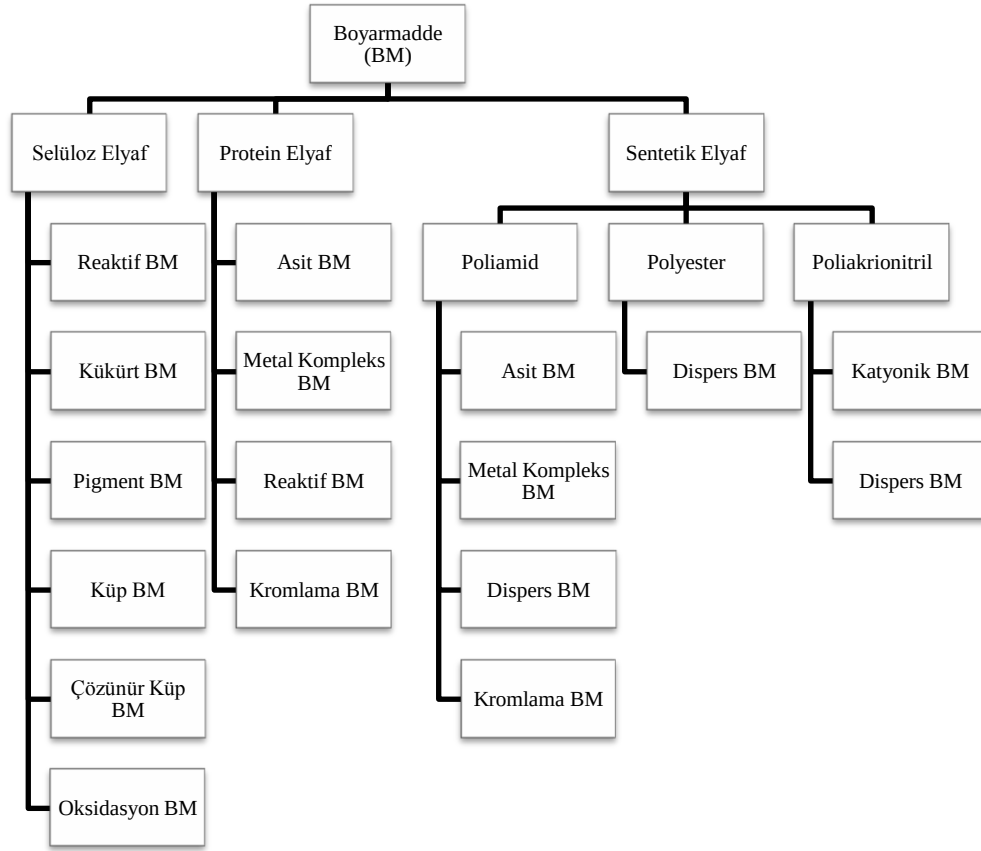
Boyama öncesinde yapılan başlıca işlemler yıkama ve termofiksaj işlemleridir. Yıkama işlemi daha önceki işlemlerde uygulanan preparasyon maddelerinin uzaklaştırılması için uygulanmaktadır. Uygulanan preparasyon maddelerinin %95'i bu işlemde uzaklaştırılabilmektedir. Dokuma kumaşların ön terbiyesinde, haşıl maddelerinin uzaklaştırılması oldukça önemlidir. Materyalin bulunuş formuna göre life aşağıdaki işlem sırasına göre uygulanabilir. Eğer yüksek beyazlık istenirse ek olarak ağartma işlemi de uygulanabilir (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011r). Sentetik liflere uygulanan ön işlemler ve uygulama sıralaması aşağıda verilmiştir.

- Termofiksaj-yıkama-boyama
- Yıkama-termofiksaj-boyama
- Yıkama-boyama-termofiksaj

2.1.3.2. Tekstil liflerinin boyanması

Boyama tekstil liflerinin görünüm özelliklerinin iyileştirildiği bir renklendirme işlemidir. Tekstil sektöründe elyaf, iplik ve kumaş formunda boyama işlemi gerçekleştirilmektedir. Boyama işlemlerinde yüksek miktarda su, enerji ve yardımcı kimyasal/boyarmadde tüketimi gerçekleşmektedir. Boyama proseslerinde boyarmaddelerin liflere afinitesinin artırılmasında çok sayıda ve yüksek miktarlarda yardımcı kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Doğal ve yapay liflerin fiziksel-kimyasal özelliklerine bağlı olarak aplike edilecek yardımcı kimyasallar ve boyarmaddeler değişiklik göstermektedir. Boyama proseslerine bağlı olarak metaller, tuzlar, sürfektanlar, sülfür, formaldehit gibi birçok yardımcı kimyasal madde boyarmadde afinitesini artırmak için kullanılmaktadır. Bu amaçla boya banyosunda yüksek miktarda tuz kullanılmaktadır. Boyama banyosunda en çok kullanılan tuzlar ise sodyum nitrat, sodyum sülfat ve sodyum klorürdür (Carliell vd., 1998; Cırık, 2010). Ayrıca boyama işlemlerinde kullanılan boyarmaddeler boyanacak lif türüne

göre değişim göstermektedir. Şekil 2.2’de tekstil liflerinin boyanmasında kullanılan boyarmaddeler verilmiştir.



Şekil 2.2. Tekstil liflerinin boyanmasında kullanılan boyarmaddeler (MEGEP, 2011s)

Tekstil liflerinin boyanması işlemi moleküler açıdan dört adımda gerçekleşmektedir. Birinci adımda; boyama banyosundaki çözünmüş veya dispers haldeki boyarmaddenin, banyodan materyale geçişi gerçekleşmektedir. İkinci adımda; boyarmaddenin tekstil materyali üzerine birikimi gerçekleşir. Üçüncü adımda; düzgün boyama elde edilene kadar boyarmaddenin lif içerisine göçü gerçekleşmektedir. Boyarmaddenin lif içerisine penetrasyonu lifin yapısı, elektrostatik bariyerlerin varlığı ve hidrofilik özelliğe bağlıdır. Hidrofil gözeneklere boyarmaddeler kolay şekilde penetrasyon sağlar. Hidrofobik lifler içerisine boyarmaddelerin nüfuzu daha zor olmaktadır. Bu nedenle bu liflerin camlaşma sıcaklığına kadar (100 °C) ısıtılması gereklidir (MEGEP, 2011s). Lif yüzeyinde elektrostatik kuvvetlerden kaynaklanan bariyerlerin varlığı da boyarmaddelerin penetrasyonunu engelleyen bir diğer özelliktir. Bu durumda boyama banyosu içersine yüksek miktarlarda tuz ilavesi ile bu bariyerler kaldırılır ve boyarmaddelerin

life daha kolay şekilde nüfuz etmesi sağlanır (MEGEP, 2011s). Dördüncü adımda; boyarmaddelerin lif içerisine uygun yerlerden bağlanması (fikse olması) gereklidir. Boyarmadde ile lifler arasında çeşitli kimyasal bağlar ve çekim kuvvetleri vardır. Bunların başında kovalent bağlar, Van Der Waals ve diğer ikincil çekim kuvvetleri gelmektedir. Lif ile boyarmadde, boyarmadde ile boyarmadde, su ile lif ve su ile çözünmüş maddeler arasında uzun-orta-kısa mesafe etkileşimlerinden sorumlu hidrojen bağları da önemli rol oynamaktadır. Boyarmaddelerin elyafa tutunması boyanın yapısına ve boyanın kimyasal bileşenlerine bağlıdır (TTTSD, 2002; Cırık, 2010; MEGEP, 2011s). En güçlü boyarmadde-elyaf bağlanması, elyafın zıt yüklere sahip olduğu elektrostatik etkileşimler ve kovalent bağ oluşturması ile gerçekleşmektedir (Welham, 2000; Cırık, 2010).

Tekstil endüstrisinde boyama prosesinde boyarmadde tipine bağlı olarak life fikse olmayan boyarmaddelerin oranı %10-50'ye kadar değişebilmektedir (Supaka vd., 2004; Cırık, 2010). Boyama işlemlerinde boyama banyosuna eklenen kimyasal maddeler, tuzlar ve fikse olmayan boyarmadde artıkları atıksuların kirlilik yükünün artmasına neden olmaktadır. Ayrıca boyama prosesinden kaynaklanan atıksuların yüksek miktarlarda yardımcı kimyasal ve boyarmadde artıkları içermeleri atıksuların toksik özellikler kazanmasına sebep olmaktadır. Diğer taraftan boyama işlemlerinin yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi nedeniyle boyama prosesleri kaynaklı atıksular ile önemli miktarda atık ısı kaybedilebilmektedir.

Baskı

Baskı işlemleri boyama gibi liflerin renklendirildiği ve çeşitli desenler kazandırıldığı bir işlemdir. Baskı işleminin boyamadan farkı ise, boyamada boyarmadde tüm tekstil materyaline aplike edilmekteyken, baskı işleminde elde edilmek istenilen desene/renglere göre yapılmaktadır. Baskı işleminde boyamada kullanılan makinelerden farklı tipte makineler kullanılmaktadır. Baskı işlemlerinde lif ve boyarmadde arasındaki fiziksel-kimyasal etkileşimler boyama işlemine benzemektedir (TTTSD, 2002; Correia, 2005). Aşağıda tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılan baskı yöntemleri verilmiştir. Bunlar;

- Direkt baskı (dijital ve transfer baskı dahil)
- Aşındırılmalı baskı

- Rezerve baskı
- Film druck baskı
- Rotasyon baskı
- Rulo baskı
- Tops baskı
- Parça baskı

Baskı proseslerinde inceltici, boyarmadde, üre, sürfaktanlar ve solventler gibi çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Pamuk, CV ve ipeklerin baskı işlemlerinde kullanılan üre, boyarmaddelerin çözünürlüğünü ve boyarmaddelerin lif üzerine fiksasyonunun artmasını sağlamaktadır (Cırık, 2010).

Yıkama/durulama

Yıkama işlemi lif üzerindeki kalıntı maddelerin sıcak su ya da bir çözgen yardımıyla uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Dolayısıyla yıkama su ya da çözgen ile yıkama olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yıkama işlemine etki eden faktörler; kullanılan suyun karakteristiği, seçilen deterjan ve sabun, hidromekanik etkiler, sıcaklık ve pH değerleridir (Correia, 2005). Yıkama işlemleri emülsifiye olan kirlerin en son olarak uzaklaştırıldığı işlem basamağıdır. Yıkama işlemlerinde en yaygın kullanılan yöntem kesintisiz en yıkama tekniğidir (Correia, 2005). Yıkama durulama işlemleri boyama işlemleri sonrasında yapılmaktadır. Bu sayede lif üzerinde bulunan fikse olamamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Ayrıca boyama sonrasında yapılan yıkama/durulama işlemlerinin sayısı lif türü ve boyamanın yapıldığı renge bağlı olarak değişmektedir.

Yumuşatma

Tekstil ürünlerinin imalatında üründen beklenen en önemli özelliklerden biri tutum-tuşedir. Bu nedenle terbiye ve boyama işlemleri sonrasında tekstil materyaline yumuşak tutum özelliği kazandırmak amacıyla yumuşatma işlemi yapılmaktadır. Boyama, yıkama/durulama işlemlerinden sonra yumuşatıcı içeren bir banyoda tekstil liflerine yumuşaklık kazandırılmaktadır. Yumuşatıcı maddeler sadece bitim işlemlerinde kullanılmayıp, kesintili boyama işlemlerinde de kullanılmakta ve

boyama banyosunda veya daha sonraki yıkama banyosunda aplike edilebilmektedir (TTTSD, 2002).

Apres (bitim işlemleri)

Bitim (apres) işlemi tekstil materyalinde arzu edilen nihai kullanım özelliklerini kazandırmak amacıyla yapılan tüm işlemleri kapsamaktadır. Apres işlemleri ile tekstil materyaline görünüm efekti, yumuşaklık, su geçirmezlik, güve yemeyizlik, buruşmazlık ve güç tutuşurluk gibi özellikler kazandırılır. Bitim işlemleri, mekaniksel/fiziksel ve kimyasal işlemlerden oluşabilmektedir. Liflere özgü uygulanan bitim işlemleri farklı olabilmektedir. Örneğin pamuklular için buruşmazlık işlemleri, sentetik elyaf için anti-statik işlemler ve yünüler için güve yemeyizlik, keçeleşmezlik işlemleri uygulanabilir. Kumaşlara uygulanan bitim işlemleri genellikle ayrı bir adım olarak uygulanmaktadır. Fakat bazı özel durumlarda; örneğin halı sanayisinde bazı bitim işlemi uygulamaları boyama sırasında uygulanmaktadır (TTTSD, 2002). Tekstil sektöründe yoğun olarak uygulanan başlıca apres işlemleri;

- Buruşmazlık apresi
- Su iticilik apresi
- Yumuşatma apresi
- Güç tutuşurluk apresi
- Anti statik apres
- Güve yemeyizlik apresi
- Bakteriler ve mantarlara karşı koruma apresi
- Keçeleşmezlik apresidir.

Fikse

Fikse işlemleri boyama ve baskı işlemleri ardından yapılan ısı bir işlemdir. Bu işlemde lif üzerine adsorbe olan boyarmaddenin ısı etki ile tamamen life fikse olması sağlanmaktadır. Bobin ve çile formundaki iplikler otoklavda fikse edilebilirken, kumaş formundaki tekstil materyalleri buhar kabinlerinde ya da kurutma ünitelerinde fikse işlemine tabi tutulmaktadır.

Kurutma

Kurutma yaş işlemlerden sonra iplik ve kumaş yüzeyindeki su içeriğinin azaltılması amacıyla yapılmaktadır. Su içeriğinin azaltılmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Genel olarak kurutma işlemlerinde sıcak yüzey veya buharlaştırma uygulamalarından dolayı yüksek enerji tüketimi gerçekteşmektedir. Kurutma işlemleri mekaniksel veya ısıl işlemler ile yapılmaktadır (TTTSD, 2002). Tekstil materyallerinin açık elyaf, çile, bobin ve kumaş formunda kurutmasında santrifüjal uzaklaştırma, sıkma ile kurutma, buharlaştırarak kurutma teknikleri kullanılmaktadır. Ayrıca kumaş kurutma işlemlerinde ramözler, hot-flue, kontak kurutucular, taşıma bantlı, airo, radyo frekans kurutucular yaygın olarak kullanılmaktadır (TTTSD, 2002; MEGEP, 2011t).

2.1.4. Tekstil endüstrisinde su tüketimi ve atıksu oluşumu

Tekstil sektörü yoğun su tüketimi nedeniyle imalat sanayi içerisinde önemli bir yere sahiptir. Sektörde faaliyet gösteren işletmeler yüksek miktardaki su ihtiyacını genellikle yeraltı sularından karşılamaktadır. Yer altı sularından temin edilen hamsular, sertlik giderimi (su yumuşatma) yapıldıktan sonra genellikle terbiye ve boyama proseslerinde ve buhar kazanlarında kullanılmaktadır. Tekstil endüstrisinin kompleks bir yapıya sahip olması, kullanılan lif türü, tekstil materyalinin formu, uygulanan teknoloji, teknikler, yöntemler ve proses uzunluğuna bağlı olarak su tüketimi değerleri de değişmektedir. Tekstil endüstrisinde spesifik su tüketimi değeri 3-932 L/kg ürün gibi geniş bir aralıktadır (USEPA, 1979; Smith and Rucker, 1987; INERIS, 2001; Tubtimhin, 2002; CBMWD, 2003; EIE, 2006; TSKR, 2012). Ülkeler bazında uygulanan teknolojiye bağlı olarak su tüketimi farklılıklar gösterebilmektedir. Önemli tekstil ihracatcısı ülkelerde sektörde tipik su tüketimi değerleri incelendiğinde; UK’de 52-200 (ETBPP, 1999); USA’da 5-508 (USEPA, 1979; USEPA, 1998; Visvanathan vd., 2000); Hindistan’da 40-219 (NITRA, 1989; Visvanathan vd., 2000); Almanya’da 20-350 (Bohm vd., 1997; Bohm vd., 2000; Hillanbrand vd., 2000; Kocabaş, 2008); Fransa’da 100-150 (ITF, 1999; Kocabaş, 2008); Finlandiya’da 50-500 (Killiala ve Telvenmaa, 2000); Güney Afrika’da 95-400 (Öztürk vd., 2009); Çin’de 700 (BSR, 2008) ve Türkiye’de 20-350 L/kg ürün (Öztürk vd., 2009) dür. Endüstride spesifik su tüketimini etkileyen diğer bir faktör

ise işlem gören lif türüdür. Çizelge 2.1’de lif türü bazında spesifik su tüketimi değerlerinin değişimi verilmiştir.

Çizelge 2.1. Tekstil sektöründe spesifik su tüketimi değerleri (Kocabaş, 2008)

Lif türü	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Pamuk	100	150-250	350
Yün	50	100-200	300
Poliamid	50	100-125	150
Poliester	50	100-125	200
Akrilik	50	100-150	220

Tekstil sektörü heterojen bir yapıya sahip olması nedeniyle endüstrinin alt sektörlerinde spesifik su tüketimi değerleri değişim göstermektedir. Çizelge 2.2’de tekstil alt sektörlerinde spesifik su tüketimi değerleri sunulmuştur. Buna göre dokuma kumaşların terbiye ve boyanmasında 5-508 L/kg ürün, örme kumaşların terbiye ve boyanmasında 20-377 L/kg ürün aralığında değişmektedir.

Çizelge 2.2. Tekstil endüstrisi alt sektörlerinde yaş proseslerde su tüketimi değerleri (USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; INERIS, 2001; Tubtimhin, 2002; CBMWD, 2003; Gleick vd., 2003; EIE, 2006; Kocabaş, 2008)

Alt sektörler	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)		
	Minimum	Ortalama	Maksimum
Yünlü kumaş üretimi	111	284	658
Dokuma kumaş üretimi	5	113	508
Örme kumaş üretimi	20	83	377
Halı üretimi	8	47	163
İplik üretimi	3	100	558
Dokusuz yüzeyli kumaş üretimi	3	40	83
Keçeli kumaş üretimi	33	213	932

Türkiye’de imalat endüstrisinde ortalama 1.224 milyon m³/yıl su tüketimi gerçekleşmekte ve tekstil endüstrisinin toplam su tüketimindeki payı yaklaşık %8 dir (TUİK, 2010). İmalat sanayide şehir şebekesinden temin edilen 50 milyon m³/yıl suyun %12’si ve kuyulardan temin edilen 267 milyon m³/yıl suyun %25’i tekstil endüstrisinde tüketilmektedir (TUİK, 2010). Türkiye’de endüstriyel üretimde proses suyu olarak tüketilen su miktarı 313 milyon m³/yıl dır. İmalat endüstrisinde toplam proses suyu tüketiminin yaklaşık %23’ü tekstil endüstrisinde tüketilmektedir (TUİK, 2010). Türkiye’de imalat endüstrisinde kullanılan suyun yaklaşık %34’ü yeniden

değerlendirilmekte iken, tekstil endüstrisinde bu oran ancak %1 mertebesinde kalmaktadır (TUIK, 2010).

Tekstil endüstrisinde özellikle terbiye ve boyama gibi yaş işlemlerde yoğun su tüketimi gerçekleşmektedir. Tekstil sektöründe su tüketimini doğrudan etkileyen faktörlerin başında üretimde kullanılan makinelerin flotte oranları ve uygulanan yöntemler gelmektedir. Tekstil sektöründe yaş proseslerde tipik su tüketimi değerleri; haşıllamada 1-8, haşıl sökmede 2-20, yıkamada 5-42, merserizasyonda 6-32, ağartmada 3-125, boyamada 8-330, apre işlemlerinde 13 ve baskıda 2-33 L/kg ürün aralığında değişmektedir (Alanya vd., 2006; Kav, 2011). Tekstil terbiye ve boyama işlemleri haricinde buhar üretimi, tesis temizliği ve su yumuşatma (iyon değiştiricilerin rejenerasyonunda tüketilen su) gibi yardımcı işlemlerinde de su tüketimi gerçekleşmektedir. Ancak toplam su tüketiminin %70-80'ini terbiye ve boyama işlemlerinde gerçekleşmektedir.

Tekstil endüstrisinde yüksek su tüketimi ve su geri kazanımı oranlarının düşük seviyede olması doğrudan endüstriden kaynaklanan atıksu miktarlarına da yansımaktadır. Tekstil endüstrisinde atıksu miktarları su tüketimi değerleri ile paralellik göstermektedir. Buna göre Türkiye'de tüm imalat sanayi içerisinde su tüketimi ve atıksu oluşumunda tekstil sektörü üçüncü sırada yer almaktadır (TUIK, 2005). Tekstil sektöründe Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartlarına göre tipik atıksu miktarları 100-125 L/kg ürün ve entegre tekstil işletmelerinde 35-265 L/kg ürün aralığında değişmektedir (Schoeberl vd., 2004; Visvanathan vd., 2007). Ağırlıklı olarak pamuklu dokuma kumaş terbiyesi yapan işletmelerde spesifik atıksu miktarı 7-645 L/kg ürün arasında değişmektedir (TTTSD, 2002).

Tekstil endüstrisinde yaş prosesler ve yardımcı proseslerde farklı karakterlere sahip atıksular oluşmaktadır. Terbiye işlemlerinde lifler üzerindeki kirler, yabancı maddeler, çeşitli proseslerde aplike edilen toksik ve biyolojik parçalanması güç kimyasallar atıksuların kirlilik yükünün artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan boyama işlemlerinde fıkse olmayan boyarmadde artıkları, boyama banyosuna eklenen tuzlar ve diğer kimyasal maddeler atıksuların taşıdığı kirlilik yükünü artırmaktadır. Tekstil atıksularının spesifik KOİ değerleri 13-390 gr KOİ/kg ürün aralığında değişmektedir (TTTSD, 2002). Terbiye ve boyama işlemlerinin yüksek

sıcaklıklarda yapılmaktadır. Bu proseslerden kaynaklanan atıksular yüksek sıcaklık değerlerine sahip olmaktadır. Yardımcı proseslerde ise özellikle su yumuşatma proseslerinden kaynaklanan rejenerasyon atıksuları kompozit atıksuların tuzluluğunun artmasına neden olmaktadır. Yeterince arıtılmadan alıcı su ortamlarına deşarj edilen tekstil atıksuları su kirlenmesi problemlerine neden olmaktadır. Tekstil atıksuları ve özellikleri 2.1.8 başlığı altında daha detaylı irdelenmiştir.

2.1.5. Tekstil endüstrisinde kimyasal/boyarmadde tüketimi

Tekstil endüstrisinde terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde önemli miktarlarda ve türde yardımcı kimyasal/boyarmadde tüketimi gerçekleşmektedir (Kocaer ve Alkan, 2002; Kant, 2012). Tekstil sektöründe yaklaşık olarak 3.600 çeşit boyarmadde ve 8.000 çeşit yardımcı kimyasal kullanılmaktadır (Kant, 2012). Üretim proseslerinde kullanılan yardımcı kimyasal/boyarmadde miktarları ise lif formu, uygulanan terbiye ve boyama yöntemi, teknik ve teknolojiye bağlı olarak değişmektedir. Sektörde üretim proseslerinde ürün ağırlığının %10-100 arasında kimyasal tüketimi gerçekleşmektedir (Smith, 1994; USEPA 1997; Öztürk vd., 2009). Tekstil endüstrisinin alt sektörlerinden olan iplik boyama ve terbiye işlemlerinde spesifik boyarmadde tüketiminin 13-36 gr/kg ürün arasında ve kimyasal madde tüketiminin 60-427 gr/kg ürün dür (CRAB, 2001; TTTSD, 2002). Çizelge 2.3’de iplik ya da kumaş terbiyesi ve boyaması yapan işletmelerde spesifik kimyasal madde ve boyarmadde tüketimi değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.3. Spesifik kimyasal madde tüketimi değerleri (TTTSD, 2002)

Proses	Spesifik kimyasal madde/boyarmadde tüketimi (gr/kg ürün)	
	Boyarmadde tüketimi	Kimyasal madde tüketimi
İplik üretimi	13-36	60-430
Örme kumaş üretimi	15-50	95-430
Dokuma kumaş üretimi	10-100	225-1050

Üretim maliyeti açısından bir değerlendirme yapıldığında ise yardımcı kimyasalların/boyarmaddelerin önemli paylara sahip olduğu görülmektedir. İngiltere’de tekstil sanayisinde boyama ve terbiye işlemleri yapan işletmelerde boyarmadde ve yardımcı kimyasal giderleri toplam maliyetin %28’ini oluştururken, Türkiye’de ise %23-47’sini oluşturmaktadır (Saldıray, 2005). Bu nedenle tekstil

endüstrisinde yardımcı kimyasal/boyarmadde miktarlarının çeşitli temiz üretim teknolojileri/teknikleri ile azaltılması hem üretim maliyetlerin azaltılması hem de çevre kirliliğinin önlenmesi adına önem arz etmektedir.

2.1.6. Tekstil endüstrisinde enerji tüketimi

Tekstil endüstrisi ısıl enerji ve elektrik enerjisi tüketiminin yoğun olduğu endüstrilerdendir. Türkiye’de üretim sektörleri içerisinde enerji tüketimi dağılımı incelendiğinde demir çelik endüstrisi (%35), çimento endüstrisi (%20), tekstil endüstrisi (%6), petrokimya (%5) ve seramik endüstrisi (%4) başta gelmektedir. Bu endüstrilerin birim maliyet dağılımları içerisinde enerji tüketiminin payı incelendiğinde ise; demir çelik %12-48, çimento endüstrisi %55, tekstil endüstrisi %8-10, petrokimya %29 ve seramik endüstrisi %33 oranında paylara sahiptir (Hepbaşlı ve Özalp, 2003; Öztürk, 2005). Tekstil üretim proseslerinde özellikle terbiye, boyama ve bitim işlemlerinde yoğun şekilde ısıl enerjiden yararlanılmaktadır. Ayrıca makinelerin, elektrik motorlarının çalıştırılmasında, aydınlatma ve iklimlendirme sistemlerinde elektrik enerjisi tüketimi yoğun olmaktadır. Genel olarak tekstil endüstrisinde spesifik enerji tüketimi 11-125 MJ/kg ürün arasında değişmektedir. Türkiye’de tekstil sektöründe ise spesifik enerji 40-80 MJ/kg ürün aralığındadır (UNIDO, 1992; EIE, 2006; UNIDO, 2010). Tekstil sektöründe spesifik elektrik tüketimi ise 0,1-7,3 kWh/kg ürün arasında değişim göstermektedir. Türkiye’de tekstil sektöründe spesifik elektrik enerjisi tüketimi 2,1-5,6 kWh/kg ürün aralığındadır (Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2000; EIE, 2006; UNIDO, 2010; Palamutcu, 2011).

Endüstride ısıl enerji üretiminde ağırlıklı olarak kömür ve doğalgazdan yararlanılmaktadır (Öztürk, 2005; Palanichamy ve Babu, 2005; Palamutcu, 2010). Terbiye, boyama ve bitim işlemlerine ihtiyaç duyulan ısıl enerji buhar ya da kızgın yağ ile sağlanmaktadır. Özellikle ön kurutma, nihai kurutma ve fikse işlemlerinde kızgın yağ tercih edilebilmektedir. Sektörde su ve kimyasal tüketimini etkileyen faktörler enerji tüketimini de etkilemektedir. Çizelge 2.4’de prosesler bazında spesifik enerji tüketimi değerleri sunulmuştur.

Türkiye’de tekstil sektöründe enerji geri kazanımı %8 oranında gerçekleşmektedir (MENS, 1995; EIE, 2004; Palamutcu, 2010). Tekstil sektöründe üretim maliyetlerinin önemli bir bölümünü enerji giderleri oluşturmaktadır. Bu noktada sektörde faaliyet gösteren az sayıdaki işletmede enerji geri kazanımı ve enerjinin verimli kullanımı konusunda uygulamalar bulunmaktadır. Ancak yeterli seviyede değildir.

Çizelge 2.4. Tekstil sektöründe spesifik enerji tüketimi değerleri (Visvanathan vd., 2007)

Proses	Spesifik enerji tüketimi (MJ/kg ürün)	
	Isıl enerji tüketimi	Elektrik enerjisi tüketimi
Sentetik lif üretimi	2-10	0,6-3
Eğirme	0,6-7	0,6-7
Dokuma	2-3	5-6
Boyama ve terbiye	14-64	0,3-13
Baskı	0,3-3	0,8-2
Entegre tekstil işletmesi	26-50	0,4-2

2.1.7. Tekstil endüstrisinde buhar tüketimi

Tekstil sektöründe terbiye ve boyama banyolarının ısıtılması, iklimlendirme, fıkse, kurutma vb. proseslerde veya yardımcı proseslerde buhar tüketimi yoğun olmaktadır. İmalat sanayi içerisinde tekstil endüstrisi ısıl enerji tüketimine paralel olarak buhar tüketiminde de ön sıralardadır. A.B.D.’de buhar tüketimi açısından 16 sektör içerisinde tekstil endüstrisi 5. sırada yer almaktadır (USDOE, 2005; Hasanbeigi vd., 2012). Tekstil endüstrisinde toplam enerji tüketiminin %28’i buhar üretiminde kullanılmaktadır (USDOE, 2004). Su, enerji ve kimyasal tüketimlerine benzer şekilde spesifik buhar tüketimi tipik değeri de tekstil alt sektörlerinde değişkenlik göstermektedir. Boyama işlemlerinde 3,5-5 kg buhar/kg ürün, boyama ve kurutma işlemlerinde 5-8 kg buhar/kg ürün aralığındadır (Hasanbeigi, 2010). İplik üretiminde spesifik buhar tüketimi 7-7,2 kg buhar/kg ürün aralığında değişmektedir (EMT, 2008; Hasanbeigi, 2010). Kumaş üretiminde ise bazı boyama proseslerinde 3,6-4,8 kg buhar/kg ürün; 1,8-2,4 kg buhar/kg ürün; 4-5 kg buhar/kg ürün; 2-3 kg buhar/kg ürün ve 1,5-2,5 kg buhar/kg ürün şeklinde değişmektedir (IPPC BREF, 2003).

Tekstil sektöründe buhar tüketimi için tipik aralık 4-9 kg buhar/kg ürün dür. Sektörde faaliyet gösteren işletmelerde su ve enerjinin verimli kullanımına bağlı olarak buhar

tüketimi değerleri azaltılabilmektedir. Bu sayede buhar üretiminde kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan atık gaz emisyonlarının azaltılması sağlanabilmekte ve işletmelerin çevresel performansları iyileştirilebilmektedir.

2.1.8. Tekstil endüstrisinin çevreye potansiyel etkileri

Atıksu

Tekstil endüstrisinde yoğun su tüketimine paralel olarak yüksek miktarda atıksu oluşumu söz konusu olmaktadır. Ayrıca 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. Endüstrinin alt sektörlerinde uygulanan prosesler, teknik/teknoloji ve işlem görececek lif türüne bağlı olarak atıksu miktarları ve karakterizasyonu değişmektedir (TTTSD, 2002; Cırık, 2010).

Tekstil terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde çok çeşitli ve yüksek miktarlarda kullanılan kimyasalların/boyarmaddelerin artıkları atık banyolar ile atıksu kanallarına taşınmaktadır. Tekstil endüstrisinde özellikle terbiye ve boyama/baskı proseslerinden kaynaklanan atıksular yüksek kirlilik yüküne ve toksik karaktere sahip olmaktadır (Venceslau vd., 1994; Kocaer ve Alkan, 2002; Fersi vd., 2005; Kdasi vd., 2005; Başbuğ, 2008; Galzaves vd., 2008; Kant, 2012). 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 (Başbuğ, 2008). Diğer taraftan askıda katı maddeler, mineral yağlar, gres, lubrikantlar, biyolojik parçalanmayan ya da biyolojik parçalanması güç olan sürfektanlar, organik bileşikler, fenoller, halojenlenmiş organik solventler, ısı, renk ve ağır metaller başlıca atıksu kirleticileridir (IFC, 2007). Tekstil atıksuları yüksek BOİ, KOİ, AKM, tuzluluk ve renk içeriğine sahiptir (Jones, 1973; Hendrickx ve Boardman, 1995; Öztürk, 2007; Cırık, 2010). Bu nedenle tekstil atıksuyu karakterini belirleyen en önemli parametreler; KOİ, BOİ, AKM, renk, iletkenlik, sıcaklık, asidite ve diğer organik bileşiklerdir (Dae-Hee vd., 1999; Fersi vd., 2005; Kdasi vd., 2005;

World Bank, 2007; Galzalves vd., 2008; Gürtekin ve Şekerdağ, 2008; Savin ve Butnaru, 2008). Atıksu bünyesindeki artık boyarmaddeler/kimyasallardan kaynaklanan biyolojik eliminasyonu zor olan kirleticilerin yeterince arıtılmadan alıcı ortamlara deşarj edilmeleri durumunda geri dönülmez çevresel etkiler oluşabilmektedir (Judds ve Jefferson, 2003; Schoeberl vd., 2004; Galzalves vd., 2008).

Terbiye proseslerinde lif üzerindeki doğal kirlilikler ve daha sonradan aplike edilen preparasyon kimyasalları (polimer olmayan maddeler, preparasyon maddeleri, harman yağları, haşıl maddeleri gibi) terbiye atıksularının yüksek KOİ içeriğine ve toksik özellikler kazanmasına neden olmaktadır (TTTSD, 2002). Harman yağları, örgü yağları ve preparasyon maddeleri gibi yardımcı maddelerin yaş işlemler ile uzaklaştırılması, sadece madeni yağlar gibi biyolojik olarak zor parçalanan organik maddelerin değil, aynı zamanda poliaromatik hidrokarbonlar, alkilfenol etoksilatlar (APEO) ve biyositler gibi tehlikeli bileşiklerin de atıksulara karışmasına neden olmaktadır. Tekstil alt sektörlerinde atıksu karakteristikleri ve spesifik KOİ yükü değişiklik göstermektedir. İplik, örme ve dokuma kumaş terbiyesi ve boyamasında spesifik KOİ yükleri sırasıyla 13-390, 48-178 ve 14-308 gr KOİ/kg ürün aralığında değişmektedir (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Pamuklu ve pamuklu kumaşların haşıl sökme proseslerinde oluşan atıksular, nihai atık sudaki toplam KOİ yükü %30-70'ini kapsamaktadır (TTTSD, 2002). Haşıl sökme prosesinde spesifik KOİ değeri yaklaşık 95 gr/kg kumaş civarında olup, KOİ konsantrasyonları da çoğunlukla 20.000 mg/L'nin üzerine çıkmaktadır (TTTSD, 2002). Hidrojen peroksit ağartması ile ilgili çevresel problemlerin başında, ağartma proseslerinde kuvvetli kompleks oluşturuıcı maddelerin (stabilizatör) kullanımından kaynaklanmaktadır (TTTSD, 2002). Merserizasyon sonrasındaki durulama suları ise kuvvetli alkali maddeler içermektedir. Bu durum tesisteki toplam atıksuyun bazik karakter (40-50 gr NaOH/L) kazanmasına neden olmaktadır (TTTSD, 2002).

Terbiye proseslerinde oluşan atıksular haricinde boyama ve baskı prosesleri de atıksu kirlilik yükünün artmasına neden olmaktadır. Boyama proseslerinden kaynaklanan başlıca atıksu kirleticileri; flotte içerisinde kalan boyarmadde artıkları, boyama işlemlerinde kullanılan temel ve yardımcı kimyasallar ve tuzlar oluşturmaktadır (TTTSD, 2002). Endüstride kullanılan boyarmaddeler genellikle metaller, ağır

metaller, renk pigmentleri ve boyarmaddenin life afinitesini artıran çeşitli kompleks bileşiği içermektedir. Boyama işlemlerinde boyarmaddenin bir bölümü lif üzerinde kalırken yaklaşık %30-50'si atıksu bünyesine geçmektedir (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Önemli miktarda boyarmaddenin boyama banyosu içerisinde kalmasının başlıca nedenleri arasında; boyarmaddenin liflere afinitesini engelleyen maddelerin bulunması, kontrolsüz boyamalarda liflerin boyamaya hazır olmaması, boyama otomasyonu eksikliği, boyama şartlarının gerekli şekilde olmaması, hidroliz reaksiyonları ve terbiye işlemlerinde yaşanan aksaklıklar sayılabilir. Boyama proseslerinde boyarmaddeler haricinde çok sayıda yardımcı kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu kimyasalların boyama banyosuna eklenmesinin en önemli nedeni liflerin boyarmaddeye afinitesini artırmaktır. Bu amaçla boyama proseslerinde yoğun olarak kullanılan dispergatörler, köpük kesiciler, alkali maddeler, tuzlar, indirgen ve yükseltgen maddeler atıksuların karakteristiklerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Çektirme yöntemine göre gerçekleştirilen kesikli boyamalarda konsantrasyon düzeyleri, uygulanan işlem adımlarına göre büyük oranda değişmektedir. Genellikle kullanılmış boya flottelerinin KOİ konsantrasyonu 3.000-15.000 mg KOİ/L aralığındadır (TTTSD, 2002). Boya yardımcı maddelerinin KOİ yükü üzerinde yarattığı etki, özellikle küp ve dispers boyalar ile yapılan boyamalarda öne çıkmaktadır. Sabunlama, indirgen ard-işlem ve yumuşatma gibi işlemler de KOİ'nin yüksek düzeylerde olmasına neden olmaktadır. Durulama flotteleri, kullanılmış boya flottelerinden 10-100 kat daha düşük konsantrasyonlara sahip olmakla birlikte diğer taraftan 2-5 kat daha yüksek su tüketimine neden olmaktadır (Schonberger and Schafer, 2003). Yarı-kesintili ve kesintisiz boyamalarda, su tüketimi kesintili boyamalara göre daha azdır, ancak kısa metrajlı materyallerin boyanması durumunda, yüksek konsantrasyonlardaki artık boya flottelerinin atıksu kanalına deşarj edilmesi daha yüksek kirlilik yüklerine neden olabilmektedir (TTTSD, 2002; Schonberger and Schafer, 2003).

Baskı işlemlerinde oluşan tipik kirleticiler, baskı patı artıkları, kurutma ve fiksajdan gelen VOC'ler ve yıkama-temizleme işlemlerinden gelen atıksulardır. Baskı patı kayıpları, özellikle rotasyon baskı makinelerinde (kumaş baskıcılığında uygulanan renk başına 6-9 kg'lık kayıp) daha belirgindir. Kısa metrajlarda (<250 m) kayıpların

miktarı, tekstil materyali üzerine basılan patın miktarından daha fazla olabilmektedir (TTTSD, 2002). Her bir partiye ait baskı işleminin ardından makineyi temizlemek için kullanılan su yaklaşık 500 L'dir. Baskı prosesinin ağırlıklı olduğu ve ağırlıklı olarak pamuklu kumaş terbiyesi yapan işletmelerde oluşan atıksuların tipik KOİ konsantrasyonları 17-1196 mg KOİ/L arasında değişmektedir. Benzer işletmelerde spesifik KOİ değerleri ise 0,2-7 gr KOİ/L aralığında değişmektedir (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Ayrıca baskı patları, yüksek hava emisyonu potansiyeline sahip maddeler (örneğin, amonyak, formaldehit, metanol ve diğer alkoller, esterler, alifatik hidrokarbonlar, akrilatlar, vinilasetatlar, stiren, akrilnitril gibi monomerler, vb.) içermektedir (TTTSD, 2002).

Kesintisiz bitim işlemlerinin çoğunluğu, fiksaj işlemi arkasından yıkama işlemi gerektirmediğinden su emisyonları sistem kayıpları ve makine temizlemede kullanılan sulardan oluşmaktadır. Artık flottelerin miktarı, hazırlanan bitim işlemleri flottelerinin toplam miktarının %0,5'i ile %35'i arasında değişmektedir. Birçok durumda bu flotteler diğer atıksular ile karışık olarak deşarj edilmekte ve KOİ konsantrasyonları yaklaşık 130-200 gr/L olabilmektedir (TTTSD, 2002). Genelde bitim işlemi formülasyonlarındaki maddeler, biyolojik olarak parçalanamayan, biyolojik olarak elimine edilemeyen ve bazen de zehirlilik etkisi gösteren (biyositler gibi) maddelerdir. Kuru temizleme için organik halojenli solventlerin kullanımı, yer altı suyunun ve toprağın kirlenmesine yol açan sızıntı emisyonlarına neden olabilmektedir (TTTSD, 2002). Aynı zamanda yüksek sıcaklıkta uygulanan daha sonraki işlemler de hava emisyonları üzerinde olumsuz etkilere sahiptir.

Atık gaz emisyonları

Tekstil endüstrisi diğer endüstrilerle karşılaştırıldığında daha düşük seviyede atık gaz emisyonlarına neden olmaktadır (Öztürk, 2007). Tekstil endüstrisinde hava emisyonlarının başlıca kaynakları; terbiye ve boyama, bitim, kurutma, baskı, sentetik iplik üretimi, kumaş hazırlama prosesleri ve atıksu arıtma tesisleridir (USEPA, 1997; SGN, 2002; Öztürk, 2007). Endüstride başlıca hava kirleticileri fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan karbonmonoksit (CO), karbon dioksit (CO₂), kükürt dioksit (SO₂), azotoksitler (NO_x) ve tozdur (ÇŞB, 2012). Üretim proseslerinde, özellikle ısı işlemlerin uygulandığı terbiye, boyama, baskı, kurutma, fikse, ütöleme,

laminasyon, kuru temizleme ünitelerinde hidrokarbonlar (mineral yağların yüksek sıcaklıkta işlem görmesinden kaynaklanır), formaldehitler, asetik asitler, uçucu kimyasal maddeler, solventler, asitaldehit, kloroflorokarbonlar, diklorobenzen, etilasetat, metilnaptelin, ve klorotuluen gibi hava kirleticileri oluşmaktadır (IFC, 2007; Öztürk, 2007; ÇŞB, 2012). Tekstil endüstrisinde havadaki emisyonlarla ilgili olarak, VOC açığa çıkaran çeşitli aktiviteler şunlardır;

- Organik çözügenlerin kullanıldığı baskı prosesleri (örneğin, pigment baskı patında bulunabilmektedir),
- Organik çözügenlerle temizleme,
- Eğer tekstil materyali termal olarak parçalanabilen veya buharlaşabilen maddeler içeriyorsa (örneğin yağlar, plastikler, bitim işlemi maddeleri daha önceki işlemin kalıntıları) ısıt işlemler (örneğin termofiksaj, kurutma, kondenzasyon),
- Formaldehit ve yanmamış metan emisyonları, direkt ısıtım ramözler,
- Halı üretimi sektöründe taban kaplamalarının vulkanizasyonudur (TTTSD, 2002; ÇŞB, 2012).

Katı atıklar

Tekstil sektöründe diğer endüstrilere benzer şekilde tehlikesiz ve tehlikeli nitelikte atıklar oluşmaktadır. Endüstride birçok proseste tipik olarak; kirlenmiş tekstil atıkları, kirlenmiş ambalaj atıkları, flüoresan, yağlar ve yağ filtreleri gibi atıklar oluşmaktadır. Endüstriye özgü atıklar ise genel olarak; atık iplik ve kumaş parçaları, makaslama ve şardonlama atıkları, tekstil tozları, boyalar ve pigmentler, fularlama boya flottesini artıkları, baskı patları artıkları, fularlama bitim flottesini artıkları, gaz arıtımından gelen atıklar ve atıksu arıtma tesisi çamurlarıdır (LCPC, 2010; ÇŞB, 2012). Çizelge 2.5’de tekstil endüstrisinde oluşan katı atıklar verilmiştir.

Sektörde oluşan tekstil atıklarının yeniden değerlendirilmesi, geri dönüşümü/kazanımı mümkün olmaktadır. Ancak Türkiye’de tekstil atıklarının değerlendirildiği yeterli sayıda işletme/atölye bulunmamaktadır. Endüstride üretim prosesleri ve yardımcı işlemlerde oluşan katı atıkların entegre katı atık yönetimi ile en aza indirilmesi gereklidir. Fakat bunun mümkün olmadığı durumlarda düzenli bertarafı söz konusu olabilmektedir.

Çizelge 2.5. Tekstil sanayisindeki katı ve sıvı atıklar (UBA, 2001; TTTSD, 2002; ÇŞB, 2012)

Tekstil sanayisine özgü olmayan atıklar	Tekstil sanayisine özgü atıklar
<u>Kontrol gerektirmeyen atıklar</u> -Atık cam -Kağıt, mukavva -Tahta -Demir parçaları (borular, eski makineler) -Elektrik kabloları -Plastik bidonlar (temiz) -Metal variller (temiz) -Kirlenmemiş plastik ambalaj maddeleri	<u>Kontrol gerektirmeyen atıklar</u> - Atık iplik -Atık kumaş (bozulmuş çalışmalar, denemeler, kumaş kenarları) -Makas ve şardon atıkları -Tekstil tozları
<u>Kontrol gerektiren atıklar</u> - Atık yağlar - Yağla kirlenmiş giysiler - Halojenlensiz organik çözgenler - Yağlı fırınlardan gelen kurumlar - Tutkal ve yapışkan maddeler - Kirlenmiş paketleme maddeleri - Elektronik parçalar <u>Yüksek kontrol gerektiren atıklar</u> - Yağ/su ayraçlarından gelen atıklar - Halojenlenmiş organik çözgenler - PCB içeren kondansatörler	<u>Kontrol gerektiren atıklar</u> - Boyalar ve pigmentler - Boyamalardan artan emdirme flotteleri - Artan baskı patları - Bitim işlemlerinden artan emdirme flotteleri - Atık havanın temizlenmesinden (ramözden) gelen yağ içerikli kondensatlar - Atık su arıtma işlemlerinden gelen çamur

2.2. Türkiye’de Tekstil Sektörü

Tekstil sektörü sağladığı istihdam imkanları, yarattığı katma değer ve uluslararası ticaretteki ağırlığı nedeniyle ekonomik kalkınma sürecinde yer alan ülkelerde lokomotif sektörlerdendir. Ülkemizde tekstil ve hazır giyim sektörü birlikte değerlendirilir ve bu sektörler ihracatta yakaladıkları başarı nedeniyle vazgeçilmez olan geleneksel sanayi kollarıdır (ÇŞB, 2012). Türkiye’de tekstil sektörünün toplam ihracat içerisindeki payı %40’a yakındır (Afşar, 2007; Çetin ve Ecevit, 2008). Tekstil ve hazır giyim sektörü tarımdan sonra en yüksek istihdama sahip sektör konumundadır. Ülkemizin toplam ihracat gelirlerinin %20’sini oluşturmakla beraber gayri safi yurt içi hasılaya (GSYİH) katkısı %11 ve imalat sanayi üretiminin %14-16’sını karşılamaktadır (Eraslan vd., 2008; İTKİB, 2008).

İstanbul Tekstil ve Konfenksiyon İhracatçıları Birliği (İTKİB) 2011-2012 yılları verilerine göre dünyada tekstil ve hazır giyim ihracatında başta gelen ülkeler sırasıyla; Almanya, Irak, İran, İngiltere, Birleşik Arap Emirlikleri, Rusya, İtalya, Fransa ve Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.)’dir (İTKİB, 2012). Türkiye ise

tekstil hammaddesi üretiminde ve tekstil ürünleri üretiminde dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer almaktadır. Pamuk üretiminde 6. sırada, hazır giyim üretiminde 5. sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye, Avrupa'nın 2. ve dünyanın 10. sırada tekstil tedarikçilerindendir (Efe, 2005). Ülkemizde üretilen tekstil ürünlerinin %42'si Avrupa'ya ihraç edilmektedir (Afşar, 2007). Türkiye'de tekstil sektöründe büyük oranda "küçük ve orta bütçeli işletmeler (KOBİ)" hakimdir ve çok sayıda alt sektörden oluşmaktadır (ÇŞB, 2012). Ülkemizde tekstil terbiyesi yapan tesislerin sayısı yaklaşık 600'dür. Bu tesislerin önemli bir bölümü (yaklaşık 420'si) Marmara Bölgesinde yer almaktadır (ÇŞB, 2012). Sektörde iplik üretimi İstanbul, Adıyaman, Gaziantep, Bursa, Denizli gibi illerde yoğun olarak yapılırken, Denizli havlu, bornoz ve ev tekstiliyle; Uşak iplik ve battaniye üretimiyle; Çorlu ve Çerkezköy tekstil terbiyesiyle, Adana pamuklu dokuma ve terbiyeyle, Gaziantep polipropilen, dokusuz yüzey, makine halıcılığıyla, İstanbul konfeksiyon ve örgü üretimiyle ön plana çıkmaktadır (ÇŞB, 2012). Türkiye'nin iplik üretim kapasitesi; 2,3 milyon ton kısa elyaf iplik (pamuk, vb.), 0,4 milyon ton uzun elyaf iplik (yün, vb.), 0,8 milyon ton filament (kesiksiz) iplik olmak üzere toplam 3,5 milyon tondur. Türkiye'deki toplam kurulu dokuma kapasitesinin 1,35 milyon ton ve örme kapasitesinin 2,25 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (ÇŞB, 2012).

Tekstil sektöründe oldukça yüksek miktarlarda su tüketimi gerçekleşmektedir. Türkiye'de imalat sanayide toplam su tüketimi içerisinde tekstil sektörünün payı yaklaşık %13'tür. Sektördeki bu su ihtiyacının %33'ünü kuyu sularından, %58'ini organize sanayi bölgesi şebekesinden karşılamaktadır. Tekstil sanayisinde 167 milyon ton/yıl su tüketimi gerçekleşmekte ve suyun %32'si proses suyu, %44'ü takviye kazan suyu, %1'i soğutma suyu, %14'ü evsel kullanımlar, %10'u diğer (başka işletmeye verme, klima suyu, yangın suyu vb.) amaçlar için tüketilmektedir (TUIK, 2008). Deşarj edilen atıksuların %42'si arıtılmaktadır ve oluşan toplam (arıtılan ve arıtılmayan) atıksuların %13'ü şehir kanalizasyon şebekesine, %30'u akarsu, %46'sı organize sanayi bölgesi kanalizasyon şebekesine, %10'u diğer (fosseptik, sulama, baraj, deniz deşarjı vb.) yollar ile deşarj edilmektedir (TUIK, 2008). Türkiye tekstil sektöründe atıksu arıtımı yapan işletmelerin %12'si fizikokimyasal, %86'sı biyolojik ve %2'si gelişmiş atıksu arıtma tekniklerini uygulamaktadır (TUIK, 2008).

Türkiye’de imalat sanayinin toplam enerji tüketimindeki payı yaklaşık %48’dir ve bunun %9-10’unu tekstil endüstrisinde tüketilmektedir. Tekstil sektöründe kullanılan enerjinin %35’i doğalgaz, %37’si elektrik, %8’i kömür, %5’i petrol kaynaklı yakıtlardan ve %15 diğer yakıtlardan karşılanmaktadır (TÜİK, 2005). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2008 verilerine göre Türkiye’de imalat sanayide oluşan katı atıkların, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların %3’ü tekstil endüstrisi kaynaklıdır. Türkiye’de tekstil ve deri atık miktarları yaklaşık 15.380 ton/yıl dır (TÜİK, 2008).

Türkiye tekstil ürünlerinin imalatında ve ihracatında önemli bir konuma sahip olmasına rağmen çeşitli nedenler ile diğer tekstil üreticisi ülkeler ile rekabet etmekte zorluklar yaşamaktadır. Bunun başlıca nedeni Türk tekstil sektöründe karlılığın düşük olması ve markalaşma sıkıntılarıdır. Tekstil sektörü yüksek miktarda su, enerji, kimyasal tüketiminin gerçekleştiği ve önemli çevresel kirlenme problemlerine neden olan bir endüstri dalıdır. Gerek kaynak kullanımı için gerekse kirlilik kontrolü için harcanan bedeller tekstil işletmelerinin karlılığını ve rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Türkiye’de tekstil sektöründe teknik/teknolojik, alt yapı, Ar-Ge eksiklikleri ve mali imkansızlıklar çeşitli problemlerin oluşmasında temel problemlerdir. Bu problemler kaynak kullanımını ve endüstrinin çevresel kirlenme potansiyelinin artmasına neden olmaktadır. Günümüzde dünyada tekstil üretiminde ve ticaretinde önemli yere sahip olan gelişmiş ülkelerde temiz üretime yaklaşımına dayalı üretim gerçekleştirilmekte ve bu sayede su, enerji başta olmak üzere kaynakların verimli kullanımı sağlanmakta ve işletmelerin çevresel performanslarını sürekli geliştirilebilmektedir. Bu durum doğrudan üretim maliyetlerine, rekabet gücüne ve karlılığa yansımaktadır.

Dünya tekstil ticaretinde önde gelen ülkeler (A.B.D., Fransa, İtalya ve Almanya gibi) sürdürülebilir kaynak kullanımı ve çevre kirlenmesinin önlenmesi konularını da içeren çeşitli sertifikasyon ve standartlar geliştirmiştir. Bu standartlar sadece ürün odaklı olmayıp imalatın başından sonuna kadar olan süreci kapsamaktadır. Bunun başlıca nedeni gelişmiş ülkelerde çevresel konular başta olmak üzere yönetim sistemlerindeki (örneğin çevre yönetim sistemleri) etkin uygulamalar ve bunun bir gereği olan tedarikçi denetimlerindeki hassasiyetlerdir. Türkiye önemli tekstil tedarikçisi bir ülke konumundadır. Bu durumda tedarikçisi konumunda olduğu

Ülkelerin kriterlerine göre üretim gerçekleştirmesi gerekmektedir. Ancak Türk tekstil sektörüne KOBİ'lerin hakim olması bu kriterlerin sağlanması konusunda sorunlara neden olmakla birlikte ihracatı kısıtlamaktadır.

AB tam üyelik sürecinde olan Türkiye son yıllarda çevresel konularda teknik ve yasal alt yapısında çeşitli uyumlaştırma çalışmaları yürütmektedir. Bu kapsamda IPPC ve IED direktifleri uyumlaştırma sürecinde değerlendirilmekte olan başlıklardan olmuştur. IPPC Direktifi'ne uyum süreci, evre ve Orman Bakanlığı tarafından 2003 yılında başlatılmış ve halen evre ve şehircilik Bakanlığı tarafından yrtlmeye devam etmektedir. Bu kapsamda atılan en önemli adım Aralık 2011'de yayımlanan TSEKÖKT'dir. Bu tebliğ, Türkiye'de temiz üretim konusunda ilk yasal düzenleme olma zellini taşıtmaktadır. Tekstil sektörü ile başlatılan bu sürecin imalat sanayinde faaliyet gösteren diğer sektörler ile sürdürülmesi beklenmektedir (TTGV, 2012). Ayrıca Türkiye'de 2018 yılına kadar IPPC ve IED direktiflerine uyumlaştırmanın büyük ölçüde tamamlanması planlanmaktadır. Tam uyumlaştırmanın ardından Tebliğ kapsamındaki tekstil üreticilerinin kaynak kullanımı ve çevresel performanslarında olumlu değişimler görülecektir.

2.3. Temiz retim

Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan kirleticilerin evre üzerinde oluşturduğu baskının önlenmesi ve minimize edilmesi hem toplumsal bir sorumluluk hem de sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturmaktadır (Cılız vd., 2011; TTGV, 2011). Endüstriyel evre kirlenmesinin önlenmesinde iki yaklaşım öne çıkmaktadır. Bu yaklaşımlardan birisi "kirlilik kontrolü yaklaşımı" diğeri ise "temiz üretim" yaklaşımıdır (Demirer, 2001). Kirlilik kontrolü yaklaşımı, kirliliği daha iyi tanımlamak, arıtma ve bertarafına odaklanmaktadır. Kirliliğin oluştuktan sonra çeşitli yöntem ve teknolojiler ile zararsız hale getirilmesini amaçlamaktadır ki bu yaklaşım özellikle küçük ölçekli işletmeleri ekonomik açıdan oldukça önemli düzeyde zorlamakta ve işletme zorluğu getirebilmektedir. Temiz retim yaklaşımı ise kirliliği proje, kaynak kullanımı ve üretim proseslerindeki yetersizlik, verimsizlik ve etkisizliğin bir sonucu olarak görmektedir. Bu nedenle kirliliğin bu etkenlerin giderilmesi ile kaynağında önlenmesini ilke edinmektedir (UNEP, 1996; Demirer, 2001).

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), temiz üretimi “*üretim süreçlerine, ürün ve hizmetlere sürekli olarak bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisi uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılması*” olarak tanımlamaktadır (UNEP, 1996; Cılız vd., 2011). Diğer bir deyişle temiz üretim, kaynakların sürdürülebilir, etkin ve verimli kullanımını sağlayan, oluşan kirleticilerin insan ve çevre üzerindeki potansiyel risklerinin azaltıldığı/önlendiği temel ve bütüncül bir yaklaşımdır (Demirer, 2003; Kotan ve Bakan, 2007). Temiz üretim yaklaşımının temelini; çevreye zararlı kirleticilerin kaynağında azaltılmasını sağlamak, doğal kaynakların korunmasını sağlamak ve MET’ler ile endüstrilerin çevresel performansını sürekli artırarak ileride uygulanacak yasal düzenlemelere uyum konusunda düşük maliyetle ve zorlanmadan uyum sağlamak oluşturur. Bu teknik ve yöntemler; tesis verimliliğinin artırılmasını, proses modifikasyonunu, üretimde kullanılan hammadde ve kimyasalların çevresel riski daha düşük olanlar ile değişimini, enerji ve su tüketiminin azaltılmasını içermektedir (OTA, 1987; CEQ, 1990; USEPA, 1997; Öztürk, 2007). Üretim süreçlerinde temiz üretim; çevre dostu teknolojilerin uygulanması, hammadde ve enerji kayıplarının önlenmesi/en aza indirilmesi, kimyasal ve kirlilik envanteri uygulaması, proses modifikasyonu, ekipman modifikasyonu, kimyasal değişimi/optimizasyonu, iyi yönetim gibi uygulamalar ile mümkün olabilmektedir (Hendrickx ve Boardman, 1995; USEPA, 1996; Öztürk, 2007).

Sanayileşmiş ülkelerde 1970’li çevre kirliliği problemlerinin artması ve kirlilik kontrolü maliyetlerinin yüksek olması temiz üretim yaklaşımının ortaya çıkmasına neden olmuştur. İlk olarak A.B.D. Ulusal Kirlilik Önleme Yasası’nda yer alan “atık hiyerarşisi” yaklaşımı temiz üretimin temellerini oluşturmaktadır (Blomquist, 1995; Öztürk, 2007). Avrupa’da da endüstriyel kaynaklı çevre kirliliği problemlerinin önlenmesinde temiz üretim yaklaşımının benimsenmesi, yaygınlaştırılması ve yasalaştırılmasına neden olmuştur. Bu kapsamda AB’de temiz üretim uygulamaları IPPC Direktifi’nin (96/61/EC) yürürlüğe girmesi ile başlamıştır (Salvador vd., 2000; Öztürk, 2007). Avrupa’da IPPC Direktifi’ne uyum 11 yıllık bir geçiş sürecinin ardından büyük ölçüde tamamlanmıştır. Bu süreçte endüstrilerde temiz üretim uygulamalarının daha sistematik şekilde uygulanabilmesi ve uygulamada yaşanan zorlukların azaltılabilmesi adına direktif kapsamında MET-BAT önerileri

sunulmuştur (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). MET'in temelini, çevreyi korumak için uygun tekniklerin seçimi ile çevresel fayda ve maliyetler arasında bir denge sağlamak oluşturmaktadır (UKEA, 2002; Öztürk, 2007). Ayrıca Avrupa IPPC Bürosu tarafından sektörel BREF dokümanları yayınlamıştır (Öztürk, 2007). AB, bu dokümanları dinamik dokümanlar olarak ele almakta ve dönemsel olarak revize etmektedir.

IPPC Direktifi 2010 yılında hazırlanan ve yedi adet ayrı direktifi de kapsayacak biçimde IED (2010/75/EU) olarak yeniden düzenlenmiştir (ÇŞB, 2012; TTGV, 2012). IED ile, endüstriyel kuruluşlara verilen izinlerde, referans dokümanların sonuç bölümlerinde yer alan MET temelli emisyon limitlerini (BAT-AEL) esas olarak belirlenecek emisyon değerlerinin (ELV) şart olarak getirilmesi uygulamasına geçilmiştir (IED, 2010). Bu kapsamda referans dokümanların sonuç bölümleri, resmi dokümanlar haline getirilmiştir. Türkiye'de ise AB uyumlaştırma sürecinde IED ulusal mevzuata aktarılmamıştır. Ancak TSEKÖKT'nin 2011 yılında yürürlüğe girmesi ile söz konusu direktifin uyumlaştırılması adına ilk adım atılmıştır.

2.4. IPPC Direktifi ve TSEKÖKT

Sanayi devriminden sonra Avrupa'da hızlı sanayileşme ve rekabet koşulları oluşmuştur. Diğer taraftan zaman içerisinde çoğu Avrupa ülkesinde endüstriyel kirlenme problemleri meydana gelmeye başlamıştır. Çeşitli ülkelerin çevre kirlenmesinin azaltılması/önlenmesi adına yaptığı yatırımlar ve yasal düzenlemeler diğer ülkelere aynı düzeyde tanınmamaktadır. Bu durum sanayileşmiş Avrupa ülkelerinde serbest dolaşım ve rekabet koşullarını olumsuz yönde etkilemiştir. AB bütünleşmesinin temelini serbest rekabet ve dolaşım oluşturmaktadır. Bu nedenle birliği oluşturan ülkelerde çevresel kirlenmenin önlenmesi ve kontrolünde ortak bir politika zorunlu hale gelmiştir ki AB Çevre Politikası oluşturulmuştur (Kulahlıoğlu, 2002). Özetle belirlenen ortak politikalar;

- Çevrenin korunması ve çevre kalitesinin yükseltilmesi
- Doğanın ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yönetiminin temin edilmesi
- İnsan sağlığının korunması

- Kalkınma, kalite gereksinimleri ile uyum içinde, özellikle çalışma şartlarının ve yaşam çevresinin geliştirilmesine yön vermesi
- Kent planlaması ve toprak kullanımında çevresel etkilerin daha fazla dikkate alınmasının sağlanması
- Topluluğun dışındaki devletler, özellikle de uluslararası örgütlerle küresel çevre problemleri ortak çözümler aranmasıdır (AKTT, 2006; TUSİAD, 2007).

Bu kapsamda AB endüstriyel kirliliğin önlenmesi, endüstriyel faaliyetlere izin verilmesinin düzenlenmesi, endüstrilerin çevresel performanslarının sürekli geliştirilmesini temin etmek amacıyla 1996 yılında IPPC Direktifi'ni hayata geçirmiştir. Direktifin temel amacı endüstriyel çevre kirlenmesinin kaynağında önlenmesi, kontrolü ve boru sonu arıtma yöntemleri ile kontrol alınması ve endüstrilerde çevresel performansın sürekli artırılmasını sağlamaktır. Ancak 1996 yılında yayınlanan IPPC Direktifi'ne uyumlaştırma oldukça zor olmuştur (Kulahlıoğlu, 2002).

AB çevre mevzuatının en önemli bileşenlerinden birini IPPC Direktifi oluşturmaktadır. Direktif, entegre kirlilik önleme ve kontrolü sağlamak amacıyla, çeşitli endüstriyel kuruluşlar için oluşturulacak izin sistemi ilgili gereklilikleri ortaya koymaktadır. Bu izinler direktifin 2. maddesinde tanımlanan MET kavramını esas almaktadır. Direktif kapsamına giren sanayi kuruluşlarının işletme izni alabilmeleri için çevresel performanslarını MET önerileri ile iyileştirmeleri gerekmektedir.

AB IPPC Direktifi ile temiz üretime geçiş sürecinde yaşanan zorlukları minimize etmek amacıyla AB IPPC Bürosu tarafından hazırlanan BREF dokümanlarını yayınlanmıştır. Yayınlanan BREF dokümanlarından biri öncelikli olarak temiz üretime geçişi ön görülen sektörler içerisinde yer alan tekstil endüstrisidir. Tekstil endüstrisi BREF dokümanında operatörler için MET önerileri sunulmuştur. Burada ifade edilen “en iyi” terimi ile; çevrenin bir bütün olarak korunmasında en etkili teknikleri, “uygun” terimi ile; teknik ve ekonomik zorlama olmaksızın uygulanabilir teknikleri ve “teknikler” terimi ile; teknoloji, uygulama, devreden çıkarma yöntemleri ifade edilmektedir (TTTSD, 2002). Tekstil BREF dokümanı tekstil endüstrisinde tesis yönetiminden üretim prosesleri ve boru sonu arıtım tekniklerine

kadar çok sayıda MET önerisini içermektedir. Ayrıca tüm tekstil sektöründe kullanılan prosesleri kapsayacak şekilde detaylı bir değerlendirme yer almaktadır. Tekstil BREF dokümanında yer alan başlıca MET başlıkları;

- İyi yönetim uygulamaları
- Hammadde kullanımı ve değişimi teknikleri
- Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu teknikleri
- Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu teknikleri
- Kimyasal madde/boyarmadde tüketimi ve değişimi teknikleri
- Katı atık minimizasyonu ve bertaraf teknikleri
- Baca gazı emisyonu minimizasyonu teknikleri
- Makine modifikasyonu ve değişimi teknikleri
- Atıksuların arıtılmasında boru sonu teknikleridir.

Tekstil BREF dokümanında 4. bölüm kapsamında MET'lerin belirlenmesinde göz önüne alınması gereken hususlar yer almaktadır. Bu bölümde tüm tekstil endüstrisi için MET önerileri ile birlikte her MET önerisi için; tanımlamalar, uygulamasında itici güçler, teknik ve işlevsel veriler, çevresel kazanımlar, uygulanabilirlik, verimlilik, ekonomik kazanımlar ve referans işletmeler hakkında detaylı bir bilgilendirme yapılmıştır. Bu sayede operatörler/uygulayıcılar tekstil işletmesi için en uygun MET önerisini belirlemesi kolaylaştırılmakta ve bu sayede işletmenin çevresel, ekonomik performansının mümkün olduğunca geliştirilmesi sağlanmaktadır. Dokümanın 5. bölümünde IPPC Direktifi'ne yer verilmiş, 6. bölüm kapsamında ise yeni gelişen teknikler hakkında özet bilgiler sunulmuştur (TTTSD, 2002).

IPPC Direktifi ve sektörel BREF dokümanları dinamik dokümanlardır. Bu nedenle günün ihtiyaçlarına çözüm olabilecek teknolojileri/yöntemleri içermekte ve geçen zaman içerisinde güncellenmektedir. IPPC Direktifi yedi endüstriyel sektör direktifini de kapsayacak şekilde 2010 yılında IED olarak yeniden düzenlenmiştir. EID'nin yürürlüğe girmesi ile entegre kirlilik önleme yaklaşımının yapılandırılmasında MET'lerin ve IPPC BREF dokümanlarının kullanımı daha etkin hale gelmiştir (TTGV, 2012).

Ülkemizde ise AB uyumlaştırma çalışmaları kapsamında IPPC Direktifi'nin Türk Mevzuatına aktarılması anlamında ilk adım T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 14 Aralık 2011 tarih ve 28142 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan TSEKÖKT ile atılmıştır. Ayrıca 2002 yılında Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği tarafından AB tekstil BREF dokümanı Türkçeye çevrilmiştir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen IPPC Eşleştirme Projesi (TR-2008-IB-EN-03) kapsamında 2012 yılında Tekstil Sanayi için MET Kılavuzu hazırlanmıştır (ÇŞB, 2012). TSEKÖKT kapsamına; *“kurulu kapasitesi 10 ton/gün üzerinde olan yıkama, ağartma, merserizasyon, haşıllama, baskı, haşıl sökme ve benzeri ön işlem, boyama ve son işlemlerinin gerçekleştirildiği tekstil tesisleri”* alınmıştır (TSEKÖKT, 2011). Tebliğin amacı, *“tekstil sektörü faaliyetlerinin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir”* (TSEKÖKT, 2011). Tebliğ kapsamına giren tekstil işletmeleri Tebliğ'in EK-1, EK-2 ve EK-3 yer alan MET önerilerinden tesislerine uygun olanları seçerek EK-4 verilen TÜP'leri hazırlamaları gerekmektedir. Tesisler TÜP'ler de belirlenen önerileri ve bu doğrultuda yapılacak uygulamalar ile ilgili yıllık gelişme raporlarını Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü'ne sunması gerekmektedir (TSEKÖKT, 2011).

Türkiye'de TSEKÖKT ve temiz üretim uygulamaları ile doğal kaynakların ve kimyasal kullanımında, gaz emisyonlarında, atık/atıksu oluşumunda ve atık yüklerinde önemli seviyede azalmaların sağlanması ve böylelikle sektörde faaliyet gösteren tesislerin çevresel performansları, ekonomik verimliliklerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Endüstriyel tesislerde ilk temiz üretime geçişte tekstil sektöründe yasal düzenlemeler ve uygulamalar yapılmıştır ve diğer sektörlerin de yakın süreçte dahil edileceği öngörülmektedir (TTGV, 2012). Türkiye'de IPPC-IED Direktifi'ne uyum sürecinde teknik ve yasal (izin) süreçlerin 2015 yılına kadar ve tam uyumlaştırmanın 2018'de tamamlanması planlanmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye’de AB uyumlaştırma sürecinde değerlendirilen çevresel başlıklardan birini IPPC Direktifi (yeni adıyla IED) oluşturmaktadır. Direktifin Türk Çevre Mevzuatı’na uyumlaştırılması ve uygulanması süreçlerinde alt yapı oluşturmak amacıyla sınırlı sayıda projeler, çeviriler yapılsa da yasal anlamda atılan ilk adımı T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 14 Aralık 2011 tarihinde yürürlüğe giren TSEKÖKT oluşturmaktadır. Tebliğ, üretim kapasitesi 10 ton/gün üzerindeki terbiye, boyama, baskı ve apre işlemlerinin bir veya daha fazlasına sahip olan tekstil işletmelerini kapsamaktadır (TSEKÖKT, 2011). Tebliğ ile tekstil sektörü faaliyetlerinin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi, çevreyle uyumlu yönetimin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımının sağlanması amaçlanmıştır (TSEKÖKT, 2011). Bu tez çalışmasında Isparta ve Denizli illerinde faaliyet gösteren ve Tebliğ kapsamına giren üç tekstil işletmesi seçilmiştir. Temiz üretim çalışmaları için seçilen tekstil işletmelerinin başlıca tercih edilme nedenleri;

- Denizli ve Isparta illerinin tekstil ürünleri imalatında, halı ipliği ve örgü ipliği üretimindeki önemi,
- Belirlenen tekstil işletmelerinin üretim kapasitelerinin yüksek olması,
- Belirlenen işletmelerin ürünlerinin büyük bir kısmını ihracat yoluyla dünya pazarına sunuyor olması,
- Bölgede faaliyet gösteren diğer işletmeler gibi belirlenen tekstil işletmelerinde daha önceden temiz üretim etütlerinin/uygulamalarının yapılmamış olması,
- Belirlenen işletmelerin tekstil endüstrisinin farklı alt sektörlerinden olması ve bu sayede daha farklı üretim proseslerinde temiz üretim uygulamasına örnek oluşturmasıdır.

Tez çalışması kapsamında seçilen üç tekstil işletmesinde temiz üretim etüt çalışmaları yürütülerek sürdürülebilir kaynak kullanımı, çevresel performansın ve üretim verimliliğinin geliştirilmesi adına her bir işletme için MET’ler belirlenmiştir. Seçilen üç tekstil işletmesinden birincisi Isparta İli’nde faaliyetlerini sürdüren Isparta

İplik Sanayi A.Ş. (İpliksan A.Ş.)’dir. İşletmede ağırlıklı olarak PAC, yün halı ve el örgü ipliği üretimi, terbiyesi ve boyaması/baskısı faaliyetleri yapılmaktadır. Bunun haricinde müşteri talep ve istekleri doğrultusunda doğal, yapay ya da bunların karışımlarını içeren her türlü ipliğin imalatı yapılabilmektedir. İpliksan işletmesi ürünlerinin önemli bir bölümünü yurt dışı pazarlara sunan uluslararası bir işletmedir. İşletme genel olarak üç üniteden oluşmaktadır. Bunlar boyahane ünitesi, iplikhane ünitesi ve final ünitesidir. Boyahane ünitesinde ham elyaf ya da yarı mamul şeklindeki ipliklerin bazık, asidik, reaktif ve dispers boyama/baskı, terbiye, bitim işlemleri yapılmaktadır. İplikhane ünitesinde ham elyafın hazırlık, eğirme, katlama ve büküm işlemleri gerçekleştirilmektedir. Final ünitesinde ise ipliklerin son görünüm özelliklerinin iyileştirilmesi (iplik şişirme), paketleme ve sevkiyat işlemleri yapılmaktadır.

Temiz üretim çalışmalarının yürütüldüğü ikinci işletme Denizli İli’nde faaliyet gösteren Çiçek Tekstil A.Ş.’dir. İşletme tekstil sektöründe dokuma ve örme kumaş boyahanesi olarak faaliyet göstermektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde kesikli ve kontinu yöntemler ile dokuma ya da örme kumaş terbiyesi, boyaması ve bitim işlemleri yapılmaktadır. Ağırlıklı olarak pamuklu ve PES kumaşların dispers, reaktif ve indantren boyaması gerçekleştirilmektedir. Çiçek Tekstil dünyaca ünlü markaların fason boyama işlemlerini gerçekleştirirse de ağırlıklı olarak yurt içi pazara çalışmaktadır. Yine tez çalışması kapsamında temiz üretim çalışmalarının yürütüldüğü üçüncü işletme ise yine Denizli İli’nde faaliyet gösteren Güvenç Boya işletmesidir. İşletme sadece kontinu yöntemlere göre dokuma ve örme kumaş terbiyesi, boyaması ve apresi yapmaktadır. İşletmede ağırlıklı olarak dokuma ve örme kumaşların reaktif ve dispers boyama işlemleri yapılmaktadır. Güvenç Boya işletmesinde tez çalışmalarına başlamadan kısa süre önce yer değişikliği gerçekleşmiş ve makine parkında önemli değişiklikler yapılmıştır. Bu nedenle tez çalışması kapsamında Güvenç Boya işletmesinin değişikliklerden sonraki döneme ait sınırlı dönemi kapsayan ancak işletmede mevcut durumu yansıtır veriler değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında yürütülen çalışmalar her bir işletme için üçer iş paketine ayrılmıştır. Birinci iş paketinde işletmelerin detaylı temiz üretim etütleri yapılarak mevcut durumları belirlenmiştir. İkinci iş paketinde ise temiz üretim etütleri kapsamında

hesaplanan değerler IPPC BREF dokümanı ve literatürde yer alan benzer tekstil işletmelerine ait veriler ile karşılaştırılmıştır. Bu sayede işletmelerin kaynak kullanım verimliliği ve çevresel performansı değerlendirilmiştir. Birinci ve ikinci iş paketleri kapsamında yapılan çalışmalar doğrultusunda üçüncü iş paketinde her bir işletme özelinde TSEKÖKT, IPPC BREF dokümanları ve literatürde yer alan temiz üretim çalışmaları incelenerek MET önerileri belirlenmiştir. Yine bu iş paketi kapsamında üç tekstil işletmesi için de öncelikli MET’ler “Çok Ölçütlü Karar Verme Metodu” (ÇÖKVM) gibi istatistiksel yöntemler yardımıyla belirlenmiştir. Tez kapsamında her bir işletme için belirlenen MET’ler ile sağlanacak potansiyel çevresel, ekonomik ve teknik faydalar değerlendirilmiştir. Çizelge 3.1’de üç tekstil işletmesinde yürütölen temiz üretim çalışmalarına ait iş paketleri ve kapsamı sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Tezde yürütölen çalışmalar ve kapsamı

İŞ PAKETLERİ	AMAÇ	KAPSAM
1. İş paketi	Tüm işletmenin detaylı mevcut durum analizinin yapılması	• Proses akım şemalarının oluşturulması • Üretimde kullanılan proseslerin incelenmesi ve gerekliliklerinin belirlenmesi • Üretime giren tekstil materyalinin özellikleri ve miktarlarının belirlenmesi • Üretim miktarlarının belirlenmesi • Üretimde yardımcı kimyasallar ve boyarmadde tüketiminin belirlenmesi • Enerji tüketiminin (ısı ve elektrik) belirlenmesi • Atıksu debilerinin belirlenmesi ve atıksu arıtma sistemlerinin incelenmesi • Toplam katı atık (tehlikeli, ambalaj, tekstil vb.) miktarlarının belirlenmesi • Atık gaz emisyonu debileri ve bileşimlerinin belirlenmesi • Uygulanan bakım ve onarım programlarının incelenmesi • Hammadde, ürün ve atıklar için uygulanan yönetim uygulamalarının belirlenmesi
	Üretimde kullanılan hammaddelerin tespiti ve özelliklerinin belirlenmesi	• Üretimde kullanılan lif türlerinin (elyaf, iplik, kumaş vb. formunda) belirlenmesi • Üretimde kullanılan (lif türü bazında) lif miktarlarının belirlenmesi • Liflere uygulanan ön işlemler ve tüketimlerin (su, enerji, kimyasal) belirlenmesi • Üretimde kullanılan lif özelliklerinin belirlenmesi • Üretim miktarlarının lif türü bazında belirlenmesi

Çizelge 3.1. (Devamı)

İŞ PAKETLERİ	AMAÇ	KAPSAM
1. İş paketi	İşletmelerde kullanılan kimyasalların tespiti, miktarlarının ve özelliklerinin belirlenmesi	• İşletme geneli ve prosesler bazında spesifik kimyasal/boyarmadde tüketiminin belirlenmesi • Tüm kimyasal/boyarmaddelerin maddelerin MSDS formlarının incelenmesi ve biyolojik parçalanabilirlik ve toksisite değerlerinin belirlenmesi
	İşletmelerde kullanılan suyun miktar ve özelliklerinin belirlenmesi	• Su kaynaklarının belirlenmesi ve temin yöntemlerinin incelenmesi • Hamsu ve proses suyu tüketilen proseslerin, işlemlerin, ünitelerin belirlenmesi • İşletme geneli ve prosesler bazında hamsu ve proses suyu tüketimi miktarlarının belirlenmesi • Hamsu ve proses suyu spesifik tüketimlerinin prosesler bazında belirlenmesi • Hamsu yumuşatma sisteminin incelenmesi • Hamsu ve proses suyu karakterizasyonunun yapılması
	İşletmelerde kullanılan enerji kaynağı ve enerji tüketiminin belirlenmesi	• Enerji kaynaklarının ve temin yöntemlerinin belirlenmesi • Isıl enerji ve elektrik enerjisi tüketilen prosesler ve ünitelerin belirlenmesi • İşletme geneli, prosesler ve üniteler bazında enerji (ısı ve elektrik) tüketiminin belirlenmesi • Prosesler bazında spesifik enerji (ısı ve elektrik) tüketiminin belirlenmesi • Buhar üretiminin ve kullanımının incelenmesi • Buhar tüketilen proseslerin ve ünitelerin belirlenmesi • İşletme geneli ve prosesler bazında buhar tüketiminin belirlenmesi • Prosesler detayında spesifik buhar tüketiminin belirlenmesi
	Tüm atıksu kaynakları, miktar ve özelliklerinin belirlenmesi	• Atıksu kaynaklarının belirlenmesi • Atıksu türlerinin belirlenmesi (proses, evsel, tesis temizliği, rejenerasyon atıksuları vb.) • Prosesler ve üniteler bazında atıksu debilerinin belirlenmesi • İşletme geneli ve prosesler bazında spesifik atıksu miktarlarının belirlenmesi • Kompozit atıksu ve proses atıksuyu debilerinin belirlenmesi • Atıksu toplama sistemi ve boru sonu arıtma sistemlerinin incelenmesi • Kompozit atıksu karakterizasyonunun yapılması • Prosesler bazında (lif türü, proses, renk vb. parametrelerine göre) atıksu karakterizasyonunun yapılması • Atıksu kirlilik yüklerinin prosesler bazında belirlenmesi • İşletmede atıksu oluşumunun azaltılmasında uygulanan yöntem, teknoloji ve tekniklerin incelenmesi • Atıksuların geri kazanım/tekrar kullanım olanaklarının araştırılması • Atıksulardan geri kazanılabilecek kimyasalların maddelerin ve atık ısının belirlenmesi

Çizelge 3.1. (Devamı)

İŞ PAKETLERİ	AMAÇ	KAPSAM
1. İş paketi	Katı atıklar, kaynakları, miktar ve özelliklerinin belirlenmesi	• Katı atık oluşumuna neden olan kaynakların belirlenmesi • Katı atıkların sınıflandırılması (geri dönüştürülebilir, tehlikeli, ambalaj, kontamine ambalaj, tekstil atıkları, atık yağ, arıtma çamuru vb.) • Katı atık miktarlarının belirlenmesi • Prosesler bazında katı atık miktarlarının ve spesifik değerlerinin belirlenmesi • Katı atıkların toplanması, depolanması, taşınması ve işletmeden uzaklaştırılmasında kullanılan tekniklerin belirlenmesi • Katı atıkların azaltılmasına yönelik uygulanan yöntemlerin ve teknolojilerin incelenmesi
	Atık gaz emisyonu kaynakları, debileri ve bileşimlerinin belirlenmesi	• Atık gaz emisyonu kaynaklarının belirlenmesi • Atık gaz emisyonu debileri, kirleticileri, gaz bileşimlerinin belirlenmesi • Prosesler bazında atık gaz emisyonları ve debilerinin belirlenmesi • Prosesler bazında spesifik emisyonların belirlenmesi • Atık gaz emisyonlarının azaltılmasına yönelik uygulanan teknik, teknoloji ve yöntemlerin incelenmesi • Atık gaz emisyonları ile kaybedilen atık ısı miktarlarının belirlenmesi
	Her prosesin girdi-çıkışı yönünde tanımlanması ve kütle-enerji dengelerinin oluşturulması	• Proses girdilerinin (su, materyal/işlem görmüş materyal, kimyasallar, boya, yardımcı kimyasallar, enerji, ısı, buhar) belirlenmesi • Proses çıktılarının (atıksu, gaz emisyonları, katı maddeler, ısı, buhar) belirlenmesi • Tüm proseslerin girdiler-çıkışlar yönünde tanımlanması • Prosesler/üniteler bazında kütle ve enerji akış diyagramlarının oluşturulması • İşletme geneli ve prosesler bazında kaynak kullanımı ve çevresel performanslarının değerlendirilmesi
2. İş paketi	İşletmelerin kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi	• İşletmelerin kaynak kullanımının (su, enerji, buhar, kimyasal vb.) ve çevresel performansının (atıksular, emisyonlar, atıklar vb.) IPPC BREF dokümanlarında yer alan benzer işletme verileri ve literatür araştırmalarıyla elde edilen veriler ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi • İşletmelerin temiz üretime uygunluk düzeylerinin belirlenmesi

Çizelge 3.1. (Devamı)

İŞ PAKETLERİ	AMAÇ	KAPSAM
3. İş paketi	İşletmeler özelinde MET önerilerinin belirlenmesi	• Birinci ve ikinci iş paketlerinde elde edilen veriler doğrultusunda IPPC BREF dokümanları, TSEKÖKT ve literatürde yapılmış temiz üretim çalışmalarından yararlanılarak MET'lerin belirlenmesi • Her bir işletme özelinde uygulanan teknikler, kullanılan teknoloji, faaliyet ve gereksinimler ışığında MET çizelgelerinin hazırlanması • Sunulan MET'lerin yetkili personel/uzmanlar ile tartışılması ve uygulanabilir MET'lerin belirlenmesi • Uygulanabilir nitelikteki MET'lerin öncelik derecelendirmesinin yapılması • İşletme için öncelikli MET'lerin uygulanması ile elde edilecek potansiyel fayda ve kazanımların belirlenmesi • Potansiyel çevresel fayda ve ekonomik kazanım kriterlerine göre işletme öncelik puanlaması yapılması ve MET'lerin ağırlık faktörlerinin belirlenmesi • Nihai MET'lerin belirlenmesi amacıyla mevcut durum analizi değerlendirmesi ve MET ağırlık faktörü puanlarının göz önünde bulundurularak işletme tercih puanlamasının yapılması • "Ağırlıklandırılmış Toplamlar Metodu (ATM)" ve Basit Sıralama Metodu (BSM)" ile toplam skor puanlarının hesaplanması ve nihai MET'lerin belirlenmesi • Her bir işletme için seçilen nihai MET'lerin uygulanması ile sağlanabilececek potansiyel çevresel fayda ve ekonomik kazanımların değerlendirilmesi • Seçilen işletmelerde nihai MET'lerin uygulanması ile temiz üretime uygunluk düzeylerinin değerlendirilmesi

3.1. Birinci İş Paketi: Mevcut Durum Analizi

Birinci iş paketleri kapsamında seçilen işletmelerde mevcut durum belirleme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında öncelikli olarak şirket ziyaretleri yapılmış ve işletmelerde bulunan üretim zinciri boyunca her bir proses için sorumlu personel eşliğinde teknik incelemelerde bulunulmuştur. Daha sonraki aşamada her bir işletmede yürütülecek çalışmalar için çalışma programları oluşturulmuştur. Bu programlar doğrultusunda işletmede proses uzunluğuna ve üretim çeşitliliğine bağlı olarak farklı sürelerde yerinde inceleme ve veri toplama çalışmaları yürütülmüştür. Seçilen üç işletme için de hazırlanan çalışma programlarında özellikle üretim zinciri, proses özellikleri ve üretim çeşitliliği göz önünde bulundurulmuştur. Mevcut durum

belirleme çalışmalarında ilk olarak üretime giren ham tekstil materyalleri, formları, özellikleri, daha önceden uygulanan ön işlemler ve miktarları hakkında veriler derlenmiştir. Bu değerlendirmenin yapılmasındaki nedenlerin başında tekstil işletmelerinde proses zincirinin lif türü, formu ve özelliklerine göre değişim göstermesi ve yıllık ham/yarı işlenmiş tekstil materyali miktarındaki değişimleri belirlemektir.

Mevcut durum belirleme çalışmaları kapsamında işletmede kimyasal tüketimi, özellikleri, kullanım amaçları ve uygulama teknikleri incelenmiştir. Ayrıca işletmelerde kullanılan kimyasalların “materyal güvenlik bilgi formları (MSDS)” incelenerek biyolojik parçalanabilirlik ve eliminasyonları, toksik özellikleri (LC₅₀, LD₅₀, EC₅₀ ve IC₅₀) incelenmiştir. Buna göre biyolojik eliminasyonu düşük (<%70) olan ve toksik karakterdeki kimyasallar belirlenmiştir. Birinci iş paketinde işletmenin su temini ve tüketimleri konusunda detaylı bilgiler derlenmiştir. Bu kapsamda işletmenin hamsu ve proses suyu (yumuşatılmış su) tüketim değerleri prosesler, lif türü, üniteler ve işlemler bazında belirlenmiştir. Ayrıca farklı zaman periyotlarında her bir işletmeden hamsu ve proses suyu numuneleri alınarak karakterizasyonu yapılmıştır. Hamsuda ve proses suyunda pH, iletkenlik, sertlik, toplam organik karbon/çözülmüş organik karbon (TOC/DOC), bulanıklık, demir, sülfat ve toplam azot değerleri analiz edilmiştir. Su karakterizasyonu çalışması ile işletmede su yumuşatma ünitesi verimini değerlendirilmiştir. Çünkü tekstil sektöründe kullanılan suyun kalitesi enerji tüketimi, kimyasal tüketimi, ürün, atıksu, katı atıklar vb. miktar/kalitesini etkilemektedir. Temiz üretim çalışmalarının yürütüldüğü üç tekstil işletmesinde kullanılan enerji kaynakları, özellikleri (kalorifik değerler, yanma verimi, bileşimi) ve kullanım alanları belirlenmiştir. Enerji tüketiminin belirlenmesinde sayaç bilgileri, enerji kullanımına ilişkin faturalar, üretim zincirinde yer alan her makinenin elektriksel gücü, çalışma sıcaklığı, verimi, buhar ısı ve miktarı verilerinden yararlanılmıştır. Böylelikle prosesler, üniteler ve lif türü bazında enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Seçilen işletmelerde lif türü, ürün çeşidi ve prosesler bazında üretim miktarlarına ait veriler derlenmiştir. Bu kapsamda derlenen verilerin yeterli olmadığı durumlarda diğer işletme verileri yardımıyla hesaplamalar yapılmış, prosesler bazında üretim değerleri belirlenmiştir.

Seçilen işletmelerde yalnızca kaynak kullanımları değil atıklara, atıksulara, emisyonlara ve diğer çıktılara (atık ısı) ait veriler de değerlendirilmiştir. Mevcut durum analizi kapsamında işletmelerde öncelikli olarak atıksu kaynakları tespit edilerek prosesler ve üniteler bazında atıksu miktarları belirlenmiştir. Bu noktada sayaç değerleri ve işletmedeki mevcut kayıtlardan yararlanılmıştır. Ancak işletmelerde her makine üzerinde atıksu sayacı ve debimetre gibi ekipmanlar bulunmamaktadır. Bu nedenle prosesler bazında hesaplanan su tüketimi verilerinden yararlanılarak atıksu miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca kompozit atıksulardan ve prosesler bazında oluşan atıksulardan farklı periyotlarda anlık/kompozit numuneler alınarak atıksuların karakterizasyonu yapılmıştır. Kompozit atıksulardan alınan numunelerde pH, iletkenlik, KOİ, AKM, renk ve yağ-gres parametreleri başta olmak üzere serbest klor, fenol, krom (Cr^{+6}), sülfat, sülfür, toplam azot ve fosfor parametreleri analiz edilmiştir. Prosesler bazında alınan numunelerde ise pH, iletkenlik, KOİ, AKM ve renk parametreleri irdelenmiştir. Atıksu analizleri Süleyman Demirel niversitesi evre Mühendisliği Proses Laboratuvarları'nda (İpliksan için) ve Gümüşsu Arıtma Tesisi Laboratuvarları'nda (ek Tekstil ve Güvenç Boya için) yapılmıştır. Yapılan tüm su ve atıksu analizlerinde Standart Metot yöntemleri kullanılmıştır (APHA, 1997). Atıksu karakterizasyon çalışmaları ile elde edilen veriler ve atıksu miktarları verilerinden yararlanılarak işletmelerin spesifik atıksu kirlilik yükü değerleri hesaplanmıştır. Diğer taraftan prosesler bazında yapılan atıksu analizleri ile su geri kazanımı ve tekrar kullanım olanakları değerlendirilmiştir. Ayrıca işletmelerin atıksu deşarjları ve boru sonu arıtma sistemleri (ek Tekstil ve Güvenç Boya için) konusunda incelemeler ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Tez alışması kapsamında seçilen işletmelerde prosesler/üniteler bazında tekstil atıkları, geri kazanılabilir nitelikteki atıklar, tehlikeli atıklar, kontamine olmuş atıklar ve atık madeni yağ miktarları belirlenmiştir. Katı atık miktarlarının belirlenmesinde “atık beyan formlarından” yararlanılmıştır. Ayrıca prosesler, üniteler ve işletme geneli için spesifik atık miktarları, atıkların bertaraf yöntemleri araştırılmıştır. Atıksular ve katı atıklar haricinde işletmelerde atık baca gazı emisyonu kaynakları, miktarları ve özellikleri tespit edilmiştir. Emisyon miktar ve özellikleri işletmelerin rutin olarak (3 yılda bir defa) yapılan baca gazı emisyonu ölçüm sonuçlarını içeren “emisyon raporlarından” derlenmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda enerji, buhar tüketimi değerlerinden yararlanılarak prosesler bazında hava kirlletici

emisyonları ve spesifik değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca işletmelerden atık baca gazı emisyonları ve atıksular ile kaybedilen atık ısı miktarları hesaplanmıştır.

Mevcut durum değerlendirmesinde üretim miktarlarının moda, mevsimsel ve müşteri isteklerindeki bağlı değişimi göz önünde bulundurularak son 3 yıla (2009-2011) ait veriler kullanılmıştır. Ayrıca elde edilen verilerin işletmenin mevcut durumunu tam anlamıyla yansıtması adına verilerin güvenilirliği çapraz sorgulamalar yapılarak doğrulanmıştır. Bu amaçla derlenen veya hesaplanan veriler;

- Çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) raporları veya proje tanıtım dosyaları
- Kapasite raporları (mevcut ve daha önceki yıllara ait)
- Emisyon raporları
- Materyal güvenlik bilgi formları
- Atık beyan formları
- İşletme verileri (raporlar, yönetim sistemleri, faturalar, mali kayıtlar, üretim kayıtları, depo ve sevkiyat kayıtları, vb.)
- Vaziyet planları
- Personel ve uzmanların bilgileri ve tecrübeleri
- Atıksu arıtma tesisi kayıtları ve deneyimleri gibi bilgiler ile karşılaştırılmıştır.

İşletmelerde kimyasalların/boyarmaddelerin, suyun (hamsu, proses suyu vb.), enerjinin (ısı ve elektrik), buharın prosesler, üniteler bazında ve işletme genelinde spesifik tüketim değerleri hesaplanmıştır. Benzer şekilde atıksular, atıklar ve emisyonların spesifik değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bilgilerden yararlanılarak prosesler girdi-çıktı yönünde tanımlanmış ve prosesler detayında kütle ve enerji akış diyagramları oluşturulmuştur. Kütle ve enerji akış diyagramlarının hazırlanmasında AB IPPC BREF dokümanında önerilen şekil ve yöntemler kullanılmıştır.

3.2. İkinci İş Paketi: İşletmelerin Kaynak Kullanımı, Teknik ve Çevresel Performanslarının Değerlendirilmesi

Seçilen işletmelerde birinci iş paketi kapsamında mevcut durum analizleri yapılmıştır. Birinci iş paketinde işletmelerde prosesler detayında kaynak kullanımları, deşarj ve emisyon değerleri belirlenmiştir. Sonuçta işletmelerde

prosesler bazında kütle ve enerji akış diyagramları oluşturulmuş ve performans değerlendirmesi (teknik, çevresel ve kaynak kullanımı) yapılmıştır.

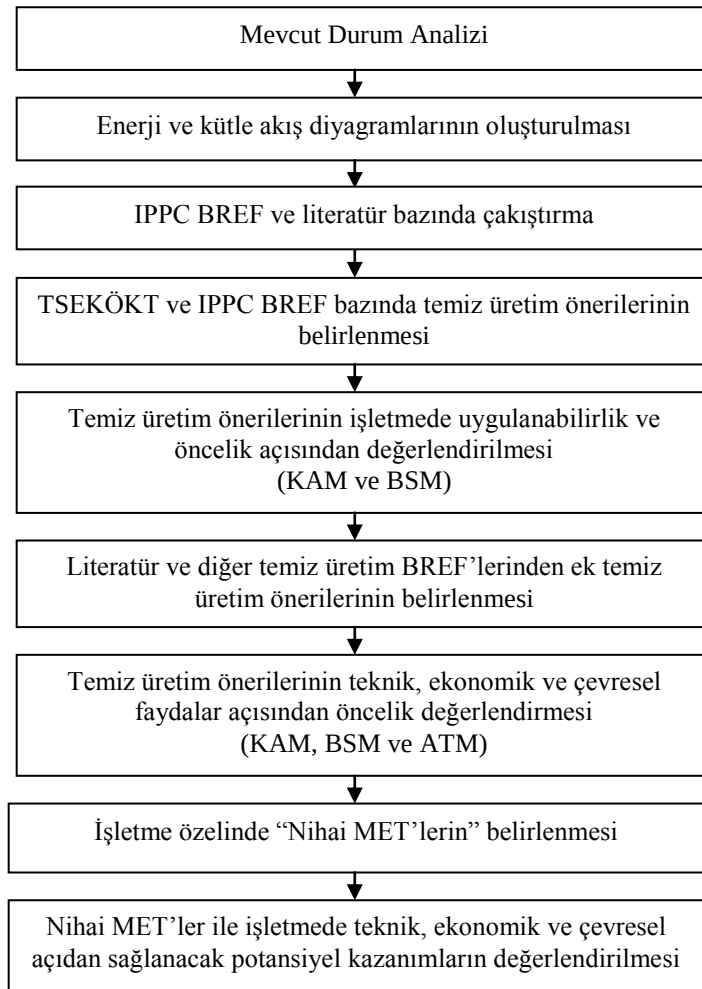
İkinci iş paketi kapsamında öncelikli olarak literatür araştırmaları ile tekstil sektörü ve alt sektörlerinde spesifik su, enerji, kimyasal/boyarmadde, buhar tüketimleri ve katı atık, atıksular, emisyon değerlerine ait bilgiler derlenmiştir. Ayrıca yapılan literatür çalışmalarında tekstil işletmelerinde kaynak kullanımını ve çevresel performansını etkileyen faktörler (işlenecek lif türü, teknik, teknoloji, üretim vb.) bazında araştırmalar yapılmıştır. IPPC BREF dokümanlarında ve literatürde yer alan benzer işletme verileri incelenmiştir. Tipik değerler ile birinci iş paketinde işletmeler için hesaplanan spesifik değerler karşılaştırılmıştır. Böylelikle işletmelerin kaynak kullanımları, teknik ve çevresel performansları değerlendirilmiştir. İkinci iş paketi kapsamında işletmelerin temiz üretime uygunluk düzeyleri TSEKÖKT’de yer alan Tablo 5’den ve yapılan mevcut durum analizi sonuçlarından yararlanılarak değerlendirilmiştir. İkinci iş paketinde yapılan değerlendirmeler işletmeler özelinde belirlenen MET’ler için temel perspektifi oluşturmuştur.

3.3. Üçüncü İş Paketi: MET Önerilerinin Belirlenmesi

Seçilen işletmelerde uygulanan teknik, yöntemler, prosesler ve değerlendirmeler baz alınarak her bir işletme özelinde MET çizelgeleri oluşturulmuştur. MET önerilerinin belirlenmesinde sistematik bir yaklaşım izlenmiştir. Seçilen işletmeler özelinde hazırlanan MET çizelgeleri yetkili personeller ve uzmanlar ile tartışılarak işletmede kullanılan teknik, yöntem ve makineler göz önünde bulundurularak uygulanabilir ve uygulanamaz nitelikte olanları belirlenmiştir. Uygulanabilir nitelikteki MET önerileri için yetkili personeller ve uzmanlar ile öncelik değerlendirilmesi yapılmıştır.

Üçüncü iş paketi kapsamında MET önerileri ile sağlanabilececek potansiyel faydalar ve kazanımlar (kaynak kullanımı, çevresel performans ve ekonomik açıdan) literatür çalışmalarından elde edilen veriler ile detaylandırılmıştır. Yine üçüncü iş paketleri kapsamında öncelik değerlendirmesi yapılmış MET önerileri, potansiyel faydalar ve kazanımlar açısından irdelenmiştir. Buna göre uygulanabilir MET önerileri potansiyel ekonomik kazanım ve çevresel faydalar açısından değerlendirilerek her MET önerisi için bir ağırlık faktörü değeri belirlenmiştir.

MET önerisi belirleme çalışmalarının son adımında seçilen MET önerileri yetkili personel/uzmanlar ile tartışılarak tekrar bir değerlendirme yapılmış ve işletme puanları belirlenmiştir. Sonuçta uygulanabilir nitelikteki önerilere ait öncelik puanı, ağırlık faktörü ve işletme puanları Basit Sıralama Metodu (BSM) ve Ağırlıklandırılmış Toplam Metotları (ATM) ile değerlendirilerek nihai MET önerileri belirlenmiştir. Ayrıca Basit Sıralama Metotlarından yararlanılarak nihai MET’lerin öncelik düzeyleri belirlenmiştir. Tez çalışması kapsamında temiz üretim etütlerinin yapıldığı her bir işletme için ayrı olarak belirlenen nihai MET’ler ile sağlanacak potansiyel faydalar, kazanımlar ve gereklilikler tartışılmıştır. Tez çalışmasının son bölümünde ise belirlenen nihai MET’lerin işletmelerde uygulanması ile mevcut durumda ve temiz üretim hedefine ulaşmadaki potansiyel katkıları değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1. Yürütülen MET belirleme çalışmaları özet diyagramı

3.3.1. Çok Ölçütlü Karar Verme Metotları (ÇÖKVM)

ÇÖKVM birden çok etkenin bulunduğu karar verme süreçlerinde kullanılmaktadır. ÇÖKVM ölçülebilen ve ölçülemeyen bir çok stratejik ve operasyonel faktörlerin aynı anda değerlendirilmesini ve karar verme sürecinde çok sayıda tarafın dahil edilmesini sağlayan analitik bir metottur (Pohekar ve Ramachandran, 2004). Karar verme sürecinde alternatiflerin değerlendirilmesini ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır. ÇÖKVM mikro ve makro ölçekte uygulanabilmektedir (Altrock vd., 1994; Rozakis vd., 2001; Thomaidis ve Marvakis, 2006; Caberera ve Giraldo, 2009; TTGV, 2010). Tez çalışması kapsamında seçilen her bir işletme için nihai MET'lerin belirlenmesi sürecinde ÇÖKVM olan Kriter Ağırlıklandırma Metotları'dan (BSM ve ATM) yararlanılmıştır. Böylelikle tekstil sektöründe farklı faaliyet konularına sahip işletmelerin genel şartları (teknik, teknolojik, ekonomik, gereksinimler, çevresel performansları) göz önüne alınarak nihai MET'lerin belirlenmesinde objektif bir değerlendirme yapılmıştır.

3.3.1.1. Kriter Ağırlıklandırma Metotları (KAM)

Önceliklendirme için kullanılacak olan kriterler aynı önem derecesine sahip değildir. Bu nedenle değerlendirmelerin daha doğru yapılabilmesi için kriterlerin önem derecelerine göre ağırlıklandırılması gerekmektedir. KAM aşağıdaki sıralanan metotlardan oluşmaktadır.

- Entropi Metodu
- Basit Sıralama Metodu (BSM)
- Özdeğer Metodu
- Ağırlıklandırılmış Toplama Metodu (ATM)
- Analitik Hiyerarşi Metotları'dır (Ersöz ve Kabak, 2010; TTGV-İZKA, 2012).

Tez çalışması kapsamında MET çizelgelerinin hazırlanması ve nihai MET'lerin belirlenmesi sürecinde BSM ve ATM'den yararlanılmıştır. İşletmelerde seçilen MET'lerin yetkili personel/uzmanlar ile birlikte öncelik puanlaması, önceliklerin sıralanması ve benzer şekilde nihai MET'lerin belirlenmesinde BSM kullanılmıştır.

BSM belirlenen kriterlere göre alternatiflerin puanlanması ve en yüksek puandan başlayarak sıralanmasını temel almaktadır (TTGV-İZKA, 2012). ATM yöntemi ise belirlenen kriterlere göre puanlama yapılmasını ve belirlenen puanların ağırlıkları ile çarpılarak değerlendirilmesini temel almaktadır (Ersöz ve Kabak, 2010; TTGV-İZKA, 2012). Böylelikle her bir alternatif için toplam puanlar hesaplanmaktadır. ATM ile alternatiflerin sayısal değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Bu metotta en iyi alternatif değerlendirmeler sonucunda en yüksek puanlı olanıdır (TTGV-İZKA, 2012).

$$A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i=1,2,3,\dots,m \text{ ve } j=1,2,3,\dots,n \quad (3.1)$$

A_i : i alternatiflerinin ATM'ye göre puanı

n : Ölçüt sayısı

m : Alternatif sayısı

a_{ij} : i alternatifinin j kriterine göre değeri

w_j : j kriterinin önem ağırlığı

Seçilen işletmelerde yapılan temiz üretim etütleri sonuçları uygun MET önerilerinin belirlenmesinde temel perspektifi oluştursa da işletmenin mali durumu, işletme körlüğü, seçilen önerilerin maliyeti, MET önerileri ile sağlanacak fayda arasındaki ilişkiler (yatırımın geri ödeme süresi), teknik/teknolojik ve alt yapı yetersizlikleri gibi faktörler MET seçimini tamamen etkilemektedir. Tez çalışmasında bu faktörlerin de göz önünde bulundurularak sistematik ve objektif olarak işletmenin ekonomik ve çevresel performanslarının iyileştirilmesine yönelik MET önerilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Böylece nihai MET'lerin belirlenmesi sürecinde öncelik puanı, ağırlık faktörü, işletme tercih puanı ve toplam skor puanlarının hesaplanmasında ATM'den yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. İpliksan Isparta İplik Sanayi A.Ş.

4.1.1. İpliksan mevcut durum analizi

İpliksan işletmesi ağırlıklı olarak PAC, yün halı ve el örgü ipi üretimi, terbiye, boyama ve baskısı yapan bir tekstil işletmesidir. İşletmenin toplam üretim kapasitesi 4.557 ton/yıl olup hem elyaftan iplik üretimi hem de elyaf, çile ve bobin formundaki liflerin terbiye, boyama ve baskı işlemleri gerçekleştirilmektedir. Çizelge 4.1’de işletmenin kurulu üretim kapasitesine ait bilgiler sunulmuştur. Buna göre PAC halı ve el örgü ipi üretiminin yoğunluğu dikkat çekmektedir. Isparta İli Merkezi’nde yer alan işletme toplamda 46.617 m² (17.200 m² kapalı olmak üzere) alan üzerine kurulu olup, günde üç vardiya esasına göre çalışan yaklaşık 520 personele sahiptir.

Çizelge 4.1. İpliksan işletmesi kurulu üretim kapasitesi

İplik türü	Miktar (kg/yıl)
PAC iplik	228.096
Yün halı ipi	165.888
PAC ve yün halı ipi boyama	2.687.000
PAC ve tüylendirilmiş el örgü ipi	1.192.990
Fantezi iplik	129.600
Repco iplik	122.400
Fantaore iplik	12.960
İpliksan 2011 kapasite raporundan alınmıştır	

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında veri/bilgi akışında ve yapılan değerlendirmelerde daha verimli sonuçlara ulaşmak adına işletme boyahane, iplikhane ve final olmak üzere üç temel ünite bazında incelenmiştir. Boyahane ünitesinde yüksek sıcaklık ve basınç şartlarında sürekli (HT ve çile makineleri) proseslerde çektirme yöntemine göre elyaf (tow, tops, bums formunda), iplik (bobin veya çile formunda) terbiye ve boyaması yapılmaktadır. Kesikli (LP-degrade çile baskı ve VP-iplik baskı) proseslerde ise iplik baskı işlemleri gerçekleştirilmektedir. İplikhane ünitesinde koparma, çekme, eğirme, katlama ve büküm işlemleri ile iplik imalatı yapılmaktadır. Bu üniteye ipliklere istenilen karışım, gramaj, incelik, büküm vb. fiziksel özellikler kazandırılmaktadır. İplik üretiminin en son basamağını

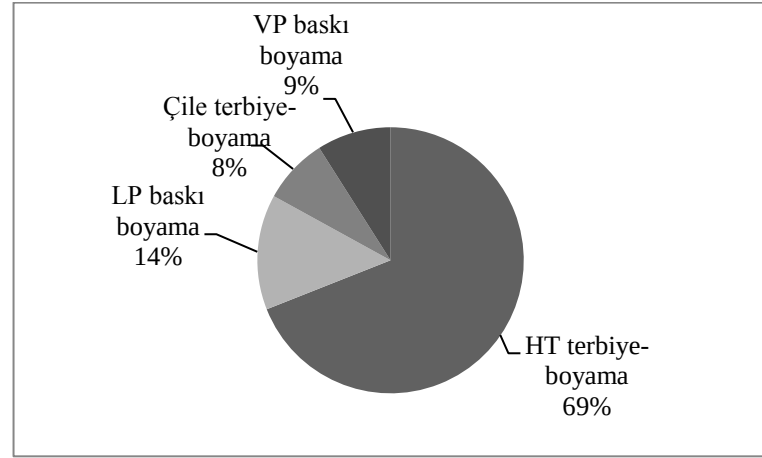
oluşturan final ünitesinde ise iplik şişirme, tüylendirme (şardon), kukalama (el örgü ipliklerinin paketlenmeye hazır hali) ve paketleme işlemleri yapılmaktadır.

Boyahane ünitesinde elyaf ve bobin formundaki lifler HT terbiye-boyama proseslerinde, çile formdaki iplikler çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama proseslerinde, bobin formundaki iplikler ise VP baskı boyama proseslerinde işlem görmektedir. İşletmede farklı hacimlerde 12 adet HT boyama, 4 adet LP baskı, 8 adet VP baskı ve 8 adet (3'ü numune boyamalar için) çile boyama makineleri bulunmaktadır. HT boyama makineleri 10:1 ve çile boyama makineleri 30:1 flotte oranlarına sahiptir ve bu makinelerde kontinü yöntemlere göre terbiye/boyama işlemleri yapılmaktadır. LP ve VP baskı makineleri ise kesikli yöntemlere göre çalışmaktadır. İşletmede liflerin üretimdeki ağırlıkları ile orantılı olarak boyama kapasitesinin %48'ini bazık ve %52'sini asidik şartlarda yapılan boyamalar oluşturmaktadır. Boyama ve baskı işlemlerinde lif türüne göre ağırlıklı olarak dispers, reaktif, katyonik azo, metal kompleks boyarmaddeler kullanılmaktadır.

Boyahane ünitesinde farklı proseslerde tek ve çoklu renklerde lif boyaması yapılmaktadır. Elyaf, bobin formundaki ipliklerin tek renk boyamasında HT terbiye-boyama prosesleri ve çile ipliklerin tek renk boyamasında çile terbiye-boyama prosesleri kullanılmaktadır. Çile ipliklerin çoklu renklere boyaması LP baskı boyama proseslerinde ve bobin formdaki ipliklerin boyaması VP baskı boyama proseslerinde gerçekleştirilmektedir. Şekil 4.1'de prosesler bazında kapasite dağılımları verilmiştir. Buna göre işletmede terbiye ve boyama işlemlerinin ağırlıklı olarak HT proseslerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bunun temel nedeni, düşük flotte oranında elyaf, çile ve bobin formundaki her türlü lifin HT proseslerinde terbiye ve boyamasının yapılabilmesidir. Diğer taraftan çile ipliklerin çoklu renklere baskı boyamasında LP prosesleri kullanılmaktadır. Bu nedenle işletmenin üretiminde LP baskı prosesinin payı yüksek olmaktadır.

İşletmede yürütülen üretim faaliyetleri incelendiğinde iki yönlü proses akımı olduğu görülmektedir. Birinci akım yönü ham elyafın terbiyesi-boyanması ve iplikhane, final ünitelerinde işlenerek nihai ürüne dönüştürülmesi şeklinde olmaktadır. İkinci akım yönü ise öncelikle ham elyaftan iplik üretimi ve bunu takip eden süreçte terbiye-boyama işlemlerinin yapılması şeklinde olmaktadır. Müşteri siparişleri

doğrultusunda üretim yapan işletmede iş akımı öncelikle müşteri siparişlerinin planlama bölümü tarafından alınması ve siparişler doğrultusunda üretim kartları hazırlanması ile başlamaktadır. Ham/yarı mamuller üretime sevk edilmeden önce gerekli birimlerden alınan talepler planlama ve satın alma bölümü tarafından temin/termin edilmektedir. Daha sonra boyahane ünitesinde makinelerin çalışma programları, reçeteler, lif karışım oranları hazırlamakta ve örnek boyamalar yapılmaktadır. Üniteye ham elyaf terbiyesi ve boyamasında uygun renk ve karışım için reçeteler hazırlanmaktadır. Üretim kartı doğrultusunda öncelikle ham elyaf preslenerek HT boyama makinelerinde işlem görmeye uygun hale getirilerek terbiye-boyama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Boyanmış yarı mamul iplik hazırlama ünitesinde sırayla rebreaker (seydel koparma-PAC için), pasaj, finisör, ring eğirme, katlama, büküm ve bobin makinelerinde iplik formuna getirilmektedir. Final ünitesine alınan PAC ve PAC karışımı iplikler için şişirme, tüylendirme, kukalama ve paketleme işlemleri yapılmaktadır. Pamuk ve yün gibi doğal elyaflar ise PAC elyaftan farklı olarak harman, hallaç ve tarak işlemlerinden geçmektedir.



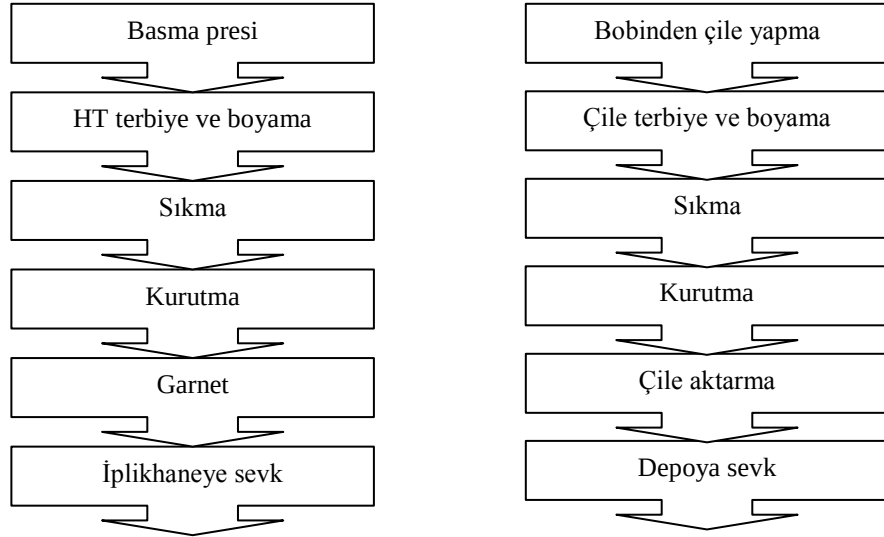
Şekil 4.1. Tesisin yıllık boyama üretiminin kapasite dağılımı

Bobin ve çile iplik terbiye, boyama ve baskı işlemleri yapılan işletmede üretim akışı bobin ipliklerin çile yapma ünitesinde çile formuna getirilmesi ile başlamaktadır. Çile formuna getirilen iplikler istenilen renk özelliklerine göre (çoklu ya da tek renk) hazırlanan reçeteler ve üretim kartlarına uygun olarak çile boyama makineleri, LP ve VP baskı boyama makinelerinde renklendirilmektedir. Çile kazanlarında yapılan terbiye-boyama işlemlerinin ardından çile formundaki ipliklerin yıkama, sıkma ve kurutma işlemleri yapılmaktadır. Daha sonra boyanmış çileler bir sonraki işlem

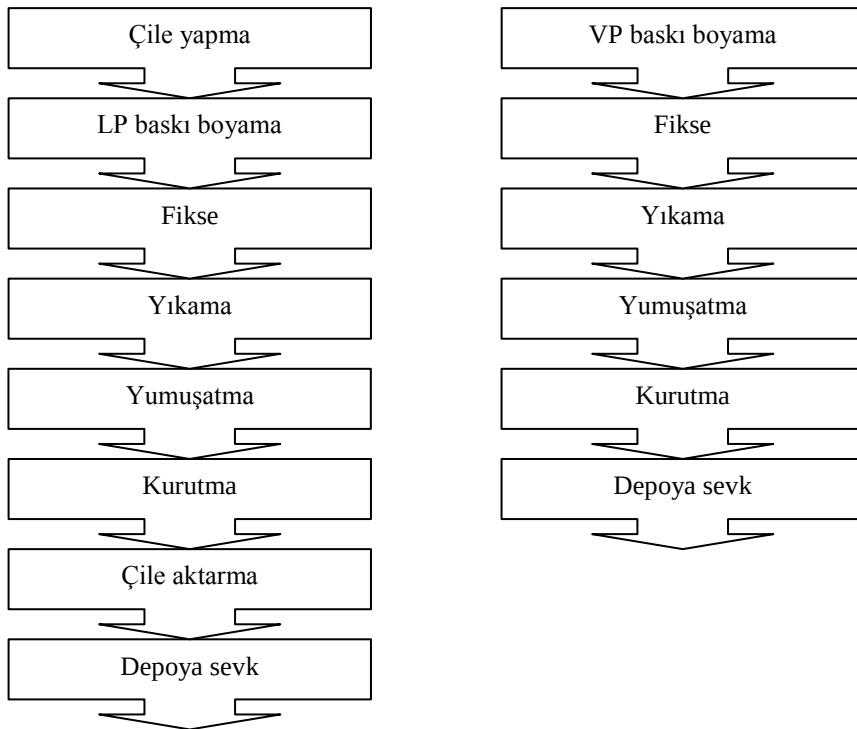
adımı için çile aktarma ünitesinde bobinlere sarılmaktadır. LP baskı boyama proseslerinde çilelere boyama işlemi ardından sırasıyla fikse, yıkama, yumuşatma, sıkma ve kurutma işlemleri uygulanmaktadır. Çile formunda boyanmış iplikler diğer işlem adımları için çile aktarma makinelerine alınmakta ve bobinlere sarılmaktadır. VP baskı boyama proseslerinde ise çile yapma işlemleri yoktur. Çağlık sistemine yerleştirilen bobinler VP baskı boyama makinesine beslenerek boyanmakta ve ardından fikse kabinine alınmaktadır. Boyama makinesinin son bölümünde bobin halinde boyanmış iplikler çile formunda sarılmaktadır. Daha sonra bu çileler kurutma makinelerinde kurutulduktan sonra çile aktarma ünitesinde tekrar bobinlere sarılmaktadır. Şekil 4.2, şekil 4.3’de sırasıyla HT, çile terbiye ve boyama prosesleri ile LP ve VP baskı boyama prosesleri için akış diyagramları sunulmuştur.

Boyahane ünitesinde işlem gören elyaflar iplikhane ünitesine sevk edilmektedir. Burada elyafların öncelikle eğirme, katlama ve büküm işlemleri için uygun forma getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle iplikhaneye alınan elyaf hazırlık işlemlerinden geçirilmektedir. PAC elyaf için hazırlık işlemlerinin ilki koparmadır. Rebreaeker makinesinde yapılan koparma işleminde kesiksiz elyafın germe-çekme ve buhar ile kopararak kesikli hale getirilmesi sağlanmaktadır. Bu işleme birinci koparma işlemi de denilmektedir. Elde edilen bantlar ikinci koparma, dublaj, tarama ve paralelleştirme amacıyla rebreaker makinesine beslenmektedir. Makine çıkışında helezonik şekilde kovalara yerleştirilen bantlar pasaj ve ardından finisör makinelerine beslenmektedir. Bu işlemlerin amacı, düzgünsüzlüklerin giderilmesi, karışım, dublaj ve ipliğe mukavemet kazandırılmasıdır. Finisör makinesi iplik hazırlık sürecinin son makinesidir. Daha sonra elde edilen düzgün bantlar ring makinelerine sevk edilmekte ve bu makinelerde eğirme işlemi yapılmaktadır. Ring makinesinin çıkışında eğrilmiş haldeki iplik masuralara sarılmaktadır. Masuralar katlama ve büküm ünitelerine beslenerek burada iplikler tek ve çift kat katlanmaktadır. Katlanmış ipliklere son büküm işlemi uygulanmaktadır. İplik üretiminde son makine olan bobin makinesine alınan iplikler bu makinede masuralardan bobinlere sarılmaktadır. Bu işlemin amacı iplik üzerindeki düzgünsüzlüklerin giderilmesi, ipliği aynı uzunluk ya da gramajda bobinler haline getirmek ve ipliğin diğer makinelerde çalışmaya uygun hale getirilmesini sağlamaktır. İşletmede PAC ve PAC karışımli el örgü ipliklerinin örmeye uygun hale getirilebilmesi için hacim kazandırılması ve çeşitli estetik özellikler kazandırılması

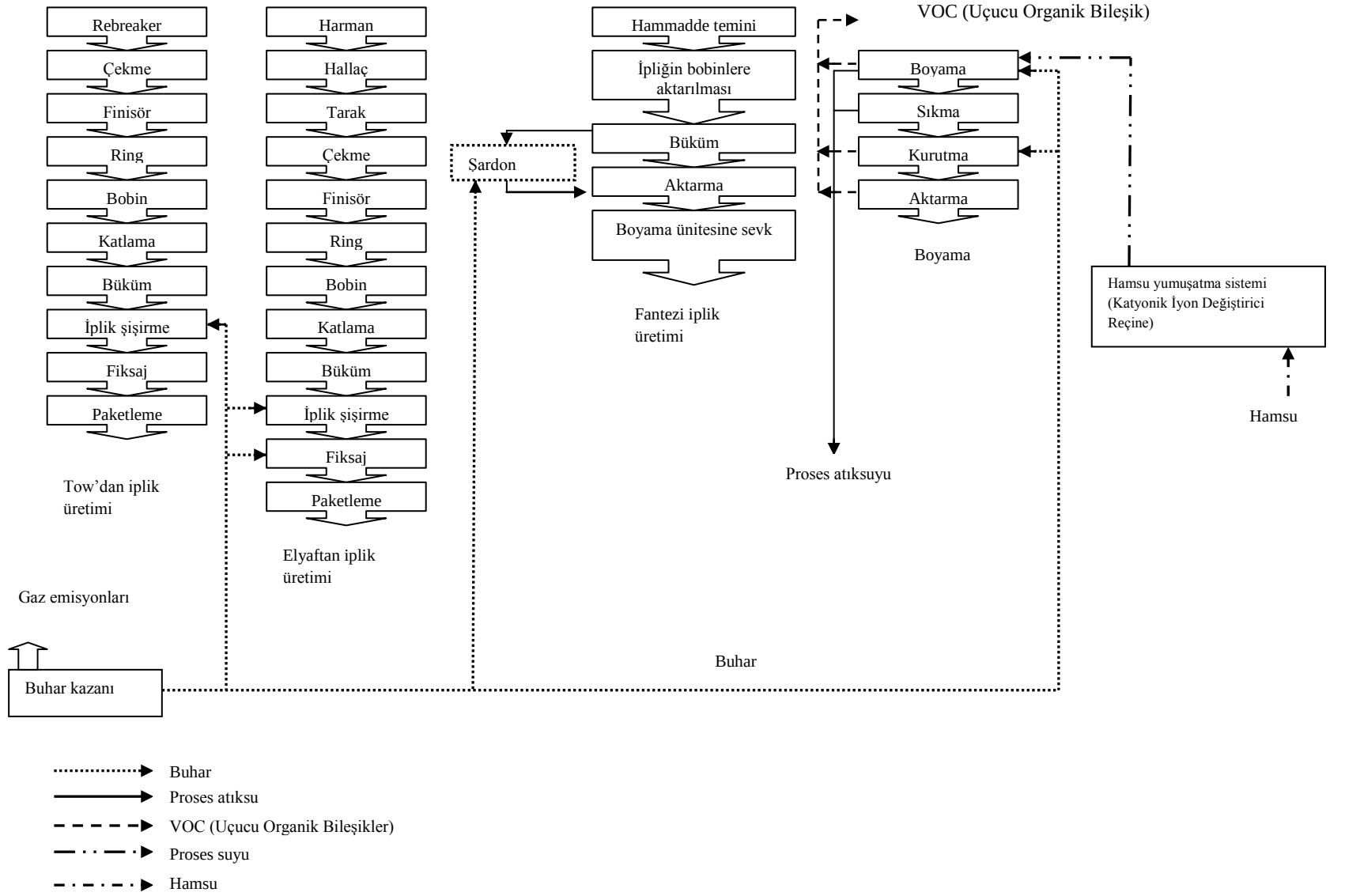
gerekmektedir. Ayrıca müşteri siparişi doğrultusunda tüylendirilecek iplikler şardon makinelerinde işlem görmektedir. Final üretiminin son aşamasında kalite kontrol işlemlerini el örgü ipliklerin paketlenmesi ve sevk işlemleri takip etmektedir. Şekil 4.4’de İpliksan işletmesi üretim proseslerinin ve genel iş akış özeti sunulmuştur.



Şekil 4.2. HT ve çile terbiye-boyama prosesi akış diyagramları



Şekil 4.3. LP ve VP baskı boyama prosesi akış diyagramları



Şekil 4.4. İpliksan genel iş akış şeması özet diyagramı

4.1.1.1. İpliksan işletmesinde üretimde kullanılan lifler ve miktarları

İpliksan müşteri siparişleri doğrultusunda ve stoksuz çalışma prensibine dayalı üretim yapan bir tekstil işletmesidir. Bu nedenle moda, mevsimsel değişimler müşteri taleplerini etkilemekte ve işletmenin üretimine yansımaktadır. Müşteri taleplerinin karşılanması amacıyla işletmede çeşitli lif türleri kullanılmaktadır. İşletmede PAC, PES, PA, yün, alpaca, tiftik, viskon, keten, pamuk, ipek, bambu ve moher gibi lifler kullanılmaktadır. Ancak işletmenin üretimi el örgü ve halı ipi ağırlıklı olması nedeniyle PAC, yün, PA ve PES liflerinin kullanımı daha yoğun olmaktadır.

İşletmede üretim proseslerinin başlıca girdilerinden birini oluşturan tekstil lifleri işletmeye tedarikçiler tarafından üretime hazır olarak kesikli (tops) ve kesiksiz (tow) elyaf, bobin formlarında temin edilmektedir. Bu nedenle işletmede herhangi bir elyafın ön hazırlık işlemi veya sentetik lif üretimi yapılmamaktadır. İşletmede yoğun olarak kullanılan sentetik liflerden olan PES ve PA lifleri iplik formunda, PAC ve yün liflerinin büyük bölümü ise sırasıyla tow ve tops formunda işletmeye alınmaktadır. Çizelge 4.2’de tekstil liflerinin 2009-2011 yıllarında tüketim miktarları incelendiğinde PAC, yün, PA ve PES tüketimlerinin diğer tekstil liflerine göre daha yüksek miktarlarda olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Üretimde kullanılan lif türlerinin miktar ve dağılımları (2009-2011 yılları)

Tekstil materyali ve formu	Ortalama tüketim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Dağılım (%)
PAC lifleri (tow-tops-elyaf)	2.518.769 (2.123.532-3.077.689)	65
PES lifleri (elyaf-iplik)	518.221 (400.459-548.088)	13
Yün lifleri (tops-organik yün-tiftik)	517.838 (477.177-560.855)	13
PA lifleri	137.512 (127.284-144.920)	4
Pamuk lifleri	91.088 (66.022-102.466)	2
Viskon, keten, ipek lifleri	11.798 (10.366-13.675)	<1
Diğer lifler (simli iplik, fantezi örme iplik)	59.979 (12.133-114.856)	2
Toplam	3.855.205 (3.249.604-4.537.119)	100

Organik pamuk, organik yün, keten, viskon, ipek ve tiftik lifleri özel ürünlerin imalatında kullanıldığından üretimdeki payları oldukça düşük seviyelerde olmaktadır. İşletmede tekstil liflerinin yıllık ortalama miktarları değerlendirildiğinde %65 oranında PAC, %13 oranında PES ve %13 oranında yün elyafı kullanıldığı görülmektedir. PA, pamuk, viskon, keten, ve ipek liflerinin ise ortalama tüketimi %5'den daha azdır. Ağırlıklı üretimi el örgü ve halı ipi olan işletmede pamuk, viskon, keten ve ipek genellikle tercih edilen lifler değildir. Bu nedenle üretimdeki payları sadece özel ürünler ile sınırlı kalmaktadır.

4.1.1.2. İpliksan işletmesi üretim miktarları ve dağılımı

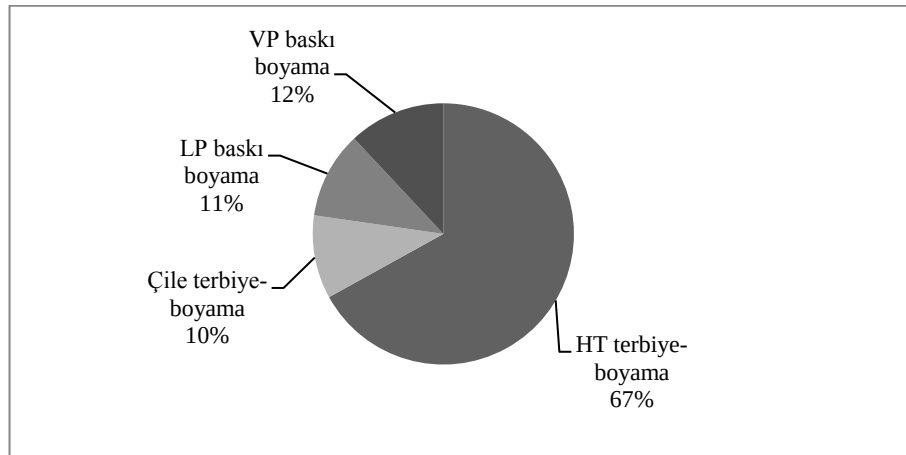
Ağırlıklı üretimi el örgü ve halı ipi olan işletmede PAC, PES, PA, yün ve pamuk lifleri kullanılmaktadır. Ancak lif türü bazında üretim kayıtlarının bulunmaması üretim miktarlarının değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Müşteri siparişleri doğrultusunda üretim yapan işletmede 2009-2011 yılları arasında gerçekleşen ortalama üretim miktarı 3.070.904 kg/yıl dır. Çizelge 4.3'de işletmede prosesler bazında yıllık üretim miktarları verilmiştir. Buna göre toplam üretim içerisinde HT ve çile terbiye-boyama proseslerinin payları sırasıyla %67 ve %10 olmaktadır. LP ve VP baskı proseslerinin üretimdeki payları ise sırasıyla %11 ve %12 olmaktadır. Şekil 4.5'de boyahane ünitesinde üretimin prosesler bazında dağılımı sunulmuştur. İşletmede HT terbiye-boyama proseslerinde işletmenin ağırlıklı üretimine paralel olarak çektirme yöntemine göre PAC, PES ve yün elyaf/iplik terbiye-boyaması yapılmaktadır. Böylelikle HT terbiye-boyama prosesinin üretimdeki payı diğer proseslere göre daha yüksek olmaktadır.

İplikhane ünitesinde rebreaker prosesinin üretimi tow formundaki PAC lifler ile sınırlı olması nedeniyle iplikhane üretimindeki payı yalnızca %48 olmaktadır. Finisör prosesinde ise sadece yün lifleri ve karışımlarının işlenmesi iplikhane üretimindeki payını %9 olarak sınırlamaktadır. Diğer prosesler ise (katlama, büküm, ring ve pasaj) birden fazla lifin işlenmesinde kullanılmakta ve bu nedenle üretimleri yaklaşık olarak iplikhane üretimine eşittir. İşletmenin üretim prosesleri ve üretim miktarları incelendiğinde oldukça karmaşık bir yapı bulunmaktadır. İşletmede ham elyaftan boyanmış iplik üretimi yapıldığı gibi kimi siparişlerin sadece terbiye-boyama ve baskı işlemleri, kimi liflerin ise sadece katlama, büküm işlemleri

yapılmaktadır. Bu nedenle üniteler arasında toplam üretim değerlerinin tam olarak ilişkilendirilmesi mümkün olmamaktadır.

Çizelge 4.3. İşletmede prosesler bazında üretim miktarları (2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama üretim (min.-maks.) (kg/yıl)
Boyahane ünitesi	3.049.894 (2.881.824-3.051.288)
HT terbiye-boyama	2.042.186 (1.997.184-2.046.752)
Çile terbiye-boyama	314.755 (249.518-361.684)
LP baskı boyama	327.842 (257.657-338.651)
VP baskı boyama	365.111 (265.299-369.795)
İplikhane ünitesi	2.456.450 (2.447.957-3.027.067)
Rebreaker	1.426.599 (1.370.456-1.635.256)
Pasaj	2.104.346 (2.456.450-3.027.067)
Finisör	277.248 (268.930-346.560)
Ring	2.135.600 (2.456.450-3.027.067)
Katlama	2.453.514 (2.456.450-3.027.067)
Büküm	2.395.215 (2.456.450-3.027.067)
Final ünitesi	2.980.874 (2.520.272-3.711.565)
Toplam üretim	3.070.904 (2.520.272-3.711.565)
Üretim değerlerinin belirlenmesinde 2009-2011 yılları esas alınmıştır	



Şekil 4.5. Boyahane ünitesinde ortalama üretimin dağılımı (2009-2011 yılları)

4.1.1.3. İpliksan işletmesinde kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında kimyasal (yardımcı kimyasal ve boyarmadde) tüketimi ve prosesler bazında dağılımı incelenmiştir. Yürütülen çalışmalarda işletmeye ait kimyasal kayıtları ve üretimde kullanılan reçetelerden yararlanılmıştır. İşletmede üretimdeki yıllık değişimler göz önünde bulundurularak son 3 yıla (2009-2011) ait veriler değerlendirilmiştir. İşletmede terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde, iplikhane ünitesinde, kazan dairesi, iklimlendirme sistemi havuzunda ve tesis temizlik işlemlerinde çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Ancak kimyasalların büyük bir bölümü terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde tüketilmektedir. Terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde lif türü, uygulanacak yöntem, proses uzunluğu ve boyanacak renk tonuna bağlı olarak yardımcı kimyasalların ve boyarmaddelerin tüketimi değişmektedir. Çizelge 4.4’de İpliksan işletmesinde kullanılan kimyasalların tüketim miktarları ve kullanım alanları verilmiştir. Buna göre terbiye ve boyama banyolarında dispersgator, emilgator, ıslatıcı, pH düzenleyici, tuz, kostik, yumuşatıcı, yüzey aktif maddeler, reterdar, taşıyıcılar ve boyarmaddeler kullanılmaktadır. İşletmede yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri incelendiğinde asit, bazik, dispers boyarmadde miktarları ile tuz, sülfürik asit, asetik asit, sodyum sülfat, sodyum asetat, retardar, sodyum hidroksit yıllık tüketim miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. İmalatta kullanılan kimyasal maddelerin miktar ve kullanım alanları

Kimyasal madde	Miktar	Kullanım alanları
Asit boyarmadde	23.383 kg/yıl	Asit boyama işlemlerinde
Bazik boyarmadde	23.114 kg/yıl	Bazik boyama işlemlerinde
Reaktif boyarmadde	4.031 kg/yıl	Reaktif boyama işlemlerinde
Dispers boyarmadde	18.545 kg/yıl	Dispers boyama işlemlerinde
Yumuşatıcı	7.869 kg/yıl	PAC iplik imalatında
Harman yağı	1.327 kg/yıl	Yün halı ipliği imalatında
Emülsiyon	165 kg/yıl; 2.654 adet/yıl	Yün halı ipliği imalatında
Sülfürik asit (66 Be)	15.587 kg/yıl	Asit boyama işlemlerinde
Asetik asit (%80’lik)	32.573 kg/yıl	Asit boyama, bazik boyama ve dispers boyama işlemlerinde
Sodyum sülfat	92.993 kg/yıl	Asit boyama ve bazik boyamada işlemlerinde
Formik asit	8.492 kg/yıl	Bazik boyama ve dispers boyama işlemlerinde
Sodyum asetat	23.114 kg/yıl	Bazik boyama işlemlerinde
Reterdar	11.557 kg/yıl	Bazik boyama işlemlerinde
Soda	2.687 kg/yıl	Reaktif boyama işlemlerinde

Çizelge 4.4. (Devamı)

Kimyasal madde	Miktar	Kullanım alanları
Üre	4.031 kg/yıl	Reaktif boyama işlemlerinde
Sodyum hidroksit	13.706 kg/yıl	Reaktif boyama ve dispers boyama işlemlerinde
Tuz	26.877 kg/yıl	Reaktif boyama işlemlerinde
Carrier (taşıyıcı)	6.181 kg/yıl	Dispers boyama işlemlerinde
Hidrosülfid	6.181 kg/yıl	Dispers boyama işlemlerinde
İpliksan 2011 kapasite raporundan alınmıştır		

Kimyasal tüketiminin prosesler bazında dağılımı

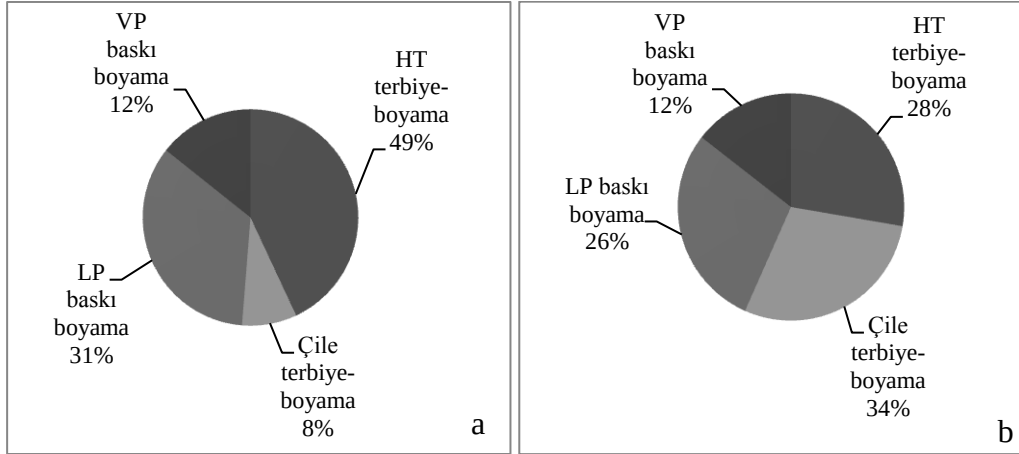
İpliksan işletmesinde 2009-2011 yıllarına ait verilere göre ortalama 43.518 kg/yıl boyarmadde ve 446.013 kg/yıl yardımcı kimyasal tüketilmektedir. Boyarmadde tüketiminde HT terbiye-boyama ve LP baskı boyama prosesleri sırasıyla %49 ve %31 paylarla önde gelmektedir. Yardımcı kimyasal tüketiminde ise çile ve HT terbiye-boyama prosesleri %34 ve %28 paylara sahiptir. Çizelge 4.5’de işletmede yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri verilmiştir.

Çizelge 4.5. İşletmede yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri (2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama boyarmadde tüketimi (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama yardımcı kimyasal tüketimi (min.-maks.) (kg/yıl)
Boyahane ünitesi	43.518 (37.763-49.273)	446.013 (375.718-516.308)
HT terbiye ve boyama	21.219 (21.104-21.334)	124.679 (108.141-141.217)
Çile terbiye ve boyama	3.643 (3.248-4.037)	150.857 (147.584-154.130)
LP baskı boyama	13.509 (10.141-16.876)	116.908 (86.699-147.117)
VP baskı boyama	5.148 (3.270-7.026)	53.569 (33.294-73.844)

Şekil 4.6’da kimyasal tüketiminin prosesler bazında dağılımı incelendiğinde HT terbiye-boyama proseslerinin hem yardımcı kimyasal hem de boyarmadde tüketimlerinde önemli paylara sahip olduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni işletmede yapılan terbiye ve boyama işlemlerinin yaklaşık %67’sinin HT prosesinde gerçekleştirilmesidir. Benzer şekilde kimyasal tüketiminin yoğun olduğu diğer bir proses ise LP baskı boyama prosesidir. Bunda yıllık üretim içerisindeki payının

(%14) yüksek olması, kullanılan baskı tekniği ve terbiye işlemlerinin yüksek flotte (30:1) oranlarında çalışan çile boyama makinelerinde yapılması etkili olmaktadır. İşletmede çile terbiye-boyama prosesleri özellikle yardımcı kimyasal tüketiminde %34 paya sahiptir. Bunun başlıca nedenleri çile terbiye-boyama proseslerinde yüksek flotte oranlarında çalışılmasının yanında LP ve VP terbiye işlemlerinin çile proseslerinde yapılmasıdır.



Şekil 4.6. İşletmede kullanılan boyarmaddelerin (a) ve yardımcı kimyasalların (b) prosesler bazında dağılımı (2009- 2011 yılları)

Spesifik kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi

Mevcut durum analizi kapsamında kimyasalların prosesler bazında spesifik tüketim değerleri hesaplanmıştır. İşletme genelinde yürütülen terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 133-167 gr/kg ürün ve boyarmadde tüketimi 13-16 gr/kg ürün aralığındadır. Çizelge 4.6'da işletmede prosesler bazında spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde değerleri verilmiştir. Buna göre spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimlerinin prosesler bazında değişken olduğu görülmüştür. Spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimini etkileyen faktörlerin başında; lif türü ve formu, boyama tekniği, fikse oranı, flotte oranı (HT ve çile prosesleri için), proses uzunluğu ve üretim miktarları gelmektedir. İşletmede boyarmadde tüketiminde LP baskı boyama prosesleri önde gelmektedir. Prosesde spesifik boyarmadde tüketimi 39-52 gr/kg ürün aralığındadır. Bunun nedeni spreyci baskı boyama tekniği ile boyarmaddelerin lif üzerine doğrudan applike edilmesi ve çoklu boyarmadde formülasyonlarının kullanılmasıdır. VP baskı boyama

işlemlerinde spesifik boyarmadde tüketimi 14-19 gr/kg ürün aralığında değişmektedir. VP baskı boyama proseslerinde spesifik boyarmadde miktarının yüksek olmasının başlıca nedenleri arasında uygulanan baskı boyama tekniği ve çoklu boyarmadde formülasyonlarının kullanılması sayılabilir. HT terbiye-boyama prosesleri ise boyarmadde tüketimi yüksek olmasına rağmen üretimdeki yüksek payı nedeniyle spesifik boyarmadde tüketimi çok daha düşük değerde olmaktadır. Bunda HT terbiye-boyama proseslerinde ağırlıklı olarak PAC liflerinin işlem görmesi, düşük flotte oranlarında (10:1) çalışılması ve çektirme yönteminin kullanılması etkili olmaktadır. Çile terbiye-boyama proseslerinde ise spesifik boyarmadde tüketimi 9-13 gr/kg ürün aralığında değişmektedir. Çile terbiye-boyama proseslerinde çektirme tekniği kullanılmakta ve ağırlıklı olarak yün lifleri boyanmaktadır. Çile terbiye-boyama proseslerinde HT proseslerine nazaran spesifik boyarmadde tüketiminin yüksek olması yüksek flotte oranında çalışması ve PAC liflerine göre yün liflerinin boyarmadde fiksasyon oranlarının daha düşük olması ile açıklanabilir. Prosesler bazında spesifik yardımcı kimyasal tüketimi incelendiğinde çile terbiye-boyama proseslerinde spesifik tüketimin 420-470 gr/kg ürün aralığında değiştiği görülmektedir. LP baskı boyama proseslerinde ise spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 336-453 gr/kg ürün aralığında değişmektedir. LP baskı boyama proseslerinde spesifik yardımcı kimyasal tüketiminin yüksek olmasının temel nedeni uygulanan tekniğin ve terbiye işlemlerinin yüksek flotte oranlarında çile terbiye-boyama proseslerinde yapılmasıdır. Aynı nedenler VP baskı boyama prosesi için de geçerli olmaktadır. HT terbiye-boyama proseslerinde ise spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 54-69 gr/kg ürün dür. HT terbiye-proseslerinde ağırlıklı olarak PAC liflerinin çektirme yöntemine göre boyanması ve düşük flotte oranında yüksek kapasitede çalışılması spesifik yardımcı kimyasal tüketiminin daha az olmasında etkilidir. İşletmede yürütülen çalışmalarda prosesler bazında spesifik kimyasal maliyetleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede spesifik kimyasal maliyeti 0,06-2,2 TL/kg ürün aralığında değişmektedir. HT ve çile terbiye-boyama proseslerinde spesifik kimyasal maliyetleri sırasıyla 0,35 ve 0,68 TL/kg ürün dür. LP ve VP proseslerinde spesifik kimyasal maliyetleri ise sırasıyla 1,4 ve 1,25 TL/kg ürün olmaktadır. Kimyasal maliyetleri HT terbiye-boyama prosesinde spesifik üretim maliyetinin %30'unu oluştururken çile terbiye-boyama prosesinde %23'ünü oluşturmaktadır. LP ve VP baskı boyama proseslerinde üretim maliyetleri içerisinde kimyasal maliyetlerinin payları ise yaklaşık %33 olmaktadır.

Çizelge 4.6. İşletmede prosesler bazında spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi (2009 ve 2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama boyarmadde tüketimi (min.-maks.) (kg/yıl)	Spesifik boyarmadde tüketimi (min.-maks.) (gr/kg ürün)	Ortalama yardımcı kimyasal tüketimi (min.-maks.) (kg/yıl)	Spesifik yardımcı kimyasal tüketimi (min.-maks.) (gr/kg ürün)
Boyahane ünitesi	2.966.556 (2.881.824-3.051.288)	43.743 (38.443-49.043)	15 (13-16)	446.013 (382.264-509.762)	150 (133-167)
HT terbiye ve boyama	2.021.968 (1.997.184-2.046.752)	21.219 (21.104-21.334)	10 (10-11)	124.679 (108.141-141.217)	62 (54-69)
Çile terbiye ve boyama	337.749 (313.814-361.684)	3.643 (3.248-4.037)	11 (9-13)	150.857 (147.584-154.130)	447 (420-470)
LP baskı boyama	291.654 (257.657-325.651)	13.509 (10.141-16.876)	46 (39-52)	116.908 (86.699-147.117)	400 (336-453)
VP baskı boyama	315.185 (265.299-365.071)	5.373 (3.720-7.026)	17 (14-19)	53.569 (33.294-73.844)	170 (125-203)

İşletmede kullanılan çevresel açıdan riskli kimyasalların belirlenmesi

İpliksan işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan yaklaşık 340 adet kimyasalın “malzeme güvenlik bilgi formları (MSDS)” incelenmiştir. Böylelikle tüm kimyasalların biyolojik degradasyon/eliminasyon oranları, akut ve sucul ortam toksisite değerleri tespit edilmiştir. Biyolojik degradasyon/eliminasyon oranlarının belirlenmesinde MSDS’lerde yer alan Organization for Economic Co-operation and Development-OECD 301 A ve 302 B (Zahn–Wellens) test değerleri esas alınmıştır. Ayrıca kimyasalların toksik özelliklerinin belirlenmesinde; letal doz (LD_{50}), letal konsantrasyon (LC_{50}), etkili konsantrasyon (EC_{50}) ve inhibisyon konsantrasyonu (IC_{50}) değerleri esas alınmıştır. Bu kapsamda kimyasalların akut ve sucul ortam toksisite seviyelerinin değerlendirilmesinde çizelge 4.7’de sunulan kriterlerden yararlanılmıştır. Buna göre özellikle akut ve sucul ortam toksisite düzeyi “toksik”, “çok toksik”, “yüksek derecede toksik” ve/veya biyolojik degradasyon/eliminasyon oranı %70’den daha az olan kimyasallar çevresel açıdan riskli olarak belirlenmiştir. Bu karakterdeki kimyasalların alıcı su ortamlarındaki düşük konsantrasyonları suda yaşayan canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Diğer taraftan bu kimyasalların oral/dermal yollarla insan vücuduna alınmaları durumunda biyolojik sistemlerin zarar görmesine ve ölüme neden olabilmektedir. EC_{50} değerleri açısından toksik karakterdeki kimyasallar mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir ve bu durum biyolojik atıksu arıtma tesislerinde aktif çamur gelişimini olumsuz etkilemektedir.

Çizelge 4.7. Akut ve sucul ortam toksisitesi değerlendirme kriterleri

Toksisite seviyesi	^a Akut toksisite değerleri (mg/kg)	^b Sucul toksisite değerleri (mg/L)
Yüksek derecede toksik	5 ^c 50 ^d	<0,1
Çok toksik	50 ^c 200 ^d	0,1-1
Toksik	300 ^c 1000 ^d	1-10
Az toksik	2000 ^c 2000 ^d	10-100
Toksik değil	5000 ^c 5000 ^d	>100
^b IPPC BREF, 2003; ^a UNECE, 2007; ^c Oral toksisite değeri; ^d Dermal toksisite değeri		

İşletmede yapılan risk değerlendirmesinde “yüksek derecede toksik” karakterde kimyasalların kullanımına rastlanmamıştır. İşletmede “Oekotex 100 Standardı Sertifikası” olması nedeniyle tekstil sektöründe kullanımı sınırlanmış/engellenmiş kimyasalların kullanılmadığı bilinmektedir. İşletmede yapılan değerlendirmelerde toksik, az toksik karakterde ve/veya biyolojik eliminasyonu/degradasyonu düşük olan 29 adet kimyasal tespit edilmiştir. Bu kimyasallarında çevre dostu ikameleri ile değişimi önerilmiştir. Çizelge 4.8’de kimyasal değişimi önerilen kimyasal maddeler ve özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4.8. İşletmede çevresel açıdan riskli kimyasallar ve özellikleri

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					Diğer özellikler
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	
^b KM1	Retarder	HT boyama	Dimetil kobenzil amonyum klorür	139-08-2	>%80	2.000	- ^c	1-10	-	-	Sucul ortamda 1-10 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksiktir
KM2	Noniyonik, antistatik yumuşatıcı PAC/PA karışımları	HT Bitim işlemi	Polietilen glikol,dimetilsiloksan kopolimeri, pentaeritritol oleat karşımı	25322-68-3 67923-07-3 10332-32-8	-	-	-	1-10	<1	<1	Sucul ortamda 1-10 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksik ve <1 mg/L konsantrasyonu mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir, su yosunu için çok toksik karakterdedir
KM3	Nonyonik Yumuşatıcı	HT Çile optik bitim işlemler	Nonyonik etoksile castor oil amin.	61791-12-6	-	-	-	1-10	<1	<1	Sucul ortamda 1-10 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksik ve <1 mg/L konsantrasyonları mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir ve su yosunu için çok toksik karakterdedir
KM4	Yün ve PA kontinü boyama egaliz maddesi	LP, VP Yün ve PA baskı boyama	Üre	57-13-6	%20-70	>5.000	-	8.800	>2.000	-	Biyolojik degradasyonu düşük ancak sucul ortam açısından toksik karakterde değildir
KM5	Ağartıcı	HT terbiye	Sodyum hipoklorit	7681-529-9	-	12	-	-	-	-	Akut toksisite açısından yüksek derecede toksik karakterdedir
KM6	Anyonik optik ağartıcı	HT terbiye	Distryl bifenil	27344-41-8	%44	-	-	76	>300	6,5	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 76 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve algler için 6,5 mg/L konsantrasyonları çok toksik karakterdedir

Çizelge 4.8. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM7	Apre kimyasalı	Çile terbiye	Sentetik pyrethroid	112-34-5 52645-53-1 104376-75-2	%10	>2.000	-	314	0,2-0,6	-	Biyolojik degradasyonu düşük ve sucul ortamda 314 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksik değildir ancak 0,2-0,6 mg/L konsantrasyonları mikrobiyal büyüme için yüksek derecede inhibe edicidir
KM8	Apre kimyasalı	VP baskı boyama	Poliüretan su bazlı dispersiyonu	91-64-5	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	>2.000	-	>10	>10	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda >10 konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyüme için inhibe edicidir
KM9	Lubrikant	Diğer işlemler	Yağ asidi polialkil glikol ester	25322-68-3	>%60	>20.000	-	>42	>10	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda >42 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik ve >10 mg/L konsantrasyonları mikrobiyal gelişimi inhibe edici olabilir
KM10	Harman Yağı	Elyaf Çekim, Tarama	Tallow methyl ester	61788-61-2	%60-70	>2.000	-	10-100	100	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda >42 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik ve >10 mg/L konsantrasyonları mikrobiyal gelişimi inhibe edici olabilir
KM11	Egaliz maddesi	Yün ve PA boyama	Oktedesil amin etoksilat ve anyonik sürfaktan	111-76-2 9003-13-8	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	>2.000	-	>3	-	-	Biyolojik degradasyonu düşük ve sucul ortamda >3 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksik etkiler göstermektedir

Çizelge 4.8. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM12	Kokulu iplik üretimi	Bitim apresi	Poli ürethan mikrokapsül içerisine doldurulmuş vanilin	32210-23-4 6259-76-3 54464-57-2 1222-05-5 80-54-6 1335-46-2 91-64-5	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	2.000	-	>10	>10	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda >10 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik ve mikrobiyal büyüme için inhibe edici olabilir
KM13	Optik ağartıcı	HT ve çile terbiye	Katyonik benzimidazol	64-19-7	%40-50	>5.000	-	-	>100	-	Biyolojik degradasyonu düşük ancak mikrobiyal gelişimi etkilemez
KM14	Güve ve böcek kovucu	HT çile yün bitim işlemi	Permitrin, bütillglikol, ariletilen poliglikol eter	112-34-5 52645-53-1 104376-75-2	%10	2.000	-	314	-	-	Biyolojik degradasyonu düşük ancak balıklar için toksik karakterde değildir
KM15	Egaliz maddesi	Yün ve PA tek banyo boyama işleminde	Metilen-bağlanmış; arilsülfonik asitler ve hidroksiarilsülfon kondenzasyon ürünü	1336-21-6	%25-50	>5.000	-	1-10	10-100	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 1-10 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksik ve 10-100 mg/L konsantrasyonları mikrobiyal büyümeyi inhibe edici olabilir
KM16	PAC boyama egaliz maddesi	PAC boyama	Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-16-alkyldimethyl, chlorides	68424-85-1	-	2.000	-	0,85	0,02	11	Sucul ortamda 0,85 mg/L konsantrasyonları balıklar için yüksek derecede toksiktir ve 0,02 mg/L konsantrasyonları mikrobiyal büyümeyi inhibe edicidir
KM17	PES ve PA egalize maddesi	PES ve PA boyama	Asit ile iyileştirilmiş poli hidroksi alkilen glükol eterin amonyum tuzu	8001-54-5	%10-20	>5.000	-	>1.000	-	-	Biyolojik degradasyonu düşük ancak balıklar için toksik değil

Çizelge 4.8. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM18	Siyah reaktif yün boyası	HT, çile Yün-PA boyama	Tetranatrium-4-amino-5-hydroxy-3,6-bis	17095-24-08	<%10	>2.000	-	10-100	>1.000	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe etmez
KM19	PAC boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Basic Blue 159 ve Basic Blue 3 karışımı	54060-92-3	<%10	206	-	10-100	10-100	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir. Ayrıca akut toksisitesi yüksektir
KM20	Yün ve PA boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Acid Yellow 220	70851-34-2 274-929-7	<%20	>5.000	-	-	10	-	Biyolojik degradasyonu düşük ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edicidir
KM21	Yün ve PA boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Acid Red 374	6507-87-4	<%10	>3.500	-	65	30	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 65 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edici olabilir
KM22	Yün ve PA boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Acid Red 374 ve sodyum karbonat	497-19-8 6507-87-4	%10	>3.500	-	65	30	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 65 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edici olabilir

Çizelge 4.8. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM23	PAC boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Basic Blue 159 ve Basic Blue 3 karışımı	105953-73-9 33203-82-6	<%10	>2.000	-	>10	>10	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda >10 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir
KM24	PAC boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Basic Red 15	276-470-8	%10-25	>2.000	-	10-100	>100	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe etmez
KM25	PAC boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Basic Red 18	14097-03-1	<%10	>5.000	-	10-100	10-100	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir
KM26	PAC boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Basic Yellow 28	54060-92-3	<%10	-	-	10-100	-	-	Biyolojik degradasyonu düşük ve sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterdedir
KM27	PAC boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Basic Red 18	14097-03-1	<%10	-	-	10-100	10-100	-	Biyolojik degradasyonu düşük, sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterde ve mikrobiyal büyümeyi inhibe edebilir

Çizelge 4.8. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM28	Yün ve PA Boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Acid Orange 142, Acid Brown 355 ve Acid Brown 282 karışımı	55809-98-8 84989-26-4 70236-60-1	%10-25	>2.000	-	>10	-	-	Biyolojik degradasyonu düşük ve sucul ortamda >10 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterdir
KM29	PES boyama	HT, Çile, LP VP boyama	Disperse Blue 56	12217-79-7	<%10	>5.000	-	55	-	-	Biyolojik degradasyonu düşük ve sucul ortamda 55 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik karakterdedir
^a CAS No: Chemical Abstract Service Number ^b Kimyasal maddelerin ticari adları gizli tutularak KM olarak adlandırılmıştır ^c Veri mevcut değildir											

4.1.1.4. İpliksan işletmesinde su tüketiminin değerlendirilmesi

İpliksan mevcut durum analizi kapsamında işletmeye su temin miktarları ve kalitesi, prosesler bazında spesifik su tüketimleri belirlenmiştir. İşletmeye yeraltı sularından temin edilen hamsu miktarlarının belirlenmesinde mevcut su sayaçları ve debimetrelerin kayıtlarından yararlanılmıştır. Ancak prosesler bazında yapılan incelemelerde yeterli su tüketimi verilerine erişilememiştir. Bu durumda proses suyu (yumuşatılmış hamsu) tüketiminin belirlenmesinde mevcut su tüketimi kayıtlarına ek olarak üretim ve performans raporları, terbiye-boyama reçeteleri, makinelere ait teknik verilerden yararlanılarak teorik hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplanan değerler işletme yetkilileri ve uzmanlar ile tartışılmış ve işletmedeki mevcut su tüketimi verileri ile karşılaştırılmıştır. İşletmede içme suyu miktarlarının belirlenmesinde ise içme suyu sayaçları ve belediye tarafından tahsil edilen fatura kayıtlarından yararlanılmıştır. Buna göre işletmenin su ihtiyacının %97'si yeraltı sularından (hamsu) ve evsel kullanımlar ile sınırlı olmak üzere yaklaşık %3'ü şehir içme suyu şebekesinden karşılanmaktadır. İşletmeye temin edilen hamsu öncelikle hamsu yumuşatma sisteminde (kum filtre ve katyonik iyon değiştirici reçine) sertlik giderimi yapıldıktan sonra proses suyu olarak üretim proseslerinde kullanılmaktadır. Böylelikle hamsuyun sert karakterinin üretimde oluşturabileceği olumsuz etkiler (kimyasal tüketimini artırması, hatalı boyama riskleri, lifleri üzerinde aşındırıcı etkiler, kazantışı ve korozyona neden olması) büyük ölçüde önlenmektedir. Ayrıca işletmede mevcut durum analizi kapsamında farklı tarihlerde hamsu ve proses sularından anlık numuneler alınmış ve karakterizasyonları yapılmıştır. Böylelikle işletmeye temin edilen hamsuyun kalitesi, hamsu yumuşatma sisteminin performansı, terbiye-boyama proseslerinde ve buhar üretiminde tüketilen proses suyu kalitesi değerlendirilmiştir.

İşletmede su tüketimi ve prosesler bazında dağılımı

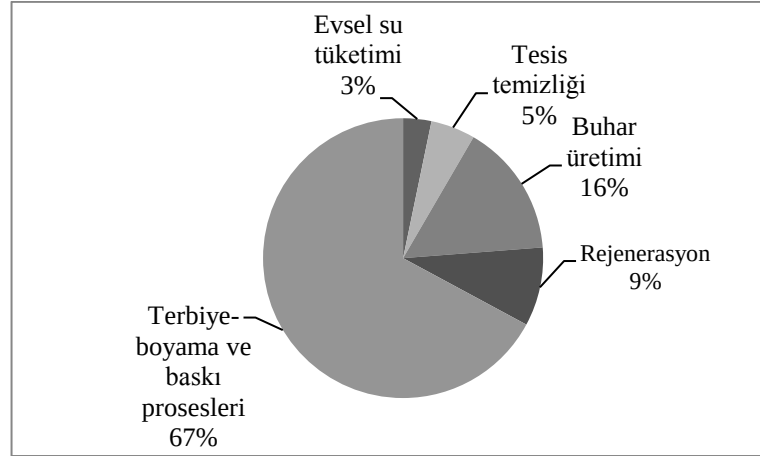
İpliksan işletmesinde terbiye, boyama ve baskı proseslerinde, buhar üretiminde, tesis temizliğinde, evsel amaçlı ve iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda su tüketimleri gerçekleşmektedir. İşletmenin ortalama su ihtiyacı 180.972 ton/yıl olmakla birlikte 175.072 ton/yıl'ı hamsu kaynaklarından ve 5.900 ton/yıl'ı içme suyu şebekesinden temin edilmektedir. Hamsuyun ortalama 9.288 ton/yıl'ı doğrudan tesis

temizliğinde kullanılırken 165.784 ton/yıl'ı katyonik iyon değiştirici reçine ünitelerinde yumuşatılarak proses suyu olarak kullanılmaktadır. İyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda 16.452 ton/yıl, buhar üretiminde 27.842 ton/yıl ve terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde 121.490 ton/yıl proses suyu tüketilmektedir. İşletmede hamsu ve proses suyu tüketimi çizelge 4.9'da sunulmuştur. Buna göre işletmeye temin edilen 180.972 ton/yıl suyun %97'sini hamsu ve %3'ünü içme suları oluşturmaktadır. Hamsuyun ise %5'i tesis temizliğinde ve %95'i proses suyu olarak (%9'u iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda, %16'sı buhar üretiminde, %70'i terbiye, boyama ve baskı proseslerinde) tüketilmektedir. Şekil 4.7'de evsel kullanımlar dahil olmak üzere su tüketimi dağılımı ve şekil 4.8'de işletmede hamsu ve proses suyu tüketimlerinin dağılımı sunulmuştur.

İşletmede proses suyu tüketiminin prosesler bazında izlenmemesi nedeniyle proses suyu tüketiminin belirlenmesinde flotte oranları, proses özellikleri, uygulanan reçeteler, üretim miktarları ve üretim raporlarından yararlanılarak teorik hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca işletmede su tüketimini etkileyen faktörler (lif türü ve formu, flotte oranı, proses uzunluğu, uygulanan yöntemler, renk tonu ve proses özellikleri) yapılan hesaplamalarda göz önünde bulundurulmuştur. Buhar üretiminde kullanılan proses suyu miktarının belirlenmesinde ise yıllık buhar tüketimi, buhar kazanı kapasitesi, spesifik buhar ısı enerjisi, toplam buharın ısı enerjisi, yıllık doğalgaz ve kömür tüketimi değerlerinden yararlanılarak toplam buhar miktarı ve besleme suyu miktarları hesaplanmıştır. İşletmede “yarı-açık buhar sistemi” kullanılması nedeniyle buhar kayıpları olmakta ve buhar kazanına dönen kondens suyu miktarı yaklaşık toplam kazan suyunun ancak %35'i olmaktadır. Böylelikle işletmede doğalgazlı ve kömürlü buhar kazanlarına beslenen proses suyu miktarı yaklaşık 27.842 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan tesis yıkama işlemlerinde hamsu tüketimi gerçekleşmektedir. İşletmede tesis yıkama işlemlerinde tüketilen hamsu miktarının belirlenmesinde cadde yıkaması için tüketilen birim su sarfıyatı değeri esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Tesis yıkama işlemlerinde birim kapalı alan (m^2) başına 1,5 L su tüketimi değeri esas alınmıştır (Öztürk vd., 2005). Buna göre işletmede toplam 17.200 m^2 kapalı alanın temizliğinde 9.288 ton/yıl su tüketimi gerçekleşebileceği tahmin edilmiştir.

Çizelge 4.9. İpliksan işletmesinde su tüketimi değerleri (2009-2011 yılları)

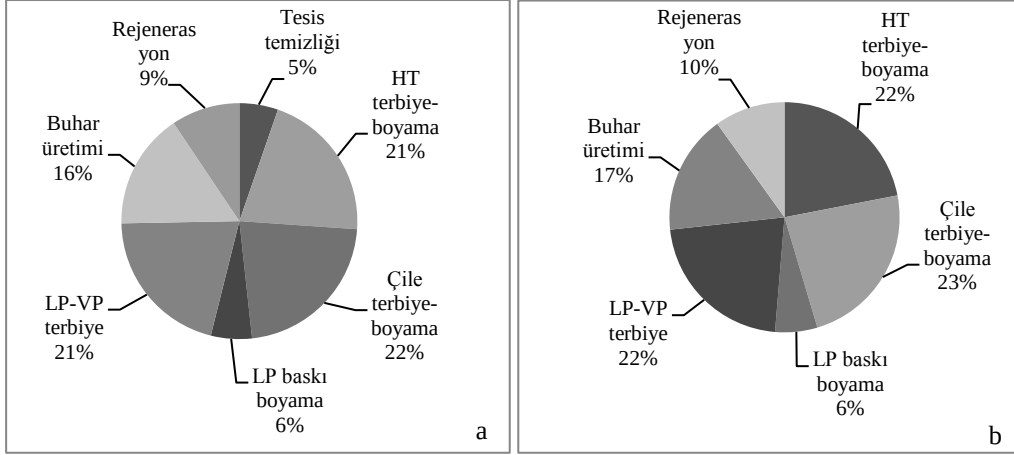
	Ortalama su tüketimi değerleri (min.-maks.) (ton/yıl)
Hamsu tüketimi	175.072 (119.919-265.226)
Tesis temizliği	9.288
Proses suyu	165.784 (110.631-255.938)
HT terbiye-boyama	36.395 (20.220-60.659)
Çile terbiye-boyama	38.841 (27.020-67.550)
LP baskı boyama	9.843 (8.750-13.124)
LP-VP terbiye	36.410 (18.205-54.616)
Buhar üretimi	27.842 (22.892-37.912)
Rejenerasyon	16.452 (13.544-22.077)
Evsel su tüketimi	5.900
Toplam	180.972 (125.819-271.126)



Şekil 4.7. İşletmede toplam su tüketiminin dağılımı

İşletmede terbiye, boyama, baskı prosesleri ve buhar üretiminde ortalama 149.332 ton/yıl proses suyu tüketilmektedir. Proses suyu tüketiminde çile terbiye-boyama prosesleri %23 payla başta gelmektedir. Bunun nedeni çile terbiye-boyama proseslerinin yüksek flotte oranlarına (30:1) sahip olması ve ağırlıklı olarak yün liflerinin terbiye-boyamasının yapılmasıdır. Yün liflerinin terbiye-boyama işlemlerinde proses uzunluğu nedeniyle proses suyu tüketimi yüksektir. Ayrıca çile boyama makinelerinde kondens geri dönüşü bulunmamaktadır. Bu durum

dolaylı olarak buhar kazanına beslenen proses suyu miktarını artırmaktadır. LP-VP proseslerinde baskı boyaması yapılan liflerin terbiye işlemlerinin de çile boyama makinelerinde yapılması LP-VP proseslerinde proses suyu tüketimini artırmaktadır.



Şekil 4.8. İşletmede hamsu (a) ve proses suyu (b) tüketiminin dağılımı

İşletmede proses suyu tüketiminde %22 payla önemli paya sahip diğer bir proses ise HT terbiye-boyama prosesleridir. Elyaf, bobin, çile iplik formundaki liflerin HT prosesinde terbiye ve boyaması yapılabilmesi ve prosesin üretimdeki payının yüksek olması proses suyu tüketiminin yüksek olmasına neden olmaktadır. Ancak HT makineleri 10:1 gibi düşük flotte oranlarında çalışmakta, kondens geri dönüşü bulunmakta ve proses suyu tüketiminin azaltılması amacıyla “hava yastığı sistemi” bulunmaktadır. Bu durum proses suyu tüketiminin azaltılmasında oldukça önemli olmaktadır. LP baskı proseslerinde ise baskı ve fikse işlemleri sonrasında kesikli ön yıkama işlemi yapılmakta ve fikse olmayan boyarmaddeler lif üzerinden uzaklaştırılmaktadır. Bu kapsamda LP baskı boyama prosesleri toplam proses suyu tüketiminde yaklaşık %6 paya sahip olmaktadır.

İşletmede buhar üretiminde toplam proses suyunun %17’si tüketilmektedir. Buhar üretiminde proses suyu tüketiminin yüksek bir paya sahip olmasının başında işletmede yarı-açık buhar sistemi kullanılması ve HT boyama makineleri haricinde kondens geri dönüşünün olmamasıdır. Bu nedenle buhar sisteminde önemli miktarda proses suyu kaybolmaktadır. İşletmede hamsu yumuşatma sisteminde kullanılan iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda da proses suyu tüketilmektedir. Rejenerasyon işlemi sonucunda oluşan yüksek tuz içeriğine sahip rejenerant atığı

doğrudan kanalizasyon sistemine verilerek uzaklaştırılmaktadır. İşletmede rejenerasyon suları da dahil olmak üzere proses suyu geri kazanımı yapılmamaktadır. Proses suyu tüketiminin azaltılması amacıyla sadece HT boyama makinelerinde hava yastığı sistemi ve kapalı devre kondens sistemi bulunmaktadır.

Spesifik su tüketiminin değerlendirilmesi

İşletmede yürütülen mevcut durum analizinde prosesler bazında spesifik su tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede spesifik hamsu tüketimi 57 L/kg ürün ve proses suyu tüketimi 54 L/kg ürün dür. İşletmede spesifik proses suyu tüketimleri incelendiğinde çile terbiye-boyama proseslerinde spesifik proses suyu tüketiminin daha yüksek oluğu görülmektedir. Spesifik proses suyu tüketimi 115 L/kg ürün olan prosesde flotte oranının yüksek olması spesifik proses suyu tüketimini etkileyen en önemli faktördür. Ayrıca çile formundaki yün liflerinin terbiye-boyamasının yapılması ve proses uzunluğu spesifik proses suyu tüketimini artırmaktadır. İşletmede HT terbiye-boyama proseslerinde ise spesifik proses suyu tüketimi 18 L/kg ürün dür. Proseste düşük flotte oranlarında ve çektirme yöntemine göre çalışılması, kondens geri dönüşünün bulunması ve ağırlıklı olarak PAC liflerinin terbiye-boyamasının yapılması spesifik proses suyu tüketiminin azaltılmasında etkili olmaktadır.

İşletmede LP baskı boyama proseslerinde kesikli ön yıkama işlemlerinde proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. Proseste yapılan ön yıkama işleminde spesifik proses suyu tüketimi 34 L/kg ürün olmaktadır. Diğer taraftan LP ve VP baskı proseslerinde boyaması yapılan çile formundaki ipliklerin yıkama ve yumuşatma işlemleri çile boyama makinelerinde yapılmaktadır. LP-VP terbiyesinde spesifik proses suyu tüketimi 60 L/kg ürün olarak hesaplanmıştır. İşletmede buhar üretimi ve su yumuşatma sisteminin rejenerasyonu gibi yardımcı proseslerde de proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. Buhar üretiminde spesifik proses suyu tüketimi 9 L/kg ürün ve iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda ise spesifik proses suyu tüketimi 6 L/kg ürün dür. Çizelge 4.10'da işletmede spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri verilmiştir. Hamsular haricinde şehir şebekesinden sağlanan içme ve kullanma suları da dahil edildiğinde işletmede spesifik su tüketimi 41-88 L/kg ürün aralığında değişmektedir.

Çizelge 4.10. İşletmede hamsu ve proses suyu spesifik tüketimleri

	Ortalama su tüketimi değerleri (min.-maks.)	Ortalama üretim/alan/personel	Spesifik su tüketimi değeri (min.-maks.)
Hamsu tüketimi	175.072 ton/yıl (119.919-265.226)	3.070.904 kg/yıl	57 L/kg ürün (39-86)
Tesis temizliği ^a	9.288 ton/yıl	17.200 m ²	1,5 L/m ² -gün
Proses suyu	165.784 ton/yıl (110.631-255.938)	3.049.894 kg/yıl	54 L/kg ürün (36-84)
HT terbiye-boyama	36.395 ton/yıl (20.220-60.659)	2.042.186 kg/yıl	18 L/kg ürün (10-30)
Çile terbiye-boyama	38.841 ton/yıl (27.020-67.550)	314.755 kg/yıl	115 L/kg ürün (86-215)
LP baskı boyama	9.843 ton/yıl (8.750-13.124)	327.842 kg/yıl	34 L/kg ürün (27-40)
LP-VP yıkama	36.410 ton/yıl (18.205-54.616)	606.839 kg/yıl	60 L/kg ürün (30-90)
Buhar üretimi	27.842 ton/yıl (22.892-37.912)	3.049.894 kg/yıl	9 L/kg ürün (8-13)
Rejenerasyon	16.452 ton/yıl (13.544-22.077)	3.049.894 kg/yıl	6 L/kg ürün (5-7)
Evsel su tüketimi ^b	5.900 ton/yıl	520 kişi	32 L/kişi-gün
Toplam	180.972 ton/yıl (125.819-271.126)	3.070.904 kg/yıl	59 L/kg ürün (41-88)
^a Öztürk vd., 2005			
^b Isparta Belediyesi tarafından işletmeye faturalandırılan su faturası bilgilerinden derlenmiştir.			

Terbiye ve boyama proseslerinde spesifik su tüketiminde teknik/teknolojik faktörlerin yanı sıra lif türü ve boyama yapılan renk tonuna bağlı olarak değişen banyo sayıları etkili olmaktadır. İşletmede prosesler bazında spesifik su tüketiminin belirlenmesi çalışmalarında lif türü ve boyama yapılan renk (açık-koyu) tonuna göre boyama reçeteleri incelenmiş ve bu kriterlere göre spesifik su tüketimleri belirlenmiştir. İşletmede koyu renk tonunda yapılan terbiye-boyama işlemlerinde proses uzunluğu (yıkama ve boyama banyo sayının fazla olması) nedeniyle spesifik proses suyu tüketimi yüksek olmaktadır. Bu kapsamda yapay liflere (PAC, PES, PA vb.) göre doğal liflerin (pamuk ve yün) terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketimi daha yüksek olmaktadır. Çizelge 4.11’de prosesler bazında lif türü ve renk tonuna göre spesifik proses suyu tüketimleri verilmiştir. HT terbiye-boyama proseslerinde yün/PA ve PAC liflerinin koyu renk terbiye-boyamasında sırasıyla 20-30 L/kg ürün proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. Çile terbiye-boyama proseslerinde ise yün/PA, PAC ve PES liflerinin açık ve koyu renk tonunda boyamasında spesifik proses suyu tüketimi 80-120 L/kg ürün aralığında değişmektedir. Ancak pamuk liflerinin açık ve koyu renk tonlarında boyamasında spesifik proses suyu tüketimi 120-200 L/kg ürün aralığındadır. Bunun nedeni pamuk

liflerinin terbiye-boyamasında daha fazla banyoya ihtiyaç duyulmasıdır. LP proseslerinde baskı boyama ve fikse işleminin ardından çile ipliklerin ön yıkaması yapılmaktadır. PES ve yün/PA liflerinin ön yıkamasında 30-45 L/kg ürün spesifik proses suyu tüketilmektedir. LP-VP baskı boyaması yapılmış PAC, PES ve yün/PA ipliklerin çile boyama makinelerinde yıkama ve yumuşatması yapılmaktadır. LP-VP terbiye (yıkama ve yumuşatma) işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimi 60 L/kg ürün olmaktadır.

Çizelge 4.11. Prosesler bazında lif türü ve renk tonuna göre spesifik proses suyu tüketimleri

Proses	Lif türü	Renk tonu	Spesifik proses suyu tüketimi (L/kg ürün)	Spesifik proses suyu tüketimi (L/kg ürün)
HT terbiye ve boyama	PAC	Açık	10	18
	PAC	Koyu	30	
	Yün/PA	Açık	12	
	Yün/PA	Koyu	20	
Çile terbiye ve boyama	PES	Açık	80	115
	PES	Koyu	120	
	PAC	Açık	80	
	PAC	Koyu	120	
	Pamuk	Açık	120	
	Pamuk	Koyu	200	
	Yün/PA	Açık	80	
	Yün/PA	Koyu	120	
LP baskı boyama	PES	Açık	30	34
	PES	Koyu	30	
	Yün/PA	Açık	30	
	Yün/PA	Koyu	45	
LP-VP terbiye	PAC	Açık-Koyu	60	60
	PES	Açık-Koyu	60	
	Yün/PA	Açık-Koyu	60	

İpliksan işletmesinde prosesler bazında su-atıksu maliyetleri ve prosesler bazında ürün maliyeti içerisindeki payları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede birim su-atıksu (içme suyu bedeli hariç) maliyeti yaklaşık 0,36 TL/ton dur. Ayrıca terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimi değerlerinden yararlanılarak birim ürün imalatı maliyeti içerisindeki ortalama su-atıksu maliyetleri belirlenmiştir. Buna göre çile terbiye-boyama işlemlerinde proses suyu tüketimi yüksek olması sebebiyle birim ürün maliyeti içerisinde su-atıksu maliyeti %2 oranındadır. HT boyama işlemlerinde bu oran %0,4, LP baskı boyama işlemlerinde %0,3 ve VP baskı boyama işlemlerinde %0,7 olmaktadır. Yapılan hesaplamalarda birim ürün maliyetleri içerisinde su-atıksu maliyetinin oldukça düşük olduğu

görülmüştür. Bunun temel nedeni yeraltı suyu tüketim bedellerinin oldukça düşük olması ve işletmede atıksuların arıtılmadan doğrudan kanalizasyona verilmesidir.

İşletmede kullanılan hamsu ve proses suyunun karakterizasyonu

İşletmede terbiye ve boyama işlemlerinde kullanılan proses suyu karakteri özellikle boyama işlemlerinde düzgün boyamalar, sıcak su/buhar hatlarında kazan taşı ve korozyon oluşumunda, kimyasal sarfiyatında önem taşımaktadır. İşletmede hamsu ve proses suyu karakterizasyonu çalışmalarında anlık numuneler alınarak pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, toplam çözünmüş katı madde (TDS), sertlik, toplam organik karbon (TOC), demir, sülfat ve toplam azot (TN) parametreleri analiz edilmiştir. Çizelge 4.12’de hamsu ve proses suyu karakterizasyon çalışması sonuçları verilmiştir. Buna göre hamsu ve proses suyu karakteri karşılaştırıldığında pH, TDS, elektriksel iletkenlik ve TOC parametrelerinde az bir miktar artış olduğu gözlenmiştir. Elektriksel iletkenlik ve TDS parametrelerindeki çok az artış yumuşatma sisteminde hamsuda bulunan kalsiyum (Ca^{+2}) ve magnezyum (Mg^{+2}) iyonlarının tutularak proses suyuna reçineden sodyum (Na^{+}) iyonunun salınmasından kaynaklanmaktadır. Proses suyunda TOC parametresindeki artış ise reçineden organik karbon kaçaklarının olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan yapılan karakterizasyon çalışmalarında hamsudan sertliğin yüksek oranda giderildiği görülmektedir. Bunun yanında bulanıklık, demir, sülfat ve TN değerlerinin su yumuşatma sisteminde çok az da olsa azaltıldığı tespit edilmiştir.

Tekstil proseslerinde kullanılan proses sularında özellikle elektriksel iletkenlik ve sertlik parametreleri önem taşımaktadır. Yapılan karakterizasyon çalışması sonuçlarına göre işletmede proses suları tekstil terbiye-boyaması için uygun sertlik ve elektriksel iletkenlik özelliklerine sahiptir. Ancak iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda tüketilen proses suyu miktarının minimizasyonu, TOC kaçaklarının önlenmesi ve üretim verimliliğinin artırılması için hamsu yumuşatma sisteminde optimizasyon çalışmalarına ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12. İşletmenin hamsu ve proses suyu karakterizasyonu

Parametre	Ortalama hamsu konsantrasyonları (min.-maks.)	Ortalama proses suyu konsantrasyonları (min.-maks.)
pH	7,6 (7,5-7,7)	7,8 (7,5-8)
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	450 (448-452)	463 (451-474)
Bulanıklık (NTU)	1,2 (0,6-1,8)	1,05 (0,3-1,8)
TDS (mg/L)	225 (224-226)	232 (226-237)
Sertlik (mg/L CaCO ₃)	258 (249-267)	ND ^a
Demir (mg/L)	0,07 (0,07-0,08)	0,05 (0,05-0,06)
Sülfat (mg/L)	58 (56-59)	57 (53-61)
TOC (mg/L)	0,8 (0,6-1)	2,1 (0,8-3,4)
TN (mg/L)	2,6 (2,4-2,7)	2,1 (2,1-2,2)
27.09.2012 ve 18.03.2013 tarihlerinde yapılan analiz sonuçlarıdır		
^a ND: Deteksiyon limitinin altında		

4.1.1.5. İpliksan işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi

İpliksan mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan enerji kaynakları, tüketim miktarları ve prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde işletmede yakıt ve elektrik enerjisi tüketimi kayıtlarından yararlanılmıştır. Ayrıca işletmede kullanılan makinelerde buhar ve elektrik gereksinimi değerleri belirlenerek prosesler bazında spesifik enerji tüketimi değerleri hesaplanmıştır.

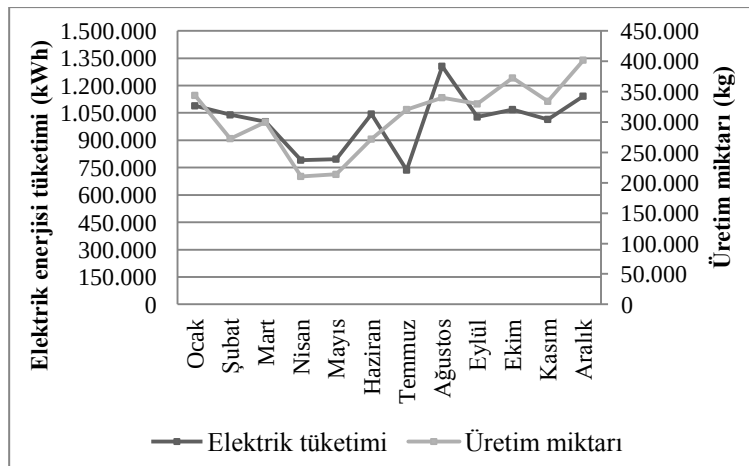
İşletmede ihtiyaç duyulan ısıl enerji doğalgaz-kömür yakıtlarından ve elektrik enerjisi şehir şebekesinden karşılanmaktadır. Doğalgaz ve kömür buhar kazanlarında yakıt olarak kullanılmakta ve bu sayede elde edilen buhar proseslerin ısıl enerji ihtiyacının karşılanmasında değerlendirilmektedir. Buhar üretiminde doğalgazlı (2 adet) ve kömürlü buhar kazanları kullanılmaktadır. İşletmede ortalama doğalgaz tüketimi 2.130.275 Sm³/yıl ve kömür tüketimi 1.407 ton/yıl dır. Buhar üretiminde yakıt olarak hem doğalgaz hem de kömür kullanılmasının temel nedeni enerji maliyetlerinin optimizasyonudur. İşletmede ısıl enerji başlıca; boyahane ünitesinde boyama kazanlarının ısıtılmasında, fikse ve kurutma işlemlerinde, iplikhane

ünitesinde rebreaker makinelerinde ve final ünitesinde şişirme makinelerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Kurulu gücü 4.217 kWh olan işletmede elektrik tüketiminde başta gelen üniteler sırasıyla iplikhane ve boyahane üniteleridir. İplikhane ünitesinde ring eğirme ve pasaj makinelerinde, boyahane ünitesinde ise LP proseslerinde yüksek elektrik enerjisi tüketimi gerçekleşmektedir.

Enerji tüketiminin prosesler bazında dağılımı

Elektrik enerjisi tüketimi

İpliksan işletmesinde tüm üretim proseslerinde elektrik enerjisi tüketilmektedir. Elektrik enerjisinden makineler, pompalar, kompresörler ve elektrik motorlarının çalıştırılmasında, iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinde, bürolarda elektrikli cihazların çalıştırılmasında yararlanılmaktadır. İşletmede ortalama elektrik enerjisi tüketimi 12.847.526 kWh/yıl dır. Şekil 4.9'da işletmede aylık elektrik tüketimi ve üretim miktarlarının değişimi verilmiştir. İşletmede yıl içerisinde ortalama elektrik tüketimi incelendiğinde büyük oranda üretim miktarlarındaki değişimler ile paralellik gösterdiği görülmektedir. İşletmede üretimin ağırlıklı olarak el örgü, halı ipi olması nedeniyle kış aylarında üretimin daha yoğun olması elektrik tüketiminin de bu dönemde artmasına neden olmaktadır. Ayrıca temmuz ve ağustos aylarında kış sezonu için siparişlerin daha yoğun olması elektrik tüketiminin bu aylarda artmasında etkilidir.

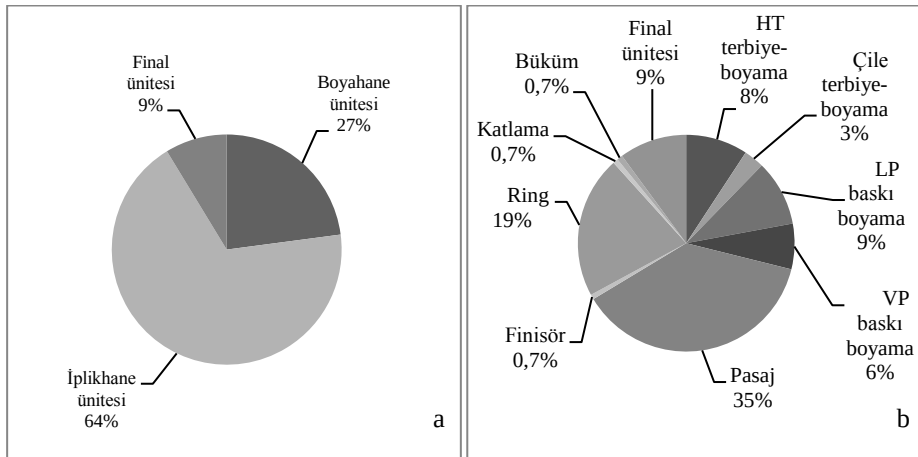


Şekil 4.9. İşletmede ortalama elektrik tüketimi ve üretimin aylık dağılımı (2009-2011 yılları)

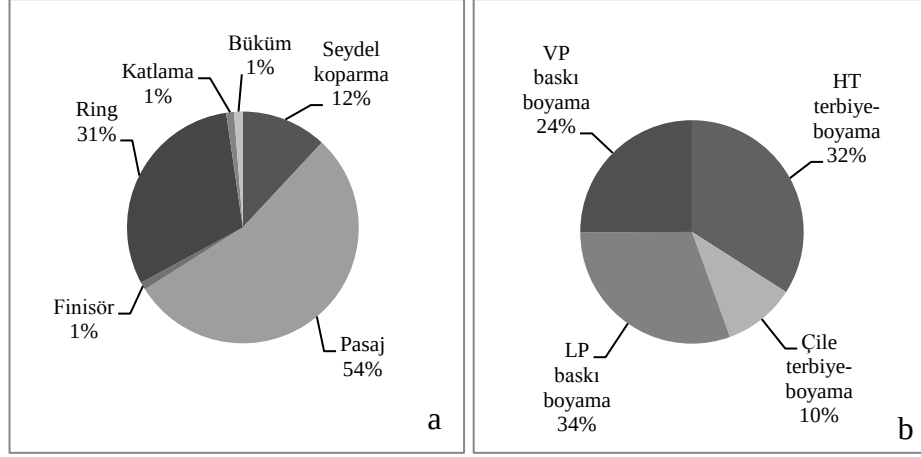
İşletmede boyahane, iplikhane ve final ünitesinde üretimin her aşamasında elektrik enerjisi tüketilmekte, ancak sırasıyla iplikhane ve boyahane ünitelerinde daha yoğun olmaktadır. Çizelge 4.13’de prosesler bazında elektrik enerjisi tüketimi değerleri verilmiştir. İşletmede toplam elektrik enerjisinin %64’ü iplikhane, %27’si boyahane ve %9’u final ünitesinde tüketilmektedir. İplikhane ünitesinde elektrik enerjisi tüketiminde pasaj ve ring prosesleri sırasıyla %35 ve %19 payla önde gelmektedir. Bunun nedeni iplikhane ünitesinde iplik üretiminde pasaj ve ring eğirme işlemlerinin payı ve bu işlemlerde yüksek güçte çalışan çok sayıda elektrik motorunun bulunmasıdır. Şekil 4.10’da işletmede üniteler bazında ve prosesler bazında elektrik tüketimi dağılımı sunulmuştur. Rebriker işleminin elektrik enerjisi tüketiminde payı yaklaşık %8 olmaktadır. Bu işlemde yalnızca elyaf formundaki PAC lifleri işlem görmektedir. Bu nedenle elektrik enerjisi tüketimindeki pasaj ve ring eğirme işlemlerine göre payı daha az olmaktadır. Finisör, katlama ve büküm işlemlerinde ise frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması daha az elektrik enerjisi tüketimi gerçekleşmesinde etkilidir. İşletmede elektrik enerjisi tüketiminin %27’si boyahane ünitesinde tüketilmektedir. HT ve çile terbiye-boyama prosesleri sırasıyla %8 ve %3 paylara sahiptir. LP ve VP baskı boyama proseslerinin payları ise sırasıyla %9 ve %6 olmaktadır. Ayrıca boyahane ünitesinde prosesler bazında elektrik tüketimi dağılımı ise %32’si HT ve %10’u çile terbiye-boyama proseslerinde, %34’ü LP ve %24’ü VP baskı boyama proseslerinde şeklinde gerçekleşmektedir. Boyahane ünitesi elektrik enerjisi tüketiminde HT terbiye-boyama prosesi önemli bir paya sahiptir. Bunda prosesin üretimdeki payının yüksek olması ve çok sayıda HT makinesinin kullanılması etkili olmaktadır. Diğer taraftan LP ve VP baskı boyama proseslerinin elektrik tüketiminde yüksek paylara sahip olmasında ise kesikli yöntemlerin (çile yapma-aktarma, terbiye işlemlerinin çile boyama makinelerinde yapılması) ve verimsiz elektrik motorlarının kullanılması etkili olmaktadır. Şekil 4.11’de iplikhane ve boyahane ünitesi içerisinde prosesler bazında elektrik tüketimi dağılımı verilmiştir. İşletmede toplam elektrik tüketiminin %64’ünü oluşturan iplikhane ünitesinde prosesler bazında elektrik enerjisi tüketimi; pasaj %54, ring %31, rebriker (seydel koparma) %12, finisör, katlama ve büküm işlemleri toplam %3 şeklinde dağılım göstermektedir. Boyahane ünitesi elektrik enerjisi tüketiminde ise HT ve çile terbiye-boyama prosesleri sırasıyla %32 ve %10 paylara sahiptir. LP ve VP baskı boyama proseslerinin payları ise sırasıyla %34 ve %24 dır.

Çizelge 4.13. İşletmede prosesler bazında elektrik tüketimi (2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/yıl)
Boyahane ünitesi	3.427.136 (3.214.949-3.778.540)
HT terbiye-boyama	1.097.046 (1.029.124-1.209.533)
Çile terbiye-boyama	359.849 (337.569-396.746)
LP baskı boyama	1.164.569 (1.092.466-1.283.979)
VP baskı boyama	805.672 (755.790-888.282)
İplikhane ünitesi	8.222.673 (7.713.577-9.065.792)
Rebreakeer	981.500 (920.732-1.082.139)
Pasaj	4.448.588 (4.173.159-4.904.728)
Finisör	85.947 (80.626-94.760)
Ring	2.515.737 (2.359.978-2.773.690)
Katlama	90.780 (85.159-100.088)
Büküm	100.120 (93.921-110.386)
Final ünitesi	1.197.717 (1.123.562-1.320.526)
Toplam	12.847.526 (12.055.902-14.168.723)



Şekil 4.10. İşletmede elektrik tüketiminin üniteler (a) ve prosesler (b) bazında dağılımı



Şekil 4.11. İplikhane (a) ve boyahane (b) üniteleri içerisinde prosesler bazında elektrik tüketiminin dağılımı

Spesifik elektrik enerjisi tüketiminin değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde prosesler bazında spesifik elektrik enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede boyahane, iplikhane ve final ünitelerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimleri sırasıyla 1,1-1,24, 2,75-3,14 ve 0,36-0,45 kWh/kg ürün aralığında değişmektedir. İşletme genelinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi ise 3,82-4,78 kWh/kg ürün aralığındadır. Boyahane ünitesinde LP ve VP baskı boyama proseslerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimleri sırasıyla 2,1 ve 1,45 kWh/kg ürün dür. İplikhane ünitesinde spesifik elektrik tüketimi ise pasaj ve ring proseslerinde sırasıyla 1,7 ve 0,96 kWh/kg ürün dür. Final ünitesinde ise spesifik elektrik enerjisi tüketimi 0,36-0,45 kWh/kg ürün aralığında değişmektedir. Çizelge 4.14’de işletmede prosesler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketim miktarları verilmiştir.

Üretim proseslerinde elektrik tüketimini etkileyen faktörlerin başında elektrik motorlarının gücü, verimi, işlem gören lif türü, uygulanan teknik/teknoloji ve proses uzunluğu gelmektedir. Bu amaçla işletmede prosesler bazında spesifik elektrik tüketimi değerlerinin belirlenmesinde bu faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Prosesler bazında yapılan değerlendirmede iplikhane ve boyahane ünitelerinde elektrik tüketiminin yoğun olduğu belirlenmiştir. İplikhane ünitesinde pasaj ve ring işlemlerinde spesifik enerji tüketimi sırasıyla 1,62-2,11 ve 0,96-1,18 kWh/kg ürün aralığında değişmekte ve işletmede spesifik elektrik tüketiminin en yoğun olduğu

proseslerdir. Boyahane ünitesinde ise LP baskı boyama proseslerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi 1,96-2,34 kWh/kg ürün aralığında değişim göstermektedir. LP baskı boyama prosesi boyahane ünitesinde spesifik elektrik tüketiminin en yoğun olduğu prosestir.

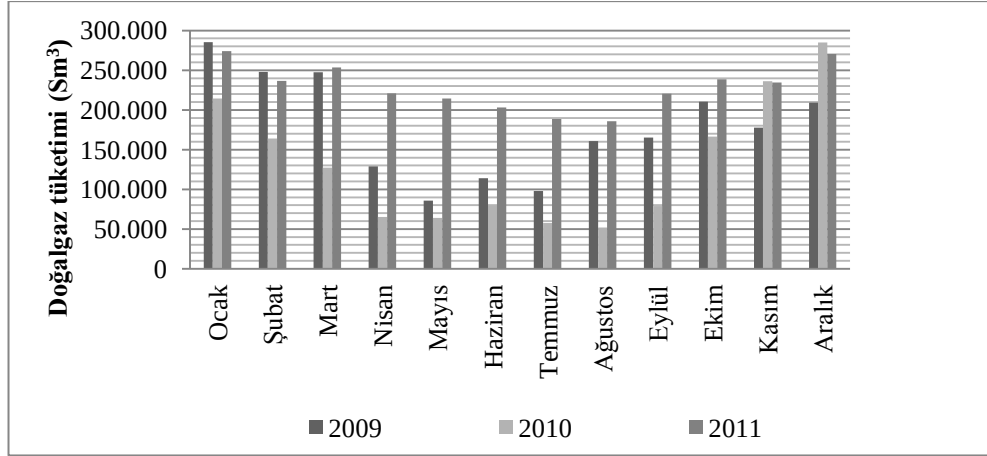
İşletmede kullanılan elektrik motorlarının bir bölümü frekans kontrolü ile çalışmasına rağmen yüksek güçte olması elektrik enerjisi tüketimini artırmaktadır. Bu durum işletmede elektrik enerjisinin verimli kullanımını olumsuz etkilemektedir. İşletmede yürütülen çalışmalarda spesifik elektrik enerjisi maliyetleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda 2009-2011 yılları arası üretim, elektrik birim fiyatı (3 puant cinsinden ortalama değeri) ve elektrik tüketimi değerlerinden yararlanılmıştır. Buna göre ortalama birim elektrik fiyatı 0,18 TL/kWh ve spesifik elektrik enerjisi maliyeti 0,57-0,76 TL/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Buna göre boyahane, iplikhane ve final ünitelerinde spesifik elektrik enerjisi maliyetleri sırasıyla 0,2, 0,5 ve 0,07 TL/kg ürün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.14. İşletmede prosesler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimi (2009-2011 yılları)

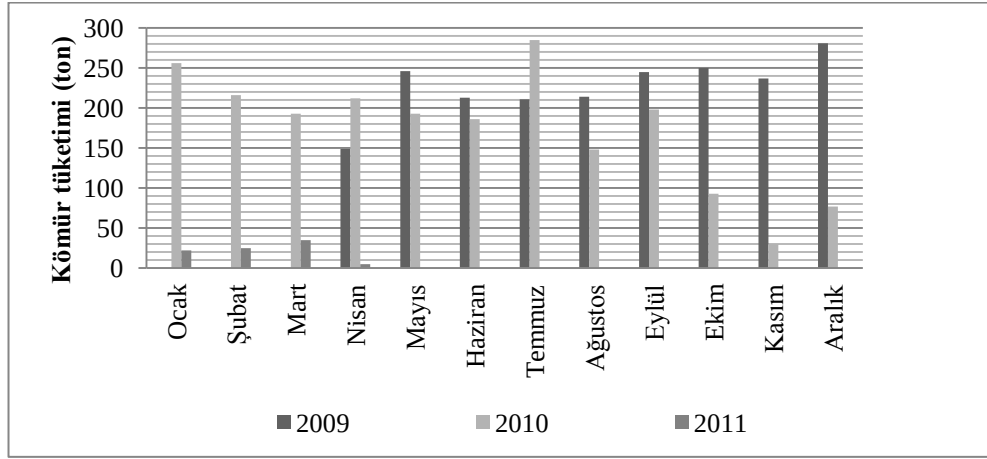
Üniteler/prosesler	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/yıl)	Spesifik elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/kg ürün)
Boyahane ünitesi	3.049.894 (2.881.824-3.051.288)	3.427.136 (3.215.967-3.779.571)	1,12 (1,1-1,24)
HT terbiye-boyama	2.042.186 (1.997.184-2.046.752)	735.187 (689.887-810.791)	0,36 (0,35-0,4)
Çile terbiye-boyama	314.755 (249.518-361.684)	154.230 (144.727-170.091)	0,49 (0,47-0,58)
LP baskı boyama	327.842 (257.657-338.651)	642.570 (602.977-708.650)	2,1 (1,96-2,34)
VP baskı boyama	365.111 (265.299-369.795)	485.598 (455.677-535.535)	1,45 (1,33-1,72)
HT hazırlık	2.491.850 (2.354.532-2.492.989)	49.837 (46.766-54.962)	0,02 (0,01-0,02)
LP yıkama	327.200 (257.657-325.651)	166.872 (156.590-184.033)	0,57 (0,51-0,61)
VP yıkama	360.659 (265.299-369.795)	147.870 (138.759-163.076)	0,44 (0,41-0,52)
Santrifüjal sıkma	3.158.603 (2.782.641-2.946.272)	94.758 (88.919-104.503)	0,03 (0,03-0,04)
Kurutma	2.805.900 (2.651.276-2.807.182)	28.059 (26.330-30.944)	0,01 (0,01-0,02)
Fikse	2.994.445 (2.829.431-2.995.814)	329.389 (309.093-363.262)	0,11 (0,11-0,12)
Çile aktarma	964.828 (911.659-965.269)	453.469 (425.528-500.102)	0,47 (0,46-0,52)
Çile yapma	409.697 (387.120-409.884)	139.297 (130.714-153.622)	0,34 (0,33-0,37)
İplikhane ünitesi	2.980.874 (2.456.450-3.027.067)	8.222.673 (7.716.018-9.068.265)	3 (2,75-3,14)
Rebreakeer	1.426.599 (1.370.456-1.635.256)	981.500 (921.023-1.082.434)	0,69 (0,66-0,67)
Pasaj	2.104.346 (2.456.450-3.027.067)	4.448.588 (4.174.480-4.906.066)	1,7 (1,62-2,11)
Finisör	277.248 (268.930-346.560)	85.947 (80.651-94.786)	0,3 (0,27-0,3)
Ring	2.135.600 (2.456.450-3.027.067)	2.515.737 (2.360.725-2.774.447)	0,96 (0,92-1,18)
Katlama	2.453.514 (2.456.450-3.027.067)	90.780 (85.186-100.116)	0,04 (0,03-0,04)
Büküm	2.395.215 (2.456.450-3.027.067)	100.120 (93.951-110.416)	0,04 (0,03-0,04)
Final ünitesi	2.980.874 (2.520.272-3.711.565)	1.197.717 (1.123.917-1.320.886)	0,4 (0,36-0,45)
Toplam	3.070.904 (2.520.272-3.711.565)	12.847.526 (12.055.902-14.168.723)	4,2 (3,82-4,78)

Doğalgaz ve kömür tüketimi

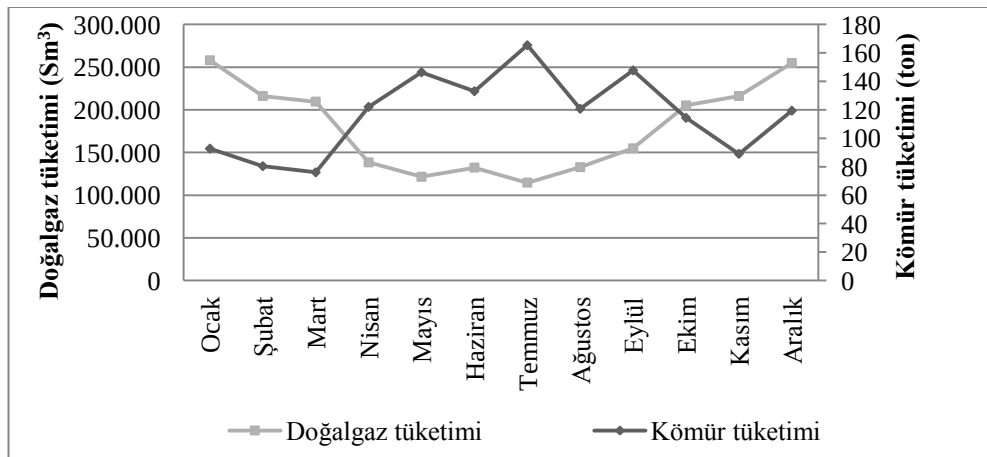
İpliksan işletmesinde ısııl enerji ihtiyacının karşılanması doğalgaz ve kömür yakıtlarından yararlanılmaktadır. İşletmede ortalama 2.130.275 Sm³/yıl doğalgaz ve 1.407 ton/yıl kömür tüketimi gerçekleşmektedir. Elde edilen ısııl enerji (buhar) boyama kazanlarının ısıtılmasında, fikse işlemlerinde, kurutma işlemlerinde ve iplik üretim sürecinde seydel koparma makineleri ve final ünitesinde şişirme makinelerinde yoğun olarak tüketilmektedir. İşletmede enerji tüketiminin belirlenmesinde yıllık doğalgaz ve kömür tüketimi miktarlarını içeren işletme kayıtlarının yanı sıra yıllık değerlendirme raporlarından, buhar kazanlarına ait verilerden yararlanılmıştır. Şekil 4.12’de işletmede 2009-2011 yılları arasında aylık doğalgaz tüketiminin değişimi sunulmuştur. Buna göre doğalgaz tüketimi yılın ilk dört ayında giderek azalmakta ve Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise en az seviyelerde olduğu görülmektedir. Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise doğalgaz tüketimi giderek artış göstermektedir. Ayrıca 2009 ve 2010 yılları Nisan ve Eylül ayları arasında doğalgaz tüketimleri azalma eğiliminde iken 2011 yılının aynı döneminde nispeten daha yüksek tüketimler dikkat çekmektedir. Bunun nedeni işletmede doğalgazın yanında kömür tüketiminin de gerçekleşmesi ve yakıt maliyetlerinin optimize edilmesinde doğalgaz-kömür arasında tüketim dengesinin gözetilmesidir. Şekil 4.13’de işletmede 2009-2011 yılları arasında aylık kömür tüketimi değerlendirilmiştir. İşletmede kömür tüketimi incelendiğinde yılın ilk aylarında doğalgaz daha ağırlıklı olarak kullanılmakta iken kömür tüketimi oldukça düşük seviyelerde olmaktadır. Doğalgaz tüketiminin minimum olduğu aylarda ise (nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos) kömür tüketimi artış göstermektedir. Şekil 4.14’de işletmede doğalgaz ve kömür tüketiminin dağılımının karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.12. İpliksan işletmesinde doğalgaz tüketiminin dağılımı



Şekil 4.13. İpliksan işletmesinde kömür tüketiminin dağılımı

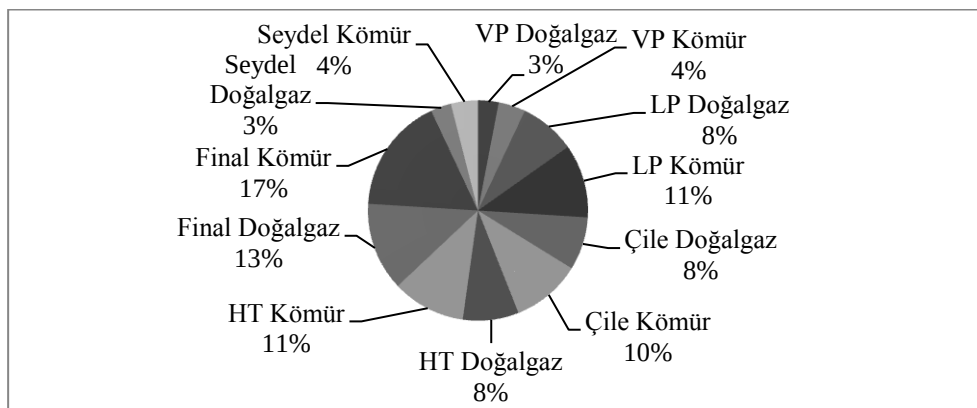


Şekil 4.14. İşletmenin ortalama doğalgaz ve kömür tüketiminin karşılaştırılması (2009-2011 yılları)

İşletmede ısı enerjisinin proseslere iletimi buhar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. İşletmede ısı enerji tüketiminde boyahane ve final ünitelerinin payları sırasıyla %63 ve %30 olmaktadır. İplikhane ünitesinde ise ısı enerji tüketimi yalnızca rebreaker makinelerinde gerçekleşmektedir. İplikhane ünitesinin toplam ısı enerji tüketimindeki payı yaklaşık %7 olmaktadır. Ayrıca işletmede ısı enerji tüketilen proseslerin kömür ve doğalgaz tüketimindeki payları hesaplanmıştır. Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15’de işletmede doğalgaz ve kömür tüketiminin proseslere göre dağılımı verilmiştir. Buna göre HT ve çile terbiye ve boyama prosesleri sırasıyla %19 ve %18, LP ve VP baskı boyama prosesleri sırasıyla %19 ve %7 paylara sahiptir.

Çizelge 4.15. Prosesler bazında ortalama doğalgaz ve kömür tüketiminin dağılımı
(2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama doğalgaz tüketimi (min.-maks.) (Sm ³ /yıl)	Ortalama kömür tüketimi (min.-maks.) (ton/yıl)
Boyahane ünitesi	1.342073 (1.001.969-1.726.292)	886 (55-1.315)
HT terbiye ve boyama	404.752 (302.181-520.628)	267 (17-396)
Çile terbiye ve boyama	383.450 (286.777-493.227)	253 (16-376)
LP baskı boyama	404.752 (302.181-520.628)	267 (17-397)
VP baskı boyama	149.119 (111.330-191.810)	98 (6-146)
İplikhane ünitesi	149.119 (111.330-191.810)	98 (6-146)
Rebriker	149.119 (111.330-191.810)	98 (6-146)
Final ünitesi	439.082 (477.128-822.044)	422 (26-626)
Toplam	2.130.275 (1.590.427-2.740.146)	1.407 (87-2.087)



Şekil 4.15. İşletmede doğalgaz ve kömür tüketiminin dağılımı (2009-2011 yılları)

Spesifik doğalgaz ve kömür tüketiminin değerlendirilmesi

İşletmede ortalama doğalgaz ve kömür tüketimi kayıtları ile aynı dönemlere ait ortalama üretim değerlerinden yararlanılarak spesifik tüketim değerleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik doğalgaz ve kömür tüketimleri sırasıyla 0,7 Sm³/kg ürün ve 0,46 kg kömür/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.16'da spesifik doğalgaz ve kömür değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.16. İşletmede spesifik doğalgaz ve kömür tüketimi (2009-2011 yılları)

Yakıt türü	Ortalama tüketim miktarı (min.-maks.)	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.)	Spesifik tüketim miktarı (min.-maks.)
Doğalgaz	2.130.275 Sm ³ (1.590.426-2.740.146)	3.070.904 kg/yıl (2.520.272-3.711.565)	0,7 Sm ³ /kg ürün (0,5-1,1)
Kömür	1.407 ton kömür/yıl (87-2.087)	3.070.904 kg/yıl (2.520.272-3.711.565)	0,46 kg kömür/kg ürün (0,03-0,7)

İşletmede ısı enerjisi tüketiminin prosesler bazındaki spesifik doğalgaz ve kömür tüketimi eşdeğerleri hesaplanmıştır. Buna göre spesifik doğalgaz ve kömür tüketiminde ısı enerjisi tüketimi boyahane ünitesinde yoğun olmaktadır. Ayrıca boyahane ünitesinde spesifik doğalgaz ve kömür tüketiminin yüksek olduğu başlıca prosesler LP baskı boyama ve çile terbiye-boyama prosesleridir. LP baskı boyama ve çile terbiye-boyama proseslerinde spesifik doğalgaz tüketimi 1,23 Sm³/kg ürün ve kömür tüketimi ise 0,81 kg kömür/kg ürün dür. Çizelge 4.17'de işletmede prosesler bazında spesifik doğalgaz ve kömür tüketimi değerleri verilmiştir. LP baskı boyama prosesinde baskı boyaması yapılan çile ipliklerin fikse işlemleri LP makinesi üzerinde bulunan fikse buhar kabini yapılmaktadır. Proseste buhar kabini açık buhar sistemi kullanılması nedeniyle ısı enerjisi tüketimi yüksek olmaktadır. Ayrıca açık buhar sisteminde buharın önemli bir bölümü kaybolmaktadır. Ayrıca LP baskı boyaması yapılan çile ipliklerin terbiye (yıkama ve yumuşatma) işlemleri çile boyama makinelerinde yüksek flotte oranlarında yapılmaktadır. Bu nedenle çile boyama makinelerinde tüketilen yüksek miktarda proses suyunun ısıtılmasında ısı enerjisi ihtiyacı da yüksek olmaktadır. Bu uygulamalar buhar tüketimini artırdığı gibi doğalgaz ve kömür tüketimini de artırmaktadır.

Çizelge 4.17. Prosesler bazında ortalama spesifik kömür ve doğalgaz tüketimleri
(2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama doğalgaz tüketimi (Sm ³ /yıl)	Ortalama kömür tüketimi (ton/yıl)	Ortalama üretim miktarı (kg/yıl)	Spesifik doğalgaz tüketimi (Sm ³ /kg ürün)	Spesifik kömür tüketimi (kg/kg ürün)
Boyahane ünitesi	1.342.073	886	3.049.894	0,44	0,29
HT terbiye-boyama	404.752	267	2.042.186	0,2	0,13
Çile terbiye-boyama	383.450	253	314.755	1,22	0,8
LP baskı boyama	404.752	267	327.842	1,23	0,81
VP baskı boyama	149.119	98	365.111	0,41	0,27
İplikhane ünitesi	149.119	98	1.635.256 ^a	0,09	0,06
Rebriker	149.119	98	1.635.256	0,09	0,06
Final ünitesi	439.082	422	2.980.874	0,15	0,14
Toplam	2.130.275	1.407	3.070.904	0,7	0,46
^a İplikhane ünitesinde ısı enerji tüketiminin sadece rebrikerda olması sebebiyle rebriker üretim değeri baz alınmıştır					

İşletmede ortalama 42.833 ton/yıl buhar üretimi gerçekleşirken toplam buharın 20.333 ton/yıl'ı doğal gazlı, 22.500 ton/yıl'ı kömürlü buhar kazanlarında üretilmektedir. Doğal gazlı buhar kazanlarının su kapasitesi 12,5 ton ve buhar üretim kapasitesi 5 ton/saat; kömürlü buhar kazanlarının su kapasitesi 7,5 ton ve buhar üretim kapasitesi 3 ton/saat tir. İşletmede yarı-açık buhar sistemi (HT, çile boyama makinelerinde kapalı ve LP, VP, şişirme, rebriker makinelerinde açık) kullanılmakta ve bu nedenle yüksek oranda buhar kaybedilmektedir. İşletmenin spesifik buhar tüketimi 14 kg buhar/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Prosesler bazında spesifik buhar tüketimi değerleri incelendiğinde; toplam buharın %63'ü boyahane ünitesinde, %30'u final ünitesinde ve %7'si iplikhane ünitesinde tüketilmektedir. Boyahane ünitesinde HT ve çile terbiye-boyama, LP baskı boyama proseslerinde yoğun buhar tüketimi gerçekleşmektedir. Ancak çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama prosesleri 25 ve 24 kg buhar/kg ürün spesifik buhar tüketimleriyle başta gelmektedir. HT terbiye ve boyama proseslerinin buhar tüketiminde yüksek paya sahip olmasına rağmen spesifik buhar tüketiminin düşük miktarda olmasında başlıca neden üretimdeki yüksek payı (%67) ile açıklanabilir. Ayrıca HT boyama makinelerinde flotte oranlarının düşük olması ve buhar kayıplarının olmaması spesifik buhar tüketimini etkileyen önemli faktörlerdir. Çizelge 4.18'de işletmenin buhar tüketim miktarları, spesifik buhar tüketimi ve dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.18. İşletmede prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri ve dağılımı (2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama üretim miktarı (kg/yıl)	Ortalama buhar tüketimi (ton/yıl)	Buhar tüketimi dağılımı (%)	Spesifik buhar tüketimi (kg buhar/kg ürün)
Boyahane ünitesi	3.049.894	26.981	63	9
HT terbiye ve boyama	2.042.186	8.137	19	4
Çile terbiye ve boyama	314.755	7.709	18	24
LP baskı boyama	327.842	8.137	19	25
VP baskı boyama	365.111	2.998	7	8
İplikhane ünitesi	1.635.256 ^a	2.998	7	2
Seydel koparma	1.635.256	2.998	7	2
Final ünitesi	2.980.874	12.848	30	4
Toplam	3.070.904	42.827	100	14
2009-2011 yılları ortalama verileri esas alınmıştır				
^a İplikhane ünitesinde ısı enerjisi tüketiminin sadece rebreakerda olması sebebiyle rebreaker üretim değeri baz alınmıştır				

Buhar tüketiminin yoğun olduğu ünitelerden bir diğeri final ünitesidir. Toplam buhar tüketiminin %30'u final ünitesinde iplik şişirme işlemlerinde gerçekleşmektedir. Üniteye buhara duyulan yoğun ihtiyacın nedeni iplik şişirme (G+W) makinelerinde açık buhar sistemi kullanılmasıdır. İplikhane ünitesinde ise rebreaker makinelerinde PAC elyafın koparılmasında buhar tüketimi gerçekleşmektedir. İplikhane ünitesinin toplam buhar tüketimindeki payı %7 ve spesifik buhar tüketimi ise 2 kg buhar/kg ürün dür.

Spesifik enerji tüketiminin değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde prosesler bazında ısı, elektrik ve toplam enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede toplam enerji tüketimi (ısı+elektrik) 152.762.493 MJ/yıl dır. İşletmede ortalama ısı enerjisi tüketimi 106.511.399 MJ/yıl ve elektrik enerjisi tüketimi 12.847.526 kWh/yıl dır. Toplam enerji tüketiminin %70'i ısı enerjisi (%69'u doğalgaz, %31'i kömür) ve %30'u elektrik enerjisinden karşılanmaktadır. Çizelge 4.19'da işletmede prosesler bazında ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimleri sunulmuştur. Buna göre işletmede boyahane ünitesinde ısı enerjisinin %63'ü, elektrik enerjisinin %27'si ve toplam enerjinin %52'si tüketilmektedir. Benzer şekilde iplikhane ünitesinde ise ısı enerjisinin %7'si, elektrik enerjisinin %64'ü ve toplam enerjinin %23'ü tüketilmektedir. Final ünitesinde ise ısı enerjisinin %24'ü, elektrik enerjisinin %9'u ve toplam enerjinin %20'si tüketilmektedir. Boyahane ünitesi içerisinde ise çile ve LP prosesleri spesifik tüketimi en yüksek olan

proseslerdir. Elektrik enerjisi tüketiminde ise en yüksek pay iplikhane ünitesinde yer alan pasaj ve ring proseslerininidir. Prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri hesaplanmıştır. İşletmede spesifik ısı, elektrik ve toplam enerji tüketimleri sırasıyla 35 MJ/kg ürün, 4,2 kWh/kg ürün ve 50 MJ/kg ürün dür. Ayrıca işletmede birim kömür maliyeti 0,28-0,44 TL/kg kömür iken doğalgaz maliyeti 0,53-0,56 TL/Sm³ aralığında değişmektedir. Spesifik buhar maliyeti ise 0,50 TL/kg ürün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.19. İşletmede prosesler bazında ısııl enerji ve elektrik enerjisi tüketimleri (2009-2011 yılları)

Ünite/proses	Ortalama ısııl enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/yıl)	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/yıl)	Ortalama toplam enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/yıl)	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Spesifik ısııl enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/kg ürün)	Spesifik elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/kg ürün)	Spesifik toplam enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/kg ürün)
Boyahane ünitesi	67.091.077 (33.675.003-91.044.206)	3.427.136 (3.215.967-3.779.571)	79.428.767 (45.248.819-104.646.950)	3.049.894 (2.881.824-3.051.288)	22 (12-30)	1,12 (1,1-1,24)	26 (16-34)
HT terbiye ve boyama	20.228.226 (10.167.128-27.468.954)	735.187 (689.887-810.791)	24.177.592 (13.871.975-31.823.273)	2.042.186 (1.997.184-2.046.752)	10 (5-13)	0,36 (0,35-0,4)	12 (7-16)
Çile terbiye ve boyama	19.165.031 (9.645.237-26.020.386)	154.230 (144.727-170.091)	20.460.488 (10.860.486-27.448.672)	314.755 (249.518-361.684)	61 (39-72)	0,49 (0,47-0,58)	65 (44-76)
LP baskı boyama	20.228.226 (10.167.128-27.468.954)	642.570 (602.977-708.650)	24.420.675 (14.100.006-32.091.279)	327.842 (257.657-338.651)	62 (40-81)	2,1 (1,96-2,34)	74 (56-95)
VP baskı boyama	7.442.528 (3.738.667-10.113.009)	485.598 (455.677-535.535)	10.342.947 (6.459.511-13.310.824)	365.111 (265.299-369.795)	20 (14-27)	1,45 (1,33-1,72)	28 (24-36)
İplikhane ünitesi	7.442.528 (3.738.667-10.113.009)	8.222.673 (7.716.018-9.068.265)	37.044.151 (31.507.544-42.749.860)	2.980.874 (2.456.450-3.027.067)	5 (3-6)	3 (2,75-3,14)	14 (13-15)
Final ünitesi	25.526.053 (16.030.573-43.349.235)	1.197.717 (1.123.917-1.320.886)	29.837.834 (20.075.396-48.103.129)	2.980.874 (2.520.272-3.711.565)	9 (6-12)	0,4 (0,36-0,45)	10 (8-13)
Toplam	106.511.399 (53.444.242-144.506.450)	12.847.526 (12.055.902-14.168.723)	152.762.493 (96.845.489-195.513.853)	3.070.904 (2.520.272-3.711.565)	35 (21-39)	4,2 (3,82-4,78)	50 (38-53)

^aİplikhane ünitesinde ısııl enerji tüketiminde seydel koparma prosesi üretimi esas alınmıştır. Ancak elektrik enerjisi tüketiminde ise ünitenin tüm üretimi değerlendirmeye alınmıştır.

4.1.1.6. İpliksan işletmesi katı atık miktarları ve özellikleri

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında katı atık miktarları belirlenmiş ve niteliklerine göre sınıflandırılmıştır. Ayrıca sektöre has atıklardan olan tekstil atıkları (deşe) miktarları ve prosesler bazında dağılımları belirlenmiştir. İşletmede katı atık ve atık yağ miktarlarının belirlenmesinde işletmeye ait katı atık kayıtları (özellikle prosesler bazında deşe miktarları) ve atık beyan formlarından yararlanılmıştır. Diğer taraftan işletmede yerinde yapılan incelemeler ile atık yönetimi (atıkların kaynağında ayrı toplanması, depolanması ve uzaklaştırılması) uygulamaları konusunda gözlemler ve bilgiler derlenmiştir.

Prosesler bazında katı atık oluşumu

İpliksan işletmesinde üretim faaliyetleri sonucunda tehlikeli atıklar, geri dönüştürülebilir atıklar (kağıt-karton, metal, plastik, cam vb.), evsel atıklar, tıbbi atıklar ve deşe atıkları oluşmaktadır. İşletmede katı atıklar haricinde atık bitkisel ve madeni yağlar da oluşmaktadır. İşletmede tehlikeli atık miktarlarının belirlenmesinde “tehlikeli atık taşıma beyan formlarından” yararlanılmıştır. Ancak geri dönüştürülebilir atık ve evsel atık miktarlarının belirlenmesinde yeterli işletme kayıtları bulunmadığı için teorik hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre geri dönüştürülebilir atık miktarı ortalama 5 gr/kg ürün kabul edilmiştir (Thai vd., 2011). Evsel katı atık miktarlarının hesaplanmasında ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri esas alınmıştır. Buna göre ortalama evsel katı atık miktarı 1,15 kg/gün-kişi olarak kabul edilmiştir (TÜİK, 2010). İşletmede oluşan katı atıkların kaynakları ve miktarları çizelge 4.20’de sunulmuştur.

Çizelge 4.20. İşletmede katı atık miktarları ve kaynağı (2011 yılı)

Atık türü	Kaynağı	Atık miktarı
Tehlikeli atıklar	Ofisler, binalar, bakım faaliyetleri, makineler, üretim faaliyetleri	6.085 kg/yıl
Geri dönüştürülebilir atıklar	Yemekhane, ofisler, üretim faaliyetleri	72 kg/gün
Evsel atıklar	Yemekhane ve ofisler	597 kg/gün
Tıbbi atıklar	Revir	3-5 kg/ay
Deşe atıkları	Üretim faaliyetleri	284.961 kg/yıl
Madeni atık yağ	Üretim faaliyetleri, makineler	950 L/yıl
Bitkisel atık yağ	Yemekhane	565 L/yıl
2011 yılı atık miktarları esas alınmıştır		

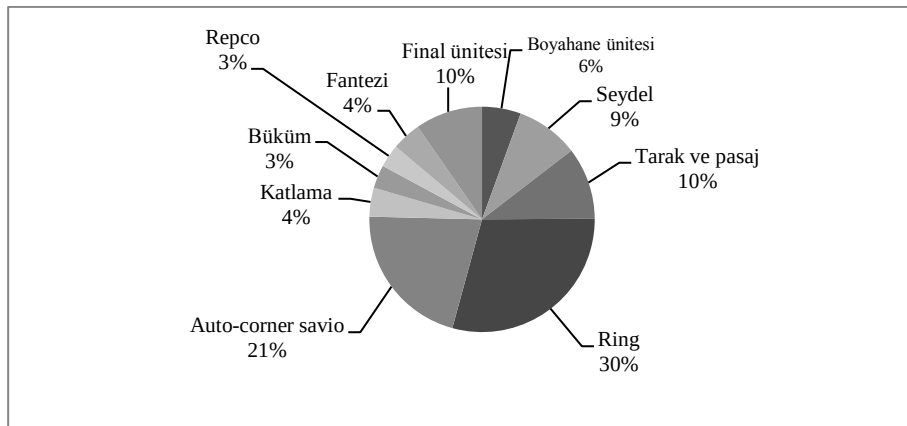
İşletmede tehlikeli atıklar temel üretim faaliyetlerinden, ofisler, bakım onarım işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Başlıca tehlikeli atıklar; toner ve mürekkep kartuşları, pil atıkları, flüoresan atıkları, yağla kontamine olmuş eldiven ve üstüğü, atık madeni yağlar, atık elektronik atıklar, kullanılmış kişisel koruyucu ekipmanlar, bitkisel yağlar, kimyasal atıkları ve kimyasallar ile kontamine olmuş ambalajlardır. Çizelge 4.21’de işletmede oluşan katı atıklar, kaynağı ve bertaraf yöntemleri verilmiştir. İşletmede geri dönüştürülebilir nitelikte atıkların başlıca kaynakları ise yemekhane, ofisler ve üretim faaliyetleridir. İşletmede geri dönüştürülebilir nitelikte oluşan atıklar; hurda demir, çelik ve diğer metaller, kontamine olmamış cam atıkları, plastik atıklar, kağıt ve karton atıklarıdır. Yemekhane ve ofislerde evsel nitelikli atıklar ve revir kaynaklı az miktarda tıbbi atık oluşumu söz konusudur.

İşletmede iplikhane ünitesinde önemli miktarda deşe oluşmaktadır. Bu atıklar üretim faaliyetlerinde meydana gelen aksaklıklar ve çeşitli uygunsuzluklar nedeniyle üretim sürecinden ayrılan liflerdir. Yıllık üretim içerisinde deşe olarak ayrılan lif miktarı toplam üretimin yaklaşık %11’i dir. Toplam deşe miktarlarında boyahane ünitesi %5 (laboratuar dahil), iplikhane ünitesi %85 ve final ünitesi %10 paylara sahiptir. Şekil 4.16’da işletmede üretim faaliyetlerinde oluşan deşe atık miktarları ve dağılımları verilmiştir. İşletmede oluşan deşe atık miktarları incelendiğinde büküm işlemlerinde, ring eğirme ve auto-corner savio işlemlerinde deşe atık miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. İşletmede boyahane, iplikhane ve final ünitelerinde ortalama deşe miktarları sırasıyla 18.483, 239.736 ve 37.633 kg/yıl dır. İşletmede toplam deşe miktarları ise 284.961-413.505 kg/yıl aralığında değişmektedir. Bu lifler deşe stok alanlarında uygun şekilde biriktirilmekte ve işletme dışında değerlendirilmektedir. İşletmede oluşan deşe atıkları sektörde faaliyet gösteren diğer tekstil atölyelerine satılmaktadır. Bu atıklar özellikle battaniye üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. İşletmede oluşan katı atıklar ve atık yağlar “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”, “Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” ve “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca uygun şekilde depolanmakta ve bertaraf edilmektedir. İşletmede katı atıklar konusunda spesifik bir yönetim sistemi bulunmamaktadır. Ancak işletmede

uygulanan ISO 9001:2008 kalite yönetim sistemi ve çevre mevzuatı uyarınca hazırlanan bir yönetim planı mevcuttur.

Çizelge 4.21. İşletmede oluşan katı atıklar ve miktarları (2011 yılı)

Atık türü	Atık içeriği	Atık kaynağı	Atık bertaraf yöntemi	Ortalama atık miktarı/adet
Tehlikeli atıklar	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş ambalajlar	Üretim faaliyetleri	Lisanlı kuruluşlara teslim edilmektedir.	5.878 kg/yıl
	Tehlikeli parçalar içeren ıskarta ekipmanlar	Üretim faaliyetleri ve bakım-onarım	Lisanlı kuruluşlara teslim edilmektedir.	500 kg/yıl
	Nikel kadmiyum piller	Bürolar ve makineler	Lisanlı kuruluşlara teslim edilmektedir.	30 kg/yıl
	Flüoresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar	Aydınlatma sistemi, binalar ve bakım-onarım	Lisanlı kuruluşlara teslim edilmektedir.	300 kg/yıl
	Madeni atık yağ	Makineler	Lisanlı kuruluşlara teslim edilmektedir.	950 L/yıl
	Bitkisel atık yağ	Yemekhane	Lisanlı kuruluşlara teslim edilmektedir.	565 L/yıl
Geri dönüştürülebilir atıklar	Hurda demir, çelik ve diğer metaller	Binalar ve makineler	Geri dönüşüm yapılmak üzere firmalara satılarak	15.355 kg/yıl
	Kontamine olmamış cam	Yemekhane ve ofisler	Geri dönüşüm yapılmak üzere firmalara satılarak	
	Kontamine olmamış plastik	Ofisler ve üretim faaliyetleri	Geri dönüşüm yapılmak üzere firmalara satılarak	
	Kontamine olmamış kağıt, karton	Ofisler ve üretim faaliyetleri	Geri dönüşüm yapılmak üzere firmalara satılarak	
Evsel katı atıklar	Organik atıklar	Yemekhane, çay ocağı ve ofisler	Belediye hizmetleri ile düzenli depolama sahasına sevk	Toplam evsel atık miktarı: 214.866 kg/yıl
Tıbbi atıklar	Tıbbi eldiven, şırınga, vb.	Revir	Anlaşmalı sağlık kuruluşuna gönderilmektedir.	3-5 kg/ay
Deşe atıkları	Her türlü doğal ve sentetik elyaf	Üretim faaliyetleri	Deşe stok alanına sevk ve ilgili atölyelere sevk	331.670 kg/yıl ^a
^a 2009-2011 yıllarına ait ortalama deşe atık miktarları esas alınmıştır				



Şekil 4.16. İşletmede prosesler bazında oluşan deşe miktarlarının dağılımı (2009-2011 yılları)

Spesifik katı atık miktarlarının değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde evsel, geri dönüştürülebilir, tehlikeli, tıbbi ve deşe atıklarının spesifik miktarları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik tehlikeli atık miktarı 2 gr/kg ürün, geri dönüştürülebilir (cam, kağıt, karton, metal, plastik) atık miktarı 5 gr/kg ürün, evsel atık miktarı 74 gr/kg ürün, deşe atığı miktarı 108 gr/kg ürün dür. Spesifik madeni ve bitkisel atık yağ miktarı sırasıyla 4×10^{-4} ve 2×10^{-4} L/kg ürün olarak hesaplanmıştır. İşletmede spesifik katı atık değerleri incelendiğinde spesifik deşe atık miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu atıklar yeniden değerlendiriliyor olsa da dolaylı olarak işletmede su, enerji, kimyasal, iş gücü vb. kaybına neden olmaktadır.

4.1.1.7. İpliksan işletmesi atık gaz emisyonları ve özellikleri

İpliksan işletmesi mevcut durum analizi kapsamında gaz emisyonu debileri ve prosesler bazında spesifik dağılımı incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde öncelikle gaz emisyonu kaynakları belirlenmiş ve işletmeye ait baca gazı emisyon raporlarından yararlanılmıştır. İşletmede başlıca gaz emisyonu kaynakları; buhar kazanları (doğal gazlı ve kömürlü), kurutma ünitesi bacası, fikse ünitesi bacalarıdır. Ancak işletmede gaz emisyonun önemli bir bölümünü buhar kazanlarından kaynaklanan atık baca gazı emisyonları oluşturmaktadır. İşletmede mevcut buhar kazanlarına ait teknik bilgiler ve buhar kazanlarına ait baca gazı analiz sonuçları çizelge 4.22’de özetlenmiştir. Buhar kazanlarında gerçekleşen yanma reaksiyonları sonucunda CO, NO_x, SO₂ ve toz emisyonları oluşmaktadır. İşletmede buhar kazanı bacalarında emisyonların azaltılmasına yönelik filtre uygulaması ya da ısı geri kazanımı yapılmamaktadır.

İşletmede buhar kazanı bacaları haricinde kurutma makinesi, fikse makinesi ve iç ortam havalandırma bacaları da bulunmaktadır. Ancak işletmede yapılan incelemeler ve veri toplama çalışmalarında bu bacalara ait debi ya da emisyon verilerine erişilememiştir. Emisyon raporlarından derlenen verilere göre işletmede özel madde, organik gaz ve buhar ile kanserojen madde emisyonları söz konusu değildir. İşletmede mevcut bulunan ve ölçümleri yapılabilen emisyon kaynaklarından alıcı

ortama deşarj edilen kirleticilere ait toplam emisyon kütleel debi değerleri “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” limit değerlerini aşmamaktadır. Çizelge 4.23’de emisyon debileri ve sınır değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.22. Buhar kazanlarına ait teknik veriler

Parametreler	Buhar kazanı-1	Buhar kazanı-2	Buhar kazanı-3
Yakıt türü	Doğalgaz	Kömür	Doğalgaz
Tüketilen yakıt	250 m ³ /saat	8,5 kg/saat	- ^a
Isıl gücü	3,50 MW	6,97 MW	2,09 MW
Yakıt alt ısı değeri	8.250 kcal/m ³	7.632 kcal/m ³	8.250 kcal/m ³
Baca yüksekliği	19 m (yerden)	18,5 m	19 m (yerden)
Baca yüksekliği	6,4 m (çatıdan)	6 m	6,4 m (çatıdan)
Ortam sıcaklığı	13 °C	16 °C	17 °C
Baca sıcaklığı	165 °C	158 °C	64 °C
Yanma verimi	%93	%85	%96
Oksijen	%3	%15	%13
Karbondioksit	%10	%3	-
Baca gazı hızı	4,6 m/s	4,4 m/s	5,1 m/s
Baca kesiti	0,56 m ²	0,56 m ²	0,45 m ²
Gerçek baca gazı debisi	9.274 m ³ /saat	8.870 m ³ /saat	8.262 m ³ /saat
Kuru baca gazı debisi	5.780 m ³ /saat	5.618 m ³ /saat	7.778 m ³ /saat
Karbonmonoksit (CO)	1 mg/Nm ³ (%3 O ₂)	52 mg/Nm ³ (%6 O ₂)	-
Kükürtdioksit (SO ₂)	24 mg/Nm ³ (%3 O ₂)	138 mg/Nm ³ (%6 O ₂)	-
Azotoksitler (NO _x)	105 mg/Nm ³ (%3 O ₂)	725 mg/Nm ³ (%6 O ₂)	91 mg/Nm ³ (%3 O ₂)
Toz	20 mg/Nm ³ (%3 O ₂)	115 mg/Nm ³ (%6 O ₂)	51 mg/Nm ³ (%3 O ₂)
2010 yılı emisyon raporu verileridir			
^a Veri mevcut değildir (yedek kazan)			

Çizelge 4.23. Baca gazı emisyonu debileri ve sınır değerler (2010 yılı)

Kirletici parametre	^a Toplam emisyon debisi (kg/saat)	Sınır değerler (kg/saat) (bacadan)	Sınır değerler (kg/saat) (baca dışı yerden)
Toz	0,32	10	1
CO	0,12	500	50
SO ₂	0,59	60	6
NO _x	2,61	40	4
2010 yılı emisyon raporu verileridir			
^a İşletmede bulunan üç buhar kazanına ait emisyon değerlerinin toplamını ifade etmektedir			

İşletmede baca gazı emisyonlarının azaltılması ve iç ortam hava kirlenmesinin önlenmesi amacıyla özel bir prosedür yürütölmemektedir. Ancak baca gazı emisyonları “Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca üç yılda bir kez analiz edilmekte ve emisyon raporları hazırlanmaktadır. İşletmede iç ortam hava kirlenmesinin azaltılması amacıyla havalandırma aspiratörleri bulunmaktadır. Özellikle fikse makineleri gibi yüksek seviyede buhar tüketimi yapılan makinelerin üzerinde davlumbaz bulunmaktadır. İşletmede yürütölen

alışmalar kapsamında üretim proseslerinin baca gazı emisyonlarına katkıları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda işletmede buhar tüketimi değerleri baz alınmıştır. Buna göre buhar tüketiminin yüksek olduğu boyahane ünitesinin (%63) emisyon değerlerine katkısı da yüksek olmaktadır. Çizelge 4.24’de işletmede prosesler bazında emisyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.24. Prosesler bazında baca gazı emisyonlarının değerlendirilmesi

Prosesler/niteler	Baca gazı emisyonu miktarları (ton/yıl)			
	Toz	CO	SO ₂	NO _x
Boyahane nitesi	1,75	0,69	3,24	14,21
HT terbiye-boyama	0,53	0,21	0,98	4,28
ile terbiye-boyama	0,50	0,19	0,93	4,06
LP baskı boyama	0,53	0,21	0,97	4,29
VP baskı boyama	0,19	0,08	0,36	1,58
İplikhane nitesi	0,19	0,08	0,36	1,58
Rebreakeer	0,19	0,08	0,36	1,58
Final nitesi	0,83	0,32	1,54	6,77
Toplam	2,77	1,09	5,14	22,56
2010 yılında hazırlanan emisyon raporu verileri esas alınmıştır				

Spesifik baca gazı emisyonu değerlerinin değerlendirilmesi

İşletmede baca gazı emisyonlarının spesifik değerleri ve prosesler bazında spesifik gaz emisyonu miktarları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede toz, CO, SO₂ ve NO_x kirletici emisyonlarının spesifik değerleri sırasıyla 0,9; 0,35; 1,67 ve 7,34 gr/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.25’de işletmede oluşan gaz emisyonunun spesifik miktarları verilmiştir. Spesifik SO₂ ve NO_x değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedenleri kullanılan yakıtların elementsel bileşimi ve kazanların yakma verimleri ile doğrudan ilişkilidir. Emisyon değerlerinin belirlenmesinde 2010 yılına ait emisyon raporlarından yararlanılmıştır. İşletmede yürütülen incelemelerde 2010 yılında kömür tüketiminin yoğun olduğu ancak 2011 yılında doğalgaz tüketiminin daha yoğun olduğu görülmektedir. Bu nedenle spesifik SO₂ ve NO_x değerleri yüksek olmaktadır. Ayrıca toz emisyonu değerlerinin de bir miktar yüksek olduğu görülmektedir. İşletmeye ait emisyon raporlarında toz emisyonu değerlerinin yüksek olmasında temel neden baca temizliğinin yapılmamış olması gösterilmektedir.

Çizelge 4.25. İşletmenin gaz emisyonu özellikleri ve spesifik emisyon değerleri

Kirletici	Emisyon kaynakları	^a Toplam emisyon debisi (kg/saat)	Ortalama üretim miktarı (kg/yıl)	Spesifik gaz emisyonu miktarları (gr/kg ürün)
Toz	Doğalgaz kazanı, kömür kazanı	0,32	3.070.904	1 gr/kg ürün
CO	Doğalgaz kazanı, kömür kazanı	0,13	3.070.904	0,4 gr/kg ürün
SO ₂	Doğalgaz kazanı, kömür kazanı	0,60	3.070.904	1,8 gr/kg ürün
NO _x	Doğalgaz kazanı, kömür kazanı	2,61	3.070.904	8 gr/kg ürün
^a 2010 yılında hazırlanan emisyon raporuna göre üç buhar kazanının emisyon debileri toplamıdır				

Prosesler bazında spesifik baca gazı emisyonu miktarlarının hesaplanmasında buhar tüketimleri esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır. İşletmede buhar tüketilen proseslerin baca gazı emisyonlarına katkısı çizelge 4.26’da sunulmuştur. Buna göre çile terbiye-boyama ve LP baskı proseslerinin baca gazı emisyonlarında katkısı enerji tüketimi ile orantılı olarak yüksek olmaktadır. Çile terbiye-boyama proseslerinde yüksek flote oranları nedeniyle spesifik buhar tüketimi yüksek olmaktadır. Bu nedenle prosesin baca gazı emisyonlarına katkısı da yüksek olmaktadır. LP baskı boyama proseslerinde ise fikse kabini kullanılmaktadır. Proseste açık buhar sistemi kullanılması nedeniyle spesifik buhar tüketimi yüksek olmakta ve dolayısı ile baca gazı emisyonlarına katkısı da yüksek seviyede olmaktadır.

Çizelge 4.26. İşletmede prosesler bazında spesifik baca gazı emisyonları

Prosesler/üniteler	Spesifik baca gazı emisyonu miktarları (gr/kg ürün)			
	Toz	CO	SO ₂	NO _x
Boyahane ünitesi	0,6	0,2	1,1	4,8
HT terbiye-boyama	0,3	0,1	0,5	2,1
Çile terbiye-boyama	1,6	0,6	2,9	12,9
LP baskı boyama	1,6	0,6	2,9	13,1
VP baskı boyama	0,6	0,2	1,1	5
İplikhane ünitesi	0,1	0,1	0,2	0,9
Rebreakeer	0,1	0,1	0,2	0,9
Final ünitesi	0,3	0,1	0,5	2,3
Toplam	1	0,4	1,8	8

İpliksan işletmesinde sıcak yüzeyler, baca gazı emisyonları, sıcak atıksu akımları ve buhar kaçakları ile ısı kayıpları gerçekleşmektedir. İşletmede atık ısının azaltılmasına yönelik herhangi bir uygulama bulunmamaktadır. İşletmede yürütülen çalışmalarda sadece atık baca gazı emisyonları ve atıksu deşarjları ile kaybedilen atık ısı miktarları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede baca gazı emisyonları ile 0,47 MJ/kg ürün ve

atıksu ile 0,28 MJ/kg ürün ısı ısı enerji kaybedilmektedir. İşletmede toplamda kaybedilen 0,75 MJ/kg ürün ısı ısı enerji ile yılda 62.012 Sm³ doğalgaz veya 61.123 kg kömür tasarrufu sağlanabilir.

4.1.1.8. İpliksan atıksu miktar ve özellikleri

İşletmede mevcut durum analizi kapsamında atıksu kaynakları ve prosesler bazında spesifik atıksu miktarları belirlenmiştir. Bu kapsamda yeterli işletme kayıtları bulunmaması nedeniyle prosesler bazında su tüketimi değerleri esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca kompozit atıksular ve proses atıksularından numuneler alınarak karakterizasyonları yapılmıştır. Proses atıksularının karakterini etkileyen lif türü ve formu, boyama tekniği ve renk tonu faktörü göz önünde bulundurulmuştur. Böylelikle işletmede oluşan proses atıksularının geri kazanım ve tekrar kullanım potansiyelleri değerlendirilmiştir. Yine çalışma kapsamında kompozit atıksuların spesifik KOİ, AKM, yağ-gres, toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) yükleri hesaplanmıştır.

Atıksu miktarlarının prosesler bazında dağılımı

İpliksan işletmesinde proses ve evsel nitelikli atıksular oluşmaktadır. Proses atıksuları terbiye, boyama ve baskı prosesleri, iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonu, tesis temizliğinden kaynaklanmaktadır. Evsel nitelikli atıksuların başlıca kaynakları ise yemekhane, çay ocağı, tuvalet, lavabo, duş ve temizlik işlemleridir. İşletmede proses atıksu miktarları izlenmemektedir. Bu nedenle işletmede prosesler bazında atıksu miktarlarının değerlendirilmesinde hamsu ve proses suyu tüketimi değerlerinden yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca prosesler bazında üretim kayıtlarının yeterli olmaması (lif türü, renk tonu vb. kriterlere göre üretim kayıtlarının bulunmaması) nedeniyle proses atıksuyu miktarlarının belirlenmesinde minimum ve maksimum aralıkta değerler hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda işletmede üretim esnasında gerçekleşen kayıplar net olarak belirlenemediğinden proses suyu miktarının atıksu miktarına eşit olduğu kabul edilmiştir. Diğer taraftan evsel atıksu miktarlarının belirlenmesinde atıksu sayaçları bulunmamaktadır. Bu nedenle evsel atıksu miktarları mevcut içme suyu faturalarından yararlanılarak belirlenmiştir. Çizelge 4.27’de işletmede oluşan

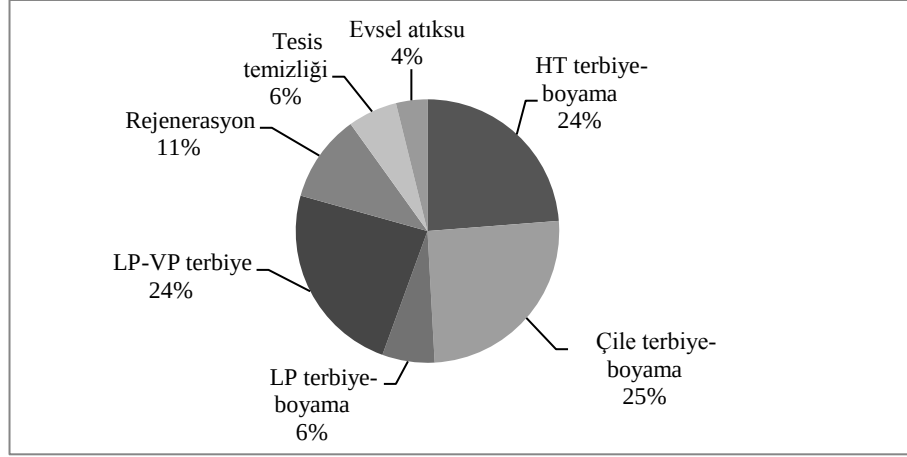
atıksu miktarları verilmiştir. Buna göre işletmede oluşan atıksuların %96'sını proses ve %4'ünü evsel nitelikli atıksular oluşturmaktadır. Atıksuların %79'unu terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde, %6'sını tesis temizliğinde ve %11'ini iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonu kaynaklı olmaktadır. HT ve çile terbiye-boyama proseslerinin toplam atıksular (evsel atıksu miktarları dahil) içerisindeki payları sırasıyla %24 ve %25 dir. LP baskı boyama prosesleri %6, LP-VP terbiye işlemleri ise %24 paya sahiptir. Diğer taraftan proses atıksuları içerisinde HT ve çile terbiye-boyama, LP baskı boyama ve LP-VP terbiye proseslerinin payları sırasıyla %25, %26, %6 ve %25 olmaktadır. İyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonu ve tesis temizliğinde oluşan proses atıksuları ise sırasıyla %11 ve %6 paylara sahiptir.

Çizelge 4.27. İşletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları (2009-2011 yılları)

Atıksu kaynakları	Ortalama atıksu miktarları (min.-maks.) (ton/yıl)
Proses atıksuyu	147.230 (97.027-227.314)
HT terbiye-boyama	36.395 (20.220-60.659)
Çile terbiye-boyama	38.841 (27.020-67.550)
LP terbiye-boyama	9.843 (8.750-13.124)
LP-VP terbiye	36.410 (18.205-54.616)
Rejenerasyon	16.452 (13.544-22.077)
Tesis temizliği	9.288 ^a
Evsel atıksu	5.900 ^b
Toplam	153.130 (102.927-233.214)
^a İşletmede kapalı alan temizliğinden oluşan atıksu miktarlarını ifade etmektedir ve teorik hesaplamalar ile belirlenmiştir	
^b İşletmeden belediye tarafından 2010-2011 yıllarında tahsil edilen içme suyu faturalarından yararlanılarak belirlenmiştir	

Şekil 4.17'de işletmede kaynaklarına göre ortalama atıksu miktarlarının dağılımı sunulmuştur. Buna göre işletmede atıksu oluşumunda HT ve çile terbiye-boyama proseslerinde proses atıksuyu miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. HT terbiye-boyama proseslerinin işletmenin üretimindeki yüksek payı proses atıksuyu miktarının yüksek olmasına neden olmaktadır. Çile terbiye-boyama proseslerinde proses atıksuyu miktarlarının yüksek olmasında ise yüksek flotte oranları ve ağırlıklı olarak yün liflerinin terbiye-boyaması yapılması (proses uzunluğu) başlıca

etkenlerdir. LP-VP terbiye işlemlerinin atıksu oluşumundaki yüksek payları ise çile boyama makinelerinde yüksek flotte oranında yapılan yıkama ve yumuşatma işlemlerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.17. İşletmede kaynaklarına göre ortalama atıksu miktarlarının dağılımı (2009-2011 yılları)

Spesifik atıksu miktarlarının değerlendirilmesi

İşletmede tüm atıksu kaynakları bazında spesifik atıksu miktarları hesaplanmıştır. Buna göre spesifik toplam atıksu miktarı (evsel atıksular dahil) 50 L/kg ürün ve proses atıksuyu miktarı 48 L/kg ürün dür. Terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde ise spesifik proses atıksuyu miktarı 41 L/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.28’de işletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları verilmiştir. Prosesler bazında spesifik proses atıksuyu miktarları incelendiğinde çile terbiye-boyama (115 L/kg ürün) ve LP-VP terbiye işlemlerinde (60 L/kg ürün) spesifik proses atıksu miktarlarının yüksek olduğu görülmüştür. Çile terbiye-boyama proseslerinde yüksek flotte oranlarında çalışılması ve LP-VP terbiye işlemlerinin de çile boyama makinelerinde yapılması yüksek miktarda atıksu oluşumunda en önemli faktördür. HT terbiye-boyama proseslerinde ise yüksek miktarda proses atıksuyu oluşumu gerçekleşirken üretimin %67’sini karşılaması nedeniyle spesifik miktarları düşük olmaktadır.

Çizelge 4.28. İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları (2009-2011 yılları)

Atıksu kaynağı	Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.)	^a Ortalama üretim miktarları/alan/kişi sayısı	Ortalama spesifik atıksu miktarı (min.-maks.)
Proses atıksuyu	147.230 ton/yıl (97.027-227.314)	3.049.894 kg/yıl	48 L/kg ürün (32-75)
HT terbiye-boyama	36.395 ton/yıl (20.220-60.659)	2.042.186 kg/yıl	18 L/kg ürün (10-30)
Çile terbiye-boyama	38.841 ton/yıl (27.020-67.550)	314.755 kg/yıl	115 L/kg ürün (86-215)
LP baskı boyama	9.843 ton/yıl (8.750-13.124)	327.842 kg/yıl	34 L/kg ürün (30-45)
LP-VP terbiye	36.410 ton/yıl (18.205-54.616)	606.839 kg/yıl	60 L/kg ürün (30-90)
Rejenerasyon	16.452 ton/yıl (13.544-22.077)	3.070.894 kg/yıl	5 L/kg ürün (4-7)
Tesis temizliği	9.288 ton/yıl	17.200 m ²	1,5 L/m ²
Evsel atıksu	5.900 ton/yıl	519 kişi	32 L/kişi-gün
Toplam	153.130 ton/yıl (102.927-233.214)	3.070.904 kg/yıl	50 L/kg ürün (34-76)
^a Alan ile işletmede tesis temizliği yapılan kapalı alan ifade edilmektedir Kişi sayısı ile işletmenin personel sayısı ifade edilmektedir			

İşletmede tesis temizliğinde ve iyon değiştiricilerin rejenerasyonunda oluşan atıksu miktarlarının belirlenmesinde yeterli işletme kayıtları bulunmaması nedeniyle teorik hesaplamalar yapılmıştır. Tesis temizliği ve rejenerasyon işlemlerinde spesifik proses atıksuyu miktarları sırasıyla 1,5 L/m² ve 5 L/kg ürün olmaktadır. Evsel atıksu miktarının hesaplanmasında ise ortalama personel sayısı baz alınarak spesifik evsel atıksu miktarı 32 L/kişi-gün olarak hesaplanmıştır.

İşletmede oluşan atıksuların karakterizasyonu

İşletmede atıksu karakterizasyonunu belirleyen başlıca faktörler işlem gören lif türü ve formu, uygulanan proses adımları ve boyama tekniği, boyarmadde fiksasyon oranı ve boyama yapılan renk tonudur. Bu faktörler göz önünde bulundurularak kompozit atıksu ve proses atıksuyu karakterizasyonları yapılmıştır. Ayrıca kompozit atıksu karakterizasyonun belirlenmesinde işletmede rutin olarak yapılan atıksu analiz raporlarından da yararlanılmıştır.

İşletmede prosesler bazında atıksu karakterizasyonun belirlenmesinde terbiye, boyama ve terbiye işlemlerinde yoğun kullanılan reçetelerden yararlanılarak numune

alma programları hazırlanmıştır. Buna göre proses, lif türü, renk tonu bazında anlık atıksu numuneleri alınmış ve pH, iletkenlik, KOİ, AKM, renk parametreleri analiz edilmiştir. Prosesler bazında atıksu karakterizasyonu çalışmasının temel amacı; atıksu kaynaklarının kompozit atıksu kirlilik yüküne katkıları ve proses atıksularının arıtılarak geri kullanım (AGK) ya da direk geri kullanım (DGK) olanaklarının belirlenmesidir. Ancak işletmede evsel atıksular ve rejenerasyon sularından atıksu numuneleri alınamamıştır. Evsel atıksular işletmede ayrı atıksu kanalında toplanmakta ve kanalizasyona verilmektedir. Ayrıca evsel atıksu miktarları oldukça düşük miktarlardadır. Bu nedenle atıksu kaynakları bazında yapılan değerlendirmelere dahil edilmemiştir. Diğer taraftan iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda oluşan atıksulardan elverişsiz koşullar nedeniyle numune alınamamıştır. Ancak Mart-2013 tarihinde rejenerasyon atıksularını da içeren kompozit atıksu numunesi alınarak değerlendirmelerde bulunulmuştur.

İşletmede proses atıksularının AGK ve DGK imkanları incelenmiştir. Bu kapsamda DGK nitelikteki proses atıksularının belirlenmesinde çizelge 4.29’da sunulan kriterlerden yararlanılmıştır. Buna göre pH’ı 6-8, elektriksel iletkenliği <2200 μ S/cm, KOİ değeri <218 mg/L, AKM değeri <50 mg/L ve renk değeri 20-30 Pt-Co aralığında olan proses atıksularının terbiye ve boyama proseslerinde arıtılmadan tekrar kullanılabilineceği kabul edilmiştir. Çizelge 4.30’da işletmede proses atıksularının karakterizasyonu sunulmuştur. AGK ve DGK nitelikteki proses atıksularının yeniden değerlendirilebileceği prosesler/işlemler belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Tekstil atıksuları tekrar kullanım kriterleri

Parametre	Tekstil atıksuları tekrar kullanım kriterleri			
	Goodman ve Porter, 1980	Hoehn, 1998	BTTG, 1999	Li ve Zhao, 1999
pH	6-7	6,5-7,5	6-8	6,5-8
Elektriksel iletkenlik (μ S/cm)	1650-2200	- ^a	1000	800-2200
KOİ(mg/L)	178-218	<50	80	<160
AKM (mg/L)	-	<500	5	<50
Renk (Pt-Co)	20-30	-	20	-
^a Veri mevcut değildir				

İşletmede prosesler bazında yapılan atıksu karakterizasyonu çalışmasına göre HT proseslerinde yün liflerinin koyu renk tonunda yapılan boyaması sonucunda oluşan atıksu (1 No’lu numune) yüksek elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk içeriğine

sahiptir. Bu nedenle DGK kriterlerini karşılamamaktadır. Ancak söz konusu atıksu ileri derecede arıtıldıktan sonra terbiye ve boyama proseslerinde geri kullanımı mümkün olabilir. Aynı proste oluşan yıkama ve yumuşatma atıksuları (2, 3 No'lu numuneler) ise DGK için uygun elektriksel iletkenlik ve AKM içeriğine sahiptir. Bu atıksular KOİ ve renk içeriklerinin yüksek olmasından dolayı ancak arıtıldıktan sonra terbiye, boyama işlemleri ve tesis temizliğinde geri kullanımları mümkündür.

HT terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin açık renk terbiye ve boyamasında oluşan proses atıksularından numuneler alınamamıştır. Ancak 1, 2 ve 3 No'lu numunelerin analiz sonuçlarından yararlanılarak HT terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin boyama ve terbiyesinde oluşan atıksuların (4, 5 ve 6 No'lu numuneler) AGK'sı mümkün olduğu sonucu çıkarılabilir. Ancak 5 No'lu yıkama atıksuyunun boyama veya tesis temizliğinde DGK'sının mümkün olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca 6 No'lu yumuşatma atıksuyunun KOİ içeriğinin bir miktar yüksek olacağı ve yumuşatıcı geri kazanımını da göz önüne alarak aynı proste yumuşatma işleminde DGK'sının mümkün olabileceği tahmin edilmektedir.

HT terbiye-boyama proseslerinde ağırlıklı olarak PAC liflerinin terbiye ve boyama işlemleri yapılmaktadır. PAC liflerinin HT proseslerinde koyu renk tonunda yapılan boyaması sonucunda oluşan atıksu (7 No'lu numune) DGK için uygun elektriksel iletkenlik ve AKM içeriğine sahiptir. Ancak bu atıksuyun KOİ ve renk içeriğinin yüksek olması AGK'sını gerektirmektedir. Aynı proste oluşan yıkama atıksuyu (8 No'lu numune) ise düşük elektriksel iletkenlik (hamsuya yakın), KOİ, AKM ve renk içeriğine sahiptir. Bu atıksu arıtıldıktan sonra terbiye ve boyama işlemlerinde geri kullanılacağı gibi düşük kalite ya da koyu renk tonundaki boyama işlemlerinde ve tesis temizliğinde DGK'sı mümkündür. Aynı proste oluşan yumuşatma atıksuyu (9 No'lu numune) ise DGK için düşük pH ve yüksek KOİ, AKM, renk içeriğine sahiptir. Bu atıksu ancak ileri arıtımı gerçekleştirildikten sonra terbiye ve boyama işlemlerinde geri kullanılabilir.

HT terbiye-boyama proseslerinde PAC liflerinin açık renk tonunda yapılan boyama işleminde oluşan atıksu (10 No'lu numune) DGK için düşük pH ve yüksek elektriksel iletkenlik, KOİ, renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle arıtıldıktan sonra terbiye ve boyama işlemlerinde geri kullanılabilir. Aynı proste yıkama atıksuyu (11

No'lu numune) ise DGK için düşük pH ve yüksek KOİ içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksu arıldıktan sonra terbiye, boyama işlemlerinde geri kullanılabileceği gibi arıtmadan tesis temizliğinde değerlendirilebilir. Yumuşatma atıksuyu (12 No'lu numune) ise DGK için uygun pH, elektriksel iletkenlik, AKM ve renk değerlerine sahiptir. Ancak söz konusu atıksuyun artık yumuşatıcı içeriği nedeniyle KOİ değeri yüksektir. Bu yumuşatma atıksuyu arıldıktan sonra terbiye, boyama işlemlerinde ya da arıtmadan aynı proste yumuşatma işlemleri, tesis temizliğinde kullanılabilir. Böylelikle atıksu içerisindeki artık yumuşatıcıların geri kazanımı da sağlanabilir.

Çile terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin koyu renk tonunda yapılan boyama işleminde oluşan atıksu (13 No'lu numune) düşük pH ve yüksek elektriksel iletkenlik, KOİ, renk içeriği nedeniyle geri kullanımı için ileri derecede arıtılması gerekmektedir. Söz konusu proste metal kompleks boyarmaddeler ile asidik şartlarda boyama yapılmaktadır. Bu nedenle proste oluşan atıksuyun pH değerleri düşük olmaktadır. Diğer taraftan KOİ ve renk verilerine göre boyarmadde fiksasyon oranının yeterli olmadığı (atıksu içerisindeki artık boyarmadde miktarının yüksek olduğu) görülmektedir. Aynı proste 80 °C'de yapılan boyama işlemi sonucunda oluşan atıksu (14 No'lu numune) DGK için düşük pH ve yüksek KOİ içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksu arıldıktan sonra terbiye ve boyama işlemlerinde geri kullanılabilir. Ancak bu atıksuyun tesis temizliğinde arıtmadan değerlendirilmesi de mümkündür. Çile terbiye-boyama prosesinde koyu renk tonunda yün liflerinin yıkamasında oluşan atıksuyun (15 No'lu numune) KOİ, AKM ve renk değerleri DGK kriterlerini karşılamamaktadır. Bu nedenle söz konusu atıksuyun AGK'sı mümkündür. Aynı proste yumuşatma işlemi sonucunda oluşan atıksu (16 No'lu numune) DGK için uygun elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM içeriğine sahiptir. Yumuşatma atıksuyunun boyama, terbiye işlemlerinde ve tesis temizliğinde DGK'sı mümkündür. Ancak yumuşatıcı geri kazanımı da göz önüne alındığında aynı proste yumuşatma işlemlerinde değerlendirilmesi daha fizibil bir yaklaşım olacaktır.

Çile terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin açık renk tonunda boyamasında oluşan atıksular (17 ve 18 No'lu numuneler) düşük pH ve yüksek KOİ içeriğine sahiptir. Söz konusu atıksuların başta boyama işlemleri (yardımcı kimyasalların

tekrar kullanımını da gözeterek) olmak üzere yıkama ve yumuşatma işlemlerinde AGK'sı mümkündür. Ayrıca arıtılmadan tesis temizliğinde geri kullanılabilir. Aynı proseste yıkama işlemlerinde oluşan atıksu (19 No'lu numune) DGK için uygun pH ve elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir. Ancak atıksuyun KOİ, AKM ve renk değerleri DGK kriterlerini karşılamamaktadır. Bu nedenle söz konusu atıksu arıtıldıktan sonra terbiye ve boyama işlemlerinde geri kullanılabilir. Çile terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin açık renk tonlarında yapılan yumuşatma işlemlerinde oluşan atıksu (20 No'lu numune) uygun pH ve düşük elektriksel iletkenlik (hamsuya yakın), KOİ, AKM ve renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksu terbiye, boyama işlemleri ve tesis temizliğinde DGK'sı mümkündür.

LP-VP baskı boyama proseslerinde PAC liflerinin terbiye işlemleri çile boyama makinelerinde yapılmakta ve yüksek miktarda proses atıksuyu oluşmaktadır. İşletmede LP-VP terbiye prosesinden kaynaklanan atıksuların karakterizasyonu incelendiğinde (21, 22 ve 23 No'lu numuneler) DGK için uygun nitelikte olduğu görülmüştür. Söz konusu atıksuların arıtılmadan işletme içerisinde aynı proseste arıtılmadan geri kullanılabilineceği gibi diğer proseslerde de proses suyu olarak DGK'sı mümkündür. Ancak VP yumuşatma atıksuyu (23 No'lu numune) önemli miktarda artık yumuşatıcı içermektedir. Bu nedenle yumuşatıcıların geri kazanımı da göz önünde bulundurulduğunda aynı yumuşatma prosesinde DGK'sı fizibil olabilir.

Çizelge 4.30. Prosesler bazında yapılan atıksu karakterizasyonu sonuçları

Numune No.	İşlem	Proses	Lif türü	Renk tonu	pH	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	Renk (Pt-Co)	Geri kullanım potansiyeli	Yeniden değerlendirilebilecek prosesler
1	Boyama	HT	Yün	Koyu	6,4	2230	1584	66	2255	AGK ^b	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
2	Yıkama	HT	Yün	Koyu	6,7	1080	487	27	574	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
3	Yumuşatma	HT	Yün	Koyu	6,6	1576	909	46	968	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
4	Boyama	HT	Yün	Açık	- ^a	-	-	-	-	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
5	Yıkama	HT	Yün	Açık	-	-	-	-	-	AGK/DGK ^c	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi aynı proste boyama işleminde direk geri kullanılabilir
6	Yumuşatma	HT	Yün	Açık	-	-	-	-	-	AGK/DGK ^c	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi aynı proste yumuşatma işleminde direk geri kullanılabilir
7	Boyama	HT	PAC	Koyu	7,2	1059	674	8	576	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
8	Yıkama	HT	PAC	Koyu	7,8	641	299	12	244	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi düşük kalite boyama işlemleri ve tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
9	Yumuşatma	HT	PAC	Koyu	4,9	682	5056	220	1790	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
10	Boyama	HT	PAC	Açık	4,5	1858	1668	36	570	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
11	Yıkama	HT	PAC	Açık	4,9	1169	2576	5	266	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
12	Yumuşatma	HT	PAC	Açık	6,0	849	1895	12	287	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi aynı proste yumuşatma işlemlerinde ve tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
13	Boyama 100 °C	Çile	Yün	Koyu	4,6	960	2040	55	890	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
14	Boyama 80 °C	Çile	Yün	Koyu	4,5	989	2024	10	381	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabileceği gibi tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
18 Mart 2013 tarihinde yapılan atıksu analiz sonuçlarıdır ^a Veri mevcut değildir; ^b AGK: Aritıldıktan sonra geri kullanılabilir; ^c DGK:Direk geri kullanılabilir; ^d ÇRT: Çoklu renk tonları (multi-color)											

Çizelge 4.30. (Devamı)

Numune No.	İşlem	Proses	Lif türü	Renk tonu	pH	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	Renk (Pt-Co)	Geri kullanım potansiyeli	Yeniden değerlendirilebilecek prosesler
15	Yıkama	Çile	Yün	Koyu	7,7	454	434	56	1300	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
16	Yumuşatma	Çile	Yün	Koyu	6,9	548	120	5	225	DGK	Boyama, terbiye işlemleri ve tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
17	Boyama 80 °C	Çile	Yün	Açık	4,8	1214	2250	5	125	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
18	Boyama 100 °C	Çile	Yün	Açık	4,7	1198	2350	7	178	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
19	Yıkama	Çile	Yün	Açık	7,5	462	2152	93	2210	AGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılabilir
20	Yumuşatma	Çile	Yün	Açık	7,4	557	136	6	326	DGK	Boyama, terbiye işlemleri ve tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
21	Yıkama	LP	PAC	ÇRT ^d	7,9	451	10	1	126	DGK	Boyama, terbiye işlemleri ve tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
22	Yıkama	VP	PAC	ÇRT	7,9	449	9	1	38	DGK	Boyama, terbiye işlemleri ve tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir
23	Yumuşatma	VP	PAC	ÇRT	5,0	605	4000	15	122	AGK/DGK	Aritıldıktan sonra terbiye veya boyama proseslerinde kullanılacağı gibi aynı proseste yumuşatma işlemlerinde direk geri kullanılabilir
18 Mart 2013 tarihinde yapılan atıksu analiz sonuçlarıdır ^a Veri mevcut değildir; ^b AGK: Aritıldıktan sonra geri kullanılabilir; ^c DGK: Direk geri kullanılabilir; ^d ÇRT: Çoklu renk tonları (multi-color)											

Proses atıksularının geri kullanımında diğer bir husus ise bazı boyama atıksularının kimyasal eksiklikleri giderildikten sonra yeniden değerlendirilmesidir. Bu kapsamda işletmede özellikle 14, 17 ve 18 No'lu atıksu numuneleri değerlendirilebilir. Böylelikle boyama işlemlerinde önemli miktarda proses suyu, kimyasal ve ısı enerjisi tasarrufları sağlanabilir. Bu kapsamda detaylı değerlendirmeler 4.1.5.2 başlığı altında sunulmuştur. Proses atıksularının arıtılarak ya da direk geri kullanım imkanları açısından yapılan değerlendirmelere göre işletmede oluşan proses atıksularının önemli bir bölümünün geri kullanılabilir nitelikte olduğu görülmüştür. Böylelikle su, enerji, kimyasal tüketimleri ile atıksu miktarı ve kimyasal kirlilik yükünde önemli azalmalar sağlanabilir. Bu kapsamda sağlanacak potansiyel faydalar ve kazançlar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıkları altında detaylı olarak tartışılmıştır.

İşletmede proses atıksularından alınan numuneler ile eş zamanlı olarak kompozit atıksu numunesi alınmıştır. Ayrıca kompozit atıksu karakterizasyonunun belirlenmesinde farklı tarihlerde yapılan atıksu analiz raporlarından da yararlanılmıştır. Çizelge 4.31'de kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları sunulmuştur. Buna göre bazı kompozit atıksu numunelerinde KOİ ve yağ-gres konsantrasyonlarının kanalizasyona deşarj limitlerini (Çizelge 4.32) sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca pH değerleri ve AKM, krom konsantrasyonlarının bazen kanalizasyona deşarj limitlerini sağlamadığı belirlenmiştir. Mart-2013 tarihinde alınan kompozit atıksuyun elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni söz konusu tarihte kompozit atıksuyun iyon değiştiricilerin rejenerasyonunda oluşan rejenerant atıklarını da içermesidir. Serbest klor, fenol, krom, sülfat, sülfür ve TN konsantrasyonları ise genellikle kanalizasyona deşarj limitlerini karşılamaktadır.

Çizelge 4.31. İşletmede kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları

Parametre	Kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları								Ortalama konsantrasyon (min.-maks.)
	Aralık 2009	Mayıs 2010	Temmuz 2010	Aralık 2010	Haziran 2011	Haziran 2012	Eylül 2012	Mart 2013	
KOİ (mg/L)	390	3636	922	1380	76	216	930	501	1006 (76-3636)
AKM (mg/L)	30	127	115	60	19	9	370	51	98 (9-370)

Çizelge 4.31. (Devamı)

Parametre	Kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları								Ortalama konsantrasyon (min.-maks.)
	Aralık 2009	Mayıs 2010	Temmuz 2010	Aralık 2010	Haziran 2011	Haziran 2012	Eylül 2012	Mart 2013	
Yağ-gres (mg/L)	68	42	92	115	59	88	697	180	168 (42-697)
Serbest klor (mg/L)	0,06	- ^a	0,08	1,5	0,09	-	1,28	0,15	0,53 (0,06-1,5)
Fenol (mg/L)	3,2	-	1,6	14	0,4	-	2,9	2,6	4,1 (0,4-14)
Krom (Cr ⁺⁶) (mg/L)	0,14	-	0,3	1,5	0,1	0,3	0,57	0,46	0,48 (0,1-1,5)
Sülfat (mg/L)	60	-	10	12	66	74	72	37,5	47,4 (10-74)
Sülfür (mg/L)	0,18	-	0,14	1,4	0,11	-	-	0,29	0,42 (0,11-1,4)
pH	7	4,8	5,8	6,4	7,2	7,22	8,72	9	7 (4,8-9)
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	592	-	1579	1020	560	-	1809	4980	1757 (560-4980)
TN (mg/L)	7,8	-	18,2	17,3	2,85	6,82	20,2	8	11,6 (2,85-20,2)
TP (mg/L)	-	22,3	-	-	-	-	3,85	0,98	9,03 (0,95-22,3)
Bakır (mg/L)	-	-	-	-	0,06	-	-	1,09	0,58 (0,06-1,09)
Renk (Pt-Co)	-	-	-	-	-	-	3550	2775	3163 (2775-3550)
DOC (mg/L)	-	-	-	-	-	-	110	43	76 (43-110)
^a Veri mevcut değildir									

İşletmede kompozit atıksu konsantrasyonları üretime bağlı olarak gün içerisinde değişmektedir. Kompozit atıksu karakterizasyonunu etkileyen başlıca faktörler; lif türü, kullanılan prosesler, flotte ve fiksasyon oranları, uygulanan reçeteler ve çalışma programlarıdır. İşletmede oluşan kompozit atıksular doğrudan kanalizasyona verilerek uzaklaştırılmakta ve arıtımı Isparta Belediyesi Kentsel Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi'nde yapılmaktadır. Endüstriyel atıksuların kanalizasyona verilebilmesi için kanalizasyona deşarj limitleri bulunmaktadır (Çizelge 4.32). Bazı endüstrilerde atıksu karakterizasyonuna bağlı olarak kanalizasyona deşarj limitlerinin sağlanabilmesi için atıksuların ön arıtması gerekli olabilmektedir. İşletmede kompozit atıksuların karakterizasyonu yapılarak kanalizasyona deşarj limitleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre KOİ, AKM, yağ-gres, fenol, krom, pH parametrelerinin bazı numunelerde kanalizasyon limit değerlerini karşılamadığı görülmektedir.

Çizelge 4.32. Endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarj limitleri

Parametre	^a İpliksan ortalama kompozit atıksu konsantrasyonu (min.-maks.)	Endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarj limitleri				
		İSKİ ^b	İZSU ^c	ASKİ ^d	ASAT ^e	Isparta Bld. ^f
KOİ (mg/L)	1006 (76-3636)	1000	4000	1000	1000	800
AKM (mg/L)	98 (9-370)	500	500	400	350	350
Yağ-gres (mg/L)	168 (42-697)	150	250	200	150	100
Fenol (mg/L)	4,1 (0,4-14)	10	10	10	10	10
Krom (mg/L)	0,48 (0,1-1,5)	5	5	5	5	5
Sülfat (mg/L)	47,4 (10-74)	1700	1000	1000	1700	1000
Sülfür (mg/L)	0,42 (0,11-1,4)	2	2	2	2	2
pH	7 (4,8-9)	6-12	6,5-10	6,5-10	6-10	6-10
TN (mg/L)	11,6 (2,85-20,2)	- ^g	-	-	40	50
^a Aralık 2009, Mayıs 2010, Temmuz 2010, Aralık 2010, Haziran 2011, Haziran 2012, Eylül 2012 ve Mart 2013 kompozit atıksu analiz sonuçlarıdır ^b İstanbul Büyük Şehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi ^c İzmir Büyük Şehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi ^d Ankara Büyük Şehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi ^e Antalya Büyük Şehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi ^f Isparta Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi ^g Veri mevcut değildir						

İşletmede kompozit atıksular kanalizasyona verilmeden önce küçük ölçekli bir biriktirme yapısında bekletilmektedir. Ancak bu mevcut yapının kapasitesi kompozit atıksu konsantrasyonlarındaki dalgalanmaları önlemede yeterli olmamaktadır. Bu nedenle işletmede yeni bir dengeleme havuzuna ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca elektriksel iletkenlik endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarj kriterleri arasında olmasa da yüksek tuz içeren rejenerant atıksuyu ayrı toplanarak reaktif boyama işlemlerinde veya tesis temizliğinde DGK değerlendirilebilir. Diğer taraftan iyon değiştirme ünitesinin rejenerant atıksularından tuz giderimi yapılabilir ve bu sular da tekrar proseslerde geri kullanılabilir. Böylelikle atıksular ile kanalizasyona verilen tuz içeriği ve proses suyu tüketimi azaltılabilir. Bu kapsamda daha detaylı tartışmalar 4.1.5.2 başlığı altında sunulmuştur.

Spesifik atıksu kirlilik yüklerinin değerlendirilmesi

İşletmede mevcut durum analizi kapsamında kompozit atıksuların taşıdıkları spesifik kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Buna göre 2009-2011 yılı verilerine göre işletmede ortalama kompozit atıksu debisi (evsel atıksular hariç) 420 m³/gün (min.-maks. debi: 283-641 m³/gün) ve spesifik kompozit atıksu miktarı ise ortalama 48 L/kg ürün dür. Ayrıca işletmede kompozit atıksu karakterizasyonu yapılmıştır. Bu verilerden yararlanılarak kompozit atıksuyun KOİ, AKM, yağ-gres, TN, TP ve DOC parametreleri için spesifik yükleri belirlenmiştir. Buna göre kompozit atıksuların spesifik KOİ, AKM ve yağ-gres yükleri sırasıyla 48, 5 ve 8 gr/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.33’de işletmeden kanalizasyona verilen spesifik atıksu kirlilik yükü değerleri verilmiştir. Ayrıca Mart-2013 tarihinde yapılan proses atıksuyu analizleri, proses atıksuyu miktarları ve üretim değerlerinden yararlanılarak kompozit atıksuların KOİ yüküne terbiye, boyama ve baskı proseslerinin katkısı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.33. Kanalizasyona verilen spesifik atıksu kirlilik yükü değerleri

Parametre	Ortalama atıksu konsantrasyonu (min.-maks.) (mg/L)	^a Ortalama spesifik kirlilik yükü (min.-maks.) (gr/kg ürün)
KOİ	1006 (76-3636)	48 (32-75)
AKM	98 (9-370)	5 (3-7)
Yağ-gres	168 (42-697)	8 (5-13)
TN	11,6 (2,85-20,2)	0,6 (0,4-0,9)
TP	9,03 (0,95-22,3)	0,4 (0,3-0,7)
DOC	76 (43-110)	4 (2-6)
^a Ortalama spesifik kompozit atıksu kirlilik yüklerinin hesaplanmasında spesifik kompozit atıksu miktarları esas alınmıştır (bkz. Çizelge 4.28)		

HT ve çile terbiye proseslerinde spesifik KOİ yükü değerleri sırasıyla 33 ve 151 gr/kg ürün dür. LP baskı boyama proseslerinde ve LP-VP terbiye işlemlerinde spesifik KOİ yükleri sırasıyla 0,7 ve 12 gr/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Buna göre kompozit atıksuların KOİ yükünde HT ve çile terbiye-boyama proseslerin payları sırasıyla %55 ve %38 olmaktadır. LP-VP terbiye işlemlerinin kompozit atıksu KOİ

yüküne katkısı ise %6 olarak hesaplanmıştır. LP baskı boyama proseslerinde yapılan ön yıkama atıksularının miktarları ve KOİ konsantrasyonlarının çok az olması nedeniyle kompozit atıksuların KOİ yüküne katkısı ancak %1 olmaktadır.

4.1.1.9. İpliksan işletmesinde mevcut yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi

İşletmede mevcut durum analizi kapsamında yönetim uygulamaları, uygulanmakta olan prosedürler ve standartlar incelenmiştir. İpliksan 1991 yılında Türkiye’de ilk kez el örgü ipliği üretiminde TSE 11846 belgesi ve el örgü ipliği imalatında yine ilk kez ISO 9001:2008 Kalite Sistem Belgesi alan tekstil işletmesidir. İşletmede uygulanan kalite yönetim sistemi kapsamında dokümantasyon ve ürün kalitesinin artırılması için çeşitli önlemler alınmıştır. Ancak mevcut kalite yönetim sisteminin çevre yönetim sistemi ile tamamlanması işletmenin kaynak kullanımı ve çevresel performansında önemli iyileşmeler sağlayacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan işletme ürünlerinin önemli bir bölümünü ihraç etmektedir. Bu nedenle uluslararası tekstil standartlarına uyum sağlaması gerekmektedir. Bu kapsamda işletmede Ekotex 100 (Oeko-Tex Standard 100) ve GOTS (Global Organik Tekstil Standardı) kalite standartları uygulanmaktadır.

İşletmede üretim verimliliğinin artırılması amacıyla iyi yönetim teknikleri hali hazırda uygulanmaktadır. Bunların başında; bakım-onarım programlarının hazırlanması, üretim kartları doğrultusunda üretim yapılması, yakıt tüketimi konusunda yapılan optimizasyon çalışmaları, HT boyama makinelerinde proses suyu tüketimin azaltılmasına yönelik uygulamalar (hava yastığı ve kondens suyu DGK’sı), katı atıkların kaynakta ayrı toplanması uygulamaları sayılabilir. Ancak işletmede mevcut yönetim uygulamalarında aşağıda sayılan değişikliklerin yapılması ile üretim verimliliğinin daha da artırılması ve sürekliliği sağlanabilir. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET’ler ve potansiyel tasarruflar 4.1.5 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

- Temiz üretim politikası ve programı oluşturulmalıdır.
- Proses girdileri ve çıktıları daha etkin izlenmeli ve envanterler oluşturulmalıdır.
- Önleyici bakım-onarım ve kaçak kontrolü programları oluşturulmalıdır.

- İşletmede kullanılan tüm kimyasal MSDS'lere göre depolanmalı ve hazırlanmalıdır.
- Liflerin depolanmasında daha etkin uygulamalar benimsenmelidir.
- Katı atıklar çevre mevzuatına uygun biriktirme alanlarında saklanmalıdır.
- Üretim verimliliğinin artırılmasına yönelik işletmede “araştırma-geliştirme (Ar-Ge)” imkanları sağlanmalı, tekstil sektöründe yeni uygulamalar ve teknolojiler takip edilmelidir.
- Kaynak kullanımı ve çevresel etkiler göz önünde bulundurularak üretim programları ve reçeteler revize edilmelidir.
- Çevresel açıdan tehlikeli kimyasalların kullanımından kaçınılmalıdır.
- Temiz üretim, iş sağlığı ve güvenliği, acil durum, ilk yardım, kalite yönetimi, çevre ve diğer teknik konularda personel eğitimlerine ağırlık verilmelidir.
- Laboratuvar ve boyahane koordinasyonu geliştirilmeli, daha hassas laboratuvar cihazları kullanılmalı ve rutin olarak cihazların kalibrasyonu yapılmalıdır.
- Buhar kazanları, hamsu yumuşatma, iklimlendirme ve aydınlatma sistemleri başta olmak üzere yardımcı proseslerde izleme ve optimizasyon çalışmaları yapılmalıdır.

4.1.1.10. İpliksan işletmesinde prosesler bazında kütle ve enerji denklilikleri

Boyahane ünitesi için kütle ve enerji denklilikleri

İşletmede boyahane ünitesinde tekstil liflerinin terbiye, boyama ve baskı işlemleri yapılmaktadır. Ünite de terbiye ve boyama işlemlerinde sürekli çektirme teknikleri, iplik baskı işlemlerinde ise kesikli emdirme teknikleri uygulanmaktadır. İşletmenin kaynak kullanımında (su, enerji, kimyasal vb.) boyahane ünitesi önemli paylara sahiptir. Dolayısı ile ünite atıksu miktarı ve kirlilik yükü, atık gaz emisyonları, atık ısı ve katı atık miktarı açısından belirleyici olmaktadır. Şekil 4.18’de boyahane ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

HT terbiye-boyama prosesi için kütle ve enerji denklıkları

Boyahane ünitesinde üretimin yaklaşık %67'si HT terbiye-boyama proseslerinde yapılmaktadır. Proseste elyaf ya da iplik formundaki liflerin yüksek basınç ve sıcaklık şartlarında sürekli çekirme tekniğine göre terbiye-boyaması yapılmaktadır. Üretimde önemli paya sahip olan proseste proses suyu, enerji, kimyasal tüketimi de yüksek olmaktadır. Ancak HT makinelerinin 10:1 gibi düşük flotte oranlarında çalışması ve üretimdeki payının yüksek olması spesifik tüketimlerin düşük olmasında etkili olmaktadır. Benzer şekilde prosesin atıksu miktarları ve kirlilik yükleri, atık gaz emisyonları ve atık ısı miktarlarına önemli miktarda katkısı olmaktadır. Şekil 4.19'da HT terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Çile prosesi için kütle ve enerji denklıkları

Boyahane ünitesinde çile formundaki ipliklerin düz renk boyamasında çile boyama makineleri kullanılmaktadır. Çile boyama makineleri yüksek sıcaklık ve basınç şartlarında sürekli çekirme tekniği esasına göre çalışmaktadır. Çile boyama makineleri 30:1 gibi yüksek flotte oranlarına sahiptir. Bu nedenle proseste su, enerji, kimyasal tüketimleri yoğun olmaktadır. Ayrıca proseste bobin formdaki ipliklerin çile yapma ve aktarma işlemleri yapılmaktadır. Bu nedenle proseste elektrik enerjisi tüketimi yoğun olmaktadır. Çile terbiye-boyama prosesleri işletmenin atıksu miktarları ve kirlilik yükü, atık gaz emisyonları ve atık ısı miktarlarında önemli paylara sahiptir. Şekil 4.20'de çile terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

LP baskı boyama prosesleri için kütle ve enerji denklıkları

Boyahane ünitesinde çile formundaki ipliklerin çoklu renk tonlarına boyamasında LP baskı boyama makineleri kullanılmaktadır. LP baskı boyama prosesi kesikli emdirmeye tekniğine göre çalışmaktadır. Proseste üretim bandında fikse ve ön yıkama işlemleri de yapılmaktadır. LP baskı boyama prosesinde ipliklerin terbiye (yıkama, yumuşatma) işlemleri ise çile boyama makinelerinde yüksek flotte oranlarında yapılmaktadır. Bu durum proses suyu tüketimini ve atıksu miktarlarının yüksek

olmasında etkili olmaktadır. Proseste çile yapma ve aktarma işlemlerinin yapılması elektrik enerjisi tüketimini artırmaktadır. Ayrıca proseste yarı açık buhar sistemi kullanılması ısı enerjisi tüketimini ve atık ısı miktarlarını artırmaktadır. Şekil 4.21’de LP baskı boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

VP baskı boyama prosesleri için kütle ve enerji denklilikleri

Boyahane ünitesinde bobin ipliklerin çoklu renklere boyanmasında VP baskı boyama makineleri kullanılmaktadır. VP baskı boyama makinesine bobinler çağlıktan beslenmekte ve silindirler vasıtasıyla baskı işlemi yapılmaktadır. VP makinelerinde aynı üretim bandında fikse işlemleri de yapılmaktadır. Proses sonunda baskı boyaması yapılmış iplikler çile formunda sarılmaktadır. VP baskı boyama proseslerinde ipliklerin terbiye işlemleri çile boyama makinelerinde yapılmaktadır. Proseste işlem gören iplikler daha sonra çile aktarma makinelerinde tekrar bobinlere sarılmaktadır. VP baskı boyamada başlıca proses girdilerini proses suyu (terbiye işlemlerinde), enerji ve kimyasallar oluşturmaktadır. Dolayısı ile atıksu, atık gaz ve atık ısı başlıca proses çıktılarını oluşturmaktadır. Şekil 4.22’de VP baskı boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

İplikhane ünitesi için kütle ve enerji denklilikleri

İplikhane ünitesi elyaf formundaki liflerin eğirme, katlama ve büküm işlemleri ile istenilen özelliklerde (karşım, gramaj, incelik, mukavemet, uzunluk vb) ipliklerin imal edildiği ünedir. Ünitede üretimi hazırlık işlemleri ve eğirme işlemleri olarak iki aşamaya ayırmak mümkündür. İplik hazırlık sürecinde filament formundaki elyafın koparma, tarama, birleştirme, temizleme, paralelleştirme, harman ve büküm işlemleri yapılmaktadır. Daha sonra oluşturulan elyaf bantları eğrilerek istenilen özelliklerde (repc, fantaore vb.) iplikler elde edilmektedir. İplikhane ünitesinde elektrik enerjisi tüketimi yoğun olmaktadır. Bunun nedeni ünitede kullanılan makinelerde çok sayıda elektrik motorunun kullanılmasıdır. Diğer taraftan hazırlık işlemleri ve eğirme işlemlerinde yüksek miktarda deşe oluşmaktadır. Şekil 4.23’de iplikhane ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Final ünitesi için kütle ve enerji denklilikleri

İşletmede final ünitesinde özellikle PAC liflerinin şişirme ve tüylendirme işlemleri yapılmaktadır. Şişirme işlemlerinde yüksek miktarda buhar tüketimi gerçekleşmektedir. Ayrıca üniteye müşteri isteği doğrultusunda ipliklerin tüylendirilmesi, el örgü ipliklerinin kukalama-paketlemesi yapılmaktadır. Final ünitesinde başlıca proses çıktılarını atık gaz emisyonları ve deşe atıkları oluşmaktadır. Şekil 4.24’de final ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Kazan sayısı:

- 12 adet HT (F.O. 1:10)
- 8 adet çile (F.O. 1:30)
- 4 adet LP
- 8 adet VP

Üretim kapasitesi: 2.687.700 kg/yıl

İşlenen lif türleri: PAC, PA, yün,
PES, Pamuk, Viskon, İpek

Toplam enerji: 26 MJ/kg ürün

(16-34)

Elektrik enerjisi: 1,12 kWh/kg ürün

(1,1-1,24)

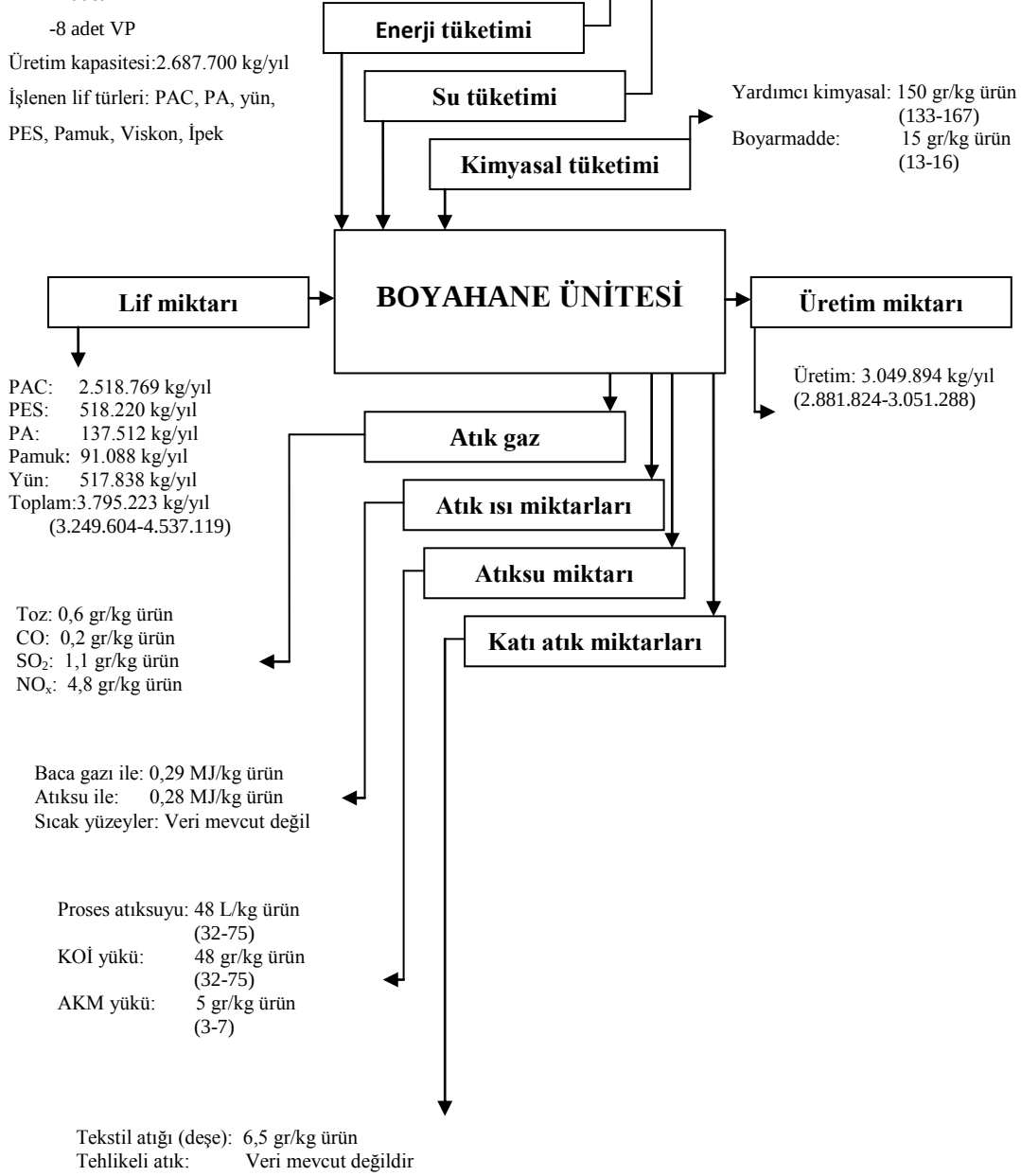
Isıl enerji: 22 MJ/kg ürün (12-30)

Buhar: 9 kg bhr/kg ürün

Proses suyu: 54 L/kg ürün
(36-84)

Yardımcı kimyasal: 150 gr/kg ürün
(133-167)

Boyarmadde: 15 gr/kg ürün
(13-16)



Şekil 4.18. Boyahane ünitesi kütle ve enerji akışı diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Kazan sayısı:

-12 adet HT

-Flotte oranı: 1:10

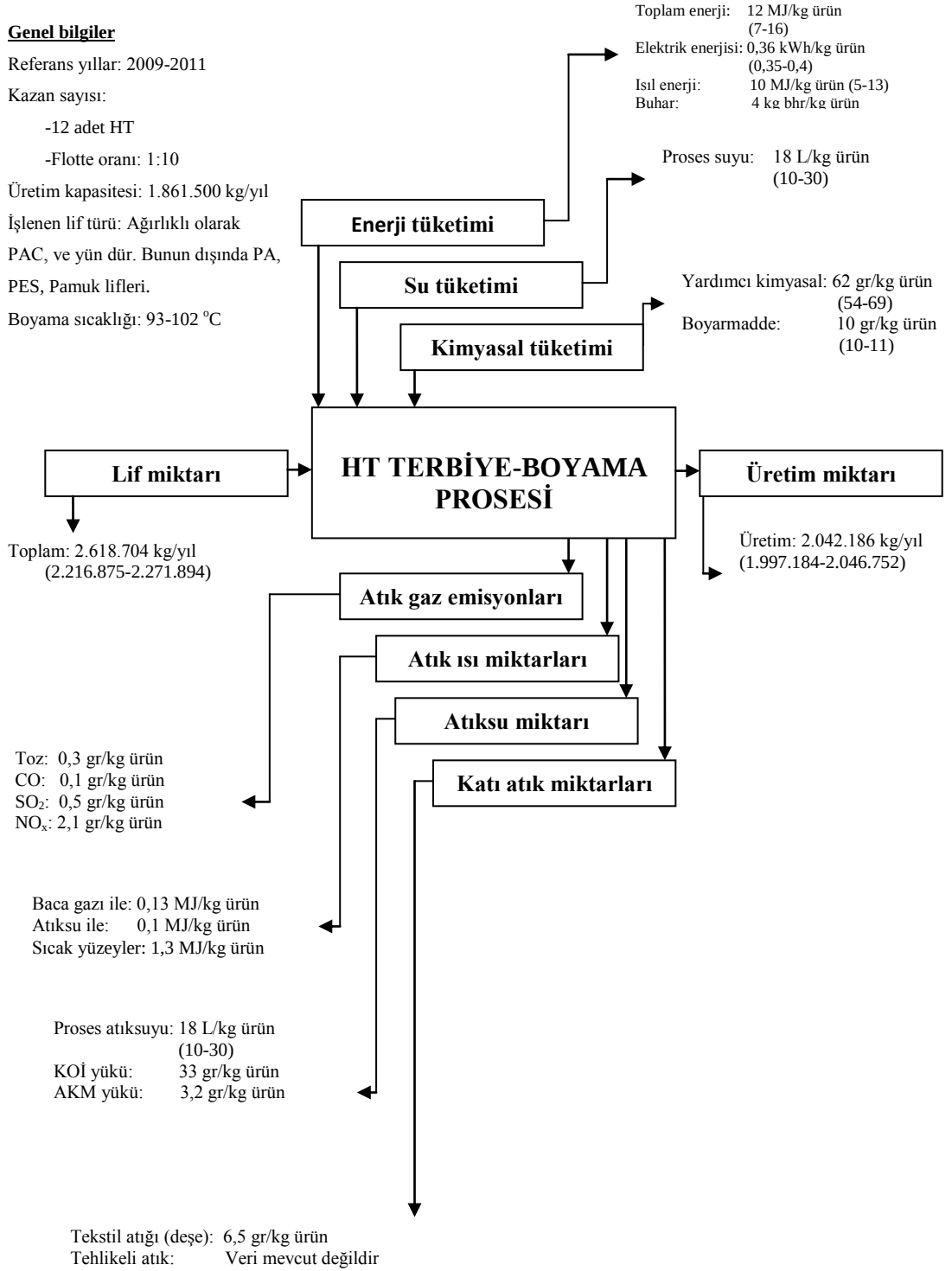
Üretim kapasitesi: 1.861.500 kg/yıl

İşlenen lif türü: Ağırıklı olarak

PAC, ve yün dür. Bunun dışında PA,

PES, Pamuk lifleri.

Boyama sıcaklığı: 93-102 °C



Şekil 4.19. HT terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Kazan sayısı:

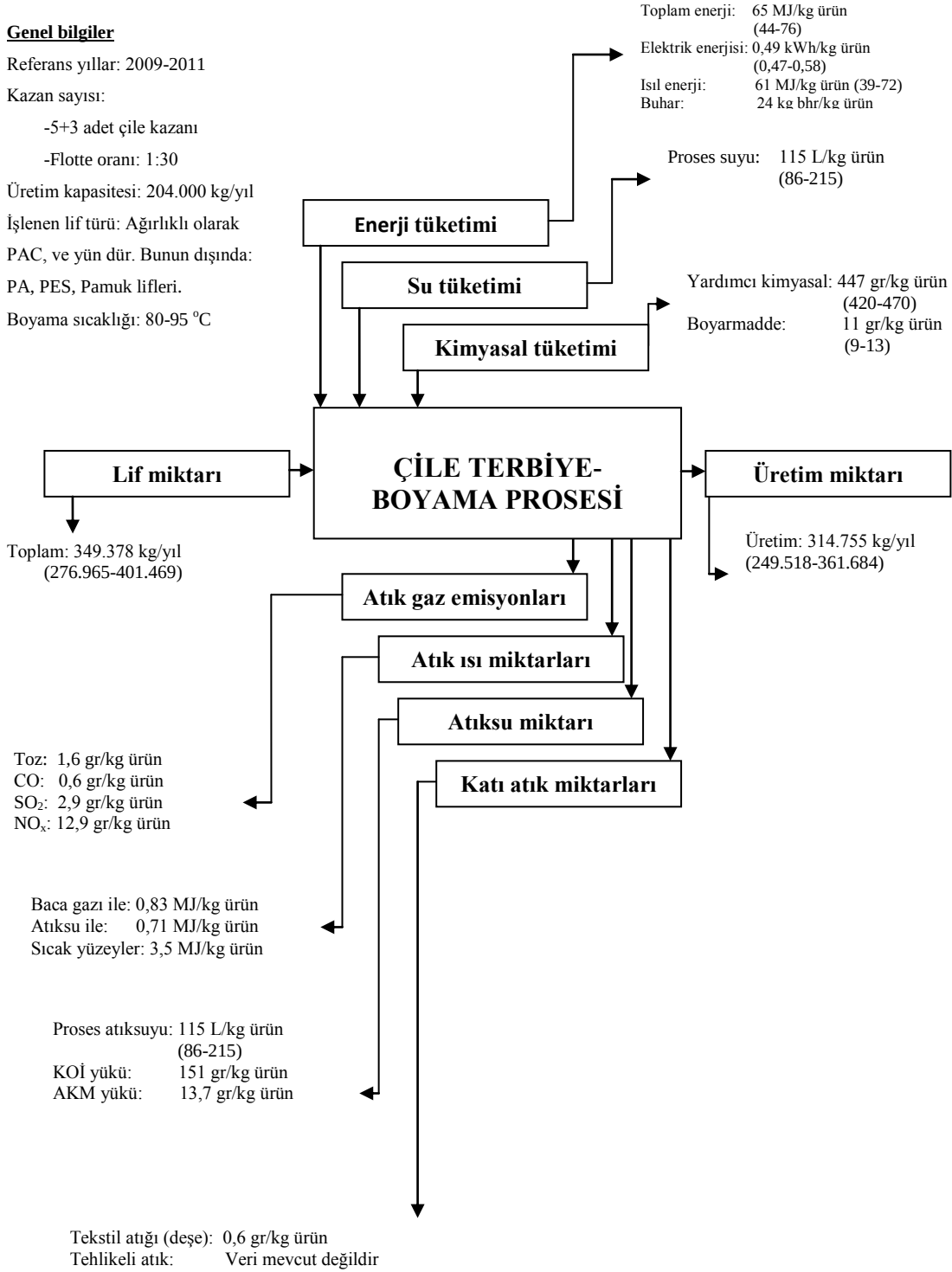
-5+3 adet çile kazanı

-Flotte oranı: 1:30

Üretim kapasitesi: 204.000 kg/yıl

İşlenen lif türü: Ağırlıklı olarak
PAC, ve yün dür. Bunun dışında:
PA, PES, Pamuk lifleri.

Boyama sıcaklığı: 80-95 °C



Şekil 4.20. Çile terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

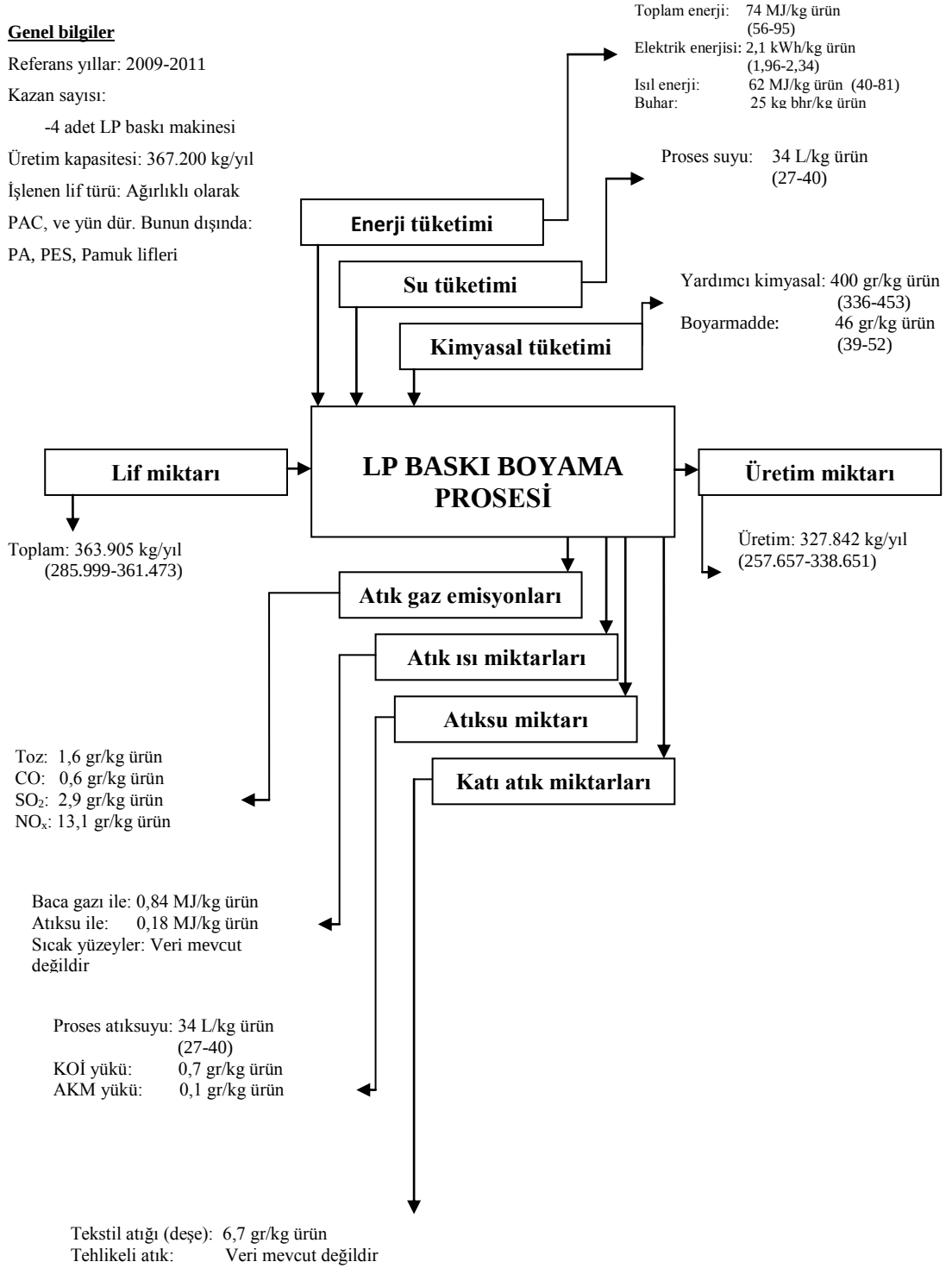
Referans yıllar: 2009-2011

Kazan sayısı:

-4 adet LP baskı makinesi

Üretim kapasitesi: 367.200 kg/yıl

İşlenen lif türü: Ağırlıklı olarak
PAC, ve yün dür. Bunun dışında:
PA, PES, Pamuk lifleri



Şekil 4.21. LP baskı boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Kazan sayısı:

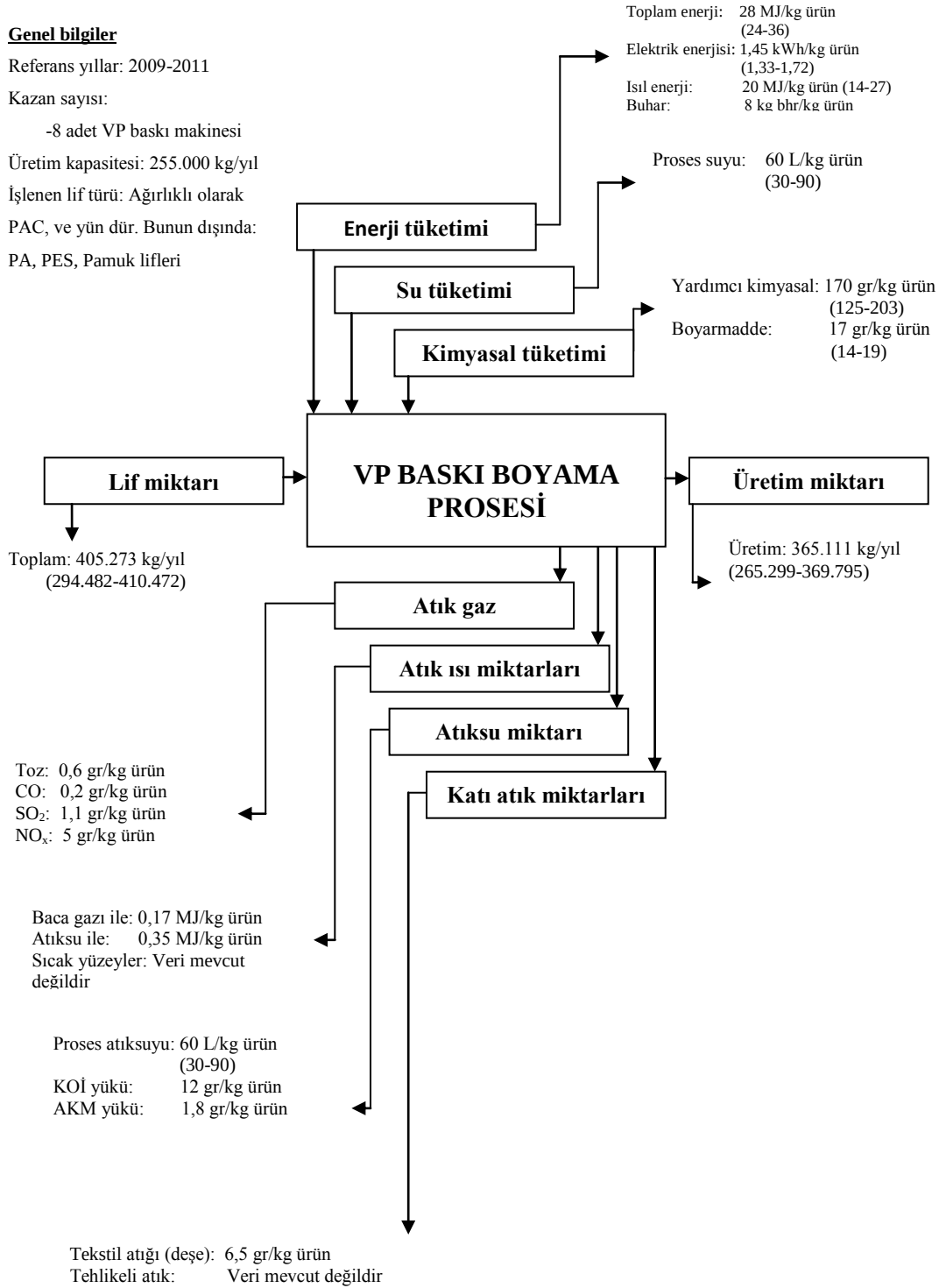
-8 adet VP baskı makinesi

Üretim kapasitesi: 255.000 kg/yıl

İşlenen lif türü: Ağırlıklı olarak

PAC, ve yün dür. Bunun dışında:

PA, PES, Pamuk lifleri



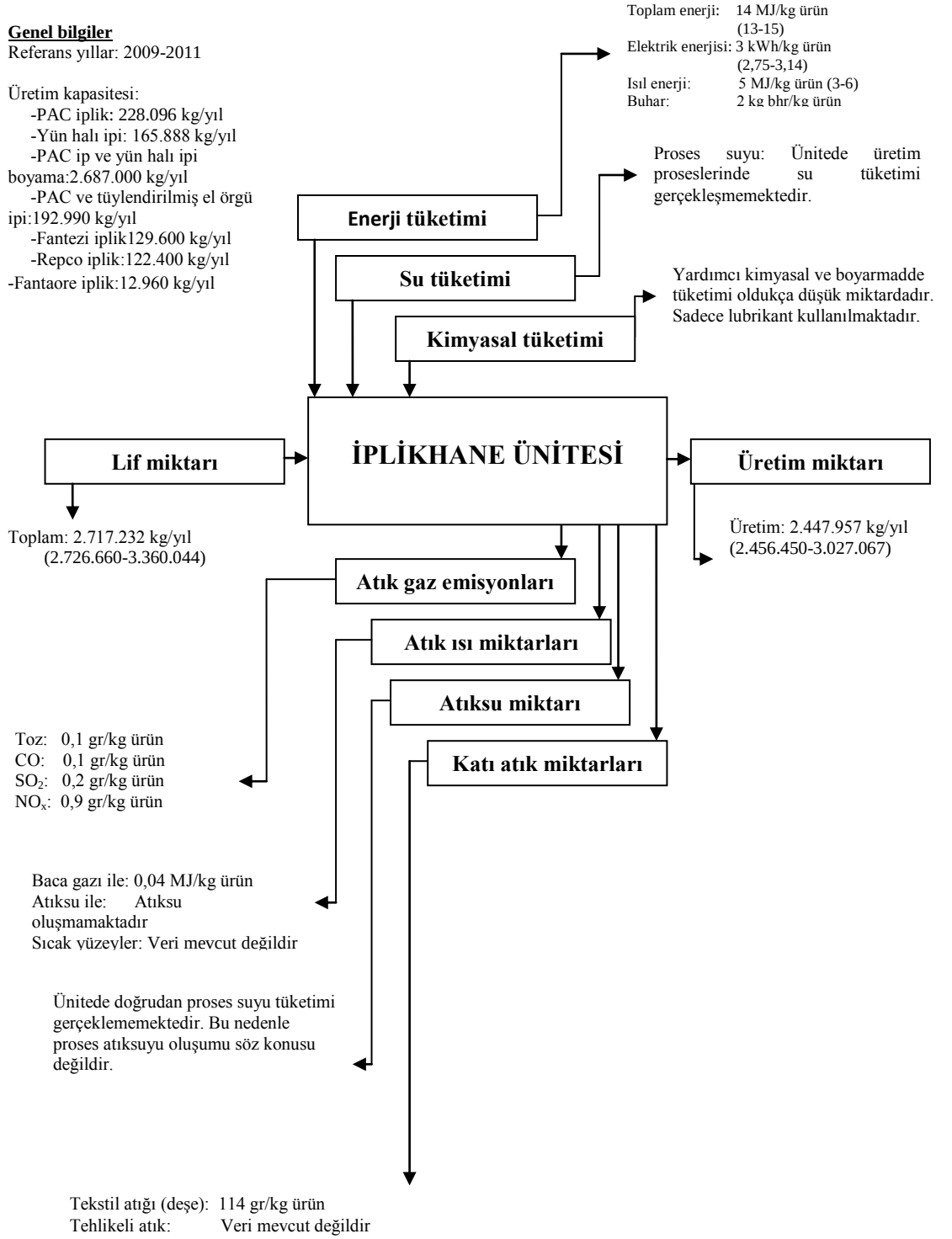
Şekil 4.22. VP baskı boyama prosesi kütlesi ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Üretim kapasitesi:

- PAC iplik: 228.096 kg/yıl
- Yün halı ipi: 165.888 kg/yıl
- PAC ip ve yün halı ipi boyama: 2.687.000 kg/yıl
- PAC ve tüylendirilmiş el örgü ipi: 192.990 kg/yıl
- Fantezi iplik: 129.600 kg/yıl
- Repco iplik: 122.400 kg/yıl
- Fantaore iplik: 12.960 kg/yıl

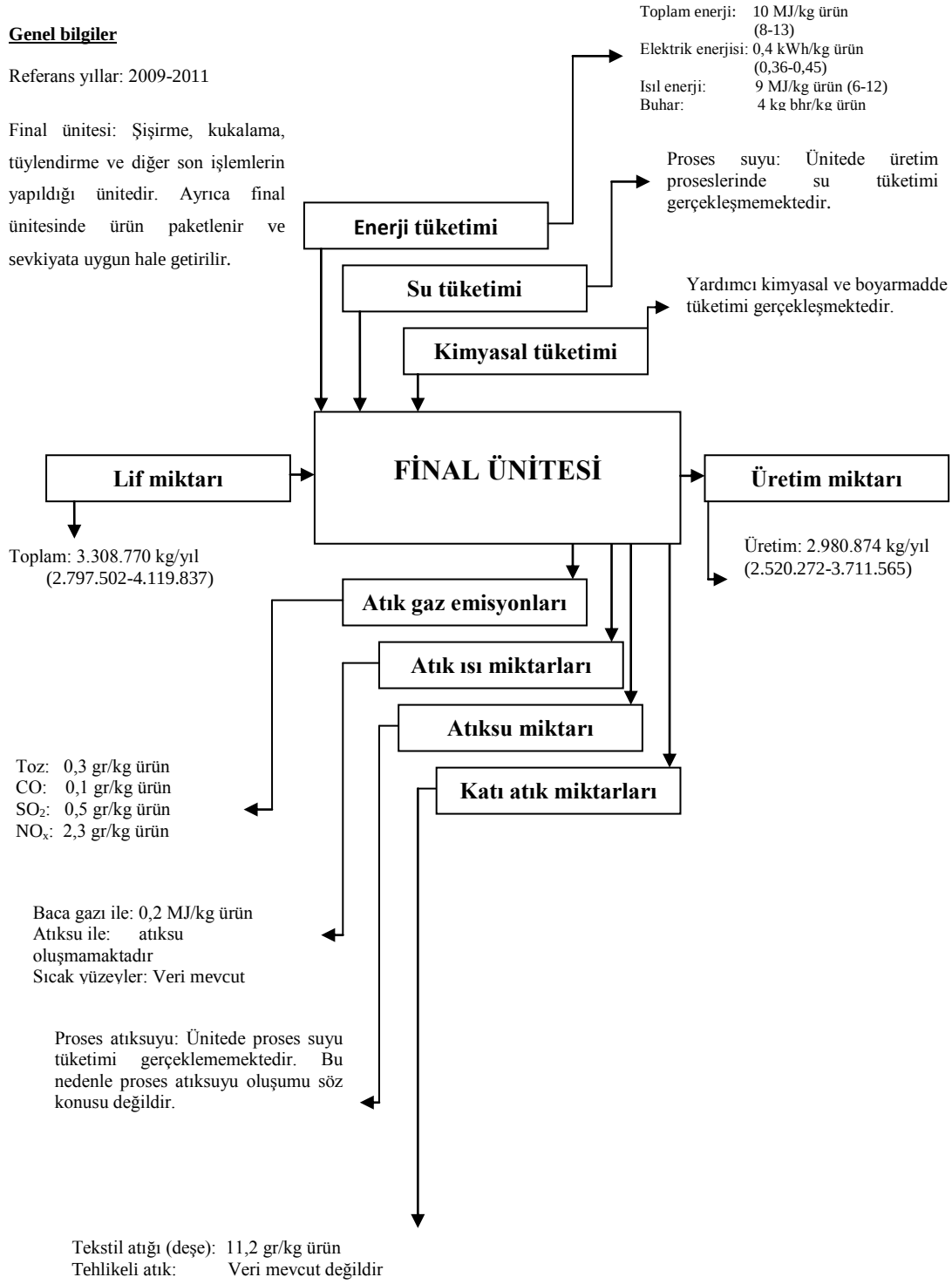


Şekil 4.23. İplikhane ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Final ünitesi: Şişirme, kukalama, tüylendirme ve diğer son işlemlerin yapıldığı ünedir. Ayrıca final ünitesinde ürün paketlenir ve sevkiyata uygun hale getirilir.



Şekil 4.24. Final ünitesi için kütle ve enerji akış diyagramı

İpliksan işletmesi kütle ve enerji denklilikleri

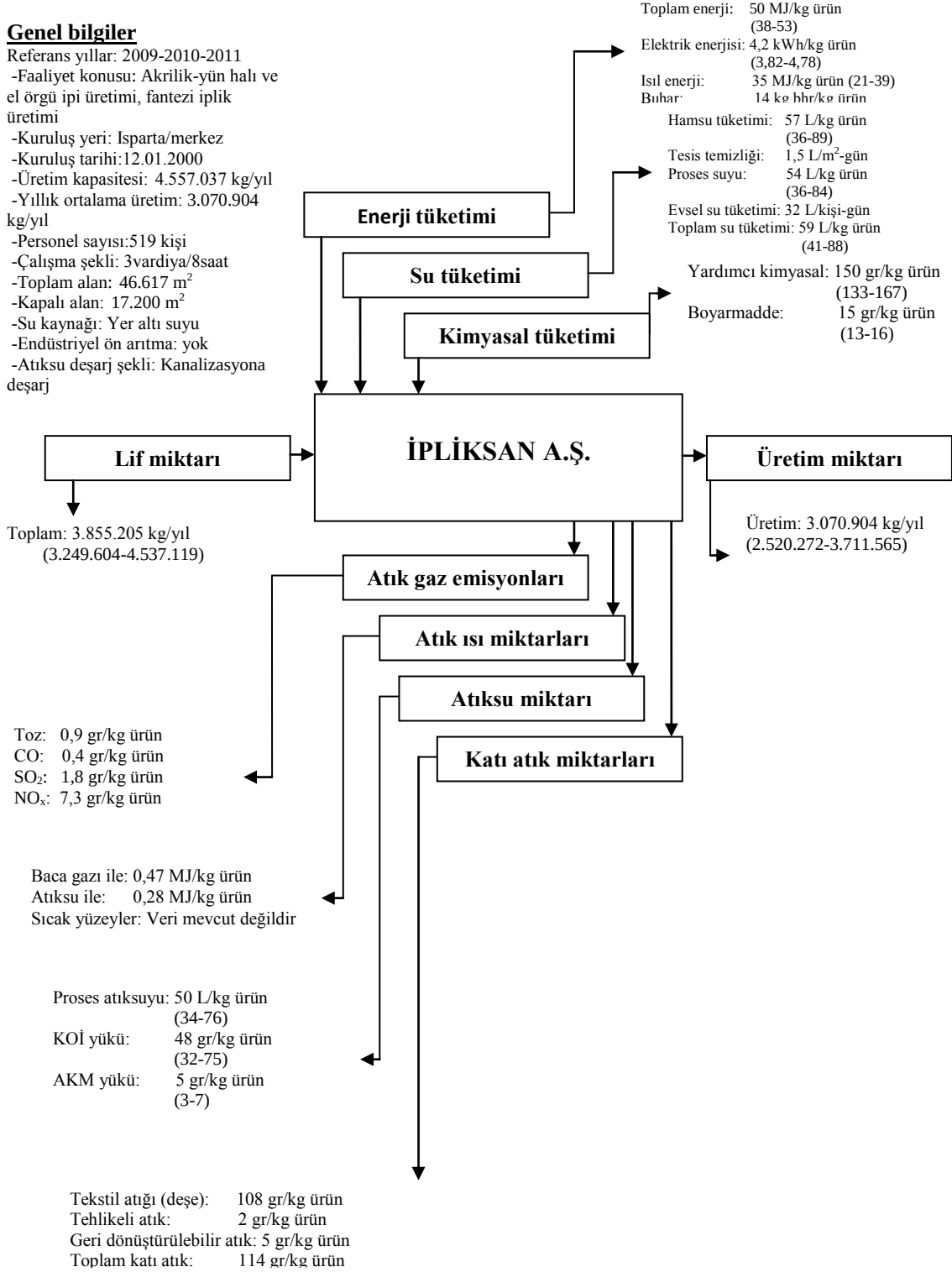
İpliksan işletmesinde farklı formlardaki tekstil liflerinin terbiye, boyama, baskı ve iplik üretimi yapılmaktadır. İşletmede terbiye, boyama, baskı, tesis temizliği, iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonu ve evsel su tüketimleri gerçekleşmektedir. Proses suyu tüketiminde HT ve çile terbiye-boyama prosesleri önemli paylara sahiptir. Ayrıca işletmede proses suyu geri kazanımı yapılmamaktadır. İşletmede elektrik enerjisi ve ısı enerjiden yararlanılmaktadır. Elektrik enerjisi tüketimi iplikhane ve boyahane ünitelerinde yoğun olmaktadır. Isıl enerji tüketimi ise boyahane ve final ünitelerinde daha yoğun olmaktadır. Isıl enerjinin bir kısmı termal radyasyon ve buhar kayıpları ile atık ısıya dönüşmektedir. Bunda işletmede sıcak yüzeylerin izolasyonun yapılmamış olması ve yarı açık buhar sisteminin kullanılması etkili olmaktadır. Isıl enerjinin önemli bir kısmı ise atık baca gazı emisyonu ve sıcak atıksu akımları ile kaybedilmektedir. İşletmede baca gazı ya da atıksu akımlarından ısı geri kazanımı yapılmamaktadır.

Kimyasal tüketimi boyahane ünitesinde yapılan terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde yoğun olmaktadır. Kimyasal tüketiminde HT ve LP baskı boyama prosesleri başta yer almaktadır. Ancak spesifik kimyasal tüketimi 30:1 flotte oranında çalışan çile terbiye-boyama proseslerinde daha yüksek olmaktadır. İşletmede kimyasal geri kazanımı uygulamaları bulunmamaktadır. İşletmede kimyasalların hazırlanmasında ve dozlanmasında manüel teknikler kullanılmaktadır. Dolayısı ile kimyasal kayıpları yüksek seviyede olmakta ve proses atıksuların taşıdığı kimyasal yükü artırmaktadır.

Üretim faaliyetleri sırasında çeşitli özelliklerde katı atıklar oluşmaktadır. İşletmede oluşan başlıca atıklar; evsel atıklar, tehlikeli ve tıbbi atıklar, ambalaj atıkları ve tehlikeli atıklar ile kontamine olmuş ambalaj atıkları, deşe atıkları ve atık madeni yağlar oluşmaktadır. Bu katı atıklardan deşe atıkları, ambalaj atıkları ve tehlikeli atıklar ile kontamine olmuş ambalaj atıklarının geri kazanımı mümkündür. Deşe atıkları özellikle iplikhane ünitesinde yüksek miktarda oluşmaktadır. İşletmede oluşan katı atıklar çevre mevzuatı gerekliliklerine uygun şekilde bertaraf edilmektedir. Şekil 4.25’de İpliksan işletmesi için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2010-2011
-Faaliyet konusu: Akrilik-yün halı ve el örgü ipi üretimi, fantezi iplik üretimi
-Kuruluş yeri: Isparta/merkez
-Kuruluş tarihi: 12.01.2000
-Üretim kapasitesi: 4.557.037 kg/yıl
-Yıllık ortalama üretim: 3.070.904 kg/yıl
-Personel sayısı: 519 kişi
-Çalışma şekli: 3vardiya/8saat
-Toplam alan: 46.617 m²
-Kapalı alan: 17.200 m²
-Su kaynağı: Yer altı suyu
-Endüstriyel ön arıtma: yok
-Atıksu deşarj şekli: Kanalizasyona deşarj



Şekil 4.25. İpliksan işletmesi için kütle ve enerji akış diyagramı

4.1.2. İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi

4.1.2.1. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil sektörü su tüketiminin yoğun olduğu endüstrilerdendir. Karmaşık üretim zincirlerinden ve çok sayıda alt sektörden oluşan endüstride spesifik su tüketimi 3-658 L/kg ürün gibi geniş bir aralıkta olmaktadır (USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; EIE, 2006; TSKR, 2012). Tekstil alt sektörlerinde spesifik su tüketimi işlenen lif türü/formu ve üretimdeki payları, proses özellikleri (flotte oranı, proses uzunluğu vb.), uygulanan teknikler ve teknolojiye bağlı olarak değişmektedir. Ağırlıklı olarak doğal lif (pamuk ve yün) terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik su tüketimi daha yüksek olmaktadır. Ayrıca bobin ve elyaf formundaki liflere göre çile iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimleri daha yüksek seviyededir. Diğer taraftan kesikli yöntemlere göre sürekli terbiye-boyama proseslerinde spesifik su tüketimi daha az olmaktadır.

Tekstil alt sektörlerinden olan iplik terbiye-boyamasında spesifik su tüketimi 3-558 L/kg ürün aralığında değişmektedir (USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; INERIS, 2001; Tubtimhin, 2002; CBMWD, 2003; EIE, 2006; TSKR, 2012). Ağırlıklı olarak sentetik iplik, yün ve pamuk ipliği üretimi yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimleri sırasıyla 65-85; 35-45; 100-380 L/kg ürün dür (USEPA, 1979; EIE, 2006; IFC-EHS, 2007; FEA, 2011). IPPC BREF dokümanında iplik üretimi yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketiminin 10-215 L/kg ürün aralığında değiştiği belirtilmektedir (IPPC BREF, 2003). Ayrıca yapılan literatür araştırmalarında iplik üretimi yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketiminin 50-180 L/kg ürün aralığında yoğunlaştığı görülmüştür.

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında hamsu ve proses suyu tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede spesifik hamsu tüketimi 39-86 L/kg ürün ve proses suyu tüketimi 36-84 L/kg ürün dür. Buna göre işletmenin spesifik su tüketimi literatür ve IPPC BREF dokümanında iplik üretimi yapan tekstil işletmeleri için belirtilen aralıklarda yer almaktadır (Çizelge 4.34). Ancak işletmede ağırlıklı olarak PAC ve yün iplik üretimi yapılmaktadır. Bu nedenle işletmenin spesifik su tüketiminin benzer üretime sahip tekstil işletmeleri bazında değerlendirilmesi

gerekmektedir. İpliksan işletmesinin spesifik su tüketimi, IPPC BREF dokümanında yer alan ve ağırlıklı olarak PAC ve yün iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile kıyaslanmıştır (Çizelge 4.35). Buna göre CV, PES, PAC ve pamuk (ağırlıklı olarak CV ve PAC) iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimi 10-34 L/kg ürün aralığındadır (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Bu tekstil işletmelerinde düşük flotte oranlarında çalışılması ve işlem flottesi sayısının az olması spesifik su tüketimlerinin düşük olmasını sağlamaktadır. İpliksan işletmesinin spesifik su tüketimi belirtilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan ağırlıklı olarak yün (tops/elyaf, çile, bobin), PAC ve CV iplik üretimi yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimleri sırasıyla 36-180 ve 43-212 L/kg ürün aralığında değişmektedir. İpliksan işletmesinin spesifik su tüketimi bu değerler arasında yer almaktadır (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003).

Çizelge 4.34. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)		
	İpliksan	IPPC BREF	Literatür
İplik terbiye-boyama (tüm lif türleri)	39-86	10-215 ^a	3-558 ^b
^a TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003 ^b USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; INERIS, 2001; Tubtimhin, 2002; CBMWD, 2003; EIE, 2006; TSKR, 2012			

Çizelge 4.35. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)		
	CV, PES, PAC ve pamuk	Yün (tops, çile, bobin, elyaf)	Yün, PAC ve CV
İplik terbiye-boyama	10-34 ^a	36-180 ^a	43-212 ^a
İpliksan	39-86	39-86	39-86
^a CRAB, 2001; UBA, 2001; TOWEFO, 2001; Italy, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			

İpliksan işletmesinde %69 oranında tops, tow ve elyaf, %20 çile iplik ve %11 bobin iplik terbiye-boyaması yapılmaktadır. Tow, tops ve elyaf terbiye-boyaması HT makinelerinde 10:1 flotte oranında gerçekleştirilmektedir. Bu proseste lif türü/formuna bağlı olarak spesifik proses suyu tüketimi 10-30 L/kg ürün aralığında değişmektedir. HT terbiye-boyama proseslerinde spesifik proses suyu tüketimi çizelge 4.35’de verilen ağırlıklı olarak CV ve PAC terbiye-boyaması yapan tekstil

işletmeleri için verilen tipik değerler (10-34 L/kg ürün) aralığındadır (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003).

İşletmede ile formundaki ipliklerin terbiye-boyamasında çile makineleri kullanılmaktadır. ile makineleri 30:1 flotte oranında çalışmakta ve spesifik su tüketimi proses uzunluğuna bağlı olarak 86-215 L/kg ürün aralığında değişmektedir. IPPC BREF dokümanına göre çile iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimi 36-180 L/kg ürün aralığındadır. Ayrıca İpliksan ile aynı oranda (yaklaşık %20) ile iplik terbiyesi yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimi ortalama değeri 85 L/kg ürün dr (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Buna göre İpliksan işletmesinde çile terbiye-boyama proseslerinde spesifik su tüketiminin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. ile makinelerinin yüksek flotte oranına sahip olması su tüketimini artıran en önemli faktördür. Bu durumda işletmede su tüketiminin minimizasyonunda öncelikli olarak çile makinelerinde bazı modifikasyonların (flotte oranlarının azaltılması, üretim programlarının optimizasyonu, proses sürelerinin kısaltılması, kondens suyunun geri kullanımı vb.) yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan işletmede su tüketiminin minimizasyonu için proses atıksularının önemli bir bölümünün AGK veya DGK için uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca su tüketiminin prosesler bazında izlenmesi ve envanterlerin hazırlanması, verimli bir su-atıksu yönetim planının hazırlanması ve yardımcı proseslerde su optimizasyonu çalışmalarının yapılması gibi mevcut yönetim uygulamalarında bazı değişiklikler ile önemli oranda tasarruflar sağlanabileceği tahmin edilmektedir.

İpliksan işletmesi spesifik su tüketimi benzer üretime sahip tekstil işletmeleri bazında değerlendirilmiştir. Buna göre işletmenin su tüketiminde %36-62 oranında tasarrufların mümkün olduğu görülmüştür. İşletmede su tüketiminin minimizasyonu amacıyla çeşitli MET'ler önerilmiştir. Bu kapsamda işletmeye nerilen MET'ler ve su tüketiminde sağlanabilecek potansiyel tasarruflar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıklarında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.2. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde enerji üretim proseslerinin önemli bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Endüstride başlıca ısı ve elektrik enerjisinden yararlanılmaktadır. Sektörün heterojen ve dinamik yapısı göz önüne alındığında lif türü, formu, proses özellikleri, uygulanan teknik ve teknolojiye bağlı olarak alt sektörlerde enerji tüketimi değişmektedir. Ağırlıklı olarak iplik terbiye-boyaması yapan işletmelerde ısı enerjisi ihtiyacı yüksek olurken dokuma, örme, eğirme, katlama, büküm vb. yapan işletmelerde elektrik tüketimi daha yoğun olmaktadır (Palamutcu, 2010). Sektörde iplik üretimi yapan tekstil işletmelerinde spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri sırasıyla 0,1-7,3 kWh/kg ürün (Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2000; Palamutcu, 2011) ve 11-80 MJ/kg ürün dür (Tarakçıoğlu vd., 1984; Kumar vd., 1999; Kalliala ve Talvenmaa, 2000; Visvanathan vd., 2000; Tubtimhin, 2002; Swaninathan ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; UNIDO, 2010; Khurshid vd., 2012). İplik terbiye-boyamada spesifik elektrik enerjisi tüketimi 0,3-4,2 kWh/kg ürün (Tarakçıoğlu vd., 1984; Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2000; Özgür vd., 2002; Kaplan ve Koç, 2004; EIE, 2006) ve spesifik ısı enerjisi tüketimi 14-65 MJ/kg ürün dür (UNIDO, 2010). Ayrıca iplik eğirme işlemlerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi 1,8-5,4 kWh/kg ürün aralığında değişmektedir (Visvanathan vd., 2000; Swaninathan ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; UNIDO, 2010; Palamutcu, 2011; Khurshid vd., 2012). IPPC BREF dokümanına göre iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri sırasıyla 0,9-6,5 kWh/kg ürün ve 14-100 MJ/kg ürün dür. Ayrıca açık elyaf boyaması yapan işletmelerde spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri sırasıyla 0,1-0,4 kWh/kg ürün ve 4-14 MJ/kg ürün olurken, iplik boyaması yapan işletmelerde ise 0,8-1,1 kWh/kg ürün ve 13-16 MJ/kg ürün aralığında değişmektedir (IPPC BREF, 2003).

İpliksan işletmesi mevcut durum analizi kapsamında spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri sırasıyla 3,8-4,8 kWh/kg ürün ve 21-39 MJ/kg ürün aralığındadır. İşletmede boyahane ünitesinde ısı enerjisi ve iplikhane ünitesinde elektrik enerjisi tüketimi daha yoğun olmaktadır. Boyahane ünitesinde çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama prosesleri ısı enerjisi tüketiminde başta gelmektedir. Ayrıca LP baskı boyama proseslerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi de yüksek olmaktadır.

İplikhane ünitesinde ise özellikle pasaj (1,6-2,1 kWh/kg ürün) ve ring (0,9-1,2 kWh/kg ürün) işlemlerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi yüksek olmaktadır.

İpliksan işletmesi spesifik elektrik, ısıl enerji tüketimleri literatür ve IPPC BREF dokümanlarında yer alan benzer üretime sahip tekstil işletmeleri bazında değerlendirilmiştir (Çizelge 4.36). Buna göre işletmenin spesifik elektrik ve ısıl enerji tüketimleri literatür ve IPPC BREF dokümanında belirtilen aralıklarda yer almaktadır. Ancak yapılan bu karşılaştırma ile İpliksan işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle işletmenin enerji tüketiminin benzer üretim yapısına sahip tekstil işletmeleri bazında değerlendirilmesinin daha doğru bir yaklaşım olacağı düşünülmüştür. Çizelge 4.37’de İpliksan ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer üretime sahip tekstil işletmeleri spesifik elektrik ve ısıl enerji tüketimleri açısından karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.36. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik enerji tüketimi			
	Enerji	İpliksan	IPPC BREF	Literatür
İplik üretimi, terbiye -boyaması	Isıl enerji (MJ/kg ürün)	21-39	14-100 ^a	11-80 ^b
	Elektrik enerjisi (kWh/kg ürün)	3,8-4,8	0,9-6,5 ^a	0,1-7,3 ^b
^a EURATEX, 2000; CRAB, 2001; Italy, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; Germany, 2002; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003				
^b Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2000; EIE, 2006; INRA, 2006; UNIDO, 2010; Palamutcu, 2011				

IPPC BREF dokümanına göre ağırlıklı olarak yün topsu/ipliği terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik elektrik ve ısıl enerji tüketimleri 0,5-1,1 kWh/kg ürün ve 11-28 MJ/kg ürün aralığında değişmektedir (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Buna göre İpliksan işletmesinde elektrik ve ısıl enerji tüketiminin yün topsu/iplik terbiyesi-boyaması yapan tekstil işletmelerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca ağırlıklı olarak yün, PAC, CV ipliği terbiye-boyaması ve iplik üretimi yapan tekstil işletmelerinde spesifik elektrik ve ısıl enerji tüketimleri sırasıyla 0,9-6,5 kWh/kg ürün ve 11-38 MJ/kg ürün aralığındadır (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Buna göre İpliksan işletmesi elektrik enerjisi tüketiminde söz konusu aralıkta yer alırken ısıl enerjinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.37. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik enerji tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Enerji	Spesifik enerji tüketimi			
		Yün tops ve ipliği	Yün, PAC/CV ipliği	Açık elyaf boyama (yün, PAC, PES, pamuk, PA)	Bobin iplik boyama (yün/PA, PAC, pamuk)
İplik boyama ve terbiyesi	Spesifik ısı	11-28 ^a	11-38 ^a	4-14 ^b	13-16 ^b
İpliksan	enerji (MJ/kg ürün)	21-39	21-39	5-13 ^c	12-30 ^d
İplik boyama ve terbiyesi	Spesifik elektrik enerjisi	0,5-1,1 ^a	0,9-6,5 ^a	0,1-0,4 ^b	0,8-1,1 ^b
İpliksan	(kWh/kg ürün)	3,8-4,8	3,8-4,8	0,3-0,4 ^c	1,1-1,2 ^d

^aEURATEX, 2000; CRAB, 2001; Italy, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; Germany, 2002; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
^bTTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
^cHT terbiye-boyama proseslerinde enerji tüketimi değerleri
^dBoyahane ünitesi enerji tüketimi değerleri

IPPC BREF dokümanına göre açık elyaf boyamada spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri sırasıyla 0,1-0,4 kWh/kg ürün ve 4-14 MJ/kg ürün dür (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). İpliksan işletmesinde açık elyaf boyaması HT terbiye-boyama proseslerinde yapılmaktadır. HT prosesinde spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimi sırasıyla 0,3-0,4 kWh/kg ürün ve 5-13 MJ/kg ürün dür. Buna göre HT prosesleri elektrik ve ısı enerjisi tüketimi açısından IPPC dokümanında belirtilen aralıklarda yer almaktadır. Bobin iplik boyamasında ise spesifik elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri ise sırasıyla 0,8-1,1 kWh/kg ürün ve 13-16 MJ/kg ürün aralığında değişmektedir. İpliksan işletmesinde bobin iplik boyaması HT terbiye-boyama proseslerinde yapılmaktadır. Ancak çok az miktarda bobin iplik terbiye-boyaması yapılmaktadır. İşletmede bobin formunda işletmeye alınan iplikler çile yapma proseslerinde çile formuna getirildikten sonra terbiye-boyama ve baskı işlemleri yapılmakta ve daha sonra yeniden bobinlere sarılmaktadır. Bu kapsamda işletmede tüm terbiye-boyama ve baskı proseslerini içeren boyahane ünitesi enerji tüketimlerinin esas alınması gerekmektedir. İşletmede boyahane ünitesinde elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri sırasıyla 1,1-1,2 kWh/kg ürün ve 12-30 MJ/kg ürün aralığında değişmektedir. Buna göre İpliksan işletmesi bobin iplik terbiye-boyaması için belirtilen değer aralıklarından daha yüksek enerji tüketimlerine sahiptir.

İpliksan işletmesinde spesifik ısıl enerji tüketimi HT terbiye-boyama prosesleri haricinde diğer proseslerde daha yoğun olmaktadır. Boyahane ünitesinde çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama proseslerinde ısıl enerji tüketiminin minimizasyonuna ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Benzer şekilde final ünitesinde açık buhar sistemi kullanılması sebebiyle ısıl enerji kaybı yüksek olmaktadır. Bu nedenle final ünitesinde ısıl enerji tüketiminin minimizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. İpliksan işletmesinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi benzer üretime sahip işletmeler bazında karşılaştırılmış ve işletmenin spesifik elektrik enerjisi tüketiminin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca pasaj ve ring işlemlerinde de spesifik elektrik enerjisi tüketiminin yoğun olduğu görülmektedir. Buna göre işletmede elektrik enerjisi minimizasyonu gerekmektedir.

Benzer üretime sahip işletmeler bazında yapılan değerlendirmelere göre İpliksan işletmesinde elektrik ve ısıl enerji tüketiminde sırasıyla %24-52 ve %20-65 oranlarında tasarrufların sağlanması mümkündür. Özellikle boyahane ünitesinde ısıl enerji tüketimi %28-46 oranında azaltılabilir. Elektrik ve ısıl enerji tüketimlerinin minimizasyonu amacıyla işletmeye MET'ler önerilmiştir. Böylelikle işletmede enerji tüketiminde sağlanabilecek potansiyel tasarruflar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.3. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde özellikle terbiye-boyama ve baskı proseslerinde kimyasal tüketimi yoğun olmaktadır (Kocaer ve Alkan, 2002). İplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimleri sırasıyla 3-110 ve 63-1.776 gr/kg ürün dür (Kallilala ve Talvenmaa, 2000; IE, 2003; Kaplan ve Koç, 2004; Schoeberl vd., 2004; EIE, 2006). Ancak sektörde kimyasal tüketimi lif türü ve formu, proses özellikleri, uygulanan teknik ve teknolojiye bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 4.38'de ağırlıklı olarak iplik terbiye-boyamasında lif türü bazında spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimleri verilmiştir. Buna göre yün iplik terbiye-boyamasında spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Sentetik liflerin terbiye-

boyamasında ise doğal liflere nazaran daha düşük kimyasal tüketimi gerçekleştirmektedir.

Çizelge 4.38. İplik terbiye-boyamada spesifik kimyasal tüketimi (TTTSD, 2002)

Ağırlıklı üretim	Spesifik boyarmadde tüketimi (gr/kg ürün)	Spesifik yardımcı kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)
Yün iplik terbiye-boyaması	15-36	58-428
Pamuk iplik terbiye-boyaması	25	400
Sentetik iplik terbiye-boyaması	18-36	175-255
Yün, PAC, CV terbiye-boyaması	13-18	121-415

İpliksan işletmesi mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik boyarmadde ve kimyasal tüketimleri hesaplanmıştır. İşletmede spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimleri sırasıyla 13-16 ve 133-167 gr/kg ürün dür. İşletmenin spesifik kimyasal tüketimleri iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile kıyaslandığında belirtilen aralıklarda yer almaktadır (Çizelge 4.39). Ancak işletmede çile terbiye-boyama proseslerinde yüksek flotte oranları ve ağırlıklı olarak çile formundaki yün liflerinin işlenmesi nedeniyle spesifik yardımcı kimyasal tüketimi (420-470 gr/kg ürün) yüksek olmaktadır. LP baskı boyama proseslerinde ise spesifik boyarmadde tüketimi (39-52 gr/kg ürün) daha yüksektir. Çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama prosesleri spesifik kimyasal tüketimleri açısından IPPC BREF dokümanında ve literatürde yer alan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre çile terbiye-boyama proseslerinde spesifik yardımcı kimyasal tüketiminin ve LP baskı boyama proseslerinin tipik aralıklarda yer almamaktadır.

Çizelge 4.39. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)			
	Kimyasallar	İpliksan	IPPC BREF	Literatür
İplik terbiye, boyama ve baskı	Boyarmadde	13-16	13-36 ^a	3-110 ^b
	Yardımcı kimyasal	133-167	58-428 ^a	63-1776 ^b

^aCRAB, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003

^bKallilala ve Talvenmaa, 2000

İşletmenin spesifik kimyasal tüketimi değerleri IPPC BREF dokümanlarında yer alan benzer üretime sahip tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre ağırlıklı olarak yün topsu/ipliği terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik boyarmadde ve

yardımcı kimyasal tüketimleri sırasıyla 15-36 ve 58-428 gr/kg ürün dür. Ayrıca ağırlıklı olarak yün, PAC, CV ipliği terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimleri sırasıyla 13-18 ve 121-415 gr/kg ürün dür. Buna göre İpliksan işletmesi boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimleri açısından belirtilen aralıklarda yer almaktadır (Çizelge 4.40). Ancak işletmede prosesler bazında bir değerlendirme yapıldığında çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama proseslerinde spesifik yardımcı kimyasal tüketimlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.40. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik kimyasal tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Kimyasallar	Spesifik kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)	
		Yün tops/ipliği terbiyesi	Yün, PAC/CV ipliği terbiyesi
İplik terbiye-boyama	Boyarmadde	15-36 ^a	13-18 ^a
İpliksan		13-16	13-16
İplik terbiye-boyama	Yardımcı kimyasal	58-428 ^a	121-415 ^a
İpliksan		133-167	133-167
^a TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			

Çile terbiye-boyama prosesinde yardımcı kimyasal tüketiminin yüksek olmasında flotte oranının yüksek olması ve ağırlıklı olarak çile formunda yün liflerinin işlenmesi etkili olmaktadır. LP ve VP baskı proseslerinde ise boyarmaddelerin lifler üzerine aplikasyonunda kullanılan teknikler spesifik boyarmadde tüketimini artırmaktadır. İşletmenin toplam kimyasal tüketiminin yaklaşık yarısını HT terbiye-boyama prosesleri oluşturmaktadır. Ancak HT terbiye-boyama proseslerinde ağırlıklı olarak PAC liflerinin işlenmesi ve düşük flotte oranlarına sahip olması sayesinde spesifik kimyasal tüketimi çok daha düşük olmaktadır. Bu nedenle işletmede kimyasal tüketiminin minimize edilmesinde çile makinelerinde teknik modifikasyonlar ile flotte oranlarının azaltılması, kimyasal içeren boyama ve yumuşatma proses atıksularının geri kazanımı, otomatik dozlama sistemi kurulması, kimyasal değişimi, reçetelerin optimize edilmesi, çalışma programlarının revize edilmesi, laboratuvar-boyahane koordinasyonun artırılması, kimyasal tüketiminin izlenmesi ve kontrolü gibi temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kimyasal değişimi kapsamında eko-toksitesitesi yüksek olan ve daha az yardımcı kimyasal gerektiren boyarmaddelerin kullanımı ile işletmenin çevresel

performansının artırılmasına katkı sağlanabilir. Böylelikle işletmede boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimlerinde sırasıyla %30-44 ve %24-43 oranında tasarruflar sağlanabilir. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET'ler ve bu sayede sağlanacak potansiyel tasarruflar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.4. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde buhar terbiye-boyama flottelerinin ısıtılması, kurutma, fıkse ve şişirme işlemlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Tekstil alt sektörlerinde buhar tüketimi başlıca lif türü-formu, proses özellikleri, uygulanan teknik ve teknolojiye bağlı olarak değişmektedir. Tekstil terbiye-boyama işlemlerinde 3,5-5 kg buhar/kg ürün, boyama ve kurutma işlemlerinde 5-8 kg buhar/kg ürün dür (Hasanbeigi, 2010). İplik terbiye-boyamada ise spesifik buhar tüketimi ortalama 7 kg buhar/kg ürün dür (EMT, 2008; Hasanbeigi, 2010). Buna göre iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde tipik olarak buhar tüketimi 4-9 kg buhar/kg ürün aralığında değişmektedir (ARRPEEC, 2003; Purohit, 2007).

İpliksan işleminde mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik buhar tüketimi 14 kg buhar/kg ürün dür. İşletmede buharın %63'ü boyahane ünitesinde tüketilmektedir. Çile terbiye-boyama ve LP baskı boyama proseslerinde spesifik buhar tüketimleri sırasıyla 24 ve 25 kg buhar/kg ürün dür. Çile terbiye-boyama proseslerinde buhar tüketiminin yoğun olmasında flotte oranının yüksek olması etkili olmaktadır. Diğer taraftan LP baskı boyama proseslerinde fıkse işlemlerinde açık buhar sistemi kullanılması buhar kayıplarını ve spesifik buhar tüketimini artırmaktadır. İpliksan işletmesi spesifik buhar tüketimi literatürde yer alan benzer üretim yapısına sahip tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.41). Buna göre işletmenin buhar tüketiminin tipik değer aralıklarının üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.41. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik buhar tüketimi (kg buhar/kg ürün)		
	İpliksan	IPPC BREF	Literatür
İplik üretimi	14	- ^a	4-9 kg buhar/kg ürün ^b
^a Veri mevcut değildir ^b ARRPEEC, 2003; Purohit, 2007			

İşletmede buhar tüketiminin yoğun olmasında yarı açık buhar sistemi kullanılması ve çile boyama makinelerinde yüksek flotte oranlarında çalışılması etkili olmaktadır. Literatürde yer alan benzer işletmelere ait üretim verileri ile yapılan karşılaştırmada İpliksan işletmesinde buhar tüketiminde %36-71 oranında tasarruflar sağlamanın mümkün olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmeye makine modifikasyonları, üretim programlarının yenilenmesi, su geri kazanımı, ısı geri kazanımı, buhar kazanları optimizasyonu, izolasyon vb. MET önerileri sunulmuştur. Böylelikle işletmede buhar tüketiminde sağlanacak potansiyel tasarruflar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.5. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde yoğun su ve kimyasal tüketimlerine paralel olarak atıksu miktarları ve taşıdığı kimyasal yük de yüksek olmaktadır. Tekstil atıksuları özellikle yüksek KOİ, tuzluluk ve renk içeriğine sahiptir. Dolayısı ile yeterince arıtılmayan tekstil atıksularının alıcı su ortamlara deşarj edilmesiyle çeşitli çevresel problemler oluşabilmektedir (Galzaves vd., 2008; Judds ve Jefferson, 2003; Schoeberl vd., 2004). Tekstil alt sektörlerinde su tüketimini etkileyen faktörlere bağlı olarak atıksu miktarları da farklı seviyelerde olmaktadır. Endüstride iplik terbiye-boyamada spesifik atıksu miktarları 45-265 L/kg ürün aralığında değişmektedir (WHO, 1993; Kumar vd., 1999; Tubtimhin, 2002). Baskı proseslerinde ise spesifik atıksu miktarları 11-63 L/kg ürün dür (Visvanathan vd., 2000). İplik/kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik atıksu miktarları 67-180 L/kg ürün aralığında değişmektedir (WHO, 1993; Visvanathan vd., 2000). IPPC BREF dokümanında iplik üretimi yapan tekstil işletmelerinde lif türü bazında spesifik atıksu miktarları belirlenmiştir. Buna göre ağırlıklı olarak ağırlıklı olarak yün, PAC

ve CV ipliği terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik atıksu miktarları sırasıyla 36-180 ve 43-212 L/kg ürün dür (IPPC BREF, 2003).

İpliksan işletmesinde spesifik proses atıksuyu miktarı 32-75 L/kg ürün dür. Prosesler bazında ise çile terbiye-boyama, LP baskı boyama ve LP-VP terbiye proseslerinde spesifik atıksu miktarları sırasıyla 86-215, 30-45 ve 30-90 L/kg ürün dür. Buna göre işletmede spesifik atıksu miktarları literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer üretime sahip tekstil işletmeleri ile karşılaştırıldığında belirtilen aralıklarda yer almaktadır (Çizelge 4.42). İşletmede spesifik atıksu miktarları prosesler bazında da değerlendirilmiştir. Proseste spesifik atıksu miktarlarının IPPC BREF dokümanlarında yer alan tipik değerlerin (43-212 L/kg ürün) üzerinde olduğu görülmüştür. Bunun nedeni proseste çile yüksek flotte oranlarında ağırlıklı olarak yün liflerinin terbiye-boyaması yapılmasıdır. Ayrıca çile iplik terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik atıksu miktarı yüksek olmaktadır (TTTSD, 2002). LP baskı boyama proseslerinde spesifik atıksu miktarları 30-45 L/kg ürün aralığında değişmektedir. Ancak işletmede mevcut durum analizi kapsamında LP baskı boyama proseslerinde oluşan atıksuların DGK için uygun olduğu ve çeşitli modifikasyonlar ile su tüketiminin minimize edilebileceği görülmüştür. Bu sayede spesifik atıksu miktarının da önemli oranda azaltılması mümkündür. LP-VP terbiye işlemlerinde ise spesifik atıksu miktarları oldukça yüksek olmaktadır. Bunun nedeni baskı boyaması yapılan çile ipliklerin terbiye işlemlerinin çile makinelerinde yüksek flotte oranlarında yapılmaktadır. Bu kapsamda işletmede üretim programlarının yenilenmesi, çile makinelerinde flotte oranlarının azaltılması, yeni kesikli yıkama makinelerinin kullanılması ve atıksuların yeniden değerlendirilmesi ile spesifik atıksu miktarları azaltılabilir. İşletmede HT terbiye-boyama proseslerinde yüksek miktarda proses atıksuyu oluşmaktadır. Ancak düşük flotte oranlarında çalışan HT makinelerinde üretiminde yüksek olmasından dolayı spesifik atıksu miktarları düşük olmaktadır. Ayrıca işletmede mevcut durum analizi kapsamında HT terbiye-boyama proseslerinde de proses atıksularının AGK/DGK'sı ile spesifik atıksu miktarlarının daha da minimize edilebileceği ön görülmüştür.

Çizelge 4.42. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik atıksu miktarları açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik atıksu miktarları (L/kg ürün)		
	İpliksan	IPPC BREF	Literatür
İplik terbiye ve boyaması	32-75	36-212	45-265 ^a
^a WHO, 1993; Kumar vd., 1999; Tubtimhin, 2002			

Tekstil endüstrisinde terbiye-boyama ve baskı proseslerinde yüksek miktarda kimyasal tüketimi gerçekleşmektedir. Özellikle endüstride kullanılan kimyasalların önemli bir bölümü atıksu akımları ile uzaklaştırılarak kaybedilmektedir. Ayrıca lif üzerinde bulunan kirleticiler terbiye işlemlerinde temizlenmekte ve terbiye atıksuları ile taşınmaktadır. Bu nedenle terbiye atıksuları toplam KOİ yükünün %30-70'ini oluşturmaktadır (TTTSD, 2002). Dolayısıyla tekstil atıksularının taşıdıkları kimyasal yük ile ilişkili olarak toksik ve düşük biyodegradasyona sahip olmaktadır (Venceslau vd., 1994; Kocaer ve Alkan, 2002; Fersi vd., 2005; Kdasi vd., 2005; Galzaves vd., 2008; Kant, 2012). İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında kompozit atıksuların karakterizasyonu yapılmıştır. Buna göre işletmede oluşan kompozit atıksuların KOİ ve yağ-gres konsantrasyonlarının kanalizasyona deşarj limitlerini karşılamadığı görülmüştür. Ayrıca işletmenin kompozit atıksu karakteri çizelge 4.43'de verilen tipik tekstil atıksuyu karakteri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre işletmenin KOİ ve AKM konsantrasyonlarının tipik değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.43. Tipik tekstil atıksuyu karakteri (Wynne vd., 2001)

Parametre	Dokuma kumaş terbiye ve boyaması	Örme kumaş terbiye ve boyaması	İplik terbiye ve boyaması
BOİ (mg/L)	550	250	200
AKM (mg/L)	185	300	50
KOİ (mg/L)	850	850	524
Sülfat (mg/L)	3	0-2	- ^a
Renk (ADMI)	325	400	600
pH	7-11	6-9	7-12
^a Veri mevcut değildir			

Tekstil endüstrisinde uygulanan üretim programlarına bağlı olarak atıksu karakterizasyonu gün içerisinde değişmektedir. Ayrıca tekstil alt sektörlerinde atıksuların spesifik kirlilik yükleri üretimde kullanılan lif türü ve formu, uygulanan teknik ve teknolojiye bağlı olarak değişmektedir. İplik terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik KOİ ve AKM yükleri sırasıyla 13-390 ve 3-70 gr/kg ürün dür

(Alanya vd., 2006; Visvanathan vd., 2007). İpliksan işletmesinde ise spesifik KOİ ve AKM yükleri sırasıyla 32-75 ve 3-7 gr/kg ürün dür. Buna göre İpliksan işletmesi kompozit atıksularının spesifik KOİ ve AKM yükleri belirtilen aralıklarda yer almaktadır. Ayrıca işletmede kompozit atıksuların spesifik kirlilik yükleri IPPC BREF dokümanlarında yer alan benzer tekstil işletmeleri bazında değerlendirilmiştir. Çizelge 4.44’de iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde tipik KOİ konsantrasyonları ve spesifik KOİ yükü değerleri verilmiştir. Buna göre ağırlıklı olarak yün topsu/ipliği ve yün, PAC, CV ipliği terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik KOİ yükleri sırasıyla 22-65 ve 35-102 gr/kg ürün dür. İpliksan işletmesinde oluşan kompozit atıksuların spesifik KOİ yükü (32-75 gr/kg ürün) ağırlıklı olarak yün topsu/çile iplik terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile karşılaştırıldığında belirtilen aralık değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.44. İpliksan işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik KOİ yükleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Parametre	Atıksuların KOİ konsantrasyonu ve spesifik KOİ yükü	
		Yün topsu/ipliği	Yün, PAC ve CV ipliği
İplik terbiye-boyaması	KOİ konsantrasyonu (mg/L)	- ^a	480-1023
	Spesifik KOİ yükü	22-65	35-102
	Spesifik atıksu miktarı	- ^a	43-212
İpliksan	KOİ (mg/L)	1006	1006
	Spesifik KOİ yükü	32-75	32-75
	Spesifik atıksu miktarı	35-75	35-75
CRAB, 2001; Italy, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			
^a Veri mevcut değil			

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında yapılan değerlendirmede proses atıksularının önemli bir kısmının DGK ve AGK için uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu kapsamda kompozit atıksu miktarlarında %32-43 ve KOİ yükünde %13-54 oranında potansiyel azalmaların mümkün olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmeye makine modifikasyonu, proses atıksularının AGK/DGK’sı, kimyasal değişimi, otomatik kimyasal dozlama sistemi kurulması, reçete optimizasyonu, proses modifikasyonu, üretim programlarının yenilenmesi ve iyi yönetim MET’leri sunulmuştur. İşletmeye önerilen MET’ler ile sağlanacak fayda ve tasarruflar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.6. İşletmede spesifik atık gaz emisyonlarının literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde 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 (IFC-EHS, 2007). Endüstrisinde spesifik CO, SO₂, NO_x emisyon değerleri sırasıyla 0,28, 0,12 ve 0,3 gr/kg ürün dür (Aysen, 1998; Kalliala ve Nousiainen, 1999; Thai vd., 2011).

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında atık baca gazı emisyonlarının spesifik değerleri belirlenmiştir. İşletmede spesifik toz, CO, SO₂ ve NO_x değerleri sırasıyla 0,9, 0,4, 1,8 ve 7,3 gr/kg ürün dür. Buna göre işletmede spesifik NO_x değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Sektörde tipik atık gaz emisyonu değerleri ile karşılaştırıldığında atık baca gazı emisyonlarının yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ancak işletmenin atık baca gazı emisyonları “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” limit değerlerini karşılamaktadır.

İşletmede mevcut durum analizi ve yapılan değerlendirmelere göre atık baca gazı emisyonları prosesler bazında ısıt enerji tüketimleri ile paralellik göstermektedir. Bu nedenle işletmede ısıt enerji tüketiminin minimize edilmesi ile spesifik baca gazı emisyonu değerlerinde önemli azalmalar sağlanabilir. Ayrıca buhar kazanlarında yapılacak optimizasyon çalışmaları, kimyasal değişimi ve iyi yönetim MET uygulamaları ile spesifik emisyon değerleri azaltılabilir. Yapılan değerlendirmede işletmede toplam baca gazı emisyonlarının %36-71 oranında azalacağı öngörülmektedir. İşletmeye önerilen MET’ler ile sağlanacak potansiyel azalmalar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.2.7. İşletmede spesifik katı atık miktarlarının literatür çerçevesinde tartışılması

İmalat sanayinde tehlikeli, tehlikesiz, geri kazanılabilen, evsel, tıbbi vb. atıklar oluşmaktadır. Tekstil endüstrisinde oluşan başlıca atıklar; boyalar, boya ambalajları, tahta paletler, baskı patları, kağıt-karton, ofis atıkları, metaller, plastik, makine

parçaları, elektronik kartlar, iplik kırpıntıları, kumaş kırpıntıları, yağlı maddeler ve yağlar, deşe atıkları, ambalaj malzemeleri, kontamine olmuş tüm ambalaj malzemeleri ve arıtma çamurlarıdır (LCPC, 2010). Pamuk iplik üretimi yapan işletmelerde spesifik tehlikeli ve tehlikesiz nitelikteki katı atık miktarları sırasıyla 0,13 ve 5 gr/kg ürün dür (Thai vd., 2011). IPPC BREF dokümanına göre tekstil işletmelerinde spesifik katı atık miktarı 11-21 gr/kg ürün aralığında değişmektedir (IPPC BREF, 2003).

İpliksan işletmesinde spesifik katı atık miktarları incelendiğinde özellikle deşe atıkları dikkat çekmektedir. İşletmede spesifik deşe miktarı ortalama 108 gr/kg ürün dür. Deşe atıkları özellikle iplikhane ünitesinde yoğun olmaktadır. İşletmede oluşan deşe atıklarının yıllık miktarları üretime giren toplam lif miktarının %10-11'ine eşittir. Bu nedenle işletmede öncelikli olarak deşe atık miktarının azaltılmasına veya yönetimine yönelik önlemler alınmalıdır. Diğer taraftan işletmede spesifik tehlikeli atık miktarı (2 gr/kg ürün) sektörde benzer üretime sahip işletmelere göre daha yüksek olmaktadır. Yapılan değerlendirmeye göre tehlikeli atıkların %93 ve tekstil atıklarının %86 oranında azaltılmalar sağlanması mümkündür. Bu kapsamda işletmeye bakım onarım programlarının yeniden gözden geçirilmesi, tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi, otomasyon ve çevre yönetim sistemini de içeren çeşitli iyi yönetim MET'leri önerilmiştir. Böylelikle işletmede katı atık miktarlarının minimizasyon oranları ve sağlanacak faydalar 4.1.5 ve 4.1.6 başlıklarında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.3. İpliksan işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde spesifik proses girdi-çıktıları literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer tekstil işletmelerine ait veriler ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle işletmede kaynak tüketiminde önemli oranlarda tasarrufların mümkün olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile işletmenin üretim verimliliği ve çevresel performansında da iyileşmeler sağlanabilir. Yapılan değerlendirmeye göre işletmede sağlanabilececek potansiyel faydalar çizelge 4.45'de özetlenmiştir. Buna göre işletmede proses suyu tüketimi ve atıksu miktarlarının çeşitli temiz üretim teknikleri ile %36-62 oranında azaltılması mümkündür. Bu kapsam işletmede çeşitli makine modifikasyonları (çile boyama makineleri için), proses atıksularının

AGK/DGK'sının değerlendirilmesi, proses değişiklikleri (LP-VP terbiye işlemleri için), üretim programlarının revize edilmesi, proses optimizasyonu çalışmaları (su yumuşatma sistemi ve buhar kazanları dahil) ve mevcut yönetim uygulamalarında çeşitli değişikliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yapılan değerlendirmelere göre yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketiminde sırasıyla %24-43 ve %30-44 oranında tasarruflar sağlamak mümkündür. Bu kapsamda işletmede kimyasalların dozlanmasında ve hazırlanmasında otomasyona dayalı sistemlerin kullanılması, reçete optimizasyonu, kimyasalların seçiminde çevresel etkilerinin göz önünde bulundurulması, kimyasal değişimi, laboratuvar-boyahane koordinasyonunun artırılması, proses atıksularının DGK ile artık kimyasalların geri kullanımı gibi uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede kimyasal tüketiminde önemli tasarruflar sağlanırken atıksuların taşıdığı kimyasal yükler de azaltılabilir.

Çizelge 4.45. İşletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanabilecek potansiyel faydalar

Proses girdileri	Ortalama minimizasyon oranı (min.-maks.) (%)	Proses çıktıları	Ortalama minimizasyon oranı (min.-maks.) (%)
Hamsu tüketimi	49 (36-62)	Atıksu miktarları	38 (32-43)
Enerji tüketimi Elektrik enerjisi Isıl enerji	38 (24-52) 38 (20-65)	KOİ kirlilik yükü	34 (13-54)
Kimyasal tüketimi Boyarmadde Yardımcı kimyasal	37 (30-44) 34 (24-43)	Atık gaz emisyonu miktarları	54 (36-71)
Buhar tüketimi	54 (36-71)	Katı atık miktarları	90 (86-93)

Yapılan değerlendirmelere göre işletmede elektrik enerjisi ve ısııl enerji tüketiminde sırasıyla %24-52 ve %10-65 oranında tasarrufların mümkün olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede sıcak yüzeylerin ve buhar hatlarının izolasyonu, makine modifikasyonları, enerji geri kazanımı, kazan dairesi optimizasyonu, makine modifikasyonları, buhar kayıplarının önlenmesi gibi temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulamalar ile atık baca gazı emisyonu debileri ve kirlitici gaz emisyonları da %36-71 oranında azaltılabilir. Elektrik enerjisi tüketiminin yoğun olduğu proseslerde elektrik motorlarının modifikasyonu,

aydınlatma sisteminde modifikasyonları, mümkün olan durumlarda yenilenebilir enerji kaynaklarından daha etkin şekilde yararlanılabilir. Ayrıca işletmede mevcut yönetim uygulamalarında çeşitli değişiklikler gerekmektedir. Özellikle prosesler bazında izleme-kontrol uygulamaları, envanterlerin hazırlanması, temiz üretim politikalarının oluşturulması, personel eğitimine ve Ar-Ge'ye ağırlık verilmesi, üretim programlarının revize edilmesi, önleyici bakım-onarım programlarının hazırlanması gibi iyi yönetim uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

İşletmenin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesinde TSEKÖKT'de yer alan Tablo 5'den ve IPPC BREF dokümanlarından yararlanılarak bir değerlendirme listesi hazırlanmıştır. Buna göre işletmeye genel yönetim uygulamaları, kaynak kullanımları ve boru sonu arıtım uygulamaları ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Bu kapsamda toplam 20 soru için “evet, hayır ve kısmen” şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır (Çizelge 4.46). Değerlendirmede yönetilen soruların 9'una “hayır” ve 11'ine “kısmen” cevabı verilmiştir. Benzer tekstil işletmeleri bazında yapılan değerlendirmeler ve çizelge 4.46'da yapılan değerlendirmeye göre işletmede temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.46. İpliksan işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirmesi

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
1	Tüm madde girdileri-çıktıları miktar ve nicelikleri açısından inceleniyor mu?			✓	İşletmede prosesler bazında izleme yapılmamaktadır. Ancak hamsu, doğalgaz, kömür, elektrik, kimyasal tüketimlerine ait kayıtlar tutulmaktadır. Emisyonların nicelikleri ve nitelikleri konusunda çevre mevzuatının gerektirdiği şekilde analizler yapılmakta ve raporlar (emisyon ve atıksu raporları vb.) hazırlanmaktadır.
2	Üst yönetim tarafından taahhüt edilmiş çevre yönetim sistemi, temiz üretim stratejisi ya da planı bulunuyor mu?		✓		İşletmede sadece ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Standardı uygulaması mevcuttur.
3	Sürdürülebilir kaynak yönetimi ve çevresel performansın iyileştirilmesine yönelik mevcut stratejiler, politikalar ve planlar bulunuyor mu?		✓		Bu kapsamda strateji, politika ve planlar mevcut değildir. Ancak çevre mevzuatına uyum gereği özellikle katı atıkların kaynaktan ayrı toplanması ve lisanslı kuruluşlar vasıtası ile bertarafı sağlanmaktadır.
4	Çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer veriliyor mu?			✓	İşletmede sadece çevre mevzuatı ve iş sağlığı ve güvenliği kapsamında bilgilendirmeler yapılmaktadır.
5	Bakım-onarım, temizlik ve kaçak kontrolüne yönelik uygulamalar buluyor mu ve dokümante ediliyor mu?			✓	İşletmede bakım-onarım programları bulunmaktadır. Ancak etkin kullanımı sağlanamamaktadır.
6	Kimyasalların depolanması, saklanması ve kullanımı MSDS’lerde belirtildiği şekilde yapılıyor mu?			✓	İşletmede kimyasal deposu bulunmaktadır. Ancak tam olarak MSDS’lerde belirtilen şekilde bir uygulama söz konusu değildir.
7	Kimyasal seçiminde çevresel faktörler göz önünde bulunduruluyor mu?			✓	İşletmede Eko-tex100 standardı sertifikası bulunmaktadır. İnsan sağlığına zararlı kimyasalların kullanılmamaktadır. Ancak kimyasal seçiminde çevresel faktörler kısmen değerlendirilmektedir.
8	MSDS’ler sürekli güncelleniyor ve kolaylıkla erişilebilir mi?			✓	MSDS’lerin önemli bir bölümü bulunmaktadır. Ancak sürekli güncellenmesinde aksaklıklar olmaktadır.
9	Gereksiz kimyasal kullanımı, dökülmeler ve kayıplar engellenebiliyor mu?			✓	Kimyasal dökülmeleri ve kayıplarının engellenmesine yönelik etkin uygulamalar bulunmamaktadır.
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

Çizelge 4.46. (Devamı)

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
10	Kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında otomatik sistemler kullanılıyor mu?		✓		Kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında manuel uygulamalar bulunmaktadır.
11	Kimyasal geri kazanımı uygulamaları bulunuyor mu?		✓		Kimyasal geri kazanım uygulamaları bulunmamaktadır.
12	Hammadde seçiminde çevresel etkiler göz önünde bulunduruluyor mu?		✓		Hammadde seçiminde ön işlem görmüş lifler tercih edilmektedir. Ancak bileşimi ve çevresel etkiler konusunda herhangi bir strateji uygulanmamaktadır.
13	Su ve enerji tüketimleri prosesler bazında izleniyor mu?		✓		İşletmede kullanılan makinelerin neredeyse tamamında debimetre, sayaç ve akım ölçer bulunmamaktadır.
14	Su tüketimleri ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik politikalar ve uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Su ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik HT boyama makinelerinde hava yastığı sistemi uygulanmakta ve bu sayede flotte oranı düşürülmektedir.
15	Enerji tüketiminin, atık gaz emisyonları ve atık ısının önlenmesi/minimizasyonuna yönelik uygulamalar bulunuyor mu?		✓		Enerji tüketiminin minimizasyonuna yönelik uygulamalar bulunmamaktadır.
16	Katı atıkların minimizasyonu ve yönetimi uygulamaları bulunuyor mu?			✓	Çevre mevzuatı kapsamında katı atıklar kaynaktan ayrı toplanmakta ve lisanslı kuruluşlar vasıtası ile uzaklaştırılmaktadır. Ancak katı atık oluşumunu kaynaktan önlemeye yönelik uygulamalar bulunmamaktadır.
17	Proses atıksuları ayrı olarak toplanıyor mu?		✓		İşletmede sadece evsel atıksular proses atıksularından ayrı toplanmaktadır. Proses atıksuları birleşik kanal sistemi ile toplanmaktadır.
18	Atıksuların boru-sonu arıtım uygulamaları bulunuyor mu?		✓		İşletmede oluşan evsel ve proses atıksuları kanalizasyon şebekesine verilerek uzaklaştırılmaktadır. Atıksular için herhangi bir boru-sonu arıtım uygulaması bulunmamaktadır.
19	İç ortam hava kalitesi ve çalışma şartlarının iyileştirilmesine yönelik önlemler bulunuyor mu?			✓	İç ortam hava kalitesine yönelik aspiratörler ve fıkse makineleri üzerine yerleştirilmiş davlumbazlar bulunmaktadır.
20	Gürültü ve titreşimin önlenmesine yönelik uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Gürültü ve titreşimin önlenmesine yönelik yeterli uygulama bulunmamaktadır. Ancak işletme için mevcut yerleşim nedeniyle dolaylı olarak ses perdeleri oluşturulmuştur.
Toplam puan		0	9	11	
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

4.1.4. İpliksan işletmesi özelinde MET önerilerinin belirlenmesi

İpliksan işletmesinde temiz üretim yaklaşımının yapılandırılmasında mevcut durum analizi yapılarak proses girdi-çıktıları IPPC BREF dokümanı ve literatürdeki benzer tekstil işletmelerine ait veriler ile detaylı olarak tartışılmıştır. Böylelikle işletmeye sunulan MET'lerin temel perspektifi oluşmuştur. İpliksan işletmesinde MET önerisi belirleme çalışmalarında 3 adımlı sistematik bir yaklaşım izlenmiştir. İlk adımda işletmenin üretim prosesleri ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak kapsamlı bir MET önerileri listesi hazırlanmıştır. Belirlenen bu öneriler işletme yetkilileri ve uzmanlar ile tartışılarak işletmede uygulanabilir nitelikte olanlar tespit edilmiştir. Bu aşamada istatistiki metotlardan olan KAM (Kriter Ağırlandırma Metodu) ve BSM'den (Basit Sıralama Metodu) yararlanılarak uygulanabilir nitelikteki her bir öneri için öncelik değerlendirmesi yapılmıştır.

İkinci adımda literatürde benzer tekstil işletmelerinde uygulanan başarılı temiz üretim uygulamalarından ve diğer temiz üretim kılavuz dokümanları/raporlarından yararlanılarak öneriler belirlenmiştir. İkinci adımda belirlenen öneriler de işletme yetkilileri ve uzmanlarla paylaşarak bir öncelik değerlendirmesi yapılmıştır. Üçüncü adımda tüm temiz üretim önerileri (1'inci ve 2'nci adımda belirlenen) potansiyel ekonomik ve çevresel faydalar açısından değerlendirilmiştir. Üçüncü adımda yapılan bu değerlendirmede istatistiki metotlardan olan ATM'den (Ağırlıklandırılmış Toplama Metodu) yararlanılmıştır. Böylelikle işletmede temiz üretimin yapılandırılmasında teknik, ekonomik ve çevresel açıdan en yüksek faydayı sağlayacak nihai MET önerileri belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında işletmede her bir nihai MET önerisinin uygulanması ile elde edilecek potansiyel faydalar tartışılmıştır.

4.1.4.1. İşletmede MET önerisi seçiminde ilk adım

İpliksan işletmesi MET önerisi belirleme çalışmalarının ilk adımında TSEKÖKT referans alınarak bir MET listesi hazırlanmıştır. Bu kapsamda işletmeye genel temiz üretim uygulamalarına yönelik 27, çeşitli tekstil üretim prosesleri için 23, ayırık atıksu akımları ve atıklar için 5, boru sonu arıtım için 3, atık gaz ve emisyonlar için 21, katı atıklar ve yönetimi için 2 olmak üzere toplam 81 temiz üretim önerisi

sunulmuştur. Her bir öneri işletme yetkilileri ve uzmanlar ile değerlendirilerek sunulan 81 öneriden 50'sinin işletmede teknik olarak uygulanabilir nitelikte olduğu belirlenmiştir. Ek-1a'da işletmeye ilk adımda sunulan temiz üretim önerileri ve öncelik değerlendirme puanları verilmiştir. Ayrıca belirlenen 50 öneri için ATM'ye göre öncelik değerlendirmesi yapılmış ve her bir öneri için işletme öncelik puanları belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmede çizelge 4.47'de sunulan kriterlerden yararlanılmıştır. Buna göre 32 temiz üretim önerisinin 3 puan (işletme öncelik puanlarının ağırlıklı ortalaması) ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum belirlenen 32 önerinin işletme için daha öncelikli olduğu anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.47. Temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri

Öncelik kriteri	Değerlendirme puanı	Frekans
İşletme için önceliksiz	1	1
İşletme için düşük öncelikli	2	17
İşletme için öncelikli olabilir	3	20
İşletme için öncelikli	4	5
İşletme için üstün öncelikli	5	7

4.1.4.2. İşletmede MET önerisi seçiminde ikinci adım

MET önerisi belirleme çalışmalarının ikinci adımında ise literatürde yer alan başarılı temiz üretim uygulamaları, IPPC BREF dokümanı ve diğer temiz üretim kılavuz dokümanlarından yararlanılarak ek temiz üretim önerileri belirlenmiştir. Ayrıca ilk adımda işletmede kısmen uygulanan ancak geliştirilebilir nitelikteki 3 temiz üretim önerisi de bu kapsamda yeniden değerlendirilmiştir. Bunun nedeni söz konusu tekniklerin işletmede temiz üretimin yapılandırılması ve devamlılığı açısından oldukça önemli olmasıdır. Ek-2a'da ikinci adımda tekrar değerlendirmeye alınan ve belirlenen ek temiz üretim önerileri sunulmuştur. Belirlenen 14 önerileri işletme yetkilileri ve uzmanlar birlikte çizelge 4.47'de verilen kriterlere göre değerlendirilmiş ve işletme öncelik puanları hesaplanmıştır.

4.1.4.3. İşletmede MET önerisi seçiminde üçüncü adım

İppliksan işletmesinde üçüncü adımda nihai MET önerileri belirlenmiştir. Bu kapsamda öncelikle birinci ve ikinci adımda belirlenen temiz üretim önerileri için literatürdeki benzer uygulama verilerinden yararlanılarak ekonomik ve çevresel

faydalar belirlenmiştir. Buna göre her bir öneri için çizelge 4.48’de sunulan kriterler göz önünde bulundurularak ATM’ye göre ağırlık faktörü puanları hesaplanmıştır. Çizelge 4.49’de ise belirlenen öncelikli öneriler için ekonomik kazanım, çevresel fayda ve ağırlık faktörü puanları verilmiştir. Böylelikle MET önerisi belirleme çalışması kapsamında birinci ve ikinci adımda teknik açıdan bir değerlendirme yapılırken üçüncü adımda potansiyel ekonomik ve çevresel faydalar da değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Çizelge 4.48. Ağırlık faktörü belirlemede kullanılan ekonomik ve çevresel fayda kriterleri

Potansiyel ekonomik fayda	Potansiyel çevresel fayda	Ağırlıklandırılmış puan
<%5	<%5	1
%5-15	%5-15	2
%15-25	%15-25	3
%25-35	%25-35	4
%35-50 veya daha büyük	%35-50 veya daha büyük	5

Çizelge 4.49. Öncelikli temiz üretim önerileri için ağırlık faktörü puanları

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
İyi yönetim uygulamaları			
Çevre yönetim sistemi kurulması	2	3	3
Çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer verilmesi	2	3	3
Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	2	3	3
Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	2	3	3
Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi-kaçak kontrolü	3	3	3
Tüm kimyasal dökülmelerine engel olunması, dökülme gerçekleşti ise sahanın kontrol altına alınması ve temizlenmesi, kimyasal dökülmelerinin alıcı ortam ve kanalizasyona karışımının engellenmesi	2	3	3
Tesis içi gürültünün azaltılması için kaynaklarda önlemler alınması	1	3	2
Solventlerin yoğun kullanıldığı proseslerde gerekli önlemlerin alınması ile koku probleminin önlenmesi	1	3	2
Farklı işlemlerin tek adımda birleştirilmesi olanaklarının araştırılması	3	4	4
Tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi	3	4	4
Su optimizasyon/minimizasyonu			
Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılması	3	4	4
Durulama ve yumuşatma suyunun bir sonraki boyama işlemlerinde yeniden kullanılması	4	5	5
Ayrık atıksu akımlarının karakterizasyonu ile su/madde geri kazanımı ve tekrar kullanımı imkanlarının değerlendirilmesi	4	5	5

Çizelge 4.49. (Devam)

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
Su optimizasyon/minimizasyonu			
Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun yeniden kullanılması	4	5	5
Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi	3	5	4
Boyama sonrası yıkama/durulama atıksularının membran filtrasyon yöntemleri ile geri kazanımı	3	5	4
Baskı bandı temizliğinden gelen yıkama sularının geri kullanımı	2	3	3
Tekstil atıksularının membran prosesleri ile arıtılması ve geri kullanılması	3	5	4
Enerji optimizasyon/minimizasyonu			
Buhar kayıplarının önlenmesi için makineler ve buhar dağıtım hatlarında tam buhar izolasyonu	3	4	4
Enerji kayıplarının en aza indirilmesi amacıyla boru, vana, tank ve makinelerde izolasyon yapılması	3	4	4
Buhar ve hava kaçaklarının önlenmesi, kompresör kontrol sistemlerinin kullanılması ve optimizasyonu	3	4	4
Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	4	5	5
Atık gaz ısı ile kazan besleme suyunun mümkün olduğunca ön ısıtılması	4	5	5
Yanma havası sıcaklığının artırılması	3	5	4
Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalar ile kazan dairesi optimizasyonu	3	5	4
Tesis içi nem ve sıcaklığın izlenmesi ve iklimlendirme sistemlerinin optimizasyonu	2	3	3
Enerji geri kazanımı ve baca gazı emisyonlarının azaltılmasında ısı eşanjörlü, sulu yıkayıcı ve elektrostatik çöktürme kombinasyonu kullanımı	4	5	5
Buhar kazanlarına beslenen suyun olabildiğince yüksek kalitede olması	3	3	3
Ring eğirme işlemlerinde verimli elektrik motorlarının kullanımı	3	4	4
Ring eğirmede V-belt yerine cogger-V kullanılması	3	4	4
Aydınlatmada olabildiğince güneş ışığından yararlanmak, mümkün olmadığı durumlarda daha verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılması	3	4	4
Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	4	5	5
Kimyasal optimizasyon/minimizasyon			
Çevresel etkileri göz önüne alarak reçetelerin optimize edilmesi	3	5	4
Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalların kullanılması	3	5	4
Tüm kimyasal maddelerin MSDS'lerde verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması	2	4	3
Kimyasalların dozlanmasında otomatik dozalama ve dağıtım sistemlerinin kullanılması	4	5	5
Ön terbiye ve boyama işlemlerinde (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik kuru proses uygulaması, asidik demirizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerinin tümünün ya da bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	3	5	4
Kimyasal değişimi; biyolojik deparadasyonu/eliminasyonu yüksek olan kimyasalların kullanılması ve seçimi	2	5	4
PES boyamalarda carrier kullanımının engellenmesi	2	5	4
Yün boyama-yıkama atıksularından madeni yağların eliminasyonu veya APEO içermeyen harman yağlarının kullanılması	2	5	4
Yün boyamacılığında lipozomların yardımcı madde olarak kullanılması	3	4	4

Çizelge 4.49. (Devam)

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
Makine modifikasyonu-seçimi-değişimi			
Yeni makine seçiminde düşük/çok düşük flotte oranları; işlem flottesi ile yıkma flottelerinin ayrılabilmesi; flottenin işlem sırasında maldan ayrılabilmesi gibi özelliklerin aranması	3	5	4
Frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması	3	4	4
Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması için gerekli çalışmaları yapılması	4	5	5
Çile boyama makinelerinde kondens sularının buhar kazanına geri dönüşü sağlanarak soğutma sularının değerlendirilmesi	4	5	5
^a Potansiyel ekonomik fayda puanı, ^b Potansiyel çevresel fayda puanı			

MET önerisi belirleme çalışmalarının üçüncü adımında ayrıca işletme yetkilileri ve uzmanlar ile birlikte her bir öneri için işletme tercih puanları hesaplanmıştır. İşletme tercih puanlarının belirlenmesinde ATM'den yararlanılmıştır. Bu noktada asıl amaçlanan önerilerin seçiminde potansiyel faydaları göz önünde bulundurarak işletmenin de MET seçimindeki etkisini değerlendirmeye dahil etmektir.

Birinci ve ikinci adımda belirlenen işletme öncelik puanları, üçüncü adımda belirlenen ağırlık faktörü ve işletme tercih puanları değerlendirilerek toplam MET tercih puanları hesaplanmıştır. BSM'ye göre toplam MET tercih puanlarının ağırlıklı ortalaması 48 puan olarak hesaplanmıştır. Ek-3a'da belirlenen her bir öneri için toplam MET tercih puanları sunulmuştur. Buna göre toplam MET tercih puanı 48 ve üzerinde olan 22 öneri işletme için nihai MET'ler olarak belirlenmiştir. Ayrıca nihai MET'lerin çizelge 4.50'de verilen kriterlere göre öncelik düzeyleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmenin amacı işletmede teknik, ekonomik ve çevresel faydaları göz önüne alarak işletmede belirlenen nihai MET'lerin uygulamaya geçirilmesinde yatırım önceliklerinin belirlenmesidir. Çizelge 4.51'de İpliksan işletmesi için nihai olarak önerilen 22 nihai MET önerisinin dağılımı sunulmuştur. Ayrıca Ek-4a'da İpliksan işletmesi için belirlenen nihai MET önerileri ve öncelik değerlendirmesi sunulmuştur.

Çizelge 4.50. Öncelik düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan kriterler

Kriterler	Toplam MET tercih puanı
Birinci düzey	0-50
İkinci düzey	50-75
Üçüncü düzey	75-100

Çizelge 4.51. İpliksan için nihai MET önerilerinin sayısal dağılımı

MET ana başlıkları	MET önerileri düzey dağılımı			
	Toplam	Birinci düzey	İkinci düzey	Üçüncü düzey
İyi yönetim uygulamaları	5	2	3	0
Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu	4	1	1	2
Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu	5	2	2	1
Kimyasal değişimi/minimizasyonu	5	2	1	2
Makine modifikasyonu/seçimi	3	1	1	1
Toplam	22	7	8	6

4.1.5. İpliksan işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydaların değerlendirilmesi

4.1.5.1. İyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması (ikinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde prosesler bazında kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması temiz üretimin yapılandırılması ve sürekliliğinin sağlanmasında temel araçlardan birini oluşturmaktadır. Uygulama ile işletmelerde üretim verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir üretim için önceliklerin tanımlanması sağlanabilmektedir. Kütle-enerji dengelerine dayalı envanterler farklı detaylarda hazırlanabilmektedir. Bunun en geneli yıllık bazda yapılan değerlendirmelerdir. Uygulama ile proseslerdeki verimsizliklerin belirlenmesi, muhtemel problemlerin ön görülmesi ve alternatif çözümlerin geliştirilmesi, zamansal bazdaki değişimlerin izlenmesi ve üretim proseslerinin performanslarının etkin şekilde değerlendirilmesi sağlanabilir. Bu iyi yönetim uygulaması teknik olarak mevcut ve yeni kurulan işletmelerde kolaylıkla uygulanabilmektedir.

İpliksan işletmesinde yapılan incelemelere göre toplam hamsu, elektrik, yakıt ve kimyasal tüketimleri izlenmektedir. Ayrıca çevre mevzuatı gereği belirlenen periyotlarda baca gazı emisyonları ve kompozit atıksu analizleri hali hazırda yapılmaktadır. Ancak işletmede prosesler bazında izleme-kontrol uygulamaları yapılmamakta ve envanter raporları hazırlanmamaktadır. İşletmede izlenen veriler üretim proseslerinin değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle işletmede

kütle-enerji dengelerine dayalı envanter raporlarının hazırlanması uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. İşletmede bu MET önerisinin uygulaması ile aşağıda özetlenen faydaların sağlanabilir.

- Hammadde, su, enerji, kimyasal vb. tüketimleri azaltılabilir.
- Üretim verimliliğinin geliştirilmesi sağlanır.
- Üretim sürecinde tüm risklerin ön görülmesi sağlanır.
- İşletmede temiz üretimin ve dolayısı ile çevresel performansın sürekli gelişimi sağlanır.
- Çevre mevzuatına uyum kolaylaşır.
- Kaynak kullanımları ve kirlilik kontrolü maliyetleri azaltılabilir.

Uygulamada teknik, ekonomik ve çevresel faydaların yanı sıra çeşitli yatırım maliyeti unsurları da bulunmaktadır. Başlıca yatırım bileşenlerini; izleme, kontrol ekipmanları ve raporlama maliyetleri oluşturmaktadır. Ancak işletmede mevcut ekipmanlar (sayaçlar, debimetreler, kontrol sistemleri vb.) ve çevre mevzuatı kapsamında yapılan analizler (baca gazı ve kompozit atıksu analizleri) ön görülen yatırım maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca işletmede envanter raporlarının hazırlanması amacıyla kalifiye personel ihtiyacı bulunmamaktadır. Diğer taraftan su, enerji ve kimyasal tüketimlerinin izlemesi-kontrolüne yönelik MET önerileri belirlenmiştir. Böylelikle uygulamanın yatırım maliyeti ve sağlanacak faydalar diğer MET'ler ile paylaşılmaktadır. Bu nedenle uygulamanın geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi-çıktıların miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi (ikinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde tüm girdi-çıktıların miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi temiz üretimin yapılandırılmasında önemli bir uygulamadır. Bu iyi yönetim uygulaması diğer temiz üretim uygulamalarının ayrılmaz bir parçasını oluşturduğu gibi diğer taraftan işletmede temiz üretimin sürekliliğinin sağlanmasında önemli rol üstlenmektedir. Bu uygulama sayesinde üretim proseslerinin tanımlanması ve üretim

verimliliğinin artırılması sağlanabilmektedir. Bu kapsamda bir takım otomasyona dayalı tekniklerin kullanılması uygulamayı kolaylaştırmaktadır. Bu MET önerisinin uygulamasındaki itici güçler aşağıda özetlenmiştir.

- Çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasını kolaylaştırmaktadır.
- Optimizasyon/minimizasyon çalışmalarının temelini oluşturmaktadır.
- Su, enerji ve kimyasal tüketiminde tasarruflar sağlanır.
- Çevresel performansta önemli iyileşmeler sağlanır.
- İşletmede operasyonel olarak hızlı karar verme ve koordinasyon eksikliklerinin minimizasyonu sağlanır.
- Kaynakların (emek dahil) verimli kullanımı sağlanır.
- Çevre mevzuatlarına uyumun kolaylaştırılmaktadır.
- Üretim maliyetlerinde tasarruflar sağlanır.

İpliksan işletmesinde yapılan incelemelerde prosesler bazında izleme-kontrol sistemleri ve proses girdi-çıkıtlarına ait yeterli veriler bulunmamaktadır. Bu kapsamda yapılan değerlendirmelerde teorik hesaplamalar ile elde edilen veriler kullanılmaktadır. Ancak bu veriler üretim proseslerinin tam anlamıyla performans değerlendirmesine imkan sağlamamaktadır. Bu nedenle işletmede proses girdi-çıkıtlarının miktar ve nitelikleri yönünden izlenmesi oldukça önemlidir. İşletmede MET önerisinin uygulanmasında otomasyona dayalı izleme-kontrol sistemleri, ölçüm ekipmanlarına ve özellikle hamsu, proses suyu, proses atıksularının, baca gazı emisyonlarının rutin analizlerinin gerekli olabileceği öngörülmektedir. Tekstil işletmelerinde temiz üretim sürecinde iyi yönetim uygulamaları ile enerji tüketiminde %6-10, su ve atıksu miktarlarında %25'e varan azalmalar sağlanabilir (LCPC, 2010; Uson vd., 2012).

İşletmede uygulamadaki başlıca yatırımı otomasyon sistemleri, teknik ekipmanlar ve analizler için gerekli maliyetler oluşturmaktadır. İşletmede prosesler bazında izleme-kontrol yöntemlerine yönelik farklı MET önerileri de belirlenmiştir. Böylelikle yatırım maliyetlerinin diğer MET önerileri ile paylaşılacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İpliksan işletmesinde bu MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Bakım-onarım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi ve etkin kaçak kontrolü uygulamaları (birinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde kullanılan makineler ve ekipmanların rutin bakım-onarımlarının yapılması üretim verimliliğini doğrudan etkileyen bir iyi yönetim uygulamasıdır. İşletmede temizlik ve kaçak kontrollerinin de bu kapsamda yapılması gereklidir. Bakım-onarım programlarının detaylandırılmasında makinelerin arıza sıklıklarının da kaydedilmesi ve sebep olduğu iş-zaman kayıplarının değerlendirilmesi sağlanacak potansiyel faydayı artırmaktadır. Bu sayede işletmede üretim verimliliğini olumsuz etkileyen sorunlar kolaylıkla tespit edilebildiği gibi gelecekte sorun oluşturabilecek risklerin de ön görülmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca işletmede önleyici bakım-onarım uygulamalarının yapılmasını kolaylaştırmaktadır.

İpliksan işletmesinde yapılan incelemelerde mevcut bakım-onarım programları bulunmaktadır. Program dahilinde makinelerin aylık, altı ay ve yıllık bakımları yapılmaktadır. Buna rağmen işletmede özellikle sürekli çalışan ekipmanlarda arızalar yaşanabilmektedir. Böylelikle problemlı parçaların tamiri veya değişimi yapılmaktadır. Ancak bu durum beklenmedik bakım onarım maliyetlerini artırdığı gibi kaynak ve zaman kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle işletmede mevcut programların revize edilmesi ve önleyici bakım-onarım uygulamalarının da bu programlara dahil edilmesi gerekmektedir. Ayrıca işletmede revize edilmiş programların daha etkin uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda revize edilecek bakım-onarım programlarına kimyasal kayıplarının önlenmesi amacıyla boyahane laboratuvarında boyama reçetelerinin hazırlanmasında kullanılan cihazların kalibrasyonları da bu programlara dahil edilmelidir. Bu uygulama makinelerde yıllık iş kayıplarının, sıklıkla problem oluşturulan makinelerin ve önleyici tedbirlerin belirlenmesini sağlamaktadır. Böylelikle işletmede makine değişimi, modifikasyonu, parça değişimlerinin ön görülmesi sağlanarak yıllık yatırım bütçesine yansıtılmasını kolaylaştırabilir.

İşletmede temizlik uygulamaları kapsamında herhangi bir prosedür uygulanmamaktadır. Bu uygulamada en önemli noktayı kimyasal ve kimyasal içeren flotte döküntülerinin temizlenmesi oluşturmaktadır. İşletmede kimyasal

döküntülerinin temizlenmesinde hamsu kullanılmakta ve kanalizasyona verilerek uzaklaştırılmaktadır. İşletmede kullanılan kimyasalların MSDS'leri incelendiğinde döküntülerin temizlenmesinde akut ve sucul ortam toksisiteleri açısından doğrudan kanalizasyona boşaltılmasının olumsuz etkiler oluşturacağı ifade edilmektedir. Temizlik işlerinde oluşan atıksuların ayrı toplanarak ön arıtımı yapıldıktan sonra kanalizasyona verilmelidir. Ayrıca kimyasal döküntülerinin temizlenmesinde kuru temizleme teknikleri uygulanabilir. Bu teknikte odun talaşı ve kum gibi malzemelerden yararlanılabilir. Daha sonra bu malzemeler tehlikeli atık olarak lisanslı kuruluşlara vasıtasıyla uzaklaştırılmalıdır.

Uygulamanın olumsuz etkileri bulunmadığı gibi herhangi bir sınırlama da (işletme büyüklüğü ve yeni/eski tesis olma durumundan bağımsız) bulunmamaktadır. Uygulama ile işletmede kaynak kullanımları azaltılabilir, teknik veya operasyonel faydalar, sağlıklı çalışma ortamı, çevresel performans artışları ve ekonomik faydalar sağlanabilir. Ayrıca uygulama için düşük yatırım maliyetleri gerekli olabilmektedir. Böylelikle uygulamanın geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

d. Farklı işlemlerin tek adımda birleştirilmesi olanaklarının araştırılması (birinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde mümkün olan işlemlerin tek adımda birleştirilmesi üretim verimliliğinin ve çevresel performansın artırılmasında, kaynak tüketimlerinin azaltılmasında oldukça etkili uygulamadır. Pamuk liflerinin terbiyesinde haşıl sökme, hidrofilleştirme, ağartmadan oluşan üç adımlı bir ön terbiye işlemi Avrupa'da bir çok tekstil işletmesinde standart prosedür olarak uygulanmaktadır (TTTSD, 2002). Tekstil işletmelerinde uygulama ile su tüketiminde %50-65'e varan tasarruflar sağlanabilmektedir (EEAA, 1999). İşlemlerin tek adımda birleştirilmesi özellikle atıksu miktarları, kimyasal kirlilik yükü ve baca gazı emisyonlarında önemli azalmalar sağlanabilmektedir. Bu uygulama ile sağlanacak faydalar göz önüne alındığında yapılacak yatırımların geri ödeme sürelerinin oldukça kısa olabileceği söylenebilir.

İşletmede LP-VP baskı boyama proseslerinde yıkama ve yumuşatma işlemleri çile boyama makinelerinde yapılmaktadır. Çile boyama makinelerinin yüksek flotte oranında çalışması nedeniyle yüksek miktarda proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. HT boyama makineleri ise çile boyama makinelerine nazaran düşük flotte oranlarına sahiptir ve çile ipliklerin terbiyesi yapılabilmektedir. Bu kapsamda işletmede işletme kartlarının revize edilmesi ve LP-VP terbiye işlemlerinin HT boyama makinelerine alınması gerekmektedir. Bunun dışında LP-VP baskı çile ipliklerin terbiyesinde su ve enerji tüketimi açısından verimli kesikli yıkama makinelerinin kullanılması mümkün olabilir. Ayrıca pamuk ve pamuk karışımı liflerin ön terbiye işlemlerinde hidrofilleştirme ve ağartma adımlarının kombine edilmesi mümkündür.

e. Tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi (ikinci düzey)

Tekstil işletmelerinde üretim proseslerindeki verimsizlikler nedeniyle hatalı boyamalar yapılabilmektedir. Bu hataların giderilmesinde mümkün olan durumlarda (eğer lifler zarar görmemiş ise) boya sökme işlemi uygulanmaktadır. Daha sonra hazırlanan yeni reçeteye göre tekrar terbiye-boyama yapılmaktadır. Ancak liflerin zarar gördüğü durumda ya da yapısal olarak boya sökme işleminin uygulanmadığı durumlarda bu lifler üretim hattından deşe atığı olarak ayrılmaktadır. Çeşitli iyi yönetim uygulamaları, hata tespiti çalışmaları ve otomasyon sistemleri ile bu riskler önlenmektedir.

İşletmede yapılan incelemeler ve araştırmalar kapsamında çeşitli verimsizlikler nedeniyle toplam üretimin yaklaşık %10'u oranında deşe atığı oluşmaktadır. İşletmede oluşan deşe atıkları yan ürün olarak diğer tekstil işletmelere satılarak değerlendirilmektedir. Ancak işletmede gerçekleşen hatalı boyamalar hammadde, kimyasal, proses suyu, enerji tüketimlerini ve üretim maliyetlerini artırmaktadır. Dolayısı ile atıksu, baca gazı emisyonları, katı atık miktarlarının da artmasına ve iş-zaman kaybına neden olmaktadır. İşletmede tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesinde aşağıdaki temiz üretim uygulamaları etkili olmaktadır. Ayrıca bu uygulamalar işletme için belirlenen diğer MET önerileri kapsamında bulunmaktadır.

- Etkin izleme-kontrol ve bakım-onarım uygulamaları

- Otomasyona dayalı sistemlerin kullanımı (izleme-kontrol, kimyasal dozlama-hazırlama, boyama makinelerinde)
- Hata tespiti, risk analizi ve etkin kalite yönetimi uygulamaları
- Reçete optimizasyonu ve kimyasal değişimi uygulamaları
- Üretim proseslerinde yüksek kalitede proses suyu kullanımı (su yumuşatma sisteminin optimizasyonunu gerektirir)
- Personel eğitimlerine ağırlık verilmesi
- Yüksek seviyede laboratuvar-boyahane koordinasyonu uygulamalarıdır.

İşletmeye önerilen tek seferde doğru boyama teknikleri için gerekli yatırım maliyetleri işletmeye önerilen diğer MET'ler ile paylaşılmaktadır. Ancak hatalı üretim hatalarının tespiti için eğitimler ya da yönetim sistemlerinin kurulması gibi uygulamalar ekstra maliyetler gerektirebilir. Fakat kaynak kullanımlarında, deşarjlar/emisyonlar ve personel giderlerinde sağlanacak ekonomik faydalar göz önüne alındığında geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.5.2. Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılması (ikinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde su tüketiminin yoğun olduğu üretim proseslerinde izleme ve kontrol ekipmanları yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylelikle proseslerdeki verimsizliklerin ve su tüketiminin minimizasyonu sağlanabilmektedir. Bu kapsamda sürekli çalışan makineler debimetre, sayaç ve otomatik kapatma vanaları ile donatılabilir. Bu uygulama kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması, üretim girdi-çıktılarının miktarları yönünden izlenmesi, kaçak kontrolü gibi yönetsel MET'lerin de uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

İşletmede yürütülen incelemelerde prosesler bazında su tüketiminin izlenmesi ve kontrolünü sağlayacak yeterli ekipmanların bulunmadığı görülmüştür. Bu durum işletmede özellikle proses suyunun verimli kullanımını olumsuz etkilemekte ve işletmenin operasyonel performansını sınırlandırmaktadır. Ayrıca işletmede prosesler bazında su tüketiminin izlenmesi-kontrolü ve etkin kullanımının değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Özellikle hamsu ve proses suyu optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında alınacak önlemlerin belirlenmesini de engellemektedir. Su tüketimi izleme ve kontrolü ile su tüketiminde %20-30'a varan azalmalar sağlanabilir (DEPA, 2002; IPPC BREF, 2003; EPA, 2008; LCPC, 2010). İşletmede prosesler bazında su debisi kontrolü cihazlarına ve otomatik kapatma vanalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulama ile sağlanabilecek teknik, ekonomik ve çevresel faydalar aşağıda özetlenmiştir.

- Su, enerji tüketimleri ve atıksu miktarlarında azalmalar sağlanır.
- Su kaçakları ve gereksiz su tüketiminin önlenmesi sağlanır.
- Etkin izleme ve kontrol ve bu sayede üretim verimliliğinde artış sağlanır.
- İyi yönetim uygulamaları ve diğer MET'lerin uygulanmasında kolaylıklar sağlanır.

Bu MET önerisinin uygulamasında başlıca yatırımı debimetre-sayaçlar, otomatik kapatma vanaları ve montaj maliyetleri oluşturmaktadır. Ancak bu maliyetler iyi yönetim uygulamaları kapsamında önerilen diğer MET'ler ile paylaşılmaktadır. Böylelikle bu MET önerisinin geri ödeme süresinin kısa olacağı öngörülmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Durulama ve yumuşatma atıksularının bir sonraki boyama işleminde geri kullanılması (üçüncü düzey)

Tekstil endüstrisinde su tüketiminin minimize edilmesinde etkili uygulamalardan biri uygun atıksu akımlarının arıtılarak ya da doğrudan boyama işlemlerinde geri kullanımıdır. Terbiye-boyama proseslerinde son yıkama/durulama ve yumuşatma atıksuları AGK/DGK için uygun kalitede (pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM, renk içeriği) olabilmektedir. Boyama prosesi sonrasında yapılan durulama

işlemlerinde lif yüzeyinde bulunan artık kimyasalların uzaklaştırılmaktadır. Durulama flottesi sayısı boyama yapılan renk tonuna bağlı olarak değişmektedir. İlk durulama flotteleri genellikle yüksek KOİ ve renk içeriğine sahip olurken son durulama flotteleri proses suyu kalitesine daha yakın olmaktadır. Bu nedenle son durulama flotteleri boyama işlemlerinde veya ilk durulama işlemlerinde kullanılabilir. Bunun dışında tesis temizliği, mümkün olan diğer terbiye proseslerinde de geri kullanılabilir. Benzer şekilde yumuşatma proseslerinde oluşan atıksuların da AGK/DGK'sı çoğu zaman uygun olabilmektedir. Yumuşatma atıksuları artık yumuşatıcı kimyasallar içermesi nedeniyle yüksek KOİ içeriğine sahip olabilmektedir. Bu nedenle yumuşatıcıların geri kazanımı da göz önünde bulundurularak yumuşatma atıksularının aynı proste DGK'sı çoğu zaman daha uygun bir yaklaşım olmaktadır. Böylelikle yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK'sı ile su, enerji ve kimyasal tüketiminde önemli tasarruflar sağlanabilmektedir. su geri kazanımı ve tekrar kullanımı ile su ve atıksu miktarlarında %30-50 oranında azalmalar sağlanabilir (DEPA, 2008; LCPC, 2010).

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında su tüketimleri, proses atıksuyu miktarları ve karakterizasyonları belirlenmiştir. Buna göre HT terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin açık-koyu renk tonlarında yapılan durulama/yıkama işlemleri sonucunda oluşan proses atıksularının AGK/DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Yine aynı proste PAC liflerinin koyu renk tonlarındaki durulama/yıkama işlemleri sonucunda oluşan proses atıksularının AGK/DGK'sı mümkündür. Ayrıca çile terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin koyu renk tonlarında yapılan durulama/yıkama işlemleri sonucunda oluşan proses atıksularının AGK'sı mümkündür. LP ve VP proseslerinde baskı boyaması yapılmış PAC liflerinin durulama/yıkama atıksuları aynı proseslerde ya da boyama proseslerinde DGK'sı yapılabilir. Diğer taraftan HT terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin açık-koyu renk tonlarında ve PAC liflerinin açık renk tonlarında yapılan yumuşatma işlemlerinde oluşan proses atıksularının AGK/DGK'sının mümkün olduğu görülmüştür. Çile terbiye-boyama proseslerinde yün liflerinin açık-koyu renk tonlarında ve VP baskı boyaması yapılan PAC liflerinin yumuşatmasında oluşan proses atıksularının DGK'sı mümkündür. İşletmede HT ve çile proseslerinde bazı yıkama (11 ve 19 No'lu) ve yumuşatma (9 No'lu) atıksuları boyama işlemlerinde geri kullanım açısından değerlendirilmemiştir. Bunun nedeni

söz konusu atıksu numunelerinin pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk içeriklerinin yüksek olmasıdır. Bu atıksuların ileri arıtımı sonrasında geri kullanımı yapılabilir. Çizelge 4.52’de işletmede yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK’sı ile sağlanacak potansiyel tasarruf miktarları verilmiştir. Buna göre işletmede yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK’sı ile sağlanabilecek proses suyu tasarrufları sırasıyla 42.295 ve 18.312 ton/yıl dır. Buna göre işletmede yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK ile sırasıyla %19-29 ve %8-12 oranında proses suyu tasarrufları sağlanabilir. Bu sayede işletmede toplam proses suyu tüketimi ve atıksu miktarları %27-41 oranında azaltılabilir.

Bu MET uygulaması ile işletmede proses suyu tüketiminin azalmasına bağlı olarak rejenerasyon atıksuyu miktarları ve kompozit atıksuların tuz içeriği de azalacaktır. Bu durumda toplam proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarının %29-43 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Uygulama ile boyama flottelerinin ısıtılmasında daha az buhar tüketimi gerçekleşeceğinden ısııl enerji tüketiminde %2-9 oranında azalma sağlanacağı hesaplanmıştır. Ayrıca yumuşatma atıksularının aynı proseste DGK’sı durumunda kimyasal tüketimi ve atıksuların taşıdığı kimyasal yük miktarları da azalacaktır. İşletmede proses atıksularının boyama işlemlerinde geri kullanımı ile kompozit atıksuyun toplam KOİ yükü %31-40 oranında azaltılabilir. Ancak daha konsantre hale gelen kompozit atıksuyun KOİ konsantrasyonunun %1,4-8 oranında artacağı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.52. İşletmede durulama/yıkama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı				Geri kullanım potansiyeli	Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
2	Yıkama	HT	Yün	Koyu	AGK ^b	1.014 (564-1.690)
5	Yıkama	HT	Yün	Açık	AGK/DGK	1.014 (564-1.690)
8	Yıkama	HT	PAC	Koyu	AGK/DGK	5.069 (2.816-8.449)
15	Yıkama	Çile	Yün	Koyu	AGK	1.082 (753-1.882)
21	Yıkama	LP	PAC	ÇRT ^d	DGK ^c	9.843 (8.750-13.124)
22	Yıkama	VP	PAC	ÇRT	DGK	24.273 (12.137-36.411)
Ara toplam						42.295 (25.582-63.245)

Çizelge 4.52. (Devamı)

Numune No ^a	Atıksu kaynağı				Geri kullanım potansiyeli	Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
3	Yumuşatma	HT	Yün	Koyu	AGK	676 (375-1.126)
6	Yumuşatma	HT	Yün	Açık	AGK/DGK	676 (375-1.126)
12	Yumuşatma	HT	PAC	Açık	AGK/DGK	3.380 (1.878-5.633)
16	Yumuşatma	Çile	Yün	Koyu	DGK	721 (502-1.254)
20	Yumuşatma	Çile	Yün	Açık	DGK	722 (502-1.255)
23	Yumuşatma	VP	PAC	ÇRT	DGK	12.137 (6.068-18.205)
Ara toplam						18.312 (9.701-28.600)
Toplam						60.607 (35.283-91.845)
^a Numune numaralarını göstermektedir (bkz. Çizelge 4.30)						
^b Aritılarak geri kullanım; ^c Direk geri kullanım; ^d ÇRT: çoklu renk tonu						

İşletmede proses atıksuları birleşik kanal sistemi ile toplanmaktadır. Bu nedenle atıksuların AGK/DGK uygulamaları için atıksu akımlarının ayrılması gerekli olabilmektedir. Bunun için teknik olarak üç seçenek uygulanabilir. Birinci seçenek durulama/yıkama ve yumuşatma flottelerinin boş bir boyama tankına alınması ve daha sonra kullanılacağı proseslere sevk edilmesidir. İkinci seçenek ayrı rezervuarlarda (yüksek yoğunluklu polietilen/polipropilen) çizelge 4.52’de verilen DGK’sı mümkün olan proses atıksularının biriktirilmesidir. Ancak bu uygulamada en önemli çekince biriktirme ve tahliye işlemlerinde karşılaşılabilecek ısı kaybı ve pompaj masraflarıdır. Bu durum elde edilecek ekonomik faydaların azalmasına neden olabilmektedir. Üçüncü seçenekte ise proses içerisinde ters akım prensibi ile suyu tekrar kullanmaktır. Bu seçenek kesikli tekniklere göre çalışan VP ve LP baskı proseslerinde uygulanabilir. Yıkama/durulama ve yumuşatma sularının işletme içerisinde tekrar değerlendirilmesi ile sağlanacak potansiyel faydalar aşağıda özetlenmiştir.

- Su tüketimi/atıksu miktarlarının ve maliyetlerinin azaltılması sağlanır.
- Isıl enerji/buhar tüketimi ve maliyetlerinin azaltılması sağlanır.
- Kimyasal tüketimi ve maliyetlerinde tasarruflar sağlanır.
- Kompozit atıksuyun kimyasal kirlilik yükünde azalmalar sağlanır.
- Atık gaz emisyonlarında azalmalar sağlanır.

Tekstil atıksularının geri kazanımında kimyasal çöktürme, aerobik ve anaerobik arıtma, ileri arıtım teknikleri (membran filtrasyon, UV, ozon ve kombinasyonları) kullanılmaktadır. İşletmenin yapısı ve atıksu karakteri göz önüne alındığında proses atıksularının AGK'sında en uygun arıtım seçeneğinin membran filtrasyon olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni işletmede proses atıksularının önemli bir bölümünün yüksek elektriksel iletkenlik, KOİ ve renk içeriğine sahip olması ve her bir proses atıksuyunun farklı karaktere sahip olmasıdır. Bu ihtiyaca membran filtrasyon arıtım sistemleri farklı por çapları (mikrofiltrasyon-MF, ultrafiltrasyon-UF, nanofiltrasyon-NF ve ters osmoz (reverse osmosis)-RO) ile cevap verebilmektedir. Ayrıca arıtım için büyük alan gereksinimine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu teknik Avrupa'da bir çok tekstil işletmesinde atıksu geri kazanımı ve kimyasal geri kazanımında yaygın olarak kullanılmaktadır (IPPC BREF, 2003; Brik vd., 2006; Gozalves vd., 2008).

İşletmede AGK'sı mümkün olan proses atıksularının boyama işlemlerinde geri kullanımında başlıca ilk yatırım maliyetlerini ek rezervuarlar, yeni pompalar, boru hattı kurulması, membran sistemleri oluşturmaktadır. Ayrıca atıksu geri kazanımında işletme maliyetleri de bulunmaktadır. Ancak bu yatırım maliyetlerinin geri ödeme süreleri sağlanacak tasarruflar göz önüne alındığında kısa olacağı tahmin edilmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun yeniden kullanılması (üçüncü düzey)

Tekstil işletmelerinde proses suyu tüketiminin minimizasyonunda uygun boya banyolarının DGK'sı etkili bir uygulama olmaktadır. Atık boyama flottesi aynı lif türlerinin benzer renklere boyanmasında ürün kalitesini bozmadan DGK'sı mümkündür. Bu sayede önemli oranlarda su, enerji ve kimyasal tasarrufları sağlanabilmektedir. Ayrıca boyama işlemlerinde kullanılan yardımcı kimyasalların neredeyse tamamı ve artık boyarmaddeler atık flotteler ile uzaklaştırılmaktadır. Bu durum hem kimyasal kayıplarına hem de kompozit atıksuyun kimyasal kirlilik yükünün artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan boyama flottelerinin ısıtılmasında yoğun ısı enerjisi tüketilmektedir. Bu ısı enerjisinin önemli bir bölümü

atık ısı olarak kaybedilmektedir. Böylelikle boyama flottelerinin DGK'sı ile atıksu miktarları ve kirlilik yükü, atık gaz emisyonu miktarları ve atık ısı miktarlarının minimizasyonu mümkündür. Atık boya banyosunun tekrar kullanımı ile su tüketiminde %30-50, enerji tüketiminde %70'e varan; KOİ yükünde %25-50'ye varan oranda azalmalar sağlanabilir (DEPA, 2008; LCPC, 2010).

Boyama flottelerinin yeni boyama işlemlerinde DGK'sı için iki seçenek uygulanabilir. Birinci seçenekte boyama işlemi sonunda atık flotte başka bir boyama makinesinde alınır ve yeni bir boyama işlemi için hazırlanabilir. Böylelikle ilk makinede son terbiye işlemleri yapılırken ikinci makinede boyama işlemi yapılabilmektedir. Bu seçenekte ekstra işçilik ve tank maliyeti yoktur ancak iki boyama makinesi arasında flottenin taşınması için borulama ve pompaj maliyetleri olacaktır. İkinci seçenekte ise atık boyama flottesini taşınmamakta son terbiye işlemleri için başka bir makineye lifler taşınmaktadır. Bu durumda ilave bir tanka ihtiyaç duyulmamasına rağmen taşıma işlemi için ekstra işçilik gerekmektedir. Ayrıca yeniden değerlendirilecek flottenin kimyasal eksikliklerinin giderilmesinde özel spektrofotometrik cihazlar kullanılabilmektedir. Bu uygulama daha çok yünün asit boyarmaddeler ile boyaması, akrilik boyamacılığı (egaliz maddelerinin eklenmesine gerek kalmamaktadır) ve pamuğun kükürt boyarmaddeler ile veya reaktif boyarmaddeler ile çektirme yöntemine göre boyanmasında uygundur. Ayrıca atık boyama flottelerinin DGK'sı aynı lif türü için açık tonlarda boyamalara başlanıp koyu tonlara doğru boyama programlarının revize edilmesi gerekli olabilir. Boyama flottelerinin DGK'sını sınırlandıran önemli bir faktör de safsızlıklardır. Bu safsızlıkların başlıca kaynakları; yün içerisinde bulunan yağlar, doğal kirlilikler, harman yağları gibi lifler üzerinde bulunan kirliliklerdir. Ayrıca boyarmadde formülasyonlarından, yardımcı maddelerden (egaliz maddeleri), elektrolitler, pH düzenleyici (asit veya baz) ilavesinden oluşan tuzlar da bu kapsamda değerlendirilebilir.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında atıksu karakterizasyonları yapılmıştır. Buna göre HT ve çile terbiye-boyama proseslerinde boyama işlemleri sonucunda oluşan proses atıksularının boyama işlemlerinde AGK/DGK potansiyelleri belirlenmiştir (bkz. Çizelge 4.30). Buna göre işletmede HT ve çile terbiye proseslerinde çizelge 4.53'de verilen atık boyama flottelerin DGK ile

proses suyu tüketimi ve atıksu miktarı %7-8 oranında tasarruf sağlanabilineceği hesaplanmıştır. HT ve çile terbiye-boyama proseslerinde proses suyu tüketiminde ise sırasıyla %22 ve %7 oranında potansiyel azalmalar hesaplanmıştır. Diğer taraftan bu uygulama ile atıksu KOİ yükü %8-9 oranında ve kompozit atıksuların KOİ konsantrasyonu %0,9-1,2 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Benzer şekilde proses suyu tüketimindeki azalmaya bağlı olarak rejenerasyon atıksuyu miktarının ve kompozit atıksuların tuz içeriğinin de %7-9 oranında azalacağı öngörülmektedir.

Çizelge 4.53. İşletmede DGK'sı mümkün olan boyama atıksuları ve miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı				Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
4	Boyama	HT	Yün	Açık	1.352 (751-2.253)
7	Boyama	HT	PAC	Koyu	6.759 (3.755-11.265)
Ara toplam					8.111 (4.506-13.518)
13	Boyama 100 °C	Çile	Yün	Koyu	722 (502-1.255)
14	Boyama 80 °C	Çile	Yün	Koyu	722 (502-1.255)
17	Boyama 80 °C	Çile	Yün	Açık	722 (502-1.255)
18	Boyama 100 °C	Çile	Yün	Açık	722 (502-1.255)
Ara toplam					2.888 (2.008-5.020)
Toplam					11.000 (6.514-18.538)
^a Numune numarasını göstermektedir (bkz. Çizelge 4.30)					

İşletmede uygun atık boyama flottelerinin tekrar kullanımı ile ısı enerjisi ve kimyasal tüketimlerinde azalmalar sağlanabilmektedir. Uygulama ile ısı enerjisi/buhar tüketiminde %1-4 aralığında azalmalar sağlanabilmektedir. Dolayısı ile atık baca gazı emisyonlarında da benzer oranda azalmalar söz konusu olmaktadır. Kimyasal tüketiminde ise mevcut kimyasal içerik ve giderilecek kimyasal içeriği bilinemediğinden hesaplamalar yapılamamıştır. Ancak uygulama ile kimyasal tüketiminde %10-25 oranında tasarruf sağlanacağı öngörülmektedir. Uygulamadaki potansiyel faydalar göz önüne alındığında geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

d. Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi

Tekstil endüstrisinde terbiye, boyama gibi temel üretim proseslerinde ve hamsu yumuşatma sistemi gibi yardımcı proseslerde atıksu farklı karakterde proses atıksuları oluşmaktadır. Bazı proses atıksularının özellikle pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk içeriğinin yüksek olması DGK'sını engellemektedir. Ancak bu karakterdeki atıksuların kaliteli su gerektirmeyen tesis yıkama işlemlerinde değerlendirilebilir. Bu kapsamda işletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında atıksu karakterizasyonu yapılmıştır. Buna göre çizelge 4.30'da verilen 8, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22 ve 23 No'lu numunelerin tesis temizliğinde DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu proses atıksuları haricinde yüksek tuz içeriğine sahip rejenerasyon atıksularının DGK'sı da mümkündür. Böylelikle işletmede önemli miktarda hamsu tasarrufu sağlanacağı öngörülmektedir. İşletmede uygun yıkama/durulama atıksularının tesis temizliğinde değerlendirilmesi ile %29-32, uygun yumuşatma atıksuları ile %9-12 ve boyama atıksuları ile %5-7 arasında hamsu tasarrufu sağlanabilir. Toplamda hamsu tasarrufunun %44-49 olacağı tahmin edilmektedir. Ancak tesis temizliğinde bu kadar yüksek miktarda hamsu ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca proses atıksularının terbiye ve boyama proseslerinde değerlendirilmesi daha fizibil bir yaklaşımdır. Bu nedenle işletmede terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkün olmayan, sadece tesis temizliğinde değerlendirilebilecek başlıca proses atıksuyu kaynakları ve miktarları çizelge 4.54'de sunulmuştur. Buna göre ortalama 12.910 ton/yıl proses suyunun tesis temizliğinde değerlendirilmesi ile hamsu tüketimini %8-10 oranında azaltmak mümkündür. Ayrıca işletmede diğer proses atıksuyu kaynağını oluşturan rejenerasyon atıksularının tesis temizliğinde ve kaliteli su ihtiyacı gerektirmeyen diğer işlemlerde kullanılması ile proses suyu tüketiminin %10-14 oranında azaltmak mümkündür. Bu durumda yıkama/durulama, boyama ve rejenerasyon atıksularının tesis temizliğinde değerlendirilmesi ile hamsu tüketimini %19-22 oranında azalabileceği hesaplanmıştır.

Çizelge 4.54. İşletmede tesis temizliğinde geri kullanılabilinecek proses atıksuları ve miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı				Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
11	Yıkama	HT	PAC	Açık	5.069 (2.816-8.449)
19	Yıkama	Çile	Yün	Açık	1.082 (753-1.882)
10	Boyama	HT	PAC	Açık	6.759 (3.755-11.265)
Ara toplam					12.910 (7.324-21.596)
- ^b	Regenerasyon atıksuyu				16.452 (13.544-22.077)
Toplam					29.362 (20.868-43.673)
^a Numune numarasını göstermektedir (bkz. Çizelge 4.30)					
^b Numune numarası bulunmamaktadır					

İşletmede proses atıksuları ve regenerasyon atıksularının tesis temizliği amacıyla kullanılması kompozit atıksu miktarlarının %8-10 ve KOİ yükünün %16-20 oranında azaltılmasını sağlayacağı hesaplanmıştır. Diğer taraftan regenerasyon atıksularının tekrar değerlendirilmesi kompozit atıksuların tuz içeriğinin önemli miktarda azaltılmasını sağlayacaktır. Uygulama ile su-atıksu maliyetlerinde azalmalar işletme için ekonomik kazanç unsurudur. Uygulamadaki başlıca yatırımı boru, rezervuar, pompa maliyetleri oluşturmaktadır. Ancak bu yatırım maliyetlerinin tahmini geri ödeme süresinin kısa olacağı söylenebilir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.5.3. Enerji optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Buhar kayıplarının önlenmesi için boru, vana, tank, makinelerin ve buhar dağıtım hatlarının tam buhar izolasyonu (ikinci düzey)

Tekstil endüstrisinde terbiye ve boyama proseslerinde kullanılan ısı enerjisinin bir bölümü atık ısı olarak kaybedilmektedir. Başlıca atık ısı kaynakları sıcak yüzeyler, sıcak atıksu ve atık gaz akımlarıdır. Tekstil işletmelerinde atık ısı miktarlarının azaltılması amacıyla çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Bunlar sıcak atıksu ve atık

gazlardan ısı eşanjörleri, ısı pompası ile ısı geri kazanımı, sıcak yüzeylerin izolasyonu ve sıcak atıksu akımlarının DGK'sıdır. Endüstride kimyasal kullanımı yoğun olduğundan kullanılan izolasyon malzemesinin kalitesine bağlı olarak termal radyasyon ile ısı kayıplarının %80-95 oranında azaltılması mümkün olabilmektedir (EEAA, 1999). Benzer tekstil işletmelerinde izolasyon uygulamaları ile enerji tüketiminde %9-10'a varan tasarruflar sağlanabilmektedir (EEAA, 1999; IPPC BREF, 2003, EPA, 2008). Enerji tüketiminde atıksu ve baca gazından ısı geri kazanımı ile %30 enerji ve kaçak-kayıplarda %80-90 oranında azalmalar sağlanabilir (EEAA, 1999).

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında buhar tüketiminin ve dolayısı ile ısı enerjisi tüketiminin yüksek olduğu görülmüştür. Ancak işletmede ısı enerjisi kayıplarının azaltılması için izolasyon ve ısı geri kazanımı gibi temiz üretim uygulamaları bulunmamaktadır. Bu kapsamda işletmede HT ve çile boyama makinelerinde termal radyasyon ile ısı kaybı sırasıyla 2.635.200 MJ/yıl ve 1.098.000 MJ/yıl'dır. Ayrıca işletmede boru, vana, buhar hatları ve buhar kazanlarında da ısı kayıpları yaşanmaktadır. Bu nedenle bu sıcak yüzeylerin kaliteli (kimyasallara dayanımı yüksek) izolasyon maddeleri ile izole edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle işletmede buhar tüketimi, yakıt tüketimi, atık ısı miktarları ve atık baca gazı emisyonları minimize edilebilir. Sadece HT ve çile makinelerinin yüzeylerinin izolasyonu ile toplam ısı enerjisi tüketiminin %3 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Ayrıca diğer sıcak yüzeylerin de izolasyonu ile %6-10 oranında toplam ısı enerjisi tüketiminde ve dolayısı ile atık gaz emisyonlarında azalmaların sağlanacağı öngörülmektedir. Uygulama için yapılacak yatırımın maliyeti izolasyon malzemesi ile orantılı olduğundan net olarak bir maliyet belirlenmesi güç olmaktadır. Ancak benzer işletmelerdeki uygulamalar ışığında bu uygulamanın geri ödemesi süresinin 3-5 yıl aralığında değiştiği söylenebilir (EEAA, 1999). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Buhar kazanlarının optimizasyonu, hava kaçaklarının önlenmesi ve kompresör kontrol sistemlerinin kullanılması (birinci düzey)

İpliksan işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında buhar tüketiminin oldukça yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Bunun başlıca nedeni işletmede yarı açık buhar sistemi kullanılması ve önemli miktarda buharın bu sistemde kaybedilmesidir. Bu nedenle işletmede buhar kazanlarının optimizasyonu ısı enerjisi tüketiminin azaltılmasında etkili olacağı tahmin edilmektedir. Bu kapsamda buhar kazanlarında yanma havası sıcaklığının artırılması, gereksiz buhar kullanımlarının tespit edilmesi ve önlenmesi, buhar tüketiminin prosesler bazında izlenmesi ve yakıt tüketiminin (kömür ve doğalgaz) optimize edilmesi, atıksu ve atık baca gazı emisyonlarından ısı geri kazanımı yapılabilir. Ayrıca işletmede buhar tüketimi yüksek olan LP-VP baskı boyama makineleri ve final ünitesinde şişirme makinelerinde buhar tüketiminin azaltılmasına yardımcı olacak makine modifikasyonu/değişimlerinin yapılması gerekli olabilir. Bu amaçla anlık ısıtıcılar kullanılabilir.

İşletmede elektrik enerjisi tüketimi özellikle iplikhane ünitesinde pasaj, ring makineleri ve LP baskı boyama makinelerinde yoğun olmaktadır. Bu makinelerde elektrik enerjisi tüketiminin minimizasyonunda çeşitli önleyici teknikler uygulanabilir. Bu kapsamda aşırı yüklemelerin önlenmesi, etkin izleme ve kontrol sistemlerinin kurulması, verimsiz elektrik motorları, kompresörlerin modifikasyonu veya frekans kontrollü elektrik motorları ile değişimi uygulamaları yapılabilir.

Buhar ve hava kaçaklarının önlenmesi, kompresör kontrol sistemlerinin kullanılması ve buhar kazanlarının optimizasyonu uygulamaları ile benzer tekstil işletmelerinde spesifik buhar tüketiminde 1,8-2,4 kg buhar/kg ürün, elektrik enerjisi tüketiminde %2-7 tasarruflar sağlanabilmektedir (Hasanbeigi, 2010). Diğer taraftan elektrik motorları ve kompresörlerin aşırı yüklemelerinin önlenmesi, bakım-onarım, izleme-kontrol ve makine modifikasyonları ile bu makinelerde elektrik enerjisi tüketiminde %2-25 arasında tasarruflar elde edilebilir (Hasanbeigi, 2010). Bu uygulama için gerekli yatırımların geri ödeme süresi 1,5-3 yıl arasında değişmektedir (Hasanbeigi, 2010). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

d. Aydınlatmada olabildiğince güneş ışığından yararlanmak, mümkün olmadığı durumlarda daha verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılması (birinci düzey)

Tekstil işletmelerinde kaliteli çalışma ortamı sağlanması ve üretim hatalarının minimize edilmesinde yeterli aydınlatma önemlidir. Böylelikle işletmelerde yeterli aydınlatma imkanlarının sağlanması ve elektrik enerjisi tüketiminin minimize edilmesi birlikte sağlanabilir. Bu kapsamda aydınlatma sistemlerinin optimizasyonu ve çeşitli modifikasyonlar gerekli olabilmektedir. Gereksiz kullanımların önlenmesi için sensörler kullanılması, gündüz saatlerinde mümkün olduğunca güneş ışığından yararlanılması ve daha düşük elektrik enerjisine ihtiyaç duyan aydınlatma ekipmanlarının kullanılması iyi temiz üretim tekniklerindendir.

İpliksan işletmesinde yapılan incelemelerde çok sayıda floresan lamba ve boyahane ünitesinde muhtelif yerlerde projektörlerin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu aydınlatma ekipmanları gündüz saatlerinde de kullanılmaktadır. Bu kapsamda işletmede aydınlatma sisteminde sensörlerin kullanılması ile gereksiz kullanımlar önenebilir. Ayrıca işletmede özellikle aydınlatma ihtiyacının yüksek olduğu alanlarda çatıda yapılacak modifikasyonlar ile güneş ışığından daha fazla yararlanmak mümkündür. Buna ek olarak işletmede mevcut aydınlatma ekipmanlarının tasarruf ampulleri ya da ledler ile değiştirilmesi elektrik enerjisi tüketiminin azaltılmasında etkili olacağı tahmin edilmektedir. Bu sayede aydınlatmada tüketilen elektrik enerjisinde %15-30'a varan tasarruf sağlamak mümkündür (Purohit ve Marshall, 2008; LCPC, 2010). Benzer işletme uygulamalarına göre geri ödeme süresi yaklaşık 2 yıl gibi kısa bir süre olabilmektedir (Hasanbeigi, 2010). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

e. Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi (birinci düzey)

Tekstil işletmeleri terbiye-boyama işlemlerinde ve buhar üretimde önemli miktarda ısı enerjisiye ihtiyaç duyulmaktadır. Endüstride ısı enerjisinin temininde kömür ve doğalgaz gibi yakıtlardan yararlanılmaktadır. İşletmelerde ısı enerjisi ihtiyacının minimizasyonunda yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı seviyelerde yararlanmak mümkündür. İpliksan işletmesi konumu bakımından güneş enerjisinden

(solar enerji) önemli ölçüde yararlanma potansiyeline sahiptir. Bu kapsamda proses suyunun güneş panellerinde ısıtılması ile kazan besleme suyu olarak kullanılabilir. Ayrıca güneş panellerinde ısıtılan proses suyu boyama flottelerinin hazırlanmasında kullanılabilir. Elektrik enerjisi üretiminde de solar enerjiden yararlanmak mümkündür. Ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve yüksek miktarda elektrik enerjisi ihtiyacı olan işletmelerde daha fizibil olması uygulamayı sınırlamaktadır. Bazı tekstil işletmelerinde solar enerji liflerin ön kurutmasında kullanılmaktadır. Bu teknik Avrupa’da bazı tekstil işletmelerinde uygulansa da yaygın değildir (IPPC BREF, 2003).

İşletmede yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ısı enerjisi tüketimi ve atık baca gazı emisyonları azaltılabilir. Ancak ilk yatırım maliyetleri yüksek olabilmektedir. Yakıt tüketimlerinde sağlanacak potansiyel tasarruflar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına verilen devlet teşvikleri göz önüne alındığında geri ödeme süresinin kısa olacağı düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ile enerji tüketiminde %40-50 tasarruflar sağlanabilir (Carnavale vd., 2011). Benzer tekstil işletmelerinde yapılan uygulamalarda geri ödeme süreleri 0,5-3,5 yıl aralığında değiştiği belirtilmektedir (Hasanbeigi, 2010). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.5.4. Kimyasal değişimi ve minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Çevresel etkileri göz önüne alarak reçetelerin optimize edilmesi

Tekstil endüstrisinde kimyasal tüketimi yoğun olmaktadır. Kullanılan bazı kimyasalların akut ve süclü ortam toksisitesi yüksek olabilmektedir. Bu kimyasallar atıksu ve atık gaz akımları ile alıcı ortamlara taşınarak insan sağlığı ve alıcı ortamda olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Bu kapsamda işletmelerde kullanılan boyama reçetelerinin optimize edilmesi hem kimyasal kayıplarının azaltılmasını hem de çevresel risklerin önlenmesinde etkili olmaktadır. Reçete optimizasyonu ile kimyasal tüketiminde %20-50 oranında ve KOİ kirlilik yükünde %30-50 oranında azalmalar sağlanabilir (LCPC, 2010). Reçetelerin optimizasyonu kapsamında mümkün

olduğunca kimyasal kullanımından kaçınmak, toksik kimyasalların kullanılmaması, daha az yardımcı kimyasal gerektiren boyarmaddelerin kullanılması ve boyahane-laboratuar koordinasyonunun artırılması teknikleri kullanılabilir. Uygulamadaki başlıca itici güçler aşağıda özetlenmiştir.

- Kimyasal kayıpları ve maliyetleri minimize edilir.
- İşletme yönetiminde verimlilik artışları sağlanır.
- Atıksular ve atık gaz akımları ile taşınan kimyasal yük minimize edilir.
- Ulusal ve uluslar arası standartlara uyum artırılır.

İpliksan işletmesinde reçetelerin hazırlanması ve uygulanmasında minimum kimyasal tüketimi tercih edilmesine rağmen kimyasal kayıplarının önlenmesinde yeterli olmamaktadır. Bunun başlıca nedenleri işletmede kimyasalların dozlanmasında ve hazırlanmasında otomasyona dayalı teknikler kullanılmaması, kimyasal seçiminde herhangi bir prosedür uygulanmaması, kimyasal geri kazanımı ya da atıksu AGK/DGK'sı ile birlikte kimyasalların geri kazanımı gibi tekniklerin uygulanmamasıdır. Ayrıca çile boyama makinelerinin yüksek flotte oranlarında çalışması kimyasal tüketimini artırmaktadır. Diğer taraftan işletmede mevcut durum analizi kapsamında çevresel açıdan riskli olan 29 adet kimyasalın kullanıldığı belirlenmiştir.

İpliksan işletmesinde iyi yönetim uygulamaları, atıksu AGK/DGK, kimyasal minimizasyonu ve değişimi, makine modifikasyonu MET'lerinin uygulanması mevcut reçetelerin revize edilmesini zorunlu hale getirmektedir. Böylelikle işletmede reçetelerin revize edilmesinde daha az yardımcı kimyasal tüketimi gerektiren boyarmaddelerin tercih edilmesi ve çevresel açıdan riskli kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değişimi göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulama ile atıksu kirlilik yükü ve VOC emisyonları azaltılabilir. Ayrıca gereksiz kimyasal kullanımı ve kayıpları azaltılabilir. Bu sayede önemli tasarruflar ve çevresel faydalar sağlanabilir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Kimyasal değişimi; biyolojik degradasyonu/eliminasyonu yüksek olan kimyasalların kullanılması (birinci düzey)

Tekstil şişletmelerinde kimyasalların seçiminde daha çok kimyasalların maliyeti, üretim proseslerindeki performansı ve uygulamadaki kolaylıklar göz önünde bulundurulmaktadır. Ancak şişletmelerde kimyasal seçiminde ve mevcut kimyasalların değişiminde biyolojik degradasyon/eliminasyon oranı, akut ve sucul toksisite değerleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sayede şişletmelerde çalışma ortamı kalitesi artırılabilir, atıksuların ve baca gazı emisyonlarının toksisitesi azaltılabilir.

şişletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında şişletmede kullanılan kimyasalların MSDS'leri biyolojik degradasyon/eliminasyon oranları, akut ve sucul toksisite (LC₅₀, LD₅₀, IC₅₀ ve EC₅₀) değerleri incelenmiştir (bkz. Çizelge 4.7). Buna göre şişletmede 29 adet kimyasalın evre dostu ikameleri ile değişiminin gerekli olduğu görülmüştür. Bu kimyasalların evre dostu ikameleri ile değişimi önerilmiştir. Bu sayede atıksuların sucul toksisitesinde ve kimyasal yükünde azalmalar sağlanabilir. Diğer taraftan daha sağlıklı bir çalışma ortamı tesis edilmesine katkı sağlanabilir. Ancak bazı kimyasalların evre dostu ikameleri bir miktar daha pahalı olabilmektedir. İpliķsan şişletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartişılmıştır.

c. Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda en az risk taşıyan kimyasalların kullanılması (nc düzey)

Tekstil şişletmelerinde terbiye, boyama ve baskı işlemlerinde yoğun kimyasal tüketimi gerçekleşmektedir. Ayrıca boyama ve baskı proseslerinde kaliteli boyamaların sağlanabilmesi amacıyla çok sayıda yardımcı kimyasal kullanılmaktadır. Boyama işlemlerinde kullanılan kimyasalların neredeyse tamamı atık flotteler içerisinde kalmakta ve atıksu akımları ile uzaklaştırılmaktadır. Bu durum atıksuların taşıdığı kimyasal yükü artırmaktadır. Ancak retim proseslerinde kaliteli proses suyu kullanımı, mümkün olan proseslerin tek adımda birleştirilmesi, tek seferde doğru boyama tekniklerinin uygulanması, uygun atıksu akımlarının DGK'sı ile kimyasal kayıpları ve gereksiz kullanımları nlenebilir. Kimyasal

kullanımının kaçınılmaz olduğu durumlarda ise biyolojik degradasyon/eliminasyonu oranı yüksek, akut ve sucul toksisitesi düşük kimyasallar kullanılmalıdır. Ayrıca daha az yardımcı kimyasal gerektiren boyarmaddelerin kullanımı ile kimyasal tüketiminde önemli tasarruflar sağlanabilmektedir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

d. Kimyasalların hazırlanması ve dozlanmasında otomatik sistemlerin kullanılması

Tekstil boyahanelerinde otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikroişlemci kontrolündeki dozlama sistemlerinde kimyasallar sabit veya değişken oranlara göre otomatik olarak ayarlayabilmektedir. Ayrıca flottelerin tam zamanında hazırlanması için de otomatik sistemler mevcuttur. Bu sistemlerde flotte alımları ve ürün miktarının on-line ölçümü ile, tam gereken kadar flotte hazırlanabilmekte veya kimyasal ilavesi yapılabilmektedir. Böylece kimyasal kayıpları ve atıksuların taşıdığı kimyasal yükler minimize edilebilmektedir. Bazı kimyasal dozlama sistemlerinde kimyasallar karıştırılmamakta ve boyama esnasında ayrı kimyasal ve boyarmadde hatlarından yapılan dozlamalar ile flotteler hazırlanabilmektedir. Bu sayede boru hattı ve tankların yıkanması da gerekmemektedir.

Toz boyarmaddelerin dozlanmasında da otomatik dozlama sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde çok düşük miktardaki (0,8 gr gibi) toz boyarmaddeler de dozlanabilmektedir. Reçete hazırlama ve laboratuvar işlemlerinde de otomatik dozlama sistemleri kullanılabilir. Özellikle çektirme yöntemine göre boyamalar için gerekli tüm laboratuvar işlemleri pratik olarak ve manüel müdahale gerektirmeden tam otomatik sistemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemler dünyada birçok boyahanede başarıyla uygulanmaktadır. Otomatik kimyasal dozlama sistemleri ile kimyasal tüketiminde %20 oranında (Kalliala ve Talvenmaa, 2000; DEPA, 2008) ve atıksu KOİ yükelemesinde %20-50 oranında azalmalar sağlanabilir (DEPA, 2008). Tekstil işletmelerinde otomatik dozlama sistemlerinin kullanılması ile sağlanabilecek başlıca faydalar aşağıda özetlenmiştir.

- Kimyasal tüketiminde tasarruflar sağlanır.

- Kimyasal kayıpları minimize edilebilir.
- Boyahane-laboratuar koordinasyonu artırılabilir.
- Proses atıksularının kimyasal yükü azaltılır.
- Çalışma ortamı güvenliği ve kalitesi artırılır.
- Kimyasal dökülmeleri engellenebilir ve bu sayede tehlikeli atık miktarları da azaltılabilir.
- Üretim verimliliği artırılır.
- Tek seferde doğru boyama tekniklerinin uygulaması kolaylaşır, böylelikle tekstil atığı miktarları ve kaynak kullanımları minimize edilebilir.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizine göre spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri hesaplanmıştır. Ayrıca kimyasal tüketiminin prosesler bazında dağılımları da belirlenmiştir. Buna göre HT ve çile terbiye-boyama ve LP-VP baskı boyama proseslerinde otomatik dozlama sistemlerinin kullanılması kimyasal tüketiminin ve kayıplarının minimizasyonunda, üretim verimliliğinin artırılmasında ve atıksu akımları, atık gaz emisyonları ile taşınan kirleticilerin azaltılmasında etkili olacağı öngörülmektedir. Ayrıca işletmede sadece dozlamada değil reçetelerin hazırlanmasında da otomasyona dayalı tekniklerin kullanılması teknik, ekonomik ve çevresel açılardan önemli faydalar sağlayacağı tahmin edilmektedir. Benzer işletmelerde otomatik kimyasal hazırlama ve dozlama sistemlerinin kurulması, reçete optimizasyonu, kimyasal değişimi uygulamaları ile kimyasal tüketiminde %20-50 oranında ve atıksuların kimyasal yükünde %30-50 oranında azalmalar sağlanabilmektedir. Uygulamada geri ödeme süresi yaklaşık 2 yıl olmaktadır (Kalliala ve Talvenmaa, 2000; DEPA, 2008; LCPC, 2010). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.5.5. Makine modifikasyonu ve değişimi kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması (birinci düzey)

Tekstil işletmelerinde iplik eğirme işlemlerinde elektrik tüketimi yoğun olmaktadır. Bunun başlıca nedeni ring eğirme işlemlerinde çok sayıda elektrik motorunun kullanılıyor olmasıdır. Ring eğirme makineleri ve diğer iplik üretim sürecinde kullanılan makinelerde frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması, makine modifikasyonları ve değişimi iyi bir temiz üretim uygulaması olabilmektedir.

İpliksan işletmesinde pasaj ve ring işlemlerinde spesifik elektrik enerjisi yüksek olmaktadır. Diğer taraftan iplik aktarma ve çile yapmanın gerekli olduğu LP, VP baskı boyama ve çile terbiye-boyama proseslerinde elektrik enerjisi tüketimi yüksek olmaktadır. Bu kapsamda elektrik enerjisi tüketimi yüksek olan bu işlemlerde kullanılan elektrik motorlarında frekans kontrollü olanların tercih edilmesi ve verimsiz elektrik motorlarının daha tasarruflu olanlar ile değişiminin gerekli olduğu ön görülmüştür. İşletmede bulunan kompresör ve makinelere aşırı yükleme yapılmaması da yine elektrik enerjisi tasarrufunda önemlidir. Bu sayede elektrik enerjisi tüketiminde %2-15 arasında tasarruflar sağlanabilir (Hasanbeigi, 2010; Uson vd., 2012). Ring eğirme makinelerinde enerji verimliliği sağlayan yağların kullanımı ile bu makinelerin elektrik enerjisi tüketiminde %3-7 tasarruf sağlanabilmektedir (Hasanbeigi, 2010). Uygulamanın geri ödeme süresi 2-4 yıl aralığında değişebilmektedir (Hasanbeigi, 2010). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması (üçüncü düzey)

Tekstil işletmelerinde çile ipliklerin kontinu tekniklere göre boyamasında çile boyama makineleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Çile makineleri yüksek sıcaklık, basınç altında flottenin sirkülasyonu esasına göre çalışmaktadır. Yüksek flotte oranlarında çalışan çile boyama makineleri olduğu gibi modern makineler düşük flotte oranlarında (6:1-10:1) çalışan makineler de bulunmaktadır (IPPC BREF,

2003). Ayrıca yüksek flotte oranlarında çalışan makinelerde hava yastığı sistemleri gibi modifikasyonlar ile flotte oranları bir miktar azaltılabilmektedir. Boyama makinelerinde flotte oranları doğrudan proses suyu, kimyasal, enerji tüketimini doğrudan etkilemektedir. Dolayısı ile yüksek flotte oranlarında çalışan çile boyama makinelerinde atıksu miktarları ve atık gaz emisyonları da yüksek miktarda olmaktadır.

İpliksan işletmesinde ağırlıklı olarak yün/PA, PAC çile ipliklerin terbiye-boyamasında çile boyama makineleri kullanılmaktadır. İşletmede kullanılan çile makineleri yüksek flotte oranlarında (30:1) çalışmaktadır. Bu nedenle spesifik proses suyu, enerji, kimyasal tüketimleri oldukça yüksek olmaktadır. Ayrıca işletmede LP-VP baskı boyama proseslerinde işlem gören çile ipliklerin yıkama/durulama ve yumuşatma işlemleri de çile makinelerinde yapılmaktadır. Bu nedenle kaynak tüketimi, atıksu ve emisyon miktarları da yüksek olmaktadır. Ayrıca çile terbiye-boyama prosesinde sadece çile formundaki lifler işlem görmektedir. Bu nedenle bobin ipliklerin çile yapma proseslerinde çile haline getirilmesi ve terbiye-boyama işlemleri sonunda tekrar çile aktarma prosesinde tekrar bobinlere sarılması gerekmektedir. Bu durum elektrik enerjisi tüketimi ve zaman kaybına neden olmaktadır. Bu kapsamda işletmede uygulanabilir nitelikte üç seçenek bulunmaktadır. Bunlardan birincisi işletmede bulunan 8 adet (3'ü numune boyama) çile boyama makinesinin daha düşük flotte oranlarına sahip makineler ile değişimidir. Ancak bu uygulamada ilk yatırım maliyetleri çok yüksek olacağı tahmin edilmektedir. İkinci seçenek mevcut çile boyama makinelerinde yapılacak modifikasyonlar ile flotte oranının azaltılmasıdır. Bu uygulamada başlıca çekince makinelerin dikdörtgenler prizması şeklinde olması nedeniyle çok daha yüksek basınç dayanımının azalması ve kaza risklerinin artmasıdır. Diğer bir seçenek ise birden fazla önleyici tekniğin birlikte uygulanması esasına dayanmaktadır. Bu uygulamanın detayları aşağıda sunulmuştur.

- Çile terbiye-boyama proseslerinde mümkün olan boyama, yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK'sı sağlanmalıdır.
- Soğutma sularının geri kullanımı sağlanmalıdır.
- Üretim programlarının revize edilerek LP-VP terbiye işlemlerinin HT makinelerinde yapılmalıdır.

- LP-VP terbiye işlemlerinde kesikli tekniklere göre yıkama ve yumuşatma yapılacak ters yıkama prensibi bulunan makinelerin kullanılmalıdır.
- Çile makinelerinde kimyasalların hazırlanması ve dozlamasında otomasyona dayalı sistemlerin kullanılmalıdır.
- Otomasyona dayalı izleme ve kontrol sistemlerinin kullanılmalıdır.
- Etkin bakım-onarımları yapılmalıdır.
- Çile terbiye-boyama proseslerinde mümkün olan işlemler tek adımda birleştirilmelidir.

Çile boyama makinelerinde sayılan tekniklerin uygulanması ile proses suyu, enerji, kimyasal tüketimlerinde tasarruflar sağlanabilir. Dolayısı ile proses atıksuyu miktarları ve kimyasal yükünde, atık gaz emisyonları miktarlarında önemli azalmalar sağlanacağı tahmin edilmektedir. İşletmede çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması ya da makine değişimi ile toplam proses suyu tüketiminde %10-25 oranında azalmalar sağlanabileceği öngörülmektedir. Ayrıca kimyasal ve ısı enerji miktarlarında da benzer oranlarda tasarruflar sağlanabilir. İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Çile boyama makinelerinde kondens sularının buhar kazanına geri dönüşü sağlanarak soğutma sularının değerlendirilmesi (ikinci düzey)

Yüksek sıcaklıkta ve basınçta boyama yapılan boyama makineleri soğutma eşanjörleri yardımıyla soğutulmaktadır. Soğutma işleminde genellikle proses suyu kullanılmaktadır. Isınan soğutma suları buhar kazanlarına beslenebilmekte, proses suyu olarak kullanılabilenekte ya da enerji geri kazanımında kullanılabilir. Bu sayede soğutma sularının değerlendirilmesi ile su tüketiminde ve atıksu miktarlarında azalmalar sağlanabilmektedir. soğutma sularının yeniden kullanımı ile %10-20'ye varan (DEPA, 2008; LCPC, 2010) azalmalar sağlanabilmektedir.

İpliksan işletmesinde HT ve çile boyama makineleri yüksek sıcaklıklarda boyama yapan makinelerdir. Bu nedenle flottenin boşaltılmadan önce makinelerin soğutulması gerekmektedir. HT makinelerinde kullanılan soğutma suları tekrar

değerlendirilmek üzere buhar kazanlarına beslenerek proses suyunun tekrar kullanımı sağlanmakta ve bu sayede enerji tasarrufları sağlanmaktadır. Ancak çile makinelerinde kondens geri dönüşü bulunmamakta ve dolayısı ile soğutma suları kanalizasyona verilerek uzaklaştırılmaktadır. Bu durum çile terbiye-boyama proseslerinde proses suyu ve yakıt tüketimini artırmaktadır. Dolayısı ile atıksu miktarları ve baca gazı emisyonlarının bir miktar artmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda çile boyama makinelerinde kondens sularının buhar kazanlarında yeniden kullanılması veya terbiye-boyama proseslerinde DGK'sı işletmenin üretim verimliliğini olumlu etkileyecektir. Böylelikle işletmenin kaynak kullanımları ve üretim maliyetlerinde tasarruflar sağlanırken işletmenin çevresel performansının artırılmasına katkı sağlayacaktır. Benzer tekstil işletmelerinde yapılan uygulamalarda soğutma sularının tekrar kullanımı ile proses suyu tüketimi ve atıksu miktarlarında %10-25 aralığında tasarruflar mümkün olabilmektedir (DEPA, 2008; LCPC, 2010). Spesifik enerji tüketiminde yaklaşık %10 azalmalar sağlanabilmektedir. Uygulamada başlıca yatırım maliyetlerini kondens geri dönüşü için yapılacak borulama masrafları oluşturmaktadır. Benzer işletme uygulamalarından hareketle sağlanacak tasarruflar göz önüne alındığında geri ödeme süresinin 1,3-3,6 yıl arasında olacağı öngörülmektedir (LCPC, 2010). İpliksan işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.1.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.1.6. İşletmede MET önerileri ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde kaynak tüketimlerinin ve maliyetlerin minimizasyonu, üretim verimliliğinin ve çevresel performansın artırılmasına yönelik MET önerileri sunulmuştur. İşletmede her bir MET'in uygulanması ile sağlanacak potansiyel faydalar değerlendirilmiştir. Ancak yapılan hesaplamalarda MET önerilerinin kendi içerisinde teknik, ekonomik ve çevresel faydalar açısından ilişkiler bulunduğu görülmüştür. Buna göre her bir MET önerisinin uygulanması ile daha yüksek oranda fayda sağlanırken toplam faydaya içerisindeki payının (efektif ya da marjinal fayda) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca işletmede mevcut durum analizi kapsamında spesifik maliyet unsurları hesaplanarak MET önerileri ile sağlanacak potansiyel ekonomik tasarruflar belirlenmiştir. Ancak işletmeye önerilen MET'lerin

yatırım maliyetleri tam olarak ön görülemediğinden geri ödeme süreleri hesaplanamamıştır. Ancak literatürde yer alan benzer işletme uygulamalarından yararlanılarak tahmini geri ödeme süreleri belirlenmiştir.

4.1.6.1. Proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İpliksan işletmesinde su tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda amacıyla MET'ler belirlenmiştir. Bunlardan sürekli çalışan makinelerde debi kontrolü ve kapatma vanaları kullanılması, proses atıksularının AGK/DGK'sı, çile makinelerinde flotte oranların azaltılması ve çile makinelerinde soğutma sularının DGK'sı su tüketiminin minimizasyonunda doğrudan etkilidir. İyi yönetim uygulamaları, enerji ve kimyasal tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında sunulan bazı MET'lerin ise dolaylı etkileri bulunmaktadır.

İyi yönetim uygulamaları kapsamında işletmeye sunulan proseslerin izlenmesi-kontrolü uygulamaları, envanter raporlarının hazırlanması, etkin bakım-onarım ve temizlik faaliyetleri ve yeni tekniklerin geliştirilmesi uygulamaları ile proses suyu tüketimi ve dolayısı ile atıksu miktarlarının sırasıyla %3-5 ve %3-6 oranında azalabileceği belirlenmiştir. Ancak yeni tekniklerin geliştirilmesi kapsamında farklı işlemlerin tek adımda birleştirilmesi ve tek seferde doğru boyama tekniklerinin diğer MET önerileriyle arasında teknik açıdan ilişkiler bulunmaktadır. Bu nedenle sağlanacak potansiyel faydaların da diğer MET'ler ile paylaşacağı öngörülmektedir. Diğer taraftan sürekli çalışan makinelerde debi kontrolü ve otomatik kapatma vanalarının kullanılması önerisi de iyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen prosesler bazında izleme-kontrol esasına dayanan MET önerileri ile birbirlerini tamamlamaktadır. Bu nedenle sağlanacak potansiyel tasarruflar ve maliyetler paylaşılmaktadır.

İşletmede terbiye ve boyama atıksularının AGK/DGK'sı ile proses suyu tüketiminde %29-55 ve kompozit atıksu miktarlarında %29-58 oranında azalmalar sağlanabileceği hesaplanmıştır. Ayrıca bu MET uygulamaları ile kompozit atıksuların KOİ yükünün %42-53 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması ve çile boyama

makinelerinde soğutma sularının geri kazanımı uygulamaları ile proses suyu tüketimi ve atıksu miktarlarında %5-10 ve KOİ yükünde %2-3 oranında azalmalar sağlanabileceği belirlenmiştir. Ancak çile makinelerinde flotte oranlarının azaltılması ve proses atıksularının AGK/DGK'sı önerileri arasında teknik açıdan ilişkiler bulunmaktadır. Bu nedenle sağlanacak tasarruflar ve faydaların belirlenmesinde bu ilişkiler göz önünde bulundurulmuştur.

İşletmede proses suyu ve atıksu minimizasyonunda etkili olan tüm MET'ler ile toplam proses suyu tüketiminin %37-70 ve kompozit atıksu miktarının %37-74 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Kompozit atıksuların KOİ yükünde ise toplam azalmanın %46-61 oranında olacağı tahmin edilmektedir. Ancak belirlenen MET önerileri arasındaki teknik ilişkiler bulunması sağlanacak toplam fayda ve tasarruf miktarlarını etkilemektedir. Buna göre her bir MET önerisi ile sağlanacak potansiyel fayda/tasarruf daha yüksek olurken toplam faydaya katkısı beklenenden daha az olabilmektedir. Buna göre işletmede proses suyu tüketiminde ve atıksu miktarında sağlanacak efektif fayda/tasarruf oranları sırasıyla %35-65 ve %31-66 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kompozit atıksuların KOİ yükünün de %42-53 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Çizelge 4.56'da her bir MET önerisi ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar sunulmuştur. İşletmede yürütülen mevcut durum analizinde ortalama proses suyu-atıksu maliyeti 0,36 TL/ton olarak belirlenmiştir. Buna göre işletmede proses suyu tüketimi ve atıksu miktarlarının minimizasyonu ile sağlanacak ekonomik tasarrufun 16.431-34.982 TL/yıl olacağı hesaplanmıştır.

4.1.6.2. Enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İşletmede enerji tüketiminin minimizasyonunda prosesler bazında izleme-kontrol uygulamaları, etkin bakım-onarım, yeni teknikler geliştirilmesi, proses atıksularının DGK'sı, izolasyon uygulamaları, enerji tüketimi optimizasyonu, alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve makine modifikasyonları etkili olmaktadır. Buna göre iyi yönetim uygulamaları ile ısı enerjisi tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının %3-6 ve elektrik enerjisi tüketiminin %3-4 oranında azalacağı öngörülmektedir. Proses atıksularının AGK/DGK'sı ile ısı enerjisi tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının %3-13 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Ayrıca izolasyon,

optimizasyon ve alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi uygulamaları ile ısı enerji tüketiminde %3-12, elektrik enerjisi tüketiminde %4-9 oranında tasarruflar sağlanabilir. Dolayısı ile atık gaz emisyonlarının da %4-14 oranında azaltılabilir. Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması ve soğutma sularının DGK'sı uygulamaları ile ısı enerji tüketiminin %4-7 ve atık gaz emisyonlarının %4-9 oranında azalacağı öngörülmektedir. Ayrıca işletmede frekans kontrolü ile çalışan verimli elektrik motorlarının kullanılması ile elektrik enerjisi tüketiminde %5-8 oranında tasarruflar sağlanabilir.

İşletmede enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının azaltılmasında etkili MET önerilerinin uygulanması ile toplam ısı enerji tüketiminin %13-38 ve atık gaz emisyonlarının %13-42 oranında azalacağı hesaplanmıştır. Elektrik enerjisi tüketiminde ise toplam tasarruf oranı %12-21 olmaktadır. Ancak toplam efektif fayda/tasarrufların ısı enerji tüketiminde %11-34, elektrik enerjisi tüketiminde %12-21 ve atık gaz emisyonunda %12-38 oranında olacağı hesaplanmıştır. Çizelge 4.56'da enerji tüketimi ve atık gaz emisyonunda sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar sunulmuştur.

4.1.6.3. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İşletmede kimyasal tüketiminin minimizasyonunda iyi yönetim uygulamaları, proses suyu AGK/DGK'sı, kimyasal değişimi, otomatik dozlama sistemlerinin kurulması, ve çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması etkili MET uygulamalarıdır. İşletmede iyi yönetim uygulamaları ve proses atıksularının AGK/DGK'sı önerileri ile kimyasal tüketiminde sırasıyla %2-5 ve %10-25 oranında tasarruflar sağlanabileceği hesaplanmıştır. Diğer taraftan kimyasal değişimi, kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında otomasyona dayalı sistemlerin kullanılması ile %9-13 oranında kimyasal tasarrufu sağlanabilir. Bu uygulamalar ile atıksuların KOİ yükünün %2-5 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması uygulaması ile kimyasal tüketiminde %4-8 oranında tasarrufların mümkün olduğu hesaplanmıştır. İşletmede tüm MET önerilerinin uygulanması ile kimyasal tüketiminde %25-51 oranında potansiyel tasarruflar öngörülmektedir. Kimyasal tüketiminde toplam efektif faydanın ise %21-

43 oranında olacağı hesaplanmıştır. Çizelge 4.56'da MET uygulamaları ile kimyasal tüketiminde sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar sunulmuştur.

4.1.6.4. Katı atık miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İşletmede katı atık miktarlarının minimizasyonunda üretim verimliliğine katkı sağlayan MET önerileri etkili olmaktadır. Bu kapsamda prosesler bazında izleme-kontrol, etkin bakım-onarım, yeni tekniklerin geliştirilmesi, reçete optimizasyonu uygulamalarının etkili olacağı belirlenmiştir. Bu uygulamalar ile özellikle deşe atık miktarlarında %5-15 oranında potansiyel azalmalar öngörülmektedir. Ayrıca önleyici bakım-onarım uygulamaları ve kimyasalların depolanması, otomatik dozlama sistemlerinin kullanılması ile toplam tehlikeli atık miktarında da önemli oranda minimizasyon sağlanabilir. Çizelge 4.56'da işletmede MET uygulamaları ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar verilmiştir.

4.1.6.5. İşletmede MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesi

Tekstil endüstrisinde MET önerileri ile sağlanabilinecek faydalar işletmenin mevcut üretim yapısı ve durumuna bağlı olarak değişmektedir. Benzer şekilde yatırım maliyetleri ve geri ödeme süreleri de farklı olmaktadır. İpliksan işletmesinde belirlenen MET önerilerinin uygulanması ile sağlanabilinecek potansiyel faydalar yapılan hesaplamalar ile değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ancak iyi yönetim uygulamaları kapsamında sunulan MET'ler, 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 sağlanan potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri belirlenmiştir (Çizelge 4.55). Böylelikle İpliksan işletmesinde tam olarak hesaplanamayan potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süresi değerleri tespit edilmeye çalışılmıştır (Çizelge 4.56). Ayrıca işletmede su-atıksu, kimyasal, enerji spesifik maliyetleri belirlenerek uygulama ile işletmeye sağlanacak potansiyel ekonomik kazanımlar belirlenmiştir. Buna göre proses suyu ve

atıksu minimizasyonu ile 22.648-48.803 TL/yıl, ısıt ı enerji tüketimi minimizasyonu ile 328.277-416.051 TL/yıl, elektrik enerjisi minimizasyonu ile 371.294-414.975 TL/yıl ve kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile yaklaşık 177.096 TL/yıl tasarruf sağlanabilineceği hesaplanmıştır. Buna göre işletmede MET önerilerinin tümünün uygulanması ile üretim maliyetlerinin 899.315-1.056.925 TL/yıl arasında azaltılabılineseği öngörülmektedir.

Çizelge 4.55. Çeşitli MET’lerin potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süreleri

Temiz üretim önerileri	Potansiyel fayda/tasarruflar				Geri ödeme süresi (ay)	Referans
	Su tüketimi (%)	Enerji tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	KOİ yükü (%)		
Etkin bakım-onarım, temizlik ve kaçak kontrolü uygulamaları	1-6	1-5	2	- ^a	1-2	Greer vd., 2010; Kar vd., 2012; UNIDO, 2012; Greer vd., 2013
Soğutma sularının tekrar kullanımı	2-9	0,3-2	-	-	2-7	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Kondens sularının tekrar kullanımı	0,2-5	0,6-7	-	-	4-18	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Proses sularının tekrar kullanımı	6-21	1-3	-	-	1-10	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Boya banyolarının tekrar kullanımı	35	30-57	10-15	33-35	13-20	USEPA, 1996; Petek ve Glavic, 1996; EEAA, 1999
Sıcak atık sulardan ısı geri kazanımı uygulamaları	-	2-12	-	-	2-7	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
İzleme-kontrol ve izolasyon uygulamalarıyla buhar kazanlarının verimliliğinin geliştirilmesi	1-5	1-3 ^b	-	-	4-9	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Buhar kaçaklarının önlenmesi, buhar vanaları ve hatlarının bakım-onarımı uygulamaları	0,1-1	0,3-5	-	-	2-6	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Ekipman ve tankların izolasyonu uygulamaları	-	1-3	-	-	6-10	Greer vd., 2013
Sıcak atık gazlardan ısı geri kazanımı uygulamaları	-	0,7-6	-	-	7-18	Greer vd., 2013
Hava kompresör sistemi kurulması ve optimizasyonu	-	1-4 ^b	-	-	1-12	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Buhar vanaları ve sisteminin bakım-onarımı	-	1-4	-	-	-	Kar vd., 2012
Boyama makineleri soğutma sularının tekrar kullanımı	8-15	NA	-	-	2-3	Kar vd., 2012
Yıkama sularının tekrar kullanımı	9-12	NA	-	-	4-26	Kar vd., 2012
Buhar yönetimi	-	1-5	-	-	-	Kar vd., 2012
Boru, vana, valflerin izolasyonu	-	0,4-0,5	-	-	11	Greer vd., 2010; Kar vd., 2012
^a Veri mevcut değildir						
^b Elektrik enerjisi tasarruf oranlarını göstermektedir						

Çizelge 4.55. (Devamı)

Temiz üretim önerileri	Potansiyel fayda/tasarruflar				Geri ödeme süresi (ay)	Referans
	Su tüketimi (%)	Enerji tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	KOİ yükü (%)		
Kurutma ünitelerinden ısı geri kazanımı	-	20	-	-	2-8	Kar vd., 2012
Ters yıkma metotlarının kullanılması	-	3,3	-	-	4	EEAA, 1999
Otomatik kapatma vanalarının kullanılması	1,5	10	-	-	10	EEAA, 1999
Buhar hatlarının izolasyonu	-	4	-	-	4	EEAA, 1999
Buhar vanaları ve valflerin değişimi, etkin bakım-onarımı uygulamaları	-	5-10	-	-	1	EEAA, 1999
Verimli laboratuvar-boyahane koordinasyonu	-	-	10	-	17	UNIDO, 2012
Flotte oranlarının azaltılması	15-35	10-15	15-40	-	24-36	Petek ve Glavic, 1996; USEPA, 1996; AIG, 2012; Greer vd., 2013
Tek seferde doğru boyama teknikleri	5-10	-	20	-	36	Barclay ve Buckley, 2000; AIG, 2012
İyon değiştiricilerin optimizasyonu	5-10	-	-	-	-	AIG, 2012
Otomatik kimyasal hazırlama ve dağıtım sistemleri kullanımı	-	-	11-20	30-50	-	USEPA, 1996; LCPC, 2010
Reçete optimizasyonu ve kimyasal tüketiminin izlenmesi	-	-	20-50	30-50	13-24	LCPC, 2010
Aydınlatma sistemi değişimi ile	-	2-5 ^b	-	-	24-36	LCPC, 2010; AIG, 2012
Verimli elektrik motorlarının kullanımı	-	3-8 ^b	-	-	20-36	Staniskis ve Kliopova, 2001; Saidur, 2010; AIG, 2012
^a Veri mevcut değildir						
^b Elektrik enerjisi tasarruf oranlarını göstermektedir						

Çizelge 4.56. İşletmede belirlenen MET önerileri ile sağlanabilececek potansiyel fayda/tasarruf oranları

MET Önerileri	Potansiyel fayda/tasarruf oranları							
	Proses suyu tüketimi (%)	Isıl enerji tüketimi (%)	Elektrik enerjisi tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	Atıksu miktarları (%)	KOİ yükü (%)	Baca gazı emisyonu (%)	Katı atık miktarları (%)
İyi yönetim uygulamaları Envanter raporlarının hazırlanması Prosesler bazında izleme ve kontrol Bakım-onarım ve temizlik faaliyetleri Yeni teknikler geliştirilmesi	3-5	3-6	3-4	2-5	3-6	- ^a	3-6	5-10
Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları Proses suyu tüketiminin izlenmesi ve kontrolü Proses suyu geri kazanımı ve tekrar kullanımı	29-55	3-13	-	10-25	29-58	42-53	3-14	-
Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları İzolasyon uygulamaları Enerji tüketimi optimizasyon uygulamaları Alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	-	3-12	4-9	-	-	-	4-14	-
Kimyasal tüketimi minimizasyonu ve değişimi uygulamaları Reçete optimizasyonu Kimyasal değişimi Kimyasal hazırlama ve dozlamada otomasyon uygulamaları	-	-	-	9-13	-	2-5	-	5
Makine modifikasyonu ve değişimi Daha verimli elektrik motorlarının kullanılması Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması Çile boyama makinelerinde kondens sularının tekrar kullanımı	5-10	4-7	5-8	4-8	5-10	2-3	4-9	-
Genel toplamalar	37-70	13-38	12-21	25-51	37-74	46-61	14-43	5-15
Efektif toplamalar	35-65	11-34	12-21	21-43	31-66	44-58	12-38	5-15
Maliyet tasarruf oranları	30-50	10-23	8-17	20-32	30-49	30-51	10-25	5-10
^a Veri mevcut değildir								

4.2. Çiçek Tekstil A.Ş.

4.2.1. Çiçek Tekstil mevcut durum analizi

Çiçek Tekstil işletmesi dokuma-örme kumaş terbiye-boyama işlemleri yapan bir tekstil işletmesidir. İşletmede müşteri siparişleri doğrultusunda ağırlıklı olarak pamuklu, PES dokuma ya da örme kumaşların terbiye, boyama ve apre işlemleri yapılmaktadır. Çiçek Tekstil işletmesinde iki ayrı üretim hattı bulunmaktadır. Bunlar HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama prosesleridir. HT-over flow proseslerinde terbiye-boyama işlemleri sürekli çektirme tekniklerine göre pad-batch (açık-en) proseslerinde ise kesikli emdirme tekniklerine göre terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. Kumaş boyama işlemlerinde ağırlıklı olarak reaktif, dispers ve indantren boyarmaddeler kullanılmaktadır. İşletmenin üretim kapasitesi 2.412.000 kg/yıl kumaş kasarı ve 6.682.000 kg/yıl kumaş boyaması şeklindedir. Üretimde pamuklu ve PES dokuma-örme kumaşlar önemli bir paya sahiptir. Bunlar içinde havlu, bornoz, bukle, kadife ve pike türü kumaşların üretimin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Çizelge 4.57’de Çiçek Tekstil işletmesinin boyama ve karsalama kapasitesi verilmiştir. Buna göre işletmede pamuklu kumaş terbiye-boyamasının daha yoğun olduğu görülmektedir. Denizli İli Merkezi’nde yer alan işletmede toplamda 19.833 m² (12.053 m² kapalı olmak üzere) alan üzerinde kurulu olup, günde üç vardiya esasına göre çalışan 258-324 personele sahiptir. İşletmenin yerleşkesinde; depolar, boyahane ünitesi, idari binalar, kantin, makine bakım ünitesi, atık toplama sahaları, kazan dairesi, otopark ve yeşil alanlar bulunmaktadır.

Çizelge 4.57. Çiçek Tekstil işletmesi kurulu üretim kapasitesi

Proses/işlem	Üretim kapasitesi (kg/yıl)
HT-over flow kapasitesi	6.552.000
Karsalama	1.310.400
Reaktif boyama	5.241.600
Pad-batch	720.000
Kontinü kasar	1.101.600
Rapid boyama	720.000
Toplam boyama	6.682.000
Toplam karsalama	2.412.000
Çiçek Tekstil 2012 kapasite raporundan alınmıştır	

Çiçek Tekstil işletmesinde mevcut durum analizi çalışmaları kapsamında veri/bilgi akışında ve yapılan değerlendirmelerde daha verimli sonuçlara ulaşmak adına işletmede de ayrı değerlendirilen iki üretim hattına ayrılmıştır. Bu üretim hatları HT-over flow ve pad-batch hatlarıdır. Bu iki üretim hattında pamuklu ve PES dokuma-örgü kumaşların terbiye, boyama, apre ve diğer (traş ve şardon) işlemleri gerçekleştirilmektedir. Pamuk kumaşların boyanmasında reaktif ve indantren boyarmaddeler kullanılmaktayken PES kumaşların boyanmasında dispers boyarmaddeler kullanılmaktadır. İşletmede farklı hacimlerde olmak üzere toplam 14 HT boyama makinesi; farklı hacimlerde olmak üzere 10 over-flow boyama makinesi ve 2 adet pad-batch boyama makinesi bulunmaktadır. İşletmede gerçekleştirilen toplam üretimin büyük bir bölümü HT-over flow makinelerinde gerçekleştirilmektedir. HT-over flow makinelerinde yüksek sıcaklık-basınç şartlarında kontinü yöntemlere göre 10:1 flotite oranlarında kumaş terbiye ve boyaması yapılmaktadır. Pad-batch prosesinde ise kesikli yöntemler kullanılmaktadır. Bu üretim hattında işlem süresinin ve prosesin uzun olması nedeniyle üretimdeki payları daha düşük olmaktadır. İşletmede ortalama olarak HT-over flow hattında toplam üretimin %64'ü ve pad-batch hattında ise toplam üretimin %36'sı gerçekleştirilmektedir. Çizelge 4.58'de yıllık toplam üretimin prosesler bazında dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.58. Çiçek Tekstil ortalama üretimin prosesler bazında dağılımı

Proses	Ortalama üretim miktarı (kg/yıl)	Ortalama üretim miktarlarının dağılımı (%)
HT-over flow	8.649.533	64
Pad-batch	4.925.000	36
Toplam	13.574.533	100

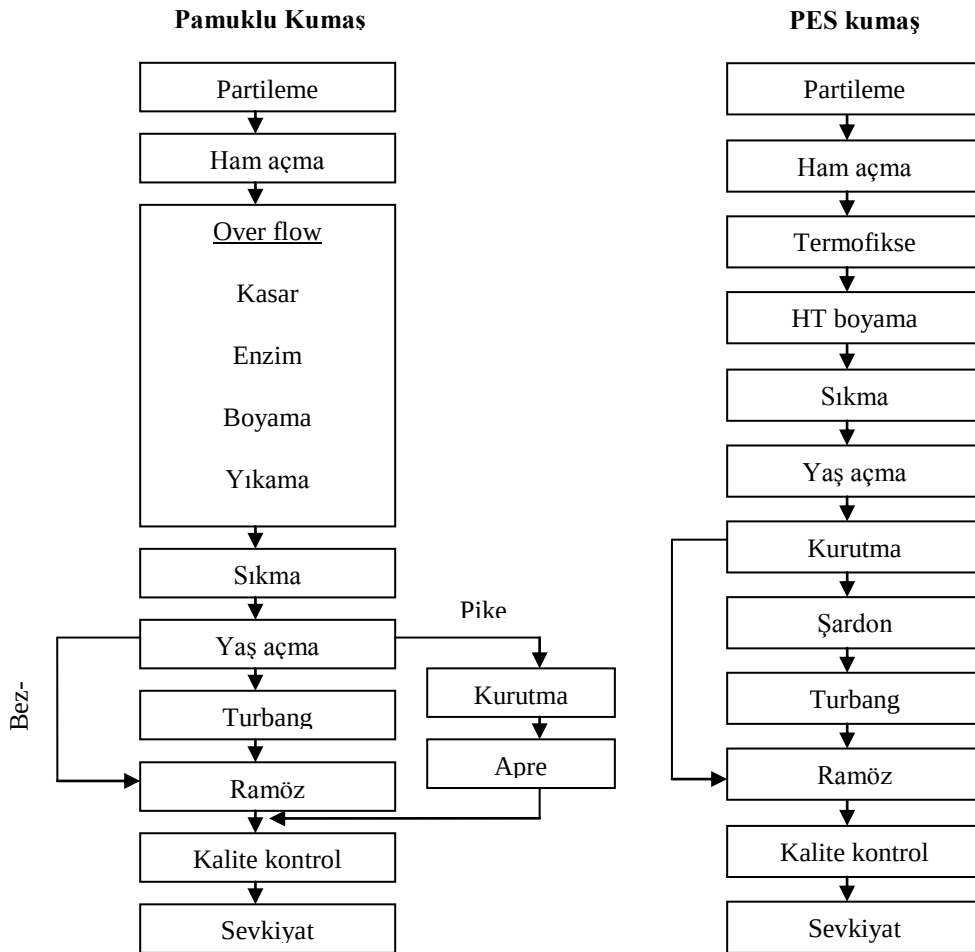
İşletmede üretim sürecinde ürün özellikleri, müşteri istekleri ve uygulanacak proseslere bağlı olarak farklı proses akımları mevcuttur. Açık-en formunda işlem görecekt olan kumaşlar pad-batch proseslerinde, halat şeklinde boyaması yapılacak olan ve kısa sürede boyanması gereken kumaşların terbiye-boyama işlemleri HT-over flow proseslerinde gerçekleştirilmektedir. İşletmede herhangi bir ürünün stoklanması esasına göre çalışılmamaktadır. Müşteri siparişleri ve müşteri istekleri doğrultusunda üretim yapılmaktadır. Planlama bölümü tarafından müşteri istekleri ve kumaş özellikleri esas alınarak üretim planlaması yapılmakta ve boyahane

laboratuvarında tarafından renk çalışmasına yapılmaktadır. Bu sayede hazırlanan programlara ve reçetelere göre terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. Üretimin operasyonel bölümü ilk olarak ham depodan başlamaktadır. Bu işlemlerde ham depodan alınan kumaşlar mal açma (partileme) işleminden geçirilmek suretiyle terbiye ve boyama makinelerinde işlem göreceği uygun forma getirilmektedir. Eğer HT ve over flow makinelerinde işlem göreceğ şekilde bir planlama yapılmış ise açılmış kumaşlar HT-over flow makinelerine beslenmektedir. Hazırlanan reçete ve iş akım prosedürlerine uygun şekilde ön terbiye işlemleri bu boyama makineleri içerisinde tek bir boyama makinesinde gerçekleştirilmektedir. HT-over flow makinesine alınan pamuklu kumaşlar öncelikle kasar, enzim gibi ön terbiye işlemlerinden geçirilmektedir. Daha sonra ise sırasıyla boyama işlemi, yıkama, yumuşatma işlemleri, sıkma işlemleri yapılmaktadır. Halat formunda makineden çıkarılan kumaşlar yaş açma makinelerinde açık-en formuna getirilerek istiflenmektedir. Yaş açma makinelerinde açık-en formuna getirilen kumaş ön kurutma makinesi olan turbanglara alınmaktadır. Bu makinede silkeleme ve kızgın yağlı kurutma işlemi yapılmaktadır. Daha sonra tam kurutma ve apre işlemleri için kumaşlar ramöz kurutuculara sevk edilmektedir. Müşteri istekleri doğrultusunda her hangi bir apre işlemi isteniyor ise ramöz önünde bulunan fularda apre verilerek daha sonra ramöz makinesine alınmaktadır. Ramöz makinesinde tam kurutmanın yanında kumaşa en-boy stabilitesi, fiksasyon özellikleri kazandırılmaktadır. Ramöz makinesinden alınan kumaşlar kalite kontrol makinesine sevk edilmekte ve ardından sevkiyat bölümüne iletilmektedir. Eğer PES kumaşlar için ön işlemler ve boyama gerçekleştirilecek ise ham açma, termofikse, HT kazanında boyama, sıkma, yaş açma, kurutma, şardon, turbang, ramöz, kalite kontrol ve sevkiyat işlemleri sırasıyla uygulanmaktadır. Şekil 4.26’da işletmede HT-over flow üretim hattında pamuklu ve PES kumaşların üretim akım şemaları verilmiştir.

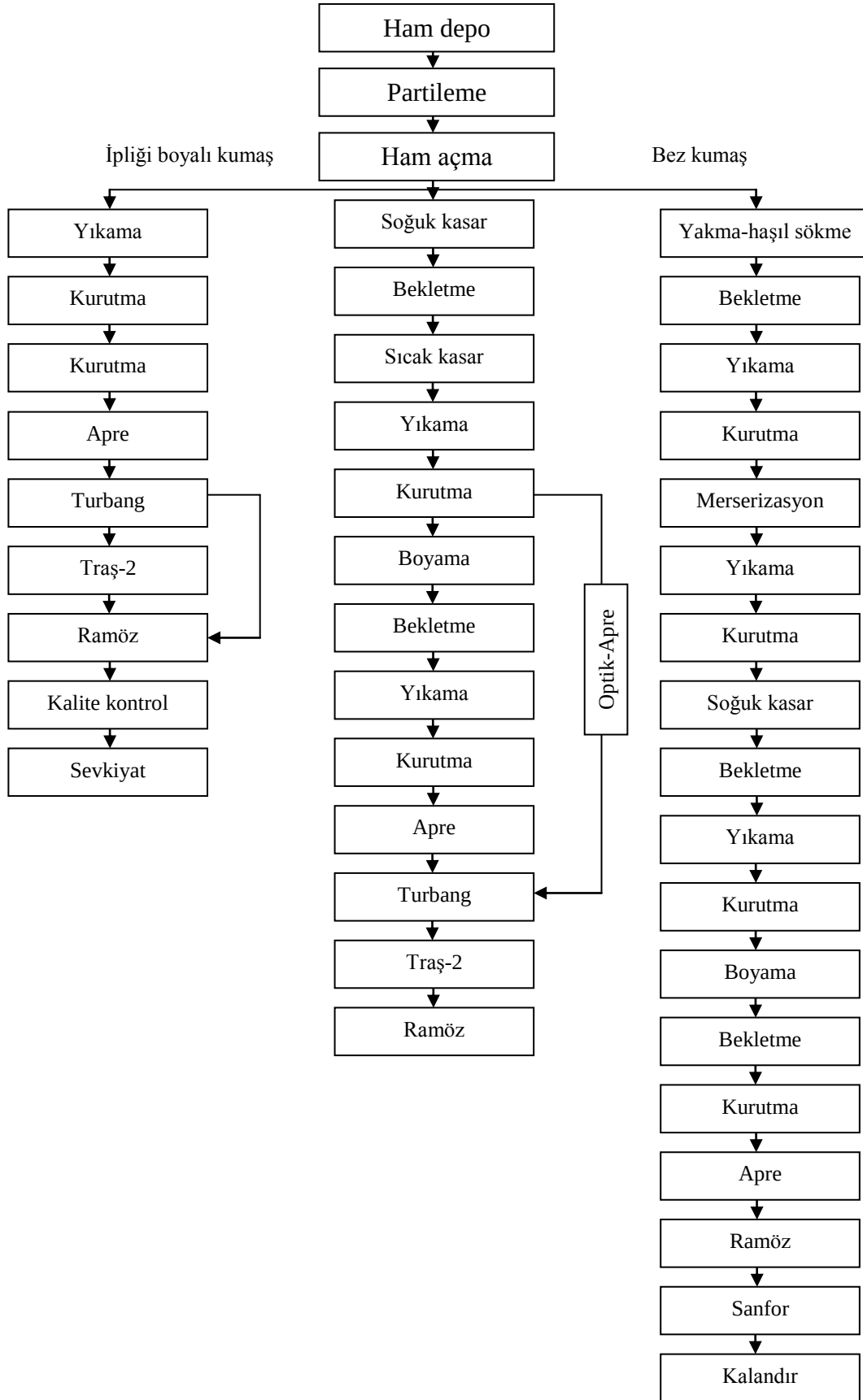
İşletmedeki diğer bir üretim hattını ise pad-batch prosesleri oluşturmaktadır. Bu hatta genellikle ipliği boyalı, kadife ve bez kumaşların terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. HT-over flow hattında uygulanan proseslere göre pad-batch hattında daha fazla işlem adımı uygulanmaktadır. Pad-batch prosesinde ipliği boyalı olan kumaşlar öncelikle partileme ve ham açma işlemlerinden geçmekte ve açık-en formuna getirilmektedir. Daha sonraki adımda ise yıkama banyolarında yıkama işlemi uygulanmakta, kurutma, apre, turbang, traş, ramöz, kalite kontrol ve sevkiyat

proseslerinden geçmektedir. Kumaş ipliğinin boyalı olması nedeniyle bu proses basamakları içerisinde boyama prosesi yoktur. İşletmede bu tür kumaşların sadece yıkama, kurutma, traşlama ve apre işlemleri yapılmaktadır.

Pad-batch üretim hattında kadife kumaşlar partileme ve ham açma işleminden sonra soğuk kasar, sıcak kasar, yıkama, kurutma, boyama, yıkama, kurutma, apre, turbang, traş ve ramöz makinesinde tam kurutma işlem basamaklarından geçmektedir. Benzer işlemlerin yanı sıra bez kumaşlar kadife kumaşlara ek olarak yakma, haşıl sökme, kalandır, sanfor işlem basamaklarından geçmektedir. Şekil 4.27’de pad-batch proses akım şeması verilmiştir. Çiçek Tekstil işletmesinde işlenen başlıca kumaş türleri; PES kumaşlar, dokuma kumaşlar, penye kumaşlar, bukle, havlu, bornoz, kadife kumaşlar ve pike, bez kumaşlardır. İşletmede her kumaş türü ve istenilen özellikler dolayısıyla farklı üretim prosesler ve proses akımları kaçınılmaz olmaktadır.



Şekil 4.26. HT-over flow proses akım şeması



Şekil 4.27. Pad-batch proses akım şeması

4.2.1.1. Çiçek Tekstil işletmesinde üretimde kullanılan lifler ve miktarları

Çiçek Tekstil müşteri talepleri doğrultusunda stoksuz çalışma prensibine dayalı fason kumaş terbiye-boyaması yapan bir tekstil işletmesidir. Bu nedenle işletmenin yıllık üretimi ve hammadde dağılımı moda, mevsimsel değişimlere göre yıllık bazda değişim gösterebilmektedir. Bu nedenle işletmede ham tekstil materyali ve üretim miktarlarının belirlenmesinde 2009-2011 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. İşletmenin üretiminde havlu, kadife ve pike kumaşlar (ev tekstili) önemli paylara sahip olmaktadır. İşletmede çok çeşitli lif türlerinin terbiye ve boyama işlemleri yapılabilmektedir. Ancak işletmede pamuklu ve PES dokuma-örme kumaşlar (bornoz, havlu, bez, kadife, pike, penye grubu kumaşlar) daha ağırlıklı olarak işlenmektedir.

İşletmede temel ham tekstil materyali girdisini yarı işlenmiş ekru ya da ipliği boyalı dokuma ya da örme kumaşlar oluşturmaktadır. İşletmede yılda 13.574.533 kg/yıl kumaş alınmakta ve bunların %64'ü HT-over flow ve %36'sı pad-batch proseslerinde işlenmektedir. İşletmeye alınan kadife, bez, pike, havlu, PES ve pamuklu kumaşlar işlemler esnasında kaybettikleri fireler ve mevcut stoklar düşüldükten sonra ortalama net üretim 10.656.792 kg/yıl dır. Çizelge 4.59'da Çiçek Tekstil işletmesinde üretime alınan kumaş ve üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.59. İşletmede ham tekstil materyali miktarları ve üretim miktarları (2009-2011 yılları)

Prosesler	Ortalama ham kumaş miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama net üretim miktarları (min.-maks.) (kg/yıl)
HT-over flow	8.649.533 (8.499.010-8.792.220)	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)
Pad-batch	4.925.000 (4.815.000-5.070.000)	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)
Toplam üretim	13.574.533 (13.472.370-13.682.220)	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)
Tüm ham tekstil materyali ve net üretim değerleri pamuk havlu, pamuk kumaş, pike kumaş, kadife ve polyester kumaş miktarlarının toplamını içermektedir		

4.2.1.2. Çiçek Tekstil işletmesi üretim miktarları ve dağılımı

İşletmede genellikle pamuklu-PES dokuma ve örme kumaşların terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. İşletmenin üretiminde havlu, kadife, bez, pike ve bukle formundaki tekstil materyallerinin terbiye-boyaması yapılmaktadır. Çizelge 4.60'da işletmede 2009-2011 yılları üretim miktarları sunulmuştur. İşletmede HT-over flow proseslerinde işlem gören kumaş miktarı ortalama 8.649.533 kg/yıl ve pad-batch hattında işlem gören kumaş miktarı 4.925.000 kg/yıl dır. Toplamda yıllık ortalama üretim ise 13.574.533 kg dır.

Çizelge 4.60. İşletmede yıllık üretim miktarları (2009-2011 yılları)

İşlem/ürün	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)
Yıkama	573.044 (465.474-724.001)
Beyaz	2.927.683 (2.818.521-3.113.013)
Pastel	2.724.220 (2.597.828-2.875.999)
Orta	1.353.543 (1.284.659-1.490.989)
Koyu	1.961.662 (1.863.602-2.024.006)
Polyester	499.604 (480.089-523.322)
İndantren boyama	98.802 (86.234-109.887)
Organik boyama	64.334 (26.048-115.587)
Çift boyama	46.720 (8.688-109.945)
Şeker kasarı-micro-pike	407.180 (198.601-611.682)
Toplam	10.656.792 (10.380.904-10.983.691)

Çiçek Tekstil işletmesinde yıllık ortalama 10.656.792 kg kumaş terbiye ve boyaması yapılmaktadır. Beyaz, açık, orta, koyu ve pastel renklerde yapılan kumaş boyama miktarı ise 8.967.108 kg/yıl dır. Yıllık kumaş boyama miktarının dağılımı incelendiğinde beyaz kumaş üretimi %33, koyu renk boyamalar %22, orta renk boyama %15 ve pastel renklere boyama %30 oranında gerçekleşmektedir. İşletmede HT-over flow ve pad-batch olmak üzere iki üretim hattı bulunmakta ve bu hatlarda müşteri istekleri, kumaş özellikleri doğrultusunda kumaşların terbiye, boyama ve

apre işlemleri yapılmaktadır. HT-over flow ve pad-batch hattında yapılan üretim miktarları incelenmiştir. Buna göre üretimin büyük bir bölümün HT-over flow hattında gerçekleştirildiği görülmektedir. Çizelge 4.61’de HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama prosesleri 2009-2011 yılları net üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.61. İşletmede prosesler bazında ortalama üretim miktarları (2009-2011 yılları)

Proses	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)
HT-over flow (net üretim)	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)
Pad-batch (net üretim)	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)
Toplam	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)
Değerler pamuk havlu, pamuklu kumaş, pike kumaş, kadife ve PES kumaş değerleridir	

Çiçek Tekstil işletmesinde üretim kayıtlarının prosesler bazında tutulması nedeniyle işletmede üretime giren kumaşların sınıflandırılması ve miktarlarının belirlenmesi konusunda detaylı bilgiler elde edilememiştir. Ancak işletmeden alınan diğer üretim kayıtları ve kullanılan kimyasalların miktarları ve reçetelerden yararlanılmak suretiyle işletmede üretimi terbiye ve boyaması yapılan kumaş türlerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Çiçek Tekstil işletmesinde üretim sürecine alınan havlu, kadife, pike, bez, PES kumaş ve bukle miktarları çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. İşletmede tekstil materyali bazında ortalama üretim miktarları ve dağılımı

Tekstil materyali	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama üretimin dağılımı (%)
Pamuklu havlu, bez, örgü kumaş	7.779.458 (7.578.061-8.018.094)	73
Pamuklu pike kumaş	426.272 (415.236-439.348)	4
Kadife kumaş	1.918.223 (1.868.563-1.977.064)	18
PES örgü kumaş	532.840 (519.045-549.185)	5
Toplam	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	100

Çiçek Tekstil işletmesinde üretime alınan ham kumaş miktarları dağılımı incelendiğinde %73'lük payla pamuklu havlu, bez, örgü kumaşlar, %18'lik payla kadife kumaşlar, %5 payla PES örgü ve %4 payla pamuklu pike kumaşlar yer almaktadır. İşletmede üretime alınana ham pamuklu kumaşlar üretimin yaklaşık %94-95'ini oluştururken %5-6'lık bir payla PES kumaşlar oluşturmaktadır.

4.2.1.3. Çiçek Tekstil işletmesinde kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında kimyasal (yardımcı kimyasal ve boyarmadde) tüketimi ve prosesler bazında dağılımı incelenmiştir. İşletmede üretimin müşteri siparişlerine dayalı olması nedeniyle işletmenin yıllık kimyasal ve boyarmadde sarfiyatlarına ait çizelgelerinden yararlanılmıştır. İşletmede üretim miktarlarında ve dolayısıyla kimyasal tüketimindeki değişimler göz önünde bulundurularak 3 yıla (2009-2011) ait veriler değerlendirilmiştir. Buna göre işletmede terbiye, boyama ve apre işlemleri başta olmak üzere su yumuşatma, tesis temizlik işlemlerinde kimyasal tüketimleri gerçekleşmektedir. Ağırlıklı olarak pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiye, boyama ve bitim işlemleri yapılan Çiçek Tekstil işletmesinde ortalama 3.902.797 kg/yıl yardımcı kimyasal ve 75.425 kg/yıl boyarmadde kullanılmaktadır. İşletmede HT-over flow ve pad-batch üretim proseslerinde reaktif, indantren ve dispers boyarmaddeler kullanılmaktadır. İşletmede büyük oranda pamuklu kumaş terbiyesi ve boyaması yapılması nedeniyle %94-95 oranında reaktif boyarmadde kullanımı söz konusu olmaktadır.

Kumaş terbiye ve boyama işlemlerinde lif türü, renk tonu ve uygulanan yöntem/teknolojiye bağlı olarak kimyasal tüketimi değişmektedir. İşletmede kullanılan başlıca kimyasallar; tuz, sodyum karbonat, kostik, hidrojenperoksit, asetik asit, sodyum silikat, ıslatıcı, stabilizatör, iyon tutucu, yağ sökücü, kırık önleyici, optik ve yumuşatıcıdır. İşletmede üretime doğrudan katılmayan ancak diğer işlemlerde de (kazan temizliği, su yumuşatma, işletme temizliği vb.) çeşitli kimyasal maddelerin kullanımı mevcuttur. Ancak söz konusu kimyasalların üretime doğrudan katılmaması, hem işletmede bu kimyasallara ait yeterli kayıtların bulunmaması (tüketim miktarlarının az olması) nedeniyle söz konusu kimyasallara ait detaylı bilgilere erişilememiştir. Çizelge 4.63'de işletmede kullanılan kimyasallar ve

miktarları verilmiştir. İşletmede boyama işlemlerinde kullanılan boyarmadde miktarları incelediğinde ortalama 75.425 kg/yıl boyarmaddenin; %94'ünü reaktif, %5'ini dispers ve %1'ini indantren boyarmaddeler oluşturmaktadır.

Çizelge 4.63. Çiçek Tekstil işletmesinde üretimde kullanılan yardımcı kimyasal ve boyarmadde miktarları (2009-2011 yılları)

Kimyasallar	Ortalama kimyasal tüketimi (min.-maks.) (kg/yıl)	Toplam kimyasal tüketimindeki payı (%)	Kullanılan proses
Reaktif boyarmadde	70.605 (70.306-70.782)	94 ^a	Pamuklu kumaş boyama işlemleri
İndantren boyarmadde	859 (718-1.026)	1 ^a	Pamuklu (özellikle ipliği boyalı) kumaş boyama işlemleri
Dispers boyarmadde	3.961 (3.525-4.468)	5 ^a	PES kumaş boyama işlemleri
Toplam boyarmadde	75.425 (75.025-75.800)	100	Tüm boyama işlemleri
Tuz	1.363.667 (1.250.500-1.450.500)	35 ^b	Pamuklu kumaş boyama işlemleri
Sodyum karbonat	418.333 (430.000-375.000)	11 ^b	Terbiye ve boyama işlemleri
Kostik	535.000 (510.000-550.000)	14 ^b	Terbiye ve boyama işlemleri
Hidrojen peroksit	571.333 (540.000-607.000)	15 ^b	Terbiye (ağartma), boyama işlemleri
Asetik asit	257.667 (231.000-273.500)	7 ^b	Terbiye ve boyama işlemleri
Sodyum silikat	195.000 (190.000-200.000)	5 ^b	Terbiye işlemleri
Islatıcı	97.417 (81.500-115.000)	2 ^b	Boyama işlemleri
Stabilizatör	47.667 (35.500-58.500)	1 ^b	Boyama işlemleri
İyon tutucu	41.500 (22.000-54.500)	1 ^b	Terbiye ve boyama işlemleri
Yağ sökücü	5.083 (2.550-8.500)	<1 ^b	Terbiye işlemleri
Kırık önleyici	1.290 (440-1.970)	<1 ^b	Boyama işlemleri
Optik	17.841 (16.960-18.760)	<1 ^b	Terbiye (ağartma) işlemleri
Yumuşatıcı	351.000 (330.000-383.000)	9 ^b	Terbiye işlemleri
Toplam yardımcı kimyasal tüketimi	3.902.797 (3.598.772-4.062.120)	100	Terbiye ve boyama işlemleri
^a İşletmenin toplam boyarmadde tüketimindeki payı ^b İşletmenin toplam yardımcı kimyasal tüketimindeki payı			

İşletmede üretimin dağılımına paralel olarak kimyasal tüketimi de değişmektedir. İşletmede pamuklu kumaşların terbiye ve boyamasının daha ağırlıklı olması reaktif

boyarmadde tüketiminin ve tuz tüketiminin yüksek olmasına neden olmaktadır. İpliği boyalı olarak işletmede üretime alınan pamuklu kumaşların boyanmasında indantren boyarmaddeler kullanılmaktadır. PES kumaşların boyanması işlemlerinde kullanılan dispers boyarmaddeler ise boyamaya alınan PES kumaş miktarına bağlı olarak daha düşük bir paya sahip olmaktadır.

İşletmede terbiye, boyama ve apre işlemlerinde ortalama 3.902.797 kg/yıl kimyasal kullanımı söz konusu olmaktadır. İşletmede kullanılan kimyasalların toplam kimyasal tüketimi içerisindeki payları incelendiğinde ise tuz, hidrojen peroksit, sodyum karbonatın paylarının yüksek olduğu görülmektedir. İşletmede ağırlıklı olarak pamuklu kumaşların terbiye ve boyama işlemleri yapıldığından, boyama işlemlerinde boyarmaddelerin life afinitesini artırmak için eklenen tuz miktarları oldukça yüksek miktarda olmaktadır. Kimyasal tüketiminde tuzların miktar açısından payı %35'dir. İşletmede yapılan merserizasyon işlemlerinde ve bazik banyoların hazırlanmasında kostik tüketimi gerçekleşmektedir. Kostik tüketiminin toplam kimyasal tüketimindeki payı yaklaşık %14'dür. Hidrojen peroksit ise ağartma işlemlerinde yoğun olarak kullanılan ağartma kimyasalıdır ve toplam kimyasal tüketimindeki payı yaklaşık %15'dir.

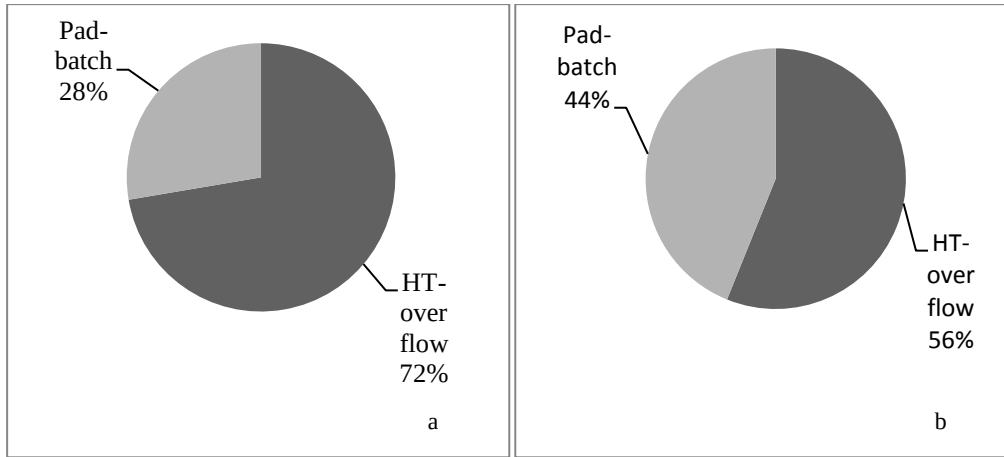
Kimyasal tüketiminin prosesler bazında dağılımı

İşletmede kimyasal tüketimi ve prosesler bazında dağılımının belirlenmesinde işletmeden derlenen 2009-2011 yılları verileri değerlendirilmiştir. Buna göre işletmede HT-over flow prosesinde ortalama 42.312 kg/yıl boyarmadde ve 2.823.027 kg/yıl kimyasal tüketilirken pad-batch prosesinde 33.113 kg/yıl boyarmadde ve 1.079.770 kg/yıl kimyasal tüketimi gerçekleşmektedir. HT-over flow prosesleri işletmedeki toplam boyarmadde tüketiminin %56'sını ve pad-batch prosesleri %44'ünü oluşturmaktadır. İşletmedeki toplam kimyasal tüketiminin ise %72'sini HT-over flow ve %28'ini pad-batch üretim prosesleri oluşturmaktadır. Çizelge 4.64'de işletmede boyarmadde ve kimyasal tüketiminin prosesler bazında dağılımı sunulmuştur.

Çizelge 4.64. İşletmede kimyasal tüketimi ve prosesler bazında dağılımı (2009-2011 yılları)

Prosesler	Ortalama boyarmadde tüketimi (kg/yıl)	Kimyasal madde tüketimi (kg/yıl)	Boyarmadde (%)	Yardımcı kimyasal madde (%)
HT-over flow	42.312	2.823.027	56	72
Pad-batch	33.113	1.079.770	44	28
Toplam	75.425	3.902.797	100	100

İşletmede boyarmadde tüketiminde HT-over flow prosesinde pad-batch prosesine nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Boyarmadde HT-over flow prosesinde daha yoğun tüketilmesinde temel neden dispers, indantren ve reaktif boyama işlemlerinin %64'ünün HT-over flow prosesinde gerçekleştirilmesidir. Pad-batch prosesinde ise genellikle reaktif boyama işlemleri yapılmakta ve kumaş bir fulard içerisine daldırılarak emdirme yöntemine göre boyama işlemi yapılmaktadır. Bu nedenle üretimdeki payı yaklaşık %36 olmasına rağmen boyarmadde tüketiminde %44 paya sahiptir. Pad-batch boyama işleminde uygulanan yöntem gereği boyarmadde tüketimi yüksek olmaktadır. İşletmede kimyasal tüketimi prosesler bazında değerlendirildiğinde HT-over flow prosesinde üretime göre boyarmadde tüketimindeki paylarının yüksek olmasının başlıca nedeni reaktif boyama işlemlerinde tüketilen yüksek tuz miktarlarıdır. Şekil 4.28'de işletmede prosesler bazında yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimlerinin prosesler bazında dağılımları verilmiştir. İşletmede 2009-2011 yılı verilerine göre toplam boyarmaddelerin %47-63'ü HT-over flow hattında tüketilirken %37-53'ü pad-batch üretim hattında tüketilmektedir. Benzer şekilde kimyasal tüketiminin proses içi dağılımı incelendiğinde ise %72-73'si HT-over flow hattında tüketilirken, %27-28'i pad-batch hattında tüketilmektedir. Çizelge 4.65'de işletmede 2009-2011 yılları arası prosesler bazında yardımcı kimyasal ve boyarmadde miktarları açısından dağılımları sunulmuştur.



Şekil 4.28. İşletmede prosesler bazında kimyasal madde (a) ve boyarmadde (b) tüketiminin dağılımı (2009-2011 yılları)

Çizelge 4.65. İşletmede kullanılan yardımcı kimyasalların ve boyarmaddelerin ortalama miktarlarının prosesler bazında dağılımları (2009-2011 yılları)

Boyarmadde tüketimi (kg/yıl)									
Boyarmadde	2009 yılı ortalama	HT-overflow	Pad-batch	2010 yılı ortalama	HT-overflow	Pad-batch	2011 yılı ortalama	HT-overflow	Pad-batch
Reaktif	70.306	30.156	40.150	70.726	42.670	28.056	70.782	39.650	31.132
İndantren	1.026	1.026	0	834	834	0	718	718	0
Dispers	4.468	4.468	0	3.890	3.890	0	3.525	3.525	0
Toplam	75.800	35.650	40.150	75.450	47.394	28.056	75.025	43.893	31.132
Yardımcı kimyasal tüketimi (kg/yıl)									
Yardımcı kimyasal	2009 yılı ortalama	HT-overflow	Pad-batch	2010 yılı ortalama	HT-overflow	Pad-batch	2011 yılı ortalama	HT-overflow	Pad-batch
Tuz	1.390.000	1.390.000	0	1.450.500	1.450.500	0	1.250.500	1.250.500	0
Sodyum karbonat	430.000	415.000	15.000	450.000	437.000	13.000	375.000	362.000	13.000
Kostik	550.000	245.000	305.000	545.000	242.525	302.475	510.000	229.500	280.500
Hidrojen peroksit	607.000	369.000	238.000	567.000	344.736	222.264	540.000	329.400	210.600
Asetik asit	273.500	145.000	128.500	268.500	134.250	134.250	231.000	120.120	110.880
Sodyum silikat	190.000	0	190.000	200.000	0	200.000	195.000	0	195.000
Islatıcı	95.750	45.000	50.750	115.000	54.000	61.000	81.500	38.305	43.195
Stabilizatör	58.500	22.000	36.500	49.000	17.640	31.360	35.500	13.490	22.010
İyon tutucu	48.000	38.500	9.500	54.500	43.600	10.900	22.000	17.600	4.400
Yağ sökücü	2.550	2.550	0	4.200	4.200	0	8.500	8.500	0
Kırık önleyici	440	440	0	1.460	1.460	0	1.970	1.970	0
Optik	18.760	11.850	6.910	16.960	10.309	6.651	17.802	11.037	6.765
Yumuşatıcı	383.000	240.000	143.000	340.000	214.200	125.800	330.000	207.900	122.100
Toplam	4.047.500	2.924.340	1.123.160	4.062.120	2.954.420	1.107.700	3.598.772	2.590.322	1.008.450
İşletmenin 2009-2011 yılları kimyasal tüketimi kayıtlarından ve uygulanan reçetelerden yararlanılmıştır									

Spesifik kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri hesaplanmıştır. Boyarmadde tüketiminin hesaplanmasında işletmede beyaz renk kumaşlarda boyama işlemi yapılmaması sadece terbiye ve optik beyazlatma işlemlerinin yapılması nedeniyle spesifik boyarmadde miktarının belirlenmesinde bu husus göz önünde bulundurulmuştur. Ancak beyaz renk kumaşların terbiyesinde yardımcı kimyasal kullanımı gerçekleşmesi nedeniyle spesifik kimyasal madde miktarının

hesaplanmasında bu durum göz önünde bulundurulmuştur. İşletmede ortalama boyarmadde tüketimi 75.425 kg/yıl ve kimyasal madde tüketimi 3.902.797 kg/yıl olduğu belirlenmiştir. Ortalama üretim miktarının 10.656.792 kg/yıl olduğu hesaplamalar ile belirlenmiştir. Yıllık beyaz renkli kumaş üretiminin ise ortalama 2.927.683 kg/yıl olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.66'da işletmenin spesifik kimyasal ve boyarmadde tüketimi değerleri verilmiştir. Buna göre işletme genelinde ortalama spesifik boyarmadde tüketimi 10 gr/kg ürün ve spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 366 gr/kg ürün dür. İşletmede HT-over flow ve pad-batch prosesleri bazında da spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede HT-over flow hattında ortalama spesifik boyarmadde tüketimi 8 gr/kg ürün ve spesifik kimyasal tüketimi 405 gr/kg ürün iken; pad-batch üretim hattında spesifik boyarmadde tüketimi 13 gr/kg ürün ve spesifik kimyasal tüketimi 298 gr/kg ürün dür. Hesaplamalar neticesinde elde edilen spesifik boyarmadde ve kimyasal tüketimleri HT-over flow hattında spesifik kimyasal tüketiminin daha fazla iken pad-batch hattında spesifik boyarmadde tüketiminin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.66. İşletmede spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi değerleri (2009-2011 yılları)

Proses	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama boyarmadde tüketimi (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama yardımcı kimyasal miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama spesifik boyarmadde miktarı (min.-maks.) (gr/kg ürün)	Ortalama yardımcı kimyasal miktarı (min.-maks.) (gr/kg ürün)
HT-over flow	6.989.868 (6.782.937-7.212.149)	42.312 (35.650-47.394)	2.823.027 (2.590.322-2.954.420)	8 (7-9)	405 (382-408)
Pad-batch	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	33.113 (28.056-40.150)	1.079.770 (1.008.450-1.123.160)	13 (11-15)	298 (280-305)
Toplam	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	75.425 (75.025-75.800)	3.902.797 (3.598.772-4.062.120)	10 (9-10)	366 (347-383)
Ortalama beyaz renkli kumaş miktarı (min.-maks.): 2.927.683 kg/yıl (2.818.521-3.113.013)					

Çiçek Tekstil işletmesinde prosesler bazında spesifik boyarmadde tüketimi incelendiğinde pad-batch prosesinde spesifik boyarmadde tüketimi HT-over flow prosesine göre daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Bu farkın başlıca nedeni pad-batch yönteminde emdirme tekniğine göre boyama işlemi yapılmasıdır. Bu teknikte kumaş bir emdirme fulardı içerisine daldırılmak suretiyle boyama işlemi yapılmaktadır. Boyama sonrasında fularda kalan boyarmadde içeren banyo atıksu

kanalına verilerek uzaklaştırılmaktadır. Böylelikle fularda arta kalan boyarmaddeler kaybedilmektedir. Ayrıca kumaş üzerine gereğinden fazla tutunan boyarmadde ard işlemlerde yıkanarak kaybedilmektedir. Bu durumlar boyarmadde tüketimini olumsuz etkileyebilmektedir. Prosesler bazında spesifik kimyasal tüketimi değerlendirildiğinde HT-over flow proseslerinde spesifik kimyasal tüketiminin yoğun olduğu belirlenmiştir. HT-over flow proseslerinde reaktif boyama işlemlerinde boyarmaddelerin life afinetesini artırmada yüksek miktarda kullanılan tuzlar kimyasal tüketimi ve spesifik tüketimleri etkileyen başlıca faktördür.

İşletmede kullanılan çevresel açıdan riskli kimyasalların belirlenmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut analizi kapsamında işletmede kullanılan 291 adet kimyasalın (86 adet yardımcı kimyasal ve 133 adet boyarmadde olmak üzere) MSDS'leri incelenmiştir. Böylelikle tüm kimyasalların biyolojik degradasyon/eliminasyon oranları, akut ve sucul toksisite değerleri tespit edilmiştir. Kimyasalların biyolojik degradasyon/eliminasyon oranlarının belirlenmesinde MSDS'lerde yer alan Organization for Economic Co-operation and Development-OECD 301 A ve 302 B (Zahn-Wellens) test değerleri esas alınmıştır. Ayrıca yine MSDS'lerde yer alan LC50, LD50, EC50 ve IC50 konsantrasyon değerleri her bir kimyasal için incelenmiştir. Böylelikle biyolojik degradasyon/eliminasyon oranı düşük (<%70) olan ve çizelge 4.7'de sunulan akut ve sucul toksisitesi yüksek olan kimyasallar belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede kullanılan 19 adet yardımcı kimyasal ve 55 boyarmaddenin (toplamda 74 kimyasal) insan sağlığı ve çevre açısından potansiyel risk taşıdığı belirlenmiş ve çevre dostu ikameleri ile değişiminin gerekli olduğu görülmüştür. İşletmede bu kapsamda yapılan incelemelerde boyarmaddelerin (reaktif, vat, dispers vb.) biyolojik degradasyon oranlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Belirlenen 55 adet boyarmaddenin biyolojik degradasyonu yüksek çevre dostu ikameleri ile değişimi gerekmektedir. Çizelge 4.67'de kimyasal değişimi önerilen 74 adet kimyasal ve özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4.67. İşletmede çevresel açıdan riskli kimyasallar ve özellikleri

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
^b KM1	Stabilizatör	HT-over flow	Sodyum ditiyonit, sodyum karbonat	7775-14-6 497-19-8	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	2500	- ^c	46-68	62	120	Sucul ortamda 46-68 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksik, 62 mg/L konsantrasyonları Daphnia için az toksik, 120 mg/L konsantrasyonları algler için az toksik karakterdedir. Ayrıca biyolojik olarak kolay bozunmaz.
KM2	Çekmezlik reçinesi	Pad-batch	Dietilenglikol Metanol Formaldehit	111-46-6 67-56-1 50-00-0	%20-70	-	-	-	>100	-	Sucul ortamda Daphnia için toksik değildir. Ancak biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM3	Dispergatör	HT-over flow	Asit ile iyileştirilmiş poli hidroksi alkilen glikol eterin amonyum tuzu	111-76-2	%10-20	>5000	-	>1000	>300	-	Sucul ortamda >1000 mg/L balıklar için ve >300 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM4	Optik beyazlatıcı	HT-over flow	Su/glikol içerisinde fenil stiril türevi	5636-83-9	%50-60	>5000	-	>1000	>400	-	Sucul ortamda >1000 mg/L balıklar için ve >400 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM5	Optik beyazlatıcı	HT-over flow/Pad-batch	Stilben di sulfonik asit triazin türevi	128-42-7	<10	>2000	-	>300	>320	-	Sucul ortamda >300 mg/L balıklar için ve >320 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM6	Yumuşatıcı	HT-over flow	Propanol	67-63-0	%75	>2000	-	>10	>10	-	Sucul ortamda >10 mg/L balıklar için ve >10 mg/L Daphnia için toksiktir.
KM7	Boya fiksatorü	HT-over flow	Poli amin türevi, sulu preparat	68131-73-7	%72	>2000	-	1-10	-	>100	Sucul ortamda >1-10 mg/L balıklar için ve >100 mg/L algler için toksiktir.
KM8	Antipiling enzimi	HT-over flow	Protein enzimleri	9001-05-2	%70	>2000	-	>10	>10	-	Sucul ortamda >10 mg/L balıklar için ve >10 mg/L Daphnia için toksiktir.
KM9	Egalizatör	HT-over flow	Polivinil pyrolidon	9003-39-8	%20-60	>5000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM10	Kostik	HT-over flow/Pad-batch	Sodyum hidroksit	1310-73-2	-	40	-	-	-	-	İnsan sağlığı (akut) 40 mg/L konsantrasyonları toksik etkiler gösterebilir.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM11	Ağartıcı	HT-over flow	Sodyumhipoklorit	7681-529-9	-	12	-	-	-	-	İnsan sağlığı (akut) 12 mg/L konsantrasyonları toksik etkiler gösterebilir.
KM12	Yumuşatıcı	HT-over flow/pad-batch	Polisiloksan komponenti	63148-62-9	>%70	>2000	-	54	>100	-	Sucul ortamda >54 mg/L balıklar için ve >100 mg/L Daphnia için toksiktir.
KM13	İyon tutucu	HT-over flow	Poli akrilat, Alkilfosfonat	55965-84-9	%20-70	>2000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM14	Islatıcı	HT-over flow/pad-batch	Yağ alkolü, poliglikol eter, aril etil fenilpoliglikol eter	9043-30-5	%60-80	2000-5000	-	1-10	1-10	-	Sucul ortamda >1-10 mg/L balıklar için ve >1-10 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM15	Kırık önleyici	HT-over flow	Akril amid akrilikasit kopolimeri	79-10-7	<%10	>5000	-	>150	-	>2500	Sucul ortamda >150 mg/L balıklar için ve >2500 mg/L algler için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM16	Reaktif boya söküm	HT-over flow	Hidrosülfid	7775-14-6	-	-	-	10-100	10-100	>100	Sucul ortamda >10-100 mg/L balıklar için, >10-100 mg/L Daphnia için ve >100 mg/L algler için toksiktir.
KM17	Islatıcı	Pad-batch	Yağ alkolü, ve poliglikol eter	9043-30-5	>%70	>2000	-	10-100	10-100	10-100	Sucul ortamda >10-100 mg/L balıklar için, >10-100 mg/L Daphnia için ve >10-100 mg/L algler için toksiktir.
KM18	Yumuşatıcı	HT-over flow/pad-batch	İzotridekanol, etoksilat, laktik asit	69011-36-5 79-33-4	-	>15000	-	1-10	1-10	-	Sucul ortamda >1-10 mg/L balıklar için ve >1-10 mg/L Daphnia için toksiktir.
KM19	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Violet 93:1	52697-38-8	>%70	>2000	-	>100	-	>10	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L algler için toksiktir.
KM20	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Violet 93:1- black	52697-38-8	>%70	>2000	-	>100	-	>10	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L algler için toksiktir.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM21	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Green 9	58979-46-7	<%10	>2000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM22	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Blue 79	12239-34-8	<%10	>5000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM23	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Blue 79	12239-34-8	<%10	>5000	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM24	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Brown 4	17464-91-4	<%10	>5000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için ve >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM25	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Blue 19	2580-78-1	>%70	>2000	-	1-10	-	>50	Sucul ortamda >1-10 mg/L balıklar için ve >50 mg/L algler için toksiktir.
KM26	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Black 5, C.I. Reactive Blue 220	17095-24-8 90341-71-2	<%10	>5000	-	500-1000	-	-	Sucul ortamda >500-1000 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM27	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Black 5	17095-24-8	10-25	>2000	-	>500	750	>100	Sucul ortamda >500 mg/L balıklar için >750 mg/L Daphnia için ve >100 mg/L konsantrasyonları algler için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM28	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Black 5	17095-24-8	10-25	>2000	-	>100	750	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >750 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM29	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Red	-	10-25	>2000	-	>100	750	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >750 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM30	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow	-	<%10	>2000	-	500	-	-	Sucul ortamda >500 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM31	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow 37	12237-16-0	<%10	>2000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM32	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow 15	12226-47-0	<%10	>2000	-	>200	-	-	Sucul ortamda >200 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM33	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow	-	10-25	>2000	-	500	-	-	Sucul ortamda >500 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM34	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Black 5	17095-24-8	<%10	>2000	>2000	>100	>1000	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >1000 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM35	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Blue 221	86024-59-1	<%10	>5000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM36	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow 37	85940-63-2	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	-	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM37	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Orange 107	94158-82-4 164578-02-3	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	-	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM38	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Blue 21	73049-92-0	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	-	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM39	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Yellow 33	12227-50-8	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	>9000	-	100-500	-	-	Sucul ortamda >100-500 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM40	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Blue 16	6424-76-6	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM41	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Blue 66	57456-24-3	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM42	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Blue 4	81-77-6	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM43	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Red 15	4216-02-8	<%10	>5000	-	>300	-	-	Sucul ortamda >300 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM44	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Blue	130-20-1	<%10	>5000	-	100-500	-	-	Sucul ortamda >100-500 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM45	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Green	128-58-5	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM46	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Orange 7	4424-06-0	<%10	>5000	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM47	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Red 1	3875-72-7	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM48	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Red 32	2379-77-3	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM49	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Violet 9	1324-17-0	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM50	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Yellow 46	12237-50-2	<%10	>5000	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM51	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Brown 3	131-92-0	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM52	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Red 13	4203-77-4	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM53	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Orange 11	2172-33-0	<%10	>5000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM54	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Yellow 2	129-09-9	<%10	>10000	-	>1000	-	-	Sucul ortamda >1000 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM55	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Blue 29	12225-46-6	<%10	>8000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM56	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	Sodyum florit	7681-49-4	<%10	>5000	-	>100	>1000	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >1000 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM57	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Blue 225, C.I. Reactive Black 5	132174-48-2 17095-24-8	10-25	>2000	-	10-100	>100	-	Sucul ortamda >10-100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM58	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Red 195	93050-79-4	<%10	>2000	>2000	>100	10-100	>10000	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >10-100 mg/L Daphnia için ve >10000 mg/L konsantrasyonları algler için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM59	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Orange 30	12225-99-9	<%10	>5000	-	>100	100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için 100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM60	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Brown 44	95078-21-0	%4	>2000	>2000	>100	100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için 100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM61	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Black 9	12225-27-3	<%10	>2000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM62	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Vat Green 3	3271-76-9	<%10	>2000	>2000	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM63	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow 3	6539-67-9	<%10	>2000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM64	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Blue	12222-75-0	<%10	>2000	>2000	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM65	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Blue 181	126601-88-5	<%10	>2000	>2000	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM66	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Brown 19	61969-04-8	<%10	>2000	-	-	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM67	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow 25	-	<%10	>5000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM68	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Red	-	<%10	>2000	-	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM69	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Orange 30	12225-99-9	<%10	>2000	>2000	>106	>10000	-	Sucul ortamda >106 mg/L balıklar için >10000 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM70	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Yellow 27	12226-54-9	Biyolojik olarak kolay bozunmaz	>2000	>2000	>100	>10000	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.

Çizelge 4.67. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM71	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	I.C. Reactive Green	-	<%10	>2000	-	>100	-	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM72	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	I.C. Reactive Black 5	17095-24-8	<%10	>5000	-	>100	>1000	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >1000 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM73	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Disperse Violet 93:1	122463-28-9	20-30	>2000	>2000	>100	>100	-	Sucul ortamda >100 mg/L balıklar için >100 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
KM74	Boyarmadde	HT-over flow/pad-batch	C.I. Reactive Black 5, C.I. Reactive Blue 220	17095-24-8 90341-71-2	10-25	>2000	-	>500	750	-	Sucul ortamda >500 mg/L balıklar için >750 mg/L Daphnia için toksiktir. Ayrıca biyolojik degradasyon oranı düşüktür.
^a CAS No: Chemical Abstract Service Number ^b Kimyasal maddelerin ticari adları gizli tutularak KM olarak adlandırılmıştır ^c Veri mevcut değildir											

4.2.1.4. Çiçek Tekstil işletmesinde su tüketiminin değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil mevcut durum analizi kapsamında işletmeye su temin miktarları ve kalitesi, prosesler bazında spesifik su tüketimleri belirlenmiştir. İşletmenin su ihtiyacının karşılanmasında yeraltı su kaynaklarından yararlanılmaktadır. İşletmeye temin edilen hamsu miktarlarının belirlenmesinde 2009-2011 yıllarına ait (3 yıllık) sayaç verilerinden yararlanılmıştır. İşletmeye temin edilen hamsuyun üretim proseslerinde kullanılmadan önce su yumuşatma ünitesine alınarak katyonik iyon değiştirici reçinelerde sertlik (CaCO_3) giderimi yapılmaktadır. Bu sayede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının terbiye, boyama ve diğer sıcak hatlarda neden olabileceği olumsuzluklar (terbiye ve boyama işlemlerinde hatalı boyamalar, sıcak hatlarda ise kazan taşı oluşumu ve korozyon problemleri) büyük ölçüde önlenmektedir. Ayrıca işletmede buhar kazanlarında besi suyu olarak kullanılan proses suları reverse osmoz (RO) membran sistemleri ile arıtılmaktadır. Böylelikle proses suyu içerisindeki iyonlar ve sertlik oluşturan iyonlar tamamen uzaklaştırılmakta ve buhar kazanlarına elde edilen yüksek kalitedeki proses suyu (permeat) beslenmektedir. Bu uygulama ile buhar kazanlarının verimi ve etkin kullanımı sağlanmakta, kazan ve sıcak hatları korozyon, kazan taşı problemleri engellenmektedir. Ayrıca tank ve hatların kullanım ömrü uzatılmaktadır.

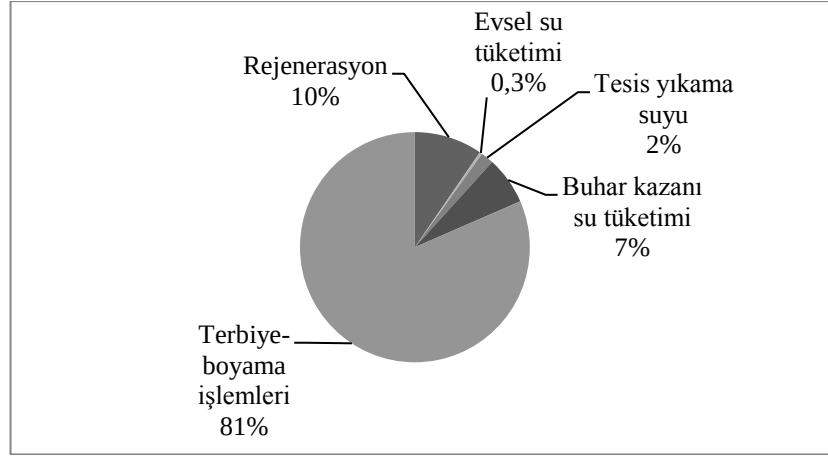
İşletmede hamsu ve proses suyu tüketiminin belirlenmesinde mevcut debimetre ve sayaç verilerine dayalı işletme verilerinden yararlanılmıştır. Yıllık değişimler göz önünde bulundurularak hamsu ve proses suyu tüketimleri 2009-2011 yılları aralığında değerlendirilmiştir. Yalnızca işletmede tesis temizliği ve evsel amaçlı su tüketimlerine ait toplam bir değere ulaşılmıştır. Ancak işletmenin atıksu arıtma tesisinin projelendirilmesinde kullanılan evsel su tüketimi verilerinden yararlanılarak evsel amaçlı ve tesis temizliğinde kullanılan su miktarları teorik hesaplamalar ile ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca işletmede yürütülen mevcut durum analizi çalışmaları kapsamında hamsu ve proses sularından farklı tarihlerde anlık numuneler alınarak analiz edilmiştir. Böylelikle su yumuşatma sisteminin performansı ve işletmede kullanılan proses suyu kalitesi değerlendirilmiştir.

İşletmede su tüketimi ve prosesler bazında dağılımı

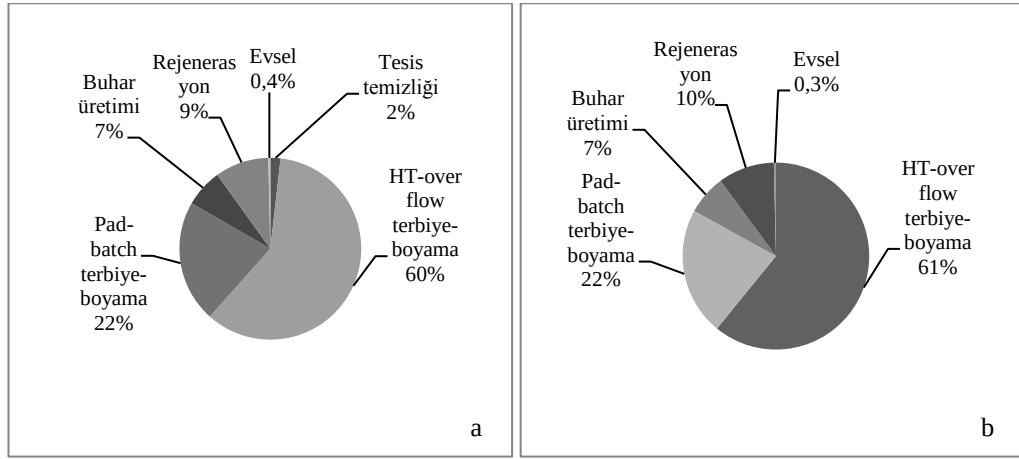
Çiçek Tekstil işletmesinde terbiye ve boyama proseslerinde, buhar üretiminde, iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda, tesis temizliği ve evsel amaçlı kullanımlarda su tüketimleri gerçekleşmektedir. İşletmede ortalama hamsu ihtiyacı 1.033.590 ton/yıl dır. İşletmeye temin edilen hamsuyun yaklaşık %2'si (ortalama 18.612 ton/yıl) tesis temizliğinde kullanılmaktadır. İşletmede iyon değiştirici reçinelerde yumuşatılan hamsuyun %98'i (ortalama 1.014.978 ton/yıl) proses suyu olarak üretim proseslerinde kullanılmaktadır. Proses sularının ise %60'ı HT-over flow ve %22'si pad-batch terbiye-boyama proseslerinde kullanılmaktadır. İyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda ortalama 98.815 ton/yıl proses suyu kullanılmaktadır. İşletmeye temin edilen hamsuyun yaklaşık %7'si buhar üretiminde tüketilmektedir. İşletmede hamsu ve proses suyu tüketimi çizelge 4.68'de verilmiştir. Şekil 4.29'da işletmede toplam su tüketiminin dağılımı verilmiştir. Şekil 4.30'da ise işletmede hamsu ve proses suyu tüketimi dağılımları sunulmuştur.

Çizelge 4.68. Çiçek Tekstil işletmesinde su tüketimi değerleri (2009-2011 yılları)

	Ortalama su tüketimi değerleri (min.-maks.) (ton/yıl)
Hamsu tüketimi	1.033.590 (987.150-1.123.410)
Tesis temizliği ^a	18.612 (14.644-23.399)
Proses suyu tüketimi	1.014.978 (969.357-1.100.011)
HT-over flow terbiye-boyama	617.946 (579.178-652.679)
Pad-batch terbiye-boyama	224.794 (196.145-241.402)
Buhar üretimi	69.762 (66.923-71.629)
Rejenerasyon	98.815 (78.324-131.534)
Evsel su tüketimi ^b	3.662 (2.408-3.847)
^a Tesis yıkama suyu kullanımının belirlenmesinde evsel su tüketiminin işletmede kullanılan su miktarından çıkarılması suretiyle elde edilmiştir ^b Evsel su tüketimi teorik olarak hesaplanmıştır. Evsel su tüketiminde q_{evsel} 60 L/kişi-gün ve q_{mutlak} 20 L/kişi.gün; bir yıl çalışma süresi olarak 330 gün; yemek üretimi işçi sayısının 1,15 katı olarak kabul edilmiştir (Emer, 1997)	



Şekil 4.29. İşletmede toplam su tüketiminin dağılımı



Şekil 4.30. İşletmede hamsu (a) ve proses suyu (b) tüketiminin dağılımı

İşletmede su tüketiminin ve dağılımının belirlenmesi çalışmalarında işletmenin rutin olarak izleme ve kontrolünü yaptığı su sayacı değerlerinden yararlanılmıştır. İşletmede su tüketiminin izlenmesi debimetre ve sayaçlar ile yapılmaktadır. İşletmede kuyular, hamsu girişi, rejenerasyon suyu çıkışı, atıksu çıkışı ve kazanlara beslenen su debimetreler ve sayaçlar yardımıyla rutin olarak izlenmektedir. İşletmede terbiye, boyama, buhar üretimi, rejenerasyon ve evsel amaçlı toplam 1.014.978 ton/yıl proses suyu tüketilmektedir. Toplam proses suyunun %10'u ise su yumuşatma ünitesinde katyonik iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonu işlemlerinde tüketilmektedir. Rejenerasyon atıksuları yeniden değerlendirilmemekte ve diğer atıksular ile birlikte atıksu arıtma tesisi kanalına verilmektedir. Tesis temizliğinde ise ortalama 18.612 ton/yıl hamsu tüketilmektedir. İşletmede su tüketimi dağılımı incelendiğinde işletmede ortalama 1.033.590 ton/yıl hamsuyun

%98'i proses suyu olarak tüketilmektedir. Toplam proses suyunun ise %83'ü boyama ve terbiye işlemlerinde, %7'si buhar kazanlarında buhar üretiminde, %10'u iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda ve yaklaşık %0,3'ü evsel su ihtiyacının karşılanmasında tüketilmektedir.

İşletmede terbiye ve boyama işlemlerinde ortalama 842.740 ton/yıl proses suyu tüketilmektedir. Toplam proses suyunun %61'i HT-over flow ve %22'si pad-batch terbiye-boyama proseslerinde tüketilmektedir. HT-over flow prosesinde 10:1 flotte oranlarında kontinü çektirme tekniklerine göre kumaş terbiye ve boyaması yapılmaktadır. Ancak işletmenin toplam üretiminde yüksek (%66) paya sahip olması nedeniyle proses suyu tüketimi de yüksek seviyede olmaktadır. Pad-batch prosesinde kesikli emdirme yöntemlerine göre kumaş terbiye ve boyaması yapılmaktadır. Proses işletmenin toplam üretiminde ortalama %34 paya sahiptir. Ancak pad-batch prosesinde uzun üretim zincirlerinin bulunması su tüketimini artıran en önemli faktör olmaktadır. Ayrıca proses kapsamında özellikle kasar makinelerinde su tekrar kullanımı uygulamalarının bulunması su tüketiminin azaltılmasında etkili olmaktadır. Ayrıca işletmede büyük ölçüde prosesler bazında izleme ve kontrol ekipmanlarının bulunması su tüketiminin azaltılmasında önemli bir etken olmaktadır.

Çiçek Tekstil işletmesinde terbiye-boyama işlemleri HT-over flow ve pad-batch proseslerinde yapılmaktadır. HT-over flow hattında kontinü yöntemlere göre çalışmaktadır. Pad-batch hattı ise açık-en ve kesikli yöntemlere göre çalışılmaktadır. Her iki hatta boyama işlemi öncesinde terbiye işlemleri yapılmaktadır. Terbiye işlemleri lif üzerinde dokumadan gelen yağların ve diğer kirliliklerin uzaklaştırıldığı haşıl sökme ve lifin boyama işlemine hazırlandığı merserizasyon, ağartma ve hidrofilleştirme ve yıkama işlemlerinden oluşmaktadır. Terbiye işlemleri ardından boyamaya hazır hale getirilen kumaş boyama makinesinde boyanmakta, yıkama, yumuşatma ve durulama işlemleri yapılmaktadır. HT-over flow hattında boyama ve terbiye işlemleri tek bir makine içerisinde gerçekleştirilmektedir. Ancak pad-batch yönteminde sıcak kasar, soğuk kasar, yıkama, boyama işlemleri farklı makinelerde gerçekleştirilmektedir.

İşletmede HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama proseslerinde proses suyu tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Buna göre HT-over flow terbiye ve boyama

işlemlerinde proses suyu tüketimleri sırasıyla 184.560 ton/yıl ve 430.639 ton/yıl dır. Pad-batch terbiye ve boyama işlemlerinde ise proses suyu tüketimleri sırasıyla 91.016 ton/yıl ve 136.523 ton/yıl dır. HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama proseslerinde yoğun buhar tüketimi gerçekleşmektedir. Bu aşamada HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama proseslerinde buhar tüketimleri belirlenmiştir. İşletmede buhar üretiminde ortalama 69.762 ton/yıl kazan besisi suyu kullanılmaktadır. Buhar aracılığıyla dolaylı olarak üretimde proses suyunun %73'ü HT-over flow ve %27'si pad-batch terbiye-boyama proseslerinde tüketilmektedir. HT-over flow prosesinde toplam buharın tüketiminin ortalama 50.927 ton/yıl ve pad-batch prosesinde ise toplam buharın 18.836 ton/yıl tüketildiği hesaplanmıştır. Bu durumda üretim hatlarında tüketilen ortalama proses suyuna buhar ile birlikte dolaylı olarak dahil olan proses suyu da eklendiğinde HT-over flow hattında 666.126 ton/yıl ve pad-batch hattında 246.375 ton/yıl ortalama proses suyu tüketildiği sonucuna erişilmektedir.

Spesifik su tüketimi değerleri

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik hamsu tüketimi 97 L/kg ürün ve proses suyu tüketimi 95 L/kg ürün dür. İşletmede spesifik proses suyu tüketimleri incelendiğinde HT-over flow proseslerinde spesifik proses suyu tüketiminin (88 L/kg ürün) yüksek olduğu görülmektedir. HT-over flow prosesinde 10:1 flotte oranlarında çalışmakta ve işletmenin toplam üretiminde %66 paya sahiptir. Ancak su geri kazanımı/tekrar kullanımı yapılmamaktadır. Ayrıca proseste yapılan terbiye-boyama işlemlerinde çok sayıda banyo kullanılmaktadır. Ard yıkama banyosu sayısının fazla olması ve su geri kazanımı/tekrar kullanımı imkanlarının değerlendirilmemesi proseste suyun verimsiz kullanımına neden olmaktadır. HT-over flow proseslerinde yapılan ön terbiye işlemlerinde (kasar-haşıl sökme, ağartma, hidrofilleştirme, ön yıkama vb.) spesifik proses suyu tüketimi 30 L/kg ürün dür. Aynı proseste yapılan boyama ve son terbiye (yıkama, yumuşatma) işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimi 66 L/kg ürün dür. Yapılan bu hesaplamalarda beyaz renkli kumaşların üretiminde boyama işlemlerinin yapılmaması durumu göz önünde bulundurulmuştur.

Pad-batch prosesinde ise spesifik proses suyu tüketimi 61 L/kg ürün dür. Pad-batch proseslerinde ön terbiye ve boyama-son terbiye işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimi sırasıyla 25 ve 41 L/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Beyaz renkli kumaşların boyaması yapılmadığından yapılan hesaplamalarda bu etki göz önünde bulundurulmuştur. Pad-batch üretim proseslerinde üretim zincirlerinin uzun (kesikli yöntemler kullanılması) olması spesifik proses suyu tüketimini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Ayrıca pad-batch üretim hattında kasar işlemlerde “ters yıkama” prensibi kullanılmasına rağmen kesikli kumaş yıkama makinelerinde su geri kazanımı/tekrar kullanımı imkanları değerlendirilmemektedir.

İşletmede yardımcı üretim proseslerinde de önemli miktarda proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. Buhar üretiminde ve iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda spesifik proses suyu tüketimi sırasıyla 7 ve 9 L/kg ürün dür. İşletmede kapalı buhar sistemi kullanılmakta ve bu sayede kondens geri dönüşü, soğutma sularının tekrar kullanımı sağlanmaktadır. Bu nedenle kazan besisi suyu miktarları azaltılmaktadır. Yalnızca yüksek elektriksel iletkenliğe sahip rejenerasyon atıksuları yeniden değerlendirilmemekte ve doğrudan atıksu arıtma tesisi kanalına verilerek uzaklaştırılmaktadır. Ağırlıklı olarak pamuklu kumaş boyaması yapan işletmede yüksek tuz ve proses suyu gereksinimi duyulmaktadır. Rejenerasyon atıksuları boyama banyolarının hazırlanmasında doğrudan değerlendirilebilir. Ayrıca işletmede RO sistemi bulunmaktadır. Rejenerasyon atıksularının RO sisteminde arıtılarak proses suyu olarak yeniden değerlendirilmesi ile yaklaşık %8-12 oranında su tasarrufu sağlanabilir. Diğer bir seçenek ise rejenerasyon sularının tesis temizliği gibi yüksek su kalitesi gerektirmeyen işlemlerde tekrar değerlendirilmesidir. Bu sayede kompozit atıksuların taşıdığı tuz yükünün de önemli ölçüde azaltılması sağlanabilir. İşletmede evsel amaçlı spesifik proses suyu tüketimi 43 L/kişi.gün olarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda yapılan hesaplamalarda her bir vardiyada çalışan kişi sayısı (ortalama 85 personel/vardiya) esas alınmıştır. Tesis temizliği ve benzer amaçlar (bahçe sulaması, diğer temizlik işlemleri) için spesifik hamsu tüketimi 5 L/m².gün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.69’da işletmede spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri verilmiştir.

Çizelge 4.69. İşletmede hamsu ve proses suyu spesifik tüketimleri (2009-2011 yılları)

	Ortalama su tüketimi (min.-maks.)	Ortalama üretim/alan/personel	Spesifik su tüketimi (min.-maks.)
Hamsu tüketimi	1.033.590 ton/yıl (987.150-1.123.410)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	97 L/kg ürün (95-102)
Tesis temizliği ^a	18.612 ton/yıl (14.644-23.399)	12.053 m ²	5 L/m ² -gün (4-6)
Proses suyu	1.014.978 ton/yıl (969.357-1.100.011)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	95 L/kg ürün (93-100)
HT-over flow terbiye-boyama prosesi	617.946 ton/yıl (579.178-652.679)	6.989.868 kg/yıl (6.782.937-7.212.148)	88 L/kg ürün (85-90)
HT-over flow (ön terbiye) ^b	185.384 ton/yıl (173.753-195.804)	6.109.145 kg/yıl (5.928.287-6.303.418)	30 L/kg ürün (29-31)
HT-over flow (boyama+son terbiye) ^c	432.562 ton/yıl (405.425-456.875)	6.524.833 kg/yıl (6.331.669-6.732.325)	66 L/kg ürün (64-68)
Pad-batch terbiye-boyama prosesi	224.794 ton/yıl (196.145-241.402)	3.666.924 kg/yıl (3.597.968-3.771.543)	61 L/kg ürün (55-64)
Pad-batch (ön terbiye) ^d	89.918 ton/yıl (78.458-96.561)	3.666.924 kg/yıl (3.597.968-3.771.543)	25 L/kg ürün (22-26)
Pad-batch (boyama ve son terbiye) ^e	134.876 ton/yıl (117.687-144.841)	3.250.548 kg/yıl (3.189.422-3.343.288)	41 L/kg ürün (37-43)
Buhar üretimi	69.762 ton/yıl (66.923-71.629)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	7 L/kg ürün (6-7)
Rejenerasyon	98.815 ton/yıl (78.324-131.534)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	9 L/kg ürün (8-12)
Evsel su tüketimi ^f	3.662 ton/yıl (2.408-3.847)	291 kişi/3 vardiya (258-324)	43 L/kişi-gün (28-45)
^a Tesis temizliğinde spesifik su tüketiminin belirlenmesinde işletmenin toplam kapalı alan değeri esas alınmıştır ^b HT-over flow üretim proseslerinde yapılan ön terbiye işlemlerini kapsamaktadır ^c HT-over flow üretim proseslerinde yapılan boyama ve son terbiye işlemlerini kapsamaktadır ^d Pad-batch üretim proseslerinde yapılan ön terbiye işlemlerini kapsamaktadır ^e Pad-batch üretim proseslerinde yapılan boyama ve son terbiye işlemlerini kapsamaktadır ^f İşletmede her bir vardiyada çalışan personel sayısı esas alınmıştır			

İşletmede kullanılan hamsu ve proses suyunun karakterizasyonu

Tekstil işletmelerinde en önemli proses bileşenlerinden birini proses suyu oluşturmaktadır. Proses suyunun karakteri üretim proseslerinde çeşitli olumsuzluklara neden olabilmektedir. Yüksek sertliğe sahip sular buhar kazanları, sıcak su ve buhar dağıtım hatlarında korozyon ve kazan taşı problemlerine neden olabilmektedir. Böylelikle ekipman arızaları, su ve enerji tüketiminde verimsizlikler oluşmaktadır. Diğer taraftan terbiye-boyama proseslerinde yüksek sertlik ve elektriksel iletkenliğe sahip sular hatalı boyamalara, kimyasal tüketiminin artmasına ve dolayısıyla ham madde, su, enerji, kimyasal vb. tüketimlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle tekstil işletmelerinde genellikle yeraltı su kaynaklarından derlenen hamsular arıtdıktan sonra proses suyu olarak üretim proseslerinde kullanılmaktadır. Çiçek Tekstil işletmesi de bu genellemeye benzer şekilde yeraltı su kaynaklarından derlenen hamsular katyonik iyon değiştirici reçinelerde yumuşatıldıktan sonra proses suyu olarak terbiye-boyama prosesleri başta olmak üzere kullanılmaktadır. İşletmede buhar kazanlarında besi suyu olarak kullanılan proses suları RO sistemleri ile arıtdıktan sonra kullanılmaktadır. Bu durum kazanların, tankların, ekipmanların ve dağıtım hatlarının verimli, uzun süre faydalı kullanımını sağlamaktadır.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede hamsudan ve proses suyundan anlık numuneler alınarak pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, TDS, sertlik (CaCO_3), demir, sülfat ve TN parametreleri analiz edilmiştir. Çizelge 4.70’de hamsu ve proses suyu karakterizasyon çalışması sonuçları sunulmuştur. Buna göre hamsu ve proses suyu karakteri karşılaştırıldığında elektriksel iletkenlik ve TDS parametrelerindeki çok az artış su yumuşatma sisteminde hamsuda bulunan Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının tutularak proses suyuna reçinelerden Na^+ iyonlarının salınmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan su yumuşatma sisteminde hamsuyun CaCO_3 sertliğinin yaklaşık %90 oranında giderildiğini göstermektedir. Bunun yanında demir ve sülfat parametrelerinin yumuşatma sisteminde çok az da olsa azaldığı tespit edilmiştir.

Su yumuşatma sisteminde özellikle CaCO_3 sertliğinin oldukça yüksek oranda giderilmesi amaçlanmaktadır. İşletmede su yumuşatma sisteminde sertliğin önemli ölçüde giderildiği görölse de su yumuşatma sisteminde optimizasyon çalışmalarına

ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede proses suyunda sertlik gideriminin performansının artırılması sağlanabilir. Böylelikle su, enerji ve kimyasal tüketimlerinin azaltılması ve hatalı boyama risklerinin minimizasyonu sağlanabilir.

Çizelge 4.70. İşletmenin hamsu ve proses suyu karakterizasyonu

Parametre	Ortalama hamsu konsantrasyonları	Ortalama proses suyu konsantrasyonları
pH	7,41	7,28
Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	660	679
Bulanıklık (NTU)	1,5	1
TDS (mg/L)	330	339
Sertlik (mg/L CaCO_3)	338	36
Demir (mg/L)	0,23	<0,1
Sülfat (mg/L)	54	47
TOC (mg/L)	- ^a	-
TN (mg/L)	0,05	0,05
14.02.2013 tarihlerinde Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuvarında yapılan analiz sonuçlarıdır ^a Veri mevcut değildir		

4.2.1.5. Çiçek Tekstil işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesi mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan enerji kaynakları, tüketim miktarları ve prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri belirlenmiştir. İşletmede yapılan değerlendirmelerde 2009-2010 yıllarına ait mevcut yakıt (doğalgaz ve kömür) ve elektrik enerjisi kayıtlarından yararlanılmıştır. Ayrıca ısı ve elektrik enerjisinin prosesler bazında değerlendirilmesinde makinelerin teknik özelliklerinden (elektrik gücü, verim ve ısı enerji tüketimi kapasitesi değerlerinden) yararlanılmıştır.

İşletmede ısı enerji gereksiniminin karşılanmasında kömürün kalorifik enerjisinden yararlanılmaktadır. İşletmede sadece “hav yakma” (gazze) prosesinde doğalgaz kullanılmaktadır. Ortalama doğalgaz tüketimi $4.363.636 \text{ Sm}^3/\text{yıl}$ dır. İşletmede kömür buhar kazanları ve kızgın yağ kazanlarında yakıt olarak kullanılmaktadır. Kömürlü buhar kazanından elde edilen buhar işletmede HT-over flow makineleri, kurutma üniteleri başta olmak üzere bina ısıtması, sıcak kasar işlemleri, banyoların ısıtılmasında tüketilmektedir. İşletmede proses atıksularından enerji geri kazanımı yapılarak elde edilen enerji bina ısıtması ve boya banyolarının ısıtılmasında kullanılmaktadır.

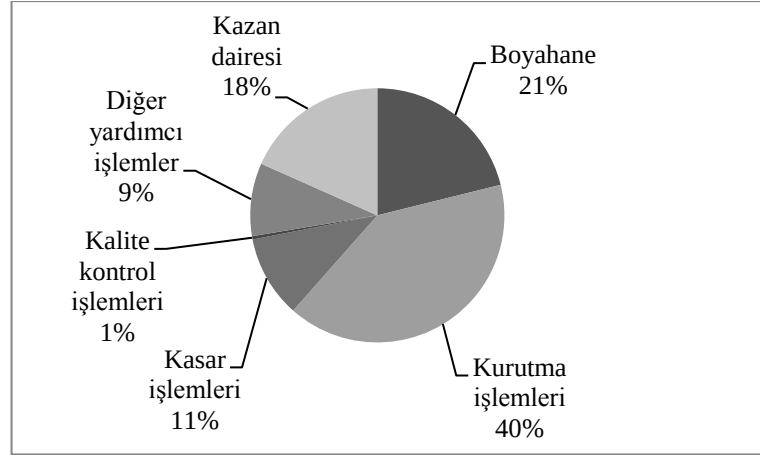
İşletmede buhar üretiminde 3 adet kömürlü kazan bulunmaktadır. Bunlardan biri kızgın yağ kazanı olup diğer ikisi buhar kazanlarıdır. İşletmede ortalama 20.379.364 kg/yıl kömür tüketimi gerçekleşmektedir. Toplam kömür tüketiminin %66'sı buhar kazanlarında ve %33'ü kızgın yağ kazanlarında tüketilmektedir. Ayrıca işletmede toplam kömür tüketiminin ortalama 5.140.964 kg/yıl fındık kömürden ve 15.195.066 kg/yıl toz kömürden karşılanmaktadır. İşletmede elektrik motorları ve cihazların çalıştırılmasında, pompalar/kompresörler ve aydınlatmada elektrik enerjisinden yararlanılmaktadır. İşletmenin elektrik enerjisi ihtiyacı şehir şebekesinden karşılanmaktadır. İşletmede ortalama elektrik enerjisi tüketimi 8.050.817 kWh/yıldır.

Enerji tüketiminin prosesler bazında dağılımı

Elektrik enerjisi tüketimi

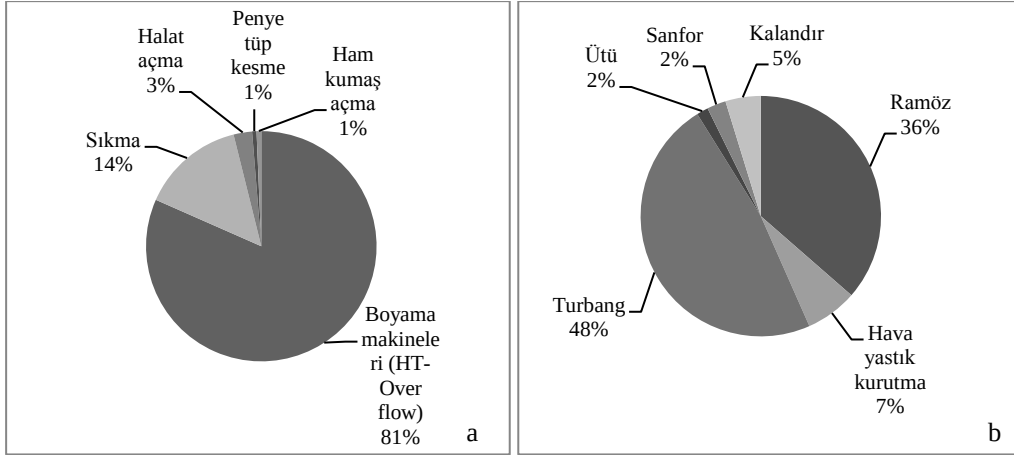
İşletmede boyama makineleri, kurutma makineleri, kasar işlemlerinde kullanılan makineler, kalite kontrol makineleri, diğer yardımcı üniteler (hidrofor, pompa, kompresör vb.), kazan ünitesi (kızgın yağ ve buhar kazanları) ve diğer ünitelerde (fan, pompalar vb.) elektrik enerjisinden yararlanılmaktadır. İşletmesinde ortalama 8.050.817 kWh/yıl elektrik tüketiminin %21'i boyama, %40'ı kurutma, %10'u kasar, %0,4'ü kalite kontrol işlemlerinde, %9'u diğer yardımcı işlemlerde ve %18'i kazan dairesinde tüketilmektedir.

Çiçek Tekstil işletmesinde elektrik tüketiminin belirlenmesinde 2009-2011 yıllarına ait (3 yıllık) elektrik tüketimi değerlerinden yararlanılmıştır. İşletmenin aylık bazda enerji tüketimi incelendiğinde dengeli bir dağılımdan söz etmek mümkündür. İşletmede elektrik enerjisi tüketimi inceleme çalışmalarında elektrik enerjisinin üniteler ve prosesler bazında dağılımları belirlenmiştir. Elektrik tüketiminin üniteler bazında %40'ının kurutma işlemlerinde ve %21'inin boyama işlemlerinde tüketildiği görülmektedir. Şekil 4.31'de işletmede elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı verilmiştir.

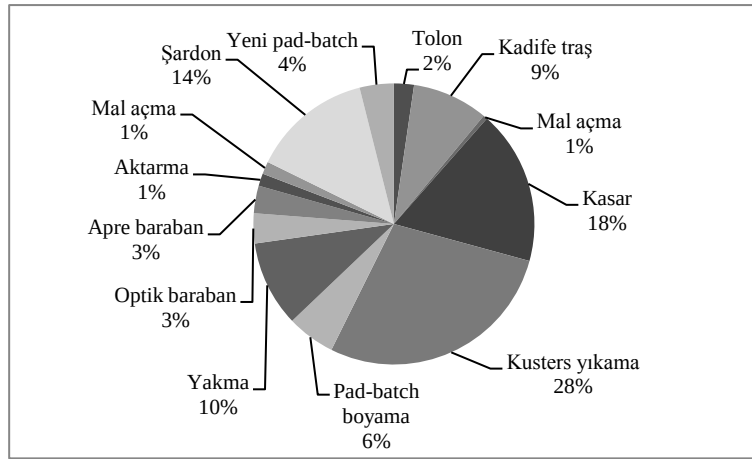


Şekil 4.31. İşletmede elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı

Mevcut durum analizi kapsamında işletmede elektrik enerjisi tüketiminin prosesler bazında dağılımı incelenmiştir. Buna göre işletmede turbang ve ramöz makinelerinde, yardımcı ünitelerde (pompa, hidrofor vb.) ve buhar kazanlarında elektrik enerjisi tüketiminin yüksek olduğu görülmektedir. İşletmede boyahane ünitesinde toplam elektrik tüketiminin %21'i gerçekleşmektedir. Boyahane ünitesinde ise elektrik enerjisinin %81'i HT-over flow makinelerinde, %14'ü sıkma makinelerinde ve %3'ü halat açma makinelerinde tüketilmektedir. Kurutma ünitesinde kullanılan ramöz, hava yastık kurutma, turbang, ütü, sanfor ve kalandır makineleri bulunmaktadır. İşletmede toplam elektrik tüketiminin kurutma ünitesinde ve boyahane ünitesinde elektrik tüketiminin işlem/makineler bazında dağılımları şekil 4.32'de sunulmuştur. İşletmede kasar işlemlerinde tolun, traş, mal açma, kasar makineleri, yıkama makineleri, pad-batch, yakma, optik baraban, apre baraban, aktarma, mal açma ve şardon makineleri kullanılmaktadır. Toplam elektrik enerjisi tüketiminin %11'i kasar ünitesinde tüketilmektedir. Kasar ünitesinde içerisinde elektrik enerjisinin tüketimi değerlendirilmiştir. Buna göre ünite içerisinde kasar makinesinde %18, yıkama %28, şardon %14 ve yakma işlemlerinde %10 oranında elektrik enerjisi tüketilmektedir. Şekil 4.33'de işletmede pad-batch terbiye ve boyama işlemlerinde elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı sunulmuştur. İşletmede genel elektrik tüketiminin %18'inin gerçekleştiği kazan dairesi ünitesinde elektrik tüketiminin dağılımı belirlenmiştir. Kazan dairesi ünitesi içerisinde elektrik tüketiminin %66'sı buhar kazanlarında ve %34'ü kızgın yağ kazanlarında tüketilmektedir.

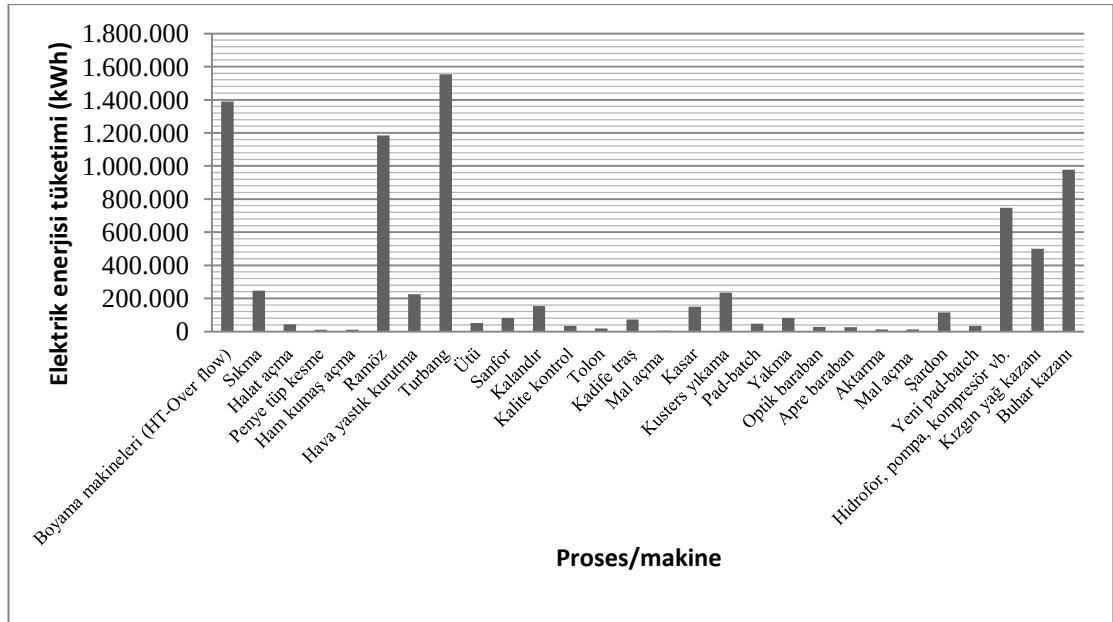


Şekil 4.32. İşletmede boyahane ünitesi (a) ve kurutma ünitesinde (b) elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı



Şekil 4.33. İşletmede pad-batch üretim hattında elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı

İşletmede tüm işlem/makinelerde elektrik enerjisi tüketiminin dağılımları belirlenmiştir. Buna göre işletmede toplam elektrik tüketimi içerisinde en yüksek paya sahip olan üniteler sırasıyla; turbang makineleri, HT-over flow boyama makineleri, ramöz makineleri, hidrofor, pompalar, buhar kazanları ve kızgın yağ kazanlarıdır. Buna göre söz konusu makinelerde elektrik enerjisi tüketiminin azaltılması adına temiz üretim tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 4.34’de işletme genelinde toplam elektrik enerjisi tüketiminin prosesler/makineler bazında dağılımları sunulmuştur.



Şekil 4.34. İşletmede prosesler/makineler bazında elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı

Spesifik elektrik enerjisi tüketiminin değerlendirilmesi

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimleri belirlenmiştir. İşletmede spesifik elektrik enerjisi tüketimi 0,76 kWh/kg ürün dür. HT-over flow ve pad-batch üretim hatlarında spesifik elektrik enerjisi tüketimi sırasıyla 0,4 ve 0,83 kWh/kg ürün dür. İki üretim hattında elektrik tüketimi dağılımının hesaplanmasında üretim hatlarında kullanılan makinelerin elektrik güçlerinden yararlanılmıştır. HT-over flow hattında üretim hattında işletmenin toplam kurulu gücünün 488 kWh kullanılırken pad-batch hattında yaklaşık 1.230 kWh elektrikselsel güç kullanımı söz konusudur. Ayrıca üretim değerleri incelendiğinde ise üretimin %66'sının HT-over flow hattında ve %34'ünün pad-batch hattında tüketildiği görülmektedir. Bu iki değer kombinasyonundan işletmede HT-over flow ve pad-batch üretim hattında elektrik tüketimi ve spesifik elektrik tüketimi değerleri belirlenmiştir. İşletme genelinde ise sadece temel üretim proseslerinde (yardımcı prosesler hariç) spesifik elektrik enerjisi tüketimi 0,55 kWh/kg ürün dür. Çizelge 4.71'de HT-over flow ve pad-batch üretim hatlarında spesifik elektrik enerjisi tüketimleri verilmiştir. Çizelge 4.72'de ise işletmede tüm prosesler/makineler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimleri sunulmuştur.

Çizelge 4.71. İşletmesinde üretim hatlarında spesifik elektrik enerjisi tüketimi değerleri (2009-2011 yılları)

Proses	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/yıl)	Spesifik elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/kg ürün)
HT-over flow üretim hattı	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	2.796.660 (2.693.580-2.930.236)	0,4 (0,4-0,41)
Pad-batch üretim hattı	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	3.029.716 (2.918.045-3.174.423)	0,83 (0,81-0,84)
Tüm terbiye-boyama prosesleri ^a	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	5.826.376 (5.611.625-6.104.659)	0,55 (0,54-0,56)

^aYardımcı prosesler hariçtir, yalnızca temel üretim proseslerini kapsamaktadır

HT-over flow üretim hattında toplam elektrik tüketiminin %48'i ve pad-batch üretim hattında ise %52'si gerçekleşmektedir. Pad-batch hattında spesifik elektrik enerjisi tüketiminin yüksek olmasının temel nedenleri arasında kesikli yöntemlerin kullanılması, uzun proses zincirinden oluşması ve çok sayıda makinenin kullanılması sayılabilir. HT-over flow hattında ise boyama ve terbiye işlemlerinin tek makinede yapılabilmesi sayesinde prosesin kısa olması, kurutma işlemi sayısının az olması proste kullanılan makine sayısının az olması ve kullanılan makinelerin elektrik güçlerinin düşük olması elektrik tüketimini olumlu yönde etkilemektedir.

İşletmede kullanılan tüm makinelerin elektrik güçlerinden yararlanılarak spesifik elektrik enerjisi tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre kurutma işlemlerinde 0,31 kWh/kg ürün ve kazan dairesi ünitesinde 0,14 kWh/kg ürün elektrik enerjisi tüketilmektedir. Çizelge 4.72'de işletmede makineler bazında spesifik elektrik tüketimi değerleri sunulmuştur. Buna göre HT-over flow boyama makineleri, turbang, ramöz ve buhar kazanlarında spesifik elektrik tüketiminin yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Bu makineler başta olmak üzere çeşitli temiz üretim uygulamaları ile elektrik tüketimleri önemli ölçüde azaltılabilir.

İşletmede spesifik elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı, spesifik elektrik enerjisi tüketimleri ve birim elektrik enerjisi maliyetleri belirlenmiştir. Bu kapsamda yapılan hesaplamalarda 2009-2011 yılları verilerinden yararlanılmıştır. Buna göre işletmede birim elektrik tüketiminin maliyeti ve elektrik birim fiyatı sırasıyla 0,12-0,16 TL/kg ürün ve 0,16-0,17 TL/kWh arasında değişmektedir.

Çizelge 4.72. İşletmede makineler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimi değerleri (2009-2011 yılları)

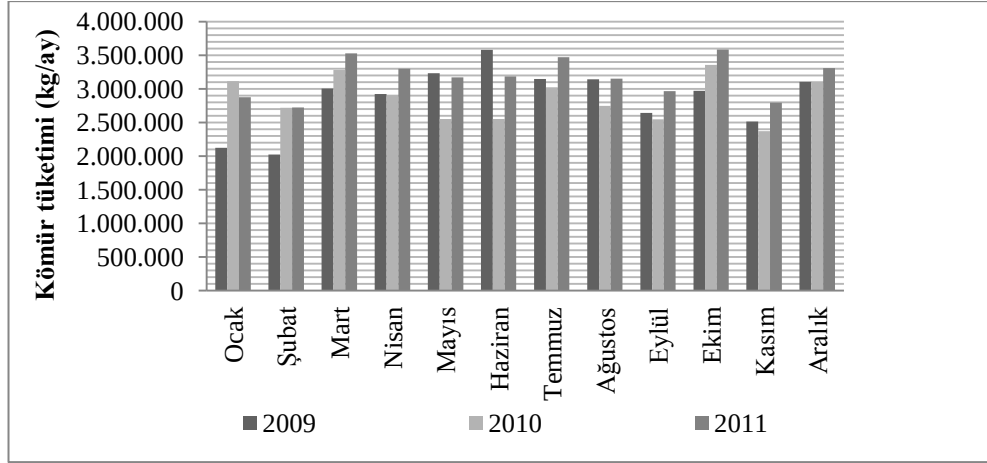
Prosesler	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/yıl)	Spesifik elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/kg ürün)
HT-over flow	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	1.388.768 (1.337.580-1.455.099)	0,2 (0,18-0,2)
Sıkma	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	247.160 (238.050-258.965)	0,04 (0,03-0,04)
Halat açma	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	44.279 (42.647-46.394)	0,01 (0,01-0,02)
Penye tüp kesme	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	10.466 (10.080-10.966)	0,003 (0,003-0,004)
Ham kumaş açma	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	11.271 (10.856-11.809)	0,002 (0,002-0,003)
Ramöz	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	1.184.275 (1.140.625-1.240.839)	0,11 (0,11-0,12)
Hava yastık kurutma	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	226.228 (217.890-237.033)	0,06 (0,05-0,06)
Turbang	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	1.553.003 (1.495.762-1.627.178)	0,15 (0,14-0,15)
Ütü	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	50.720 (48.851-53.143)	0,01 (0,01-0,02)
Sanfor	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	82.923 (79.867-86.884)	0,02 (0,02-0,03)
Kalandır	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	154.576 (148.879-161.959)	0,04 (0,03-0,04)
Kalite kontrol	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	33.008 (31.791-34.585)	0,003 (0,002-0,003)
Tolon	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	19.322 (18.610-20.245)	0,01 (0,01-0,02)
Kadife traş	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	73.262 (70.562-76.761)	0,02 (0,02-0,03)
Mal açma	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	16.101 (15.508-16.870)	0,002 (0,001-0,002)
Kasar (sıcak-soğuk)	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	148.940 (143.450-156.054)	0,04 (0,04-0,05)
Kurters yıkama	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	235.889 (227.195-247.156)	0,06 (0,06-0,07)
Pad-batch boyama	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	79.703 (76.765-83.510)	0,02 (0,01-0,02)
Yakma	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	82.923 (79.867-86.884)	0,02 (0,01-0,02)
Optik baraban	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	28.923 (27.915-30.367)	0,01 (0,01-0,02)
Apre baraban	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	26.568 (25.589-27.837)	0,01 (0,01-0,02)
Aktarma	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	12.076 (11.631-12.653)	0,003 (0,003-0,004)
Şardon	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	115.932 (111.659-121.469)	0,02 (0,01-0,02)
Hidrofor, pompa, kompresör, doklar vb.	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	747.921 (720.354-783.644)	0,07 (0,06-0,07)
Kızgın yağ kazanı	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	499.151 (480.753-522.992)	0,05 (0,04-0,05)
Buhar kazanı	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	977.369 (941.345-1.024.051)	0,09 (0,08-0,09)
Toplam	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	8.050.817 (7.754.077-8.435.345)	0,76 (0,75-0,77)

Kömür ve doğalgaz tüketimleri

İşletmenin ısı enerji ihtiyacının karşılanmasında kömürden yararlanılmaktadır. Bunun yanında işletmede sadece gazze prosesinde tüketilmek üzere doğalgazdan da yararlanılmaktadır. Bu proseste tüketilen doğalgaz yaklaşık olarak 4.363.636 Sm³/yıl dır. İşletmede kömür tüketiminin belirlenmesinde 2009-2011 yıllarına ait işletme kayıtlarından yararlanılmıştır. Buna göre işletmenin kömür ihtiyacı 15.195 ton/yıl toz kömürden ve 5.184 ton/yıl fındık kömürden (toplamda 20.379 ton/yıl) karşılanmaktadır. İşletmede buhar üretiminde ve kızgın yağ ile kurutma işlemlerinde kömürün ısı enerjisinden yararlanılmaktadır. İşletmede toplam 20.379 ton/yıl kömürün %66'sı buhar kazanlarında ve %34'ü kızgın yağ kazanlarında tüketilmektedir. İki adet buhar kazanında yakılan kömürden sağlanan ısı enerji ile buhar üretimi gerçekleştirilmektedir. Kömürlü kızgın yağ kazanında ise kömür ısı enerjisinden yararlanılarak kazandaki yağ ısıtılmakta ve elde edilen kızgın yağ özellikle ramöz ve tubang gibi kurutma ünitelerinde kullanılmaktadır. Çizelge 4.73'de işletmede 2009-2011 yıllarına ait kömür ve doğalgaz tüketimi değerleri sunulmuştur. Şekil 4.35'de işletmede kömür tüketiminin aylık bazdaki değişimi sunulmuştur.

Çizelge 4.73. İşletmede kömür ve doğalgaz tüketimleri (2009-2011 yılları)

Enerji kaynağı	Ortalama tüketim miktarı (min.-maks.)
Kömür tüketimi	20.379 ton/yıl (19.607-21.710)
Toz kömür	15.195 ton/yıl (14.583-16.343)
Fındık kömür	5.184 ton/yıl (4.928-5.258)
Doğalgaz ^a	4.363.636 Sm ³ /yıl
^a Doğalgaz tüketimine ait sadece ortalama değer mevcuttur	



Şekil 4.35. İşletmede kömür tüketiminin aylık bazda değişimi (2009-2011 yılları)

İşletmede kömür tüketiminin aylık bazda değişimi incelendiğinde Mart-Ekim ayları arasında işletmenin üretimine bağlı olarak kömür tüketiminin artış gösterdiği görülmektedir. Ocak, Şubat, Kasım ve Aralık aylarında ise kömür tüketiminde az da olsa bir azalma söz konusu olmaktadır. Ayrıca işletmede son üç yıl içinde kömür tüketiminin 2011 yılının genelinde (Haziran ayı hariç) maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu durum işletmenin üretimindeki artışı ile paralellik gösterse de enerji optimizasyonu/minimizasyonuna ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu sayede aynı miktarda kömür tüketilerek daha fazla üretim yapmak mümkündür. Ayrıca işletmede ısı eşanjörleri vasıtasıyla kompozit atıksu akımlarından ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Atık baca gazlarından ise ısı geri kazanımı yapılmamaktadır. İşletmede yapılan incelemelerde kompozit atıksulardan ısı geri kazanımı yapılsa da sıcak atıksu akımlarının ayrılmamış durumda olması ısı geri kazanımı performansını düşürmektedir. Bu nedenle atık baca gazı ısı ve ayrık atıksu akımlarından ısı geri kazanımı olanaklarının teknik ve yönetsel temiz üretim önerileri ile birlikte değerlendirilmesi işletmenin enerji verimliliğini artıracığı tahmin edilmektedir.

Spesifik kömür ve doğalgaz tüketimlerinin değerlendirilmesi

İşletmede kömür ve doğalgaz tüketimi verilerinden ve aynı yıllara ait üretim verilerinden yararlanılarak spesifik değerler hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik kömür ve doğalgaz tüketimleri sırasıyla 1,9 kg kömür/kg ürün ve 1,2 Sm³/kg ürün dür. Çizelge 4.73'de işletmede 2009-2011 yılları spesifik kömür tüketimi

değerleri ve doğalgaz tüketimleri verilmiştir. İşletmede tüketilen fındık ve toz kömür toplam maliyet verilerinden yararlanılarak ortalama spesifik kömür maliyeti değerleri hesaplanmıştır. Spesifik ortalama kömür maliyeti 0,19 TL/kg ürün ve kömür birim fiyatı 0,10 TL/kg kömür dür.

Çizelge 4.73. İşletmede spesifik kömür ve doğalgaz tüketimleri (2009-2011 yılları)

Yakıt türü	Ortalama tüketim miktarı (min.-maks.)	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.)	Spesifik tüketim miktarı (min.-maks.)
Kömür	20.379 ton/yıl (19.607-21.710)	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	1,9 kg kömür/kg ürün (1,8-2,1)
Doğalgaz ^a	4.363.636 Sm ³ /yıl	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	1,2 Sm ³ /kg ürün (1,1-1,2)
^a Doğalgaz tüketimine ait sadece ortalama değer mevcuttur			

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi çalışmaları kapsamında prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri belirlenmiştir. İşletmede kapalı buhar sistemi kullanılmakta olup buhar boyama, kasar, sanfor, hava yastık kurutma ve barabanlarda yapılan ön kurutma işlemlerinde yoğun şekilde kullanılmaktadır. HT-over flow üretim hattında PES, dokuma ve penye kumaşların terbiye ve kasar işlemlerinde, penye kumaşlarında sanfor işlemlerinde ve hava yastık kurutma işlemlerinde buhar tüketimi gerçekleşmektedir. Pad-batch üretim hattında ise bukle, havlu, bornoz, pike, bez ve kadife kumaşların kontinü kasar, baraban kurutma işlemlerinde buhar kullanılmaktadır. İşletmede 2009-2011 yıllarına ait buhar tüketimi 67.051-71.416 ton buhar/yıl arasında değişim göstermektedir. İşletmede ortalama buhar tüketimi ise 69.531 ton buhar/yıl dır. Buhar tüketiminin yaklaşık %71'i HT-over flow üretim hattında ve %29'u pad-batch üretim hattında tüketilmektedir. İşletmede HT-over flow üretim hattında ortalama 49.645 ton buhar/yıl ve pad-batch üretim hattında 19.886 ton buhar/yıl dır. Çizelge 4.74'de işletmede prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri verilmiştir.

İşletmede spesifik buhar tüketiminin HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde yüksek olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni proseste banyoların ısıtılmasında ve kurutma işlemlerinde buhar tüketiminin yoğun olmasıdır. Pad-batch terbiye-boyama prosesinde ise kurutma, sıcak kasar işlemleri ve üretim prosesinin uzunluğu buhar tüketiminin yüksek olmasında etkili olmaktadır. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi çalışmalarının bir ton buhar üretimi için yaklaşık 207-229 kg

kömür tüketildiği belirlenmiştir. Ayrıca buhar birim maliyetinin 21-23 TL/kg buhar olduğu hesaplanmıştır.

Çizelge 4.74. İşletmede prosesler bazında spesifik buhar tüketimleri (2009-2011 yılları)

Prosesler	Ortalama üretim miktarı (min.maks.)	Ortalama buhar tüketimi (min.-maks.)	Spesifik buhar tüketimi (min.-maks.)
HT-over flow terbiye-boyama prosesi	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	49.645 (47.874-50.991)	7,1 (6,9-7,5)
Pad-batch terbiye-boyama prosesi	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	19.886 (19.177-20.425)	5,4 (5,3-5,7)
Toplam	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	69.531 (67.051-71.416)	6,5 (6,3-6,9)

Spesifik enerji tüketiminin değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde prosesler bazında ısı, elektrik ve toplam enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede toplam enerji tüketimi (ısı+elektrik) 555.355.766 MJ/yıl dır. Toplam enerji tüketimin %5'ini elektrik enerjisi ve %95'ini ısı enerjisi tüketimi oluşturmaktadır. İşletmede ortalama ısı enerjisi tüketimi 526.372.825 MJ/yıl ve elektrik enerjisi tüketimi 8.050.817 kWh/yıl dır. Spesifik ısı enerjisi tüketimi 50 MJ/kg ürün ve elektrik enerjisi tüketimi 0,76 kWh/kg ürün dır. İşletmede spesifik enerji tüketimi ise 52 MJ/kg ürün dır. Prosesler bazında ise pad-batch proseslerinde toplam enerji tüketimi 76 MJ/kg ürün, ısı enerjisi tüketimi 72 MJ/kg ürün dır. Spesifik elektrik enerjisi tüketimi ise 0,83 kWh/kg ürün dır. HT-over flow proseslerinde ise toplam spesifik enerji tüketimi 39 MJ/kg ürün, ısı enerjisi tüketimi 38 MJ/kg ürün ve elektrik enerjisi tüketimi 0,4 kWh/kg ürün dır. Çizelge 4.75'de işletmede prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri sunulmuştur.

İşletmede enerji tüketimlerinin belirlenmesinde spesifik atık ısı miktarları da teorik olarak hesaplanmıştır. Buna göre işletmede atık gaz emisyonları ile kaybedilen spesifik enerji miktarı 0,81 MJ/kg ürün, sıcak atıksu akımları ile kaybedilen spesifik enerji miktarı 22 MJ/kg ürün dır. Elektrik tüketiminde ise yaklaşık 0,11 kWh/kg ürün enerji kaybedilmektedir. Bu durumda işletmede toplam enerji kaybı 23 MJ/kg ürün ve bu değer 13.484.906 kg kömür enerjisine ve 68.810.477 kWh/yıl elektrik enerjisine eş değerdir. Ayrıca HT-over flow üretim hattında atıksu ile kaybedilen atık ısı 30 MJ/kg ürün, baca gazı ile kaybedilen spesifik enerji 0,81 MJ/kg ürün, elektrik

kullanımından kaybedilen spesifik enerji 0,08 kWh/kg ürün ve toplam enerji kaybı 31 MJ/kg ürün dür. Hesaplanan atık ısının kömür eşdeğeri 1,69 kg kömür/kg ürün ve elektrik enerjisi eşdeğeri 8,63 kWh/kg ürün dür.

Pad-batch üretim hattında atıksu, elektrik ve baca gazı emisyonları ile kaybedilen enerji miktarları hesaplanmıştır. Buna göre pad-batch üretim hattında atıksu ile kaybedilen atık ısı 7 MJ/kg ürün, baca gazı ile kaybedilen spesifik enerji 0,8 MJ/kg ürün, elektrik kullanımından kaybedilen spesifik enerji 0,17 kWh/kg ürün ve toplam enerji kaybı 8 MJ/kg ürün dür. Hesaplanan atık ısının kömür eşdeğeri 0,43 kg kömür/kg ürün; elektrik enerjisi eşdeğeri 2,19 kWh/kg ürün dür.

İşletmede atıksu, elektrik ve baca gazı emisyonları ile kaybedilen enerji miktarları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede atıksu ile kaybedilen atık ısı 22 MJ/kg ürün; baca gazı ile kaybedilen spesifik enerji 0,81 MJ/kg ürün, elektrik kullanımından kaybedilen spesifik enerji 0,11 kWh/kg ürün ve toplam enerji kaybı 23 MJ/kg ürün dür. Hesaplanan atık ısının kömür eşdeğeri 1,27 kg kömür/kg ürün, elektrik enerjisi eşdeğeri 6,46 kWh/kg ürün dür. İşletmede kaybedilen ısıl enerjinin geri kazanımı amacıyla atıksu akımlarından plakalı eşanjör ile ısı geri kazanımı yapılmaktadır ve geri kazanılan enerji 6.963.486 MJ/yıl dır. Bu durumda işletmenin net enerji kaybı 23 MJ/kg ürün dür.

İşletmede toplam enerji tüketimi değerleri prosesler bazında incelendiğinde yakın tüketimler gerçekleşmektedir. Pad-batch prosesinde spesifik enerji tüketimi HT-over flow prosesine göre daha yüksek olmaktadır. Bunun başlıca nedeni proses uzunluğu ve proseslerde kurutma ve fıkse işlemlerinde (barabanlar) yüksek enerji tüketimidir. Ayrıca Pad-batch proseslerinde ise proses uzunluğu nedeniyle elektrik enerjisi tüketimi daha yüksek olmakta ve yakma işlemlerinde tüketilen doğalgaz enerjisi nedeniyle ısıl enerji gereksinimi de yüksek olmaktadır.

Çizelge 4.75. İşletmede prosesler bazında ısııl enerji ve elektrik enerjisi tüketimleri (2009-2011 yılları)

Proses	Ortalama ısııl enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/yıl)	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/yıl)	Ortalama toplam enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/yıl)	Ortalama üretim miktarı (min.-maks.) (kg/yıl)	Spesifik ısııl enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/kg ürün)	Spesifik elektrik enerjisi tüketimi (min.-maks.) (kWh/kg ürün)	Spesifik toplam enerji tüketimi (min.-maks.) (MJ/kg ürün)
HT-over flow terbiye-boyama prosesleri	262.171.533 (252.239.935-297.294.588)	2.796.660 (2.693.580-2.930.236)	272.239.529 (261.936.823-289.843.438)	6.989.868 (6.782.937-7.212.148)	38 (37-39)	0,4 (0,4-0,41)	39 (39-40)
^a Pad-batch terbiye-boyama prosesleri	264.201.272 (254.192.764-281.456.873)	3.029.716 (2.918.045-3.174.423)	275.108.250 (264.697.726-292.884.796)	3.666.924 (3.597.968-3.771.543)	72 (71-75)	0,83 (0,81-0,84)	76 (74-78)
^a Toplam	526.372.825 (506.432.699-560.751.461)	8.050.817 (7.754.077-8.435.345)	555.355.766 (534.347.377-591.118.703)	10.656.792 (10.380.905-10.983.691)	50 (49-51)	0,76 (0,75-0,77)	52 (51-54)
^a Isıl enerji tüketiminin hesaplanmasında doğalgaz tüketimi de hesaplamalarda göz önünde bulundurulmuştur							

4.2.1.6. Çiçek Tekstil işletmesinde katı atık miktarları ve özellikleri

Çiçek Tekstil işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında katı atık miktarları belirlenmiş ve oluşan katı atıklar özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Buna göre işletmede oluşan atıklar tekstil atığı (deşe) miktarları, tehlikeli atık miktarları, geri kazanılabilir atık miktarları ve atık yağlar olmak üzere sınıflandırılmıştır. İşletmede oluşan katı atık ve atık yağ miktarlarının belirlenmesinde işletmeye ait katı atık kayıtları ve atık beyan formlarından yararlanılmıştır. Diğer taraftan işletmede yerinde yapılan incelemeler ile katı atık yönetimi konusunda gözlemler ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Prosesler bazında katı atık oluşumu

Çiçek Tekstil işletmesinde üretim sürecinde çeşitli katı atıklar oluşmaktadır. İşletmede tehlikeli atıklar, tehlikeli maddeler ile kontamine ambalaj atıkları, ambalaj atıkları, evsel atıklar, atık yağlar ve tıbbi atıklar oluşmaktadır. Ayrıca işletmede çeşitli proseslerde (şardon, traş işlemleri vb) tekstil atıkları oluşmaktadır. İşletmede oluşan katı atık miktar ve özellikleri “tehlikeli atık beyan formları” ve “ulusal atık taşıma beyan formları” bilgilerinden derlenmiştir. Çizelge 4.76’da işletmede oluşan katı atıklar ve atık yağların 2012 yılına ait ortalama değerleri sunulmuştur.

Çiçek Tekstil işletmesinde çeşitli prosesler (HT-over flow üretim hattı, pad-batch üretim hattı, şardon ve traş işlemleri vb) ve yardımcı işlemlerden tehlikeli atık kapsamında değerlendirilebilen atıklar oluşmaktadır. İşletmede tehlikeli atıklar genel olarak flüoresan lambalar, kimyasal madde kapları (bidon, varil vb.) ve makine bakım işlemlerinden kaynaklanmaktadır. İşletmede tehlikeli katı atıklar yasal düzenlemelere uygun şekilde ayrı toplanmakta, lisanlı firmalara verilmek suretiyle uzaklaştırılmaktadır. İşletmede 18.018 kg/yıl tehlikeli atık oluşmaktadır. 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.

İşletmeye müşteriler tarafından sevk edilen kumaşların kirlenmeye karşı korunabilmesi amacıyla çeşitli ambalaj malzemeleri ile işletmeye alınmaktadır. Ayrıca işletmede terbiye ve boyaması yapılan kumaşların işletmeden sevkinde yeniden çeşitli ambalaj malzemeleri ile paketlenerek müşteriye sevk edilmektedir. Bu işlemler esnasında işletmede ambalaj atıkları oluşmaktadır. Bu atıklar işletmede diğer atıklar ile kontaminasyonunu engellenmek amacıyla ayrı toplanmakta ve lisanslı kuruluşlara verilmek suretiyle işletmeden uzaklaştırılmaktadır. İşletmede toplam 23.260 kg/yıl ambalaj atığı oluşmakta ve bu atıkların 6.660 kg/yıl'ını kağıt-karton atıkları, 16.600 kg/yıl'ını naylon atıkları oluşturmaktadır.

Çizelge 4.76. İşletmede ortalama katı atık miktarları ve kaynağı (2012 yılı)

Atık türü	Kaynağı	Ortalama miktar
Tehlikeli atıklar	Ofisler, binalar, bakım faaliyetleri, makineler, üretim faaliyetleri, yardımcı işlemler	16.750 kg/yıl
Geri dönüştürülebilir atıklar	Yemekhane, ofisler, üretim faaliyetleri	23.260 kg/yıl
Evsel atıklar	Yemekhane ve ofisler	98.900 kg/yıl
Tıbbi atıklar	Revir	1-5 kg/ay
Üretim atıkları (tekstil atıkları)	Üretim faaliyetleri (şardon, traş vb.)	391.966 kg/yıl
Madeni atık yağlar	Üretim faaliyetleri, makineler	1.260 kg/yıl

Çiçek Tekstil işletmesinde evsel katı atıklar oluşmakta ve bu atıklar ağzı kapalı konteynırlarda biriktirilmekte ve Gümüşler Belediyesi katı atık toplama hizmetleri ile uzaklaştırılmaktadır. İşletmede oluşan evsel katı atık miktarları ile ilgili kayıtların olmaması sebebiyle işletmeye ait evsel katı atık miktarları teorik olarak belirlenmiştir. Evsel katı atıkların hesaplanmasında vardiya başına işletmede yer alan personel sayısı ve TUIK verilerinden yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu kapsamda işletmede oluşan evsel katı atık miktarları 98.900 kg/yıl olarak hesaplanmıştır. Tesiste üretim sırasında atık yağ oluşumu söz konusu olmaktadır. Atık yağlar ayrı toplanmak ve lisanslı firmalara verilmek suretiyle işletmeden uzaklaştırılmaktadır. İşletmede yıllık ortalama 1.260 kg/yıl hidrolik yağ oluşmaktadır.

İşletmede personelin yaralanma ve sağlık işlemleri neticesinde revir atıkları (tıbbi atıklar) oluşmaktadır. Ancak işletmede oluşan tıbbi atık miktarları personel yaralanması ve risklere bağlı olarak değişmektedir. Tesiste yürütülen veri derleme

alışmalarında tıbbi atık miktarları belirlenememiş ancak yaklaşık 1-5 kg/ay olarak değışim gösterdiği tahmin edilmektedir.

İşletmede şardonlama, traş ve parça numunelerden kaynaklanan tekstil tozları (uçuntular), kırıntı ve parçaları meydana gelmektedir. İşletmede HT-over flow üretim hattında 316.650 kg/yıl; pad-batch üretim hattında 75.316 kg/yıl tekstil atıkları oluşmaktadır. Bu atıkların üretim prosesleri içerisinde şardon ve traş işlemlerinde sırasıyla 2.637 kg/yıl ve 517 kg/yıl tekstil atığı oluşmaktadır. İşletmede oluşan tekstil atıkları değeriendirilmemekte ve belediye hizmetleri ile depolama sahasına gönderilmektedir.

Spesifik katı atık miktarları

iek Tekstil işletmesi katı atık miktar ve kaynaklarının belirlenmesi çalışmalarında elde edilen veriler ışığında spesifik katı atık oluşumları belirlenmiştir. İşletmede spesifik tehlikeli atık miktarları 1,57 gr/kg ürün; spesifik tekstil atıkları 36,78 gr/kg ürün; spesifik geri dönüştürülebilir ambalaj atıkları 2,18 gr/kg ürün; spesifik evsel katı atık miktarları 1,15 kg/kg ürün ve spesifik atık yağ miktarları 0,12 gr/kg ürün dür. Çizelge 4.77’de işletmede oluşan katı atıklar ve spesifik miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.77. iek Tekstil işletmesi spesifik katı atık miktarları oluşumu (2012 yılı)

Atık türü	Ortalama atık miktarı	Spesifik atık miktarı
Tehlikeli atıklar	16.758 kg/ay	1,57 gr/kg ürün
Tekstil atıkları	391.966 kg/yıl	36,78 gr/kg ürün
Geri dönüştürülebilir atıklar	23.260 kg/yıl	2,18 gr/kg ürün
Evsel atıklar	98.900 kg/yıl	1,15 kg/kişi-gün
Atık yağlar	1.260 kg/yıl	0,12 gr/kg ürün

İşletmede oluşan katı atıklar ve atık yağlar “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”, “Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” ve “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca uygun şekilde depolanmakta ve bertaraf edilmektedir. İşletmede katı atıklar konusunda spesifik bir yönetim sistemi bulunmamaktadır. Ancak işletmede uygulanan ISO 9001:2008 kalite yönetim sistemi ve evre mevzuatı uyarınca hazırlanan bir yönetim planı mevcuttur.

4.2.1.7. Çiçek Tekstil işletmesi baca gazı emisyonları ve özellikleri

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atık gaz emisyonu debileri ve özellikleri incelenmiştir. Atık gaz emisyonları ve özelliklerinin belirlenmesinde mevcut emisyon raporundan yararlanılmıştır. İşletmede başlıca atık gaz emisyonları kömürlü buhar ve kızgın yağ kazanları, kurutma makineleri (ramözler ve gergisiz kurutma makineleri), yakma makinesi ve turban ön kurutma makinelerinden kaynaklanmaktadır. İşletmede özellikle kömürlü buhar ve kızgın yağ bacalarından kaynaklanan emisyonların azaltılması amacıyla ıslak tutucular (baca filtresi) kullanılmaktadır. Bu filtrelerle atıksu beslemesi yapılmakta ve bu sayede hem hamsu sarfiyatı hem de baca gazı emisyon değerlerin azaltılması sağlanmaktadır. Çiçek Tekstil işletmesinde 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca baca gazı ölçümleri 3 yıllık süre periyodunda yapılmakta ve emisyon raporları hazırlanmaktadır. İşletmede gaz emisyonu kaynakları ve özelliklerinin belirlenmesinde Çiçek Tekstil 2010 yılı emisyon raporu verilerinden ve tesiste yerinde yapılan gözlemlerden yararlanılmıştır. İşletmede 13 noktadan atmosfere atık gaz salınımı yapılmaktadır. Çizelge 4.78’de işletmede bulunan atık gaz bacaları ve kirletici parametreler verilmiştir.

Çizelge 4.78. İşletmede atık gaz emisyonu kaynakları ve kirletici parametreler

Baca no	Tesise ait emisyon kaynakları	Kirletici parametreler
1	Doğalgaz yakıtlı buhar kazanı bacası	CO, NOx, SOx, Toz
2	Katı yakıtlı buhar kazanı bacası	CO, NOx, SOx, Toz
3	Katı yakıtlı kızgın yağ kazanı bacası	CO, NOx, SOx, Toz
4	Yakma makinesi bacası	CO, NOx, SOx, Toz, VOC
5	Yakma makinesi havalandırma bacası	Toz, VOC
6	Ramöz bacası-1	Toz, VOC
7	Ramöz bacası-2	Toz, VOC
8	Ramöz bacası-3	Toz, VOC
9	Serbest kurutma makinesi bacası (gergisiz kurutma makinesi)	Toz, VOC
10	Turbang bacası-1	Toz, VOC
11	Turbang bacası-2	Toz, VOC
12	Turbang bacası-3	Toz, VOC
13	Turbang bacası-4	Toz, VOC
Çiçek Tekstil 2010 yılı emisyon raporu verilerinden yararlanılmıştır		

İşletmede 2 adet buhar kazanı ve 1 adet kızgın yağ kazanı bulunmaktadır. Buhar ve kızgın yağ kazanlarında kömür kullanılmaktadır. Ayrıca işletmede yedek kazanlarda

ve gazze makinelerinde doğalgaz tüketilmektedir. Kazanlarda gerçekleşen yanma reaksiyonları sonucunda atık baca gazları oluşmaktadır. İşletmenin toplam ısı gücü, üretim proseslerinde kullanılan yakıt cinsi ve miktarlarına ait veriler derlenmiştir. Buna göre ısı enerji kapasitesinin %37'sini doğalgazlı buhar kazanı, %39'unu kömürlü buhar kazanı ve %24'ünü kızgın yağ kazanları oluşturmaktadır. Çizelge 4.79'da işletmede bulunan buhar, kızgın yağ ve gazze makinelerine ait teknik veriler sunulmuştur.

Çizelge 4.79. İşletmede yakma sistemlerinin teknik özellikleri

Yakma sistemi	Yakıt cinsi	Yakma tekniği	Birim zamanda beslenen yakıt miktarı	Yakma ısı kapasitesi
^a Doğalgaz yakıtlı buhar kazanı bacası	Doğalgaz	Brülörlü	847 m ³ /saat	8.130 kWh
Katı yakıtlı buhar kazanı bacası	Kömür	Akışkan yatak	1.617 kg/saat	8.593 kWh
Katı yakıtlı kızgın yağ kazanı bacası	Kömür	Tekne sistemi	978 kg/saat	5.200 kWh
Doğalgaz yakıtlı kızgın yağ kazanı bacası ^a	- ^b	-	-	-
Yakma sistemi ısı gücü ara toplam				21.923 kWh
Yakma makinesi bacası	Doğalgaz	Brülörlü	35 m ³ /saat	335 kWh
Yakma sistemi toplam ısı gücü				22.258 kWh
Çiçek Tekstil işletmesi 2010 yılı emisyon raporu verilerinden yararlanılmıştır				
^a Kazan kullanım dışıdır				
^b Veri mevcut değildir				

İşletmede toplam atık gaz kütleli debisi 144.645 m³/saat dir. Toplam kütleli debinin %29'u buhar kazanları, %33'ü ramözler, %13'ü gergisiz kurutma makineleri, %8'i kızgın yağ kazanları, %9'u gazze makinesi ve %8'i turbang makinelerinden kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.80'de işletmede atık gaz emisyonu kaynaklarının toplam kütleli debileri ve dağılımları verilmiştir. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında emisyon kaynaklarının baca gazı emisyonu özellikleri incelenmiştir. Buna göre işletmede oluşan ve atmosfere salınan başlıca atık gaz kirleticileri CO, NO_x, SO₂ ve toz emisyon değerleri ile uçucu organik bileşikler (VOC) dir. Çizelge 4.81'de işletmede bulunan emisyon kaynakları ve atık gaz emisyonu değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.80. İşletmede atık gaz emisyonu kaynakları bazında kütleli debiler ve dağılımı (2010 yılı)

Emisyon kaynakları	Kütleli debi (m ³ /saat)	Dağılım (%)
Buhar kazanı	42.247	29
Kızgın yağ kazanı	10.858	8
Yakma makinesi	13.594	9
Ramöz	47.506	33
Gergisiz kurutma	18.213	13
Turbang bacası	12.227	8
Toplam	144.645	100

Çizelge 4.81. İşletmede emisyon kaynakları bazında kütleli debiler ve atık gaz emisyonu özellikleri (2010 yılı)

Baca no.	Emisyon kaynağı	Kütleli debiler (m ³ /saat)	Toz (kg/saat)	Karbon monoksit (CO) (kg/saat)	Azot oksit (NO) (kg/saat)	Azot dioksitler (NO ₂) (kg/saat)	Kükürt oksitler (SO ₂) (kg/saat)	Karbon cinsinden (kg/saat)	Uçucu organik bileşikler (VOC) (kg/saat)
1	Buhar kazanı (doğalgaz) bacası	20.502	0,017	- ^a	0,146	0,224	-	-	-
2	Buhar kazanı (kömür-1A) bacası	21.745	0,826	1,580	1,892	2,901	2,299	-	-
3	Kızgın yağ kazanı (kömür-2T) bacası	10.858	0,023	0,317	0,435	0,667	1,914	-	-
4	Yakma makinesi (gazze) bacası	4.424	0,006	0,166	0,001	0,001	0,086	-	<2,64 ^b
5	Yakma makinesi havalandırma bacası	9.170	0,009	-	-	-	-	0,125	0,105
6	Ramöz bacası-1	16.954	0,033	-	-	-	-	-	<2,64 ^b
7	Ramöz bacası-2	15.795	0,059	-	-	-	-	-	<2,64 ^b
8	Ramöz bacası-3	14.757	0,013	-	-	-	-	0,125	0,150
9	Gergisiz kurutma makinesi bacası	18.213	0,024	-	-	-	-	-	<2,64 ^b
10	Turbang bacası-1	2.690	0,003	-	-	-	-	-	<2,64 ^b
11	Turbang bacası-2	3.083	0,003	-	-	-	-	0,040	0,048
12	Turbang bacası-3	3.099	0,002	-	-	-	-	-	<2,64 ^b
13	Turbang bacası-4	3.355	0,001	-	-	-	-	-	<2,64 ^b
Çiçek Tekstil İşletmesi 2010 yılı emisyon raporundan yararlanılmıştır ^aVeri mevcut değildir ^bUçucu organik bileşiklerin ppm değerlerini ifade etmektedir									

İşletmede baca gazı emisyonu kirletici parametreleri olan toz, CO, NO₂, SO₂, ve VOC değerlerinin kütleli debileri belirlenmiştir. Bu kapsamında işletmede tüm emisyon deşarj noktalarında oluşan toz kütleli debisi 1,02 kg/saat; CO kütleli debisi 2,06 kg/saat; SO₂ kütleli debisi 4,3 kg/saat; NO₂ kütleli debisi 3,79 kg/saat ve VOC kütleli debisi 0,3 kg/saat olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.82’de işletmede toplam atık gaz emisyonu parametrelerinin kütleli debileri sunulmuştur.

Çizelge 4.82. İşletmede atık gaz emisyonu parametrelerinin kütleli debileri (2010 yılı)

Parametre	Kütleli debi (kg/saat)
Toz	1,02
CO	2,06
SO ₂	4,3
NO ₂	3,79
VOC	0,3
Çiçek Tekstil işletmesi 2010 yılı emisyon raporundan yararlanılmıştır	

Spesifik atık gaz emisyonu değerlerinin değerlendirilmesi

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik atık gaz emisyonu debileri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik atık gaz emisyonu miktarları toz 0,76 gr/kg ürün; CO 1,53 gr/kg ürün; SO₂ 3,2 gr/kg ürün; NO₂ 2,82 gr/kg ürün ve VOC 0,23 gr/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.83’de spesifik atık gaz emisyonu değerleri sunulmuştur. Ayrıca işletmede spesifik atık gaz emisyonlarının prosesler bazında dağılımları belirlenmiştir. Buna göre üretimin ve ısı enerjisi tüketiminin yoğun olduğu HT-over flow proseslerinde spesifik atık gaz emisyonu değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Çizelge 4.84’de prosesler bazında spesifik atık gaz emisyonu değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.83. İşletmede spesifik baca gazı emisyon değerleri

Parametre	Kütleli debiler (kg/saat)	^a Spesifik atık gaz emisyonu değeri (gr/kg ürün)
Toz	1,02	0,76
CO	2,06	1,53
SO ₂	4,3	3,19
NO ₂	3,79	2,82
VOC	0,3	0,23
Toplam	11,48	8,53
^a Spesifik atık gaz emisyonu değerlerinin hesaplanmasında işletmenin ortalama üretim değeri (10.656.792 kg/yıl) esas alınmıştır		

Çizelge 4.84. İşletmede prosesler bazında spesifik atık gaz emisyonu değerleri (2010 yılı)

Prosesler	Toz emisyonu (gr/kg ürün)	CO emisyonu (gr/kg ürün)	SO ₂ emisyonu (gr/kg ürün)	NO ₂ emisyonu (gr/kg ürün)	VOC emisyonu (gr/kg ürün)
HT-over flow terbiye-boyama prosesi	0,5	1,01	2,11	1,86	0,15
Pad-batch terbiye-boyama prosesi	0,26	0,52	1,08	0,96	0,08
Toplam	0,76	1,53	3,19	2,82	0,23

İşletme buhar kazanı ve kızgın yağ kazanı bacalarından atmosfere salınan emisyonların azaltılması amacıyla ıslak filtre kullanılmaktadır. Islak filtrelerde işletmede oluşan atıksular kullanılmaktadır. Bu sayede su geri kazanımı sağlanmakta ve emisyon miktarları azaltılmaktadır. Ayrıca filtrelerde oluşan atıksuların pH değerlerinde gerçekleşen azalma bazik karakterdeki kompozit atıksuların nötralizasyonuna da yardımcı olmaktadır. Ancak yüksek kükürtlü bileşikler içeren bu atıksuların artıma tesisinde işletme problemlerine neden olabilmektedir. İşletmede iç ortam hava kirlenmesinin önlenmesi amacıyla özel bir önlem olmayıp işletmede bulunan aspratörler ile iç ortam havasının tahliyesi sağlanmaktadır. İşletmede baca gazı emisyonları üç yıllık periyotla analiz edilmekte ve emisyon raporları hazırlanmaktadır.

4.2.1.8. Çiçek Tekstil işletmesi atıksu miktar ve özellikleri

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atıksu kaynakları ve prosesler bazında spesifik atıksu miktarları belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede bulunan debimetre ve atıksu sayaçlarına ait 3 yıllık (2009-2011 yılları) verilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca kompozit atıksulardan ve proses atıksularından numuneler alınarak karakterizasyonları yapılmıştır. Proses atıksularının karakterini etkileyen lif türü, boyama tekniği ve renk tonu faktörleri göz önünde bulundurulmuştur. Böylelikle işletmede oluşan proses atıksularının AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. Ayrıca atıksu karakterizasyonu ve debilerinden yararlanılarak işletmeden atıksu arıtma tesisine verilen kirlilik yükleri (KOİ, AKM, yağ-gres, TN, TP bazında) hesaplanmıştır. İşletmede proses atıksuları ve evsel nitelikli atıksular oluşmaktadır. Proses ve evsel atıksular ayrı kanal sistemi ile toplanmasına rağmen

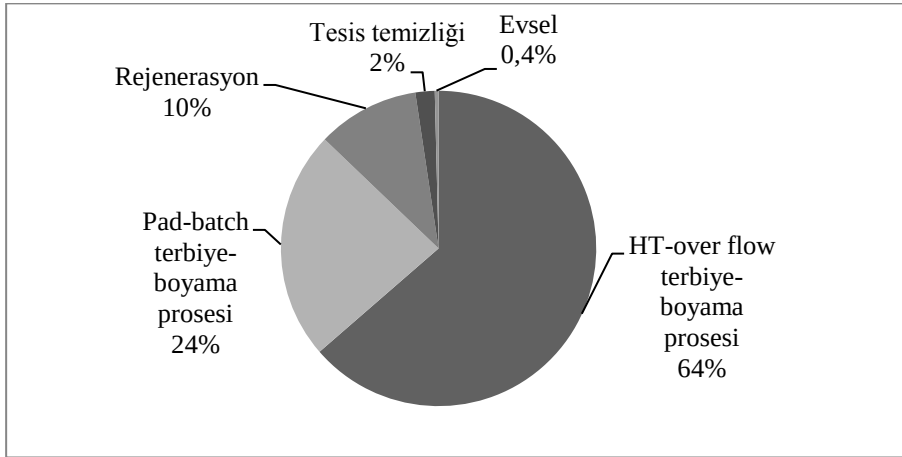
işletmeden birleşik kanalizasyon sistemleri ile uzaklaştırılmaktadır. Derlenen atıksular benzer 5 tekstil işletmesi ile ortak arıtma tesisi olan Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'nde arıtıldıktan sonra Gümüş Çay Deresi'ne deşarj edilmektedir.

Atıksu miktarlarının prosesler bazında dağılımı

Çiçek Tekstil işletmesinde genel olarak evsel nitelikte ve proses atıksuları (endüstriyel nitelikli) olmaktadır. Proses atıksuları başlıca terbiye-boyama proseslerinden, tesis temizliğı ve iyon değıştirici reçinelerin rejenerasyonundan kaynaklanmaktadır. Evsel nitelikli atıksular ise başlıca duş, lavabo, kantin ve yemekhane vb. işlemlerinden kaynaklanmaktadır. İşletmede atıksu sayaçları ve debimetreler vasıtasıyla kompozit atıksu miktarları izlenmektedir. Ancak prosesler bazında atıksu miktarları izlenmemektedir. İşletmede toplam kompozit atıksu miktarı (evsel atıksular dahil) ortalama 942.514 ton/yıl dır. Evsel atıksu miktarı ise ortalama 3.662 ton/yıl dır. İşletmede HT-over flow terbiye-boyama prosesleri üretimdeki ağırlığı nedeniyle atıksu oluşumunda %64 paya sahiptir. Proseste yapılan ön terbiye, terbiye ve boyama işlemleri ise toplam atıksu oluşumunda sırasıyla %19 ve %45 paylara sahiptir. Pad-batch terbiye-boyama prosesleri ise toplam atıksu oluşumunda %24 paya sahiptir. Pad-batch ön terbiye ve boyama işlemleri toplam atıksu oluşumunda sırasıyla %16 ve %7 paylara sahiptir. Proseste kesikli tekniklerin kullanılması ve proses uzunluğı atıksu oluşumunun yüksek olmasında etkili olmaktadır. İşletmede rejenerasyon atıksuları ve tesis temizliğinde oluşan atıksular ise toplam atıksu oluşumunda sırasıyla %7 ve %2 paylara sahiptir. Evsel nitelikli atıksuların payı ise %0,4'dür. Çizelge 4.85'de işletmede oluşan atıksu miktarları sunulmuştur. Ayrıca şekil 4.36'da işletmede atıksu oluşumunun dağılımı sunulmuştur. İşletmede terbiye-boyama işlemlerinde ortalama 842.740 ton/yıl su tüketilmekte ve 821.425 ton/yıl atıksu olmaktadır. Su tüketimi ile atıksu oluşumu arasında 21.314 ton/yıl proses suyu kumaş üzerinde kalmakta ve kurutma ünitesinde buharlaştırılarak uzaklaştırılmaktadır.

Çizelge 4.85. İşletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları (2009-2011 yılları)

Atıksu kaynakları	Ortalama atıksu miktarları (min.-maks.) (ton/yıl)
Proses atıksuyu	938.852 (887.949-1.027.045)
HT-over flow terbiye-boyama prosesi	599.640 (580.336-636.642)
^a Terbiye	179.892 (174.101-190.993)
^b Boyama	419.748 (406.235-445.650)
Pad-batch terbiye-boyama prosesi	221.785 (214.645-235.470)
Terbiye	155.249 (150.251-164.829)
Boyama	66.535 (64.393-70.641)
Rejenerasyon	98.815 (78.324-131.534)
Tesis temizliği	18.612 (14.644-23.399)
Evsel atıksu	3.662 (2.408-3.847)
Toplam	942.514 (891.611-1.030.708)
^a Terbiye sadece ön terbiye (kasar, hidrofilleştirme vb.) işlemlerini kapsamaktadır	
^b Boyama ile boyama ve son terbiye (yıkama/durulama ve yumuşatma) işlemleri ifade edilmektedir	



Şekil 4.36. İşletmede kaynaklarına göre ortalama atıksu miktarlarının dağılımı (2009-2010 yılları)

İşletmede su tüketimi ve atıksu miktarlarının azaltılması adına çeşitli temiz üretim uygulamaları bulunmaktadır. İşletmede büyük oranda su tüketimi izlenmekte ve kayıtlar tutulmaktadır. Sıcak-soğuk kasar makinelerinde ters yıkama prensibi kullanılmakta ve bu sayede su tüketimi bir miktar azaltılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca

atık gaz bacalarında ıslak tutucu filtrelerde atıksular değerlendirilmektedir. Ancak işletmede oluşan rejenerasyon ve proses atıksuları üretim proseslerinde yeniden değerlendirilmemektedir. Bu proses atıksuları doğrudan arıtma tesisi kanalizasyon hattına verilerek uzaklaştırılmaktadır. HT-over flow üretim hattında oluşan atıksuyun %30'u ön terbiye işlemlerinden ve %70'i boyama işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Pad-batch hattında oluşan atıksuyun ise %70'i ön terbiye işlemlerinde ve %30'u boyama işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca sadece ön terbiye işlemlerinde oluşan atıksuların toplam atıksular içerisindeki payı %35 dir. Boyama ve son terbiye atıksularının toplam atıksular içerisindeki payı ise %52 dir. İşletmede prosesler bazında atıksu karakterizasyonu çalışmaları yapılarak proses atıksularının AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Spesifik atıksu miktarlarının değerlendirilmesi

İşletmede tüm atıksu kaynakları bazında spesifik atıksu miktarları hesaplanmıştır. Buna göre spesifik toplam atıksu miktarı (evsel atıksular dahil) 88 L/kg ürün dür. Spesifik proses atıksuyu miktarları 86-94 L/kg ürün aralığında değişmektedir. İşletmede HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama proseslerinde spesifik atıksu miktarı sırasıyla 86 ve 60 L/kg ürün dür. İşletmede sadece terbiye-boyama proseslerinde ise toplamda 77 L/kg ürün proses atıksuyu oluşmaktadır. Ön terbiye ve boyama (boyama+son terbiye) işlemlerinde sırasıyla spesifik proses atıksuyu miktarları 34 ve 50 L/kg ürün dür. İşletmede rejenerasyon ve tesis temizliği işlemlerinde oluşan spesifik atıksu miktarları sırasıyla 9 L/kg ürün ve 5 L/m².gün dür. İşletmede spesifik evsel atıksu miktarı ise 43 L/kişi.gün dür. Çizelge 4.86'da işletmede atıksu kaynakları bazında spesifik atıksu miktarları sunulmuştur. İşletmede spesifik atıksu miktarları incelendiğinde HT-over flow terbiye-boyama proseslerinin önde geldiği görülmektedir. Ayrıca proseste özellikle boyama ve son terbiye işlemlerinde spesifik atıksu miktarlarının (64 L/kg ürün) yüksek olduğu görülmektedir. Bunun başlıca sebebi proseste son yıkama ve durulama işlemlerinde çok fazla sayıda banyo kullanılmasıdır. Proseste son terbiye işlemlerinde yıkama/durulama basamağında işlenen lif türü ve boyanan renge bağlı olarak 3-6 adet banyo kullanılmaktadır. Bu durum hem su tüketimini hem de proses atıksuyu oluşumunu olumsuz etkilemektedir. Ayrıca yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK'sı yapılmamaktadır. Proseste oluşan yıkama/durulama ve

yumuşatma atıksuları AGK/DGK için uygun KOİ, AKM, renk, elektriksel iletkenlik konsantrasyonları ve pH değerlerine sahiptir. İşletmede HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde oluşan proses atıksularının geri kazanımı/tekrar kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede işletmede enerji, kimyasal, su tüketimleri ve atıksu, baca gazı emisyonu miktarları azaltılabilir.

İşletmede pad-batch terbiye-boyama prosesinde gerçekleştirilen ön terbiye işlemlerinde de spesifik proses atıksuyu miktarı (42 L/kg ürün) yüksek olmaktadır. Bunun nedeni proste kesikli yöntemler kullanılmasıdır. Kesikli yıkama makineleri olan kurters makinelerinde yıkama/durulama işlemlerinde yüksek miktarda su tüketimi gerçekleşmektedir. Bu makinelerde ters yıkama prensibi kullanılarak (kesikli makinede son yıkama banyolarının ilk iki yıkama kabininde tekrar kullanılması) ile su tüketimi ve atıksu miktarları azaltılabilir. Diğer bir seçenek ise kurters yıkama makinelerinde son yıkama banyolarının arıtılarak/arıtılmadan geri kullanımıdır.

İşletmede iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda oluşan proses atıksuları yeniden değerlendirilmemektedir. Rejenerasyon atıksuları yüksek elektriksel iletkenlik (tuz) içeriği haricinde proses suyu karakterindedir. Bu nedenle rejenerasyon atıksuları işletmede bulunana RO sisteminde arıtılarak üretim proseslerinde yeniden değerlendirilebilir. Ayrıca rejenerasyon atıksuları arıtılmadan düşük su kalitesi gerektiren tesis yıkama işlemlerinde arıtılmadan geri kullanılabilir. Rejenerasyon atıksuları için diğer bir seçenek ise pamuklu kumaş boyamasında boya banyolarının hazırlanmasında arıtılmadan geri kullanılabilir. Çünkü pamuklu kumaşların boyanmasında yüksek tuz içeren boya banyolarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda rejenerasyon atıksuları yüksek tuz içermekte ve sertlik içermemektedir. Böylelikle proses suyu tüketimi ve atıksu miktarları önemli ölçüde azaltılabilir. Dolayısı ile kompozit atıksuların tuz içeriği de azaltılmış olacaktır.

Çizelge 4.86. İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları (2009-2011 yılları)

Atıksu kaynağı	Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.)	Ortalama üretim miktarları/alan/kişi sayısı	Ortalama spesifik atıksu miktarı (min.-maks.)
Proses atıksuyu	938.852 ton/yıl (887.949-1.027.045)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	88 L/kg ürün (86-94)
HT-over flow terbiye-boyama prosesi	599.640 ton/yıl (580.336-636.642)	6.989.868 kg/yıl (6.782.937-7.212.148)	86 L/kg ürün (86-88)
^a Terbiye	179.892 ton/yıl (174.101-190.993)	6.109.145 kg/yıl (5.928.287-6.303.418)	29 L/kg ürün (29-30)
^b Boyama	419.748 ton/yıl (406.235-445.650)	6.524.833 kg/yıl (6.331.669-6.732.325)	64 L/kg ürün (64-66)
Pad-batch terbiye-boyama prosesi	221.785 ton/yıl (214.645-235.470)	3.666.924 kg/yıl (3.597.968-3.771.543)	60 L/kg ürün (60-62)
Terbiye	155.249 ton/yıl (150.251-164.829)	3.666.924 kg/yıl (3.597.968-3.771.543)	42 L/kg ürün (42-44)
Boyama	66.535 ton/yıl (64.393-70.641)	3.250.548 kg/yıl (3.189.422-3.343.288)	20 L/kg ürün (20-21)
Rejenerasyon	98.815 ton/yıl (78.324-131.534)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	9 L/kg ürün (8-12)
Tesis temizliği	18.612 ton/yıl (14.644-23.399)	12.053 m ²	5 L/m ² -gün (4-6)
Evsel atıksu	3.662 ton/yıl (2.408-3.847)	291 kişi/3 vardiya (258-324)	43 L/kişi-gün (28-45)
Toplam	942.514 ton/yıl (891.611-1.030.708)	10.656.792 kg/yıl (10.380.905-10.983.691)	88 L/kg ürün (86-94)
^a Terbiye sadece ön terbiye (kasar, hidrofilleştirme vb.) işlemlerini kapsamaktadır ^b Boyama ile boyama ve son terbiye (yıkama/durulama ve yumuşatma) işlemleri ifade edilmektedir ^c Alan ile işletmede tesis temizliği yapılan kapalı alan ifade edilmektedir Kişi sayısı ile işletmede bir vardiyada çalışan personel sayısı ifade edilmektedir			

İşletmede oluşan atıksuların karakterizasyonu

İşletmede atıksu karakterizasyonunu belirleyen başlıca faktörler işlem gören tekstil materyali, uygulanan teknik/teknoloji, boyarmaddelerin fiksasyon oranları ve boyama yapılan renktir. Bu faktörler göz önünde bulundurularak kompozit atıksu ve proses atıksulardan anlık ve kompozit numuneler alınarak karakterizasyonları yapılmıştır. Numuneler Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi Akredite Laboratuar'ında analiz edilmiştir. Kompozit atıksulardan alınan atıksu numunelerinin pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, amonyum-N, AKM, yağ-gres, sülfür, serbest klor, sülfid ve renk parametreleri analiz edilmiştir. İşletmede prosesler bazında atıksu karakterizasyonunun belirlenmesinde işletmede yoğun olarak kullanılan reçetelerden yararlanılarak numune alma programları hazırlanmıştır. Buna göre proses, tekstil materyali, renk tonu bazında anlık atıksu numuneleri alınmış ve pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM, renk parametreleri analiz edilmiştir. Prosesler bazında atıksu karakterizasyonu ile atıksu kaynaklarının kompozit atıksu kirlilik yüküne katkıları ve proses atıksularının AGK/DGK potansiyellerinin belirlenmesidir. Ancak işletmede rejenerasyon ve evsel atıksulardan teknik imkansızlıklar nedeniyle atıksu numuneleri alınamamıştır. Ayrıca evsel atıksu debileri oldukça düşüktür. İşletmeden 01.12.2012 tarihinde alınan 24 saatlik kompozit atıksu numuneleri rejenerasyon atıksularını da içermektedir. Böylelikle rejenerasyon atıksularından ayrıca numuneler alınamamış olsa da bu sayede kompozit atıksular ile birlikte değerlendirmeye alınmıştır.

İşletmede proses atıksularının AGK ve DGK imkanları çizelge 4.29'da verilen atıksu tekrar kullanım kriterlerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Buna göre pH'ı 6-8, elektriksel iletkenliği <2200 μ S/cm, KOİ değeri <218 mg/L, AKM değeri <50 mg/L ve renk değeri 20-30 Pt-Co aralığında olan proses atıksularının terbiye ve boyama proseslerinde arıtılmadan tekrar kullanılabilineceği kabul edilmiştir. Çizelge 4.87'de işletmede proses atıksularının karakterizasyonu sunulmuştur. AGK ve DGK'sı uygun olan proses atıksularının yeniden değerlendirilebileceği prosesler/işlemler belirlenmiştir. Buna göre HT-over flow prosesinde PES kumaş yumuşatma atıksuları (1 No'lu numune) direk geri kullanım için düşük pH ve yüksek KOİ içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksuyun arıtıldıktan sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı uygundur. Ancak yumuşatma atıksularının yüksek KOİ

içeriğinin yüksek olmasında atıksuların ihtiva ettiği artık yumuşatıcı ajanlar etkili olmaktadır. Bu nedenle söz konusu atıksuların aynı proste arıtılmadan direk geri kullanımı artık yumuşatıcıların geri kazanımı ve atıksu geri kazanımı sağlamaktadır. Diğer taraftan bu tekstil atıksuyu arıtılmadan kaliteli su gereksinimi olmayan tesis yıkama işlemlerinde de arıtılmadan direk geri kullanılabilir. İşletmede HT-over flow redüktif yıkama işlemlerinde oluşan (2 No'lu numune) atıksular DGK için düşük pH ve yüksek KOİ ve renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksuların ileri arıtımından sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı mümkündür. Optik kasar, sabunlama ve kasar işlemlerinde oluşan (3, 4 ve 5 No'lu numuneler) terbiye atıksuları DGK için uygun değildir. Söz konusu atıksu yüksek pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk konsantrasyonlarına sahiptir. Bu nedenle ileri arıtımından sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. HT-over flow prosesinde oluşan açık renk tonu boyama atıksuları (6 No'lu numune) yüksek pH, elektriksel iletkenlik ve renk konsantrasyonlarına sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksuyun diğer terbiye-boyama işlemlerinde DGK'sı mümkün değildir. Ancak ileri arıtmadan sonra DGK'sı mümkün olabilir. Ancak söz konusu boyama atıksuyunun aynı proste (boyama işlemleri) koyu renk boyamalarda DGK'sı mümkündür. Böylelikle hem ısı enerjisi ve su tasarrufu sağlanırken hem de kimyasal tüketimi minimize edilebilir. HT-over flow proseslerinde sabunlama işlemlerinde oluşan atıksular (7 No'lu numune) yüksek KOİ konsantrasyonlarına sahip olsa da DGK için uygun AKM ve renk konsantrasyonlarına sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksuyun arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Ayrıca arıtılmadan sabunlama, koyu renk boyama ve tesis temizliği işlemlerinde DGK'sı mümkündür. HT-over flow proseslerinde PES kumaş boyama atıksuyu (8 No'lu numune) DGK için uygun karakterde değildir. Bu nedenle ileri arıtmadan sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. HT-over flow yumuşatma atıksuları (9 No'lu numune) DGK için uygun karaktere sahiptir. Yalnızca KOİ değeri bir miktar DGK'sı için yüksektir. Bunun nedeni atıksu içerisindeki yumuşatıcı ajanlardan kaynaklanmaktadır. Bu durumda söz konusu atıksuyun özellikle yumuşatma işlemlerinde DGK'sı ile kimyasal (yumuşatıcı ajanlar) geri kazanımı da sağlanabilir. Ayrıca koyu renk boyama banyolarının hazırlanmasında ve tesis temizliği işlemlerinde DGK'sı mümkündür.

Çizelge 4.87. Prosesler bazında atıksu karakterizasyonu sonuçları

Numune No.	İşlem	Proses	Renk tonu	pH	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	Renk (Pt-Co)	Geri kullanım potansiyeli	Yeniden değerlendirilebilecek prosesler
1	Polyester yumuşatıcı sonu	HT-over flow	Açık/koyu	4,1	962	1479	19	38	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan yumuşatma proseslerinde veya tesis temizliğinde geri kullanılabilir.
2	Polyester redüktif yıkama	HT-over flow	Açık/koyu	3,3	1552	9486	48	764	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
3	Optik kasar sonu	HT-over flow	Açık/beyaz	10,8	9240	8466	2440	349	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
4	Sabunlama	HT-over flow	Koyu	5,6	6380	2193	115	3903	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
5	Kasar sonu	HT-over flow	Açık/koyu	10,8	4540	5202	2890	2356	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
6	Boyama sonu	HT-over flow	Açık	10,5	27700	281	34	137	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan tesis temizliği, boya banyolarının hazırlanmasında direk geri kullanılabilir.
7	Sabunlama	HT-over flow	Açık	- ^a	-	2142	24	38	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan tesis temizliği ve sabunlama işlemlerinde direk geri kullanılabilir.
8	Polyester boyama sonu	HT-over flow	Koyu	3,5	992	9690	82	4712	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
9	Yumuşatıcı sonu	HT-over flow	Açık/koyu	4,8	807	740	46	22	DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan yumuşatma ve boyama proseslerinde veya tesis temizliğinde geri kullanılabilir.
10	Enzim Sonu	HT-over flow	Açık/koyu	5,1	1987	918	82	<20	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan aynı proste veya tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir.
11	Boyama sonu	HT-over flow	Koyu	10,7	92200	1581	196	713	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
12	Polyester boyama sonu	HT-over flow	Açık	4,2	1769	1556	22	167	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan aynı proste veya tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir.
13	Merserize yıkama 2.kabin	Pad-batch	Açık/koyu	-	-	1530	228	301	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
14	Boyama yıkama 1. kabin	Pad-batch	Koyu	10,2	3930	510	16	382	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan tesis temizliği işlemlerinde direk geri kullanılabilir.
15	Boyama yıkama 1. kabin	Pad-batch	Açık	-	-	82	18	<20	DGK	Boyama ve terbiye işlemlerinde direk geri kullanılabilir.
16	Soğuk kasar 2.kabin	Pad-batch	Açık/koyu	10,2	4750	4896	1680	1911	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
17	Sıcak kasar 4. kabin	Pad-batch	Açık/koyu	9,1	915	1224	210	652	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
18	Soğuk kasar 3. kabin	Pad-batch	Açık/koyu	9,2	1062	2550	610	1117	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir.
19	Sıcak kasar 5. kabin	Pad-batch	Açık/koyu	8,4	898	204	12	317	AGK/DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde kullanılabilir. Ayrıca arıtmadan tesis temizliği ve koyu renk boyama işlemlerinde direk geri kullanılabilir.
10 Ocak 2013 tarihinde yapılan atıksu analiz sonuçlarıdır ^a Veri mevcut değildir; ^b AGK: Arıtdıktan sonra geri kullanılabilir; ^c DGK: Direk geri kullanılabilir										

HT-over flow proseslerinde haşıl sökme işlemlerinde enzimler ile yapılan işlemler sonucunda oluşan terbiye atıksuyu (10 No'lu numune) DGK için uygun elektriksel iletkenlik, AKM ve renk içeriğine sahiptir. Söz konusu atıksuyun KOİ değeri içerdiği kimyasallar ve diğer yabancı maddeler nedeniyle bir miktar yüksek olmaktadır. Bu nedenle söz konusu atıksu arıtıldıktan sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca arıtılmadan aynı proseste veya tesis temizliğinde direk geri kullanılabilir. İşletmede koyu renk boyama, merserizasyon, soğuk kasar, sıcak kasar işlemleri sonucunda oluşan atıksuların (11, 13, 16, 17 ve 18 No'lu numuneler) ileri arıtmadan sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı uygundur. HT-over flow prosesinde PES kumaş boyama atıksuları (12 No'lu numune) DGK için yüksek KOİ ve renk konsantrasyonlarına ve düşük pH değerlerine sahiptir. Bu nedenle arıtıldıktan sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca aynı proseste kimyasal eksiklikleri giderildikten sonra PES kumaşların koyu renk boyama işlemlerinde arıtılmadan direk geri kullanımı yapılabilir. Bu sayede enerji, su ve kimyasal tüketiminde önemli tasarruflar sağlanabilir.

Pad-batch proseslerinde kumaş yıkama işlemlerinde oluşan atıksular (14 No'lu numune) DGK için yüksek pH, elektriksel iletkenlik, KOİ ve renk konsantrasyonlarına sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksuyun arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Diğer taraftan arıtılmadan tesis temizliği işlemlerinde ve bazı koyu renk boyama işlemlerinde direk geri kullanımı yapılabilir. Pad-batch proseslerinde açık renk kumaşların yıkama işlemlerinde oluşan atıksular (15 No'lu numune) DGK için uygun karakterdedir. Söz konusu atıksu işletmede terbiye-boyama proseslerinde arıtılmadan direk geri kullanılabilir. Ayrıca sıcak kasar işlemlerinde oluşan terbiye atıksuları (19 No'lu numune) DGK için renk konsantrasyonlarının bir miktar yüksek olduğu görülmektedir. Ancak aynı proseste veya koyu renk boyama işlemlerinde, çoğu ön terbiye işleminde arıtılmadan direk geri kullanılabilir. Ayrıca yüksek su kalitesi gerektirmeyen tesis temizliği işlemlerinde DGK'sı mümkündür. İşletmede prosesler bazında alınan numuneler kapsamında HT-over flow yıkama banyoları, kurters yıkama makinelerinde birinci kabin haricindeki diğer kabinlerde oluşan atıksulardan numuneler alınamamıştır. Ancak bu atıksuların işletmede terbiye-boyama işlemlerinde DGK'sının yapılabilinecek karakterde olduğu işletme yetkilileri tarafından ifade edilmiştir.

İşletmede yapılan mevcut durum analizi kapsamında kompozit atıksulardan da anlık ve 24 saatlik kompozit atıksu numuneleri alınarak analiz edilmiştir. Çizelge 4.88’de kompozit atıksu analiz sonuçları sunulmuştur. İşletmede oluşan kompozit atıksular Çiçek Tekstil işletmesi ile birlikte benzer dört tekstil işletmesinin kompozit atıksularını arıtan ve ortak arıtma tesisi olan Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi’nde fiziksel, kimyasal ve biyolojik atıksu arıtma yöntemleri ile arıtılmaktadır. Gümüşsu Arıtma Tesisi’nde rutin olarak arıtılmış atıksu analizleri yapılmaktadır. Söz konusu arıtma tesisinde arıtılan tekstil atıksuları alıcı su ortamına (Gümüşçay Deresi-K. Menderes Nehri) deşarj edilmektedir. Arıtılmış tekstil atıksuları alıcı ortam standartlarını (SKKY Tablo 10.3’e göre) sağlamaktadır. Gümüşsu Arıtma Tesisi’nde yapılan rutin arıtılmış atıksu analiz sonuçları (2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait) derlenerek değerlendirilmiştir. Çizelge 4.89’da arıtılarak alıcı su ortamına deşarj edilen arıtılmış atıksuların analiz sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 4.88. İşletmede kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları

Parametre	^a Ortalama konsantrasyon (min.-maks.)
pH	8,7 (8,4-8,9)
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	4255 (3740-4770)
KOİ (mg/L)	1126 (118-1378)
Amonyum-N (mg/L)	<0,5 ^b
AKM (mg/L)	181 (118-244)
Yağ-gres (mg/L)	<10 ^b
Sülfür (mg/L)	<0,1 ^b
Serbest klor (mg/L)	<0,1 ^b
Sülfid (mg/L)	<1 ^b
Renk (Pt-Co)	1272 (374-1496)
^a 30 Kasım 2012 ve 01 Aralık 2012 tarihlerinde alınan 24 saatlik kompozit atıksu numuneleri analiz sonuçlarını göstermektedir	
^b Söz konusu atıksu parametreleri her iki tarihte yapılan atıksu analizlerinde aynı konsantrasyon değerlerine sahip olduğu görülmüştür	

Çizelge 4.89. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi arıtılmış atıksu karakterizasyon sonuçları (2009-2011 yılları)

Parametre	^a Alıcı ortam deşarj standart kriterleri	Ortalama arıtılmış atıksu konsantrasyonları (min.-maks.)
KOİ (mg/L)	250	115 (101-139)
AKM (mg/L)	160	32 (25-46)
pH	6-9	8,2 (8-8,3)
NH ₄ -N (mg/L)	5	1 (0,7-1,9)
Serbest klor (mg/L)	0,3	0,2 (0,17-0,26)
Sülfür (mg/L)	0,1	<0,2 (0,1-1)
Sülfid (mg/L)	1	<1 (0,1-2)
Yağ-gres (mg/L)	10	3,4 (2,7-4,5)
Toplam krom (mg/L)	1-2 ^b	0,06 (0,04-0,12)
zsf Balık biyo deneyi	4	2 ^c
^a Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo 10.3'e göre alıcı ortam deşarj standart kriterleri		
^b SKKY 10.3'e göre 2009-2010 yıllarında değişen konsantrasyon değeridir		
^c 2009 Ocak ayında yapılan tek bir analiz sonucudur		

Spesifik atıksu kirlilik yüklerinin değerlendirilmesi

İşletmede mevcut durum analizi kapsamında proses ve kompozit atıksuların taşıdıkları spesifik kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Buna göre 2009-2011 yılı verilerine göre işletmede ortalama proses ve kompozit atıksu debisi (evsel atıksular hariç) ortalama 2.573 m³/gün dür. İşletmede atıksu debileri ve konsantrasyonları gün içerisinde üretim programlarına bağlı olarak sürekli değişmektedir. Bu nedenle işletmede atıksulardan 24 saatlik kompozit numuneler alınarak analiz edilmiştir. Atıksu debileri, spesifik değerleri ve kompozit atıksu karakterizasyon sonuçlarından yararlanılarak işletmede oluşan atıksuların spesifik kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Buna göre kompozit atıksuların spesifik KOİ, AKM ve yağ-gres yükleri sırasıyla 122, 22 ve 0,9 gr/kg ürün dür. Arıtma tesisine atıksu deşarj eden diğer işletmelerin atıksuları ile birlikte arıtılan Çiçek Tekstil işletmesine kompozit atıksuyunun arıtma sonrası alıcı su ortamlarına deşarjında KOİ, AKM ve yağ-gres ortalama konsantrasyonları sırasıyla 115, 32 ve 3,4 mg/L dir.

İşletmede proses atıksularının analiz sonuçlarından yararlanılarak kompozit atıksuların spesifik kirlilik yüklerinde üretim proseslerinin payları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde spesifik KOİ ve AKM yüklemesi değerleri sırasıyla 313 gr/kg ürün ve 43 gr/kg ürün dür. Pad-batch terbiye-boyama proseslerinde ise spesifik KOİ yükü değerleri 95 gr/kg ürün ve AKM yükü 24 gr/kg ürün dür. Ayrıca HT-over flow ön terbiye atıksularının spesifik KOİ yükü 99 gr/kg ürün ve AKM yükü 17 gr/kg ürün dür. Boyama ve son terbiye proseslerinin spesifik KOİ ve AKM kirlilik yükleri sırasıyla 211 gr/kg ürün ve 5 gr/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Pad-batch terbiye-boyama proseslerinde ön terbiye (kasar) işlemlerinde spesifik KOİ ve AKM kirlilik yükleri sırasıyla 88 ve 23 gr/kg ürün dür. Pad-batch boyama ve son terbiye işlemlerinde ise spesifik KOİ ve AKM kirlilik yükleri 6 ve 0,3 gr/kg ürün dür.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik arıtma maliyetleri hesaplanmıştır. Gümüşsu Arıtma Tesisi'nde yapılan arıtma işlemlerinde spesifik arıtma maliyeti değerinin 0,3-0,5 TL/ton atıksu olduğu belirlenmiştir. Ancak arıtma tesisinde Çiçek Tekstil haricinde diğer işlemlerinde atıksularının arıtıldığı düşüldüğünde net olarak arıtma maliyeti değerleri belirlenmesi oldukça güç olmaktadır. Ancak Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'ne atıksu deşarjı yapan diğer işletmelerden 24 saatlik atıksu numuneleri alınarak analiz edilmiş ve kirlilik yüklemeleri hesaplanmıştır. Buna göre Çiçek Tekstil işletmesinin kirlilik yükündeki payları ile Çiçek Tekstil işletmesi özelinde spesifik arıtma maliyeti değerleri arasında bir değerlendirme yapılmıştır. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'ne atıksu deşarj eden firmalar içerisinde deşarj edilen atıksu miktarları bazında Çiçek Tekstil işletmesi 942.514 ton/yıl ile %23'lük bir paya sahiptir. Kirlilik yükü açısından ise KOİ bazında %31 ve AKM bazında %22'lik paylara sahiptir. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'nden derlenen bilgilere göre ton atıksu başına arıtma maliyeti değerleri 0,3-0,5 TL arasında değişmektedir. Kirlilik yüklemesi oranı ve spesifik arıtma maliyeti verileri değerlendirilerek Çiçek Tekstil işletmesinde spesifik arıtma maliyeti KOİ kirlilik yükü bazında 0,4-0,6 TL/ton atıksu aralığında değişim göstermektedir. AKM bazında ise bu değerler 0,3-0,5 TL/ton atıksu arasında değişim göstermektedir. Toplamda işletmeden deşarj edilen atıksuyun arıtımında arıtma maliyetleri 0,4-0,5 TL/ton atıksu aralığında değişmektedir.

Atıksu toplama ve arıtma sistemi

Çiçek Tekstil işletmesinde oluşan proses atıksuları işletme içerisinde birleşik kanal sistemi toplanmakta ve evsel nitelikli atıksular ile birlikte Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'ne verilerek uzaklaştırılmaktadır. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip 5 tekstil işletmesinin atıksularının arıtımını yapan ortak bir endüstriyel arıtma tesisidir. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'ne Çiçek Tekstil işletmesinden deşarj edilen kompozit atıksular cazibeli akım ve kolektörler vasıtasıyla arıtma tesisine beslenmektedir. Gümüşsu Arıtma Tesisi'nde fiziksel, biyolojik ve fizikokimyasal arıtma yöntemleri uygulanarak arıtım sağlanmaktadır. Fiziksel arıtma üniteleri sırasıyla; kaba ve ince ızgara, terfi merkezi, dengeleme havuzu ve nötralizasyon havuzundan oluşmaktadır. Biyolojik arıtım ünitelerinde aeratör havalandırmalı aktif çamur prosesi ile organik madde giderimi yapılmaktadır. Daha sonrasında yüksek renk değerlerine sahip atıksulardan rengin uzaklaştırılabilmesi için gerekli durumlarda fizikokimyasal arıtma işlemine tabii tutulması gereklidir. Fizikokimyasal arıtma ünitesi sırasıyla; koagülasyon (hızlı karıştırma), flokülasyon (yavaş karıştırma) ve çökeltim proseslerinden oluşmaktadır. Koagülant olarak alüminyum sülfat (alüm) ve gerekli durumlarda kireç dozlaması yapılmaktadır.

Arıtma tesisinde fiziksel, biyolojik ve fizikokimyasal arıtım ünitelerinde oluşan çamur giderimi için prosesleri mevcuttur. İşletmede oluşan çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma ünitelerinde arıtılmaktadır. Çamur yoğunlaştırma işlemlerinde katyonik polielektrolit veya kireç ilavesi ile çamur katı madde muhtevası %5-12 arasına çıkarılabilmektedir. Susuzlaştırma ünitesine alınan çamurun bu üniteye katı madde muhtevası %35'e çıkarılabilmektedir. Gümüşsu Arıtma Tesisi'nde atıksu ve çamur arıtımı yapılarak "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği-SKKY" Tablo 10.3 deşarj limite değerlerine uygun şekilde arıtılarak atıksu Gümüşçay Deresi'ne deşarj edilmektedir. Şekil 4.37'de Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi ve atıksu veren tekstil işletmeleri verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.38'de Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi yerleşim haritası verilmiştir.



Şekil 4.37. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi ve atıksu deşarj eden tekstil işletmelerinin yerleşim haritası



Şekil 4.38. Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi yerleşim haritası

4.2.1.9. Çiçek Tekstil işletmesinde mevcut yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede mevcut yönetim uygulamaları, uygulanan prosedürler ve standartlar incelenmiştir. Çiçek Tekstil işletmesinde sağlıklı çalışma koşulları, iş-zaman kayıplarının önlenmesi ve en iyi çalışma koşullarının sağlanması adına makine enerji birimi tarafından makinelerin bakım-onarımları yapılmaktadır. İşletmede yıllık ve 45-60 gün periyotlarda olmak üzere makinelerin bakım-onarımları yapılmaktadır. Ayrıca makine enerji birimine

bağlı çalışan bir makine atölyesi de bulunmaktadır. Atölyede makinelerin arızaları giderilmekte ve parça değişimleri-onarımları yapılmaktadır. İşletmede bakım programları dışında özellikle sürekli çalışan makine ve ekipmanlarda arızalar meydana gelebilmektedir. Bu tür bir sorunla karşılaşıldığında makinelerin kısa süreli tamirat, onarım, değişim, bakımları yapılabilmekte ve bu bilgiler makine enerji birimi tarafından kayıt altına alınmaktadır.

Çiçek Tekstil işletmesinde markalaşmış ürünlerin fason terbiye ve boyama işlemlerini gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda yurt içi ve yurt dışı pazarlara hizmet veren işletmede çevre ve insan sağlığına duyarlı üretim yapılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda işletmede ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi başta olmak üzere, İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı, Ekotex 100 Çevre Kontrolü Güvence Sertifikası ve Eko Organic Textile Standart sertifikası bulunmaktadır.

Temiz üretim açısından işletmede çeşitli teknikler uygulanmaktadır. Bunların başında proseslerde izleme ve kontrol ekipmanları kullanılması, prosesler bazında envanter kayıtlarının tutulması gelmektedir. Ayrıca sıcak-soğuk kasar işlemlerinde ters yıkama prensibinin kullanılmasıdır. Bu işlemde son kabinlerde (4 ve 5) oluşan atıksular DGK için uygun olması nedeniyle proses içerisinde (1-2-3) kabinlerde geri kullanılmaktadır. Diğer taraftan buhar üretiminde kullanılan besi suyu RO ile arıtılmakta ve daha yüksek kalitede besi suyu kullanımı sağlanmaktadır. Bu durum buhar ve ısı enerjisi tüketiminin azaltılması, ekipman ve cihazların korunmasında etkili olmaktadır.

İşletmede kimyasalların dozlanmasında ve hazırlanmasında HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde otomatik dozlama sistemleri kullanılmaktadır. Bu durum işletmede kimyasal tüketiminde tasarruflar sağlarken atıksu akımları ile kaybedilen artık kimyasal miktarını azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca işletmede atıksular ile kaybedilen atık ısının azaltılması adına plakalı eşanjör sistemi kullanılmaktadır. Bu sayede işletmede atıksu akımları ile kaybedilen ısı enerjisinin bir bölümü geri kazanılabilmektedir. Diğer taraftan işletmede atık gaz emisyonları 13 kaynakta analiz edilmiş ve ayrıca atık baca gazlarının azaltılması amacıyla ıslak tutucu filtreler kullanılmaktadır. Islak tutucu filtrelerde hamsu yerine atıksu kullanımı tercih edilerek su geri kazanımı sağlanmaktadır. Bu sayede kompozit atıksuların yüksek pH

değerleri nötrale edilebilmektedir. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi sonuçlarına göre kütle denklilikleri oluşturulmuştur. Daha sonra işletme yetkilileri ile değerlendirmeler yapılarak işletmede üretim verimliliğinin artırılması adına çeşitli temiz üretim önerileri belirlenmiştir. Bu temiz üretim tekniklerinin işletmede uygulanması ile sağlanacak potansiyel kaynak kullanımındaki tasarruflar, çevresel ve ekonomik performanslardaki artışlar belirlenmiştir.

4.2.1.10. Çiçek Tekstil işletmesinde prosesler bazında kütle ve enerji denklilikleri

Terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji denklilikleri

İşletmede pamuklu ve PES kumaşların terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. Terbiye-boyama işlemlerinde sürekli çektirme ve kesikli emdirme teknikleri kullanılmaktadır. İşletmenin kaynak kullanımında (su, enerji, kimyasal vb.) terbiye-boyama prosesleri önemli paylara sahiptir. Dolayısı ile terbiye-boyama proseslerinde atıksu oluşumu, kirlilik yükleri, atık gaz emisyonları, atık ısı ve katı atık miktarları açısından belirleyici olmaktadır. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında ve işletme genelinde kütle-enerji denklilikleri oluşturulmuştur.

HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde kütle ve enerji denklilikleri

İşletmede HT-over flow proseslerinde ağırlıklı olarak pamuklu ve PES kumaşların terbiye ve boyama işlemleri sürekli çektirme tekniklerine göre yapılmaktadır. Proses, işletmenin toplam üretiminde yaklaşık %66 paya sahiptir. HT-over flow terbiye-boyama prosesinde proses suyu, enerji ve kimyasal tüketimleri yoğun olmaktadır. Bunda prosesin üretimdeki ağırlığı, proses süresinin ve zincirinin kısa olması etkili olmaktadır. Dolayısı ile HT-over flow prosesi işletmede proses atıksuyu oluşumu, kirlilik yükleri, atık gaz emisyonları ve katı atık miktarlarında da önemli paylara sahiptir. Şekil 4.39'da HT-over flow terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Pad-batch terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji denklilikleri

İşletmede pad-batch proseslerinde kesikli yöntemlere göre terbiye ve boyama işlemleri yapılmaktadır. Pad-batch terbiye-boyama prosesleri işletmenin toplam üretiminde yaklaşık %34 paya sahiptir. Proseste işlem süresinin ve üretim zincirlerinin uzun olması proses suyu ve enerji tüketiminin yüksek olmasında etkili olmaktadır. Ayrıca proseste kesikli emdirme tekniklere göre boyama işlemleri yapılması kimyasal tüketiminin de yüksek olmasına neden olmaktadır. Pad-batch terbiye-boyama proseslerinde terbiye işlemlerinin farklı makinelerde kesikli yöntemlere göre yapılması proses suyu ve enerji tüketimi, atıksu oluşumu, kirlilik yükü, atık gaz emisyonu, katı atık ve atık ısı miktarlarının yüksek olmasına neden olmaktadır. Şekil 4.40'da pad-batch terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramları sunulmuştur.

Çiçek Tekstil işletmesi kütle ve enerji denklilikleri

Çiçek Tekstil işletmesinde HT-over flow ve pad-batch proseslerinde terbiye, boyama ve bitim işlemler yapılmaktadır. İşletmede terbiye, boyama, baskı, tesis temizliği, iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonu ve evsel su tüketimleri gerçekleşmektedir. Proses suyu tüketiminde HT-over flow terbiye-boyama prosesleri önemli paylara sahiptir. İşletmede ısı enerjisi tüketimi ise HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama proseslerinde yarı yarıya bir dağılım bulunmaktadır. Elektrik enerjisi tüketimi ise pad-batch prosesleri önemli (%52) paya sahiptir. İşletmede atıksular ile kaybedilen atık ısının bir kısmı plakalı eşanjörler vasıtası ile geri kazanılmaktadır. Ancak atık gaz emisyonlarından ısı geri kazanımı yapılmamaktadır. İşletmede kimyasal tüketimi ise HT-over flow proseslerinde daha yoğun olmaktadır. İşletmede kimyasalların dozlanmasında otomatik dozlama sistemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle kimyasal tüketimi önemli ölçüde azaltılmaktadır. Ancak işletmede oluşan proses atıksularının geri kazanımı yapılmamaktadır. Ancak çeşitli proseslerde (kasar) proses içerisinde kapalı devre sistemler ile oluşan atıksuların geri kullanımı sağlanmaktadır. Böylelikle proses suyu ve atıksu miktarları önemli miktarda azaltılmaktadır. Ayrıca atıksuların kimyasal yükleri de azaltılmaktadır.

İşletmede atık gaz emisyonlarının azaltılmasında ıslak tutucu filtreler kullanılmaktadır. Bu sayede atmosfere verilen kirletici emisyonların azaltılması sağlanmaktadır. İşletmede oluşan atıksular ise Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisleri'nde arıtılmaktadır. Üretim faaliyetleri sırasında çeşitli özelliklerde katı atıklar oluşmaktadır. İşletmede oluşan başlıca katı atıklar; evsel atıklar, tehlikeli ve tıbbi atıklar, ambalaj atıkları ve tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş ambalaj atıkları, deşe atıkları ve atık madeni yağlardır. Bu atıklar içerisinde deşe atıkları, ambalaj atıkları ve tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş ambalaj atıkları geri kazanılabilir. Ancak bu atıklar içerisinde sadece ambalaj atıkları tekrar kullanılarak değerlendirilirken diğer atıklar çevre mevzuatı gereği lisanslı kuruluşlara verilerek uzaklaştırılmaktadır. Şekil 4.41'de Çiçek Tekstil işletmesi için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

Kazan sayısı:

-14 adet HT ve 10 adet Over

flow

-Flotte oranı: 1:10

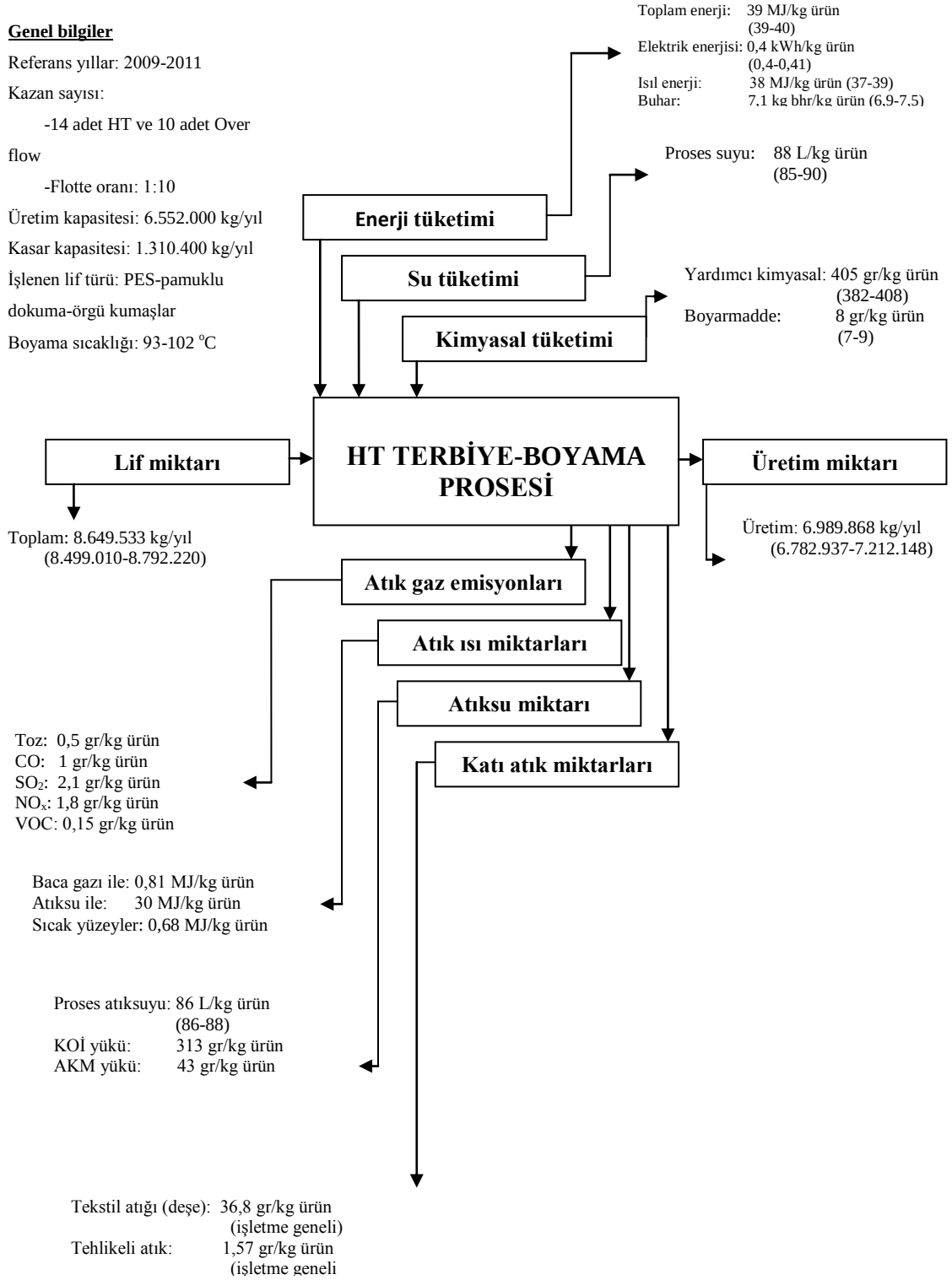
Üretim kapasitesi: 6.552.000 kg/yıl

Kasar kapasitesi: 1.310.400 kg/yıl

İşlenen lif türü: PES-pamuklu

dokuma-örgü kumaşlar

Boyama sıcaklığı: 93-102 °C



Şekil 4.39. HT-over flow terbiye-boyama prosesi kütle ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011

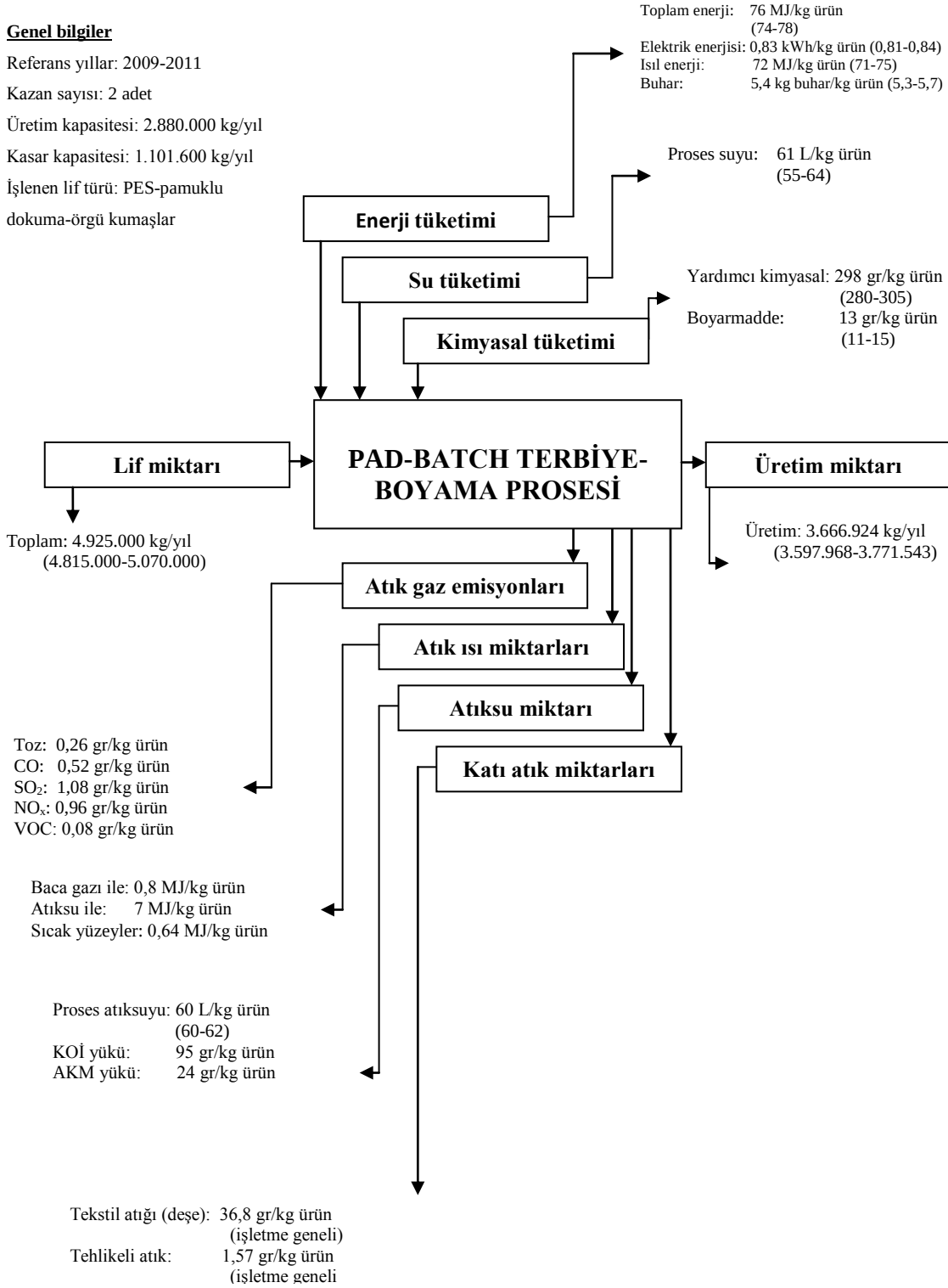
Kazan sayısı: 2 adet

Üretim kapasitesi: 2.880.000 kg/yıl

Kasar kapasitesi: 1.101.600 kg/yıl

İşlenen lif türü: PES-pamuklu

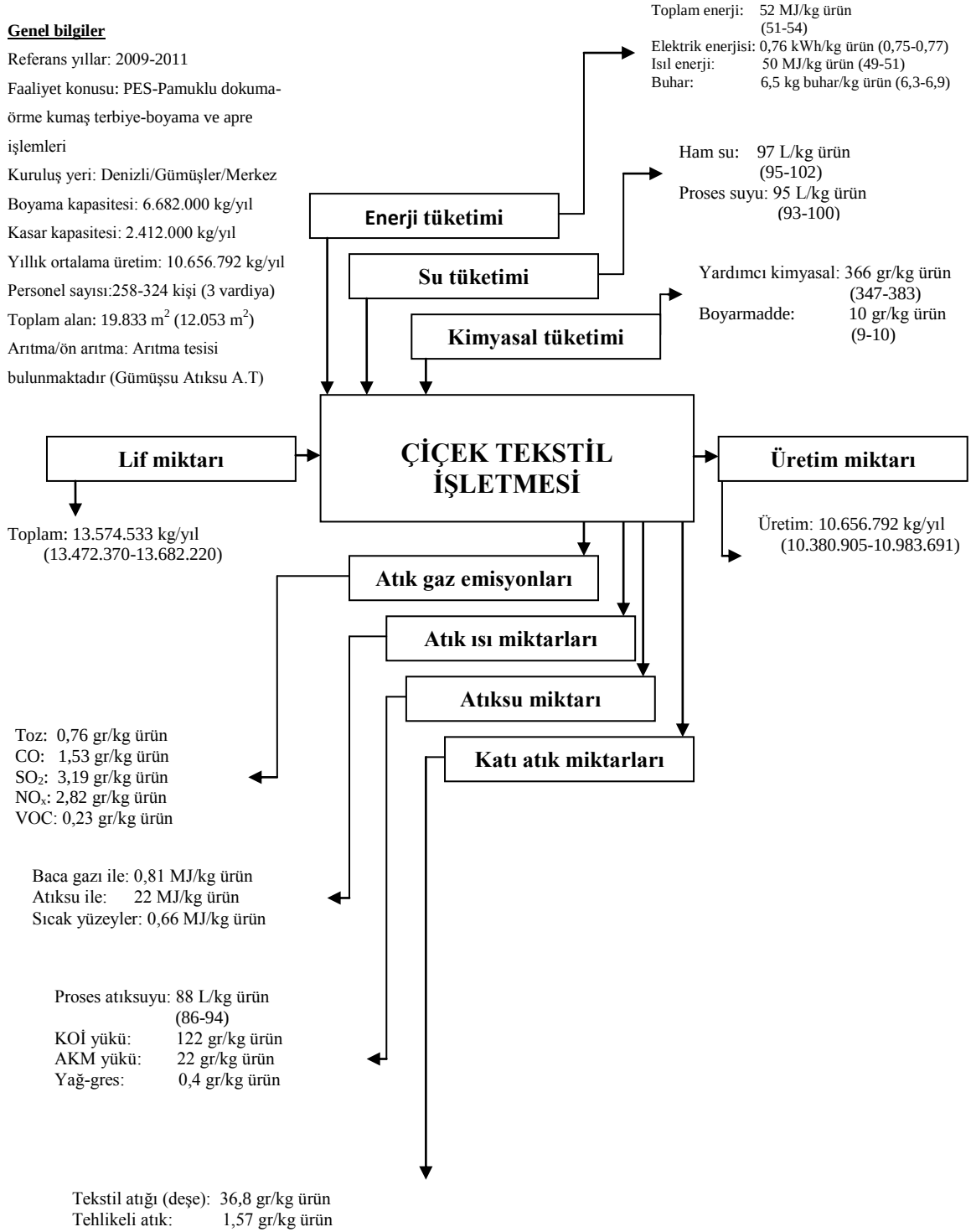
dokuma-örgü kumaşlar



Şekil 4.40. Pad-batch terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2011
Faaliyet konusu: PES-Pamuklu dokuma-
örme kumaş terbiye-boyama ve apre
işlemleri
Kuruluş yeri: Denizli/Gümüşler/Merkez
Boyama kapasitesi: 6.682.000 kg/yıl
Kasar kapasitesi: 2.412.000 kg/yıl
Yıllık ortalama üretim: 10.656.792 kg/yıl
Personel sayısı: 258-324 kişi (3 vardiya)
Toplam alan: 19.833 m² (12.053 m²)
Arıtma/ön arıtma: Arıtma tesisi
bulunmaktadır (Gümüşsu Atıksu A.T)



Şekil 4.41. Çiçek Tekstil işletmesi için kütle ve enerji akış diyagramı

4.2.2. İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi

4.2.2.1. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil sektörü su tüketiminin yoğun olduğu endüstrilerdendir. Endüstrinin ayrıca uzun proses zincirlerinden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle tekstil endüstrisinin alt sektörlerinde spesifik su tüketimi değerleri değişmektedir. Tekstil alt sektörlerinden olan kumaş terbiye-boyamasında spesifik su tüketimi değerleri 5-658 L/kg ürün gibi geniş bir aralıkta değişmektedir (USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; EEAA, 1999; Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2001; Tubtimhin, 2002; Alanya vd., 2006; EIE, 2006; TSKR, 2012). Kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimini etkileyen başlıca faktörler lif türü/formu, uygulanan teknik ve teknolojilerdir. Bu faktörlere bağlı olarak dokuma ve örme kumaş terbiye-boyamasında spesifik su tüketimleri sırasıyla 5-508 ve 20-377 L/kg ürün aralığında değişmektedir. Halı üretiminde ise spesifik su tüketimi 8-163 L/kg ürün dür. Dokusuz yüzeyli ve keçeli kumaş üretiminde spesifik su tüketimi sırasıyla 3-83 ve 33-931 L/kg ürün aralığında değişmektedir (USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; INERIS, 2001; Tubtimhin, 2002; CBMWD, 2003; Gleick vd., 2003; EIE, 2006; Kocabaş, 2008). Ancak dokuma ve örme kumaş terbiyesi-boyaması yapan işletmelerde ise spesifik proses suyu tüketimi tipik değeri 70-250 L/kg ürün arasında değişmektedir (Öztürk vd., 2009). Sektörde faaliyet gösteren işletmelerde ağırlıklı olarak işlenen lif türü-formuna bağlı olarak spesifik su tüketimi değerleri değişmektedir. Yünlü dokuma kumaşların terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketimi 70-140 L/kg ürün; pamuklu dokuma kumaşlarda 100-180 L/kg ürün ve sentetik dokuma kumaşlarda 50-70 L/kg ürün aralığında değişim göstermektedir (FC-EHS, 2007; FEA, 2011). Tekstil sektöründe terbiye ve boyama işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimini etkileyen diğer bir faktör ise lif türüdür. Buna göre kumaş terbiye ve boyamasında spesifik proses suyu tüketimi değerleri pamuklu kumaşlarda 8-350 L/kg ürün; yün kumaşlarda 50-658 L/kg ürün; PES kumaşlarda 20-200 L/kg ürün; PA kumaşlarda 50-150 L/kg ürün; PAC kumaşlarda 50-150 L/kg ürün aralığında değişim göstermektedir (USEPA, 1979; Toprak, 1994; ITF, 1999; INERIS, 2001; EIE, 2006; Kocabaş, 2008; Kav, 2011). Tekstil endüstrisinde prosesler bazında spesifik proses suyu tüketimi miktarları literatür çalışmaları ile belirlenmiştir. Buna göre spesifik proses suyu tüketimi haşılama prosesinde 0,5-8

L/kg ürün; haşıl sökme prosesinde 3-21 L/kg ürün; yıkma prosesinde 5-42 L/kg ürün; merserizasyon prosesinde 6-32 L/kg ürün; ağartma prosesinde 3-125 L/kg ürün; boyama prosesinde 8-330 L/kg ürün; baskı işlemlerinde 2-33 L/kg ürün ve apre işlemlerinde 13 L/kg ürün arasında değişmektedir (Alanya vd., 2006; Kav, 2011).

Çiçek Tekstil işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede spesifik hamsu tüketimi 95-102 ve proses suyu tüketimi 93-100 L/kg ürün dür. Literatür araştırmaları kapsamında IPPC BREF dokümanında kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik proses suyu tüketimi değerleri 7-645 L/kg aralığında değişmektedir (TTTSD,2002; IPPC BREF, 2003). Çizelge 4.90'da Çiçek Tekstil işletmesi spesifik su tüketimi değerleri literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer üretime sahip işletmeler ile karşılaştırılmıştır. Buna göre işletmenin spesifik su tüketimi literatür ve IPPC BREF dokümanında kumaş üretimi yapan tekstil işletmeleri için belirtilen aralıklarda yer almaktadır.

Çizelge 4.90. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)		
	Çiçek Tekstil	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye ve boyama işlemleri	95-102	7-645 ^a	5-658 ^b
^a TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003 ^b USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; EEAA, 1999; Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2001; Tubtimhin, 2002; Alanya vd., 2006; EIE, 2006; TSKR, 2012			

Tekstil işletmelerinde lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojiler spesifik su tüketiminde etkili olmaktadır. Bu nedenle Çiçek Tekstil işletmesinin spesifik su tüketiminin değerlendirilmesinde benzer üretime sahip işletmeler bazında karşılaştırmalar yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda literatür ve IPPC BREF dokümanında ağırlıklı olarak pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile Çiçek Tekstil işletmesi spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.91). Buna göre pamuklu dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik su tüketimi değerleri sırasıyla 21-645 ve 60-216 L/kg ürün aralığındadır. Ayrıca PES dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik su tüketimi değerleri sırasıyla 7-248 ve 35-229 L/kg ürün dür. Buna göre Çiçek Tekstil işletmesi spesifik su tüketimi değerleri IPPC

BREF dokümanında ağırlıklı olarak pamuklu ve PES kumaş (örme ve dokuma) terbiyesi-boyaması yapan benzer tekstil işletmelerine için verilen değerler arasında kalmaktadır. Ancak yapılan değerlendirmeler ile Çiçek Tekstil işletmesi spesifik su tüketiminin potansiyel olarak %16-79 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Ancak işletmenin üretim yapısı göz önüne alındığında spesifik su tüketiminin 60-80 L/kg ürün tipik aralığına kadar azaltılmasının mümkün olduğu tahmin edilmektedir. Bu durumda işletmenin spesifik su tüketiminin potansiyel olarak ancak %16-41 oranında azaltılabilir. İşletmede su tüketiminin minimizasyonu amacıyla çeşitli MET'ler önerilmiştir. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET'ler ve su tüketiminde sağlanabilecek potansiyel tasarruflar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıklarında detaylı olarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.91. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)	
	Pamuklu kumaş	Sentetik kumaş
Dokuma kumaş terbiye-boyaması	21-645	7-248
Örme kumaş terbiye-boyaması	60-216	35-229
Çiçek Tekstil işletmesi	95-102	95-102
^a CRAB, 2001; UBA, 2001; TOWEFO, 2001; Italy, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003		

4.2.2.2. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

İmalat sanayi içerisinde tekstil sektörü enerji tüketimi yoğun olduğu başlıca endüstrilerdendir. Endüstride kumaş terbiyesi-boyaması yapan işletmelerde özellikle kurutma, terbiye ve boyama işlemlerinde yoğun enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Endüstride sentetik lif üretiminde 2-10 MJ/kg ürün; terbiye-boyamada işlemlerinde 14-64 MJ/kg ürün ve entegre tekstil işletmelerinde 26-50 MJ/kg ürün arasında spesifik enerji tüketimleri gerçekleşmektedir (Visvanathan vd., 2007). Endüstride spesifik elektrik enerjisi tüketiminin 0,1-26,4 kWh/kg ürün tipik aralığındadır (Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2000; Tubtimhin, 2002; Swaninathin ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; Kocabaş, 2008; Palamutcu, 2011).

Tekstil alt sektörlerinde lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojilere bağlı olarak enerji tüketimi değerleri de değişmektedir. Buna göre endüstride spesifik enerji tüketimi 2-293 MJ/kg ürün gibi geniş bir aralıktadır. Ancak endüstride spesifik enerji

tüketimi değerleri tipik olarak 38-140 MJ/kg ürün aralığındadır (EEAA, 1999). Kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik elektrik tüketimi 0,3-26 kWh/kg ürün gibi geniş bir aralıkta değişmektedir (Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2000; Alanya vd., 2006; Koç ve Kaplan, 2007; Palamutcu, 2011). Tipik elektrik enerjisi tüketimi ise 0,3-12,6 kWh/kg ürün aralığında değişim göstermektedir (Alanya vd., 2006; Koç ve Kaplan, 2007; Palamutcu, 2011). Dokuma kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimleri sırasıyla 8-70 MJ/kg ürün ve 0,6-5,6 kWh/kg ürün dür (Özgür vd., 2002; Kaplan ve Koç, 2004). Benzer şekilde örme kumaş terbiye-boyaması işletmelerde spesifik ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimleri 10-60 MJ/kg ürün ve 0,1-2,3 kWh/kg ürün dür (EIE, 2006; FEA, 2011). Tekstil endüstrisinde üretim prosesleri bazında spesifik enerji tüketimi değerleri değerlendirilmiştir. Buna göre spesifik ısı enerjisi tüketimi haşıl sökme işlemlerinde 1-7 MJ/kg ürün; ağartma işlemlerinde 3-7 MJ/kg ürün; boyama işlemlerinde 2-20 MJ/kg ürün; baskı işlemlerinde 2-9 MJ/kg ürün ve kurutma işlemlerinde 2-8 MJ/kg ürün dür (Tarakçıoğlu, 1984; Carbon, 1997; Visvanathan vd., 2000; Koç ve Kaplan, 2004; INRA, 2006; Hasanbeigi, 2010).

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre Çiçek Tekstil işletmesinde ısı enerjisi tüketimi 50 MJ/kg ürün ve spesifik elektrik enerjisi tüketiminin 0,76 kWh/kg ürün dür. İşletmenin enerji tüketimleri literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan ve kumaş terbiyesi-boyaması yapan işletmeler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.92). Buna göre işletmenin spesifik ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimi verilen spesifik değer aralıklarında kalmaktadır. Ancak Çiçek Tekstil işletmesinde ağırlıklı olarak terbiye-boyaması yapılan lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojiler göz önünde bulundurulduğunda sektörde benzer üretime sahip işletmeler ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bu kapsamda literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan, ağırlıklı olarak pamuklu ve PES (dokuma ve örme) kumaş terbiye-boyaması yapan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.93). Buna göre işletmenin spesifik ısı enerjisi ve elektrik enerjisi tüketimleri verilen aralıklardadır.

Çizelge 4.92. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik enerji tüketimi			
	Enerji	Çiçek Tekstil	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye-boyaması	Isıl enerji (MJ/kg ürün)	49-51	13-241 ^a	1,5-293 ^b
	Elektrik enerjisi (kWh/kg ürün)	0,75-0,77	0,5-9 ^a	0,3-12,6 ^b
^a CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003				
^b ETBPP, 1999; Kumar vd.,1999; Visvanathan vd., 2000; Koç ve Kaplan 2007; Palamutcu, 2011				

Çizelge 4.93. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik enerji tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Enerji	Spesifik enerji tüketimi			
		Pamuklu dokuma kumaş	Pamuklu örme kumaş	Sentetik dokuma kumaş	Sentetik örme kumaş
Kumaş terbiye-boyama	Spesifik ısıl enerji (MJ/kg ürün)	29-72	14-61	- ^a	13-61
Çiçek Tekstil		49-51	49-51	49-51	49-51
Kumaş terbiye-boyama	Spesifik elektrik enerjisi (kWh/kg ürün)	0,5-2,3	1-3	-	1,5-6
Çiçek Tekstil		0,75-0,77	0,75-0,77	0,75-0,77	0,75-0,77
CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; ÜBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003					
^a Veri mevcut değildir					

Çiçek Tekstil işletmesinde prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede HT-over flow ve pad-batch terbiye-boyama proseslerinde spesifik ısııl enerji tüketimi sırasıyla 37-39 ve 71-75 MJ/kg ürün dür. Diğer taraftan HT-over flow ve pad-batch terbiye proseslerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimleri ise sırasıyla 0,4-0,41 ve 0,81-0,84 kWh/kg ürün dür. Buna göre söz konusu spesifik enerji tüketimleri benzer işletme verileri ile karşılaştırıldığında özellikle pad-batch proseslerinde spesifik ısııl enerji tüketiminin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni pad-batch proseslerinde kesikli yöntemlerin kullanılması ve bu nedenle üretim zincirinin uzun olmasıdır. Proseste neredeyse her yaş işlem sonrasında buhar ya da kızgın yağ ile kurutma işlemi yapılmasıdır. İşletmede kurutma işlemlerinde (barabanlar) kontak kurutucular kullanılmaktadır. Bu nedenle işletmeye temin edilen ısııl enerjinin büyük bir bölümü termal radyasyon ile kaybolmaktadır. Diğer kurutma (turbang, serbest kurutma vb.) proseslerinde de atık gaz emisyonları ile birlikte bir miktar ısııl enerji kaybedilmektedir. Bu nedenle proseste özellikle yoğun ısııl enerji kullanılan kurutma işlemlerinde izolasyon uygulamalarına, üretim programlarının revize edilerek proses sürelerinin kısaltılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun

mümkün olmadığı durumlarda ısı kayıplarının yüksek olduğu makinelerin değişimi yapılabilir. Diğer taraftan atıksu akımlarının DGK ve AGK'sı ile önemli miktarda ısı enerji geri kazanımı da yapılabilir.

İşletmenin ısı ve elektrik enerji tüketiminin benzer işletme verileri ile karşılaştırılması neticesinde işletmede ısı enerji tüketiminin potansiyel olarak %41-73 ve elektrik enerjisi tüketiminin %33-61 oranında azaltılması mümkündür. Ancak işletmenin üretim yapısı ve uygulanan teknik ve teknolojiler göz önünde bulundurulduğunda işletmenin ısı enerji tüketiminde potansiyel olarak %22-61 oranında tasarruflar sağlanabilir. Bu sayede işletmenin ısı enerji tüketimi 20-40 MJ/kg ürün aralığına kadar azaltılabilir. Elektrik ve ısı enerji tüketimlerinin minimizasyonu amacıyla işletmeye MET'ler önerilmiştir. Böylelikle işletmede enerji tüketiminde sağlanabilecek potansiyel tasarruflar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.2.3. İşletmenin spesifik kimyasal ve boyarmadde tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde özellikle terbiye-boyama işlemlerinde önemli miktarda yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi gerçekleşmektedir. Kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik boyarmadde ve yardımcı kimyasal tüketimi sırasıyla 0,5-397 ve 3-1.776 gr/kg ürün gibi geniş bir aralıkta değişmektedir (Kalliala vd., 2000; EIE, 2006). Tekstil işletmelerinde spesifik kimyasal tüketimini etkileyen faktörlerin başında lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojiler gelmektedir. Buna göre dokuma kumaş terbiye-boyamasında spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi değerleri sırasıyla 116-464 gr/kg ürün ve 21-51 gr/kg ürün; örme kumaş üretiminde 63-1.552 gr/kg ürün ve 3-110 gr/kg ürün; havlu üretiminde 398-405 gr/kg ürün; iplik üretiminde 140-1.776 gr/kg ürün ve 9,6-62 gr/kg ürün aralığında değişim göstermektedir (Kalliala ve Talvenmaa, 2000; EIE, 2006). IPPC BREF dokümanında dokuma-örme kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri sırasıyla 95-570 ve 10-50 gr/kg ürün aralığında değiştiği belirtilmektedir.

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 366 gr/kg ürün ve boyarmadde tüketimi 10 gr/kg ürün dür. İşletmede HT-over flow prosesleri toplam yardımcı kimyasal tüketiminde %72 ve boyarmadde tüketiminde %56 paya sahiptir. Proseste spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi sırasıyla 405 gr/kg ürün ve 8 gr/kg ürün dür. Pad-batch prosesleri ise işletmenin toplam yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketiminde sırasıyla %28 ve %44 paylara sahiptir. Pad-batch proseslerinde spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 298 gr/kg ürün ve spesifik boyarmadde tüketimi 13 gr/kg ürün dür. Buna göre yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketiminde HT-over flow proseslerinin payı pad-batch proseslerine göre daha yüksek olmaktadır. Bunun başlıca nedeni HT-over flow proseslerinin üretimdeki payının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. İşletmede prosesler bazında spesifik kimyasal tüketimleri incelendiğinde Pad-batch proseslerinde spesifik boyarmadde tüketiminin ve HT-over flow proseslerinde yardımcı kimyasal tüketiminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunda pad-batch proseslerinde kesikli emdirme tekniklerinin kullanılması spesifik boyarmadde miktarının yüksek olmasında etkili olmaktadır. HT-over flow proseslerinde ise ağırlıklı olarak pamuklu kumaşların kontinü çektirme tekniklerine boyanması ve yüksek miktarda tuz kullanımı spesifik kimyasal tüketiminin yüksek olmasında etkili olmaktadır. Çiçek Tekstil işletmesi spesifik kimyasal tüketimi literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.94).

Çizelge 4.94. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)			
	Kimyasallar	Çiçek Tekstil	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye, boyama ve apre	Boyarmadde	9-10	10-50 ^a	0,5-397 ^b
	Yardımcı kimyasal	347-383	95-570 ^a	3-1776 ^b
^a CRAB, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003				
^b Kallilala ve Talvenmaa, 2000; EIE, 2006				

İşletmenin spesifik kimyasal tüketimi literatür ve IPPC BREF dokümanında kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelere ait değerlerle çizelge 4.94’de karşılaştırılmıştır. Buna göre işletmenin spesifik kimyasal tüketiminin verilen aralık değerlerde olduğu görülmektedir. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin değerlendirilmesinde daha verimli sonuçlar elde edebilmek adına IPPC BREF dokümanında yer alan ve ağırlıklı

olarak pamuklu, PES (dokuma-örme) kumaş terbiye-boyaması yapan işletmeler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.95). Buna göre işletmenin spesifik kimyasal tüketimi IPPC BREF dokümanında verilen benzer işletmelere ait spesifik değer aralıklarında kalmaktadır. Ancak işletmenin kimyasal tüketimlerinin daha da minimize edilebileceği görülmektedir.

Çizelge 4.95. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik kimyasal tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Kimyasallar	Spesifik kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)	
		Pamuklu dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması	Sentetik-yün dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması
Kumaş terbiye-boyama	Boyarmadde	10-20 ^a	10-50 ^a
Çiçek Tekstil		9-10	9-10
Kumaş terbiye-boyama	Yardımcı kimyasal	380-670 ^a	95-430 ^a
Çiçek Tekstil		347-383	347-383
^a TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			

Spesifik yardımcı kimyasal tüketimi pamuklu kumaş üretimi yapan tekstil işletmelerinde 380-450 gr/kg ürün ve pamuklu örme kumaş üretimi yapan tesislerde 670 gr/kg ürün dür. Sentetik örme kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde ise 95-430 gr/kg ürün aralığında değişmektedir. Bu durumda Çiçek Tekstil işletmesi spesifik kimyasal tüketimi açısından aralık değerlerde ve kimi aralık değerlerin altında kalmaktadır. Spesifik boyarmadde tüketimi açısından bir karşılaştırma yapıldığında ise benzer üretime sahip işletmelerde ortalama 10-30 gr/kg ürün arasında boyarmadde tüketimi gerçekleşirken Çiçek Tekstil işletmesi yardımcı kimyasal tüketiminde de aralık değerinin altında kalmaktadır. Sonuçta işletmede yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi benzer üretime sahip işletmeler ile kıyaslandığında oldukça iyi seviyededir. Bunun nedenleri arasında işletmede hali hazırda otomatik kimyasal ve boyarmadde dozlama sisteminin olmasıdır. İşletmede kimyasal tüketiminin azaltılması ve toksik kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değişimi kapsamında çeşitli MET önerilerinde bulunulmuştur. Söz konusu MET'lerin işletmede uygulanması ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydalar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.2.4. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil işletmelerinde ısıtılma enerji ihtiyacı yoğun olmaktadır. Özellikle terbiye-boyama banyolarının ısıtılmasında, kurutma işlemlerinde, fikse işlemlerinde ısıtılma enerji gereksinimi yüksek olmaktadır. Doğalgaz ve kömürün yanma reaksiyonları sonucunda oluşan ısıtılma enerji buhar vasıtasıyla ihtiyaç duyulan proseslere taşınmaktadır. Bu nedenle ısıtılma enerji ihtiyacı yüksek olan proseslerde buhar tüketimi de yüksek olmaktadır. Spesifik buhar tüketiminin spesifik değerleri incelendiğinde sektörde 0,9-45 kg buhar/kg ürün arasında değişim göstermektedir (Hasanbeigi, 2010). Ancak ağırlıklı olarak pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiyesi-boyaması yapan işletmelerde spesifik tüketim değerleri 4-9 kg buhar/kg ürün arasında yoğunlaşmaktadır (ARRPEEC, 2003; Swaminathin ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; Purohit, 2007; Hasanbeigi, 2010). Ancak endüstride spesifik buhar tüketimi lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojilere bağlı olarak değişmektedir.

Çiçek Tekstil işletmesinde ısıtılma enerji ihtiyacının karşılanmasında kömürlü buhar ve kızgın yağ kazanlarından yararlanılmaktadır. İşletmede elde edilen buhar; kurutma prosesleri, sıcak kasar, boya banyolarının ısıtılmasında yoğun olarak kullanılmaktadır. İşletmede spesifik buhar tüketimi 6,5 kg buhar/kg ürün dür. HT-over flow proseslerinde spesifik buhar tüketimi 7,1 kg buhar/kg ürün ve pad-batch proseslerinde 5,4 kg buhar/kg ürün dür. HT-over flow proseslerinde buhar tüketiminin yüksek olmasında kurutma ve boya banyolarının ısıtılması oldukça etkili olmaktadır. Pad-batch proseslerinde ise ısıtılma enerji ihtiyacının karşılanmasında buhar yanında kızgın yağdan da yararlanılmaktadır. Bu nedenle proseste ısıtılma enerji tüketimi yüksek olmasına rağmen buhar tüketimi daha düşük olmaktadır.

Kumaş terbiye-boyaması işlemleri yapan tekstil işletmelerinde spesifik buhar tüketimleri prosesler bazında değişim gösterebilmektedir. Haşıl sökme proseslerinde 0,3-0,8 kg buhar/kg ürün; buharlama prosesinde 0,4 kg buhar/kg ürün; yıkama prosesinde 0,4-1 kg buhar/kg ürün; kurutma prosesinde 1,1 kg buhar/kg ürün ve ağartma/yıkama prosesinde 0,4-1,2 kg buhar/kg ürün arasında değişim göstermektedir (Swaminathin ve Rudramoorthy, 2004; Alanya vd., 2006; EIE, 2006; Hasanbeigi, 2010). Çiçek tekstil işletmesi spesifik buhar tüketimi değerleri literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırılmıştır

(Çizelge 4.96). Buna göre işletmenin spesifik buhar tüketimi verilen aralık değerler arasında kalmaktadır. Ancak işletmenin buhar tüketiminin çeşitli temiz üretim teknikleri ile potansiyel olarak %38-42 oranında azaltılması mümkündür. İşletmede buhar tüketiminde sağlanacak potansiyel tasarruflar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.96. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik buhar tüketimi (kg buhar/kg ürün)		
	Çiçek Tekstil	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye-boyaması	6,5	0,4-1,6 ^a	4-9 ^b
^a UBA,2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			
^b ARRPEEC, 2003; Swaminathin ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; Purohit, 2007; Hasanbeigi, 2010			

4.2.2.5. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde yoğun su ve kimyasal tüketimine bağlı olarak atıksu miktarları ve atıksuların taşıdığı kimyasal yükler de yüksek olmaktadır. Tekstil atıksuları organik bileşikler, sürfektanlar, boyalar, pigmentler, dispersiyon maddeleri, inorganik tuzlar, ağır metaller, biyositler vb. içermektedir (Moore and Ausley, 2004; Meriç vd., 2005). Böylelikle tekstil atıksuları yüksek KOİ, tuz ve renk içeriğine sahip olmaktadır (Gozalvez vd., 2008; Tanapongpipat vd., 2008; Lu vd., 2010). Dolayısı ile yeterince arıtılmayan tekstil atıksularının alıcı su ortamlara deşarj edilmesiyle çeşitli çevresel problemler oluşabilmektedir (Judds ve Jefferson, 2003; Schoeberl vd., 2004; Galzalves vd., 2008). Tekstil alt sektörlerinde su tüketimini etkileyen faktörlere bağlı olarak atıksu miktarları da farklı seviyelerde olmaktadır. Endüstride spesifik atıksu miktarları; sentetik lif üretiminde 3-27 L/kg ürün, iplik terbiye-boyamasında 115-166 L/kg ürün, kumaş terbiye-boyamasında 116-140 L/kg ürün, iplik ve kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde 67-167 L/kg ürün, entegre tekstil işletmelerinde 108-183 L/kg ürün ve baskı işlemlerinde 11-63 L/kg ürün dür (Visvanathan vd., 2007). Tekstil endüstrisinde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartlarına göre spesifik atıksu miktarı 100-125 L/kg ürün, entegre tekstil işletmelerinde 265 L/kg ürün ve Dünya Bankası Standardı 100 L/kg ürün dür (Visvanathan vd., 2007). Kumaş terbiye-boyamasında spesifik atıksu miktarları 100-

265 L/kg ürün dür (Tubtimhin, 2002; Kumar vd., 1999; WHO, 1993). Buna göre endüstride spesifik atıksu oluşumunun tipik aralığı 35-255 L/kg ürün dür (Schoeberl vd., 2004). Benzer şekilde kumaş terbiyesi-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik atıksu miktarları 67-265 L/kg ürün aralığında değişmektedir (Visvanathan vd., 2000). Ayrıca kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik atıksu miktarları 67-167 L/kg ürün aralığında yoğunlaşmaktadır.

Tekstil endüstrisinde çok çeşitli ve yüksek miktarlarda kimyasallın tüketilmesi atıksu içerisinde çevresel kirlletici potansiyeli yüksek, biyolojik yöntemler ile arıtımı güç olan atıksuların oluşmasına neden olmaktadır (Venceslau vd., 1994; Kocaer ve Alkan, 2002; Fersi vd., 2005; Kdasi vd., 2005; Galzaves vd., 2008; Kant, 2012). Tekstil endüstrisi atıksularında en önemli kirlleticiler; temel olarak organik bileşikler, biyolojik olarak zor ayrışabilen maddeler, renk verici maddeler, toksik maddeler, inhibitör bileşikler, adsorplanabilir klorlu bileşikler (AOX), asitler ve tuzlardır (Aulia, 2010). Tekstil atıksuyu karakterini belirleyen en önemli parametreler; KOİ, BOİ, AKM, renk, iletkenlik, sıcaklık, asidite ve organik bileşiklerdir (Vanceslau vd., 1994; Dae-Hee vd., 1999; Fersi vd., 2005; Kdasi vd., 2005; World Bank, 2007; Galzalves vd., 2008; Gürtekin ve Şekerdağ, 2008; Savin ve Butnaru, 2008). Dokuma ve örme kumaş terbiyesi-boyaması yapan tekstil işletmelerinde tipik atıksu karakterizasyonları çizelge 4.43’de sunulmuştur.

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik kompozit atıksu miktarı 88 L/kg ürün dür. Spesifik KOİ, AKM yükleri sırasıyla 122 ve 22 gr/kg ürün dür. Ayrıca işletmede HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde oluşan proses atıksularının spesifik KOİ yükü 313 gr/kg ürün dür. Pad-batch terbiye-boyama proseslerinde oluşan proses atıksularının spesifik KOİ yükü 95 gr/kg ürün dür. Ayrıca HT-over flow ön terbiye atıksularının spesifik KOİ yükü 99 gr/kg ürün ve AKM yükü 17 gr/kg ürün dür. Boyama ve son terbiye proseslerinin spesifik KOİ ve AKM kirlilik yükleri sırasıyla 211 gr/kg ürün ve 5 gr/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Pad-batch terbiye-boyama proseslerinde ön terbiye (kasar) işlemlerinde spesifik KOİ ve AKM kirlilik yükleri sırasıyla 88 ve 23 gr/kg ürün dür. Pad-batch boyama ve son terbiye işlemlerinde ise spesifik KOİ ve AKM kirlilik yükleri 6 ve 0,3 gr/kg ürün dür. IPPC BREF dokümanında yer alan

kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri çizelge 4.97’de verilmiştir. Buna göre IPPC BREF dokümanında dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik atıksu ve KOİ yükleri; örme kumaş terbiye ve boyamasında 21-225 L/kg ürün ve 48-176 gr/kg ürün; dokuma kumaş terbiyesi ve boyamasında 21-618 L/kg ürün ve 14-302 gr/kg ürün arasında değişim göstermektedir (TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003). Çizelge 4.98’de Çiçek Tekstil işletmesi ile literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer tekstil işletmelerinin spesifik atıksu ve KOİ yükleri açısından karşılaştırılması yapılmıştır.

Çizelge 4.97. Kumaş terbiye- boyama işlemlerinde spesifik atıksu ve KOİ yüküleri

Tekstil alt sektörü	Ağırlıklı üretim	^a Spesifik atıksu miktarları (L/kg ürün)	^a Spesifik KOİ yükü (gr/kg ürün)
Kumaş terbiye ve boyaması işlemleri	Örme kumaş (pamuk)	21-216	48-108
	Örme kumaş (sentetik)	35-225	66-176
	Örme kumaş (yün)	63	93
	Dokuma kumaş (pamuk/viskon)	21-618	43-302
	Dokuma kumaş (sentetik)	7-248	32-241
	Dokuma kumaş (yün)	70-314	14-286
^a CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			

Çizelge 4.98. Çiçek Tekstil işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri açısından karşılaştırılması

Parametre	Spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükü		
	Çiçek Tekstil	IPPC BREF	Literatür
Spesifik atıksu miktarları (L/kg ürün)	86-94	21-618 ^a	67-265 ^b
Spesifik KOİ yükü değerleri (gr KOİ/kg ürün)	14-160	14-302 ^a	43-303 ^c
^a CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			
^b Visvanathan vd., 2000			
^c Kalliala ve Talvema, 2000; Ren, 2000; Schoeberl vd., 2004; Rosi vd., 2007; Alkaya ve Demirer, 2014			

Çiçek Tekstil işletmesi spesifik atıksu ve KOİ yükü değerleri literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.98). Buna göre işletmenin spesifik atıksu miktarları ve KOİ yüklü verilen aralık değerler arasında kalmaktadır. Ancak Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atıksuların AGK ve DGK olanaklarının değerlendirilmesi ile atıksu miktarlarının ve KOİ yükünün önemli ölçüde azaltılabileceği

belirlenmiştir. Diğer taraftan işletmede kimyasal değişimi, optimizasyon ve minimizasyon uygulamaları ve iyi yönetim uygulamaları ile atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin önemli ölçüde azaltılması mümkündür. Çizelge 4.98’de yapılan değerlendirmeye göre Çiçek Tekstil işletmesinde atıksu miktarlarının %22-30 oranında ve KOİ yükünün %65-88 oranında azaltılmasının mümkün olduğu belirlenmiştir. İşletmeye önerilen MET’lerin uygulanması ile sağlanacak potansiyel faydalar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.2.6. İşletmede spesifik baca gazı emisyonlarının literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil endüstrisinde ısı enerjisi ihtiyacının karşılanmasında ağırlıklı olarak fosil yakıtların kullanılması ve üretim proseslerinde ısı enerjisi tüketiminin yoğun olması atık gaz emisyonlarının oluşmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan kurutma ve fiksasyon işlemlerinde uçucu organik bileşikler de atık gaz emisyonlarının oluşumunu etkilemektedir (IFC-EHS, 2007). Endüstride spesifik CO, SO₂, NO_x ve VOC emisyon değerleri sırasıyla 0,28, 0,12, 0,3 ve 0,1 gr/kg ürün dür (Aysen, 1998; Kalliala ve Talvenmaa, 1999; Thai vd., 2011).

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede 13 kaynaktan atık gaz emisyonları incelenmiş ve işletmede oluşan spesifik atık gaz emisyonu değerleri hesaplanmıştır. İşletmede buhar ve kızgın yağ kazanlarına ait bacalarda ıslak tutucu filtreler yardımıyla atık baca gazı emisyonları minimize edilmektedir. Ancak kurutma bacalarından da atmosfere atık gaz emisyonları salınmaktadır. Bu atık gaz kaynaklarında emisyonlarının azaltılmasına yönelik hali hazırda bir uygulama bulunmamaktadır. İşletmede oluşan spesifik toz, CO, SO₂, NO₂ ve VOC emisyonları sırasıyla 0,76; 1,53; 3,19; 2,82 ve 0,23 gr/kg ürün dür. İşletmede oluşan emisyonların %66’sı HT-over flow ve %34’ü pad-batch terbiye-boyama proseslerinden kaynaklanmaktadır. Çiçek Tekstil işletmesi spesifik atık gaz emisyonu değerleri benzer işletme verileri ile karşılaştırıldığında spesifik atık gaz emisyonu değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak işletmenin atık baca gazı emisyonları “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” limit değerlerini karşılamaktadır.

Baca gazı ile atmosfere salınan kirleticilerin yanında diğer bir husus ise oluşan atık ısıdır. İşletmede özellikli kurutma bacalarında ortalama 190 °C atık baca gazı atmosfere salınmaktadır. İşletmeden toplam baca gazları ile atmosfere salınan atık ısı miktarı 8.616.103 MJ/yıl dır. Spesifik baca gazından kaynaklanan atık ısı miktarı ise 0,81 MJ/kg ürün dür. Baca gazları ile atmosfere salınan ısıнын ve enerji kabının minimize edilmesi işletme için oldukça önemlidir. İşletmede atıksu ve baca gazları ile kaybedilen enerjinin kömür eşdeğeri 13.484.906 kg/yıl dır. Elektrik eşdeğeri ise yaklaşık 68.810.477 kWh/yıl dır. Bu durumda işletmede atık gaz emisyonu ve atık ısı miktarlarının minimizasyonun gerekli olduğu görülmektedir.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atıksuların AGK ve DGK'sı, iyi yönetim uygulamaları, kimyasal değişimi, enerji optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları ile ısııl enerji ve dolayısı ile atık baca gazı emisyonlarında önemli azalmaların sağlanacağı tahmin edilmektedir. İşletmenin atık gaz emisyonlarının benzer tekstil işletmeleri değerleri ile karşılaştırıldığında spesifik atık gaz emisyonlarının %56-92 oranında azaltılabileceği görülmüştür. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET'ler ile sağlanacak potansiyel azalmalar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.2.7. İşletmede spesifik katı atık miktarlarının literatür çerçevesinde tartışılması

Tekstil işletmelerinde üretim proseslerinde tehlikeli atıklar, geri dönüştürülebilir atıklar, evsel atıklar, tıbbi atıklar vb. oluşmaktadır. Endüstride başlıca; boyalar, boya ambalajları, tahta paletler, baskı patları, kağıt-karton, ofis atıkları, metaller, plastik, makine parçaları, elektronik kartlar, iplik kırpıntıları, kumaş kırpıntıları, yağlı maddeler ve yağlar, deşe atıkları, ambalaj malzemeleri, kontamine olmuş tüm ambalaj malzemeleri ve arıtma çamurları oluşmaktadır (LCPC, 2010). IPPC BREF dokümanına göre tekstil işletmelerinde spesifik katı atık miktarı 11-21 gr/kg ürün aralığında değişmektedir (IPPC BREF, 2003).

İşletmede oluşan tehlikeli atıklar, evsel atıklar, geri kazanılabilir atıklar ve ambalaj atıkları mevcut yasal düzenlemelere uygun şekilde toplanmakta ve uzaklaştırılmaktadır. Ancak işletmede bir atık yönetim planı oluşturulması ile atık

yönetimi daha kolay şekilde yapılarak minimizasyon çalışmaları yapılabilir. Ayrıca işletmede tekstil atıklarının değerlendirilmediği görülmüştür. İşletmede oluşan tekstil atıkları diğer tekstil alt sektörleri için bir ham madde girdisi oluşturabilmektedir. İşletmede oluşan bu tür tekstil atıklarının değerlendirme imkanlarının araştırılması önerilmektedir. Çiçek Tekstil işletmesi spesifik katı atık miktarlarının IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırıldığında potansiyel olarak %48-73 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET'ler ile sağlanabilecek potansiyel faydalar 4.2.5 ve 4.2.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.3. Çiçek Tekstil işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında kütle ve enerji denklikleri oluşturulmuştur. Ayrıca işletmede proses girdi-çıktıları literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletmeler bazında karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Böylelikle işletmenin teknik, kaynak kullanımı ve çevresel performanslarının geliştirilebileceği belirlenmiştir. Benzer şekilde ekonomik performanslarda da önemli tasarrufların sağlanabileceği tahmin edilmektedir. Bu kapsamda yapılan değerlendirmeye göre işletmede sağlanabilecek potansiyel faydalar çizelge 4.99'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.99. İşletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanabilecek potansiyel faydalar

Proses girdileri	Ortalama minimizasyon oranı (min.-maks.) (%)	Proses çıktıları	Ortalama minimizasyon oranı (min.-maks.) (%)
Hamsu tüketimi	29 (16-41)	Atıksu miktarları	26 (22-30)
Enerji tüketimi Elektrik enerjisi	47 (33-61)	KOİ kirlilik yükü	76 (65-88)
Isıl enerji	42 (22-61)		
Kimyasal tüketimi Boyarmadde	5 (1-10)	Atık gaz emisyonu miktarları	74 (56-92)
Yardımcı kimyasal	10 (5-15)		
Buhar tüketimi	40 (38-42)	Katı atık miktarları	61 (48-73)

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi çalışmaları ve benzer tekstil işletmeleri bazında yapılan değerlendirmelere göre işletmede çeşitli temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. İşletmede iyi yönetim uygulamaları kapsamında çevre yönetim sistemi kurulması, etkin izleme, kontrol ve envanter raporları hazırlanması, etkin ve önleyici bakım onarım programları hazırlanmasının gerekli olduğu görülmüştür. İşletmede uygulanan sistematik bir çevre yönetim sistemi uygulaması bulunmamasına rağmen mevcut çevre mevzuatı gereklilikleri, “tanımlanmamış bariyerlerin” (müşteri istekleri-şartları/standartları) gereklilikleri ve ekonomik nedenler ile tanımlanmamış bir çevre yönetim sisteminin uygulandığı görülmüştür. İşletmede çalışma kapsamında işletme için önerilen temiz üretim önerilerinin de uygulanarak çevresel performansın geliştirilmesi sayesinde uluslar arası bir çevre yönetim sistemi belgesi gerekliliklerinin sağlanması oldukça kolay olacağı öngörülmektedir. Diğer taraftan işletmede bakım-onarım programlarının hali hazırda uygulanıyor olmasına rağmen revize edilerek önleyici tedbirlerin de göz önünde bulundurulması ve uygulanan mevcut programların daha etkin hale getirilmesi gerekmektedir. İşletmede iyi yönetim uygulamaları kapsamında kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması temiz üretim önerisi sunulmuştur. Ancak işletmede hali hazırda su, enerji, kimyasal ve üretim vb. kayıtları tutulmaktadır. Bu durum işletmenin kaynak kullanımı, teknik ve çevresel performansına yansıdığı görülmektedir. Bu temiz üretim önerisinin tavsiye edilmesinde başlıca amaç hali hazırda uygulanan izleme ve kayıt sisteminin prosesler bazında daha sistematik ve etkin hale getirilmesidir. Bu uygulama ile işletmede çevresel ve ekonomik açıdan önemli kazanımlar sağlanacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan bu temiz üretim önerisi işletmede çevre yönetim sisteminin kurulmasında temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmenin spesifik su tüketimleri ve atıksu oluşumları incelenmiştir. İşletmede oluşan atıksuların DGK ve AGK potansiyelleri belirlenmiştir. Böylelikle işletmede DGK ve AGK’sı mümkün olan proses atıksularının geri kullanımı ile su, enerji ve kimyasal tüketimlerinde önemli tasarruflar sağlayacağı belirlenmiştir. Bu sayede işletmenin atıksu miktarları ve kirlilik yükleri, atık gaz emisyonları, kimyasal kayıpları ve tehlikeli atık miktarlarında önemli azalmalar sağlamak mümkündür. Diğer taraftan bu temiz

Üretim uygulaması ile ekonomik kazanımların da yüksek olacağı öngörülmektedir. İşletmede kimyasal tüketimi ve kullanılan kimyasalların risk potansiyelleri değerlendirilmiştir. Buna göre işletmede kullanılan 74 kimyasalın evre dostu ikameleri ile değişimi gerekmektedir. Böylece işletmenin çevresel performansının geliştirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca gereksiz kimyasal kullanımı ve kimyasal kayıplarının önlenmesi ile ekonomik ve çevresel performansın geliştirilmesi sağlanabilir.

İşletmede atıksu akımlarından plakalı eşanjörler yardımıyla atık ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Ancak ısı geri kazanımı sisteminde çeşitli verimsizlikler bulunmaktadır. Ayrıca baca gazı emisyonlarından ısı geri kazanım sistemi bulunmamakta ve sıcak yüzeylerin izolasyonu uygulamaları bulunmamaktadır. Bu kapsamda işletmeye temiz üretim önerilerinde bulunulmuştur. Bu sayede işletmenin ekonomik ve çevresel performansının önemli ölçüde geliştirileceği öngörülmektedir. İşletmede atıksuların artım verimliliğinin artırılması adına boru-sonu arıtım kapsamında temiz üretim önerisinde bulunulmuştur.

İşletmenin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesinde TSEKÖKT’de yer alan Tablo 5’den ve IPPC BREF dokümanından yararlanılarak bir değerlendirme listesi hazırlanmıştır. Buna göre işletmede genel yönetim uygulamaları, kaynak kullanımları ve boru sonu arıtım uygulamaları ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Bu kapsamda işletmeye 20 soru için “evet, hayır ve kısmen” şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır (izelge 4.100). Değerlendirmede yöneltilen sorulardan 4’ne evet, 3’ne hayır ve 13’ne kısmen cevabı verilmiştir. Buna göre işletmede yürütülen mevcut durum analizi sonuçları, benzer işletmeler bazında yapılan değerlendirmeler ve izelge 4.100’e göre yapılan değerlendirmelere göre temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Çizelge 4.100. Çiçek Tekstil işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
1	Tüm madde girdileri-çıktıları miktar ve nicelikleri açısından inceleniyor mu?			✓	İşletmede proses bazında su, enerji ve kimyasal tüketimleri miktarları açısından izlenmektedir. Ancak kimi proseslerde izleme ve kontrol eksiklikleri bulunmaktadır. Kompozit atıksu debisi izlenmektedir. Ancak atık gaz emisyonları üç yılda bir yapılan emisyon raporları ile izlenmektedir. Katı atık miktarları ise çevre mevzuatı gereği miktar ve özellikleri izlenmektedir.
2	Üst yönetim tarafından taahhüt edilmiş çevre yönetim sistemi, temiz üretim stratejisi ya da planı bulunuyor mu?			✓	İşletmede sadece ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Standardı ve İş güvenliği ve sağlığı uygulamaları mevcuttur. Ayrıca müşteri standartları ve Eko-Tex 100 Standardı uygulanmaktadır.
3	Sürdürülebilir kaynak yönetimi ve çevresel performansın iyileştirilmesine yönelik mevcut stratejiler, politikalar ve planlar bulunuyor mu?		✓		Bu kapsamda strateji, politika ve planlar mevcut değildir. Ancak çevre mevzuatına uyum gereği özellikle katı atıkların kaynaktan ayrı toplanması ve lisanslı kuruluşlar vasıtası ile bertarafı sağlanmaktadır.
4	Çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer veriliyor mu?			✓	İşletmede sadece çevre mevzuatı ve iş sağlığı ve güvenliği kapsamında bilgilendirmeler yapılmaktadır.
5	Bakım-onarım, temizlik ve kaçak kontrolüne yönelik uygulamalar buluyor mu ve dokümanite ediliyor mu?			✓	İşletmede bakım-onarım programları bulunmaktadır. Ancak etkin kullanımı sağlanamamaktadır.
6	Kimyasalların depolanması, saklanması ve kullanımı MSDS'lerde belirtildiği şekilde yapılıyor mu?			✓	İşletmede kimyasal deposu bulunmakta ve kimyasalların hazırlanmasında-dozlanmasında ve saklanması-depolanmasında MSDS'ler göz önünde bulundurulmaktadır.
7	Kimyasal seçiminde çevresel faktörler göz önünde bulunduruluyor mu?			✓	İşletmede Eko-Tex 100 Standardı sertifikası bulunmaktadır. İnsan sağlığına zararlı kimyasalların kullanılmamaktadır. Ancak kimyasal seçiminde çevresel faktörler kısmen değerlendirilmektedir.
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

Çizelge 4.100. (Devamı)

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
8	MSDS'ler sürekli güncelleniyor ve kolaylıkla erişilebilir mi?	✓			MSDS'ler bulunmakta ve sürekli güncellenmektedir.
9	Gereksiz kimyasal kullanımı, dökülmeler ve kayıplar engellenebiliyor mu?	✓			Kimyasal dökülmeleri ve kayıplarının engellenmesine yönelik etkin uygulamalar bulunmamaktadır. Ancak işletmede otomatik hazırlama ve dağıtım sistemleri bulunmaktadır. Bu durum kimyasal kayıplarının azaltılmasında önemli bir uygulama olmaktadır.
10	Kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında otomatik sistemler kullanılıyor mu?	✓			Kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında otomatik dozlama sistemleri kullanılmaktadır.
11	Kimyasal geri kazanımı uygulamaları bulunuyor mu?			✓	Kimyasal geri kazanım uygulamaları bulunmamaktadır. Ancak kasar makinelerinde su geri kullanımı ile kısmen kimyasal geri kazanımı yapılmaktadır.
12	Hammadde seçiminde çevresel etkiler göz önünde bulunduruluyor mu?		✓		Hammadde seçiminde ön işlem görmüş lifler tercih edilmektedir. Ancak bileşimi ve çevresel etkiler konusunda herhangi bir strateji uygulanmamaktadır.
13	Su ve enerji tüketimleri prosesler bazında izleniyor mu?			✓	İşletmede kullanılan makinelerin büyük bir bölümünde izleme ve kontrol ekipmanları mevcuttur. Ancak enerji tüketiminin izlenmesinde bazı eksiklikler bulunmaktadır.
14	Su tüketimleri ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik politikalar ve uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Su ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik uygulamalar bulunmaktadır. Özellikle ıslak tutucu filtrelerde atıksu geri kullanımı yapılmaktadır. Diğer taraftan kasar proseslerinde proses içi atıksu geri kullanımı yapılmaktadır.
15	Enerji tüketiminin, atık gaz emisyonları ve atık ısının önlenmesi/minimizasyonuna yönelik uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Enerji tüketiminin minimizasyonuna yönelik atıksulardan ısı geri kazanımı uygulamaları bulunmaktadır.
16	Katı atıkların minimizasyonu ve yönetimi uygulamaları bulunuyor mu?			✓	Çevre mevzuatı kapsamında katı atıklar kaynaktan ayrı toplanmakta ve lisanslı kuruluşlar vasıtası ile uzaklaştırılmaktadır. Ancak katı atık oluşumunu kaynaktan önlemeye yönelik uygulamalar bulunmamaktadır.
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

Çizelge 4.100. (Devamı)

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
17	Proses atıksuları ayrı olarak toplanıyor mu?		✓		İşletmede sadece evsel atıksular proses atıksularından ayrı toplanmaktadır. Proses atıksuları birleşik kanal sistemi ile toplanmaktadır.
18	Atıksuların boru-sonu arıtım uygulamaları bulunuyor mu?	✓			İşletmede oluşan evsel ve proses atıksuları birlikte atıksu arıtma tesisi kanalına verilerek arıtımı yapıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmektedir.
19	İç ortam hava kalitesi ve çalışma şartlarının iyileştirilmesine yönelik önlemler bulunuyor mu?			✓	İç ortam hava kalitesine yönelik aspiratörler ve kurutma makineleri üzerine yerleştirilmiş davlumbazlar bulunmaktadır.
20	Gürültü ve titreşimin önlenmesine yönelik uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Gürültü ve titreşimin önlenmesine yönelik yeterli uygulama bulunmamaktadır. Ancak işletme için mevcut yerleşim nedeniyle dolaylı olarak ses perdeleri oluşturulmuştur.
Toplam puan		4	3	13	
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

4.2.4. Çiçek Tekstil işletmesi özelinde MET önerilerinin belirlenmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde temiz üretim yaklaşımının yapılandırılmasında mevcut durum analizi yapılarak proses girdi-çıktıları IPPC BREF dokümanı ve literatürde yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle işletmeye sunulan MET'lerin temel perspektifi oluşturulmuştur. Çiçek Tekstil işletmesinde MET önerisi belirleme çalışmalarında 3 adımlı sistematik bir yaklaşım izlenmiştir. İlk adımda işletmenin üretim prosesleri ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak kapsamlı bir MET önerisi listesi hazırlanmıştır. Belirlenen bu öneriler işletme yetkilileri ile tartışılarak işletmede uygulanabilir nitelikte olanlar tespit edilmiştir. Bu aşamada istatistiksel metotlardan olan KAM (Kriter Ağırlıklandırma Metotları) ve BSM'den (Basit Sıralama Metotları) yararlanılarak uygulanabilir nitelikteki her bir öneri için öncelik değerlendirmesi yapılmıştır.

İkinci adımda literatürde benzer tekstil işletmelerinde uygulanan başarılı temiz üretim uygulamalarından ve diğer temiz üretim kılavuz dokümanları/raporlarından yararlanılarak temiz üretim önerileri belirlenmiştir. İkinci adımda belirlenen öneriler de işletme yetkilileri ile paylaşarak bir öncelik değerlendirmesi yapılmıştır. Üçüncü adımda tüm temiz üretim önerileri (1'inci ve 2'inci adımda belirlenen) potansiyel ekonomik ve çevresel faydalar açısından değerlendirilmiştir. Üçüncü adımda yapılan bu değerlendirmede istatistiki metotlardan olan ATM'den (Ağırlıklandırılmış Toplama Metodu) yararlanılmıştır. Böylelikle işletmede temiz üretimin yapılandırılmasında teknik, ekonomik ve çevresel açıdan en yüksek faydayı sağlayacak nihai MET önerileri belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında işletmede her bir MET önerisinin uygulanması ile sağlanacak potansiyel faydalar tartışılmıştır.

4.2.4.1. İşletmede MET önerisi seçiminde ilk adım

Çiçek Tekstil işletmesinde MET önerisi belirleme çalışmalarının ilk adımında TSEKÖKT referans alınarak bir MET listesi hazırlanmıştır. Bu kapsamda işletmede uygulanabilir ya da geliştirilebilir nitelikte 92 adet MET önerisi belirlenmiştir. Bu kapsamda; genel uygulamalara yönelik 27, çeşitli tekstil üretim prosesleri için 33, atık gaz ve emisyonlar için 30, katı atık yönetimi için 2 adet MET önerisinde bulunulmuştur. Her bir öneri işletme yetkilileri ile değerlendirilerek sunulan 92

öneriden 6'sı işletmede uygulanabilir nitelikte ve 74'ü hali hazırda uygulanıyor olarak seçilmiştir. Ek-1b'de işletmeye ilk adımda sunulan temiz üretim önerileri ve öncelik değerlendirme puanları verilmiştir. Ayrıca belirlenen öneriler için ATM'ye göre öncelik değerlendirme puanları verilmiştir. Çizelge 4.101'de temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri ve frekansları verilmiştir. Buna göre sunulan 57 adet önerinin 4 puan (işletme öncelik puanlarının ağırlıklı ortalaması) ve üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.101. Temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri ve frekanslar

Öncelik değerlendirmesi	Değerlendirme puanı	Frekans
İşletme için önceliksiz	1	13
İşletme için düşük öncelikli	2	3
İşletme için öncelikli olabilir	3	19
İşletme için öncelikli	4	40
İşletme için üstün öncelikli	5	17

4.2.4.2. İşletmede MET önerisi seçiminde ikinci adım

İşletmede MET önerisi belirleme çalışmalarının ikinci adımında ise literatürde yer alan başarılı temiz üretim uygulamaları, IPPC BREF dokümanı ve diğer temiz üretim kılavuz dokümanından yararlanılarak ek temiz üretim önerileri belirlenmiştir. Ayrıca ilk adımda işletmede kısmen uygulanan ancak geliştirilebilir nitelikteki 6 adet temiz üretim önerisi de bu kapsamda yeniden değerlendirilmiştir. Bunun nedeni söz konusu tekniklerin işletmede temiz üretimin yapılandırılması ve devamlılığı açısından oldukça önemli olmasıdır. Belirlenen 11 temiz üretim önerisi işletme yetkilileri ile çizelge 4.101'de verilen kriterlere göre değerlendirilmiştir. Ek-2b'da ikinci adımda tekrar değerlendirmeye alınan ve belirlenen ek temiz üretim önerileri sunulmuştur.

4.2.4.3. İşletmede MET önerisi seçiminde üçüncü adım

Çiçek Tekstil işletmesi özelinde MET önerisi belirleme çalışmalarının üçüncü adımında işletme için nihai MET önerileri belirlenmiştir. Bu kapsamda öncelikle birinci ve ikinci adımda belirlenen temiz üretim önerileri için literatürdeki benzer uygulama verilerinden yararlanılarak ekonomik ve çevresel faydalar belirlenmiştir. Buna göre her bir MET önerisi için çizelge 4.48'de sunulan kriterler göz önünde

bulundurularak ATM'ye göre ağırlık faktörü puanları hesaplanmıştır. Çizelge 4.102'de ise belirlenen öncelikli öneriler için ekonomik kazanım, çevresel fayda ve ağırlık faktörü puanları verilmiştir. Böylelikle MET önerisi belirleme çalışması kapsamında birinci ve ikinci adımda teknik açıdan değerlendirme yapılırken üçüncü adımda potansiyel ekonomik ve çevresel faydalar da değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Çizelge 4.102. Öncelikli temiz üretim önerileri için ağırlık faktörü puanları

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
İyi yönetim uygulamaları			
Çevre yönetim sistemi kurulması	2	3	3
Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi	3	3	3
Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	2	3	3
Su optimizasyon/minimizasyonu			
Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması	3	5	4
Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması	4	5	5
Atığın boyamada yeniden kullanımı (boyama banyosu atıksularının boyama sonrası yıkama atıksularından ayrılması ile, atık boyama banyosunun yeniden kullanımı mümkün olabilmektedir. Boyama banyosunun yeniden kullanımıyla atıksu debisinde, BOİ ve KOİ yüklerinde önemli düzeyde azalma sağlanabilmektedir. Bunun yanında bu yöntemle, boyama atıksularının da geri kazanımı mümkün olabilmektedir)	4	5	5
Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters osmoz ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, %65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilebilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir).	3	5	4
Boyama sonrası yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).	4	5	5
Terbiye atıksularının diğer proseslerde yeniden kullanılmasıdır (Yüksek pH değerine sahip atıksuların, çeşitli tekstil ön işlem süreçlerinde kullanılarak değerlendirilmesi mümkündür).	4	5	5
Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesi atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+nanofiltrasyon+ters osmoz uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).	3	5	4
Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (amaç biyolojik olarak zor parçalanmayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanana organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	3	5	4
Enerji optimizasyon/minimizasyonu			
Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonun yapılması	3	4	4
Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	4	5	5

^aPotansiyel ekonomik fayda puanı, ^bPotansiyel çevresel fayda puanı

Çizelge 4.102. (Devamı)

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
Kimyasal optimizasyon/minimizasyon			
Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılmasıdır (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manüel sistemler kullanılabilir)	4	5	5
Biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturuucu maddelerin kullanılması	3	4	4
Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturuucu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	3	4	4
Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı	2	4	3
^a Potansiyel ekonomik fayda puanı, ^b Potansiyel çevresel fayda puanı			

MET önerisi belirleme çalışmalarının üçüncü adımında ayrıca işletme yetkilileri ile birlikte her bir öneri için işletme tercih puanları hesaplanmıştır. İşletme tercih puanlarının belirlenmesinde ATM'den yararlanılmıştır. Bu noktada asıl amaçlanan önerilerin seçiminde potansiyel faydaları göz önünde bulundurarak işletmenin de MET seçimindeki etkisini değerlendirmeye dahil etmektir. Birinci ve ikinci adımda belirlenen işletme öncelik puanları, üçüncü adımda belirlenen ağırlık faktörü ve işletme tercih puanları değerlendirilerek toplam MET tercih puanları hesaplanmıştır. BSM'ye göre toplam MET tercih puanlarının ağırlıklı ortalaması 38 puan olarak hesaplanmıştır. Ek-3b'de belirlenen her bir öneri için toplam MET tercih puanları sunulmuştur. Buna göre toplam MET tercih puanı 38 ve üzerinde olan 11 öneri işletme için nihai MET'ler olarak belirlenmiştir. Ayrıca nihai MET'lerin çizelge 4.50'de verilen kriterlere göre öncelik düzeyleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmenin amacı işletmede teknik, ekonomik ve çevresel faydaları göz önüne alarak işletmede belirlenen nihai MET'lerin uygulamaya geçirilmesinde yatırım önceliklerinin belirlenmesidir. Çizelge 4.103'de Çiçek Tekstil işletmesi için nihai olarak önerilen 11 nihai MET önerisinin dağılımı sunulmuştur. Ayrıca Ek-4b'de Çiçek Tekstil işletmesi için belirlenen nihai MET önerileri ve öncelik değerlendirmesi sunulmuştur.

Çizelge 4.103. Çiçek Tekstil için nihai MET önerilerinin sayısal dağılımı

MET ana başlıkları	MET önerileri düzey dağılımı			
	Toplam	Birinci düzey	İkinci düzey	Üçüncü düzey
İyi yönetim uygulamaları	3	1	2	0
Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu	2	2	0	0
Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu	2	0	2	0
Kimyasal değişimi/minimizasyonu	2+1 ^a	2	0	0
Boru sonu uygulamalar	1	0	1	0
Toplam	11	5+1 ^a	5	0
^a TSEKÖKT uyarınca zorunlu kostik geri kazanımı MET önerisini ifade etmektedir				

4.2.5. Çiçek Tekstil işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydaların değerlendirilmesi

4.2.5.1. İyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Çevre yönetim sistemi kurulması (İkinci düzey)

Çevre yönetim sistemleri endüstriyel işletmelerde teknik, çevresel ve ekonomik performansların artırılmasında önemli temiz üretim araçlarındandır. Endüstriyel işletmelerde çevre yönetiminin yapılandırılması; her bir prosesin kütle girdi-çıktıları yönünde tanımlanarak proses profillerinin oluşturulması, izleme-kontrol, iyi atık yönetimi uygulamaları, analizler, etkin bakım-onarım, eğitim, dokümantasyon ve çeşitli prosedürlerden oluşmaktadır. Çevre yönetimi uygulamaları ve sürekliliğinin sağlanması ile teknik, çevresel ve ekonomik faydalar sağlanırken diğer taraftan işletmenin maliyetlerinin azaltılması, piyasa rekabet gücünün ve firma itibarının artırılması sağlanabilmektedir. Ayrıca yasal gerekliliklerin karşılanmasında da çeşitli avantajlar bulunmaktadır. Çevre yönetimi uygulamaları tedarikçilerden müşteriye kadar (tedarik zinciri) yüksek seviyede bilgi, iletişim ve denetimi beraberinde getirmektedir.

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında yerinde yapılan incelemelerde işletmede ISO EN 9001 Kalite Yönetim Standardı, Eko-tex 100 Standardı ve iş güvenliği ve sağlığı standartları uygulanmaktadır. Ayrıca mevcut yasal mevzuatlara (çevre, enerji, ürün vb.) uyumlu şekilde üretim faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. İşletme verimliliğinin artırılması adına çok detaylı olmamakla birlikte izleme-kontrol ve kayıtların tutulması uygulamaları yapılmaktadır. Bununla

beraber işletmede oluşan atıksular (ortak 4 tekstil işletmesi ile birilikte) boru-sonu arıtım uygulamaları yapılmaktadır. Ancak işletmede oluşan kompozit atıksuların rutin analizleri yapılmamaktadır. Sadece yabancı müşteri (tedarikçi denetimi amacıyla) talepleri kapsamında atıksu analizleri yapılmaktadır. Benzer şekilde işletmede atık baca gazı emisyonları mevcut çevre mevzuatı uyarınca 3 yıllık periyotlarda analiz edilerek emisyon raporları hazırlanmaktadır. İşletmede oluşan katı atıkların yönetimi konusunda taahhüt edilen bir yönetim sistemi bulunmamasına rağmen çevre mevzuatı gereği katı atık yönetimi yapılmaktadır. İşletmede hali hazırda uygulanan bu uygulamalar ve işletmede yürütülen bu temiz üretim çalışması kapsamında önerilen nihai MET'ler ile çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasını daha da kolaylaştıracağı tahmin edilmektedir.

Çevre yönetim sistemi işletmede yüksek ekonomik yatırımlar gerektiren ve zorlayıcı bir uygulama değildir. Aksine işletmenin ekonomik ve çevresel performansının sürekli iyileştirilmesinde yardımcı bir yönetim uygulamasıdır. Çevre yönetim sistemlerinin işletmede yapılandırılması hammadde, su, enerji, kimyasal, atık hava, katı atıklar, atıksu ve baca gazı emisyonları maliyetlerinde tasarruflar sağlanabilmektedir. Ancak bu noktada sağlanacak ekonomik tasarruflar doğrudan yönetim sisteminin etkin/verimli uygulanabilirliği ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle sağlanacak ekonomik ve çevresel faydaların belirlenmesi güçtür. Fakat işletmelerde çevre yönetim sistemlerinin kurulması ve etkin uygulanması ile işletmenin çevresel performansında çeşitli faydalar sağlanabilmektedir. İşletmede çevre yönetim sisteminin yapılandırılması için yapılacak gerekliliklerin büyük bir bölümü hali hazırda işletmede yapılmaktadır. Ayrıca diğer nihai MET önerilerinin uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması da çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması beklenmemekte ve geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. Bu kapsamda işletmede sağlanacak potansiyel faydalar 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Bakım-onarım ve temizlik faaliyetlerinde daha etkin uygulamaların benimsenmesi (İkinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde kullanılan makine, ekipman, cihaz ve teçhizatların rutin bakım-onarımlarının yapılması üretim verimliliğini doğrudan etkileyen bir iyi

yönetim uygulamasıdır. İşletmede temizlik ve kaçak kontrollerinin de bu kapsamda yapılması gereklidir. Bakım-onarım programlarının detaylandırılması makinelerin arıza sıklıklarının kaydedilmesi ve sebep olduğu iş-zaman kayıplarının değerlendirilmesi sağlanacak potansiyel faydaları da artırmaktadır. Bu sayede işletmede üretim verimliliğini olumsuz etkileyen sorunlar kolaylıkla tespit edilebildiği gibi gelecekte sorun oluşturabilecek risklerin de ön görülmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca işletmede önleyici bakım-onarım uygulamalarını kolaylaştırmaktadır. Uygulamanın en önemli faydalarından biri önleyici bakım-onarım programları ile iş-zaman kayıplarının ve daha büyük kaza/makine kayıplarının önlenmesidir. Böylelikle gelecekte karşılaşılabilecek ekstra maliyetler tamamen önlenbilir ya da minimum seviyeye indirilebilir.

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi çalışmaları kapsamında yerinde yapılan detaylı incelemelerde işletmede hali hazırda bir bakım-onarım programının bulunduğu ancak uygulamada bazı aksaklıkların da mevcut olduğu görülmüştür. Bu nedenle işletmede mevcut bakım-onarım programlarının revize edilmesine ve uygulamadaki etkiliğinin artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda temizlik programları, kaçak kontrolü uygulamaları, kalibrasyon ve önleyici tedbirlerin de hazırlanan bakım-onarım programlarına dahil edilmesi gerekmektedir. Ayrıca işletmede makine değişimi, modifikasyonu, parça değişimlerinin ön görülmesi sağlanarak yıllık yatırım bütçesine yansıtılmasını kolaylaştırabilir. İşletmede kimyasal dökülmelerinin ve kazalarının gerçekleştiği alanların temizliğinde kuru temizleme tekniklerinin uygulanması önerilebilir. Bu durum kompozit atıksuların kimyasal yüklerinin minimizasyonu sağlanabilir. Ancak tehlikeli atık miktarlarında az da olsa bir miktar artış gerçekleşebilmektedir. Bu durumda kimyasal dökülmeleri ve kazalarının önlenmesi için çevre mevzuatı gereği gerekli temiz üretim tedbirlerinin alınması gereklidir.

Uygulamanın olumsuz etkileri bulunmadığı gibi herhangi bir sınırlama da (işletme büyüklüğü ve yeni/eski tesis olma durumundan bağımsız) bulunmamaktadır. Uygulama ile işletmede kaynak kullanımları azaltılabilir, teknik veya operasyonel faydalar, sağlıklı çalışma ortamı, çevresel performans artışları ve ekonomik faydalar sağlanabilir. Ayrıca uygulama için düşük yatırım maliyetleri gerekli olabilmektedir. Böylelikle uygulamanın geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir.

Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Tüm madde girdilerini ve çıktıları gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması (Birinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde prosesler bazında kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması temiz üretimin yapılandırılması ve sürekliliğinin sağlanmasında temel araçlardan birini oluşturmaktadır. Uygulama ile işletmelerde üretim verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir üretim için önceliklerin tanımlanması sağlanabilmektedir. Bu kapsamda yıllık bazda değerlendirmeler yapılabilir. Bu temiz üretim uygulaması ile işletmenin mevcut durumu ve ileride ortaya çıkabilecek muhtemel problemler belirlenerek alternatif çözümler üretilebilir. Ayrıca tüm kaynak kullanımları ve proses çıktıları zamansal bazda izlenebilir. Uygulamadaki başlıca itici gücü hammadde ve üretim maliyetlerinde tasarruflar, çevre yönetim sistemlerinin uygulamasını kolaylaştırması, çevre mevzuatlarına uyumun kolaylaşması, üretim verimliliğinin gelişmesi, üretim sürecindeki muhtemel risklerin ön görülmesi, kirlilik kontrolü maliyetlerinin azaltılması oluşturmaktadır. Bu temiz üretim önerisi teknik olarak mevcut ve yeni kurulan işletmelerde işletme büyüklüğünden bağımsız olarak uygulanabilmektedir. Uygulamada herhangi bir yan etkileşim bulunmazken optimizasyon/minimizasyon seçeneklerinin belirlenmesinde ve işletmenin çevresel performansının değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır.

Uygulamada teknik, ekonomik ve çevresel faydaların yanı sıra çeşitli yatırım maliyeti unsurları da bulunmaktadır. Başlıca yatırım bileşenlerini; izleme, kontrol ekipmanları ve raporlama maliyetleri oluşturmaktadır. Ancak işletmede mevcut ekipmanlar (sayaçlar, debimetreler, kontrol sistemleri vb.) ve çevre mevzuatı kapsamında yapılan analizler (baca gazı ve kompozit atıksu analizleri) ön görülen yatırım maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca işletmede envanter raporlarının hazırlanması amacıyla kalifiye personel ihtiyacı bulunmamaktadır.

Çiçek Tekstil işletmesinde yapılan incelemelere göre hali hazırda proses suyu, hamsu, kimyasal ve enerji tüketimleri izlenmektedir. Ayrıca çevre mevzuatı gereği

belirlenen periyotlarda baca gazı emisyonları ve kompozit atıksu analizleri hali hazırda yapılmaktadır. Ancak işletmenin mevcut durumunun tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için mevcut mevcut uygulamadaki çeşitli verimsizlikler ve eksikliklerin giderilmesi gerekmektedir. Bu temiz üretim uygulaması ile işletmenin kaynak kullanımı ve çevresel performansın sürekli geliştirilmesi ve prosesler bazında daha etkin izleme-kontrol sağlanabilmektedir. İşletmede hali hazırda yapılan uygulamaların bulunmakta ve sunulan diğer iyi yönetim önerileri ile ilk yatırım maliyetlerinin paylaşılmaktadır. Bu durum kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması için ilk yatırım maliyetlerinin azalmasında etkili olmaktadır. Uygulama için geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.5.2. Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Durulama ve yumuşatma atıksularının bir sonraki boyama işlemlerinde geri kullanılması (Birinci düzey)

Tekstil endüstrisinde su tüketiminin minimizasyonunda en önemli temiz üretim uygulamalarından biri uygun proses atıksularının geri kullanımıdır. Endüstrinin alt sektörlerinden olan kumaş terbiye ve boyamasında ise su tüketiminin özellikle boyama sonrası yapılan terbiye işlemlerinde (son terbiye prosesleri) yoğun olmaktadır. Bu kapsamda özellikle son terbiye işlemlerinde oluşan proses atıksularının (yıkama/durulama ve yumuşatma atıksuları) geri kullanımı mümkün olabilmektedir. Söz konusu proseslerde özellikle son adımlarında oluşan proses atıksuları proses suyu karakterindedir. Bu nedenle yıkama/durulama işlemlerinde oluşan atıksuların büyük bir bölümü diğer terbiye işlemlerinde, boya banyolarının hazırlanmasında ve tesis içi diğer işlemlerde değerlendirilebilir. Söz konusu atıksu akımları proses suyu karakterinde olduğundan çoğu zaman arıtımı da gerekmemektedir. Bu durum ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılmasında etkili olmaktadır. Ayrıca son terbiye işlemlerinden olan yumuşatma işlemlerinde oluşan atıksular artık yumuşatıcı ajanlar içermektedir. Söz konusu atıksuların özellikle yumuşatma proseslerinde geri kullanımı ile kimyasal tasarrufları

sağlamakta mümkün olmaktadır. Yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının geri kullanımı ile başta su tüketimi azaltılırken enerji ve kimyasal tasarrufları da sağlanabilmektedir. Diğer taraftan atıksu miktarları, rejenerasyon atıksuyu miktarları (dolayısı ile daha az su yumuşatma ihtiyacı), atık gaz emisyonları ve atıksuların kimyasal yükleri azaltılabilmektedir.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında su tüketimleri, proses atıksuyu miktarları ve karakterizasyonları belirlenmiştir. Buna göre HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde PES kumaşların yumuşatma atıksularının (1 No'lu numune) AGK/DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. HT-over flow terbiye-boyama prosesinde pamuklu kumaşlarının yumuşatma atıksularının (9 No'lu numune) DGK'sı mümkündür. Söz konusu atıksuların yumuşatma proseslerinde DGK'sı mümkündür. Ayrıca yine HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde haşıl sökme-enzim sonu oluşan atıksuların (10 No'lu numune) AGK/DGK'sı mümkündür. Pad-batch proseslerinde ise boyama sonrası yapılan kesikli yıkama proseslerinde oluşan yıkama atıksularının (14 ve 15 No'lu numuneler) AGK ve DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Özellikle açık renk kumaş boyama sonrası yapılan yıkama işlemlerinde oluşan atıksuların tüm terbiye ve boyama işlemlerinde DGK'sı mümkündür. İşletmede sıcak kasar işlemlerinde 5. kabinde (son kabin) oluşan atıksuların (19 No'lu numune) AGK/DGK'sının mümkün olduğu görülmüştür. Söz konusu atıksu arıtılarak terbiye ve boyama proseslerinde geri kullanılabilirken arıtılmadan koyu renk boyama işlemlerinde geri kullanılabilir. İşletmede özellikle HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde son durulama/yıkama atıksularının işletmede DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca işletmede oluşan rejenerasyon atıksuları işletme içerisinde değerlendirilmeden doğrudan atıksu arıtma tesisi kanalına verilmektedir. Söz konusu rejenerasyon atıksularını proses atıksularından ayıran en önemli etken tuz içeriğidir. Ayrıca işletmede oluşan rejenerasyon atıksuyu miktarı oldukça yüksektir. Bu nedenle rejenerasyon atıksularının arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı ya da arıtılmadan pamuklu kumaş boyama banyolarının hazırlanmasında ve yüksek kalitede su gereksinimi olmayan işlemlerde (tesis temizliği gibi) geri kullanımı sağlanabilir. Bu sayede önemli miktarda proses suyu tasarrufu sağlanırken atıksu miktarları ve kompozit atıksuların tuz içeriği azaltılmış olur. Çizelge 4.104'de işletmede üretim faaliyetleri sonucunda oluşan durulama/yıkama ve yumuşatma

atıksularının AGK/DGK'sı ile sağlanacak potansiyel tasarruf miktarları verilmiştir. Buna göre işletmede toplamda 109.831 ton/yıl yıkama/durulama atıksuyunun AGK/DGK'sının mümkün olduğu görülmüştür. Ayrıca işletmede toplamda 149.294 ton/yıl yumuşatma atıksuyunun AGK/DGK'sı mümkündür. İşletmede yıkama/durulama atıksularının AGK/DGK'sı ile toplamda %15-16 oranında proses suyu tasarrufu sağlanabilir. Yumuşatma atıksularının AGK/DGK'sı ile %11-12 oranında proses suyu tasarrufu sağlanacağı belirlenmiştir. İşletmede rejenerasyon atıksularının geri kullanımı ile %9-13 oranında proses suyu tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca toplam proses suyu tüketimi ve proses atıksuyu oluşumu %37-40 oranında azaltılabilir. İşletmede AGK/DGK'sı uygun olan durulama/yıkama ve yumuşatma atıksularının geri kullanımı ile kompozit atıksularının KOİ yükünde %9-10 oranında azalmalar sağlanabilir. Bu uygulama ile kompozit atıksular daha konsantre hale geleceğinden KOİ konsantrasyonun %43-50 oranında artacağı hesaplanmıştır. Uygulama sonunda KOİ konsantrasyonun ortalama 1645 mg/L olacağı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.104. İşletmede durulama/yıkama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı			Geri kullanım potansiyeli	Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
1	Yumuşatma (PES)	HT-over flow	Açık/koyu	AGK ^b /DGK ^c	10.494 (10.156-11.141)
9	Yumuşatma (Pamuklu)	HT-over flow	Açık/koyu	DGK	41.975 (40.624-44.565)
10	Enzim sonu	HT-over flow	Açık/koyu	AGK/DGK	49.970 (48.361-53.054)
19	Kasar 5. kabin	Pad-batch	Açık/koyu	AGK/DGK	7.393 (7.155-7.849)
Ara toplam					109.831 (106.296-116.609)
-	Yıkama	HT-over flow	Açık/koyu	AGK/DGK	104.937 (101.559-111.412)
14	Yıkama	Pad-batch	Koyu	AGK/DGK	8.871 (8.586-9.419)
15	Yıkama	Pad-batch	Açık	DGK	35.486 (34.343-37.675)
Ara toplam					259.125 (250.783-275.115)
-	Rejenerasyon			AGK/DGK	98.815 (78.324-131.534)
Toplam					357.490 (329.107-406.649)

^aNumune numaralarını göstermektedir (bkz. Çizelge 4.87)
^bArıtılarak geri kullanım; ^cDirek geri kullanım

İşletmede proses atıksuları birleşik kanal sistemi ile toplanmaktadır. Bu nedenle atıksuların AGK/DGK uygulamaları için atıksu akımlarının ayrılması gerekli olabilmektedir. Bunun için teknik olarak üç seçenek uygulanabilir. Birinci seçenek durulama/yıkama ve yumuşatma flottelerinin boş bir boyama tankına alınması ve daha sonra kullanılacağı proseslere sevk edilmesidir. İkinci seçenek ayrı rezervuarlarda (yüksek yoğunluklu polietilen/polipropilen) belirtilen proses atıksularının biriktirilmesidir. Ancak bu uygulamada en önemli çekince suda bu tahliye işlemlerinde karşılaşılabilecek ısı kaybı ve pompaj masraflarıdır. Bu durum elde edilecek ekonomik faydaların azalmasına neden olabilmektedir. Üçüncü seçenekte ise proses içerisinde ters akım prensibi ile suyu tekrar kullanmaktır. Yıkama/durulama ve yumuşatma sularının işletme içerisinde tekrar değerlendirilmesi ile sağlanacak potansiyel faydalar aşağıda özetlenmiştir.

- Su tüketimi/atıksu miktarlarının ve maliyetlerinin azaltılması sağlanır.
- Isıl enerji/buhar tüketimi ve maliyetlerinin azaltılması sağlanır.
- Kimyasal tüketimi ve maliyetlerinde tasarruflar sağlanır.
- Kompozit atıksuyun kimyasal kirlilik yükünde azalmalar sağlanır.
- Atık gaz emisyonlarında azalmalar sağlanır.

Tekstil atıksularının geri kazanımında kimyasal çöktürme, aerobik ve anaerobik arıtma, ileri arıtım teknikleri (membran filtrasyon, UV, ozon ve kombinasyonları) kullanılmaktadır. İşletmenin yapısı ve atıksu karakteri göz önüne alındığında proses atıksularının AGK'sında en uygun arıtım seçeneğinin membran filtrasyon olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni işletmede proses atıksularının önemli bir bölümünün yüksek elektriksel iletkenlik, KOİ ve renk içeriğine sahip olması ve her bir proses atıksuyunun farklı karaktere sahip olmasıdır. Bu ihtiyaca membran filtrasyon arıtım sistemleri farklı por çapları (mikrofiltrasyon-MF, ultrafiltrasyon-UF, nanofiltrasyon-NF ve reverse osmoz-RO) ile cevap verebilmektedir. Ayrıca arıtım için büyük alan gereksinimine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu teknik Avrupa'da bir çok tekstil işletmesinde atıksu geri kazanımı ve kimyasal geri kazanımında yaygın olarak kullanılmaktadır (IPPC BREF, 2003; Brik vd., 2006; Gozalves vd., 2008).

İşletmede AGK'sı mümkün olan proses atıksularının boyama işlemlerinde geri kullanımında başlıca ilk yatırım maliyetlerini ek rezervuarlar, yeni pompa, boru hattı kurulması, membran filtreler oluşturmaktadır. Ayrıca atıksu geri kazanımında işletme maliyetleri de bulunmaktadır. Ancak bu yatırım maliyetlerinin geri ödeme süreleri sağlanacak tasarruflar göz önüne alındığında kısa olacağı tahmin edilmektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması (Birinci düzey)

Tekstil işletmelerinde proses suyu tüketiminin minimizasyonunda uygun boya banyolarının geri kullanımı etkili bir uygulama olmaktadır. Atık boyama flottesi aynı lif türlerinin benzer renklere boyanmasında ürün kalitesini bozmadan geri kullanımı mümkündür. Bu sayede önemli oranlarda su, enerji ve kimyasal tasarrufları sağlanabilmektedir. Ayrıca boyama işlemlerinde kullanılan yardımcı kimyasalların neredeyse tamamı ve artık boyarmaddeler atık flotteler ile uzaklaştırılmaktadır. Bu durum hem kimyasal kayıplarına hem de kompozit atıksuyun kimyasal kirlilik yükünün artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan boyama flottelerinin ısıtılmasında yoğun ısı enerjisi tüketilmektedir. Bu ısı enerjisinin önemli bir bölümü atık ısı olarak kaybedilmektedir. Böylelikle boyama flottelerinin DGK'sı ile atıksu miktarları ve kirlilik yükü, atık gaz emisyonu miktarları ve atık ısı miktarlarının minimizasyonu mümkündür.

Boyama flottelerinin yeni boyama işlemlerinde DGK'sı için iki seçenek uygulanabilir. Birinci seçenekte boyama işlemi sonunda atık flotte başka bir boyama makinesinde alınır ve yeni bir boyama işlemi için hazırlanabilir. Böylelikle ilk makinede son terbiye işlemleri yapılırken ikinci makinede boyama işlemi yapılabilmektedir. Bu seçenekte ekstra işçilik ve tank maliyeti yoktur ancak iki boyama makinesi arasında flottenin taşınması için borulama ve pompaj maliyetleri olacaktır. İkinci seçenekte ise atık boyama flottesi taşınmamakta son terbiye işlemleri için başka bir makineye lifler taşınmaktadır. Bu durumda ilave bir tanka ihtiyaç duyulmamasına rağmen taşıma işlemi için ekstra işçilik gerekmektedir. Ayrıca yeniden değerlendirilecek flottenin kimyasal eksikliklerinin giderilmesinde özel

spektrofotometrik cihazlar kullanılabilir. Bu uygulama daha çok yünün asit boyarmaddeler ile boyaması, akrilik boyamacılığı (egaliz maddelerinin eklenmesine gerek kalmamaktadır) ve pamuğun kükürt boyarmaddeler ile veya reaktif boyarmaddeler ile çektirme yöntemine göre boyanmasında uygundur. Ayrıca atık boyama flottelerinin DGK'sı aynı lif türü için açık tonlarda boyamalara başlanıp koyu tonlara doğru boyama programlarının revize edilmesi gerekli olabilir. Boyama flottelerinin DGK'sını sınırlandıran önemli bir faktör de safsızlıklardır. Bu safsızlıkların başlıca kaynakları; kumaş üzerinde bulunan doğal kirlilikler, harman yağları gibi lifler üzerinde bulunan kirliliklerdir. Ayrıca boyarmadde formülasyonlarından, yardımcı maddelerden (egaliz maddeleri), elektrolitler, pH düzenleyici (asit veya baz) ilavesinden oluşan tuzlar da bu kapsamda değerlendirilebilir.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında atıksu karakterizasyonu çalışmaları yapılmıştır. Buna göre HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde açık renk boyama atıksuları (6 No'lu numune) ve açık renk sabunlama atıksularının (7 No'lu numune) AGK/DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde açık renk PES boyama atıksularının (12 No'lu numune) AGK/DGK'sı mümkündür. İşletmede boyama işlemlerinde AGK/DGK'sı mümkün olan atıksular çizelge 4.105'de verilmiştir. Buna göre işletmede AGK/DGK'sı mümkün atıksuların geri kullanımı ile proses atıksuyu miktarlarında %9-10 oranında tasarruflar sağlanabilir. Dolayısı ile kompozit atıksuların KOİ yükünde %8-10 oranında ve atıksu miktarlarında %9-10 azalmalar sağlanabilir.

Çizelge 4.105. İşletmede geri kullanımı mümkün olan boyama atıksuları ve miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı			Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
6	Boyama	HT-over flow	Açık	41.975 (40.624-44.565)
7	Sabunlama	HT-over flow	Açık	35.978 (34.820-38.199)
12	Boyama	HT-over flow	Açık	10.494 (10.156-11.141)
Toplam				88.447 (85.600-93.905)
^a Numune numarasını göstermektedir (bkz. Çizelge 4.85)				

İşletmede uygun atık boyama flottelerinin tekrar kullanımı ile ısı enerjisi ve kimyasal tüketimlerinde azalmalar sağlanabilmektedir. Uygulama ile ısı enerjisi/buhar tüketiminde %2-5 aralığında azalmalar sağlanabilmektedir. Dolayısıyla atık baca gazı emisyonlarında da benzer oranda azalmalar söz konusu olmaktadır. Kimyasal tüketiminde ise mevcut kimyasal içerik ve giderilecek kimyasal içeriği bilinemediğinden hesaplamalar yapılamamıştır. Ancak uygulama ile kimyasal tüketiminde %10-25 oranında tasarruf sağlanacağı öngörülmektedir. Uygulamadaki potansiyel faydalar göz önüne alındığında geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.5.3. Enerji optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonu yapılması (İkinci düzey)

Tekstil üretim proseslerinde kullanılan ısı enerjisinin önemli bir bölümü termal radyasyon, atıksu ve atık gaz emisyonları ile atık ısı formunda kaybedilmektedir. Tekstil işletmelerinde özellikle sıcak yüzeylerden termal radyasyon ile önemli miktarda ısı enerjisi kaybedilmektedir. Bu durumda atık ısı miktarlarının azaltılmasında izolasyon uygulamaları etkili temiz üretim uygulamalarından olmaktadır. Bu sayede ısı enerjisi kayıplarında %95'e varan ve toplam ısı enerjisi tüketiminde yaklaşık %9 oranında tasarruflar sağlanabilmektedir (EEAA, 1999; IPPC BREF, 2003). Bu uygulama ile daha verimli sonuçlar elde edilebilmesi için entegre bir yaklaşımla; buhar hatlarının izolasyonu ve boru, tank, vana, valflerin, makinelerin bakım-onarımının etkin şekilde yapılması gereklidir. Enerji tüketimi maliyetlerinde ve atık gaz emisyonlarında sağlanacak azalmalar uygulamanın başlıca itici gücünü oluşturmaktadır.

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik ısı enerjisi tüketimleri hesaplanmıştır. Ayrıca işletmede yerinde yapılan incelemelerde üretim proseslerinde etkin izolasyon uygulamalarının

yapılmadığı görülmüştür. İşletmede termal radyasyon ile yaklaşık 0,66 MJ/kg ürün ısı enerji kaybedilmektedir. Bu nedenle bu sıcak yüzeylerin kaliteli (kimyasallara dayanımı yüksek) izolasyon maddeleri ile izole edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle işletmede buhar tüketimi, yakıt tüketimi, atık ısı miktarları ve atık baca gazı emisyonları minimize edilebilir.

Sıcak yüzeylerin izolasyonu uygulamaları birçok tekstil işletmesinde uygulanmaktadır. Bu tesislerde izolasyon uygulamaları için yapılacak yatırımın geri ödeme süresinin 3-5 yıl aralığında olduğu belirtilmektedir (EEAA, 1999). Ancak yatırımın geri ödeme süreleri ısı izolasyonu yapılacak makine sayısı, ısı enerji kayıpları, kullanılan izolasyon malzemesinin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle net bir geri ödeme süresi ön görülememektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması (İkinci düzey)

Endüstride üretim proseslerine temin edilen ısı enerji büyük bir bölümü banyoların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Üretim faaliyetleri neticesinde yüksek sıcaklıktaki boya banyoları atıksu kanalına verilerek uzaklaştırılmaktadır. Ayrıca doğalgaz ve kömürün yanma reaksiyonları sonucunda oluşan yüksek sıcaklıktaki atık gazlar da atmosfere verilerek uzaklaştırılmaktadır. Her iki durumda da önemli miktarda ısı enerji atık ısı formunda kaybedilmektedir. Bir çok tekstil işletmesinde temiz üretim uygulamaları kapsamında enerjinin verimli kullanımının sağlanması adına sıcak atık gaz ve atıksu akımlarından ısı geri kazanımı uygulamaları bulunmaktadır. İşletmelerde atık ısının geri kazanımında plakalı eşanjörler, ekonomizer ve atık ısı pompaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerin haricinde ısı borusu, borulu ekonomizerler ve yoğunlaştırıcı sistemler de kullanılmaktadır. Uygulamada başlıca itici güçleri enerji tasarrufu ve baca gazı emisyonlarında sağlanacak azalmalar oluşturmaktadır.

Çiçek Tekstil işletmesinde mevcut durum analizi kapsamında atık ısı miktarları hesaplanmıştır. İşletmede atık gaz emisyonları ile 0,81 MJ/kg ürün ve sıcak atıksu akımları ile 22 MJ/kg ürün ısı enerji kaybedilmektedir. İşletmede sıcak atıksu

akımlarından plakalı eşanjör sistemi ile atık ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Ancak işletmede atıksu akımlarının birleşik kanal sistemi ile toplanması nedeniyle atık ısı geri kazanımı performansı oldukça düşük olmaktadır. İşletmede plakalı eşanjörler ile atıksu akımlarından 6.963.486 MJ/yıl ısı geri kazanımı sağlanmaktadır. Sıcak atıksu akımlarından geri kazanılan spesifik ısı enerjisi miktarı 0,65 MJ/kg ürün dür. İşletmede ısı geri kazanımı performansının artırılmasında ısı pompası ve plakalı eşanjör sistemlerinin birlikte kullanılması gerekmektedir. Isı pompası ile ısı geri kazanımı 40 °C'den altındaki atıksu akımları için daha verimli olmaktadır. Plakalı eşanjör sistemleri ise 50 °C atıksu akımlarından ısı geri kazanımında daha verimli olmaktadır. Ayrıca işletmede atıksu akımlarının AGK/DGK'sı ile önemli miktarda ısı enerjisi geri kazanımı da sağlanacaktır.

İşletmede atık baca gazı emisyonları ile kaybedilen atık ısı ise geri kazanılmadan atmosfere verilmektedir. İşletmede atık baca gazı emisyonları yüksek ısı enerjisiye sahiptir. İşletmede atık gaz emisyonlarından ısı geri kazanımında kurutma proseslerinde ramözlerde ekonomizör uygulaması yapılabilir. Ayrıca atık baca gazı emisyonlarının geri kazanımında ise ıslak tutucu öncesinde ekonomizör, ısı borusu, eşanjör ve borulu ekonomizör uygulamaları ile atık ısı geri kazanımı yapılabilir. Ancak yapılan araştırmalara göre borulu ekonomizör uygulaması enerjinin büyük bir bölümünün geri kazanılmasında diğer uygulamalara göre daha verimli sonuçlar elde edilebilmektedir. Geri kazanılan enerji farklı amaçlar için kullanılabilir. Bunların başlıcaları; buhar kazanlarının besleme sularının ön ısıtılmasında, kazana beslenen havanın ön ısıtılmasında ya da banyoların ısıtılmasında kullanılabilir. Baca gazlarından ısı geri kazanımı uygulamaları ile emisyon değerlerinde de azalmalar sağlanabilmektedir. İşletmede atık gaz ve atıksu akımlarından ısı geri kazanımı ile toplam ısı enerjisi tüketiminde %1,2-1,3 oranında azalmalar sağlanabilir. Literatürde yer alan benzer tekstil işletmelerinde yapılan uygulamalarda tipik geri ödeme süresinin 1-5 yıl arasında olacağı belirtilmektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.5.4. Kimyasal değişimi ve minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Önterbiye ve boyama işlemlerinde ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılması ve kompleks oluşturucu maddelerin kullanımının engellenmesi (Birinci düzey)

Ön terbiye ve boyama işlemlerinde tekstil materyali üzerinde bulunan iyonların ve proses suyu içerisinde bulunan iyonların boyamada oluşturacağı olumsuz etkeleri maskelemek amacıyla kompleks oluşturucu (polifosfatlar, fosfonatlar, aminokarboksilik asitler) maddeler kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kompleks oluşturucu maddeler düşük biyodegradasyon ve ikincil kirlenme riskleri oluşturabilmektedir. Bu kimyasalların kullanımını azaltmak amacıyla daha iyi şekilde demir giderimi ve su yumuşatması yapılması gerekli olmaktadır.

Kompleks oluşturucu maddelerin kullanımında azalmalar sağlanmasında ağartma işlemlerinden önce tekstil materyalinden demirin uzaklaştırılmasına yönelik kuru proses uygulamaları, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler kullanılabilir. Diğer bir seçenek ise proses sularından toprak alkali kasyonların ve geçiş metali iyonlarının giderilmesidir. Kompleks oluşturucu maddelerin kullanımı şart olduğu durumlarda (yani bu iki seçeneğin uygulanmadığı şartlar) ikame kimyasallar olan poliakrilatlar, modifiye polisakkarit ve poliakrilatmaleik asitler, hidrokarboksilik asitler, karboksilatlar, şeker-akrilik asitler ve kopolimerleri kullanılabilir. İkame kimyasalların maliyetleri geleneksel kompleks oluşturucu maddelere nazaran aynı ya da biraz yüksektir. Ancak bazı durumlarda daha maliyetli de olabilmektedir. Kompleks oluşturucu maddelerin kullanımının azaltılması veya değişimi ile sağlanacak başlıca faydalar;

- Atıksularda N ve P konsantrasyonları azaltılabilir.
- Atıksuların biyolojik parçalanabilirliği artırılabilir.
- Atıksu arıtma çamurunda ağır metallerin yeniden harekete geçme riskleri azaltılabilir.

Çiçek Tekstil işletmesinde ön terbiye işlemlerinde kumaştan demirin uzaklaştırılması ile sağlanacak başlıca faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Boya formülasyonlarının dozlanması-dağıtımında boya sayısının azaltılması ve otomatik dozlama-dağıtım sistemlerinin kullanılması (Birinci düzey)

Tekstil boyahanelerinde otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikroişlemci kontrolündeki dozlama sistemlerinde kimyasallar sabit veya değişken oranlara göre otomatik olarak ayarlayabilmektedir. Ayrıca flottelerin tam zamanında hazırlanması için de otomatik sistemler mevcuttur. Bu sistemlerde flotte alımları ve ürün miktarının on-line ölçümü ile, tam gereken kadar flotte hazırlanabilmekte veya kimyasal ilavesi yapılabilmektedir. Böylece kimyasal kayıpları ve atıksuların taşıdığı kimyasal yükler minimize edilebilmektedir. Bazı kimyasal dozlama sistemlerinde kimyasallar karıştırılmamakta ve boyama esnasında ayrı kimyasal ve boyarmadde hatlarından yapılan dozlamalar ile flotteler hazırlanabilmektedir. Bu sayede boru hattı ve tankların yıkanması da gerekmemektedir.

Toz boyarmaddelerin dozlanmasında da otomatik dozlama sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde çok düşük miktardaki (0,8 gr gibi) toz boyarmaddeler de dozlanabilmektedir. Reçete hazırlama ve laboratuvar işlemlerinde de otomatik dozlama sistemleri kullanılabilir. Özellikle çektirme yöntemine göre boyamalar için gerekli tüm laboratuvar işlemleri pratik olarak ve manüel müdahale gerektirmeden tam otomatik sistemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemler dünyada birçok boyahane başarıyla uygulanmaktadır. Tekstil işletmelerinde otomatik dozlama sistemlerinin kullanılması ile sağlanabilecek başlıca faydalar aşağıda özetlenmiştir.

- Kimyasal tüketiminde tasarruflar sağlanır.
- Kimyasal kayıpları minimize edilebilir.
- Boyahane-laboratuvar koordinasyonu artırılabilir.
- Proses atıksularının kimyasal yükü azaltılır.
- Çalışma ortamı güvenliği ve kalitesi artırılır.

- Kimyasal dökülmeleri engellenebilir ve bu sayede tehlikeli atık miktarları da azaltılabilir.
- Üretim verimliliği artırılır.
- Tek seferde doğru boyama tekniklerinin uygulaması kolaylaşır, böylelikle tekstil atığı miktarları ve kaynak kullanımları minimize edilebilir.

Çiçek Tekstil işletmesinde özellikle HT-over flow boyama makinelerinin büyük bir bölümünde otomatik kimyasal dozlama sistemleri bulunmaktadır. Ancak dozlama sistemlerinin yüksek kimyasal gereksinimi olan proseslerde de kullanılması gerekmektedir. Bu sayede kimyasal tüketiminde tasarruflar ve atıksuların KOİ yükünde önemli azalmalar sağlanabilir. Diğer taraftan boyahane-laboratuvar koordinasyonunun artırılması ve bakım-onarım uygulamaları kapsamında laboratuvarda reçetelerin hazırlanmasında kullanılan cihazların rutin kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca laboratuvarda reçetelerin hazırlanmasında da otomatik sistemlerin kullanılması işletmenin kimyasal kayıplarının azaltılmasında etkili olacaktır.

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan tüm kimyasalların MSDS'leri incelenmiş ve 74 kimyasal için (19 yardımcı kimyasal ve 55 boyarmadde olmak üzere) kimyasal değişimi önerilmiştir. Bu kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değişimi atıksuların KOİ yükü, toksisitenin azaltılmasında ve biyolojik degradasyonunun artırılmasında etkili olacaktır. Diğer taraftan benzer şekilde reçetelerin optimizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Reçetelerin optimizasyonunda daha az yardımcı kimyasal gerektiren boyarmaddelerin tercih edilmesi ve boyarmadde sayısının azaltılması uzun vadede önemli tasarruflar sağlayacaktır. Benzer işletmelerde otomatik kimyasal hazırlama ve dozlama sistemlerinin kurulması, reçete optimizasyonu, kimyasal değişimi uygulamaları ile kimyasal tüketiminde %20-50 oranında ve atıksuların kimyasal yükünde %30-50 oranında azalmalar sağlanabilmektedir. Uygulamada geri ödeme süresi yaklaşık 2 yıl olmaktadır (Kalliala ve Talvenmaa, 2000; DEPA, 2008; LCPC, 2010). Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Terbiye atıksularından kostik geri kazanımı (TSEKÖKT'e göre zorunlu)

Merserizasyon işlemi sırasında, pamuk iplik ve dokuma kumaşlar için kısa süreli olarak yoğun kostik çözeltisi içersinde muamele edilmektedir. Daha sonra tekstil materyali kostiğin uzaklaştırılması için durulanmaktadır. Bu durumda durulama suyu seyreltik kostik çözeltisi haline gelmekte ve buharlaştırma yöntemi ile derişik hale getirilebilmektedir. Lif parçacıkları ve safsızlıkları ile diğer partiküllerin uzaklaştırılmasından sonra seyreltik kostik çözeltisi buharlaştırılarak derişik hale getirilebilmektedir. Buharlaştırma adımından sonra ek olarak bir safsızlaştırmaya gerek olabilmektedir. Bu safsızlaştırma tekniğı kirlilik yüküne bağılı olarak basit çöktürme ya da hidrojenperoksit enjeksiyonu ile oksidasyon/yüzdürme tekniğı olabilmektedir. Atıksudan kostik geri kazanımı ile atıksuyun alkali yükü azalmakta ve nötralizasyon için kullanılan asit miktarı azaltılabilmektedir. Buharlaştırma yöntemi ile kostik geri kazanımı yöntemi mevcut ve yeni kurulmakta olan tesislerde uygulanabilmektedir. Ancak buharlaştırma işlemi sayısı arttıkça enerji tüketimi de fark edilir şekilde artmaktadır. Yatırım maliyeti ise tesisin büyüklüğüne ve safsızlaştırma tekniğıne bağılıdır.

Çiçek Tekstil işletmesinde merserizasyon işlemi yoğun şekilde yapılmamaktadır. Ancak kimyasal tüketimi dağılımı incelendiğinde tüm kimyasal madde tüketimi içerisinde %14 pay kostik kimyasalına aittir. Kostik geri kazanımı ile kostik tüketiminde, atıksu kirlilik yükünde önemli azalmalar sağlanabilir. Kostik geri kazanımı buharlaştırma ve membran filtrasyon yöntemleri ile sağlanabilmektedir. Buharlaştırma yöntemi membran filtrasyon yöntemlerine nazaran daha düşük maliyete sahiptir. Ancak işletmede hali hazırda RO membran tekniklerinin kullanılması ve atıksuların AGK'sında da daha performanslı olan bu teknikler önerilmiştir. Dolayısı ile işletmede sağlanacak toplam faydalar düşünüldüğünde kostik geri kazanımında da membran filtrasyon tekniklerinin tercih edilmesinin daha avantajlı olacağı öngörülmektedir. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.5.5. Boru sonu uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulaması (İkinci düzey)

Tekstil atıksuları yüksek kimyasal içeriğe sahip, toksik, biyolojik olarak kolay bozunmayan sert bir karaktere sahiptir. Tekstil atıksularının toplam KOİ yükünün %30-70'i kasar proseslerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kullanılan boyarmaddelere bağlı olarak tekstil atıksularının KOİ yükü 1000-15000 mg/L aralığında değişmektedir. Boyama, terbiye ve baskı işlemlerinde oluşan tekstil atıksularının da KOİ yükleri oldukça yüksek seviyede olmaktadır. Bu durum tekstil atıksularının çoğu zaman ileri oksidasyon prosesleri ile arıtımını gerektirmektedir. Biyolojik olarak zor parçalanan haşıl maddelerinin bulunduğu haşıl sökme flotteleri ve kullanılmış boyama flotteleri özel bir reaktörde 100-130 °C'da ve yaklaşık 3 bar basınçta (maks. 5 bar) yapılan bir oksidasyon işlemi ile arıtılabilmektedirler. Bu proses, "ısı fenton prosesi" olarak adlandırılmaktadır. Bekleme süresi, uygulanan sıcaklık ve basınç ile arıtılacak atık suyun içerisindeki bileşiklerin kimyasal özelliklerine bağlı olarak, %70-85'lik bir KOİ uzaklaştırma etkinliği sağlanmaktadır. Biyolojik arıtma öncesi ileri oksidasyon uygulaması ile KOİ gideriminde %95 ve renk gideriminde %90 giderim verimi elde edilebilmektedir. Oksidasyon tekniği, hem yeni hem de mevcut tesislere uygulanabilmektedir. Seçilen akımların ayrılması için (tercihen otomatik olarak) gerekli boru hatları ve dengeleme tanklarının yapılması gerekmektedir. Oksidasyon reaktörü ve kimyasal besleme tankları için yer gereksinimi önemsizdir ve bir kısıtlamaya neden olmamaktadır. Çiçek Tekstil işletmesinde MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri 4.2.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.6. İşletmede MET önerileri ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında proses spesifik girdi-çıktıları ve uygulanan teknik, teknoloji ve prosedürler incelenmiştir. Böylelikle işletme yetkilileri ile birlikte işletmede öncelikli MET önerileri belirlenmiştir. İşletmede temiz üretimin yapılandırılmasında sistematik ve istatistikî

metotlardan yararlanılarak işletme özelinde maksimum fayda-tasarruf sağlayacak nihai MET önerileri belirlenmiştir. Nihai MET önerilerinin işletmede uygulanması ile işletmenin teknik, çevresel ve ekonomik performansında sağlanacak faydalar-tasarruflar değerlendirilmiştir. Ayrıca yapılan değerlendirmede nihai MET önerilerinin işletmede uygulanması ile sağlanacak efektif toplam faydalar da belirlenmiştir. İşletmede belirlenen herhangi bir nihai MET önerisinin henüz hayata geçirilmemiş olması geri ödeme sürelerinin belirlenmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle nihai MET önerilerinin tahmini geri ödeme süreleri literatürde yer alan benzer işletme uygulamalarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

4.2.6.1. Proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri beş başlık altında toplanabilir. Bunlar iyi yönetim uygulamaları, su ve enerji tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu, kimyasal tüketiminin optimizasyonu ve değişimi, boru-sonu arıtım uygulamalarıdır. İyi yönetim uygulamaları kapsamında işletmede çevre yönetim sisteminin yapılandırılması/kurulması, önleyici ve etkin bakım-onarım ve temizlik faaliyetleri, kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması nihai MET önerilerinde bulunulmuştur. İşletmede hali hazırda yapılandırılmış bir çevre yönetim sistemi bulunmamaktadır. Ancak çevre yönetim sisteminin gerekliliklerini sağlama konusunda çeşitli uygulamaların yapıldığı belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede su, enerji ve kimyasal tüketimleri prosesler bazında olabildiğince izlenmekte ve kayıtları tutulmakta ve işletme sürdürülebilir üretim konusunda bazı uygulamalara, vizyona sahiptir. Bu nedenle çevre yönetim sisteminin yapılandırılması işletmeye teknik, çevresel ve ekonomik faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. İşletmede iyi yönetim uygulamaları kapsamında önerilen nihai MET önerilerinden bir diğeri önleyici bakım-onarım ve etkin temizlik uygulamalarıdır. İşletmede bu uygulamalar ile su tüketimi ve atıksu miktarları yaklaşık %3-6 oranında azaltılabilir. Ayrıca üretim verimliliğinde önemli iyileşmeler sağlanacaktır.

İşletmede mevcut izleme ve kontrol uygulamalarında özellikle teknolojik ve elektronik izleme sistem/cihazların kullanımı ile daha verimli hale getirilmesi

önerilmektedir. Ayrıca işletmede kaynak tüketimlerinin prosesler bazında izlenmesinin yanında proses çıktılarının da rutin analizler ile izlenmesi-kontrolü ve kayıtlarının tutulması gerekmektedir. Bu durum işletmede iyi yönetim uygulamaları kapsamında önerilen kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanmasında ve çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasında oldukça önemlidir. Bu sayede işletmede diğer nihai MET önerilerinin uygulanması kolaylaşırken, proseslerin her açıdan değerlendirilmesi, teknik-ekonomik-çevresel performansların değerlendirilmesinde de önemli faydalar sağlanabilir. İyi yönetim uygulamaları kapsamında sunulan nihai MET önerileri işletmede temiz üretimin yapılandırılması ve bununla birlikte sürekliliğinin sağlanmasında kilit rol üstlenmektedir. İşletmeye sunulan iyi yönetim uygulamaları ile su tüketimi %3-5, atıksu miktarları %3-6 oranında azaltılabilir.

İşletmeye su tüketimin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında proses atıksuların AGK ve DGK'sı önerilerinde bulunulmuştur. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi çalışmalarında tüm proses suyu akımlarından ve kompozit atıksulardan numuneler alınarak pH, iletkenlik, KOİ, AKM, renk parametreleri analiz edilmiştir. Buna göre işletmede proses atıksularının AGK ve DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. İşletmede durulama/yıkama atıksularının AGK/DGK'sı ile su tüketimi %37-40 oranında ve atıksu miktarları %38-43 oranında azaltılabilir. Kompozit atıksuların KOİ yükü ise %8-10 oranında azaltılabilir. Uygun boya banyolarının AGK/DGK'sı ile işletmede su tüketiminde %9-10 oranında tasarruflar sağlamak mümkündür. Diğer taraftan atıksu miktarları ve KOİ yükünde sırasıyla %10-13 ve %8-10 azaltılabilir. İşletmeye su tüketimi optimizasyon/minimizasyon uygulamaları ile toplam su tüketimi ve atıksu miktarları sırasıyla %46-50 ve %48-56 azaltılabilir. Diğer taraftan kompozit atıksuların KOİ yükü %16-20 oranında azaltılabilir.

İşletmeye önerilen tüm nihai MET önerilerinin uygulanması ile işletmenin toplam su tüketimi %49-55 ve atıksu miktarları %51-62 oranında azaltılabilir. Kompozit atıksuların KOİ yükü ise %29-55 oranında azaltılabilir. Çizelge 4.107'de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar sunulmuştur. İşletmede su-atıksu maliyetlerinin 0,4-0,5 TL/ton olarak hesaplanmıştır. Buna göre işletmede sağlanacak mali tasarrufun 377.005-471.257 TL/yıl olacağı hesaplanmıştır.

4.2.6.2. Enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İşletmede enerji tüketimi ve atık gaz emisyonlarının azaltılmasında iyi yönetim uygulamaları ve su ve enerji optimizasyon/minimizasyon uygulamaları etkili olmaktadır. İyi yönetim uygulamaları ile işletmede toplam enerji tüketimi %3-6 ve atık gaz emisyonları %3-6 oranında azaltılabilir. Ayrıca işletmede proses atıksularının AGK/DGK'sı uygulamaları ile atık banyoların ısı enerjisinden yararlanıldığından enerji tüketiminde %2-8 ve atık gaz emisyonlarında %2-10 azalmalar sağlamak mümkündür. İşletmede enerji tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında sıcak yüzeylerin izolasyonu ve atık gaz-atıksu akımlarından ısı geri kazanımı teknikleri önerilmiştir. Bu uygulamaların işletmede yapılandırılması ile enerji tüketiminin %9-15 ve atık gaz emisyonlarının %10-20 oranında azaltılması mümkündür. Ayrıca tüm nihai MET önerilerin işletmede uygulanması ile toplam enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının sırasıyla %14-29 ve %15-36 azaltılması mümkündür. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında yıllık ısı enerjisi maliyetleri %19 oranında azaltılabilir. Çizelge 4.107'de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak fayda/tasarruf oranları verilmiştir.

4.2.6.3. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede prosesler bazında spesifik kimyasal tüketimleri belirlenmiştir. Ayrıca literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletme verileri ile Çiçek Tekstil işletmesinin spesifik kimyasal tüketimleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ancak işletmede kimyasal tüketiminin optimizasyonu için hali hazırda uygulanan teknikler nedeniyle işletmenin spesifik kimyasal tüketimi benzer tekstil işletmelerine nazaran daha düşüktür. Bunda işletmede kullanılan makinelerin büyük bir bölümünde otomatik dozlama ve izleme sistemlerinin kullanılıyor olması etkili olmaktadır. Ancak işletmeye kimyasal tüketiminin optimizasyonu ve değişimi MET önerileri kimyasal tüketiminin daha da minimize edilebilmesi mümkündür.

Kimyasal tüketiminin minimizasyonu kapsamında işletmeye asidik demineralizasyon uygulamaları ile demirin uzaklaştırılması ve böylece kompleks oluşturu kimyasalların kullanımından kaçınmak, kostik geri kazanımı ve otomatik hazırlama ve dozlama sistemlerinin kurulması önerilerinde bulunulmuştur. Özellikle otomatik dozlama sistemleri işletmede hali hazırda uygulanıyor olsa da işletme genelinde yaygınlaştırılması önemli ölçüde kimyasal tasarrufu sağlayacaktır. Kostik geri kazanımı uygulamaları TSEKÖKT uyarınca tek zorunlu MET önerisidir. Bu nedenle tercih edilmiştir. Ancak işletmede yalancı mersevizasyon uygulamalarının yapılması nedeniyle kostik geri kazanımı verimli olmayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda başlıca verimsizliği ödeme süresinin uzun olması (yatırımın yüksek olması ve geri kazanılacak kostik miktarının düşük olması nedeniyle) oluşturmaktadır.

Çiçek Tekstil işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan kimyasalların potansiyel çevresel riskleri incelenerek kimyasal değişimi gereken 74 (19 yardımcı kimyasal ve 55 boyarmadde olmak üzere) adet kimyasal belirlenmiştir. İşletmede bu kimyasalların değişimi ile atıksuların toksik özellikleri azaltılacaktır. İşletmede kimyasal optimizasyonu ve değişimi uygulamaları ile kimyasal tüketimi ve atıksuların KOİ yükü sırasıyla %6-14 ve %10-25 oranında azaltılabilir. Çizelge 4.107'de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel fayda/tasarruf oranları verilmiştir.

4.2.6.4. Katı atık miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İşletmede katı atık miktarlarının minimizasyonunda üretim verimliliğine katkı sağlayan MET önerileri etkili olmaktadır. Bu kapsamda prosesler bazında izleme-kontrol, etkin bakım-onarım, çevre yönetim sisteminin yapılandırılması uygulamalarının etkili olacağı belirlenmiştir. Bu uygulamalar ile özellikle deşe atık miktarlarında %5-15 oranında potansiyel azalmalar öngörülmektedir. Ayrıca önleyici bakım-onarım uygulamaları ve kimyasalların depolanması, otomatik dozlama sistemlerinin kullanılması ile toplam tehlikeli atık miktarında da önemli oranda minimizasyon sağlanabilir. Çizelge 4.107'de işletmede MET uygulamaları ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar verilmiştir.

4.2.6.5. İşletmede MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesi

Tekstil endüstrisinde MET önerileri ile sağlanabilecek faydalar işletmenin mevcut üretim yapısı ve durumuna bağlı olarak değişmektedir. Benzer şekilde yatırım maliyetleri ve geri ödeme süreleri de farklı olmaktadır. Çiçek Tekstil işletmesinde belirlenen MET önerilerinin uygulanması ile sağlanabilecek potansiyel faydalar yapılan hesaplamalar ile değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ancak iyi yönetim uygulamaları kapsamında sunulan MET'ler, kimyasal değişimi, su, kimyasal 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 sağlanan potansiyel faydalar ve geri ödeme süreleri belirlenmiştir (Çizelge 4.106). Böylelikle Çiçek Tekstil işletmesinde tam olarak hesaplanamayan potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süresi değerleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca işletmede su-atıksu, kimyasal, enerji spesifik maliyetleri belirlenerek uygulama ile işletmeye sağlanacak potansiyel ekonomik kazanımlar belirlenmiştir. Buna göre proses suyu ve atıksu minimizasyonu ile yıllık proses suyu-proses atıksuyu maliyetlerinde %45-49 oranında, enerji tüketimi minimizasyonu ile yıllık enerji tüketimi maliyetlerinde %19-22, ve kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile yıllık kimyasal tüketimi maliyetlerinde %28-32 tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır. İşletme özelinde belirlenen nihai MET önerilerinin uygulanması ile işletmenin yıllık üretim maliyetleri ortalama %30 oranında azaltılabilir. Buna göre işletmede nihai MET önerilerinin tümünün uygulanması ile üretim maliyetlerinde sağlayacağı tasarruflar çizelge 4.107'de verilmiştir.

Çizelge 4.106. Çeşitli MET’lerin potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süreleri

Temiz üretim önerileri	Potansiyel fayda/tasarruflar				Geri ödeme süresi (ay)	Referans
	Su tüketimi (%)	Enerji tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	KOİ yükü (%)		
Etkin bakım-onarım, temizlik ve kaçak kontrolü uygulamaları	1-6	1-5	2	- ^a	1-2	Greer vd., 2010; Kar vd., 2012; UNIDO, 2012; Greer vd., 2013
Proses sularının tekrar kullanımı	6-21	1-3	-	-	1-10	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Boya banyolarının tekrar kullanımı	35	30-57	10-15	33-35	13-20	USEPA, 1996; Petek ve Glavic, 1996; EEAA, 1999
Sıcak atık sulardan ısı geri kazanımı uygulamaları	-	2-12	-	-	2-7	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
İzleme-kontrol ve izolasyon uygulamalarıyla buhar kazanlarının verimliliğinin geliştirilmesi	1-5	1-3 ^b	-	-	4-9	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Buhar kaçaklarının önlenmesi, buhar vanaları ve hatlarının bakım-onarımı uygulamaları	0,1-1	0,3-5	-	-	2-6	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Ekipman ve tankların izolasyonu uygulamaları	-	1-3	-	-	6-10	Greer vd., 2013
Sıcak atık gazlardan ısı geri kazanımı uygulamaları	-	0,7-6	-	-	7-18	Greer vd., 2013
Buhar vanaları ve sisteminin bakım-onarımı	-	1-4	-	-	-	Kar vd., 2012
Yıkama sularının tekrar kullanımı	9-12	-	-	-	4-26	Kar vd., 2012
Boru, vana, valflerin izolasyonu	-	0,4-0,5	-	-	11	Greer vd., 2010; Kar vd., 2012
Kurutma ünitelerinden ısı geri kazanımı	-	20	-	-	2-8	Kar vd., 2012
Ters yıkma metotlarının kullanılması	-	3,3	-	-	4	EEAA, 1999
Otomatik kapatma vanalarının kullanılması	1,5	10	-	-	10	EEAA, 1999
Buhar hatlarının izolasyonu	-	4	-	-	4	EEAA, 1999
Buhar vanaları ve valflerin değişimi, etkin bakım-onarımı uygulamaları	-	5-10	-	-	1	EEAA, 1999
Verimli laboratuvar-boyahane koordinasyonu	-	-	10	-	17	UNIDO, 2012
İyon değiştiricilerin optimizasyonu	5-10	-	-	-	-	AIG, 2012
Otomatik kimyasal hazırlama ve dağıtım sistemleri kullanımı	-	-	11-20	30-50	-	USEPA, 1996; LCPC, 2010
Reçete optimizasyonu ve kimyasal tüketiminin izlenmesi	-	-	20-50	30-50	13-24	LCPC, 2010

^aVeri mevcut değildir ^bElektrik enerjisi tasarruf oranlarını göstermektedir

Çizelge 4.107. İşletmede belirlenen MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel fayda/tasarruf oranları

MET Önerileri	Potansiyel fayda/tasarruf oranları						
	Proses suyu tüketimi (%)	Enerji tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	Atıksu miktarları (%)	KOİ yükü (%)	Baca gazı emisyonu (%)	Katı atık miktarları (%)
İyi yönetim uygulamaları Çevre yönetim sistemi kurulması Prosesler bazında izleme ve kontrol Bakım-onarım ve temizlik faaliyetleri	3-5	3-6	2-5	3-6	- ^a	3-6	5-10
Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları Durulama/yıkama proses atıksularının geri kullanımı Boya banyolarının geri kullanımı	46-50	2-8	10-25	48-56	16-20	2-10	2-5
Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları İzolasyon uygulamaları Atıkgaz ve atıksu akımlarından ısı geri kazanımı	-	9-15	-	-	3-10	10-20	2-3
Kimyasal tüketimi minimizasyonu ve değişimi uygulamaları Kompleks oluşturu kimyasalların kullanımının engellenmesi Kimyasal değişimi Kimyasal hazırlama ve dozlamada otomasyon uygulamaları Terbiye atıksularından kostik geri kazanımı	-	-	6-14	-	10-25	-	1-5
Boru-sonu uygulamaları Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulaması	-	-	-	-	-	-	-
Genel toplamlar	49-55	14-29	18-44	51-62	29-55	15-36	10-23
Efektif toplamlar	43-51	11-26	16-39	45-52	26-48	12-32	8-18
Maliyet tasarruf oranları (ortalama)	45	19	28	49	35	22	13
^a Veri mevcut değildir							

4.3. Güvenç Boya San. Tic. Ltd.

4.3.1. Güvenç Boya mevcut durum analizi

Güvenç Boya işletmesi ağırlıklı olarak pamuklu-PES dokuma ve örme kumaş terbiye, boyama ve apre işlemleri yapan bir tekstil işletmesidir. İşletme 2012 yılı kapasite raporuna göre 7.067.250 kg/yıl kumaş kasarı ve 8.797.500 kg/yıl kumaş boyama kapasitesine sahiptir. Kumaş terbiye-boyama işlemleri HT-over flow prosesinde kontinü tekniklere göre gerçekleştirilmektedir. Bu proseste pamuklu-PES kumaşların reaktif, dispers ve indantren boyama işlemleri yapılmaktadır. İşletmede havlu, bornoz, bukle, kadife ve pike türü kumaşların terbiye-boyaması üretimin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Çizelge 4.108’de işletmenin üretim kapasitesine ait bilgiler sunulmuştur. Buna göre işletmenin toplam boyama kapasitesinin %71’ini reaktif, %9’unu indantren ve %20’sini dispers boyamalar oluşturmaktadır. Bu durum işletmede pamuklu kumaş terbiye-boyamasının daha ağırlıklı olduğunu göstermektedir.

Güvenç Boya işletmesi 2012 yılı içerisinde yeni yerleşkesine taşınmış ve makine parkında önemli değişiklikler yapmıştır. İşletme yeni yerleşkesinde üretim faaliyetlerine 2012 yılı Eylül ayında başlamıştır. Denizli İli Merkezi’nde yer alan işletme toplamda 15.584 m² (kapalı alan 9.500 m²) alana sahiptir. İşletmenin yerleşkesinde depolar, boyahane, idari binalar, kantin, makine bakım, atık biriktirme sahaları, kazan dairesi, otopark ve yeşil alanlar bulunmaktadır. İşletmede üç vardiya esasına göre çalışan yaklaşık 139 personel bulunmaktadır.

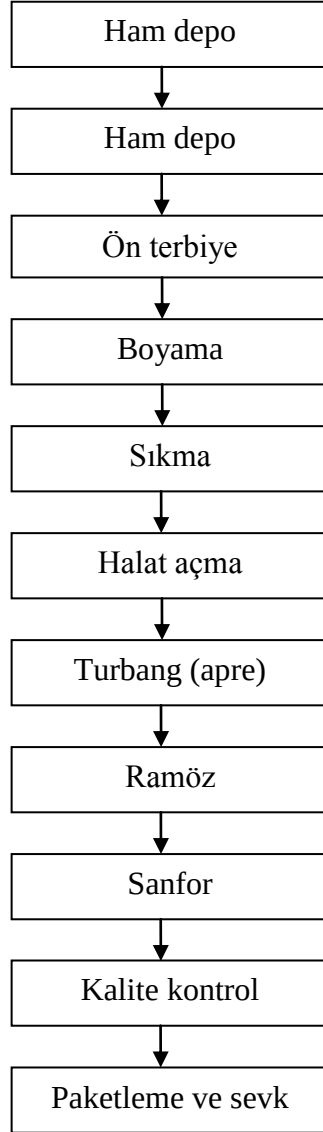
Çizelge 4.108. Güvenç Boya işletmesi kurulu üretim kapasitesi

Tesisin kurulu üretim kapasitesi	İşlem	Ortalama üretim kapasitesi miktarı (kg/yıl)
	Reaktif boyama	6.282.000
	İndantren boyama	785.250
	Dispers boyama	1.730.250
2012 yılı kapasite raporundan alınmıştır		

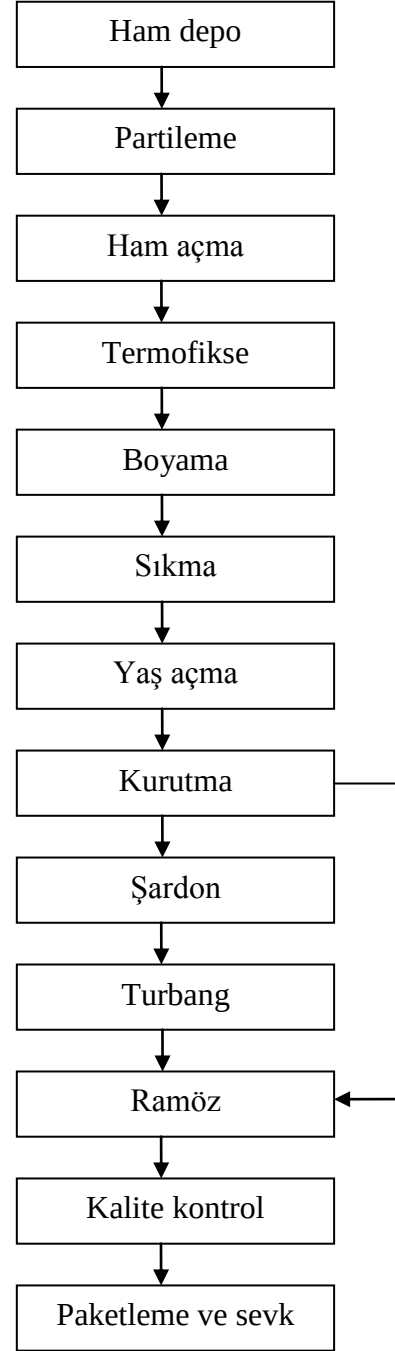
Güvenç Boya işletmesinde üretim yalnızca HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle yapılan incelemelerde ve

değerlendirmelerde tek bir proses akımı esas alınmıştır. İşletmede farklı hacimlerde olmak üzere toplam 25 adet HT-over flow boyama makinesi bulunmaktadır. HT-over flow boyama makineleri 10:1 flotte oranında çalışmaktadır. Bunun haricinde proseste ramözler, turbang ön kurutucular, hava yastık kurutucular, serbest kurutucular, santrifüj, tambur ve balon sıkma makineleri, halat açma, fulardlı kesme-sıkma makinesi, açık-en sanfor makinesi ve şardon makineleri bulunmaktadır. Şekil 4.42’de Güvenç Boya işletmesinin pamuklu ve PES kumaşların terbiye-boyaması için proses akım diyagramları verilmiştir. Stoksuz üretim prensibine göre çalışan işletmede lif türü-formu (dokuma-örme/pamuklu-PES) ve müşteri istekleri doğrultusunda hazırlanan üretim programlarına göre farklı üretim akış diyagramlarından bahsetmek mümkündür. İşletmede ham depodan alınan kumaşlar partileme (mal açma) işleminden geçirilmek suretiyle terbiye ve boyama makinelerinde işlem göreceği uygun hale getirilmektedir. Açılmış kumaşlar HT-over flow makinelerine beslenmektedir. Hazırlanan reçete ve iş akım prosedürlerine uygun şekilde ön terbiye işlemleri bu boyama makinelerinde tek banyoda gerçekleştirilmektedir. Boyama makinesine alınan pamuklu kumaşlar öncelikle kasar, enzim gibi ön terbiye işlemlerinden geçirilmektedir. Daha sonra ise boyama işlemi, yıkama, yumuşatma ve sıkma işlemleri yapılmaktadır. Halat formunda makineden çıkarılan kumaşlar yaş açma makinelerinde açık-en formuna getirilerek istiflenmektedir. Daha sonra kumaşlar ön kurutma makinesi olan turbanglara alınmaktadır. Burada silkeleme ve kızgın yağlı ön kurutma işlemi yapılmaktadır. Tam kurutma ve apre işlemleri için kumaşlar ramözlere sevk edilmektedir. Ramözde tam kurutmanın yanında kumaşlara en-boy stabilitesi, fiksasyon özellikleri kazandırılmaktadır. Ayrıca apre işlemleri de ramözlerin önünde bulunan fulardlarda yapılmaktadır. Ramözden alınan kumaşlar kalite kontrol makinesine sevk edilmekte ve ardından müşteriye gönderilmek üzere paketlenmektedir. PES kumaşlar için ise ham açma, termofikse, HT kazanında boyama, sıkma, yaş açma, kurutma, şardon, turbang, ramöz, kalite kontrol ve sevkiyat işlemleri sırasıyla uygulanmaktadır.

Pamuklu kumaş üretimi



PES kumaş üretimi



Şekil 4.42. Güvenç Boya işletmesi pamuklu ve PES kumaşlar için HT-over flow proses akım diyagramları

4.3.1.1. Güvenç Boya işletmesinde üretimde kullanılan lifler ve miktarları

Güvenç Boya işletmesi müşteri siparişleri doğrultusunda fason dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması ve apre işlemleri yapan bir tekstil işletmesidir. Pamuklu ve PES kumaşlar işletmenin üretiminde önemli paylara sahiptir. Bu kapsamda işletmede ağırlıklı olarak bornoz, havlu, bez, kadife, pike ve penye grubu dokuma/örme kumaşlar işlenmektedir. İşletmenin ham kumaş girdisini ipliği boyalı ya da ekru kumaşlar oluşturmaktadır. Stoksuz çalışma prensibine dayalı üretim yapan Güvenç Boya işletmesinde mevsimsel ve modadaki değişimlere bağlı olarak üretim miktarları da yıl içerisinde değişmektedir. Ancak işletmenin ev tekstili ağırlıklı üretiminde ise önemli bir değişim yaşanmamaktadır.

Güvenç Boya işletmesinde 2012 yılı içerisinde bir tesis değişikliği gerçekleştirilmiş ve bununla birlikte üretim proseslerinde değişiklikler/modifikasyonlar yapılmıştır. Bu nedenle işletmenin üretim miktarlarının belirlenmesinde işletmenin yeni tesisinde 2012 yılı Ekim-Kasım aylarında gerçekleştirilen üretimler esas alınmıştır. Bunun hacrinde işletmeye ait üretim ve kapasite raporlarından yararlanılarak teorik üretim miktarları (yıllık) hesaplanmıştır. Buna göre işletmede ham tekstil materyali bazında 401.000 kg/ay pamuklu kumaş (pike, bez, havlu vb.) ve 90.500 kg/ay PES kumaşların terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. Bu durumda işletmenin teorik üretiminin 6.238.270 kg/yıl olacağı hesaplanmıştır. Çizelge 4.109'da Güvenç Boya işletmesinde üretime alınan kumaş ve üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.109. Üretimde kullanılan tekstil materyalinin miktarları ve dağılımları (2012 yılı)

Tekstil materyali	^a Ortalama kumaş miktarı (kg/ay)	^b Ortalama teorik kumaş miktarı (kg/yıl)
PES örgü kumaş	90.500	1.148.654
Pamuklu havlu kumaş	200.000	2.538.462
Pamuklu bez kumaş	15.000	190.385
Pamuklu pike kumaş	6.000	76.154
Pamuklu örgü kumaş	40.000	507.692
Bukle	140.000	1.776.923
Kadife kumaş	- ^c	-
Toplam	491.500	6.238.270
^a 2012 yılı Ekim-Kasım ayları üretim verilerinden elde edilmiştir		
^b Teorik üretim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışmaya süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir		
^c Veri mevcut değildir ancak üretim miktarı pamuklu ve PES havlu kumaş üretimi içerisine dahil edilmiştir		

İşletmede üretim proseslerinin başlıca girdilerinden birini oluşturan tekstil materyallerinin miktarları incelendiğinde PES kumaşların %18 ve pamuklu kumaşların %82 oranında paylara sahiptir. Buna göre işletmenin üretiminde özellikle pamuklu örgü, havlu ve PES örgü kumaşların önemli paylara sahip olduğu görülmüştür. İşletmede toplam ham tekstil materyali içerisinde pamuklu kumaşlar içerisinde havlu kumaşlar %41, bukle %29, bez kumaşlar %3, pike kumaşlar %1, pamuklu örgü kumaşlar %8 paylara sahiptir. PES örgü kumaşlar ise ham tekstil materyalinin %18'ini oluşturmaktadır.

4.3.1.2. Güvenç Boya işletmesi üretim miktarları ve dağılımı

Güvenç Boya işletmesinde stoksuz çalışma prensibine göre müşteriden gelen dokuma-örme kumaşların terbiye, boyama ve apre işlemleri yapılmaktadır. İşletmede üretim sürecinde kumaşlardan parça kesimi ya da önemli fireler gerçekleşmemektedir. Bu nedenle üretime alınan kumaş miktarları ile üretim miktarları aynı olmaktadır. Güvenç Boya işletmesi üretim verilerine göre boyama miktarı 380.500 kg/ay ve beyaz renkli kumaş üretimi 111.000 kg/ay dır. Üretimin %77'sini renkli kumaşlar ve %23'ünü beyaz kumaşlar oluşturmaktadır. İşletmede terbiye ve boyaması yapılan renkli kumaşların (beyaz kumaşlar hariç) %21'ini PES örgü, %26'sını bukle, %3'ünü pamuklu bez, %1'ini pamuklu pike, %9'unu pamuklu örgü ve %40'ını pamuklu havlu kumaşlar oluşturmaktadır. Çizelge 4.110'da Güvenç Boya işletmesinde renkli ve beyaz kumaş üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.110. Güvenç Boya işletmesi üretim miktarları ve dağılımı (2012 yılı)

Tekstil materyali	Renkli kumaş üretim miktarı (kg/ay)	Beyaz kumaş üretim miktarı (kg/ay)	^aOrtalama toplam üretim miktarı (kg/ay)	^bOrtalama teorik üretim miktarı (kg/yıl)
PES örgü kumaş	80.500	10.000	90.500	1.148.654
Pamuklu havlu kumaş	150.000	50.000	200.000	2.538.462
Pamuklu bez kumaş	10.000	5.000	15.000	190.385
Pamuklu pike kumaş	5.000	1.000	6.000	76.154
Pamuklu örgü kumaş	35.000	5.000	40.000	507.692

Çizelge 4.110. (Devamı)

Tekstil materyali	Renkli kumaş üretim miktarı (kg/ay)	Beyaz kumaş üretim miktarı (kg/ay)	^a Ortalama toplam üretim miktarı (kg/ay)	^b Ortalama teorik üretim miktarı (kg/yıl)
Bukle	100.000	40.000	140.000	1.776.923
Toplam	380.500	111.000	491.500	6.238.270
^a 2012 yılı Ekim-Kasım ayları üretim verilerinden elde edilmiştir				
^b Teorik üretim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışmaya süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir				

4.3.1.3. Güvenç Boya işletmesinde kimyasal tüketiminin değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında kimyasal tüketimi ve terbiye-boyama prosesleri bazında dağılımı incelenmiştir. Yürütülen mevcut durum analizi çalışmalarında işletmenin 2012 yılı Ekim-Kasım aylarına ait kimyasal sarfiyat çizelgeleri incelenerek veriler derlenmiştir. İşletmede terbiye-boyama prosesleri başta olmak üzere temizlik, kazan dairesi, iklimlendirme sistemlerinde kimyasal tüketimleri gerçekleşmektedir. Terbiye, boyama işlemlerinde lif türü-formu, proses uzunluğu ve boyama yapılan renk tonuna bağlı olarak yardımcı kimyasalların ve boyarmaddelerin tüketimi değişmektedir. Kumaş terbiye-boyama proseslerinde yumuşatıcı, ıslatıcı, egalize maddesi, pH düzenleyici, kostik, ağartıcı, asitler, dispergatör, taşıyıcılar, peroksit, optik silika, kırık önleyici, stabilizatör, yağ sökücü ve iyon tutucu gibi kimyasallar yoğun olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyaması yapılan işletmede reaktif, dispers ve indantren boyarmaddeler kullanılmaktadır. Güvenç Boya işletmesinde kimyasalların hazırlanması, dağıtımı ve dozlanmasında otomatik sistemler kullanılmamaktadır. Ayrıca proses atıksularının geri kazanımı/tekrar kullanımı ve kimyasal geri kazanımı uygulamaları bulunmamaktadır. Bu durum işletmede kullanılan kimyasalların bir bölümünün kaybedilmesine neden olmaktadır. İşletmede kimyasal tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında kimyasal tüketiminin izlenmesi-kontrolü, otomatik dozlama sisteminin kurulması ve reçetelerin optimizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca proses atıksularının AGK/DGK'sı uygulamaları ile kimyasalların geri kazanım imkanlarının değerlendirilmesine de önemli ölçüde ihtiyaç duyulmaktadır. İşletmede tek bir üretim hattının bulunması ve dolayısı ile terbiye-boyama işlemlerinin HT-over flow makinelerinde gerçekleştirilmesi söz

konusu tekniklerin uygulanabilirliğini artırmaktadır. Böylelikle kimyasal tüketiminde önemli azalmalar sağlanırken işletmenin üretim verimliliği de benzer oranlarda artırılabilir. Ayrıca işletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında kullanılan yardımcı kimyasallar ve boyarmaddelerin MSDS'leri incelenmiştir. Böylelikle işletmede kullanılan kimyasalların potansiyel çevresel risk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda kimyasalların biyolojik degradasyon/eliminasyon oranları, LD₅₀, LC₅₀, EC₅₀ ve IC₅₀ konsantrasyonları incelenmiştir. Böylelikle işletmede riskli kimyasallar belirlenerek çevre dostu ikameleri ile değişimi önerilmiştir.

Kimyasal ve boyarmadde tüketiminin prosesler bazında dağılımı

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında kimyasal tüketimleri incelenmiştir. Buna göre işletmede ortalama 114.639 kg/ay yardımcı kimyasal ve 3.250 kg/ay boyarmadde tüketimi gerçekleşmektedir. İşletmede terbiye-boyama işlemleri HT-over flow proseslerinde sürekli çektirme tekniklerine göre yapılmaktadır. İşletmede tuz, kostik, peroksit, asetik asit ve yumuşatıcılar yoğun olarak kullanılmaktadır. Boyama işlemlerinde kullanılan boyarmaddelerin %77'sini reaktif, %14'ünü dispers ve %9'unu indantren boyarmaddeler oluşturmaktadır. İşletmede ağırlıklı olarak pamuklu dokuma ve örme kumaşların terbiye-boyama işlemlerinin yapılması nedeniyle yüksek reaktif boyarmadde tüketimi gerçekleşmektedir. PES kumaşların boyanması işlemlerinde kullanılan dispers boyarmaddeler ise boyamaya alınan PES kumaş miktarına bağlı olarak daha düşük bir paya sahip olmaktadır. Ayrıca işletmede üretime doğrudan katılmayan ancak diğer işlemlerde de (kazan temizliği, su yumuşatma, işletme temizliği vb.) çeşitli kimyasal maddelerin kullanımı mevcuttur. Ancak bu kimyasallara ait kayıtlara erişilememiştir. Çizelge 4.111'de işletmede kullanılan yardımcı kimyasal ve boyarmaddelerin miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.111. İşletmede kullanılan kimyasal maddelerin miktarları ve dağılımı
(2012 yılı)

Kimyasal maddeler/boyarmaddeler	^aOrtalama tüketim miktarı (kg/ay)	^bOrtalama teorik tüketim miktarı (kg/yıl)	Dağılım (%)
Boyarmaddeler			
Reaktif	2.500	31.731	77
İndantren	300	3.808	14
Dispers	450	5.712	9
Kimyasal maddeler			
Dispergator	11	140	<0,1
Egalizator	47	597	<0,1
Hidrosülfid	125	1.587	0,1
Islatıcı	752	9.545	0,7
Kostik	9.963	126.453	8,7
Oksalik Asit	238	3.021	0,2
Peroksit	9.582	121.618	8
Soda	22.467	285.158	20
Kombin kasar	785	9.963	0,7
Tuz	951	12.070	0,8
Tuz (sülfat)	17.528	222.471	15
Tuz (tasfiye)	27.500	349.038	24
Yağ sökücü	100	1.269	<0,1
Oksidasyon maddesi	21	267	<0,1
Anti-peroksit	42	533	<0,1
PES yıkama malzemesi	685	8.694	0,6
İyon tutucu	960	12.185	0,8
Tampon asit	888	11.271	0,8
Asetik asit	6.248	79.302	5,5
Kırık önleyici	55	698	<0,1
PES dispergator	346	4.392	0,3
Reaktif egalizator	966	12.261	0,8
Anti-statik	36	457	<0,1
Tampon asit	690	8.758	0,6
Yumuşatıcı	13.300	168.808	12
Stabilizör	353	4.480	0,3
Toplam	114.639	1.455.033	100
Toplam (tasfiyede kullanılan tuz hariç)	87.139	1.105.995	
^a 2012 yılı Ekim-Kasım ayları üretim verilerinden elde edilmiştir			
^b Teorik üretim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışma süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir			

Kimyasalların ve boyarmaddelerin spesifik tüketim miktarları

Güvenç Boya işletmesinde spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 233 gr/kg ürün ve spesifik boyarmadde tüketimi 9 gr/kg ürün dür. Boyarmadde tüketiminin hesaplanmasında işletmede beyaz renk kumaşlarda boyama işlemi yapılmaması sadece terbiye ve optik beyazlatma işlemlerinin yapılması nedeniyle spesifik

boyarmadde miktarının belirlenmesinde beyaz renk kumaş üretimi ayrı tutulmuştur. Ancak beyaz renkli kumaşlarda kimyasal madde kullanımı söz konusu olması nedeniyle spesifik kimyasal madde miktarının hesaplanmasında beyaz renk kumaşlar dahil edilmiştir. Çizelge 4.112’de işletmenin spesifik kimyasal tüketimleri verilmiştir.

Çizelge 4.112. İşletmede spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri (2012 yılı)

	Ortalama üretim miktarı (kg/ay)	Ortalama tüketim miktarı (kg/ay)	Spesifik tüketim (gr/kg ürün)
Boyarmadde	380.500 ^a	3.250	9 ^a
Kimyasal madde	491.500	114.639	233
^a Hesaplamalarda sadece renkli kumaş miktarları esas alınmıştır.			

Güven Boya işletmesinde kimyasalların dozlanmasında manüel teknikler kullanılmaktadır. Ayrıca kimyasal geri kazanımı uygulamaları bulunmamaktadır. Diğer taraftan prosesler bazında kimyasal tüketimi izlenmemektedir. Bu durum işletmenin kimyasal tüketimi ve atıksuların taşıdığı kimyasal yükün artmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda işletmede kimyasalların hazırlanması, dağıtımı ve dozlanmasında otomasyona dayalı sistemlerin kurulmasına, reçetelerin optimize edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca atıksu akımlarının AGK/DGK’sı gibi uygulamalar ile proses atıksuları içerisindeki kimyasalların geri kazanımı sağlanabilir. Diğer bir seçenek ise özellikle HT boyama makinelerinde çeşitli modifikasyonlar ile flotte oranlarının azaltılmasıdır. Bu sayede önemli kimyasal tasarrufları da sağlanabilir. Kimyasal tüketimi incelendiğinde işletmede özellikle su yumuşatma ünitesinde yüksek miktarda tuz kullanımı olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede su yumuşatma sisteminin optimizasyonu ve proses suyu geri kullanımı ile tuz tüketiminde önemli azalmalar sağlanabilir. Ayrıca terbiye-boyama proseslerinde daha kaliteli proses suyu kullanımı ile kimyasal tüketiminde tasarruflar sağlanabilir. Bu kapsamda işletmeye çeşitli MET’ler önerilmiştir.

İşletmede kullanılan çevresel açıdan riskli kimyasalların belirlenmesi

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan 198 adet kimyasalların MSDS'leri incelenmiş ve biyolojik degradasyon/eliminasyon oranları, akut ve sücut toksisite değeri (LD₅₀, LC₅₀, EC₅₀, IC₅₀) belirlenmiştir. Çizelge 4.7'de verilen kriterlerden yararlanılarak kimyasalların çevresel risk değeri değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu kapsamda işletmede insan sağlığı ve çevre açısından riskli 25 adet kimyasal (10 adet yardımcı kimyasal ve 15 adet boyarmadde olmak üzere) belirlenmiştir (Çizelge 4.113). Söz konusu kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değışimleri önerilmiştir. Böylelikle proses atıksularının biyolojik degradasyonu artarken ve toksisitesi azaltılabilir. Diğer taraftan işletmede kimyasal kullanımının şart olmadığı durumlarda kimyasal kullanımından kaçınmak ve işletmeye tedarik edilen kimyasalların seçiminde çevresel etkileri göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Çizelge 4.113. İşletmede çevresel açıdan riskli kimyasallar ve özellikleri

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
^b KM1	Sentetik yumuşatıcı	HT-over flow	Yağ asitlerinin kondenzasyon ürünü	- ^c	>%80	-		10-100	-	-	Sucul ortamda 10-100 mg/L konsantrasyonları balıklar için az toksiktir.
KM2	Ağartıcı	HT-over flow	C.I. Flourescent Brightener 113	12768-92-2	%10-25	>5000	-	100	1000	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür. 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM3	Dispergator	HT-over flow	Sülfonat	-	%30-70	>2000		>100			Biyolojik degradasyon oranı düşüktür. 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM4	Stabilizör	HT-over flow	Sodyum nitrit	7632-00-0	-	180	-	0,6-1,8	12-100	1230	Sucul ortamda 0,6-1,8 mg/L konsantrasyonları balıklar için toksiktir. Ayrıca 12-100 mg/L konsantrasyonu Daphina ve 1230 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları algler için toksik olabilir. Akut toksisitesi yüksektir.
KM5	Kostik soda	HT-over flow	Sodyum hidroksit	1310-73-2 8012-01-9	-	40	-	-	-	-	İnsan sağlığı (akut) 40 mg/L konsantrasyonları toksik etkiler gösterebilir.
KM6	Ağartıcı	HT-over flow	Sodyum hipoklorit	7681-529-9	-	12	-	-	-	-	İnsan sağlığı (akut) 12 mg/L konsantrasyonları toksik etkiler gösterebilir.

^aCAS No: Chemical Abstract Service Number
^bKimyasal maddelerin ticari adları gizli tutularak KM olarak adlandırılmıştır
^cVeri mevcut değildir

Çizelge 4.113. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM7	Apre kimyasalı (çapraz bağlayıcı)	HT-over flow	İmidazoline bileşikleri	504-75-6	>%20-70	-	-	>100	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda bahıklar için toksik olabilir.
KM8	Stabilizatör	HT-over flow	Doymuş alkol poliglolikol eter	68002-97-1	%21	-	-	>32	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 32 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda bahıklar için toksik olabilir.
KM9	Yumuşatıcı	HT-over flow	Izotridekanol, etoksilat, laktik asit	9043-30-5 10326-41-7	>%70	>2000	-	-	10-100	-	Sucul ortamda >10-100 mg/L Daphnia için toksiktir.
KM10	Optik ağartıcı	HT-over flow	Stilben disülfonik asit türevi	12768-91-1	%30-40	>5000	>2000	>1000	>100	>1000	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda bahıklar için toksik olabilir.
KM11	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Dispers Red 277	70294-19-8	%4	>2000	>2000	>100	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda bahıklar için toksik olabilir.
KM12	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Dispers Red 92	72363-26-9	%10	>2000	>100	>100	-	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda bahıklar için toksik olabilir.
KM13	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Black 5	17095-24-8	%10-25	>2000	-	>100	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda bahıklar için toksik olabilir.
^a CAS No: Chemical Abstract Service Number ^b Kimyasal maddelerin ticari adları gizli tutularak KM olarak adlandırılmıştır ^c Veri mevcut değildir											

Çizelge 4.113. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM14	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Blue 221	93051-41-3	%10-20	> 5000	-	-	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphnia için toksik olabilir.
KM15	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Red 195	93050-79-4	%10-20	> 5000	-	-	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphnia için toksik olabilir.
KM16	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Blue 21	12236-86-1	%10-20	> 5000	-	-	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphnia için toksik olabilir.
KM17	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Yellow 145	93050-80-7	%81	>5000	-	500	46	-	Sucul ortamda 46 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphnia için toksik olabilir.
KM18	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Red 222	93051-45-7	%10-20	> 5000	-	-	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphnia için toksik olabilir.
KM19	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Blue 250	93951-21-4	%10-20	> 5000	-	-	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphnia için toksik olabilir.
^a CAS No: Chemical Abstract Service Number ^b Kimyasal maddelerin ticari adları gizli tutularak KM olarak adlandırılmıştır ^c Veri mevcut değildir											

Çizelge 4.113. (Devamı)

Kimyasal madde	Kullanım amacı	Kullanılan proses	Kimyasal özellikler	^a CAS No	Biyolojik eliminasyon-degradasyon oranı	Toksikolojik özellikler					
						LD ₅₀ (Oral) mg/kg	LD ₅₀ (Dermal) mg/kg	LC ₅₀ (Balık) mg/L	EC ₅₀ (Daphnia) mg/L	IC ₅₀ (Alg) mg/L	Diğer özellikler
KM20	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Dispers Blue 60	12217-80-0	<%10	>5000	-	>100	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM21	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Dispers Blue 27	15791-78-3	<%50	>2000	-	>100	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM22	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Dispers Blue 56	12217-79-7	<%50	>2000	-	>100	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM23	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Bazik Red 46, asetik asit	12221-69-1 64-19-72	-	>1920	-	17-62	>300	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 17-62 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM24	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Bazik Red 46	89959-98-8	-	>2000	>3000	10-100	>1000	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 10-100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda balıklar için toksik olabilir.
KM25	Boyarmadde	HT-over flow	C.I. Reaktif Yellow 160	84000-63-5	<%70	>5000	-	>1000	>100	-	Biyolojik degradasyon oranı düşüktür ve 100 mg/L'den daha yüksek konsantrasyonları sucul ortamda Daphina için toksik olabilir.
^a CAS No: Chemical Abstract Service Number ^b Kimyasal maddelerin ticari adları gizli tutularak KM olarak adlandırılmıştır ^c Veri mevcut değildir											

4.3.1.4. Güvenç Boya işletmesinde su tüketiminin değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesi mevcut durum analizi kapsamında işletme su temin edilen kaynaklar, su miktarları ve kalitesi, prosesler bazında spesifik su tüketimleri belirlenmiştir. İşletmede su ihtiyacının karşılanmasında yeraltı su kaynaklarından yararlanılmaktadır. Hamsu miktarlarının belirlenmesinde işletmede mevcut su sayaçları ve debimetrelere ait kayıtlardan yararlanılmıştır. Ancak işletmenin yakın zaman önce yeni tesisinde faaliyetlerine başlamış olması nedeniyle 2012 yılı Ekim-Kasım aylarına ait verilerden yararlanılabilmektedir. Ayrıca derlenen bu verilerden yararlanılarak işletmenin yıllık ortalama su tüketimi değerleri hesaplanmıştır.

İşletmeye temin edilen hamsular katyonik iyon değiştirici reçinelerde yumuşatıldıktan sonra proses suyu olarak terbiye-boyama proseslerine ve buhar kazanlarına beslenmektedir. Bu sayede hamsuda sertliğe neden olan Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının terbiye, boyama ve diğer sıcak hatlarda neden olabileceği olumsuzluklar (terbiye ve boyama işlemlerinde hatalı boyamalar, sıcak hatlarda ise kazan taşı oluşumu ve korozyon problemleri) büyük ölçüde önlenmektedir. İşletmede terbiye-boyama prosesleri haricinde rejenerasyon ve tesis temizliği işlemlerinde de su tüketimi gerçekleşmektedir. Tesis temizliğinde tüketilen hamsu miktarları toplam su tüketiminden proses suyu ve evsel amaçlı su tüketimi değerleri çıkarılarak hesaplanmıştır. Evsel su tüketiminin belirlenmesinde ise işletmenin arıtma tesisinin projelendirilmesinde esas alınan birim su tüketimi değerleri esas alınmıştır. Buna göre işletmede hamsuyun %0,7'si tesis temizliği işlemlerinde ve %99'u proses suyu olarak tüketilmektedir. Ayrıca işletmede mevcut durum analizi kapsamında farklı tarihlerde hamsu ve proses sularından anlık numuneler alınarak karakterizasyonları yapılmıştır. Böylelikle işletmeye temin edilen hamsuyun kalitesi, hamsu yumuşatma sisteminin performansı, terbiye-boyama proseslerinde ve buhar üretiminde tüketilen proses suyu kalitesi değerlendirilmiştir.

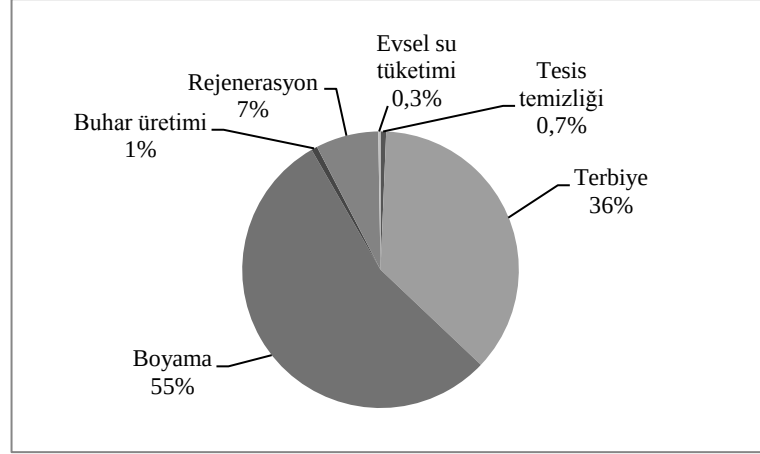
İşletmede su tüketimi ve prosesler bazında dağılımı

Güvenç Boya işletmesinde terbiye-boyama proseslerinde, buhar üretiminde, tesis temizliğinde, evsel amaçlı ve iyon değiştirici reçinelerin rejenerasyonunda su

tüketimleri gerçekleşmektedir. İşletmeye ortalama 56.681 ton/ay hamsu temin edilmekte ve bunun %91'i proses suyu olarak üretim proseslerinde tüketilmektedir. İşletmede proses suyunun %36'sı ön terbiye ve %55'i boyama ve son terbiye işlemlerinde tüketilmektedir. Ayrıca işletmede proses suyu tüketiminde buhar üretimi ve iyon değiştiricilerin rejenerasyonu işlemleri sırasıyla %1 ve %7 paylara sahiptir. İşletmede buhar kazanlarına günde yaklaşık 12 ton proses suyu beslenmekte ve 85 ton/gün buhar üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda işletmede buhar üretiminde kullanılan ortalama proses suyu 397 ton/ay olarak belirlenmiştir. İşletmede kondens sularının geri buhar kazanlarına beslenmesi ve işletmede kapalı buhar sistemi kullanılması buhar kazanlarına beslenen proses suyu miktarının düşük olmasında etkili olmaktadır. Ancak rejenerasyon atıksuları işletmede geri kullanılmamakta ve doğrudan arıtma tesisi kanalına verilerek uzaklaştırılmaktadır. Çizelge 4.114'de işletmede hamsu ve proses suyu tüketimleri verilmiştir. Şekil 4.43'de ise prosesler bazında hamsu tüketiminin dağılımı sunulmuştur.

Çizelge 4.114. Güvenç Boya işletmesinde ortalama su tüketimi miktarları (2012 yılı)

	Ortalama su tüketimi miktarı (ton/ay)	^aTeorik su tüketimi miktarı (ton/yıl)
Hamsu tüketimi	56.681	719.395
^b Tesis temizliği	371	4.709
Proses suyu tüketimi	56.310	714.687
^c Terbiye	20.641	261.984
^d Boyama	30.961	392.967
Buhar üretimi	397	5.039
Rejenerasyon	4.160	52.799
^e Evsel su tüketimi	150	1.904
^a Teorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışmaya süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir ^b Tesis yıkama suyu kullanımının belirlenmesinde evsel su tüketiminin işletmede kullanılan su miktarından çıkarılması suretiyle elde edilmiştir ^c Ön terbiye işlemlerinde tüketilen proses suyu miktarları ifade edilmektedir ^d Boyama ve son terbiye (yıkama/durulama ve yumuşatma) proseslerinde tüketilen proses suyu miktarlarını ifade etmektedir ^e Evsel su tüketimi teorik olarak hesaplanmıştır. Evsel su tüketiminde q_{evsel} 60 L/kişi-gün ve $q_{mut.fak}$ 20 L/kişi-gün; bir yıl çalışma süresi olarak 330 gün; yemek üretimi işçi sayısının 1,15 katı olarak kabul edilmiştir (Emer, 1997)		



Şekil 4.43. İşletmede hamsu tüketiminin prosesler bazında dağılımı (2012 yılı)

İşletmede prosesler bazında su tüketimleri incelendiğinde terbiye-boyama proseslerinin toplam su tüketiminde %81 paya sahip olduğu belirlenmiştir. Terbiye-boyama proseslerinde proses suyu tüketimini belirleyen faktörlerin başında işlem gören lif türü-formu ve boyama yapılacak renk tonu gelmektedir. Pamuklu dokuma/örme kumaşların açık ve koyu renk terbiye-boyamasında sırasıyla 10 ve 14 banyo kullanılmaktadır. PES dokuma/örme kumaşların açık ve koyu renk terbiye-boyama işlemlerinde ise sırasıyla 5 ve 3 banyo kullanılmaktadır. Bu kapsamda işletmede PES ve pamuklu dokuma-örme kumaş terbiye-boyamasında proses suyu tüketimi değerleri belirlenmiştir. Bu değerler işletmede uygulanan çalışma programları, uygulanan reçetelerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Buna göre pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiye-boyamasında toplam proses suyunun sırasıyla %73 ve %26'sı tüketilmektedir. Bunun nedeni pamuklu kumaşların işletmenin üretiminde önemli paya sahip olması ve terbiye-boyama proseslerinin daha uzun (banyo sayısı fazla) olmasıdır. Çizelge 4.115'de Güvenç Boya işletmesinde pamuklu ve PES kumaşların terbiye-boyamasında proses suyu tüketimi değerleri sunulmuştur. Buna göre özellikle pamuklu kumaşların yıkama/durulama işlemlerinde proses suyu tüketiminin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bunun başlıca nedeni açık-koyu renk kumaşların yıkama/durulama işlemlerinde banyo sayısının fazla olmasıdır. Bu nedenle söz konusu proses atıksularının AGK/DGK'sı ile proses suyu tüketiminin önemli ölçüde azaltılabileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.115. Güvenç Boya işletmesinde PES ve pamuklu kumaş terbiye-boyamasında proses suyu tüketimleri (2012 yılı)

Proses/işlem	Ortalama su tüketimi (ton/ay)	^a Teorik su tüketimi (ton/yıl)
Ön terbiye (PES kumaş)	3.540	44.931
Boyama (PES kumaş)	6.880	87.323
Yumuşatma (PES kumaş)	3.341	42.405
Kasar (pamuklu kumaş)	6.880	87.323
Enzim (pamuklu kumaş)	6.880	87.323
Boyama (pamuklu kumaş)	6.880	87.323
Yıkama (pamuklu kumaş)	13.762	174.672
Yumuşatma (pamuklu kumaş)	3.440	43.662
Toplam	51.603	654.961
^a Teorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışma süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir		

Spesifik su tüketimi değerleri

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik hamsu ve proses suyu tüketiminin 115 L/kg ürün olduğu belirlenmiştir. Ön terbiye ve boyama işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimi sırasıyla 42 ve 63 L/kg ürün dür. Boyama ve son terbiye işlemlerinde spesifik proses suyu tüketiminin yüksek olmasında özellikle yıkama/durulama işlemlerinde banyo sayısının yüksek olması etkili olmaktadır. Buhar üretiminde ve rejenerasyon işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimleri sırasıyla 0,8 ve 9 L/kg ürün dür. Buhar üretiminde kazan besleme suyu spesifik miktarlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunda kondens sularının geri kullanımının yapılması ve kapalı buhar sisteminin kullanılması etkili olmaktadır. Ayrıca işletmede makinelerin, tesisatların ve cihazların yeni olması nedeniyle kaçak/kayıpların oldukça düşük seviyede olması da etkilidir. Bu nedenle sadece buharlaşma ve flaşlar ile kaybedilen buhar kadar buhar kazanlarına besi suyu ilavesi gerekmektedir. Çizelge 4.116’da işletmede prosesler bazında spesifik su tüketimleri verilmiştir.

Çizelge 4.116. İşletmede hamsu ve proses suyu spesifik tüketimleri (2012 yılı)

	Ortalama su tüketimi miktarı	Ortalama üretim miktarı/alan/personel	Ortalama spesifik su tüketimi
Hamsu tüketimi	56.681 ton/ay	491.500 kg/ay	115 L/kg ürün
^a Tesis temizliği	371 ton/ay	9.500 m ²	1,5 L/m ² -gün
Proses suyu	56.310 ton/ay	491.500 kg/ay	115 L/kg ürün
^b Terbiye	20.641 ton/ay	491.500 kg/ay	42 L/kg ürün
^c Boyama	30.961 ton/ay	491.500 kg/ay	63 L/kg ürün
Buhar üretimi	397 ton/ay	491.500 kg/ay	0,8 L/kg ürün
Rejenerasyon	4.160 ton/ay	491.500 kg/ay	9 L/kg ürün
^d Evsel su tüketimi	150 ton/ay	139 kişi	42 L/kişi-gün
^a Tesis yıkama suyu kullanımının belirlenmesinde evsel su tüketiminin işletmede kullanılan su miktarından çıkarılması suretiyle elde edilmiştir ^b Ön terbiye işlemlerinde tüketilen proses suyu miktarları ifade edilmektedir ^c Boyama ve son terbiye (yıkama/durulama ve yumuşatma) proseslerinde tüketilen proses suyu miktarlarını ifade etmektedir ^d Evsel su tüketimi teorik olarak hesaplanmıştır. Evsel su tüketiminde q_{evsel} 60 L/kişi-gün ve q_{mutfak} 20 L/kişi-gün; bir yıl çalışma süresi olarak 330 gün; yemek üretimi işçi sayısının 1,15 katı olarak kabul edilmiştir (Emer, 1997)			

İşletmede pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiyesinde spesifik proses suyu tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre pamuklu ve PES dokuma-örme kumaşların terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketimleri sırasıyla 94 L/kg ürün ve 152 L/kg ürün dür. Ayrıca işletmede terbiye-boyama proseslerinde lif türü bazında spesifik proses suyu tüketimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.117). Buna göre PES kumaşların ön terbiye, boyama ve yumuşatma işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimleri sırasıyla 39, 76 ve 37 L/kg ürün dür. Bu işlemlerde spesifik proses suyu tüketimlerinin yüksek olmasında PES kumaşların terbiye-boyamasında 10:1 flotte oranlarının kullanılması ve PES kumaşların üretimdeki paylarının düşük olmasıdır. Bu durumda PES kumaş terbiye-boyamasında iki etkili seçenek önerilebilir. Bunlardan birincisi mümkün olan boyama banyolarının ve durulama/yıkama atıksularının AGK/DGK'sı dır. İkinci seçenek ise özellikle HT makinelerinde modifikasyonu uygulamaları ile flotte oranlarının azaltılmasıdır. Ayrıca pamuklu dokuma-örme kumaşların son terbiyesinde de spesifik proses suyu tüketimleri yüksek olmaktadır. Özellikle pamuklu kumaşların yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK'sı ile proses suyu tüketimi önemli miktarda azaltılabilir. İşletmede proses suyunun minimizasyonu kapsamında su yumuşatma sistemlerinin optimize edilmesi etkili olacağı öngörülmektedir. Çizelge 4.117'de işletmede

pamuklu ve PES dokuma-örme kumaşların terbiye-boyaması işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimleri sunulmuştur.

Çizelge 4.117. İşletmede pamuklu-PES kumaşların terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketimleri (2012 yılı)

İşlem/prosesler	Ortalama su tüketimi (ton/ay)	Ortalama üretim miktarı (kg/ay)	Ortalama spesifik proses suyu tüketimi (L/kg ürün)
Ön işlem (PES kumaş)	3.540	90.500	39
Boyama (PES kumaş)	6.880	90.500	76
Yumuşatma (PES kumaş)	3.341	90.500	37
Kasar (pamuklu kumaş)	6.880	401.000	17
Enzim (pamuklu kumaş)	6.880	401.000	17
Boyama (pamuklu kumaş)	6.880	401.000	17
Yıkama (pamuklu kumaş)	13.762	401.000	34
Yumuşatma (pamuklu kumaş)	3.440	401.000	9
Toplam	51.603	491.500	105

İşletmede kullanılan hamsu ve proses suyunun karakterizasyonu

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında hamsu ve proses sularından farklı tarihlerde anlık numuneler alınarak pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, TDS, sertlik, demir, sülfat ve TN parametreleri analiz edilmiştir. Çizelge 4.118’de işletmenin hamsu ve proses suyu analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre proses suyunda hamsuya kıyasla elektriksel iletkenlik ve TDS parametrelerinde çok az miktarda artışların gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bunda su yumuşatma sisteminde hamsuda bulunan Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının tutularak proses suyuna reçinelerden Na^{+} iyonlarının salınması etkili olmaktadır. Diğer taraftan su yumuşatma sisteminde hamsuyun CaCO_3 sertliğinin yaklaşık %96 oranında giderildiğini göstermektedir. Bunun yanında demir ve sülfat parametrelerinin yumuşatma sisteminde çok az da olsa azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan analizlerde proses suyunun elektriksel iletkenlik konsantrasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum terbiye-boyama proseslerinde yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimini artırmaktadır. Diğer taraftan su yumuşatma ünitesinde hamsu içerisindeki sertliğin önemli bir bölümü giderilmesine proses suyunda CaCO_3 konsantrasyonlarının tam olarak

giderilmediği görülmüştür. Bu durum terbiye-boyama proseslerinde kimyasal tüketiminin artmasına ve sıcak ünitelerde zaman içerisinde çeşitli olumsuzluklara (korozyon ve kazan taşı oluşumuna) neden olabilir. Bu nedenle işletmede su yumuşatma sisteminin optimizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Su yumuşatma sisteminin optimize edilmesi ile proses suyu, enerji, kimyasal tüketimleri ve atıksuların taşıdıkları kimyasal yükler azaltılabilir. Böylelikle işletmede üretim verimliliğinin artırılması sağlanabilir.

Çizelge 4.118. İşletmede hamsu ve proses suyu karakterizasyonu

Parametre	Ortalama hamsu konsantrasyonları	Ortalama proses suyu konsantrasyonları
pH	7,9	7,6
Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1627	1704
Bulanıklık (NTU)	1,5	1
TDS (mg/L)	814	853
Sertlik (mg/L CaCO_3)	392	18
Demir (mg/L)	0,24	<0,10
Sülfat (mg/L)	113	111
TOC (mg/L)	- ^a	-
TN (mg/L)	0,05	0,05
03.02.2013 tarihlerinde Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuvar'ında yapılan analiz sonuçlarıdır		
^a Veri mevcut değildir		

4.3.1.5. Güvenç Boya işletmesinde enerji tüketiminin değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan enerji kaynakları, tüketim miktarları ve prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre işletmenin enerji ihtiyacının karşılanmasında kömür ve elektrik enerjisinden yararlanılmaktadır. Kömürlü buhar ve kızgın yağ kazanları aracılığı ile üretilen ısı enerji ihtiyacı duyulan proseslerde kullanılmaktadır. Toplam kömür tüketiminin %66'sı buhar kazanında ve %34'ü kızgın yağ kazanlarında tüketilmektedir. Isı enerji başlıca terbiye-boyama banyolarının ısıtılmasında ve kurutma ünitelerinde tüketilmektedir. Elektrik enerjisi ise elektrik motorlarının, pompa, kompresörlerin çalıştırılmasında, aydınlatma, bürolarda kullanılmaktadır. İşletmede ortalama 468.739 kWh/ay elektrik enerjisi ve 716.910 kg/ay kömür tüketimi gerçekleştirilmektedir. İşletmeye temin edilen elektrik enerjisi

şehir şebekesinden karşılanmaktadır. Güvenç Boya işletmesinde enerji tüketiminin minimizasyonu amacıyla atık baca gazları ve atıksudan ekonomizör, plakalı eşanjörler yardımıyla enerji geri kazanımı yapılmaktadır. Ancak kurutma proseslerinde (turbang ve ramözlerde) oluşan atık gazlardan ısı geri kazanımı uygulamaları bulunmamaktadır.

Enerji tüketiminin üniteler ve prosesler bazında dağılımı

Elektrik enerjisi tüketimi

İşletmede boyama makineleri, kurutma makineleri, kasar işlemlerinde kullanılan makineler, kalite kontrol makineleri, diğer yardımcı üniteler (hidrofor, pompa, kompresör vb.), kazan ünitesi (kızgın yağ ve buhar kazanları) ve diğer ünitelerde (fan, pompalar vb.) elektrik enerjisinden yararlanılmaktadır. HT-over flow boyama makinelerinde ve kurutucularda (ramöz, turbang ve serbest kurutma makineleri) elektrik enerjisi tüketimi yoğun olmaktadır. HT-over flow boyama makinelerinde toplam elektrik enerjisinin %31'i, kurutma ünitelerinde %56'sı tüketilmektedir. Su yumuşatma ünitesi ve kazan dairesi gibi yardımcı proseslerin ise elektrik tüketimindeki payları sırasıyla %1 ve %8 dir. İşletmede üretim süreçlerinde kullanılan tüm makinelerin mevcut kurulu güçleri ve pratik güç verilerinden yararlanılarak elektrik enerjisi tüketimi değerleri ve prosesler bazında dağılımı belirlenmiştir. Çizelge 4.119'da işletmede prosesler bazında elektrik enerjisi tüketimleri sunulmuştur. Buna göre elektrik enerjisi tüketiminin en yüksek olduğu makineler; HT-over flow boyama makineleri (%31), serbest kurutma (%8), turbang (%15) ve ramöz (%20) makineleridir. Bu makinelerde elektrik enerjisi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 4.119. Güvenç Boya işletmesi elektrik tüketiminin dağılımı (2012 yılı)

Proses/ünite	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (kWh/ay)	^aTeorik elektrik enerjisi tüketimi (kWh/yıl)	Dağılım (%)
HT-over flow boyama makineleri	144.840	1.593.244	31
Balon sıkma	937	10.312	0,2
Halat açma	937	10.312	0,2

Çizelge 4.119. (Devamı)

Proses/ünite	Ortalama elektrik enerjisi tüketimi (kWh/ay)	^a Teorik elektrik enerjisi tüketimi (kWh/yıl)	Dağılım (%)
Santrifüj	469	5.156	0,1
Serbest kurutma	37.499	412.490	8
Tüp sanfor	4.687	51.561	1
Şardon	24.843	273.275	5
Turbang (eski)	31.406	345.461	7
Turbang (yeni)	37.499	412.490	8
Ramöz (eski)	48.280	531.081	10
Ramöz (yeni)	48.280	531.081	10
Kompresör	7.031	77.342	2
Su tasfiyesi	7.031	77.342	2
Kazan dairesi	37.499	412.490	8
İdari bina	17.343	190.777	4
Bakımhane ünitesi	1.406	15.468	0,3
Kimyasal odası	9.375	103.123	2
Kimyasal deposu	3.375	103.123	2
Toplam	468.739	5.156.128	100
^a Teorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışama süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir			

Spesifik elektrik enerjisi tüketiminin değerlendirilmesi

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik elektrik enerjisi tüketimi 0,82 kWh/kg ürün dür. HT-over flow terbiye-boyama işlemlerinde spesifik elektrik enerjisi tüketimi ise 0,25 kWh/kg ürün dür. İşletmede özellikle serbest kurutma, turbang, ramöz ve kazan dairesinde spesifik enerji tüketiminin 0,05 kWh/kg ürün değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.120’de işletmede makineler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketimleri verilmiştir. Ayrıca işletmede birim elektrik enerjisi maliyeti 0,27 TL/kWh ve spesifik elektrik enerjisi tüketimi maliyetinin 0,22 TL/kg ürün olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.120. İşletmede makineler bazında spesifik elektrik enerjisi tüketiminin dağılımı (2012 yılı)

Proses/ünite	^a Teorik elektrik enerjisi tüketimi (kWh/yıl)	^b Ortalama spesifik elektrik enerjisi tüketimi (kWh/kg ürün)
HT-over flow boyama makineleri	1.593.244	0,25
Balon sıkma	10.312	<0,01
Halat açma	10.312	<0,01
Santrifüj	5.156	<0,01
Serbest kurutma	412.490	0,07
Tüp sanfor	51.561	0,01
Şardon	273.275	0,04
Turbang (eski)	345.461	0,05
Turbang (yeni)	412.490	0,07
Ramöz (eski)	531.081	0,08
Ramöz (yeni)	531.081	0,08
Kompresör	77.342	0,01
Su tasfiyesi	77.342	0,01
Kazan dairesi	412.490	0,07
İdari bina	190.777	0,03
Bakımhane ünitesi	15.468	<0,01
Kimyasal odası	103.123	0,02
Kimyasal deposu	103.123	0,02
Toplam	5.156.128	0,82
^a Teorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışma süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir		
^b Spesifik elektrik enerjisi tüketimlerinin hesaplanmasında aynı döneme ait üretim değerleri baz alınmıştır (573.733 kg/ay)		

Kömür tüketimi

İşletmede kömür, buhar ve kızgın yağ kazanlarında yakıt olarak kullanılmaktadır. İşletmede birer adet kömürlü buhar ve kızgın yağ kazanı bulunmaktadır. Bu kazanlarda teorik kömür tüketimi ortalama 7.886 ton/yıl (717 ton/ay) dır. Toplam kömür tüketiminin %66'sı buhar kazanında ve %34'ü kızgın yağ kazanında gerçekleşmektedir. İşletmede elde edilen ısı enerjisinin önemli bir bölümü HT-over flow makinelerinde banyoların ısıtılmasında ve kurutma makinelerinde tüketilmektedir. Buhar başta HT-over flow makinelerinde banyoların ısıtılmasında kullanılırken kızgın yağdan kurutma makinelerinde yararlanılmaktadır. Bu kapsamda işletmede ortalama 2.210 ton/ay buhar tüketimi gerçekleşmektedir. Buharın %90-95'i terbiye-boyama proseslerinde, %5-10'u kurutma proseslerinde ve %1'i bina ısıtmasında kullanılmaktadır.

Spesifik kömür tüketimi

İşletmede spesifik kömür tüketimi 1,46 kg kömür/kg ürün dür. Spesifik buhar tüketimi ise 4,5 kg buhar/kg ürün dür. Ayrıca toplam kömür tüketiminin dağılımına bağlı olarak buhar ve kızgın yağ kazanlarında spesifik kömür tüketimleri sırasıyla 0,95 ve 0,5 kg kömür/kg ürün dür. Buhar kazanlarında 1 kg kömür ısıl enerjisinden yararlanılarak ortalama 4,7 kg buhar üretimi gerçekleştirilmektedir.

Güvenç Boya işletmesinde atıksu ve atık baca gazı emisyonlarından ısı geri kazanımı uygulamaları yapılmaktadır. Ayrıca işletmede yeni tesisinde kullanılan iletim ve dağıtım sistemlerinin yeni olması, kapalı buhar sistemlerinin kullanılmakta, kondens ve soğutma suyu geri kullanımı uygulamaları yapılmaktadır. Bu nedenle işletmede kömür ve buhar tüketimleri minimize edilmektedir. Ancak özellikle kurutucu bacalarından ısı geri kazanımı, sıcak yüzeylerin izolasyonu ve etkin izleme-kontrol uygulamaları ile kömür ve buhar tüketiminde önemli tasarruflar sağlanabilir. Diğer taraftan sıcak atıksu akımlarının AGK/DGK'sı ve kazan dairesi optimizasyonu ile ısıl enerji tüketiminde önemli tasarruflar sağlanabilir.

Spesifik enerji tüketiminin değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde ısıl ve elektrik enerjisi tüketimleri hesaplanmıştır. İşletmede ısıl enerji tüketimi 13.169.333 MJ/ay ve elektrik enerjisi tüketimi 468.739 kWh/ay dır. Buna göre işletmenin toplam enerji ihtiyacı 14.857.099 MJ/ay dır. Toplam enerji tüketiminin %89'unun ısıl enerji ve %11'ini elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Spesifik toplam enerji tüketimi 30 MJ/kg ürün, spesifik elektrik enerjisi tüketimi 0,82 kWh/kg ürün ve spesifik ısıl enerji tüketimi ise 27 MJ/kg ürün dür. Ayrıca işletmede atık baca gazları ile 0,44 MJ/kg ürün ve sıcak atıksu akımları ile 0,15 MJ/kg ürün atık ısı oluşmaktadır. İşletmede elektrik motorlarının ortalama veriminin %85 olduğu düşünüldüğünde spesifik elektrik enerjisi kayıplarının teorik olarak 0,12 MJ/kg ürün olduğu belirlenmiştir. Bu durumda işletmenin net ısıl enerji ve elektrik enerjisi ihtiyaçları sırasıyla 26,4 MJ/kg ürün ve 0,7 kWh/kg ürün dür.

İşletmede plakalı eşanjör sistemi ile kompozit atıksulardan ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Bu uygulama ile geri kazanılan ısı enerji 212.148 MJ/ay dır. Ayrıca işletmede baca gazı emisyonlarından da ekonomizör ile ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Bu sayede kazanılan ısı enerji ortalama 10.934 MJ/ay dır. Buna göre işletmede 0,45 MJ/kg ürün ısı enerji geri kazanımı yapılmakta ve bu değer toplam ısı enerji tüketiminin %1,7'sine karşılık gelmektedir.

İşletmede enerji tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonunda çeşitli temiz üretim uygulamaları hali hazırda uygulanmaktadır. Bunların başında kondens sularının geri kazanımı, atıksu ve atık baca gazlarından ısı geri kazanımı uygulamaları gelmektedir. Ancak işletmede yapılan incelemelerde atıksu ve atık baca gazı emisyonlarından ısı geri kazanımı uygulamaları ile sağlanacak tasarrufların/faydaların artırılması mümkündür. Bu kapsamda öncelikli olarak buhar kazanlarının optimizasyonu, aydınlatma sistemi modifikasyonu, sıcak atıksu akımlarının ayrılması, proses atıksularının AGK/DGK'sı, ramöz bacalarından atık ısı geri kazanımı, izolasyon uygulamaları, HT makinelerinde flotte oranlarının azaltılması ya da proses sürelerinin kısaltılması uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanı sıra etkin izleme-kontrol, kompresör kontrol sistemleri, makinelerin uygun yüklerde yüklenmesi/çalıştırılması, teknik eğitim programlarının uygulanması, optimum kapasitelerde çalışılması ve bir su-enerji politikası/yönetim sisteminin oluşturulması sağlanacak tasarrufların/faydaların maksimize edilmesinde etkili olacaktır.

4.3.1.6. Güvenç Boya İşletmesi katı atık miktarları ve özellikleri

Güvenç Boya İşletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede oluşan katı atıklar ve spesifik miktarları belirlenmiştir. İşletmede katı atık miktarlarının ve özelliklerinin belirlenmesinde 2012 yılı Ekim-Kasım aylarına ait atık beyan formlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda işletmede oluşan başlıca katı atıklar; tekstil atıkları (deşe), tehlikeli atıklar, tehlikesiz atıklar, ambalaj atıkları, atık yağlar, evsel atıklar ve tıbbi atıklar olarak sınıflandırılmıştır. İşletmede oluşan katı atıklar çevre mevzuatı gereği işletme içerisinde ayrı toplanmakta/biriktirilmekte ve lisanslı kuruluşlara verilerek uzaklaştırılmaktadır. Özellikle tehlikeli atıklar işletme dışında konumlandırılmış ve standartlara uygun şekilde inşa edilmiş atık toplama

sahalarında toplanmaktadır. İşletmede parça-kesme/alma işlemi uygulanmaması nedeniyle yüksek miktarda deşe atığı oluşmamakla birlikte yalnızca şardon prosesinde tekstil kırıntıları/uçuntuları oluşmaktadır. Bu atıklar belediye hizmetleri ile uzaklaştırılmakta ve bertaraf edilmektedir.

Prosesler bazında katı atık oluşumu

Güvenç Boya işletmesinde oluşan katı atıklar, kaynakları ve miktarları belirlenmiştir. Buna göre işletmede oluşan katı atıklar tehlikeli, geri dönüştürülebilir, evsel nitelikli ve tıbbi atıklar oluşmaktadır. Tekstil atıkları ise sadece şardon işlemlerinde oluşmaktadır. Ancak bu atıklar tekstil uçuntularından oluşmakta ve geri kazanılmamaktadır. İşletmede kalite kontrol işlemlerinde parça alma işlemi yapılmaması ve ham lif kullanılmaması nedeniyle deşe atıkları oluşmamaktadır. İşletmede 2.906 kg/yıl tehlikeli atık; 7.000 kg/yıl kağıt-karton ambalaj atığı, 17.584 kg/yıl evsel atıklar ve 1-5 kg/ay tıbbi atıklar oluşmaktadır. Bu atıklar haricinde işletmede 180 kg/yıl atık madeni yağ oluşmaktadır. Bu atıklar çevre mevzuatı uyarınca kaynaktan ayrı toplanmakta ve uygun şekilde biriktirilmekte daha sonra lisanslı kuruluşlar vasıtasıyla uzaklaştırılmaktadır. Çizelge 4.121’de işletmede oluşan katı atıklar ve miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.121. Güvenç Boya işletmesinde oluşan katı atıklar ve miktarları (2012 yılı)

Atık türü	Kaynağı	^a Teorik atık miktarları (kg/yıl)
Tehlikeli atıklar	Ofisler, binalar, bakım faaliyetleri, makineler, üretim faaliyetleri, yardımcı işlemler	2.906 kg/yıl
Geri dönüştürülebilir atıklar	Yemekhane, ofisler, üretim faaliyetleri	7.000 kg/yıl
Evsel atıklar	Yemekhane ve ofisler	17.584 kg/yıl
Tıbbi atıklar	Revir	1-5 kg/ay
Üretim atıkları (tekstil atıkları-deşe)	Üretim faaliyetleri (şardon vb)	- ^c
Atık yağlar	Üretim faaliyetleri, makineler	180 kg/yıl
^a Teorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışmaya süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir		
^b Veri mevcut değildir		

Güvenç Boya işletmesinde çeşitli prosesleri ve yardımcı işlemlerden tehlikeli atık kapsamında değerlendirilebilen katı atıklar oluşmaktadır. İşletmede tehlikeli atıklar

genel olarak flüoresan lambalar, kimyasal kapları (bidon, varil vb.) ve makine bakım işlemlerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca işletmede terbiye-boyaması yapılan kumaşların müşteriye sevkinden önce yeniden ambalaj malzemeleri ile paketlenmektedir. Bu sayede işletmede yaklaşık 7.000 kg/yıl'ını kağıt-karton atıkları oluşmaktadır. İşletmede oluşan evsel nitelikli katı atıklar kapalı konteynırlarda biriktirilmekte ve Gümüşler Belediyesi katı atık toplama birimi tarafından uzaklaştırılmaktadır. Evsel nitelikli katı atık miktarları ile ilgili kayıtların olmaması sebebiyle işletmeye ait evsel nitelikli katı atık miktarları teorik olarak belirlenmiştir. Evsel nitelikli katı atıkların hesaplanmasında her bir vardiyada bulunan personel sayısı ve TUİK verilerinden yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır (TUİK, 2010). Bu kapsamda işletmede oluşan evsel nitelikli katı atık miktarı 17.584 kg/yıl olarak hesaplanmıştır. Bunun haricinde işletmede 140 kg/yıl atık hidrolik yağ ve 40 kg/yıl atık madeni yağ oluşmaktadır. Bu yağlar işletmeden lisanslı kuruluşlar vasıtasıyla toplanmakta ve uzaklaştırılmaktadır. Personelin ilk yardım ve diğer sağlık işlemleri neticesinde revir atıkları (tıbbi atıklar) oluşmaktadır. Ancak işletmede oluşan tıbbi atık miktarları personel yaralanması ve risklere bağlı olarak değişmektedir. Ancak işletmede yaklaşık olarak 1-5 kg/ay tıbbi atık oluşmaktadır. Bu atıklar çevre mevzuatına uygun şekilde toplanmakta ve uzaklaştırılmaktadır.

Spesifik katı atık miktarları

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında derlenen katı atık miktarları ve üretim verilerinden yararlanılarak spesifik katı atık miktarları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik tehlikeli atık ve geri dönüştürülebilir nitelikteki atık miktarı sırasıyla 0,49 gr/kg ürün ve 1,12 gr/kg ürün dür. İşletmede oluşan spesifik evsel nitelikli katı atık ve atık yağ miktarı ise sırasıyla 1,15 gr/kişi.gün ve 0,02 gr/kg ürün dür. Çizelge 4.122'de işletmede oluşan katı atıklar ve spesifik değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.122. Güvenç Boya işletmesinde spesifik katı atık miktarları oluşumu (2012 yılı)

Atık kategorisi	Ortalama katı atık miktarı	^a Ortalama teorik üretim/kişi sayısı	Spesifik katı atık miktarı
Tehlikeli atıklar	2.906 kg/yıl	6.238.270 kg/yıl	0,49 gr/kg ürün
Tekstil atıkları	- ^b	-	-
Geri dönüştürülebilir atıklar	7.000 kg/yıl	6.238.270 kg/yıl	1,12 gr/kg ürün
Evsel atıklar	17.584 kg/yıl	260 kişi/3 vardiya	1,15 kg/kişi.gün
Atık yağlar	1.260 kg/yıl	6.238.270 kg/yıl	0,02 gr/kg ürün
^a Kişi sayısı ile her bir vardiyada işletmede çalışan personel sayısı ifade edilmektedir			
^b Veri mevcut değildir			

İşletmede oluşan katı atıklar ve atık yağlar “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, “Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği”, “Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” ve “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca uygun şekilde depolanmakta ve bertaraf edilmektedir. İşletmede katı atıklar konusunda spesifik bir yönetim sistemi bulunmamaktadır. İşletmede katı atık miktarlarının azaltılması su, enerji, kimyasal vb. tüketimlerinde sağlanacak tasarruflar ile orantılı olacaktır. Bu kapsamda işletmede çevre yönetim sistemi kurulması, etkin ileme-kontrol ve atık envanterlerinin hazırlanması katı atık miktarlarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan kimyasal tüketiminde sağlanacak azalmalar dolaylı olarak tehlikeli atık miktarlarının (kimyasallar ile kontamine olmuş ambalaj) azaltılmasını sağlayacaktır. Böylelikle işletmede çevre mevzuatı kapsamında hali hazırda yapılan katı atık yönetimi uygulamalarının etkinliği artırılarak ve sürekliliği sağlanabilir.

4.3.1.7. Güvenç Boya işletmesi baca gazı emisyonları ve özellikleri

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atık gaz emisyonlarının debileri ve özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda işletmeye ait 2010 yılı emisyon raporu verilerinden yararlanılmıştır. İşletmede başlıca atık gaz emisyonları kömürlü buhar ve kızgın yağ kazanları, kurutucu (ramöz, turbang ve serbest kurutucu) bacalarından kaynaklanmaktadır. İşletmede özellikle atık baca gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ıslak tutucu filtreler kullanılmaktadır. Bu filtrelerle atıksu beslemesi yapılmakta ve bu sayede atıksu geri kazanımı

yapılmaktadır. Islak filtrelerden önce ekonomizer uygulaması ile atık baca gazlarından ısı geri kazanımı da yapılmaktadır. Güvenç Boya işletmesinde 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” uyarınca baca gazı ölçümleri 3 yıllık süre periyodunda yapılmakta ve emisyon raporları hazırlanmaktadır. 2010 yılı emisyon raporu verilerine göre 7 noktada atmosfere atık gaz salınımı yapılmaktadır. Çizelge 4.123’de işletmede bulunan atık gaz bacaları ve kirletici parametreler verilmiştir.

Çizelge 4.123. İşletmede atık gaz emisyonu kaynakları ve kirletici parametreler

Baca no	Tesise ait emisyon kaynakları	Kirletici parametreler
1	Katı yakıtlı buhar kazanı bacası	CO, NO _x , SO _x , Toz
2	Katı yakıtlı kızgın yağ kazanı bacası	CO, NO _x , SO _x , Toz
3	Ramöz bacası-1	Toz, VOC
4	Ramöz bacası-2	Toz, VOC
5	Serbest kurutma makinesi bacası (gergisiz kurutma makinesi)	Toz, VOC
6	Turbang bacası-1	Toz, VOC
7	Turbang bacası-2	Toz, VOC
Güvenç Boya 2010 yılı emisyon raporu verilerinden yararlanılmıştır		

İşletmede buhar ve kızgın yağ olmak üzere iki adet kömürlü kazan bulunmaktadır. Bu kapsamında işletmede bulunan üretim proseslerinin toplam ısı gücü, üretim proseslerinde kullanılan yakıt cinsi ve miktarlarına ait verilerinden yararlanılarak işletmede mevcut yakma kapasitesinin iki kazan arasında eşit paylaşıldığı belirlenmiştir. Çizelge 4.124’de işletmede bulunan yakma sistemlerinin teknik özellikleri verilmiştir. İşletmede toplam atık baca gazı emisyonlarının toplam kütleli debisinin 29,4 m³/saat olduğu belirlenmiştir. Atmosfere salınan toplam baca gazı emisyonu debisinin %60’ı buhar kazanlarına ait bacadan ve %40’u kızgın yağ kazanına ait bacadan kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.125’de işletmede atık baca gazı emisyon debileri ve dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.124. İşletmede yakma sistemlerinin teknik özellikleri

Baca No	Kazan Cinsi	Yakıt		Isıl Gücü (kWh)	Yanma Verimi (%)
		Türü	Alt ısı değeri (kcal/kg)		
1	Kızgın yağ kazanı	Kömür	4.800	5860	66
2	Buhar kazanı	Kömür	4.800	5860	82
Güvenç Boya 2010 yılı emisyon raporundan yararlanılmıştır					

Çizelge 4.125. İşletmede emisyon kaynakları bazında kütleli debiler ve atık gaz emisyonu özellikleri (2010 yılı)

Kirletici türü	Toplam emisyon kütleli debisi (kg/saat)	Dağılım (%)
CO	2,7	10
SO ₂	18	61
NO _x	8,6	29
Güvenç Boya işletmesi 2010 yılı emisyon raporundan alınmıştır		

Baca gazı emisyonu kaynaklarının kütleli debileri ve baca gazı emisyonu kirletici parametreleri değerleri incelenmiştir. Buna göre işletmede başlıca atık gaz kirleticileri CO, NO_x, SO₂, toz ve VOC'ler dir. Ancak toz emisyonlarının önemli bir bölümü ıslak tutucu filtrelerde tutulmaktadır. VOC emisyonları ise özellikle kurutma proseslerinden kaynaklanmaktadır. Kurutma ünitesi bacalarında ölçümler yapılmaması nedeniyle VOC emisyon parametresine ait değerlere erişilememiştir. Çizelge 4.126'da işletmede bulunan emisyon kaynaklarına göre kütleli debiler ve emisyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.126. İşletmede emisyon kaynakları kütleli debileri ve atık gaz emisyonu özellikleri (2010 yılı)

Kaynak	CO Emisyonu (kg/saat)	SO ₂ Emisyonu (kg/saat)	NO ₂ Emisyonu (kg/saat)
Kızgın yağ kazanı bacası	1,44	6,21	2,92
Buhar kazanı bacası	1,30	11,85	5,70

Spesifik atık gaz emisyonu değerlerinin değerlendirilmesi

İşletmede atık gaz emisyonu kütleli debilerine ait değerlerden yararlanılarak spesifik emisyon değerleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik CO, SO₂, NO_x değerleri sırasıyla 4,3, 28,1 ve 13,4 gr/kg ürün dür. Çizelge 4.127'de işletmeden atmosfere salınan spesifik emisyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.127. İşletmede spesifik baca gazı emisyon değerleri (2010 yılı)

Kirleticiler	^a Emisyonların kütleli debileri (kg/saat)	^b Ortalama spesifik emisyon değeri (gr/kg ürün)
CO	2,7	4,3
SO ₂	18	28,1
NO _x	8,6	13,4
^a 2010 yılı emisyon raporundan yararlanılmıştır; ^b 2010 yılı ortalama üretim değerlerinden yararlanılmıştır		

4.3.1.8. Güvenç Boya atıksu miktar ve özellikleri

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atıksu kaynakları ve spesifik atıksu miktarları belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede bulunan debimetre ve atıksu sayaçlarına ait verilerden yararlanılmıştır. İşletmenin yer ve makine parkındaki değişiklikler nedeniyle yeni yerleşkesindeki 2012 yılı Ekim-Kasım aylarına ait veriler değerlendirilebilmiştir. Ayrıca kompozit atıksulardan ve proses atıksularından numuneler alınarak atıksu karakterizasyonları yapılmıştır. Proses atıksularının karakterizasyonunda etkili olan lif türü ve boyama yapılan renk tonu özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. Böylelikle işletmede tüm terbiye-boyama işlemlerinde oluşan atıksuların AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. Ayrıca kompozit atıksu karakterizasyonu yapılarak spesifik atıksu kirlilik yükleri hesaplanmıştır. İşletmede proses atıksuları ve evsel nitelikli atıksular oluşmaktadır. Proses ve evsel atıksular işletme içerisinde ayrı kanal sistemi ile toplanılmasına rağmen birlikte Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi atıksu kanalına verilmektedir. Arıtma tesisinde fizikokimyasal ve biyolojik yöntemler ile arıtılan atıksular Gümüş Çay Deresi'ne deşarj edilmektedir.

Atıksu miktarlarının prosesler bazında dağılımı

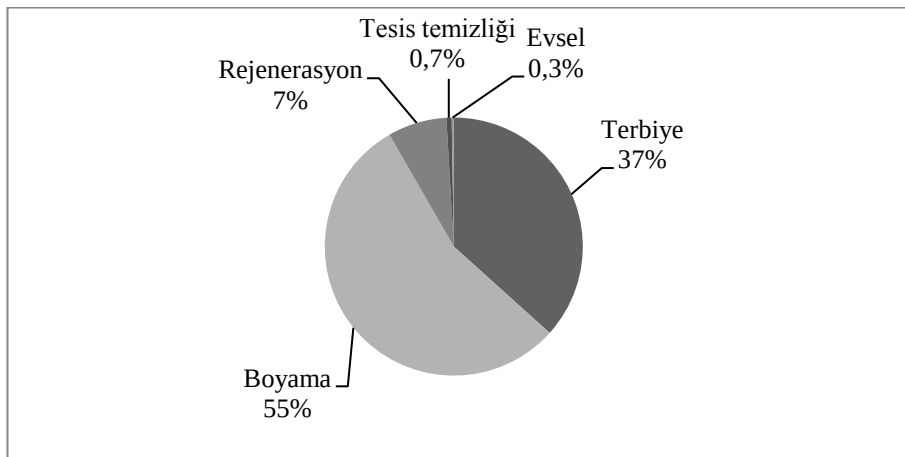
İşletmede terbiye-boyama, rejenerasyon, tesis temizliği ve evsel nitelikli atıksular oluşmaktadır. İşletmede atıksu sayaçları ve debimetreler vasıtasıyla kompozit atıksu miktarları izlenmektedir. Ancak prosesler bazında atıksu miktarları izlenmemektedir. İşletmede toplam kompozit atıksu miktarı (evsel atıksular dahil) yaklaşık 56.681 ton/ay ve evsel atıksu miktarı 150 ton/ay dır. İşletmede ön terbiye işlemlerinde 20.641 ton/ay ve boyama işlemlerinde 30.961 ton/ay proses atıksuyu oluşmaktadır. HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde toplamda 51.602 ton/ay proses atıksuyu oluşmaktadır. İşletmede rejenerasyon atıksuyu ve tesis temizliğinde oluşan atıksu miktarları ise sırasıyla 4.160 ton/ay ve 371 ton/ay dır. Buna göre işletmede toplam proses suyu ve kompozit atıksu miktarları (evsel nitelikli atıksular dahil) sırasıyla 56.133 ton/ay ve 56.681 ton/ay dır. Çizelge 4.128'de işletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları verilmiştir. Ayrıca şekil 4.44'de işletmede atıksu miktarlarının

dağılımı verilmiştir. Buna göre işletmede HT-over flow terbiye-boyama prosesinde oluşan proses atıksuları kompozit atıksu miktarının %91'ini oluşturmaktadır. Kompozit atıksu miktarları içerisinde ön terbiye atıksularının payı %37 ve boyama-son terbiye atıksularının payı %55'dir. Rejenerasyon atıksuları ve tesis temizliğinde oluşan atıksular ise kompozit atıksular içerisinde sırasıyla %7 ve %0,7 paylara sahiptir. Evsel nitelikli atıksular ise %0,3 paya sahiptir.

Çizelge 4.128. İşletmede atıksu kaynakları ve atıksu miktarları (2012 yılı)

Atıksu kaynakları	Ortalama atıksu miktarı (ton/ay)	^a Teorik atıksu miktarı (ton/yıl)
Proses atıksuyu	56.133	712.459
HT-over flow	51.602	654.951
^b Terbiye	20.641	261.984
^c Boyama	30.961	392.967
Rejenerasyon	4.160	52.799
Tesis temizliği	371	4.709
^d Evsel	150	1.904
Toplam	56.681	714.363

^aTeorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışma süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir
^bÖn terbiye işlemlerinde tüketilen proses suyu miktarları ifade edilmektedir
^cBoyama ve son terbiye (yıkama/durulama ve yumuşatma) proseslerinde tüketilen proses suyu miktarlarını ifade etmektedir
^dEvsel su tüketimi teorik olarak hesaplanmıştır. Evsel su tüketiminde q_{evsel} 60 L/kişi-gün ve q_{mutfak} 20 L/kişi-gün; bir yıl çalışma süresi olarak 330 gün; yemek üretimi işçi sayısının 1,15 katı olarak kabul edilmiştir (Emer, 1997)



Şekil 4.44. İşletmede kaynaklarına göre atıksu miktarlarının dağılımı (2012 yılı)

İşletmede su tüketimi ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik bazı temiz üretim teknikleri hali hazırda uygulanmaktadır. Bu kapsamda işletmede hamsu-proses suyu tüketimi ve kompozit atıksu miktarları izlenmekte, kondens suları geri kullanılmakta ve atıksular bacalarda ıslak tutucu filtrelerle beslenerek hamsu tasarrufu sağlanmaktadır. Ancak işletmede terbiye-boyama proseslerinde oluşan proses atıksularının ve rejenerasyon sularının geri kullanımına yönelik herhangi bir uygulama bulunmamaktadır. Bu proses atıksuları doğrudan atıksu arıtma tesisi kanalına verilerek uzaklaştırılmaktadır. İşletmede PES ve pamuklu kumaş terbiyesi ve boyaması işlemlerinde prosesler bazında ortalama atıksu miktarları belirlenmiştir. Buna göre PES kumaş terbiye-boyamasında 13.761 ton/ay ve pamuklu kumaş terbiye-boyamasında ise 37.842 ton/ay proses atıksuyu oluşmaktadır. Çizelge 4.129'da işletmede pamuklu ve PES kumaş üretiminde prosesler bazında oluşan atıksu miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.129. İşletmesinde pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyamasında oluşan atıksu miktarları ve dağılımı (2012 yılı)

Proses/işlem	Ortalama atıksu miktarları (ton/ay)	^a Teorik atıksu miktarları (ton/yıl)	Dağılım (%)
Ön terbiye (PES kumaş)	3.540	44.931	7
Boyama (PES kumaş)	6.880	87.323	13
Yumuşatma (PES kumaş)	3.341	42.405	6
Kasar (pamuklu kumaş)	6.880	87.323	13
Enzim (pamuklu kumaş)	6.880	87.323	13
Boyama (pamuklu kumaş)	6.880	87.323	13
Yıkama (pamuklu kumaş)	13.762	174.672	27
Yumuşatma (pamuklu kumaş)	3.440	43.662	7
Toplam	51.603	654.961	100
^a Teorik atıksu miktarlarının hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışma süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir			

Çizelge 4.129'a göre pamuklu kumaşların terbiye-boyamasında proses atıksuyu miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni pamuklu kumaşların terbiye-boyama işlemlerinde kullanılan banyo sayısının fazla olmasıdır. Özellikle koyu renk tonunda boyanan pamuklu kumaşların son terbiye işlemlerinde yaklaşık 3-7 arasında yıkama-durulama banyosu kullanılmaktadır. PES kumaşların terbiye-boyama işlemlerinde ise pamuklu kumaşlara nazaran daha az banyo

kullanılmaktadır. İşletmede proses suyu tüketimi ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda özellikle yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının AGK/DGK'sı oldukça etkili olmaktadır.

İşletmede oluşan spesifik atıksu miktarları

İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik kompozit atıksu miktarı 115 L/kg ürün ve proses atıksuyu miktarı 114 L/kg ürün dür. İşletmede HT-over terbiye-boyama proseslerinde spesifik proses atıksuyu miktarı 105 L/kg ürün dür. Proseste spesifik proses atıksuyu miktarları; ön terbiye işlemlerinde 42 L/kg ürün ve boyama-son terbiye işlemlerinde 63 L/kg ürün dir. İşletmede iyon değıştiricilerin rejenerasyonunda ve tesis temizliğı işlemlerinde spesifik atıksu miktarları sırasıyla 9 L/kg ürün ve 1,5 L/m².gün dür. Çizelge 4.130'da işletmede spesifik atıksu miktarları verilmiştir. Buna göre spesifik proses atıksuyu oluşumunda özellikle boyama ve son terbiye işlemleri önde gelmektedir. Bunun nedeni durulama/yıkama işlemlerinde banyo sayısının fazla olması ve işletmede proses atıksularının AGK/DGK'sının yapılmamasıdır. Proseste oluşan yıkama/durulama ve yumuşatma atıksuları AGK/DGK için uygun KOİ, AKM, renk, elektriksel iletkenlik konsantrasyonları ve pH değerlerine sahiptir. İşletmede HT-over flow terbiye-boyama proseslerinde oluşan proses atıksularının AGK/DGK'sına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede işletmede enerji, kimyasal, su tüketimleri ve atıksu, baca gazı emisyonu miktarları azaltılabilir. İşletmede iyon değıştirici reçinelerin rejenerasyonunda oluşan proses atıksuları yeniden değerdendirilmemektedir. Rejenerasyon atıksuları yüksek elektriksel iletkenlik (tuz) içeriğı haricinde proses suyu karakterindedir. Bu nedenle rejenerasyon atıksuları işletmede bulunana RO sisteminde arıtılarak üretim proseslerinde yeniden değerdendirilebilir. Ayrıca rejenerasyon atıksuları arıtmada düşük su kalitesi gerektiren tesis yıkama işlemlerinde arıtılmadan geri kullanılabilir. Rejenerasyon atıksuları için diğerd bir seçenek ise pamuklu kumaş boyamasında boya banyolarının hazırlanmasında arıtılmadan geri kullanılabilir. Çünkü pamuklu kumaşların boyanmasında yüksek tuz içeren boya banyolarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda rejenerasyon atıksuları yüksek tuz içermekte ve sertlik içermemektedir. Böylelikle proses suyu tüketimi, atıksu miktarları ve kompozit atıksuların tuz içeriğı önemli ölçüde azaltılabilir.

Çizelge 4.130. İşletmede prosesler bazında spesifik atıksu miktarları (2012 yılı)

Atıksu kaynakları	Ortalama atıksu miktarı	^e Ortalama üretim miktarı/alan/personel	Ortalama spesifik atıksu miktarı
Proses atıksuyu	56.133 ton/ay	491.500 kg/ay	114 L/kg ürün
HT-over flow	51.602 ton/ay	491.500 kg/ay	105 L/kg ürün
^b Terbiye	20.641 ton/ay	491.500 kg/ay	42 L/kg ürün
^c Boyama	30.961 ton/ay	491.500 kg/ay	63 L/kg ürün
Rejenerasyon	4.160 ton/ay	491.500 kg/ay	9 L/kg ürün
Tesis temizliği	371 ton/ay	9.500 m ²	1,5 L/m ² -gün
^d Eysel	150 ton/ay	139 kişi/3 vardiya	42 L/kişi-gün
Toplam	56.681 ton/ay	491.500 kg/ay	115 L/kg ürün

^aTeorik tüketim değerlerinin hesaplanmasında işletmenin yıl içinde çalışma süreleri dikkate alınarak bir yıl 330 gün olarak kabul edilmiştir

^bÖn terbiye işlemlerinde tüketilen proses suyu miktarları ifade edilmektedir

^cBoyama ve son terbiye (yıkama/durulama ve yumuşatma) proseslerinde tüketilen proses suyu miktarlarını ifade etmektedir

^dEysel su tüketimi teorik olarak hesaplanmıştır. Eysel su tüketiminde $q_{\text{eyssel}} = 60 \text{ L/kişi-gün}$ ve $q_{\text{mutlak}} = 20 \text{ L/kişi-gün}$; bir yıl çalışma süresi olarak 330 gün; yemek üretimi işçi sayısının 1,15 katı olarak kabul edilmiştir (Emer, 1997)

^eAlan ile işletmede tesis temizliği yapılan kapalı alan ve kişi sayısı ile bir vardiyada çalışan personel sayısı ifade edilmiştir.

İşletmede pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyamasında spesifik atıksu miktarları hesaplanmıştır. Buna göre PES kumaşların ön terbiye işlemlerinde spesifik proses atıksuyu miktarı 38 L/kg ürün dür. PES kumaşların boyama-yıkama/durulama işlemlerinde ise spesifik proses atıksuyu miktarı 75 L/kg ürün dür. Pamuklu kumaşların ön terbiye işlemlerinde spesifik proses suyu miktarı 34 L/kg ürün dür. Boyama ve yıkama/durulama işlemlerinde ise spesifik proses atıksuyu miktarı ise sırasıyla 17 L/kg ürün ve 34 L/kg ürün dür. Buna göre işletmede özellikle son terbiye atıksularının AGK/DGK'sına gerek duyulmaktadır. Bu sayede atıksu miktarları önemli ölçüde azaltılabilir. Çizelge 4.131'de işletmede pamuklu ve PES kumaşların terbiye-boyamasında spesifik atıksu miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.131. İşletmede pamuklu ve PES kumaşların terbiye-boyamasında spesifik atıksu miktarları (2012 yılı)

Proses	Ortalama atıksu miktarı (ton/ay)	Ortalama üretim miktarı (kg/ay)	Ortalama spesifik atıksu miktarı (L/kg ürün)
Ön işlem (PES kumaş)	3.540	90.500	38
Boyama (PES kumaş)	6.880	90.500	75

Çizelge 4.131. (Devamı)

Proses	Ortalama atıksu miktarı (ton/ay)	Ortalama üretim miktarı (kg/ay)	Ortalama spesifik atıksu miktarı (L/kg ürün)
Yumuşatma (PES kumaş)	3.341	90.500	36
Kasar (pamuklu kumaş)	6.880	401.000	17
Enzim (pamuklu kumaş)	6.880	401.000	17
Boyama (pamuklu kumaş)	6.880	401.000	17
Yıkama (pamuklu kumaş)	13.762	401.000	34
Yumuşatma (pamuklu kumaş)	3.440	401.000	9
Toplam	51.603	491.500	105

İşletmede oluşan atıksuların karakterizasyonu

İşletmede proses ve kompozit atıksuların karakterizasyonunu belirleyen başlıca faktörler lif türü, boyanacak renk tonu ve boyarmaddelerin fiksasyon oranlarıdır. Bu faktörler göz önünde bulundurularak proses atıksuları ve kompozit atıksulardan farklı tarihlerde anlık ve kompozit numuneler alınmış ve Gümüşsu Arıtma Tesisi Akredite Atıksu Laboratuvar'ında analiz edilmiştir. Kompozit atıksulardan alınan atıksu numunelerinin pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, amonyum-N, AKM, yağ-gres, sülfür, serbest klor, sülfid ve renk parametreleri analiz edilmiştir. İşletmede prosesler bazında atıksu karakterizasyonunun belirlenmesinde işletmede yoğun olarak kullanılan reçetelerden yararlanılarak numune alma programları hazırlanmıştır. Buna göre işlem gören tekstil materyali, renk tonu ve prosesler bazında proses atıksularından anlık numuneler alınmış ve pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM, renk parametreleri analiz edilmiştir. Proses atıksularının analiz sonuçlarından yararlanılarak proseslerin kompozit atıksuların kirlilik yüküne katkısı ve proses atıksularının AGK/DGK potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İşletmede rejenerasyon atıksuları ve evsel nitelikli atıksulardan ayrıca numuneler alınamamıştır. Ancak özellikle rejenerasyon atıksuları kompozit atıksulardan alınan 24 saatlik numuneler ile birlikte değerlendirilmiştir.

İşletmede proses atıksularının AGK ve DGK potansiyellerinin değerlendirilmesinde çizelge 4.29'da verilen tekstil atıksularının tekrar kullanım kriterlerinden

yararlanılmıştır. Buna göre pH'ı 6-8, elektriksel iletkenliği <2200 μ S/cm, KOİ değeri <218 mg/L, AKM değeri <50 mg/L ve renk değeri 20-30 Pt-Co aralığında olan proses atıksularının terbiye ve boyama proseslerinde arıtılmadan tekrar kullanılabilineceği kabul edilmiştir. Çizelge 4.132'de proses atıksularının karakterizasyonu sunulmuştur. Buna göre AGK ve DGK'sı uygun olan proses atıksularının yeniden değerlendirilebileceği prosesler/işlemler belirlenmiştir. Buna göre işletmede kasar sonu durulama (1 No'lu numune) atıksularının yüksek pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk parametreleri nedeniyle DGK'sı mümkün değildir. Söz konusu atıksular ileri arıtmıdan sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Kasar işlemlerinde oluşan atıksuların (2 No'lu numune) da DGK'sı mümkün değildir. Ancak söz konusu atıksuyun ileri arıtımından sonra terbiye-boyama işlemlerinde kullanılabilir. Asitleme, enzim ve tüy dökme kombine proseslerinde oluşan atıksular DGK için yüksek KOİ içeriğine sahiptir. Ancak proseste oluşan atıksuların AKM ve renk içerikleri DGK için uygundur. İşletmede oluşan bu proses atıksuyu arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilineceği gibi arıtılmadan aynı proseste geri kullanılabilir. Benzer şekilde 4 No'lu numune DGK için yüksek KOİ, AKM içeriği yüksektir. Ancak söz konusu atıksuyun renk içeriği düşüktür. Bu nedenle asit, enzim ve tüy dökme atıksularının arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde veya arıtılmadan aynı proseste DGK'sı mümkündür. İşletmede asitleme, anti-peroksit atıksuları (5 No'lu numuneler) DGK için yüksek KOİ, AKM ve renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu proses atıksuyunun AGK'sı mümkündür. Asitleme ve enzim proses atıksuları (6 No'lu numune) DGK için yüksek KOİ ve AKM içeriğine sahiptir. Ancak bu proses atıksularının renk içerikleri oldukça düşüktür. Bu nedenle söz konusu atıksuların arıtıldıktan sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı ya da arıtılmadan aynı proseste geri kullanımı mümkündür. İşletmede boyama sonrası yapılan asitleme işlemlerinde oluşan proses atıksuları (7 No'lu numune) DGK için yüksek KOİ, renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu proses atıksuyunun arıtıldıktan sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı mümkündür. Asitleme atıksuları ise (8 No'lu numune) yüksek KOİ ve renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu proses atıksuyunun arıtıldıktan sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı yapılabilir. İşletmede boyama atıksuyu (9 No'lu numune) DGK için yüksek KOİ, AKM ve renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu proses atıksuyunun ileri arıtımından sonra

terbiye-boyama ve tesis temizliği işlemlerinde geri kullanımı mümkündür. İşletmede açık renk pamuklu kumaş boyamasında oluşan proses atıksuyu (10 No'lu numune) DGK için uygun değildir. Söz konusu proses atıksuyunun ileri artımından sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Boyama sonrası durulama atıksuyunun (11 No'lu numune) DGK mümkün değildir. Bu nedenle söz konusu durulama atıksuyunun ileri artımından sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı yapılabilir. İşletmede açık renk pamuklu kumaş boyama sonrasında yapılan durulama atıksuyunun (12 No'lu numune) özellikle renk içeriği oldukça yüksektir. Bu nedenle söz konusu proses atıksuyunun arıtıldıktan sonra geri kullanımı ya da arıtılmadan tesis temizliği ve boya banyolarının hazırlanmasında DGK'sı yapılabilir. İşletmede özellikle pamuklu kumaş son terbiye işlemlerinde (özellikle yıkama/durulama) yüksek miktarda proses atıksuyu oluşmaktadır. Bu nedenle söz konusu atıksuların AGK/DGK'sı işletmede su minimizasyonu için oldukça önem taşımaktadır. Buna göre işletmede boyama sonrası yıkama atıksuyu (13 No'lu numune) DGK'sı yüksek pH, elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk içeriği nedeniyle mümkün değildir. Bu nedenle söz konusu proses atıksularının arıtıldıktan sonra geri kullanımı yapılabilir. İşletmede 70°C'de yapılan yıkama atıksuyunun (14 No'lu numune) arıtılarak terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı mümkündür. İşletmede boyama sonrası yapılan durulama atıksuyunun (15 No'lu numune) DGK'sı mümkündür. Söz konusu proses atıksuyu boyama proseslerinde arıtılmadan geri kullanılabilir. İşletmede koyu renk kumaş yıkama işlemlerinde oluşan proses atıksularının (16, 17 ve 18 No'lu numuneler) DGK'sı mümkün değildir. Bu nedenle söz konusu atıksuların ileri artımdan sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanımı mümkündür. Ancak işletmede yıkama ve durulama işlemlerinde oluşan proses atıksularının (19 ve 20 No'lu numuneler) DGK için yüksek renk içeriğine sahiptir. Bu nedenle söz konusu atıksular arıtıldıktan sonra terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanılabilineceği gibi arıtılmadan tesis temizliği, birinci-ikinci yıkama ve boyama işlemlerinde geri kullanılabilir. İşletmede koyu renk kumaşların durulama ve yumuşatma işlemlerinde oluşan proses atıksuları (21 ve 22 No'lu numuneler) DGK'sı mümkündür. Söz konusu atıksular aynı proseste veya diğer terbiye-boyama işlemlerinde arıtılmadan geri kullanılabilir.

Çizelge 4.132. Prosesler bazında atıksu karakterizasyonu sonuçları

Numune No.	İşlem	Proses	Renk tonu	pH	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	Renk (Pt-Co)	Geri kullanım potansiyeli	Yeniden değerlendirilebilecek prosesler
1	Kasar sonu durulama suyu	HT-over flow	Açık/Koyu	10,2	3240	3468	1340	512	AGK ^b	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
2	Kasar sonu	HT-over flow	Açık/Koyu	11,1	6000	11220	7660	1658	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
3	Asit+enzim+tüy dökme enzim suyu	HT-over flow	Koyu	- ^a	-	2295	48	76	AGK-DGK ^c	Aritılarak geri kullanılabilir ya da aynı proseste arıtılmadan geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
4	Asit + enzim + tüy enzimi sonrası durulama suyu	HT-over flow	Koyu	-	-	1530	126	46	AGK-DGK	Aritılarak geri kullanılabilir ya da aynı proseste arıtılmadan geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir.
5	Asit + Anti-peroksit enzimi suyu	HT-over flow	Açık	-	-	1836	260	179	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
6	Asit enzim sonrası durulama suyu	HT-over flow	Koyu	-	-	612	120	37	AGK-DGK	Aritılarak geri kullanılabilir ya da aynı proseste arıtılmadan geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
7	Boyama sonu asitleme	HT-over flow	Koyu	-	-	816	76	3174	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
8	Asitleme Sonu	HT-over flow	Açık	-	-	1122	38	602	AGK-DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde veya arıtılmadan tesis temizliğinde geri kullanılabilir
9	Boyama atıksuyu	HT-over flow	Koyu	-	-	3765	65	3822	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
10	Boyama atıksuyu (80 °C)	HT-over flow	Açık	10,2	61000	714	540	2014	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
11	Boyama sonu durulama	HT-over flow	Koyu	10,2	33000	1428	52	3417	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
10 Ocak 2013 tarihinde yapılan atıksu analiz sonuçlarıdır ^a Veri mevcut değildir; ^b AGK: Artıldıktan sonra geri kullanılabilir; ^c DGK: Direk geri kullanılabilir										

Çizelge 4.132. (Devamı)

Numune No.	İşlem	Proses	Renk tonu	pH	Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	KOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	Renk (Pt-Co)	Geri kullanım potansiyeli	Yeniden değerlendirilebilecek prosesler
12	Boyama sonrası durulama	HT-over flow	Açık	10,5	37400	326	86	1007	AGK-DGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde ya da arıtılmadan tesis temizliğinde geri kullanılabilir
13	Yıkama atıksuyu-1 (95 °C)	HT-over flow	Açık	10,2	23900	714	218	683	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
14	Yıkama atıksuyu-2 (70 °C)	HT-over flow	Açık	-	-	510	230	350	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
15	Durulama-3	HT-over flow	Açık/Koyu	-	-	179	60	86	DGK	Aritılmadan boyama proseslerinde ya da boyama sonrası yıkama işlemlerinde geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
16	Yıkama suyu-1 (95 °C)	HT-over flow	Koyu	9,5	3270	1122	136	2558	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
17	Yıkama suyu-2 (95 °C)	HT-over flow	Koyu	9,0	6300	1530	140	1911	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
18	Yıkama suyu-3 (95 °C)	HT-over flow	Koyu	-	-	796	76	1076	AGK	Aritılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanılabilir
19	Yıkama-4 (80 C)	HT-over flow	Koyu	9,0	4.800	224	44	570	AGK-DGK	Aritılmadan boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
20	Durulama-5	HT-over flow	Koyu	9,4	12510	107	16	1137	AGK-DGK	Aritıldıktan sonra terbiye-boyama proseslerinde ya da arıtılmadan boyama proseslerinde geri kullanılabilir
21	Durulama-6	HT-over flow	Koyu	-	-	61	20	366	DGK	Aritılmadan boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
22	Yumuşatma sonu	HT-over flow	Koyu	6,0	1803	230	30	62	DGK	Aritılmadan boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
23	Yumuşatma sonu	HT-over flow	Açık	8,4	6050	1275	112	<20	DGK	Aritılmadan boyama proseslerinde geri kullanılabilir. Ayrıca tesis temizliğinde değerlendirilebilir
10 Ocak 2013 tarihinde yapılan atıksu analiz sonuçlarıdır; ^a Veri mevcut değildir; ^b AGK: Arıtıldıktan sonra geri kullanılabilir; ^c DGK: Direk geri kullanılabilir										

İşletmede özellikle yumuşatma atıksularının DGK'sı ile bir miktar yumuşatıcı geri kazanımı da yapılabilir. İşletmede açık renk kumaşların yumuşatma atıksularının (23 No'lu numune) KOİ konsantrasyonlarının artık yumuşatıcılar içermesi nedeniyle yüksek olduğu görülmektedir. Söz konusu yumuşatma atıksuları aynı proseste veya tesis temizliği işlemlerinde arıtılmadan geri kullanılabilir. Bu proses atıksuyunun aynı proseste arıtılmadan geri kullanımı ile artık yumuşatıcıların geri kazanımı da yapılabilir. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında kompozit atıksulardan da anlık ve 24 saatlik kompozit atıksu numuneleri alınarak analiz edilmiştir. Bu analizler Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi Akredite Atıksu Laboratuvarları'nda yapılmıştır. Çizelge 4.133'de işletmede kompozit atıksu karakterizasyonu sunulmuştur. İşletmede oluşan atıksular Güvenç Boya işletmesi ile birlikte benzer dört tekstil işletmesinin kompozit atıksularını arıtan ve ortak arıtma tesisi olan Gümüş Atıksuyu Arıtma Tesisi'nde fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle arıtılmaktadır. Bu kapsamda Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'nden alıcı ortama deşarj edilen arıtılmış atıksuların rutin analiz sonuçları da değerlendirilmiştir. Buna göre alıcı ortama deşarj edilen arıtılmış atıksu parametreleri SKKY Tablo 10.3'e göre deşarj limitlerinin sağlandığı görülmüştür. Çizelge 4.89'da Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi arıtılmış atıksu karakterizasyonu sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.133. İşletmede kompozit atıksu karakterizasyon sonuçları

Parametre	^a Ortalama konsantrasyon (min.-maks.)
pH	9 (8,7-9,3)
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	6595 (6220-6970)
KOİ (mg/L)	886 (394-1378)
Amonyum-N (mg/L)	<0,5 ^b
AKM (mg/L)	124 (64-184)
Yağ-gres (mg/L)	<10 ^b
Sülfür (mg/L)	<0,1 ^b
Serbest klor (mg/L)	<0,1 ^b
Sülfid (mg/L)	<1 ^b
Renk (Pt-Co)	190 (188-191)
^a 30 Kasım 2012 ve 01 Aralık 2012 tarihlerinde alınan 24 saatlik kompozit atıksu numuneleri analiz sonuçlarını göstermektedir ^b Söz konusu atıksu parametreleri her iki tarihte yapılan atıksu analizlerinde aynı konsantrasyon değerlerine sahip olduğu görülmüştür	

Spesifik atıksu kirlilik yüklerinin değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde proses ve kompozit atıksu karakterizasyonları, işletmede oluşan atıksu miktarları ve üretim miktarları bilgilerinden yararlanılarak spesifik atıksu kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda işletmeden atıksu arıtma tesisi kanalına verilen spesifik KOİ ve AKM yükleri sırasıyla 155 gr/kg ürün ve 21 gr/kg ürün dür. Proses bazında atıksu analiz sonuçlarından ve prosesler bazında spesifik atıksu değerlerinden yararlanılarak spesifik kirlilik yükü değerleri hesaplanmıştır. Buna göre Güvenç Boya işletmesinde terbiye-boyama işlemlerinde spesifik KOİ ve AKM yüklemesi değerleri sırasıyla 161 gr/kg ürün ve 52 gr/kg ürün dür. Ayrıca işletmede terbiye-boyama proseslerinde açık-koyu boyamalarda ortalama KOİ ve AKM değerleri ile spesifik değerleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede açık renk kumaş boyamasında terbiye işlemlerinde spesifik KOİ değeri 99 gr KOİ/kg ürün ve AKM değeri 46 gr AKM/kg ürün dür. Koyu renk kumaş terbiyesinde ise spesifik KOİ değeri 86 gr KOİ/kg ürün ve AKM değeri 36 gr AKM/kg ürün dür.

İşletmenin spesifik atıksu kirlilik yükleri haricinde işletmenin spesifik arıtma maliyetleri de hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik arıtma maliyetinin 0,3-0,5 TL/ton atıksu olduğu belirlenmiştir. Elde edilen spesifik maliyet değeri Gümüşsu Arıtma Tesisi'nden derlenmiştir. Ancak arıtma tesisinde Güvenç Boya işletmesi haricinde diğer işlemelerinde atıksularının arıtıldığı düşüldüğünde net olarak arıtma maliyeti değerleri belirlenmesi oldukça güç olmaktadır. Bu nedenle Gümüşsu Arıtma Tesisi'ne atıksularını veren diğer işletmelerden de 24 saatlik atıksu numuneleri alınarak analiz edilmiş ve kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda Güvenç Boya işletmesi atıksu arıtma toplam debisinin %17'sinden sorumludur. Kirlilik yüklemesi oranı ve spesifik arıtma maliyeti verileri değerlendirilerek Güvenç Boya işletmesinde spesifik arıtma maliyeti KOİ kirlilik yükü bazında 0,53 TL/ton atıksu olarak belirlenmiştir.

Atıksu toplama ve arıtma sistemi

Güvenç Boya işletmesinde proses atıksuları ve evsel nitelikli atıksular ayırık kanal sistemiyle toplanmakta ancak atıksu arıtma tesisi kanalına birlikte verilmektedir. Gümüşsu Arıtma Tesisi ve arıtma teknikleri ile ilgili detaylı bilgiler “4.2.1.8 atıksu toplama ve arıtma sistemi” başlığında verilmiştir.

4.3.1.9. Güvenç Boya işletmesinde mevcut yönetim uygulamalarının değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmedeki yönetim uygulamaları ve prosedürler incelenmiştir. İşletmede hali hazırda Eko-Tex 100 Standardı uygulamaları bulunmaktadır. Ayrıca işletmede makine-enerji birimi tarafından bakım-onarım programları yapılmakta ve uygulanmaktadır. Güvenç Boya işletmesi yeni yerleşkesinde üretim faaliyetlerine başlamış ve makine parkında önemli değişiklikler yapılmıştır.

İşletmede büyük ölçüde izleme-kontrol uygulamaları yapılmakta ancak prosesler bazında spesifik girdi-çıktıların izlenmesi uygulamalarında bazı verimsizlikler/eksiklikler bulunmaktadır. Güvenç Boya işletmesinde özellikle su, enerji ve kimyasal tüketimlerinin minimizasyonu amacıyla çeşitli temiz üretim teknikleri uygulanmaktadır. Özellikle atıksu ve atık baca gazlarından plakalı eşanjörler ve ekonomizörler yardımıyla ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Bu sayede işletmede oluşan atık ısı miktarları ve atık baca gazı emisyonları minimize edilmektedir. Diğer taraftan buhar ve kızgın yağ kazanlarına ait bacalarda ıslak filtreler bulunmakta ve bu filtrelere proses atıksuları beslenmektedir. Bu sayede hem atık baca gazı emisyonu değerleri hem de su tüketimi azaltılmaktadır. Ayrıca işletmede yapılan uygulamalarda son yıkama-durulama banyolarının azaltılmasına yönelik çalışmalar ve uygulamalar bulunmaktadır. Ayrıca işletmede oluşan kompozit atıksular Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi’nde arıtılmakta ve daha sonra alıcı su ortamına deşarj edilmektedir. Çevre mevzuatı kapsamında işletmede oluşan katı atıklar kaynağında ayrı toplanmakta ve biriktirilerek lisanlı kuruluş vasıtasıyla uzaklaştırılmaktadır.

İşletmede yerinde yapılan incelemeler ve değerlendirmelerde çeşitli temiz üretim tekniklerine ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Bu kapsamda işletmede yönetim uygulamalarında, su ve enerji optimizasyonu/minimizasyonu, kimyasal minimizasyonu ve değişimi, makine modifikasyonu uygulamaları yapılabilir. Böylelikle işletmenin su, enerji, kimyasal tüketimlerinde önemli tasarruflar sağlanabilir. Ayrıca atıksu miktarları, atıksuların kirlilik yükleri, atık gaz emisyonları ve katı atık miktarları önemli ölçüde azaltılabilir. Bunun yanında işletmede yönetim uygulamalarında yapılacak modifikasyonlar ile üretim verimliliği önemli ölçüde artırılabilir.

4.3.1.10. Güvenç Boya işletmesinde prosesler bazında kütle ve enerji akışları

Terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji denklilikleri

Güvenç Boya HT-over flow proseslerinde kontinü çekirme tekniklerine göre terbiye-boyama işlemleri yapılmaktadır. Bu nedenle işletmede yalnızca bir proses akımı bulunmaktadır. İşletmenin kaynak kullanımında (su, enerji, kimyasal vb.) terbiye-boyama prosesleri önemli paylara sahiptir. Dolayısı ile terbiye-boyama proseslerinde atıksu oluşumu, kirlilik yükleri, atık gaz emisyonları, atık ısı ve katı atık miktarları açısından belirleyici olmaktadır. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında kütle ve enerji denklilikleri oluşturulmuştur. Şekil 4.45’de HT-over flow terbiye-boyama prosesleri için kütle ve enerji akış diyagramı sunulmuştur.

Genel bilgiler

Referans yıllar: 2012 yılı (Ekim-Kasım)

Kazan sayısı:

-18 adet HT-over flow

-Flotte oranı: 10:1

Boyama sıcaklığı: 93-102 °C

Boyama kapasitesi: 8.797.500 kg/yıl

Kasar kapasitesi: 7.067.250 kg/yıl

İşlenen lif türü: PES-pamuklu

dokuma-örgü kumaşlar

Personel sayısı: 139 kişi/3 vardiya

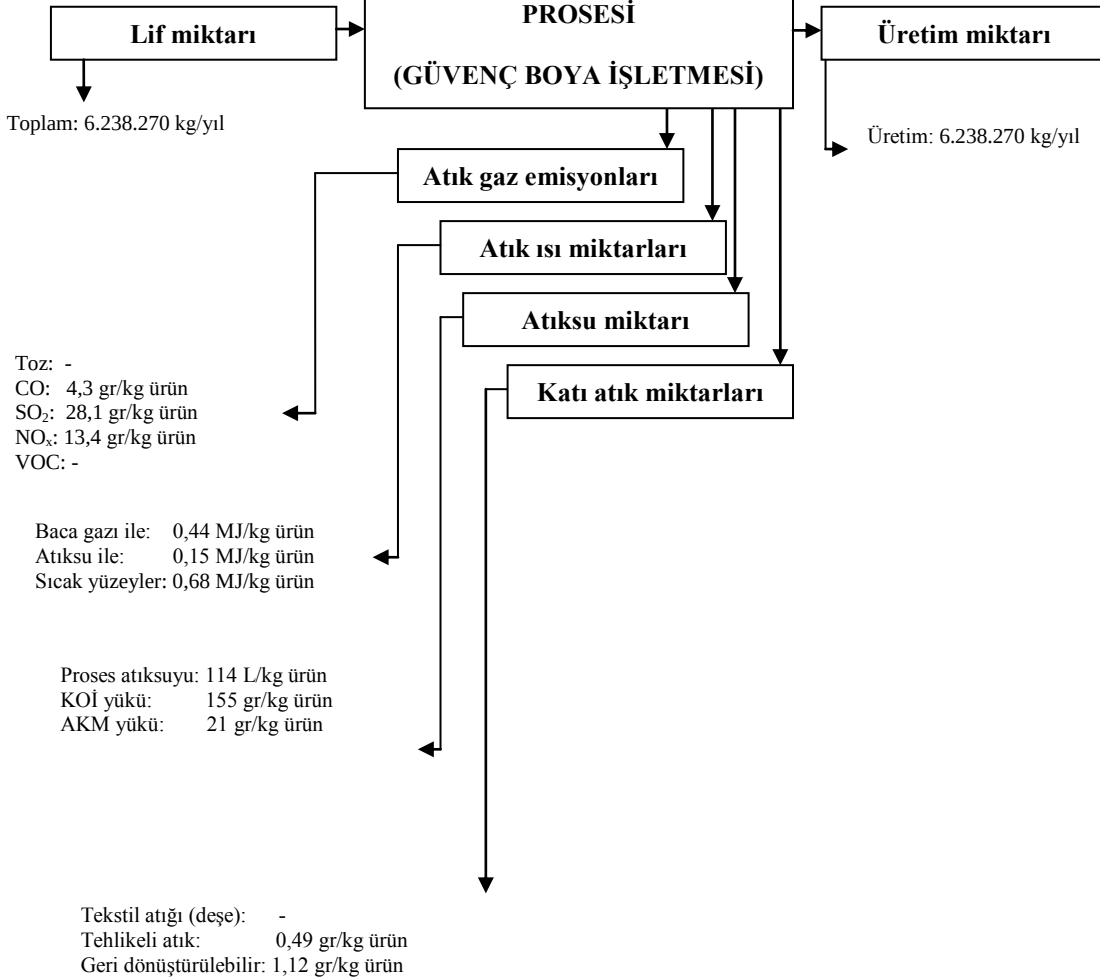
Kapalı alan: 9.500 m²

Toplam enerji: 30 MJ/kg ürün
Elektrik enerjisi: 0,82 kWh/kg ürün
Isıl enerji: 27 MJ/kg ürün
Buhar: 4,5 kg bhr/kg ürün

Proses suyu: 115 L/kg ürün

Yardımcı kimyasal: 233 gr/kg ürün

Boyarmadde: 9 gr/kg ürün



Şekil 4.45. Güvenç Boya işletmesi kütle ve enerji akış diyagramı

4.3.2. İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansının değerlendirilmesi

4.3.2.1. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri 115 L/kg ürün dür. HT-over flow proseslerinde spesifik proses suyu tüketimi terbiye işlemlerinde 42 L/kg ürün ve boyama, son terbiye işlemlerinde ise 63 L/kg ürün dür. İşletmede HT-over proseslerinde her bir terbiye-boyama işleminde spesifik proses suyu tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre PES kumaşların ön terbiyesinde 39 L/kg ürün, boyama ve son terbiyesinde 76 L/kg ürün, yumuşatma işlemlerinde ise 37 L/kg ürün spesifik proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. Pamuklu kumaşların ön terbiye işlemlerinde 34 L/kg ürün, boyama işlemlerinde 17 L/kg ürün, yıkama/durulama işlemlerinde 34 L/kg ürün ve yumuşatma işlemlerinde 9 L/kg ürün spesifik proses suyu tüketimi gerçekleşmektedir. Pamuklu kumaşların terbiye-boyamasında ise spesifik su tüketimlerinin daha az olmasına rağmen proses suyu tüketiminde önemli paya sahip oldukları belirlenmiştir. Bunun nedeni işletmenin toplam üretiminde pamuklu dokuma-örme kumaşların önemli paylara sahip olmasıdır. Buna göre işletmede yalnızca terbiye-boyama işlemlerinde spesifik proses suyu tüketimi 105 L/kg ürün dür. İşletmede su tüketiminin minimizasyonuna yönelik çeşitli iyi yönetim uygulamaları bulunmasına rağmen proses suyu AGK/DGK'sı yapılmamaktadır. İşletmede su tüketiminin minimizasyonunda özellikle pamuklu ve PES kumaşların boyama sonrasında yapılan durulama/yıkama banyolarının AGK/DGK'sına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca işletmede oluşan rejenerasyon atıksularının da AGK/DGK'sı su tüketiminin azaltılmasında oldukça etkili olacağı tahmin edilmektedir. Rejenerasyon atıksuları tesis temizliği ve boyama işlemlerinde DGK'sı yapılabilir. Ayrıca arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde proses suyu olarak kullanılabilir.

İşletmenin spesifik hamsu ve proses suyu tüketimleri literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre kumaş terbiye-boyaması yapan işletmelerde spesifik su tüketimi 5-658 L/kg ürün aralığında değişmektedir (USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; EIE, 2006). IPPC

BREF dokümanında ise kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik su tüketimi 7-645 L/kg ürün dür. Bu durumda Güvenç Boya işletmesinde spesifik su tüketimleri literatür ve IPPC BREF dokümanında verilen aralık değerlerde kalmaktadır. Çizelge 4.134’de işletmenin spesifik su tüketimi literatür ve IPPC BREF dokümanı yer alan benzer işletmeler ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.134. İşletmenin spesifik su tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

İşlem	Spesifik proses suyu tüketimi (L/kg ürün)		
	Güvenç Boya	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye ve boyama işlemleri	115 L/kg ürün	7-645 ^a	5-658 ^b
^a TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			
^b USEPA, 1979; Smith ve Rucker, 1987; EEAA, 1999; Kumar vd., 1999; Visvanathan vd., 2001; Tubtimhin, 2002; Alanya vd., 2006; EIE, 2006; TSKR, 2012			

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojilere bağlı olarak spesifik su tüketimleri değişmektedir. Bu nedenle işletmenin spesifik su tüketiminin değerlendirilmesinde benzer üretim yapısına sahip işletmeler bazında da karşılaştırmalar ve değerlendirmeler yapılmıştır. Çizelge 4.135’de Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre işletmede pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketimleri sırasıyla 94 L/kg ürün ve 152 L/kg ürün olarak hesaplanmıştır. İşletmenin spesifik su tüketimi IPPC BREF dokümanında ağırlıklı olarak pamuklu ve PES kumaş üretimi yapan tekstil işletmeleri için verilen aralıklarda kalmaktadır. Ancak işletmede pamuklu kumaş terbiye-boyamasında spesifik su tüketiminin potansiyel olarak %36-77 ve PES kumaş terbiye-boyamasında spesifik proses suyu tüketiminin potansiyel olarak %77 oranında azaltılması mümkündür. Ayrıca işletmenin spesifik proses suyu tüketiminin (115 L/kg ürün) ise potansiyel olarak %48-70 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. İşletmede su tüketiminin minimizasyonu amacıyla çeşitli MET’ler önerilmiştir. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET’ler ve su tüketiminde sağlanacak potansiyel tasarruflar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları detaylı olarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.135. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik su tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik su tüketimi (L/kg ürün)	
	Pamuklu kumaş	Sentetik kumaş
Dokuma kumaş terbiye-boyaması	21-645	7-248
Örme kumaş terbiye-boyaması	60-216	35-229
Güvenç Boya işletmesi	94	152
^a CRAB, 2001; UBA, 2001; TOWEFO, 2001; Italy, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003		

4.3.2.2. İşletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik elektrik enerji tüketimi 0,82 kWh/kg ürün ve ısıl enerji tüketimi 27 MJ/kg ürün dür. İşletmede spesifik toplam enerji tüketimi ise 30 MJ/kg ürün dür. İşletmede hali hazırda atık baca gazları ve atıksu akımlarından ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Buna göre işletmede spesifik atık ısı geri kazanımı 0,45 MJ/kg ürün dür. İşletmede spesifik enerji tüketimi literatür ve IPPC BREF dokümanında kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.136’da işletmenin spesifik enerji tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanında verileri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre Güvenç Boya işletmesinde spesifik elektrik ve ısıl enerji tüketimleri verilen aralıklarda yer almaktadır.

Çizelge 4.136. Güvenç Boya işletmesinde spesifik enerji tüketimi ve spesifik elektrik enerjisi tüketimi değerleri karşılaştırması

Tekstil alt sektörü	Spesifik enerji tüketimi			
	Enerji	Güvenç Boya	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye-boyaması	Isıl enerji (MJ/kg ürün)	27	13-241 ^a	1,5-293 ^b
	Elektrik enerjisi (kWh/kg ürün)	0,82	0,5-9 ^a	0,3-12,6 ^b
^a CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003				
^b ETBPP, 1997; Kumar vd.,1999; Visvanathan vd., 2000; Koç ve Kaplan, 2007; Palamutcu, 2011				

Tekstil alt sektörlerinden olan kumaş terbiye-boyamasında işlenen lif türü-formu bazında spesifik enerji tüketimleri değişmektedir. Güvenç Boya işletmesi ağırlıklı olarak pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiye-boyaması yapan bir tekstil işletmesidir. Bu nedenle işletmenin spesifik enerji tüketimlerinin benzer üretime

sahip tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmalıdır. Güvenç Boya işletmesi spesifik elektrik ve ısı enerji tüketimleri IPPC BREF dokümanında verilen ağırlıklı olarak pamuklu ve PES kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri bazında değerlendirilmiştir (Çizelge 4.137). Buna göre Güvenç Boya işletmesi spesifik ısı enerji tüketimi IPPC BREF dokümanında benzer üretime sahip işletmeler için verilen aralıklarda yer almaktadır. Benzer şekilde Güvenç Boya işletmesi spesifik elektrik enerjisi tüketimi benzer işletmeler için verilen aralıklarda yer almaktadır. Ancak spesifik enerji tüketimi değerlendirmesinde işletmenin ısı enerji tüketiminin potansiyel olarak %48-52 ve elektrik enerjisi tüketiminin %39 oranında azaltılabileceği görülmüştür. Toplam enerji tüketimi ise potansiyel olarak %53-56 oranında azaltılabilir. Elektrik ve ısı enerji tüketimlerinin minimizasyonu amacıyla işletmeye MET'ler önerilmiştir. Böylelikle işletmede enerji tüketiminde sağlanabilecek potansiyel tasarruflar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.137. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik enerji tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Enerji	Spesifik enerji tüketimi			
		Pamuklu dokuma kumaş	Pamuklu örme kumaş	Sentetik dokuma kumaş	Sentetik örme kumaş
Kumaş terbiye-boyama	Spesifik ısı enerji (MJ/kg ürün)	29-72	14-61	- ^a	13-61
Güvenç Boya		27	27	27	27
Kumaş terbiye-boyama	Spesifik elektrik enerjisi (kWh/kg ürün)	0,5-2,3	1-3	-	1,5-6
Güvenç Boya		0,82	0,82	0,82	0,82
CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003					
^a Veri mevcut değildir					

4.3.2.3. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik yardımcı kimyasal tüketimi 233 gr/kg ürün ve spesifik boyarmadde tüketimi 9 gr/kg ürün dür. İşletmenin spesifik kimyasal tüketimleri literatür ve IPPC BREF dokümanında kumaş terbiye ve boyaması yapan işletmeler bazında

değerlendirilmiştir. Çizelge 4.138’de işletmenin spesifik kimyasal tüketimi literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan kumaş terbiye-boyaması yapan işletmeler ile karşılaştırılmıştır. Buna göre Güvenç Boya işletmesinde yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimleri literatür ve IPPC BREF dokümanında kumaş terbiye-boyaması yapan benzer tekstil işletmeleri için verilen değerler arasında yer almaktadır.

Çizelge 4.138. İşletmenin spesifik kimyasal tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)			
	Kimyasallar	Güvenç Boya	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye, boyama ve apre	Boyarmadde	9	10-50 ^a	0,5-397 ^b
	Yardımcı kimyasal	233	95-570 ^a	3-1776 ^b
^a CRAB, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003 ^b Kallilala ve Talvenmaa, 2000; EIE, 2006				

Güvenç Boya işletmesinde spesifik kimyasal tüketiminin değerlendirilmesinde IPPC BREF dokümanında ağırlıklı olarak pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.139). Buna göre ağırlıklı olarak pamuklu ve PES örme kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik yardımcı kimyasal tüketimi sırasıyla 670 ve 95-430 gr/kg ürün aralığındadır. Spesifik boyarmadde tüketimi ise pamuklu örme kumaş terbiye-boyamasında 18 gr/kg ürün ve PES örme kumaş terbiye-boyamasında 15-50 gr/kg ürün dür. Pamuklu dokuma kumaş terbiye-boyamasında ise spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimi sırasıyla 380-450 gr/kg ürün ve 10-20 gr/kg ürün aralığındadır. Güvenç Boya işletmesi spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketiminde ağırlıklı olarak pamuk ve PES dokuma-örme kumaş terbiye-boyaması yapan benzer işletmeler için verilen değer aralıklarındadır. Ayrıca işletmenin spesifik boyarmadde tüketimi açısından IPPC BREF dokümanında verilen benzer tekstil işletmelerinden daha düşük tüketimlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak işletmenin spesifik yardımcı kimyasal tüketiminin potansiyel olarak %20-50 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmede terbiye-boyama atıksularının AGK/DGK’sı, kimyasal optimizasyonu/minimizasyonu ve iyi yönetim uygulamaları kapsamında önerilen MET’ler etkili olacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu MET’lerin işletmede uygulanması ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydalar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.139. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik kimyasal tüketimleri açısından karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Kimyasallar	Spesifik kimyasal tüketimi (gr/kg ürün)	
		Pamuklu dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması	Sentetik-yün dokuma ve örme kumaş terbiye-boyaması
Kumaş terbiye-boyama	Boyarmadde	10-20 ^a	10-50 ^a
Güvenç Boya		9	9
Kumaş terbiye-boyama	Yardımcı kimyasal	380-670 ^a	95-430 ^a
Güvenç Boya		233	233
^a TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			

4.3.2.4. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür çerçevesinde tartışılması

Güvenç Boya işletmesinde buhar; kurutma, ön kurutma ve boyama banyolarının ısıtılmasında yoğun olarak kullanılmaktadır. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik buhar tüketimi 4,5 kg buhar/kg ürün olarak hesaplanmıştır. Tekstil sektöründe spesifik buhar tüketimi 0,9-45 kg buhar/kg ürün arasında değişim göstermektedir (Hasanbeigi, 2010). Ancak ağırlıklı olarak pamuklu ve PES dokuma-örme kumaş terbiyesi-boyaması yapan işletmelerde spesifik tüketim değerleri 4-9 kg buhar/kg ürün arasında yoğunlaşmaktadır (ARRPEEC, 2003; Swaminathin ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; Purohit, 2007; Hasanbeigi, 2010). Tekstil alt sektörlerinden kumaş terbiyesi-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik buhar tüketimleri prosesler bazında değişim gösterebilmektedir. Buna göre spesifik buhar tüketimi; haşıl sökme proseslerinde 0,3-0,8 kg buhar/kg ürün, buharlama prosesinde 0,4 kg buhar/kg ürün, yıkama prosesinde 0,4-1 kg buhar/kg ürün, kurutma prosesinde 1,1 kg buhar/kg ürün ve ağartma/yıkama prosesinde 0,4-1,2 kg buhar/kg ürün dür (Swaminathin ve Rudramoorthy, 2004; Alanya vd., 2006; EIE, 2006; Hasanbeigi, 2010). Buna göre Güvenç Boya işletmesi spesifik buhar tüketimi belirtilen aralıklarda yer almaktadır. Ancak endüstride spesifik buhar tüketimi lif türü-formu, uygulanan teknik ve teknolojilere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle Güvenç Boya işletmesi spesifik buhar tüketimi değeri literatür ve IPPC BREF dokümanında kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.140). Buna göre Güvenç Boya işletmesi spesifik buhar tüketimi açısından verilen aralıklarda yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.140. İşletmenin spesifik buhar tüketiminin literatür ve IPPC BREF dokümanı verileri ile karşılaştırılması

Tekstil alt sektörü	Spesifik buhar tüketimi (kg buhar/kg ürün)		
	Güvenç Boya	IPPC BREF	Literatür
Kumaş terbiye-boyaması	4,5	0,4-1,6 ^a	4-9 ^b
^a UBA,2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			
^b ARRPEEC, 2003; Swaminathin ve Rudramoorthy, 2004; EIE, 2006; Purohit, 2007; Hasanbeigi, 2010			

İşletmede iyi yönetim uygulamaları, enerji ve su tüketimi optimizasyon/minimizasyonu kapsamında önerilen MET'ler ile ısı su ve ısı enerji tüketimi azalmalara bağlı olarak buhar tüketiminde de önemli tasarrufların sağlanacağı tahmin edilmektedir. Literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer tekstil işletmeleri bazında yapılan karşılaştırmalı değerlendirmede Güvenç Boya işletmesinde buhar tüketiminin potansiyel olarak %12-64 oranında azaltılmasının mümkün olduğu belirlenmiştir. İşletmeye önerilen MET'lerin uygulanması ile buhar tüketiminde sağlanacak potansiyel tasarruflar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.3.2.5. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin literatür çerçevesinde tartışılması

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik proses ve kompozit atıksu miktarları ve kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede spesifik proses ve kompozit atıksu miktarları 115 L/kg ürün dür. Kompozit atıksuların KOİ ve AKM yükleri sırasıyla 155 gr/kg ürün ve 21 gr/kg ürün dür. İşletmede proses atıksuları da analiz edilerek spesifik KOİ ve AKM yükleri hesaplanmıştır. Buna göre işletmede proses atıksularının spesifik KOİ ve AKM yükleri sırasıyla 161 gr/kg ürün ve 52 gr/kg ürün dür. İşletmenin spesifik atıksu miktarları ve kirlilik yükleri literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan kumaş-terbiye-boyaması yapan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.141). Buna göre kumaş terbiye-boyaması yapan tekstil işletmelerinde spesifik atıksu miktarları 67-265 L/kg ürün gibi geniş bir aralıkta değişmesine rağmen 67-167 L/kg ürün aralığında yoğunlaşmaktadır (Visvanathan, 2000). Güvenç Boya işletmesi spesifik atıksu miktarları belirtilen aralık değerlerde yer almaktadır. IPPC BREF

dokümanında ise spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri sırasıyla örme kumaş terbiye-boyamasında 21-225 L/kg ürün ve 48-176 gr/kg ürün; dokuma kumaş terbiyesi-boyamasında 21-618 L/kg ürün ve 14-302 gr/kg ürün arasında değişmektedir (IPPC BREF, 2003). Çizelge 4.97’de kumaş terbiye-boyama işlemlerinde spesifik atıksu ve KOİ yükü değerleri sunulmuştur.

Çizelge 4.141. Güvenç Boya işletmesi ile benzer üretime sahip tekstil işletmelerinin spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükleri açısından karşılaştırılması

Parametre	Spesifik atıksu miktarları ve KOİ yükü		
	Güvenç Boya	IPPC BREF	Literatür
Spesifik atıksu miktarları (L/kg ürün)	115	21-618 ^a	67-265 ^b
Spesifik KOİ yükü değerleri (gr KOİ/kg ürün)	155	14-302 ^a	43-303 ^c
^a CRAB, 2001; TOWEFO, 2001; UBA, 2001; TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003			
^b Visvanathan vd., 2000			
^c Kalliala ve Talvema, 2000; Ren, 2000; Schoeberl vd., 2004; Rosi vd., 2007; Alkaya ve Demirel, 2014			

Güvenç Boya işletmesi spesifik atıksu miktarları literatür ve IPPC BREF dokümanında verilen değerler arasında yer almaktadır. Ayrıca kompozit atıksuların KOİ yükü değerleri de verilen aralıklardadır. Ancak işletmede kompozit atıksu miktarlarının potansiyel olarak %42-82 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca kompozit atıksuların KOİ yükünün de %50-82 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında atıksuların AGK ve DGK olanaklarının değerlendirilmesi ile atıksu miktarlarının ve KOİ yükünün önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir. Diğer taraftan işletmede kimyasal değişimi, optimizasyon ve minimizasyon uygulamaları ve iyi yönetim uygulamaları ile atıksu miktarları ve kirlilik yüklerinin önemli ölçüde azaltılması mümkündür. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET’ler ile sağlanacak potansiyel faydalar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.3.2.6. İşletmede spesifik baca gazı emisyon değerlerinin literatür çerçevesinde tartışılması

Güvenç Boya işletmesinde ısı enerjisi üretiminde fosil yakıtların kullanılması atık baca gazı emisyonlarına neden olurken kurutma üniteleri özellikle VOC emisyonlarına neden olmaktadır. Endüstride spesifik CO, SO₂, NO_x ve VOC

emisyron değerleri sırasıyla 0,28, 0,12, 0,3 ve 0,1 gr/kg ürün dır (Aysen, 1998; Kalliala ve Talvenmaa, 1999; Thai vd., 2011). İşletmede buhar ve kızgın yağ kazanlarına ait bacalarda ıslak tutucu filtreler yardımıyla atık baca gazı emisyonları minimize edilmektedir. Ancak kurutma bacalarından da atmosfere atık gaz emisyonları salınmaktadır. Bu atık gaz kaynaklarında emisyonlarının azaltılmasına yönelik hali hazırda bir uygulama bulunmamaktadır. İşletmede oluşan spesifik CO, SO₂ ve NO_x emisyonları sırasıyla 4,3, 28,1 ve 13,4 gr/kg ürün dır. Güvenç Boya işletmesinde spesifik atık gaz emisyonu değerleri benzer işletme verileri ile karşılaştırıldığında spesifik atık gaz emisyonu değerlerinin yüksek olduğu görölmektedir. Ancak işletmenin atık baca gazı emisyonları “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” limit değerlerini karşılamaktadır.

İşletmede yürütölen mevcut durum analizi kapsamında atıksuların AGK ve DGK’sı, iyi yönetim uygulamaları, kimyasal değişimi, enerji optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları ile ısııl enerji ve dolayısı ile atık baca gazı emisyonlarında önemli azalmaların sağlanacağı tahmin edilmektedir. İşletmenin atık gaz emisyonlarının benzer tekstil işletmeleri değerleri ile karşılaştırıldığında spesifik atık gaz emisyonlarının %56-98 oranında azaltılabilineceği görölmüşür. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET’ler ile sağlanacak potansiyel azalmalar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmışır.

4.3.2.7. İşletmede spesifik katı atık değerlerinin literatür çerçevesinde tartışılması

İşletmede oluşan tehlikeli atıklar, evsel atıklar, geri kazanılabilir atıklar ve ambalaj atıkları mevcut yasal düzenlemelere uygun şekilde toplanmakta ve uzaklaştırılmaktadır. Ancak işletmede bir atık yönetim planı oluşturulması ile atık yönetimi daha kolay şekilde yapılarak minimizasyon çalışmaları yapılabilir. Ayrıca işletmede tekstil atıklarının değerlendirilmediği görölmüşür. İşletmede oluşan tekstil atıkları diğer tekstil alt sektörleri için bir ham madde girdisi oluşturabilmektedir. İşletmede oluşan bu tür tekstil atıklarının değerlendirme imkanlarının araştırılması önerilmektedir. IPPC BREF dokümanı verilerine göre tekstil işletmelerinde spesifik katı atık miktarlarının 11-21 gr/kg ürün aralığında değişmektedir (IPPC BREF,

2003). Güvenç Boya işletmesi spesifik katı atık miktarlarının IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırıldığında potansiyel olarak %48-73 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmeye önerilen MET'ler ile sağlanabilecek potansiyel faydalar 4.3.5 ve 4.3.6 başlıkları altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.3.3. Güvenç Boya işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında kütle ve enerji denklikleri oluşturulmuştur. Ayrıca işletmede proses girdi-çıktıları literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer işletmeler bazında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle işletmenin teknik, kaynak kullanımı ve çevresel performanslarının geliştirilebileceği belirlenmiştir. Benzer şekilde ekonomik performanslarda da önemli tasarrufların sağlanabileceği tahmin edilmektedir. Bu kapsamda yapılan değerlendirmeye göre işletmede sağlanabilecek potansiyel faydalar çizelge 4.142'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.142. İşletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanabilecek potansiyel faydalar

Proses girdileri	Ortalama minimizasyon oranı (min.-maks.) (%)	Proses çıktıları	Ortalama minimizasyon oranı (min.-maks.) (%)
Hamsu tüketimi	59 (48-70)	Atıksu miktarları	62 (42-82)
Enerji tüketimi Elektrik enerjisi	39 (34-45)	KOİ kirlilik yükü	66 (50-82)
Isıl enerji	50 (48-52)		
Kimyasal tüketimi	35 (20-50)	Atık gaz emisyonu miktarları	77 (56-98)
Buhar tüketimi	38 (12-64)	Katı atık miktarları	61 (48-73)

İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında ve benzer işletmeler bazında karşılaştırmalı olarak yapılan değerlendirmelere göre işletmede çeşitli temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. İşletmede teknik, çevresel ve ekonomik performansların iyileştirilmesine yönelik çeşitli temiz üretim uygulamaları

hali hazırda uygulanmaktadır. İşletmede uygulanmakta olan temiz üretim teknikleri ve sağlanan tasarruflar da yerinde yapılan incelemeler ile belirlenmiştir. Bu kapsamda işletmenin tüm proses girdileri-çıktıları ve mevcut temiz üretim uygulamaları değerlendirildiğinde bir takım verimsizliklerin ve eksikliklerin bulunduğu belirlenmiştir. İşletmede iyi yönetim uygulamaları kapsamında hali hazırda izleme ve kontrol uygulamaları yapılmaktadır. Ancak bunun teknik ve teknolojik izleme-kontrol ekipmanları ile prosesler bazında kütle dengelerine dayalı yapılması gereklidir. Ayrıca etkin izleme-kontrol uygulamalarının bir tamamlayıcısı olan kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması da teknik, çevresel ve ekonomik faydalar açısından oldukça önemlidir. Bu iyi yönetim uygulamalarının ve diğer temiz üretim tekniklerinin bir çevre yönetim sistemi ile tamamlanması işletme açısından hem daha kolay uygulanabilir hem de sağlanacak faydaların maksimize edilmesinde ve sürdürülebilirliği açısından önemli olacaktır.

İşletmede tek bir üretim hattında kumaş terbiye-boyamasının yapılması ve özellikle lif türü-formunun belirli olması işletme açısından bir avantaj oluşturmaktadır. Bu kapsamda işletmede oluşan proses atıksularının potansiyel AGK/DGK'sı daha yüksek olacaktır. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede prosesler bazında proses atıksularından numuneler alınarak analiz edilmiş ve AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. Buna göre işletmede özellikle yıkama/durulama, yumuşatma, ön terbiye (asitleme prosesi), rejenerasyon proses atıksularının AGK/DGK potansiyellerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu proses atıksuları karakterlerine uygun proseslerde geri kullanılabilir. Bu sayede su, enerji ve kimyasal geri kazanımı yapılabilir. Dolayısı ile atıksu, atıksuların KOİ yükleri, atık gaz emisyonları, katı atık miktarları, atık ısı miktarları önemli ölçüde azaltılabilir. Ayrıca proses atıksularının AGK/DGK'sı ile su-atıksu, enerji, kimyasal, katı atık vb. maliyetlerinde önemli azalmalar sağlanabilir.

İşletmenin kimyasal tüketimi oldukça iyi seviyede olmasına rağmen daha da minimize edilebilmesi mümkündür. Bu kapsamda işletmede kimyasal reçetelerinin revize edilmesine (atıksu AGK/DGK'sı için zaten yapılacak), atıksuların AGK/DGK'sı, kimyasal değişimi, otomatik kimyasal hazırlama ve dozlama sistemlerinin kurulmasına, kompleks oluşturucu kimyasal tüketiminin azaltılması,

boya sayısının azaltılması gibi temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca TSEKÖKT uyarınca tek zorunlu MET olan kostik geri kazanımı uygulamaları yapılabilir. Ancak işletmede merserizasyon işlemi yapılmaması ve kostik geri kazanımı uygulamasının potansiyel faydasını azaltacağı açıktır. İşletmede atıksuların artım verimliliğinin artırılması adına boru-sonu arıtım kapsamında temiz üretim önerisinde bulunulmuştur.

İşletmenin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesinde TSEKÖKT’de yer alan Tablo 5’den ve IPPC BREF dokümanından yararlanılarak bir değerlendirme listesi hazırlanmıştır. Buna göre işletmede genel yönetim uygulamaları, kaynak kullanımları ve boru sonu arıtım uygulamaları ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Bu kapsamda işletmeye 20 soru için “evet, hayır ve kısmen” şeklinde bir değerlendirme yapılmıştır (Çizelge 4.143). Değerlendirmede yöneltilen sorulardan 5’ine evet, 7’sine hayır ve 8’ine kısmen cevabı verilmiştir. Buna göre işletmede yürütülen mevcut durum analizi sonuçları, benzer işletmeler bazında yapılan değerlendirmeler ve çizelge 4.143’e göre yapılan değerlendirmelere göre temiz üretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Çizelge 4.143. Güvenç Boya işletmesinin temiz üretime uygunluğunun değerlendirilmesi

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
1	Tüm madde girdileri-çıktıları miktar ve nicelikleri açısından inceleniyor mu?			✓	İşletmede su, enerji ve kimyasal tüketimleri miktarları açısından izlenmektedir. Ancak prosesler bazında izleme ve kontrol yapılamamaktadır. Ayrıca proses girdileri ve çıktıları nitelikleri yönünden incelenmemektedir. Baca gazı emisyonları için çevre mevzuatı gereği 3 yıllık periyotlarda analiz raporları hazırlanmaktadır.
2	Üst yönetim tarafından taahhüt edilmiş çevre yönetim sistemi, temiz üretim stratejisi ya da planı bulunuyor mu?		✓		İş güvenliği ve sağlığı uygulamaları mevcuttur. Ayrıca müşteri standartları ve Eko-Tex 100 standardı uygulanmaktadır. Ancak taahhüt edilmiş bir çevre yönetim sistemi, temiz üretim stratejisi bulunmamaktadır.
3	Sürdürülebilir kaynak yönetimi ve çevresel performansın iyileştirilmesine yönelik mevcut stratejiler, politikalar ve planlar bulunuyor mu?			✓	Bu kapsamda strateji, politika ve planlar mevcut değildir. Ancak çevre mevzuatına uyum gereği özellikle katı atıkların kaynağa ayrı toplanması ve lisanslı kuruluşlar vasıtası ile bertarafı sağlanmaktadır. Ayrıca enerji geri kazanımı uygulamaları yapılmaktadır.
4	Çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer veriliyor mu?			✓	İşletmede sadece çevre mevzuatı ve iş sağlığı ve güvenliği kapsamında bilgilendirmeler yapılmaktadır. Ancak temiz üretim-sürdürülebilir üretim ve teknik eğitim programları bulunmamaktadır.
5	Bakım-onarım, temizlik ve kaçak kontrolüne yönelik uygulamalar buluyor mu ve dokümanite ediliyor mu?			✓	İşletmede bakım-onarım programları bulunmaktadır. Ancak etkin ve önleyici uygulamalar bulunmamaktadır.
6	Kimyasalların depolanması, saklanması ve kullanımı MSDS'lerde belirtildiği şekilde yapılıyor mu?	✓			İşletmede kimyasal deposu bulunmaktadır. MSDS'lerde belirtilen şekilde uygulamalar yapılmaktadır. Ayrıca işletmede kullanılan kimyasallara ait tüm MSDS'lere erişilebilmektedir.
7	Kimyasal seçiminde çevresel faktörler göz önünde bulunduruluyor mu?			✓	İşletmede Eko-tex100 standardı sertifikası bulunmaktadır. İnsan sağlığına zararlı kimyasalların kullanılmamaktadır. Ancak kimyasal seçiminde çevresel faktörler kısmen değerlendirilmektedir.
8	MSDS'ler sürekli güncelleniyor ve kolaylıkla erişilebilir mi?	✓			MSDS'ler bulunmakta ve sürekli güncellenmektedir.
9	Gereksiz kimyasal kullanımı, dökülmeler ve kayıplar engellenebiliyor mu?		✓		Kimyasal dökülmeleri ve kayıplarının engellenmesine yönelik etkin uygulamalar bulunmamaktadır. Ayrıca işletmede otomatik hazırlama ve dağıtım sistemleri bulunmamaktadır.
10	Kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında otomatik sistemler kullanılıyor mu?		✓		Kimyasalların hazırlanması ve dağıtımında otomatik dozlama sistemleri kullanılmamaktadır. Manüel hazırlama ve dozlamalar yapılmaktadır.
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

Çizelge 4.143. (Devamı)

No	Kriterler	Değerlendirme			Açıklama
		E ^a	H ^b	K ^c	
11	Kimyasal geri kazanımı uygulamaları bulunuyor mu?		✓		Kimyasal geri kazanım uygulamaları bulunmamaktadır.
12	Hammadde seçiminde çevresel etkiler göz önünde bulunduruluyor mu?		✓		İşletmede müşteri siparişleri doğrultusunda kumaş terbiye, boyama ve apre işlemleri yapılmaktadır. Hammadde seçiminde çevresel etkiler değerlendirilememektedir.
13	Su ve enerji tüketimleri prosesler bazında izleniyor mu?		✓		İşletmede belirli noktalarda izleme ve kontrol ekipmanları bulunmaktadır. Ancak prosesler bazında izleme ve kontrol yapılmamaktadır.
14	Su tüketimleri ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik politikalar ve uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Su ve atıksu miktarlarının azaltılmasına yönelik uygulamalar bulunmaktadır. Özellikle ıslak tutucu filtrelerde atıksu geri kullanımı yapılmaktadır. Ayrıca işletmede atıksuların AGK/DGK'sı konusunda planlamalar yapılmaktadır.
15	Enerji tüketiminin, atık gaz emisyonları ve atık ısının önlenmesi/minimizasyonuna yönelik uygulamalar bulunuyor mu?	✓			Enerji tüketiminin minimizasyonuna yönelik atıksulardan ve atık baca gazı emisyonlarından ısı geri kazanımı uygulamaları bulunmaktadır. İşletmede atık baca gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ıslak tutucu filtreler bulunmaktadır.
16	Katı atıkların minimizasyonu ve yönetimi uygulamaları bulunuyor mu?	✓			Çevre mevzuatı kapsamında katı atıklar kaynağa ayrı toplanmakta ve lisanslı kuruluşlar vasıtası ile uzaklaştırılmaktadır. Ancak katı atık oluşumunu kaynağa önlemeye yönelik uygulamalar bulunmamaktadır.
17	Proses atıksuları ayrı olarak toplanıyor mu?		✓		İşletmede sadece evsel atıksular proses atıksularından ayrı toplanmaktadır. Proses atıksuları birleşik kanal sistemi ile toplanmaktadır.
18	Atıksuların boru-sonu arıtım uygulamaları bulunuyor mu?	✓			İşletmede oluşan evsel ve proses atıksuları birlikte atıksu arıtma tesisi kanalına verilerek arıtımı yapıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmektedir.
19	İç ortam hava kalitesi ve çalışma şartlarının iyileştirilmesine yönelik önlemler bulunuyor mu?			✓	İç ortam hava kalitesine yönelik aspiratörler ve kurutma makineleri üzerine yerleştirilmiş davlumbazlar bulunmaktadır.
20	Gürültü ve titreşimin önlenmesine yönelik uygulamalar bulunuyor mu?			✓	Gürültü ve titreşimin önlenmesine yönelik yeterli uygulama bulunmamaktadır. Ancak işletme için mevcut yerleşim nedeniyle dolaylı olarak ses perdeleri oluşturulmuştur.
Toplam puan		5	7	8	
^a E: Evet ^b H: Hayır ^c K: Kısmen					

4.3.4. Güvenç Boya işletmesi özelinde MET önerilerinin belirlenmesi

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında spesifik proses girdi-çıktıları hesaplanarak kütle denklilikleri oluşturulmuştur. İşletmenin spesifik kaynak kullanımları ve çevresel performansları literatür ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Buna göre işletmenin kaynak kullanımları ve çevresel performansında sağlanacak potansiyel faydalar belirlenmiştir. Ayrıca işletmenin temiz üretime uygunluğu değerlendirilmiştir. Böylelikle işletmeye önerilecek MET'lerin temel perspektifi oluşturulmuştur. Güvenç Boya işletmesi özelinde MET belirleme çalışmalarında 3 adımlı sistematik bir yaklaşım izlenmiştir. İlk adımda işletmenin üretim prosesleri ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak kapsamlı bir MET önerisi listesi hazırlanmıştır. Belirlenen bu öneriler işletme yetkilileri ile tartışılarak işletmede uygulanabilir nitelikte olanlar tespit edilmiştir. Bu aşamada istatistiksel metotlardan olan KAM (Kriter Ağırlıklandırma Metotları) ve BSM'den (Basit Sıralama Metotları) yararlanılarak uygulanabilir nitelikteki her bir öneri için öncelik değerlendirmesi yapılmıştır.

İkinci adımda literatürde benzer tekstil işletmelerinde uygulanan başarılı temiz üretim uygulamalarından ve diğer temiz üretim kılavuz dokümanı/raporlarından yararlanılarak temiz üretim önerileri belirlenmiştir. İkinci adımda belirlenen öneriler de işletme yetkilileri ile paylaşılarak bir öncelik değerlendirmesi yapılmıştır. Üçüncü adımda tüm temiz üretim önerileri (1'inci ve 2'inci adımda belirlenen) potansiyel ekonomik ve çevresel faydalar açısından değerlendirilmiştir. Üçüncü adımda yapılan bu değerlendirmede istatistiki metotlardan olan ATM'den (Ağırlıklandırılmış Toplama Metodu) yararlanılmıştır. Böylelikle işletmede temiz üretimin yapılandırılmasında teknik, ekonomik ve çevresel açıdan en yüksek faydayı sağlayacak nihai MET önerileri belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında işletmede her bir MET önerisinin uygulanması ile sağlanacak potansiyel faydalar tartışılmıştır.

4.3.4.1. İşletmede MET önerisi seçiminde ilk adım

Güvenç Boya işletmesinde MET önerisi belirleme çalışmalarının ilk adımında TSEKÖKT referans alınarak bir MET listesi hazırlanmıştır. İşletmede uygulanabilir ya da geliştirilebilir nitelikte 117 adet MET önerisi belirlenmiştir. Bu kapsamda; genel uygulamalara yönelik 28, çeşitli tekstil üretim prosesleri için 38, atık gaz ve emisyonlar için 31, ayrık atıksular ve atıklar için 18, katı atıklar ve yönetimi için 2 adet MET önerisinde bulunulmuştur. Her bir öneri işletme yetkilileri ile değerlendirilerek sunulan 117 öneriden 43'ü işletmede uygulanabilir nitelikte ve 64'ü hali hazırda uygulanıyor olduğu belirlenmiştir. Ek-1c'de işletmeye ilk adımda sunulan temiz üretim önerileri ve öncelik değerlendirme puanları verilmiştir. Ayrıca belirlenen öneriler için ATM'ye göre öncelik değerlendirme puanları verilmiştir. Çizelge 4.144'de temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri ve frekansları verilmiştir. Buna göre sunulan 40 adet önerinin 3 puan (işletme öncelik puanlarının ağırlıklı ortalaması) ve üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.144. Temiz üretim önerisi seçiminde öncelik kriterleri ve frekanslar

Öncelik değerlendirmesi	Değerlendirme puanı	Frekans
İşletme için önceliksiz	1	1
İşletme için düşük öncelikli	2	2
İşletme için öncelikli olabilir	3	25
İşletme için öncelikli	4	12
İşletme için üstün öncelikli	5	3

4.3.4.2. İşletmede MET önerisi seçiminde ikinci adım

İşletmede MET önerisi belirleme çalışmalarının ikinci adımında ise literatürde yer alan başarılı temiz üretim uygulamaları, IPPC BREF dokümanı ve diğer temiz üretim kılavuz dokümanından yararlanılarak ek temiz üretim önerileri belirlenmiştir. Ayrıca ilk adımda işletmede kısmen uygulanan ancak geliştirilebilir nitelikteki 6 adet temiz üretim önerisi de bu kapsamda yeniden değerlendirilmiştir. Bunun nedeni söz konusu tekniklerin işletmede temiz üretimin yapılandırılması ve devamlılığı açısından oldukça önemli olmasıdır. Belirlenen temiz üretim önerileri işletme yetkilileri ile çizelge 4.144'de verilen kriterlere göre değerlendirilmiştir. Ek-2c'de ikinci adımda tekrar değerlendirmeye alınan ve belirlenen ek temiz üretim önerileri sunulmuştur.

4.3.4.3. İşletmede MET önerisi seçiminde üçüncü adım

Güvenç Boya işletmesi özelinde MET önerisi belirleme çalışmalarının üçüncü adımında işletme için nihai MET önerileri belirlenmiştir. Bu kapsamda öncelikle birinci ve ikinci adımda belirlenen temiz üretim önerileri için literatürdeki benzer uygulama verilerinden yararlanılarak ekonomik ve çevresel faydalar belirlenmiştir. Buna göre her bir MET önerisi için çizelge 4.48’de sunulan kriterler göz önünde bulundurularak ATM’ye göre ağırlık faktörü puanları hesaplanmıştır. Çizelge 4.145’de ise belirlenen öncelikli öneriler için ekonomik kazanım, çevresel fayda ve ağırlık faktörü puanları verilmiştir. Böylelikle MET önerisi belirleme çalışması kapsamında birinci ve ikinci adımda teknik açıdan değerlendirme yapılırken üçüncü adımda potansiyel ekonomik ve çevresel faydalar da değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Çizelge 4.145. Öncelikli temiz üretim önerileri için ağırlık faktörü puanları

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
İyi yönetim uygulamaları			
Çevre yönetim sistemi kurulması	2	3	3
Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	2	3	3
Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	2	3	3
Su optimizasyon/minimizasyonu			
Ayrık atıksu akımların karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi	4	5	5
Taşar yıkama yöntemine yerine, doldur boşalt sistemlerin uygulanması	2	5	4
Az girdili proseslerin kullanılması ve emdirme ile boyama teknikleri kullanıldığında emdirme teknesi hacminin en aza indirilmesi	2	4	3
Elyafta kalan kirli suyun bir sonraki yıkama adımı öncesinden elyaftan sıkma silindirleri ve benzeri ekipman kullanılarak alınması	2	4	3
Taşırarak yıkama/durulama yerine, doldur-boşalt yıkama veya akıllı durulama tekniklerinin kullanılması	2	5	4
Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi	3	4	4
Boyama atıksuları için MET; aşağıdaki yöntemlerle arıtım sonrası geri kullanımdır (arıtma sonrasında boyama atıksularının yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. Böylelikle, boyama sonrası yıkama atıksularında çözünmüş katı konsantrasyonu 5.000-6.000 mg/L'den 3500 mg/L'ye azalabilmektedir)	3	5	4
^a Potansiyel ekonomik fayda puanı, ^b Potansiyel çevresel fayda puanı			

Çizelge 4.145. (Devamı)

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
Su optimizasyon/minimizasyonu			
Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, % 65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir).	3	5	4
Boyama sonrası yıkama atıksularının adsorpsiyon ile geri kazanımı (boyama atıksularının (özellikle ilk yıkama atıksuları) aktif karbon ile arıtılması ve bu yolla organik bileşenlerin etkin gideriminin sağlanması mümkündür. Aktif karbon kolonlarında geçirilen atıksuyun tuz içeriği (yaklaşık 80 gr/L) değişmemekte, atıksu parlak ve renksiz bir forma dönüşmekte; dolayısıyla, banyo çözeltisi hazırlamakta kullanılabilir. Sıcak atıksuların aktif karbondan geçirilebiliyor olması, enerji tasarrufu da sağlamaktadır).	3	5	4
Boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile arıtımı (pamuklu tekstil imalatından kaynaklanan boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile geri kazanılması mümkündür. Alüminyum sülfat, katyonik organik polielektrolit ve çok düşük dozda anyonik polielektrolitin birlikte kullanılması durumunda en iyi sonuç alınabilmektedir. Bu proses ile yüksek (>90) renk giderimi ve düşük KOİ giderimi (%40-50) elde edilebilmektedir. Elde edilen suyun, değişik amaçlarla kullanılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu metot, yüksek çözünmüş katı madde, sıcaklık, deterjan ve KOİ içeriğinden olumsuz etkilenmektedir).	3	5	4
Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).	4	5	5
Terbiye atıksularının sülfürik/sitrik asit yerine alternatif yollar ile nötralizasyonudur (yüksek pH'lı terbiye atıksularının nötralizasyonu için CO ₂ kullanımı daha iyi bir alternatiftir. Özellikle sıvı karbondioksit kullanımı, çevre için toksisite riski taşıyan diğer tüm kimyasalların yerine rahatlıkla kullanılmaktadır. Terbiye işlemleri sonrasında yapılan yıkamalardan kaynaklanan yüksek pH'lı suların arıtma öncesi nötrale etmek için -varsa- kojenerasyon ünitesinden çıkan atık CO ₂ gazı ile asidifikasyonu mümkündür. Bu sistem için, kojenerasyondan atılan havanın CO ₂ içeriğinin yüksek olması gereklidir).	2	4	3
Haşıl sökme atıksularından membran filtrasyon ile haşıl kimyasalının geri kazanımı (polyvinil alkol, poliakilatlar, karboksimetil selüloz ve nişasta gibi suda çözünür haşıl kimyasalları yıkama sularından ultrafiltrasyon ile geri kazanılabilir. Sıcak haşıl sökme atıksuları 20-30 gr/L düzeyinde haşıl kimyasalı içermektedir. Ultrafiltrasyon ile 150-350 gr/L düzeyine çıkartılabilen ultrafiltrasyon konsantrisi haşıllamada yeniden kullanılabilir. Ultrafiltrasyondan gelen süzüntü suyu ise, yıkamada yeniden kullanılabilir. Sıcak haşıl sökme atıksuları soğutulmadan bu işlem gerçekleştirilebildiğinden, tekrar ısıtma gerekmemektedir. Bu proses, % 80-85 oranında haşıl kimyasalının geri kazanımını sağlamaktadır).	4	5	5
Yüksek düzeyde KOİ içeren atıksular için MET; bu atıksuların ayrı toplanması ve ayrı arıtılmasıdır (haşıl sökme, boyama banyosu gibi işlemlerden/ünitelerden gelen yüksek KOİ (>5000 mg/L) içeren atıksular 100–130°C'da yaklaşık 3 bar basınç altında oksijen ile oksitlenebilir. Asidik ortamda, hidrojen peroksit ve demir (II)-tuzu ilavesiyle "Termal Fenton Prosesi" uygulanabilir. Bu prosesle ön arıtmadan geçirilen yüksek KOİ içeren atıksuların daha sonra diğer atıksularla birlikte arıtılmaları durumunda, deşarj standartlarının (renk, toksisite, KOİ) sağlanabilmesi mümkün olabilmektedir).	4	5	5
^a Potansiyel ekonomik fayda puanı, ^b Potansiyel çevresel fayda puanı			

Çizelge 4.145. (Devamı)

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
Yüksek düzeyde KOİ içeren atıksular için MET; bu atıksuların ayrı toplanması ve ayrı arıtılmasıdır (haşıl sökme, boyama banyosu gibi işlemlerden/ünitelerden gelen yüksek KOİ (>5000 mg/L) içeren atıksular 100–130°C’da yaklaşık 3 bar basınç altında oksijen ile oksitlenebilir. Asidik ortamda, hidrojen peroksit ve demir (II)-tuzu ilavesiyle “Termal Fenton Prosesi” uygulanabilir. Bu prosesle ön arıtmadan geçirilen yüksek KOİ içeren atıksuların daha sonra diğer atıksularla birlikte arıtılmaları durumunda, deşarj standartlarının (renk, toksisite, KOİ) sağlanabilmesi mümkün olabilmektedir).	4	5	5
Baskı boya çamuru için MET; çamurdan atıksu geri kazanımıdır (koagülasyon/çöktürme ön arıtma aşamasından sonra baskı boya çamuruna mikrofiltrasyon/ultrafiltrasyon (polipropilen filtreler ile) uygulaması ile su geri kazanımı (% 90 oranında) mümkün olmaktadır. Mikrofiltrasyon/ultrafiltrasyon sonrası nanofiltrasyon uygulaması, baskı boyamada yıkama suyu niteliğinde su sağlayabilmektedir).	2	3	3
Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesı atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+nanofiltrasyon+ters ozmos uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).	4	5	5
Enerji optimizasyon/minimizasyonu			
Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemleri ile işleme tabi tutulması	4	4	4
Sürekli işlemlerde su ve enerji tüketimini yüksek verimli yıkama makineleri kullanarak ve enerji geri kazanım ekipmanları ile azaltılması	4	5	5
Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonun yapılması	3	3	3
Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalarla kazan dairelerinin optimize edilmesi	3	3	3
Partikül emisyonlarının, sulu yıkama sistemleri kullanılarak kontrol edilmesi,	2	5	4
Kimyasal optimizasyon/minimizasyon			
Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi	2	5	4
Tüm kimyasal maddeleri, MSDS’lerde verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması	1	3	2
Kimyasal dozlanmasında (boyalar hariç) MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulması	3	5	4
Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması	1	4	3
Yüzey aktif madde kullanımında; alkil fenol etoksilatlar ve diğer tehlikeli maddeler yerine, biyolojik olarak kolay ayrışabilir yüzey aktif maddelerin kullanılması	1	4	3
Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	2	4	3
^a Potansiyel ekonomik fayda puanı, ^b Potansiyel çevresel fayda puanı			

Çizelge 4.145. (Devamı)

MET önerisi	PEFP ^a	PÇFP ^b	Ağırlık faktörü
Hidrojen peroksitin optimum şartlar altında uygulanması	3	4	4
Biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturu maddelerin kullanılması	1	4	3
Köpük önleyici madde kullanımında; (flottenin kumaş hareketi ile çalkalanmadığı yerlerde flottesiz air-jetlerin kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, biyolojik olarak kolay ayrışabilir ve mineral yağ içermeyen köpük önleyici maddelerin kullanılması) işlemlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak köpük önleyici maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	1	3	2
Hidrojen peroksit stabilizörlerinin kullanımını en aza indiren veya biyolojik ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturu maddelerin kullanıldığı teknikler ile hidrojen peroksit ağartmasının uygulanması	3	4	4
Sodyum hipoklorit kullanımının, sadece yüksek beyazlığın istenildiği durumlar ve kırılabilir ve depolimerizasyona uğrayabilen kumaşlarla sınırlı tutulması	2	4	3
Elyafa yüksek oranda tutunabilen boyaların kullanılması	3	5	4
Boyaların elyafa yüksek oranda tutunabilmesini engellemeyecek yardımcı kimyasalların kullanılması	3	5	4
Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılmasıdır (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manuel sistemler kullanılabilir)	3	5	4
Kimyasalların ayrı hatlarla on-line olarak dağıtıldığı ve uygulamadan hemen önce karıştırıldığı dağıtım sistemlerinin benimsenmesi	2	4	3
Bu amaçla kullanılan kimyasal, bir boya banyosuna uygulanıyor ise; işlem sonunda pH<4,5 olmasının sağlanması ve bu mümkün değilse, haşerelere karşı kullanılan kimyasalın ayrı bir adımda uygulanması ve flottenin tekrar kullanılması ve/veya taşma sonucu dökülmelerin engellenmesi ve/veya boyama işleminde haşerelere karşı koruyucu maddenin lifler tarafından alınımı geciktirmeyen ve engellemeyen boyama yardımcı maddelerinin seçilmesi	1	3	2
Yumuşatma işlemleri için MET; yumuşatıcıların kesikli boyama makinelerinde uygulanması yerine, fulardlarda veya daha iyisi püskürtme ya da köpük sistemleri ile uygulanması	2	4	3
Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (buharlaştırma yönteminde; öncelikle döner filtreler ya da basınçlı mikro-filtrasyon ile iri tanecikler ayrılmalı ve daha sonra ısı uygulaması ile buharlaştırma uygulanmalıdır. Buharlaştırmada, genellikle 3-aşamalı buharlaştırma uygulanmaktadır. Elde edilen konsantre kostik, çöktürme veya hidrojen peroksit ilavesi gibi tekniklerle saflaştırılmakta, rengi giderilmektedir).	3	4	4
Terbiye atıksularından membran filtrasyon ile kostik geri kazanımı (yüksek pH 'ya dayanıklı membranların kullanıldığı nanofiltrasyon/ters ozmoz süreçleri ile kostik içeriği yüksek süzöntü suyu (yaklaşık %6 NaOH) elde edilmesi ve elde edilen süzöntü suyunun buharlaştırma yoluyla konsantre edilerek istenen kostik içeriğine (%18-25) getirilmesi mümkündür).	3	4	4
Halojenli organik çözücülerin kullanımından kaçınılmadığı durumlarda tamamen kapalı devre ekipmanların kullanılması	2	4	3
Boru sonu uygulamalar			
Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (amaç biyolojik olarak zor parçalanabilir veya parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanabilir organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	3	4	4
Makine modifikasyonu/değişimi			
Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinelerin kullanılması	4	4	4

^aPotansiyel ekonomik fayda puanı, ^bPotansiyel çevresel fayda puanı

MET önerisi belirleme çalışmalarının üçüncü adımında ayrıca işletme yetkilileri ile birlikte her bir öneri için işletme tercih puanları hesaplanmıştır. İşletme tercih puanlarının belirlenmesinde ATM'den yararlanılmıştır. Bu noktada asıl amaçlanan önerilerin seçiminde potansiyel faydaları göz önünde bulundurarak işletmenin de MET seçimindeki etkisini değerlendirmeye dahil etmektir. Birinci ve ikinci adımda belirlenen işletme öncelik puanları, üçüncü adımda belirlenen ağırlık faktörü ve işletme tercih puanları değerlendirilerek toplam MET tercih puanları hesaplanmıştır. BSM'ye göre toplam MET tercih puanlarının ağırlıklı ortalaması 37 puan olarak hesaplanmıştır. Ek-3c'de belirlenen her bir öneri için toplam MET tercih puanları sunulmuştur. Buna göre toplam MET tercih puanı 37 ve üzerinde olan 16 öneri işletme için nihai MET'ler olarak belirlenmiştir. Ayrıca nihai MET'lerin çizelge 4.50'de verilen kriterlere göre öncelik düzeyleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmenin amacı işletmede teknik, ekonomik ve çevresel faydaları göz önüne alarak işletmede belirlenen nihai MET'lerin uygulamaya geçirilmesinde yatırım önceliklerinin belirlenmesidir. Çizelge 4.146'da Güvenç Boya işletmesi için nihai olarak önerilen 16 nihai MET önerisinin dağılımı sunulmuştur. Ayrıca Ek-4c'de Güvenç Boya işletmesi için belirlenen nihai MET önerileri ve öncelik değerlendirmesi sunulmuştur.

Çizelge 4.146. Güvenç Boya işletmesi için nihai MET önerilerinin sayısal dağılımı

MET ana başlıkları	MET önerileri düzey dağılımı			
	Toplam	Birinci düzey	İkinci düzey	Üçüncü düzey
İyi yönetim uygulamaları	3	3	0	0
Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu	5	3	1	1
Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu	1	1	0	0
Kimyasal değişimi/minimizasyonu	5+1 ^a	2	2	1
Boru sonu uygulamalar	1	1	0	0
Toplam	16	10+1 ^a	3	2
^a TSEKÖKT uyarınca zorunlu kostik geri kazanımı MET önerisini ifade etmektedir				

4.3.5. Güvenç Boya işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydaların değerlendirilmesi

4.3.5.1. İyi yönetim uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Çevre yönetim sistemi kurulması (Birinci düzey)

Çevre yönetim sistemleri temiz üretimin yapılandırılması ve sürekliliğinin sağlanmasında önemli araçlardandır. Endüstriyel işletmelerde çevre yönetim sistemin yapılandırılması teknik avantajlar, kaynak kullanımların tasarruflar, işletmelerin çevresel ve ekonomik performanslarının geliştirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Güvenç Boya işletmesinde hali hazırda uygulanmakta olan bir çevre yönetim sistemi mevcut değildir. Ancak işletmede mevcut tanımlanmamış yönetim uygulamalarının geliştirilmesi ya da eksikliklerinin giderilmesiyle çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasının oldukça kolay olacağı öngörülmektedir. Endüstriyel işletmelerde çevre yönetim sistemin yapılandırılmasında temel uygulamaları; prosedürlerin tanımlanması, etkin izleme-kontrol, dokümantasyon, kaynak kullanımı ve atıkların minimizasyonu oluşturmaktadır. Bu kapsamda işletmeye önerilen diğer nihai MET önerilerin uygulanması ve mevcut uygulamalar ile işletmede çevre yönetim sisteminin yapılandırılması konusunda bir engel bulunmamaktadır. Çevre yönetim sistemi uygulamaları işletmenin kaynak kullanımlarının azaltılmasını, çevresel ve ekonomik performansların geliştirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca temiz üretim uygulamalarının ve diğer yönetim sistemlerinin geliştirilmesi, sürdürülmesi açısından önem taşımaktadır.

Güvenç Boya işletmesinde çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasında özellikle eğitim programlarına yer verilmesi, prosesler bazında etkin izleme ve kontrol, prosedürler oluşturulması, atıkların nitelik ve nicelikleri yönünden belirlenmesine, kaynak kullanımı ve atık minimizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle çevre yönetim sistemi için gerekli olan ilk yatırım maliyeti ve sağlanacak potansiyel faydalar diğer nihai MET önerileri arasında paylaşılacaktır. Bu nedenle bu MET önerisinin geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İşletmede çevre yönetim sisteminin yapılandırılması ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar

4.3.6. başlığı altında detaylı olarak tartışılmış ve tahmini geri ödeme süreleri belirlenmiştir.

b. Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması (Birinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde üretim proseslerinin kütle dengelerine dayalı olarak (girdi-çıktılar yönünde) tanımlanması, izleme ve kontrolü temiz üretimin yapılandırılmasında önemli bir basamağı oluşturmaktadır. Bu sayede kütle dengelerine dayalı envanter raporlarının hazırlanması da endüstriyel işletmelerin üretim proseslerinin mevcut durumunun sürekli izlenmesi ve analizini kolaylaştırmaktadır. Böylece işletmenin teknik, çevresel ve ekonomik performanslarının geliştirilmesinde etkili olmaktadır.

Güvenç Boya işletmesinde kaynak tüketimleri, çevresel ve ekonomik performanslar belirli noktalarda izlenmekte ve raporlanmaktadır. Ancak bu uygulamada bazı eksiklikler bulunduğu için sağlanacak faydalar/tasarruflar kısıtlı kalmaktadır. Bu nedenle işletmede prosesler bazında kaynak tüketimleri ve çevresel performanslar sürekli izlenmelidir. Bu kapsamda işletmenin kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporları hazırlanmalıdır. Bu sayede işletmenin prosesler bazında girdi-çıktılarının, işletmenin çevresel performansındaki değişimlerin ve maliyet unsurlarındaki değişimlerin izlenmesi-kontrolü ve zamansal karşılaştırmaların yapılmasına olanak sağlanacaktır. Uygulamadaki başlıca itici gücü hammadde ve üretim maliyetlerinde tasarruflar ve çevre yönetim sistemlerinin uygulamasını kolaylaştırması oluşturmaktadır. Teknik olarak mevcut ve yeni kurulan işletmelerde işletme büyüklüğünden bağımsız olarak uygulanabilmektedir. Uygulamada herhangi bir yan etkileşim bulunmazken optimizasyon/minimizasyon seçeneklerinin belirlenmesinde ve işletmenin çevresel performansının değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu uygulama özellikle “çevre yönetim sistemi kurulması” ve “tüm proses girdi-çıktılarının miktar ve nicelikleri yönünden izlenmesi” nihai MET önerileri ile yatırım maliyetlerini paylaşmaktadır. Bu nedenle uygulamanın ilk yatırım maliyetinin geri ödeme süresinin kısa olacağı öngörülmektedir. İşletmede bu nihai MET önerisi ile

sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar ve geri ödeme süreleri 4.3.6 başlığı altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi (Birinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde çevresel performansların iyileştirilmesinde öncelikle üretim proseslerinin girdi-çıktıları yönünde miktar ve nicelikleri açısından tanımlanması gereklidir. Böylelikle işletmelerde temiz üretim yapılandırılması ve sürekliliği sağlamak mümkündür. Bu uygulamadaki başlıca itici güçler;

- Proses ihtiyaçlarının ve çıktılarının miktar ve özellikler açısından tanımlanması çevre yönetim sisteminin yapılandırılmasını kolaylaştırmakta
- Optimizasyon/minimizasyon çalışmalarının temelini oluşturmakta
- Su tüketimi, enerji tüketimi, buhar ve kimyasal kullanımında sağlanacak tasarruflar
- Çevresel performansların geliştirilmesi
- İşletmede operasyonel olarak hızlı karar verme ve koordinasyon eksikliklerinin minimizasyonu
- Kaynakların (insan kaynağı dahil) kullanımında verimlilik
- Mevzuatlara uyumda yaşanan zorlukların azaltılması
- Ürün maliyetlerinde sağlanacak tasarruflardır.

Güvenç Boya işletmesi yeni faaliyet alanında üretime başlayan ve teknik açıdan yeni ekipmanlar ile donatılmış bir işletmedir. Ancak işletmede prosesler bazında kaynak tüketimleri ve çevresel performansların izlenmesi-kontrolünü sağlayacak yeterli sayıda ekipman bulunmamaktadır. Ayrıca işletmede oluşan atıklar miktar ve özelliklerinin belirlenmesi konusunda çevre mevzuatı gereklilikleri haricinde herhangi bir uygulama bulunmamaktadır. Bu nedenle işletmede proseslerin girdi-çıktılarının miktar ve nicelikleri yönünde etkin şekilde izlenmesinin gerekli olduğu görülmüştür. Bu kapsamda işletmedeki tüm üretim proseslerinin tanımlanması, kütle dengelerinin oluşturulması, proses girdileri-çıktılarının rutin olarak izlenmesi ve analizi yapılmalıdır. Bu sayede temiz üretimin yapılandırılması ve sürekliliği sağlanırken diğer taraftan diğer nihai MET önerilerinin uygulanması kolaylaşacaktır.

Bu nihai MET önerisi ile işletmede su, enerji, kimyasal vb. tüketimlerinde önemli tasarruflar sağlayacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan atıksu, atık gaz emisyonları, katı atıklar vb. miktarlarının da minimize edilmesi mümkündür. Böylelikle işletmenin teknik, çevresel ve ekonomik performanslarının artırılmasına önemli katkılar sağlanmış olacaktır. Ayrıca bu nihai MET önerisinin geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. Güvenç Boya işletmesine önerilen bu nihai MET önerisi ile sağlanacak faydalar/tasarruflar ve geri ödeme süreleri 4.3.6 başlığı altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.3.5.2. Su tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Ayırık atıksu akımların karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi (Üçüncü düzey)

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında işletmede proses atıksuları birleşik kanal sistemi ile toplanmakta ve arıtılmak üzere doğrudan Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisine kanalına verilmektedir. İşletmede proses atıksularının AGK/DGK'sı ya da atıksu akımlarından kimyasal geri kazanımı yapılmamaktadır. Söz konusu atıksulardan plakalı eşanjörler vasıtası ile enerji geri kazanımı uygulamaları yapılmaktadır. Ancak işletmede atıksu akımlarından en verimli şekilde ısı geri kazanımı sıcak atıksu akımlarının ayrılması ile yapılabilir. Bu nedenle işletmede birleşik kanal sistemi ile toplanan proses atıksularından ısı geri kazanımının atıksular ile kaybedilen atık ısıya azaltılmasında yeterli olmadığı görülmüştür.

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında prosesler bazında atıksu numuneleri alınarak karakterizasyonları yapılmıştır. Böylelikle atıksuların AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir (Çizelge 4.132). Buna göre işletmede DGK'sı mümkün olan proses atıksuları belirlenmiştir. Özellikle ön terbiye, boyama, yumuşatma ve rejenerasyon atıksularının DGK'sı ile hem proses suyu tüketiminin hem de kimyasal tüketiminin önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir. Dolayısı ile ısı enerjisi tüketimi, atıksu miktarları, atık baca gazı

emisyonları, atıksuların kirlilik yükleri ve katı atık miktarları da önemli ölçüde azaltılabilir. İşletmede ağırlıklı olarak pamuklu-PES kumaşların terbiye-boyamasının yapılması ve tek bir proses akımının bulunması işletmede bu uygulamanın yapılandırılmasında önemli bir avantaj oluşturmaktadır.

İşletmede atıksu akımlarının karakterizasyonu ve su/madde geri kazanımı uygulamalarının yatırım maliyetleri su optimizasyonu/minimizasyonu ve kostik geri kazanımı nihai MET önerileri ile paylaşılacağı öngörülmektedir. Bunun haricinde başlıca yatırım maliyetini proses atıksularının karakterizasyonları için yapılacak analiz bedelleri oluşturmaktadır. Bu nedenle geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İşletmede ayrık atıksu akımlarının karakterizasyonu, su/madde geri kazanımı ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar 4.3.6 başlığı altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

b. Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi (Birinci düzey)

Endüstriyel işletmelerde su tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda AGK/DGK uygulamaları oldukça etkili teknikler olmaktadır. Güvenç Boya işletmesinde oluşan proses atıksularından ve kompozit atıksulardan numuneler alınarak analiz edilmiştir. Böylelikle işletmede oluşan atıksuların AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. Buna göre üretim proseslerinde oluşan atıksuların önemli bir bölümünün AGK/DGK'sının mümkün olduğu görülmüştür. Çizelge 4.132'de işletmede tesis temizliğinde AGK'sı mümkün olan proses atıksuları verilmiştir. Buna göre işletmede ön terbiye atıksuları (3, 4, 5, 6 ve 8 No'lu numuneler), yıkama/durulama atıksuları (15, 19 ve 21 No'lu numuneler) ve yumuşatma atıksuları (21, 22 ve 23 No'lu numuneler) tesis temizliğinde geri kullanılabilir. Ancak işletmede terbiye-boyama proseslerinde değerlendirilebilir nitelikteki proses atıksularının tesis temizliğinde DGK'sı fizibil bir yaklaşım değildir. Ayrıca işletmede bu kadar yüksek miktarda tesis temizlik suyuna ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle rejenerasyon atıksularının bir kısmının tesis temizliği işlemlerinde değerlendirilmesi daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Bu sayede

rejenerasyon atıksularının DGK'sı sağlanarak proses suyu tüketimi ve kompozit atıksu miktarları sırasıyla %1-2 ve %1,5-3 oranında azaltılabilir. Ayrıca kompozit atıksuların tuz içeriği %1-3 oranında azaltılabilir.

c. Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon teknikleri ile geri kazanımı (Birinci düzey)

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında yıkama/durulama atıksularının AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. Buna göre işletmede yıkama/durulama atıksularının önemli bir bölümünün membran filtrasyon teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımının mümkün olduğu görülmüştür. Çizelge 4.147'de işletmede membran filtrasyon teknikleri ile AGK'sı mümkün olan yıkama/durulama atıksuları ve miktarları sunulmuştur. Buna göre işletmede koyu renk kumaş boyama sonu durulama atıksuyunun (11 No'lu numune) elektriksel iletkenlik, KOİ ve renk parametrelerinin DGK için yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle söz konusu atıksuların membran filtrasyon tekniklerinden olan UF ya da NF uygulamaları ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Açık renk kumaş boyama sonu durulama atıksuyunun (12 No'lu numune) da UF ve NF teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. İşletmede açık renk kumaş yıkama atıksularının (13 ve 14 No'lu numuneler) elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk parametrelerinin DGK için uygun olmadığı görülmektedir. Söz konusu atıksular da UF veya NF teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama işlemlerinde geri kullanılabilir. İşletmede koyu renk kumaş boyama sonrası yıkama atıksularının (16, 17 ve 18 No'lu numuneler) elektriksel iletkenlik, KOİ, AKM ve renk içeriklerinin terbiye-boyama proseslerinde DGK'sı için yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu atıksuların UF ve NF teknikleri ile arıtımından sonra terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür.

Çizelge 4.147. İşletmede AGK'sı mümkün olan yıkama/durulama atıksuları ve miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı				Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
11	Durulama	HT-over flow	Koyu	AGK ^b	14.558
12	Durulama	HT-over flow	Açık	AGK-DGK ^c	14.558
13	Yıkama-1	HT-over flow	Açık	AGK	14.558
14	Yıkama-2	HT-over flow	Açık	AGK	14.558
16	Yıkama-1	HT-over flow	Koyu	AGK	14.558
17	Yıkama-2	HT-over flow	Koyu	AGK	14.558
18	Yıkama-3	HT-over flow	Koyu	AGK	14.558
19	Yıkama-4	HT-over flow	Koyu	AGK	14.558
20	Durulama-5	HT-over flow	Koyu	AGK-DGK	14.558
Toplam					131.023
^a Numune numaralarını ifade etmektedir (bkz Çizelge 4.132)					
^b Arıtıldıktan sonra geri kullanılabilir; ^c Direk geri kullanılabilir					

Koyu renk kumaş boyama sonu yıkama atıksularının (19 ve 20 No'lu numuneler) özellikle pH, KOİ ve AKM parametrelerinin DGK için uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak elektriksel iletkenlik ve renk içeriğinin DGK için yüksek olması nedeniyle MF, UF ve NF teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Buna göre işletmede yıkama/durulama atıksularının DGK'sı ile proses suyu tüketiminde %13 ve AGK'sı ile %7 oranında tasarruf sağlanabilir. Böylelikle işletmede yıkama/durulama atıksularının membran filtrasyon teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı ile proses suyu tüketiminde ve atıksu miktarlarında sırasıyla %20 ve %22 oranında azalmalar sağlanabilir. Ayrıca atıksuların KOİ yükü %15-20 oranında azaltılabilir. Proses suyu tüketiminin azaltılmasına bağlı olarak rejenerasyon atıksuyu miktarları ve atıksuların tuz içeriği %20 oranında azaltılabilir.

İşletmede yıkama/durulama atıksularının membran filtrasyon teknikleri ile arıtılarak geri kullanımı uygulamalarında başlıca yatırım maliyetlerini membran filtre, borulama ve tank, izleme-kontrol maliyetleri oluşturmaktadır. Ayrıca membran filtrelerin işletim maliyetleri de bulunmaktadır. Membran filtrasyon teknikleri arıtmada oluşan konsantrenin bertarafı da gerekli olacaktır. Meydana gelen konsantrenin Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi'ne verilerek arıtılarak bertaraf edilebilir. Ancak su-atıksu, kimyasal, enerji ve atık maliyetlerinde sağlanacak tasarruflar nedeniyle uygulama için gerekli ilk yatırım maliyetlerinin geri ödeme süresinin kısa

olacağı tahmin edilmektedir. İşletmede söz konusu nihai MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar ve geri ödeme süresi 4.3.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

d. Boyama sonrası son yıkama atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımı (İkinci düzey)

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında tüm proses atıksularından numuneler alınarak analiz edilmiştir. Buna göre bazı boyama sonu yıkama/durulama ve yumuşatma atıksularının boyama proseslerinde DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.148'de işletmede boyama proseslerinde DGK'sı mümkün olan yıkama/durulama ve yumuşatma atıksuları ve miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.148. İşletmede AGK'sı mümkün olan yıkama/durulama atıksuları ve miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı				Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
15	Durulama-3	HT-over flow	Açık/Koyu	DGK ^b	14.558
21	Durulama-6	HT-over flow	Koyu	DGK	14.558
22	Yumuşatma	HT-over flow	Koyu	DGK	14.558
23	Yumuşatma	HT-over flow	Açık	DGK	14.558
Toplam					58.232
^a Numune numaralarını ifade etmektedir (bkz Çizelge 4.132)					
^b Direk geri kullanılabilir					

İşletmede açık/koyu renk boyama sonrası yapılan üçüncü durulama atıksuyunun (15 No'lu numune) KOİ, AKM ve renk parametrelerinin boyama proseslerinde DGK'sı mümkündür. Ayrıca koyu renk kumaş durulmasında oluşan atıksu (21 No'lu numune) boyama proseslerinde DGK için uygun KOİ, AKM ve renk içeriğine sahiptir. Söz konusu üçüncü ve altıncı durulama atıksularının (15 ve 21 No'lu numuneler) arıtmadan boyama proseslerinde geri kullanımı ile işletmenin su tüketimi ve atıksu miktarları sırasıyla %4 ve %5 oranında azaltılabilir. Dolayısı ile atıksuların KOİ yükü de %1 oranında azaltılabilir. Söz konusu durulama atıksularının DGK'sı ile enerji tüketimi, atıksuların tuz içeriği, atık gaz emisyonları ve atık ısı miktarlarında da önemli azalmalar sağlanabilir. Ayrıca işletmede koyu renk kumaş

yumuşatma atıksuyu (22 ve 23 No'lu numuneler) boyama proseslerinde DGK için uygundur. Ancak söz konusu atıksular artık yumuşatıcı ajanlar içermektedir. Bu nedenle bu atıksuların yumuşatma proseslerinde DGK'sı daha uygundur. Böylelikle kimyasal (özellikle artık yumuşatıcı ajanların) geri kullanımı da mümkündür. Yumuşatma atıksularının aynı proste DGK'sı ile su tüketimi %5 ve atıksu miktarları %5 oranında azaltılabilir. Böylelikle kimyasal tüketiminde ve atıksuların KOİ yükünde sırasıyla %6 ve %4 azalmalar sağlanabilir.

İşletmeye önerilen bu nihai MET önerisi ile proses suyu, enerji, kimyasal tüketimleri ve atıksu miktarlarında toplamda sırasıyla %9, %3, %6 ve %10 azalmalar sağlanabilir. Ayrıca kompozit atıksuların KOİ yükünde ve tuz içeriğinde sırasıyla %5 ve %1 oranında azalmalar sağlanabilir. Baca gazı emisyonları ve katı atık miktarlarında sağlanacak azalmalar ise sırasıyla %3 ve %5'dir. İşletmede bu uygulama ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar ve geri ödeme süreleri 4.3.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

e. Ön terbiye, bitim işlemleri atıksuları ve diğer atıksuların geri kazanımı (Birinci düzey)

Güvenç Boya işletmesinde proses atıksularından numuneler alınarak karakterizasyonları yapılmıştır. İşletmede ön terbiye atıksularının bir bölümünün (3, 4, 5, 6 ve 8 No'lu numuneler) terbiye-boyama ve tesis temizliği işlemlerinde AGK/DGK potansiyelleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda işletmede asit, tıy dökme ve enzim kombine prosesi atıksuyu ve durulama atıksuyunun (3 ve 4 No'lu numuneler) AGK/DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Söz konusu atıksuların KOİ içeriğinin terbiye-boyama proseslerinde DGK'sı için yüksek olduğu ancak AKM ve renk parametrelerinin ise uygun olduğu belirlenmiştir. Böylelikle söz konusu atıksuların UF teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde DGK'sı yapılabilir. Ayrıca bu atıksuların arıtılmadan ya da MF teknikleri ile arıtılarak aynı proste geri kullanımı mümkündür. Aynı proste geri kullanılan proses atıksuları ile proses suyu tasarrufu sağlandığı gibi enerji ve kimyasal tasarrufları da sağlamak mümkündür.

İşletmede diğer bir ön terbiye işleminde oluşan asit, anti-peroksit enzim kombine proseslerinde oluşan atıksular ve durulama atıksuların (5 ve 6 No'lu numuneler) AGK/DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Asit, anti-peroksit enzim atıksuları KOİ, AKM ve renk içeriğinin terbiye-boyama proseslerinde DGK'sı için uygun olmadığı belirlenmiştir. Söz konusu atıksuyun (5 No'lu numune) UF ile arıtımından sonra aynı proseste ya da terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Durulama atıksuyunun (6 No'lu numune) ise terbiye-boyama proseslerinde DGK'sı için KOİ ve AKM içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu atıksuyun MF ya da UF teknikleri ile arıtılarak terbiye-boyama proseslerinde geri kullanımı mümkündür. Ayrıca söz konusu atıksuyun arıtılmadan aynı proseste geri kullanımı yapılabilir. Bu durumda atıksu içerisindeki artık kimyasalların da geri kazanımı sağlanabilir. Çizelge 4.149'da geri kullanılabilinecek ön terbiye atıksuları ve miktarları verilmiştir.

Çizelge 4.149. İşletmede AGK/DGK'sı mümkün olan ön terbiye atıksuları ve miktarları

Numune No ^a	Atıksu kaynağı			Ortalama atıksu miktarı (min.-maks.) (ton/yıl)
3	Asit+enzim+tüy dökme	Koyu	AGK-DGK ^c	14.558
4	Asit+enzim+tüy dökme sonrası durulama	Koyu	AGK-DGK	14.558
5	Asit+anti-peroksit	Açık	AGK ^b	14.558
6	Asit+enzim sonrası durulama	Koyu	AGK-DGK	14.558
8	Asitleme sonu	Açık	AGK-DGK	14.558
Toplam				72.790
^a Numune numaralarını ifade etmektedir (bkz Çizelge 4.132)				
^b Arıtıldıktan sonra geri kullanılabilir; ^c Direk geri kullanılabilir				

İşletmede asitleme işlemleri sonunda oluşan proses atıksuyunun (8 No'lu numune) AGK/DGK'sının mümkün olduğu belirlenmiştir. Söz konusu atıksu tesis temizliği işlemlerinde arıtılmadan geri kullanılabilir. Ancak terbiye-boyama proseslerinde yüksek KOİ ve renk içeriği nedeniyle DGK'sı mümkün değildir. Bu nedenle söz konusu atıksuyun (8 No'lu numune) terbiye-boyama proseslerinde UF teknikleri ile arıtıldıktan sonra geri kullanılabilir.

İşletmede ön terbiye atıksularının AGK/DGK'sı ile proses suyu, enerji ve kimyasal tüketimlerinde sırasıyla %11, %8 ve %15 tasarruflar sağlanabilir. Dolayısı ile atıksu miktarları, atık gaz emisyonları, atıksuların KOİ yükünde sırasıyla %12, %8 ve %17 azalmalar sağlanabilir. Bu kapsamda ilk yatırım maliyetlerini membran filtre, borulama ve tank, izleme-kontrol ekipmanları oluşturacaktır. Bunun yanında membran filtrelerin işletim maliyetleri de bulunmaktadır. Ancak sağlanacak faydalar/tasarruflar göz önünde bulundurulduğunda geri ödeme süresinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca diğer nihai MET önerileri (iyi yönetim uygulamaları ve su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu) ile yatırım maliyetleri paylaşılacaktır. İşletmede ön terbiye atıksularının AGK/DGK'sı ile sağlanacak potansiyel tasarruflar ve geri ödeme süreleri 4.3.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.3.5.3. Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a.Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemlerinin kullanılması (Birinci düzey)

Güvenç Boya işletmesinde kurutma işlemlerinde ve PES kumaşların termofiksajında önemli miktarda ısı enerji tüketilmektedir. Termofiksaj prosesleri ve ramöz bacalarında ısı geri kazanımı yapılmamaktadır. İşletmede yürütülen mevcut durum analizi kapsamında üretim programlarının revize edilerek termofiksaj işlemlerinin yıkama işlemlerinden daha önce yapılmasının ısı enerji tüketiminin azaltılmasında etkili olacağı belirlenmiştir. Böylelikle termofiksaj ve yıkama işlemleri sonrasında yapılan kurutma işlemlerinin tek bir basamakta birleştirilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca işletmede özellikle ramözlere ait bacalarda ekonomizer ya da kuru elektrofiltrasyon tekniklerinin kullanımı ile ısı geri kazanımı da sağlanması mümkündür. Ramöz atık gazlarından ısı geri kazanımı ve ramözlerin izolasyonu uygulamaları ile proseste tüketilen ısı enerjiden %20-30 oranında tasarruf sağlanabilir. Ayrıca bu uygulamanın tahmini geri ödeme süresi 1,5-6 yıl arasında değişmektedir (IPPC BREF, 2003; Hasanbeigi, 2010). Böylece ramöz bacalarından

çıkan yağların ayrı toplanması da sağlanabilmektedir. MET uygulaması ile işletmenin enerji tüketiminin azaltılarak ekonomik ve çevresel performansın bir miktar artırılabilineceği öngörülmektedir. İşletmede bu uygulama ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar 4.3.6 başlığı altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

4.3.5.4. Kimyasal değişimi/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi (Birinci düzey)

Güvenç Boya işletmesinde yürütülen mevcut durum analizi kapsamında spesifik kimyasal tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca işletmenin kimyasal tüketimi literatürde ve IPPC BREF dokümanında yer alan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre işletmede spesifik yardımcı kimyasal ve boyarmadde tüketimlerin oldukça iyi seviyede olduğu belirlenmiştir. Ancak işletmede kimyasal tüketiminde reçetelerin optimize edilmesi, boyahane-laboratuvar koordinasyonunun artırılması, otomatik kimyasal hazırlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılması, etkin izleme ve kontrol uygulamaları ve proses atıksuların AGK/DGK'sı ile kimyasal geri kazanımı uygulamaları önemli miktarda kimyasal tasarrufu sağlanacağı belirlenmiştir. Ayrıca işletmede kullanılan tüm kimyasalların MSDS'leri incelenerek çevresel açıdan potansiyel riskler taşıyan (biyolojik degradasyon oranı düşük, yüksek akut ve sucul toksisiteye sahip) kimyasallar belirlenmiştir. Bu kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değişimi önerilmiştir. İşletmeye önerilen reçete optimizasyonu çalışmalarında özellikle daha az yardımcı kimyasal (afinitesi yüksek ya da daha az kompleks oluşturan) gerektiren boyarmaddelerin tercih edilmesi gereksiz kimyasal tüketiminin önlenmesinde etkili olacağı tahmin edilmektedir.

İşletmede iyi yönetim uygulamaları ve su tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında önerilen nihai MET'ler işletmede kullanılan reçetelerin optimizasyonunu gerektirmektedir. Ayrıca kimyasal değişimi ve otomatik kimyasal hazırlama-dozlama sistemlerinin kurulması nihai MET önerileri de reçetelerin revize edilmesini gerektirmektedir. İşletmede çevresel açıdan riskli bulunan kimyasalların değişimi ve

reçetelerin optimizasyonu uygulamaları ile kimyasal tüketiminde önemli tasarruflar sağlanacağı gibi atıksuların taşıdıkları kimyasal yükünde ve toksisitesinde de azalmalar sağlanabilir. Diğer taraftan işletmede bu nihai MET önerisinin uygulanması ile işletmede üretim verimliliği artırılabilir. Bu durum işletmede hatalı boyamaların önlenmesine ve böylelikle kaynak tüketimi ve çevresel performanslardaki verimsizliklerin önlenmesinde etkili olabilir. İşletmede çevresel etkilerin göz önünde bulundurularak reçetelerin optimize edilmesi uygulaması diğer nihai MET'lerle de yakından ilişkilidir. Bu nihai MET uygulamasında yan etkileşimler bulunmamakta ve geri ödeme süresi oldukça kısa olmaktadır. İşletmede bu nihai MET uygulaması ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar 4.3.6 başlığı altında tartışılmıştır.

b. Kimyasal dozlanmasında MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulması (Üçüncü düzey)

Güvenç Boya işletmesinde kimyasalların hazırlanması, dağıtımı ve dozlanmasında manüel teknikler kullanılmaktadır. Bu durum işletmede kimyasal kayıplarının artmasına, atıksuların kimyasal içeriğinin artmasına ve üretim verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda Güvenç Boya işletmesine otomatik kimyasal dozlama sistemlerinin kurulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle işletmede laboratuvar-boyahane koordinasyonun artırılması, tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi, kimyasal kayıplarının azaltılması ve atıksuların taşıdıkları kimyasal yüklerin azaltılması sağlanabilir. Diğer taraftan kimyasal tüketiminde sağlanacak potansiyel azalmalara paralel olarak tehlikeli atıkların (kimyasal kapları) miktarlarında da azalmalar sağlanabilir. Ayrıca kimyasal kazaları ve dökülmelerinin de önlenmesi sağlanabilir. Dolayısı ile çalışma ortamı güvenliği ve işçi sağlığının korunmasına katkı sağlanabilir. İşletmede bu nihai MET önerisinin uygulanması ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar ve geri ödeme süreleri 4.3.6 başlığı altında daha detaylı olarak tartışılmıştır.

c. Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması (İkinci düzey)

Güvenç Boya işletmesinde yürütölen mevcut durum analizi kapsamında işletmede kullanılan kimyasalların MSDS'leri incelenmiş ve çevresel açıdan riskli 25 adet kimyasal belirlenmiştir (Çizelge 4.113). İşletmede terbiye-boyama proseslerinde kullanılan bu kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değışimleri önerilmiştir. İşletmede kimyasallar seçiminde MSDS'lerin göz önünde bulundurularak çevresel açıdan riskli kimyasalların tercih edilmemesi önerilmiştir. Ayrıca işletmede boyarmaddelerin değışiminde daha az yardımcı kimyasal, tuz, ve kompleks oluşturucu kullanımı gerektiren boyarmaddelerin tercih edilmesi önerilmiştir.

İşletmede kimyasal tüketiminin şart olduğu durumlarda çevre dostu kimyasalların kullanılması/tercih edilmesi ile atıksuların; KOİ yükü, toksisitesi ve biyolojik degradasyon oranı artırılabilir. Çevre dostu ve modifiye edilmiş bazı kimyasallar daha yüksek bedellere sahiptir. Bu durum işletmede kimyasal maliyetlerinin artmasına neden olabilir. Ancak kimyasal değışimi uygulamasının geri ödeme sürelerinin kısa olacağı tahmin edilmektedir. İşletmede bu nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar 4.3.6 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır.

d. Ön terbiye ve boyama işlemlerinde kompleks oluşturucu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması (Birinci düzey)

Ön terbiye ve boyama işlemlerinde tekstil materyali üzerinde ve proses suyu içerisinde bulunan iyonların boyamada oluşturacağı olumsuz etkileri önlemek amacıyla kompleks oluşturucu (polifosfatlar, fosfonatlar, aminokarboksilik asitler) kimyasallar kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kompleks oluşturucu maddeler düşük biyodegradasyon ve ikincil kirlenme riskleri oluşturabilmektedir. Bu nedenle lif yüzeyinden demir giderimi ve kaliteli proses suyu kullanımı gerekli olmaktadır.

Kompleks oluşturucu maddelerin kullanımında azalmalar sağlanmasında ağartma işlemlerinden önce tekstil materyalinden demirin uzaklaştırılmasına yönelik kuru proses uygulamaları, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler kullanılabilir. Kompleks oluşturucu maddelerin kullanımı şart olduğu durumlarda ikame kimyasallar olan poliakrilatlar, modifiye polisakkarit ve poliakrilatmaleik asitler, hidrokarboksilik asitler, karboksilatlar, şeker-akrilik asitler ve kopolimerleri kullanılabilir. Kompleks oluşturucu maddelerin kullanımının azaltılması veya değişimi ile atıksuların TN ve TP içeriği azaltılabilir, biyolojik degradasyon oranı artırılabilir ve arıtma amurlarının ağır metal içeriği azaltılabilir.

Kompleks oluşturucu kimyasalların tüketiminin minimizasyonunda diğer bir seçenek ise daha kaliteli proses suyu kullanımıdır. Bu kapsamda Güvenç Boya işletmesinde prosesler bazında incelemeler ve analizler yapılmıştır. İşletmede proses sularından numuneler alınarak analiz edilmiş ve proses sularının elektriksel iletkenliğinin oldukça yüksek ($1760 \mu\text{S/cm}$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca proses suyunda bir miktar CaCO_3 sertliğinin bulunduğu (18 mg/L CaCO_3) belirlenmiştir. Bu durum boyama proseslerinde gereksiz yardımcı kimyasalların (kompleks oluşturucu kimyasallar ve tuzlar gibi) tüketimini artırmaktadır. Böylelikle işletmede yüksek kalitede proses suyu kullanımı ile gereksiz kimyasal tüketimi azaltılabilir. Dolayısı ile atıksuların kimyasal yükünde de azalmalar sağlanabilir. Ayrıca işletmede tüm proses atıksuları analiz edilerek AGK/DGK potansiyelleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede oluşan proses atıksularının önemli bir bölümünün geri kullanımının mümkün olduğu grlmştir. Bu sayede proses atıksuları içerisindeki artık kimyasalların geri kullanımı sağlanabilir. Bu durum gereksiz kimyasal tüketiminin azaltılmasına önemli katkı sağlayacaktır. İşletmede bu nihai MET nerisi ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar 4.3.6 başlığı altında tartışılmıştır.

e. Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (Zorunlu)

Merserizasyon işlemi sırasında, pamuk iplik ve dokuma kumaşlar için kısa süreli olarak yoğun kostik çözeltisi içersinde muamele edilmektedir. Daha sonra tekstil materyalinden kostiğin uzaklaştırılması için durulanmaktadır. Böylelikle durulama suyu seyreltik kostik çözeltisi haline gelmektedir. Lif parçacıkları ve safsızlıkları ile

diğer partiküllerin uzaklaştırılmasından sonra seyreltik kostik çözeltisi buharlaştırılarak derişik hale getirilebilmektedir. Buharlaştırma adımından sonra ek olarak bir safsızlaştırmaya gerek olabilmektedir. Bu safsızlaştırma tekniğı kirlilik yüküne bağılı olarak basit çöktürme ya da hidrojen peroksit enjeksiyonu ile oksidasyon/yüzdürme tekniğı olabilmektedir. Atıksudan kostik geri kazanımı ile atıksuyun alkali yükü azalmakta ve nötralizasyon için kullanılan asit miktarı azaltılabilmektedir. Ayrıca durulama atıksularının membran teknikleri ile arıtılarak kostik geri kazanımı yapılabilmektedir.

Güvenç Boya işletmesinde merseizasyon işlemi yapılmamaktadır. Bu nedenle kostik geri kazanımı fizibil değildir. Ancak TSEKÖKT’de kostik geri kazanımı tek zorunlu MET önerisidir. Bu nedenle tercih edilmiştir. Yakın gelecekte TSEKÖKT’de bu MET önerisinin zorunluluğunun kaldırılması planlanmaktadır. İşletmede eğer kostik geri kazanımı yapılacak ise bu durumda membran filtrasyon tekniklerinin tercih edilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Kostik geri kazanımında buharlaştırma teknikleri maliyet açısından daha uygundur. Ancak işletme özelinde proses atıksularının AGK’sı kapsamında membran filtrasyon tekniklerinin tercih edilmiş olması kostik geri kazanım maliyetlerinin azaltılmasını sağlayacaktır. Bu nihai MET önerisi ile işletmede sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar 4.3.6 başlığı altında tartışılmıştır.

4.3.5.5. Boru sonu arıtma uygulamaları kapsamında belirlenen nihai MET önerileri

a. Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Birinci düzey)

Güvenç Boya ve Çiçek Tekstil işletmelerinde oluşan kompozit atıksular Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi’nde arıtılmaktadır. Tekstil atıksularının debi ve karakterinin stabil olmaması ve özellikle atıksuların sülfür içeriğinin yüksek olması ortak atıksu arıtma tesisinde problemlere neden olmaktadır. Bu nedenle Gümüşsu Atıksu Arıtma Tesisi’nde arıtma performansının artırılması adına biyolojik arıtma öncesi

oksidasyon/ileri oksidasyon teknikleri önerilmiştir. Bu kapsamda detaylı bilgiler 4.2.5.5 başlığı altında sunulmuştur.

4.3.6. İşletmede MET önerileri ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde spesifik proses girdi-çıktıları belirlenerek kütle-enerji denklilikleri oluşturulmuştur. Ayrıca işletmede yerinde yapılan incelemelerde işletmede uygulanan teknik, teknoloji ve prosedürler incelenmiştir. İşletmede spesifik girdi-çıktılar IPPC BREF dokümanı ve literatürde yer alan benzer tekstil işletmeleri ile karşılaştırılmıştır. Tüm bu çalışmalar ile işletmede ihtiyaç duyulan MET'ler belirlenmiştir. MET önerileri işletme yetkilileri ile birlikte değerlendirilerek işletmede potansiyel olarak en yüksek teknik, çevresel ve ekonomik faydayı sağlayacak nihai MET'ler belirlenmiştir. Nihai MET'lerin işletmede uygulanması ile işletmenin teknik, çevresel ve ekonomik performansında sağlanacak faydalar-tasarruflar değerlendirilmiştir. Ayrıca yapılan değerlendirmede nihai MET önerilerinin işletmede uygulanması ile sağlanacak efektif toplam faydalar da belirlenmiştir. İşletmede belirlenen herhangi bir nihai MET önerisinin henüz hayata geçirilmemiş olması geri ödeme sürelerinin belirlenmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle nihai MET önerilerinin tahmini geri ödeme süreleri literatürde yer alan benzer işletme uygulamalarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

4.3.6.1. Proses suyu tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde su tüketiminin ve atıksu miktarlarının minimizasyonunda iyi yönetim uygulamaları ve su tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu kapsamında belirlenen nihai MET'lerin etkili olduğu belirlenmiştir. İşletmeye iyi yönetim uygulamaları kapsamında çevre yönetim sisteminin kurulması/yapılandırılması, tüm proses girdileri-çıktılarının miktar ve niteliklerinin izlenmesi ve kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması nihai MET'ler önerilmiştir. Bu öneriler işletmede temiz üretim yaklaşımının yapılandırılması ve sürekliliği açısından önem taşımaktadır. Güvenç Boya

işletmesinde proses girdileri-çıktıları detaylı olmamakla birlikte hali hazırda izlenmektedir. Ayrıca çevre mevzuatı kapsamında atıksu, atık gaz emisyonları ve katı atık miktarlarına ait kayıtlar/raporlar bulunmaktadır. Ancak işletmede prosesler bazında proses suyu, enerji (elektrik, buhar vb.), kimyasal tüketimlerinin otomasyona dayalı sistemler ile izlenmesi ve kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer taraftan işletmede atıksular, emisyonların rutin analizleri yapılmalı ve yeni kurulacak sistemlerde de bu teknik uygulanmalıdır. Böylelikle işletmenin teknik, ekonomik ve çevresel performansları objektif olarak değerlendirilebilir. Ayrıca işletmede yeni temiz üretim/önleyici tekniklerin geliştirilmesi ve sürekliliği sağlanabilir. Söz konusu uygulama ile işletmede kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması ve çevre yönetim sisteminin yapılandırılması MET uygulamalarını da daha etkin hale getirmektedir. Böylece işletmede iyi yönetim uygulamaları ile sağlanacak teknik, ekonomik ve çevresel faydalar artırılabilir.

Güvenç Boya işletmesinde yapılandırılmış bir çevre yönetim sistemi bulunmamaktadır. Ancak çevre mevzuatı gereği ve işletmede uygulanan bazı iyi yönetim uygulamaları ile çevre yönetim sistemi gerekliliklerinin bir bölümü sağlanmaktadır. Ayrıca önerilen diğer nihai MET'ler ile söz konusu uygulamanın işletmede yapılandırılması daha kolay olacağı açıktır. İyi yönetim uygulamaları ile işletmede su tüketiminde %3-5 ve atıksu miktarlarında %3-6 oranında tasarruflar sağlanabilir. İşletmede mevcut durum analizi kapsamında tüm proses atıksularından numuneler alınarak analiz edilmiştir. Böylece proses atıksularının AGK/DGK potansiyelleri belirlenmiştir. Buna göre işletmede mümkün olan yıkama/durulama atıksularının tesis temizliğinde kullanılması ile hamsu tüketimi %1-2 oranında azaltılabilir. Bu sayede kompozit atıksu miktarları %1,5-3 oranında azaltılabilir. İşletmede boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon teknikleri ile AGK'sı ile proses suyu tüketiminde yaklaşık %20 ve atıksu miktarlarında %22 oranında tasarruflar mümkündür. Söz konusu uygulama ile atıksuların KOİ yükü de %15-20 oranında azaltılabilir. İşletmede uygun yıkama/durulama atıksularının boyama proseslerinde geri kullanımı ile proses suyu tüketimi ve atıksu miktarları sırasıyla %9 ve %10 oranında azaltılabilir. Atıksuların KOİ yükü ise söz konusu uygulama ile %5 oranında azaltılabilir. Ön terbiye ve diğer bitim işlemlerinde oluşan proses atıksularının AGK/DGK'sı ile proses suyu tüketimi yaklaşık %11 oranında

azaltılabilir. Söz konusu uygulama ile kompozit atıksu miktarları ve KOİ yükü sırasıyla %12 ve %17 oranında azaltılabilir. Güvenç Boya işletmesinde proses atıksularının AGK/DGK'sı ile toplam su tüketiminde %41-42 oranında tasarruflar sağlamak mümkündür. Ayrıca atıksu miktarları ve KOİ yükü sırasıyla %45-47 ve %47-55 oranında azaltılabilir. İşletmeye önerilen tüm nihai MET önerilerinin uygulanması ile işletmenin hamsu tüketimi %44-47 ve atıksu miktarları %48-53 oranında azaltılabilir. Kompozit atıksuların KOİ yükü ise %57-80 oranında azaltılabilir. Çizelge 4.150'de belirlenen MET önerilerinin tahmini geri ödeme süreleri verilmiştir. Ayrıca çizelge 4.151'de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel faydalar/tasarruflar sunulmuştur.

4.3.6.2. Enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde iyi yönetim uygulamaları, su ve enerji optimizasyonu/minimizasyonu önerileri ısıl enerji tüketiminin minimizasyonunda etkili olacağı belirlenmiştir. İşletmede iyi yönetim uygulamaları ile ısıl enerji tüketimi ve atık baca gazı emisyonları %3-6 oranında azaltılabilir. Ayrıca işletmede proses atıksularının AGK/DGK'sı uygulamaları ile önemli ölçüde ısıl enerji tasarrufu sağlanabilir. Boyama sonrası son yıkama/durulama atıksularının boyamada geri kullanımı ile ısıl enerji ve atık gaz emisyonları yaklaşık %3 oranında azaltılabilir. Ayrıca ön terbiye ve bitim işlemlerinde oluşan proses atıksularının mümkün olan proseslerde geri kullanımı ile ısıl enerji tüketimi ve atık gaz emisyonları yaklaşık %8 oranında azaltılabilir. Proses atıksularının AGK/DGK'sı teknikleri ile ısıl enerji ve atık baca gazı emisyonları toplamda %11 oranında azaltılabilir. Ayrıca işletmede termofiksaj işlemlerinin yıkma öncesinde yapılması ve ramözlerde ısı geri kazanımı uygulamaları ile %8-12 oranında ısıl enerji ve atık baca gazı emisyonlarında azalmalar sağlanabilir.

Güvenç Boya işletmesi özelinde belirlenen nihai MET'lerin uygulanması ile ısıl enerji tüketiminde %22-29 oranında tasarruflar sağlamak mümkündür. Dolayısı ile yakıt tüketimi ve atık baca gazı emisyonlarında benzer oranlarda azalmalar sağlanacağı hesaplanmıştır. Böylelikle işletmede enerji tüketimi maliyetlerinde %26

oranında tasarruflar sağlanabilir. Çizelge 4.151’de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak fayda/tasarruf oranları verilmiştir.

4.3.6.3. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu ile sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesinde kimyasal tüketiminin minimizasyonunda iyi yönetim uygulamaları, su optimizasyonu-minimizasyonu ve kimyasal minimizasyonu değişimi uygulamalarının etkili olacağı belirlenmiştir. İşletmede proseslerin kütle dengelerine dayalı olarak izlenmesi-kontrolü ve çevre yönetim sistemi uygulamaları ile kimyasal tüketiminin %2-5 oranında azalacağı ön görülmüştür. Ayrıca uygun yıkama/durulama ve rejenerasyon atıksularının temizlik işlemlerinde geri kullanımı ile kimyasal tüketiminde %3-10 ve yıkama/durulama atıksularının boyama işlemlerinde geri kullanımı ile yaklaşık %6 oranında tasarruflar sağlanacağı belirlenmiştir. Ön terbiye ve bitim işlemlerinde oluşan atıksuların AGK/DGK’sı ile kimyasal tüketiminde yaklaşık %15 oranında tasarruf sağlanabilir. İşletmede yumuşatma atıksularının aynı proseslerde geri kullanımı ile kimyasal tüketiminde önemli tasarruflar sağlanabilir. Kimyasal tüketiminin minimizasyonu kapsamında işletmeye; reçete optimizasyonu, otomatik kimyasal dozlama sistemi kurulması, kimyasal değişimi, kompleks oluşturucu madde kullanımının azaltılması ve kostik geri kazanımı MET’leri önerilmiştir. Bu uygulamalar ile işletmenin kimyasal tüketiminde %6-14 oranında tasarruf sağlamak mümkündür. Ayrıca söz konusu MET’ler ile atıksuların taşıdığı kimyasal yükünde %10-25 oranında azalacağı öngörülmektedir. İşletmede kimyasal değişimi uygulamaları, kompleks oluşturucu maddelerin kullanımının engellenmesi/azaltılması ile kompozit atıksuların toksisitesi azalacağı ve biyolojik degradasyon oranının artacağı öngörülmektedir. Buna ek olarak üretim verimliliğinde önemli artışlar gerçekleşeceği gibi sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulmasına da katkı sağlanmış olacaktır. Güvenç Boya işletmesinde tüm nihai MET’lerin uygulanması ile kimyasal tüketiminde %35-50 oranında tasarruflar sağlanacağı belirlenmiştir. Dolayısı ile işletmede kimyasal maliyetleri de %31 oranında azaltılabilir. Çizelge 151’de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel fayda/tasarruf oranları verilmiştir.

4.3.6.4. Katı atık miktarlarının minimizasyonunda sağlanacak potansiyel faydaların değerlendirilmesi

İşletmede katı atık miktarlarının minimizasyonu kapsamında özel bir MET önerisi seçilmemiştir. Ancak iyi yönetim uygulamaları, su tüketiminin optimizasyon/minimizasyonu ve kimyasal tüketiminin optimizasyonu/değişimi nihai MET'lerinin dolaylı olarak katı atık miktarlarının azaltılmasında da etkili olacağı belirlenmiştir. İşletmede söz konusu nihai MET uygulamaları ile kimyasal tüketiminde sağlanacak tasarruflara bağlı olarak tehlikeli atık miktarlarında da toplamda %14-25 oranında azalmalar sağlanabilir. Böylelikle tehlikeli atık bertaraf maliyetlerinde ortalama %16 oranında tasarruflar öngörülmektedir. Çizelge 151'de işletmede her bir nihai MET önerisi ile sağlanacak potansiyel fayda/tasarruf oranları verilmiştir.

4.3.6.5. İşletmede MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesi

Güvenç Boya işletmesi özelinde belirlenen nihai MET önerilerinin uygulanması ile sağlanacak potansiyel faydalar yapılan hesaplamalar ile değerlendirilmiştir. Ancak işletmede belirlenen nihai MET'lerin henüz uygulanmıyor olması geri ödeme süresinin belirlenmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle temiz üretim kılavuz dokümanları ve literatürde yer alan tekstil işletmelerinde benzer MET'lerin geri ödeme süreleri incelenerek her bir nihai MET önerisi için tahmini geri ödeme süreleri belirlenmiştir (Çizelge 4.150). Ayrıca işletme özelinde belirlenen nihai MET önerileri ile sağlanacak ortalama ekonomik tasarruf oranları belirlenmiştir. Buna göre su-atıksu maliyetlerinde %43-48, enerji tüketimi-atık gaz emisyonları maliyetlerinde %23-26, kimyasal maliyetlerinde %31 ve katı atık bertaraf maliyetlerinde %16 oranlarında tasarruflar ön görülmüştür. Böylelikle işletmenin üretim maliyetleri %25-35 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. İşletmede nihai MET önerilerinin uygulanması ile üretim maliyetlerinde sağlanacak tasarruflar çizelge 4.151'de sunulmuştur.

Çizelge 4.150. Çeşitli MET’lerin potansiyel fayda/tasarruf oranları ve geri ödeme süreleri

Temiz üretim önerileri	Potansiyel fayda/tasarruflar				Geri ödeme süresi (ay)	Referans
	Su tüketimi (%)	Enerji tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	KOİ yükü (%)		
Proses sularının tekrar kullanımı	6-21	1-3	-	-	1-10	Greer vd., 2010; Greer vd., 2013
Boya banyolarının tekrar kullanımı	35	30-57	10-15	33-35	13-20	USEPA, 1996; Petek ve Glavic, 1996; EEAA, 1999
Yıkama sularının tekrar kullanımı	9-12	-	-	-	4-26	Kar vd., 2012
Kurutma ünitelerinden ısı geri kazanımı	-	20	-	-	2-8	Kar vd., 2012
Verimli laboratuvar-boyahane koordinasyonu	-	-	10	-	17	UNIDO, 2012
İyon değıştiricilerin optimizasyonu	5-10	-	-	-	-	AIG, 2012
Otomatik kimyasal hazırlama ve dağıtım sistemleri kullanımı	-	-	11-20	30-50	-	USEPA, 1996; LCPC, 2010
Reçete optimizasyonu ve kimyasal tüketiminin izlenmesi	-	-	20-50	30-50	13-24	LCPC, 2010
^a Veri mevcut değildir						

Çizelge 4.151. İşletmede belirlenen MET önerileri ile sağlanabilecek potansiyel fayda/tasarruf oranları

MET Önerileri	Potansiyel fayda/tasarruf oranları						
	Proses suyu tüketimi (%)	Enerji tüketimi (%)	Kimyasal tüketimi (%)	Atıksu miktarları (%)	KOI yükü (%)	Baca gazı emisyonu (%)	Katı atık miktarları (%)
İyi yönetim uygulamaları Çevre yönetim sistemi kurulması Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren kütle dengelerine dayalı yıllık envanter raporlarının hazırlanması Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi-çıktıları miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	3-5	3-6	2-5	3-6	- ^a	3-6	5-10
Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları Ayrık atıksu akımlarının karakterizasyonu ile su/madde geri kazanımı- tekrar kullanımı imkanlarının değerlendirilmesi Nispeten temiz yıkama/durulama atıksularının temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon teknikleri ile geri kazanımı Boyama sonrası son yıkama/durulama atıksularının boyamada kullanımı Ön terbiye, bitim işlemleri atıksuları ve diğer atıksuların geri kazanımı	41-42	11	24-31	45-47	47-55	11	8-10
Enerji tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu uygulamaları Termofiksaj işlemlerinin yıkama işlemleri öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözlerden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemlerinin kullanılması	-	8-12	-	-	-	8-12	-
Kimyasal tüketimi minimizasyonu ve değişimi uygulamaları Çevresel etkileri göz önüne alarak üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi Kimyasalların dozlanmasında otomatik dozlama sistemlerinin kullanılması Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda en az risk taşıyan kimyasalların kullanılması Ön terbiye ve boyama işlemlerinde kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi/azaltılması Terbiye atıksularından kostik geri kazanımı	-	-	6-14	-	10-25	-	1-5
Boru-sonu uygulamaları Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulaması	-	-	-	-	-	-	-
Genel toplamalar	44-47	22-29	32-50	48-53	57-80	22-29	14-25
Efektif toplamalar	40-45	19-26	26-36	44-51	52-72	24-27	13-20
Maliyet tasarruf oranları (ortalama)	43	23	31	48	62	26	16
^a Veri mevcut değildir							

4.4. İşletmelerde Temiz Üretim Uygulamaları Öncesinde ve Sonrasında Teknik, Çevresel ve Ekonomik Performanslardaki Değişimlerin Değerlendirilmesi

Tez çalışması kapsamında seçilen tekstil işletmelerinde yapılan mevcut durum analizinde her bir işletme özelinde prosesler bazında kütle-enerji denklilikleri oluşturulmuştur. Elde edilen veriler IPPC BREF dokümanı ve literatürde yer alan benzer işletmeler ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle işletmede kaynak kullanımlarında ve atıklar/emisyonlarda sağlanacak potansiyel tasarruflar hesaplanmıştır. Daha sonra işletmede temiz üretimin yapılandırılması adına iyi yönetim uygulamaları, su, enerji ve kimyasal tüketimlerinin optimizasyonu/minimizasyonu, makine modifikasyonu/değişimi ve boru-sonu arıtım kapsamında çeşitli MET'ler önerilmiştir. Her bir işletmede bu MET'lerin uygulanması ile sağlanacak tasarruflar/faydalar belirlenmeye çalışılmıştır. Çizelge 4.152 İpliksan, çizelge 4.153'de Çiçek Tekstil ve çizelge 4.154'de Güvenç Boya işletmelerinde sağlanacak MET uygulamaları sonrasında sağlanacak potansiyel tasarruflar özetlenmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında işletmede işletmeye önerilen nihai MET'ler işletmelerde öncelikli temiz üretim uygulamalarını göstermektedir. Ayrıca işletmeler özelinde nihai MET'lerin uygulanması ile sağlanacak potansiyel tasarruflara/faydalara ve işletmede temiz üretimin yapılandırılmasında temel yaklaşımlara dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra her bir işletme özelinde MET önerisi belirleme çalışmaları kapsamında uygulanabilir nitelikli MET'ler de sunulmuştur. Böylelikle nihai MET'lerin hayata geçirilmesinden sonra işletmelerde temiz üretim sürecinde ileride yapılandırılması/uygulanması gereken teknikler ve yol haritası da belirlenmiştir. Bu sayede işletmenin teknik, çevresel ve ekonomik performansların sürekli gelişimi sağlanacaktır.

Çizelge 4.152. İpliksan işletmesinde temiz üretim uygulamaları öncesi ve sonrasındaki performanslardaki beklenen değişimlerin değerlendirilmesi

Performans kriterleri	Mevcut durum	^a Potansiyel tasarruflar/faydalar (%)	^b Nihai MET'ler ile sağlanacak tasarruflar/faydalar (%)	Temiz üretim sonrası işletmede beklenen durum
Hamsu tüketimi	57 L/kg ürün (36-89)	49 (36-62)	50 (35-65)	29 L/kg ürün (20-37)
Enerji tüketimi				
Isıl enerji	35 MJ/kg ürün (21-39)	38 (24-52)	23 (11-34)	27 MJ/kg ürün (23-31)
Elektrik enerjisi	4,2 kWh/kg ürün (3,8-4,8)	38 (20-65)	17 (12-21)	3,5 kWh/kg ürün (3,3-3,7)
Kimyasal tüketimi				
Yardımcı kimyasal	150 gr/kg ürün (133-167)	37 (30-44)	32 (21-43)	102 gr/kg ürün (86-119)
Boyarmadde tüketimi	15 gr/kg ürün (13-16)	34 (24-43)		10 gr/kg ürün (9-12)
Buhar tüketimi	14 kg buhar/kg ürün	54 (36-71)	23 (11-34)	11 kg buhar/kg ürün (9-12)
Atıksu miktarları	50 L/kg ürün (34-76)	38 (32-43)	49 (31-66)	26 L/kg ürün (17-35)
Atıksu KOİ yükü	48 gr/kg ürün (32-75)	34 (13-54)	51 (44-58)	24 gr/kg ürün (20-27)
Atık gaz emisyonu miktarları				
Toz emisyonu	0,9 gr/kg ürün			0,6 gr/kg ürün (0,5-0,8)
CO emisyonu	0,4 gr/kg ürün	54 (36-71)	25 (12-38)	0,3 gr/kg ürün (0,25-0,35)
SO ₂ emisyonu	1,8 gr/kg ürün			1,3 gr/kg ürün (1,12-1,58)
NO _x emisyonu	7,3 gr/kg ürün			5,5 gr/kg ürün (4,53-6,42)
Katı atık miktarları				
Tekstil atığı (deşe)	108 gr/kg ürün	90 (86-93)	10 (5-15)	97 gr/kg ürün (92-103)
Tehlikeli atık	2 gr/kg ürün			1,8 gr/kg ürün (1,7-1,9)
Geri dönüştürülebilir	5 gr/kg ürün			4,5 gr/kg ürün (4,25-4,75)
Toplam katı atık	114 gr/kg ürün			102 gr/kg ürün (96-108)
^a bkz. Çizelge 4.45, ^b bkz. Çizelge 4.56				

Çizelge 4.153. Çiçek Tekstil işletmesinde temiz üretim uygulamaları öncesi ve sonrasındaki performanslardaki beklenen değişimlerin değerlendirilmesi

Performans kriterleri	Mevcut durum	^a Potansiyel tasarruflar/faydalar (%)	^b Nihai MET'ler ile sağlanacak tasarruflar/faydalar (%)	Temiz üretim sonrası işletmede beklenen durum
Hamsu tüketimi	97 L/kg ürün (95-102)	29 (16-41)	47 (43-51)	51 L/kg ürün (48-55)
Enerji tüketimi				
Isıl enerji	52 MJ/kg ürün (51-54)	42 (22-61)	19 (11-26)	42 MJ/kg ürün (38-46)
Elektrik enerjisi	0,76 kWh/kg ürün (0,75-0,77)	47 (33-61)	19 (11-26)	0,62 kWh/kg ürün (0,56-0,68)
Kimyasal tüketimi				
Yardımcı kimyasal	366 gr/kg ürün (347-383)	10 (5-15)	28 (16-39)	264 gr/kg ürün (223-307)
Boyarmadde tüketimi	10 gr/kg ürün (9-10)	5 (1-10)	28 (16-39)	7 gr/kg ürün (6-8)
Buhar tüketimi	6,5 kg buhar/kg ürün	40 (38-42)	22 (12-32)	5 kg buhar/kg ürün (4-6)
Atıksu miktarları	88 L/kg ürün (86-94)	26 (22-30)	49 (45-52)	45 L/kg ürün (42-48)
Atıksu KOİ yükü	122 gr/kg ürün (95-313)	76 (65-88)	37 (26-48)	77 gr/kg ürün (63-90)
Atık gaz emisyonu miktarları				
Toz emisyonu	0,76 gr/kg ürün			0,59 gr/kg ürün (0,52-0,67)
CO emisyonu	1,53 gr/kg ürün	74 (56-92)	22 (12-32)	1,19 gr/kg ürün (1,04-1,35)
SO ₂ emisyonu	3,19 gr/kg ürün			2,49 gr/kg ürün (2,17-2,81)
NO _x emisyonu	2,82 gr/kg ürün			2,2 gr/kg ürün (1,92-2,48)
VOC emisyonu	0,23 gr/kg ürün			0,18 gr/kg ürün (0,16-0,2)
Katı atık miktarları				
Tekstil atığı (deşe)	36,8 gr/kg ürün	61 (48-73)	13 (8-18)	32 gr/kg ürün (30-34)
Tehlikeli atık	1,57 gr/kg ürün			1,3 gr/kg ürün (1,2-1,4)
^a bkz. Çizelge 4.99, ^b bkz. Çizelge 4.107				

Çizelge 4.154. Güvenç Boya işletmesinde temiz üretim uygulamaları öncesi ve sonrasındaki performanslardaki beklenen değişimlerin değerlendirilmesi

Performans kriterleri	Mevcut durum	^a Potansiyel tasarruflar/faydalar (%)	^b Nihai MET'ler ile sağlanacak tasarruflar/faydalar (%)	Temiz üretim sonrası işletmede beklenen durum
Hamsu tüketimi	115 L/kg ürün	59 (48-70)	43 (40-45)	66 L/kg ürün (63-69)
Enerji tüketimi Isıl enerji	30 MJ/kg ürün	50 (48-52)	23 (19-26)	23 MJ/kg ürün (22-24)
Elektrik enerjisi	0,82 kWh/kg ürün	39 (34-45)		0,63 kWh/kg ürün (0,61-0,66)
Kimyasal tüketimi Yardımcı kimyasal	233 gr/kg ürün	35 (20-50)	31 (26-36)	161 gr/kg ürün (149-172)
Boyarmadde tüketimi	9 gr/kg ürün	35 (20-50)		7 gr/kg ürün (6-7)
Buhar tüketimi	4,5 kg buhar/kg ürün	38 (12-64)	25 (12-38)	3 kg buhar/kg ürün (3-4)
Atıksu miktarları	114 L/kg ürün	62 (42-82)	48 (44-51)	59 L/kg ürün (56-64)
Atıksu KOİ yükü	155 gr/kg ürün	66 (50-82)	62 (52-72)	59 gr/kg ürün (43-74)
Atık gaz emisyonu miktarları CO emisyonu	4,3 gr/kg ürün			3,18 gr/kg ürün (3,14-3,27)
SO ₂ emisyonu	28,1 gr/kg ürün	77 (56-98)	26 (24-27)	20,8 gr/kg ürün (20,5-21,4)
NO _x emisyonu	13,4 gr/kg ürün			9,92 gr/kg ürün (9,8-10,2)
Katı atık miktarları Tehlikeli atık	0,49 gr/kg ürün	61 (48-73)	16 (13-20)	0,41 gr/kg ürün (0,39-0,43)
Geri dönüştürülebilir	1,12 gr/kg ürün			0,94 gr/kg ürün (0,9-0,97)

^abkz. Çizelge 4.142, ^bbkz. Çizelge 4.151

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında farklı tekstil alt sektörlerinde faaliyet gösteren ve farklı üretim proseslerine sahip üç tekstil işletmesinin detaylı mevcut durum analizleri yapılarak her bir işletmede prosesler bazında kütle-enerji denklilikleri oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen veriler IPPC BREF dokümanı ve literatürde yer alan benzer işletme verileri ile karşılaştırılarak işletmelerin temiz üretime uygunlukları değerlendirilmiştir. İşletme yetkilileri ve uzmanlar ile koordineli şekilde yürütülen çalışmalarda her bir işletme özelinde temiz üretimin yapılandırılması adına MET önerileri belirlenmiştir. MET'lerin belirlenmesinde üç adımlı sistematik bir istatistiki karar verme yaklaşımı benimsenmiştir. Bu kapsamda işletmelere; iyi yönetim uygulamaları, su ve enerji tüketiminin optimizasyonu/minimizasyonu, kimyasal minimizasyonu ve değişimi, makine modifikasyonu/değişimi ve boru-sonu MET önerileri sunulmuştur. Her bir işletme özelinde belirlenen nihai MET'lerin uygulanması ile elde edilecek tasarruflar/faydalar değerlendirilmiştir. Ayrıca MET önerilerinin yapılandırılması için gerekli yatırım maliyetlerinin potansiyel geri ödeme süreleri belirlenmiştir. Tez çalışmasında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile aşağıdaki temel sonuçlara ulaşılmıştır.

- Tez kapsamında işletmelerde yürütülen mevcut durum analizlerinde temiz üretimi destekleyen çeşitli yönetim uygulamalarının hali hazırda bulunduğu görülmüştür. Ancak 1) prosesler bazında kütle dengelerine dayalı izleme-kontrol uygulamalarının ve otomasyon sistemlerinin eksikliği, 2) yeterli seviyede eğitim ve Ar-Ge çalışmalarının yapılmaması, 3) sürdürülebilir üretim açısından taahhüt edilmiş yönetim sistemleri ya da uygulanan plan ve prosedürlerin bulunmaması işletmelerde temiz üretimin yapılandırılmasını ve güvence altına alınmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca söz konusu uygulamalardaki yetersizlikler ya da uygulamadaki verimsizlikler büyük ölçüde “işletme körlüğüne” neden olmaktadır.
- İşletmelerde tüm proses atıksularının AGK/DGK'sı potansiyellerinin değerlendirilmiştir. Bu kapsamda her bir tekstil işletmesinde proses suyu AGK/DGK imkanlarının yüksek seviyede yapılabilineceği belirlenmiştir. Böylelikle sadece proses suyu tüketiminde değil, enerji, kimyasal tüketimlerinde ve atıklar/emisyonlarda da önemli azalmaların sağlanacağı görülmüştür. Ancak işletmelerde kimi proses atıksularının mevcut proses

suyu karakterinde olmasına rağmen geri kullanımı konusunda çekinceleri bulunmaktadır. Bunun altındaki temel neden su maliyetlerinin oldukça düşük olması ve atıksuların geri kullanımının ürün kalitesini etkilemesinde duyulan kuşkulardır.

- İşletmelerde proses atıksularının AGK'sı için birçok çalışmada vurgulandığı gibi en uygun arıtmanın membran filtrasyon teknikleri (MF, UF, NF ve RO) olduğu düşünülmektedir. Bunda tekstil atıksularının sert karakteristikleri, tekstil atıksuyu karakterinin çeşitli kriterlere (boyama yapılan renk tonu, proses özellikleri, lif türü-formu vb.) bağlı olarak değişken özellikte olması ve farklı karakterdeki atıksular için yüksek arıtma performansı sağlamaları, yatırım maliyetleri ve işletimindeki avantajlar etkili olmuştur.
- İşletmelerde rejenerasyon atıksuları doğrudan atıksu kanalına verilerek uzaklaştırılmaktadır. Ancak rejenerasyon atıksuları yüksek tuz içeriğine sahip proses suyu kalitesindedir. Bu nedenle rejenerasyon sularının üretim proseslerinde yeniden değerlendirilmesi ile hamsu ve proses suyu tüketiminde, kimyasal ve enerji tüketimlerinde, atıksu miktarları ve kirlilik yükünde önemli azalmalar sağlanabilir. Ayrıca işletmelerde yapılan hamsu-proses suyu analizlerinde su yumuşatma sisteminin optimizasyonuna ihtiyaç duyulduğu görülmüştür.
- Tez çalışması kapsamında işletmelerde yürütülen mevcut durum analizlerinde iki işletmede atıksu akımları ısı geri kazanımı uygulamalarının bulunduğu görülmüştür. Ancak işletmede sıcak atıksu akımlarının ayrılmamış olması sağlanacak faydanın oldukça düşük seviyede olmasına neden olmaktadır.
- İşletmelerde yüksek ve çok yüksek flotte oranına sahip makineler kullanılmakta ve makineler üzerinde yeterli proses suyu-enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik ekipmanlar bulunmamaktadır. Bu durum proses suyu, enerji ve kimyasal tüketimlerinin oldukça yüksek olmasında etkili olmaktadır. Günümüzde daha düşük flotte oranlarında çalışan veya flotte oranlarının azaltılması için pratik teknikler/modifikasyonlar bulunmaktadır.
- Tez çalışması kapsamında işletmelerde enerji tüketiminin ve atık gaz emisyonlarının azaltılmasında da ancak bütünsel bir yaklaşım sağlanacak tasarrufların/faydaların maksimize edilmesinde etkili olabilir. Bu kapsamda enerji tüketimi optimizasyonu, atıksu geri kazanımı, makine modifikasyonları

ve iyi yönetim uygulamalarının birlikte değerlendirilmesi gereklidir. Bu uygulamalar sonucunda oluşan atık ısı ve emisyonların azaltılması daha verimli bir yaklaşım olacaktır. Aksi takdirde kirlilik kontrolü odaklı bir yaklaşımın benimsenmesi hem minimum tasarruf/faydaların sağlanmasına hem de ekonomik kayıplara neden olacaktır.

- İşletmelerde elektrik enerjisi tüketiminin azaltılmasında mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve Ar-Ge çalışmaları ile proseslerde/elektrik motorlarında yapılacak küçük modifikasyonlar etkili ve pratik teknikler olmaktadır.
- Tez çalışması kapsamında işletmelerde kullanılan kimyasalların MSDS'leri incelenmiş ve önemli sayıdaki çevresel açıdan riskli kimyasalların çevre dostu ikameleri ile değişimleri önerilmiştir. İşletmelerde bu kapsamda kimyasal reçetelerinin revize edilmesi ve işletmeye alınacak kimyasalların seçiminde MSDS'lerin göz önünde bulundurulması etkili bir uygulama olacaktır. Bu sayede kimyasal tüketimi ve atıksuların taşıdığı kimyasal yükler azaltılırken biyolojik arıtma performansı artırılacaktır.
- İşletmelerden ikisinde (İpliksan ve Güvenç Boya) kimyasalların hazırlanması ve dozlanmasında otomasyona dayalı sistemler kullanılmamaktadır. Manüel tekniklerin kullanıldığı bu işletmelerde kimyasal tüketimleri ve kayıpları da yüksek olmaktadır. Ancak otomatik hazırlama-dağıtım sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri bir miktar yüksek olsa da sağlanacak tasarruf/faydalar göz önüne alındığında geri ödeme sürelerinin kısa olacağı görülmüştür. Ayrıca otomatik kimyasal hazırlama-dozlama sistemleri laboratuvar-boyahane koordinasyonun artırılmasını sağlayarak üretim verimliliğinin artırılmasında (tek-seferde-doğru-boyama teknikleri) da oldukça etkili teknikler olduğu görülmüştür.
- İşletmelerde rutin olarak hamsu-proses suyu analizleri yapılarak yüksek kalitede proses suyu kullanımına özen gösterilmelidir. Çünkü yüksek kalitede proses suyu kullanımı ile kompleks oluşturuvcu kimyasallar başta olmak üzere diğer yardımcı kimyasalların tüketimlerinin minimizasyonunda etkili ve pratik bir çözüm olmaktadır. Böylelikle atıksuların kimyasal kirlilik yükünde, kirletici atık gaz emisyonlarında ve tehlikeli atık miktarlarında önemli

azalmalar sağlamakta mümkündür. Diğer taraftan işletmede kullanılan ekipmanların kullanım ömürleri ve enerji verimlilikleri artırılabilir.

- İşletmelerde özellikle yumuşatma banyosunun aynı proseste DGK'sı ile hem kimyasal tüketiminde hem de proses atıksuları ile taşınan artık yumuşatıcıların miktarlarında önemli azalmalar sağlanabilir.
- Atıksuların kimyasal kirlilik yükünün azaltılmasında kimyasal dökülmeleri/kazalarının temizlenmesinde "kuru temizleme tekniklerinin" uygulanması etkili ve pratik bir çözümdür.
- İşletmelerde katı atık miktarlarının minimizasyonunda iyi yönetim uygulamaları başta olmak üzere üretim verimliliğinin artırılmasında etkili tüm teknikler katkı sağlamaktadır.
- Atık baca gazı emisyonlarının minimizasyonunda ise boru-sonu arıtımdan daha çok kazan dairesi optimizasyonu, proseslerde enerji verimliliği ve ısı geri kazanımı uygulamaları daha etkili ve sürdürülebilir bir çözüm olarak görülmektedir.
- Tez çalışması kapsamında işletmelerde temiz üretimden çok geleneksel boru-sonu arıtım tekniklerine yönelim söz konusu olmaktadır. Bu durumda işletme körlüğü ve temiz üretim yaklaşımı, sağlayacağı teknik, çevresel, ekonomik tasarruflar/faydalar konusunda bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır.
- İşletmelerde MET önerilerinin seçiminde işletme yetkilileri ve uzmanlar ile yüksek koordinasyona dayalı bir çalışma yürütülmüştür. Ayrıca her bir işletme özelinde MET'lerin seçiminde istatistikî karar verme metotları kullanılmıştır. Bu sayede her bir işletme için en yüksek teknik, çevresel ve ekonomik faydayı sağlayacak MET önerisinin tespit edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu yöntem ile işletmenin MET'lere bakış açısını, teknik, çevresel ve ekonomik faktörlerin karar verme sürecine dahil edilmesi sağlanmıştır.
- Her bir işletme özelinde nihai MET önerilerinin uygulanması ile sağlanacak tasarruflar/faydaların belirlenmesi sürecinde önerilen MET'ler arasında simbiyotik ilişkiler olduğu görülmüştür. Bu durum sağlanacak tasarrufları, faydaları, yatırım maliyetlerini ve geri ödeme sürelerini doğrudan ya da dolaylı yollardan etkilemektedir. Bu nedenle toplam tasarruf/faydaların yanında efektif fayların da hesaplanması gereklidir.

- İşletmeler özelinde belirlenen MET önerilerinin yatırım planlarına dahil edilmesinin kolaylaştırılması ve temiz üretim önceliklerinin belirlenmesinde yine istatistiki değerlendirmelerden yararlanılarak bir “MET öncelik düzeyi” belirlenmesi yapılmıştır. Bu teknik işletmede temiz üretimin garanti altına alınmasında, dengeli-planlı büyümede ve yatırım-kazanç dengesinin gözetilmesinde etkili olacaktır.
- Her bir işletme özelinde MET’lerin geri ödeme sürelerinin belirlenmesinde mevcut ya da tamamlanmış uygulamalar bulunmaması nedeniyle yapılacak hesaplamalar teorik olacaktır. Ayrıca yapılacak yatırımın boyutu, kullanılacak ekipman/malzemelerin maliyetleri-kalitesi, işletme maliyetleri ve bakım-onarım-değişim maliyetleri geri ödeme sürelerinin hesaplanmasında belirleyici kriterlerdir ve yine bu kapsamda yapılacak hesaplamalar teorik olacaktır. Bu nedenle MET’lerin geri ödeme sürelerinin belirlenmesinde IPPC BREF dokümanı, literatür ve temiz üretim kılavuz dokümanlarında aynı uygulamalar için gerçekleşen geri ödeme süreleri esas alınmıştır. Bu çalışma işletmelere gerekli yatırım maliyetlerinin geri ödeme süreleri hakkında daha gerçekçi ve yol gösterici olacaktır.
- Sonuç olarak endüstriyel işletmelerde temiz üretimin uygulamaları ile sağlanacak teknik, çevresel ve ekonomik tasarrufların/faydaların maksimize edilmesi için; 1) temiz üretim uzmanları ve işletmede yetkili personellerin katılımıyla prosesler bazında detaylı temiz üretim etüt çalışmalarına, 2) işletme özelinde MET’lerin seçiminde sistematik ve bilimsel bir yaklaşımın kullanılmasına, 3) MET’lerin seçiminde sadece ilk yatırım maliyetlerinin değil uygulanabilirlik, sağlanacak potansiyel teknik, çevresel ve ekonomik tasarrufların/faydaların ve geri ödeme sürelerinin değerlendirilmesine, 4) temiz üretim süreçlerinde işletmelerin ve proseslerin kendi özelinde değerlendirilmesine (temiz üretimde hazır bir reçete yoktur), 5) temiz üretim etütlerinin ve MET’lerin seçiminde işletme körlüğüne dikkat edilmesine (mevcut uygulamaları iyileştirmek etkili-verimlidir ve düşük maliyet gerektirebilir ancak sağlayacağı tasarruflar/faydalar daha düşük olmaktadır), 6) temiz üretim bütün çalışanların ortak katılımıyla gerçekleştirilebilir ve bu kapsamda personelin teknik ve çevresel eğitimlerini, yeni teknik-teknolojilerin takip edilmesini gerektirebilir bu hususlara dikkat edilmelidir.

- Temiz üretim endüstriyel işletmelerde yaşanan sorunların ve risklerin önceden görülmesini, işletme refleksinin gelişmesini sağlar, mevcut ve gelecekteki yasal düzenlemelere/standartların gereksinimleri büyük ölçüde yerine getirilmiş olur ve beklenmedik maliyetler önlenir.
- Bu kapsamda ileride yapılacak temiz üretim çalışmalarında ve endüstrilerde yaygınlaştırılmasında; 1) İlk olarak tekstil sektöründe uygulanmaya başlanan temiz üretim uygulamalarının diğer endüstrilerde de yaygınlaştırılması kaynakların korunması, çevre kirlenmesinin önlenmesi, endüstriyel işletmelerin ihracatında uluslararası standartları sağlaması ve ihracatta “görünmeyen bariyerlerin” kaldırılmasında etkili olacaktır. 2) Ulusal çevre mevzuatımızda temiz üretime (entegre kirlilik önlemeye) dair uygulamaların aktif hale getirilmesi gereklidir. Bu durumda kirlilik kontrolünden daha çok temiz üretime yönelimi destekleyen çevre politikalarına ihtiyaç duyulmaktadır. 3) Çevresel Etki Değerlendirme sürecine temiz üretim planlarının dahil edilmesi gereklidir. Böylelikle yeni kurulacak endüstriyel işletmelerde temiz üretimin yapılandırılması en başta hazırlanan planlara dahil edileceğinden sağlanacak tasarruflar/faydalar daha yüksek olacaktır. 4) Mevcut-kurulu tesislerde temiz üretimin yapılandırılmasında çeşitli mali destek programlarına (hibeler, proje destekleri, kredi programları vb.) ihtiyaç duyulmaktadır. 5) Günümüzde IPPC BREF dokümanının çevirisi ya da benzer dokümanlar yayınlanmış olsa da bu konuda daha fazla sayıda kılavuz dokümanlara ihtiyaç duyulmaktadır. 6) Farklı alt sektörlerde faaliyet gösteren ve farklı proses yapısına sahip işletmelerde gerçek ölçekli daha fazla sayıda bilimsel çalışmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. 7) Tekstil atıksularının geri kazanılarak hangi üretim proseslerinde değerlendirilmesi gerektiği konusunda ve üretim verimliliğinde sağlayacağı avantajlar/dezavantajlar konusunda literatürde yeterli sayıda bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Bu noktalarda literatürel ve yönetsel eksiklikler bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Afşar, B., 2007. Sektör Raporu-Tekstil Sektör Raporu. Konya Ticaret Odası Etüd Araştırma Servisi Rapor No: 2007/609-569, 19s.
- Alanya, S., Ozturk, E., Morova, F., Yetis, U., Dilek, F.B., Demirer, G.N., 2006. Environmental Performance Evaluation of Textile Wet Processing Sector in Turkey. 9th Annual EMAN Conference, 31 March, Vienna, 2771-2784.
- Alaton, I., Insel, G., Eremektar, G., Babuna, F., Orhon, D., 2006. Technical Note: Effect of Textile Auxiliaries on the Biodegradation of Dyehouse Effluent in Activated Sludge. Chemosphere, 62, 1549-1557.
- Alkaya, E., Demirer, G.N., 2014. Sustainable Textile Production A Case Study From A Woven Fabric Manufacturing Mill in Turkey. Journal of Cleaner Production, 65, 595-603.
- Altrock, C.V., Krause, B., 1994. Multi-Criteria Decision Making in German Automotive Industry Using Fuzzy Logic. Fuzzy Sets and Systems, 63, 375-380.
- American Public Health Association (APHA), 1997. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- Anonim, 2002. Wet Textile Operations: Cleaner Production Fact Sheet and Resource Guide. Erişim Tarihi: 02.03.2012. <http://www.unep.fr/shared/publications>
- Asian Regional Research Programme in Energy Environment and Climate (ARRPEEC), 2003. Booklet on India from Phase II Dissemination. ISBN 91-586-8474-3.
- Aulia, F., 2010. Çöktürme Yönteminin Kullanıldığı Boya Atıksu Arıtma Sisteminin Kendinden Ayarlamalı Pid Kontrol ile pH Kontrolü. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s, Ankara.
- Australian Industry Group (AIG), 2012. Water Saving Fact Sheet: Textile Industry. Austrian Industry Group.
- Avrupa Komisyonu Türkiye Temsilciliği (AKTT), 2006. Avrupa Birliği ve Çevre. Erişim Tarihi: 10.06.2006. <http://www.deltur.cec.eu.int/kitap/cevre.html>
- Aysen, M., 1998. Air Pollutant Emission Potentials of Cotton Textile Manufacturing Industry. Journal of Cleaner Production, 6, 339-347.
- Barclay, S., Buckley, C., 2000. Waste Minimization Guide for the Textile Industry: A Step Towards Cleaner Production. South Africa: The South African Water Research Commission, The Pollution Research Group; January, South African Republic.

- Başbuğ, M., 2008. Bentonit ve Ponza ile Sulu Çözeltilerden ve Tekstil Atıksuyundan Boya Adsorpsiyonunun İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Isparta.
- Brik, M., Schoeberl, P., Chamam, B., Braun, R., Fuchs, W., 2006. Advanced Treatment of Textile Wastewater Towards Reuse Using A Membrane Bioreactor. *Process Biochemistry*, 41, 1751-1757.
- Blomquist, R.F., 1995. Government's Role Regarding Industrial Pollution Prevention in the U.S. *Georgia-Law Review*, 29, 349-448.
- Bohm, E., Hillenbrand, T., Landwehr, M., Marscheider-Weidemann, F., Corley, M.S., 1997. Investigation on Wastewater: Statistical Evaluation of Industrial for Risk Assessment of Substances. Technical Report: 206 04 144/01, Umweltbundesamt.
- Bohm, E., Hillenbrand, T., Landwehr, M., Marscheider-Weidemann, F., Schubert, D., 2000. Risk Assessment for Substances Statistical Evaluation on Production and Emissions in Three Industrial Branches: Paper and Pulp, Textile Finishing and Leather Industries. Technical Report: 12/1/UWSF-Z, 26s.
- British Textile Technology Group (BTTTG), 1999. British Textile Technology Group Report 5: Waste Minimization and Best Practice. British Technology Group-1999.
- Business for Social Responsibility (BSR), 2008. Water Management in China's Apparel and Textile Factories. Technical Report: April 2008, 9s.
- Caberera, R.L., Giraldo, G.E., 2009. A Multiple Criteria Decision Analysis for the FDI in Latin-American Countries. Industrial Engineering Research Conference, 30 May-4 June, Puerto Rico.
- Carbon, T., 1997. Cutting Your Energy Costs-A Guide for the Textile Dyeing and Finishing Industry. Erişim Tarihi: 12.01.2012. <http://www.carbontrust.co.uk>
- Carliell, C.M., Barclay, S.J., Shaw, C., Wheatley, A.D., Buckley, C.A., 1998. The Effect of Salts Used in Textile Dyeing on Microbial Decolourisation of a Reactive Azo Dye. *Environmental Technology*, 19(11), 1133-1137.
- Carnevale, E.A., Ferrari, L., Paganelli, S., 2011. Investigation on the Feasibility of Integration of High Temperature Solar Energy in A Textile Factory. *Renewable Energy*, 36, 3517-3529.
- Central Basin Municipal Water District (CBMWD), 2003. Central Basin Municipal Water District. Erişim Tarihi: 16.05.2012. <http://www.centralbasin.org/en/>
- Council on Environmental Quality (CEQ), 1990. Environmental Quality. The 23rd Annual Report of the Council on Environmental Quality, 448s.

- Cılız, N., Daylan, B., Baydar, G., 2011. Temiz Üretim, Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-II. ISBN: 978-975-6180-42-6, Ankara, 30s.
- Cırık, K., 2010. Farklı Elektron Alıcılarının Anaerobik Renk Giderme Verimine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 182s, Isparta.
- Correia, V.M.M., 2005. ETIV-EMAS Implementation and Verification. Lusiada University of Vila Nova de Famalicao. Project No: P/02/B/F/PP-125531, 191s.
- CRAB, 2001. Information Submitted by CRAB about Emission and Consumption Levels in Some Textile Finishing and Wool Scouring Mills in the Region of Biella, Italy.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), 2012. Tekstil Sanayi İçin MET Klavuzu. IPPC Eşleştirme Projesi. Proje No: TR-08-IB-EN-03, 214s.
- Çetin, M., Ecevit, E., 2008. İhracatın Sürükleyici Gücü Olarak Tekstil Sektörü: Kahramanmaraş Örneği. Yönetim ve Ekonomi, 15(2), 115-132.
- Dae-Hee, A., Won-Seok, C., Tai Y., 1999. Dyestuff Wastewater Treatment Using Chemical Oxidation: Physical Adsorption and Fixed Bed Biofilm Process. Process Biochemistry, 34, 429-439.
- Danish Environmental Protection Agency (DEPA), 2002. Danish Experience, Best Available Techniques-BAT in the Clothing and Textile Industry. DEPA Working Report:10.
- Demirer, G.N., 2001. Temiz Üretim/Kirlilik Önleme Kavramı ve Çevre Mühendisliği Eğitimi. 4. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği (TMMOB)-Çevre Mühendisleri Odası, 7-10 Kasım, İçel, 212-221.
- Demirer, G.N., 2003. Kirlilik Önleme Yaklaşımlarının Temel Prensipleri. Türk Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği (TMMOB)-Çevre Mühendisleri Odası, 25, 13-20.
- Eraslan, İ.H., Bakan, İ., Kuyucu, A.D.H., 2008. Türk Tekstil ve Hazır Giyim Sektörünün Uluslararası Rekabetçilik Düzeyinin Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(13), 265-300.
- Ersöz, F., Kabak, M., 2010. Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi, 97-125.
- Energy Management-Manual (EIE), 2006. Energy Management-Manual, European Intelligent Energy Program. EMS-Textile Project No: May-2006. Erişim Tarihi: 26.12.2011.<http://www.eaci-projects.eu>

- United Kingdom Environmental Agency (UKEA), 2002. Guidance for the Textile Sector. Integrated Pollution Prevention and Control Directive. United Kingdom Environmental Agency, 26s.
- Efe, B., 2005. 2005 Sonrasında Türk Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü Rekabet Gücünü Nasıl Koruyacak. İzmir Ticaret Odası Araştırma ve Meslekleri Geliştirme Müdürlüğü Ar-Ge Bülteni-Mayıs, 23-30.
- Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA), 1999. Guidance Manual Cleaner Production for Textiles Water and Energy Conservation. SEAM Project No: August-1999, 174s.
- Electricity Research Organization (EIE), 2004. Energy Management Principle for Industry. 2nd ed. I.: Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi, Ankara.
- Emer, Ü., 1997. Denizli'deki Bazı Pamuklu Dokuma Fabrikalarının Atıksularının Yönetimi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Denizli.
- Energy Manager Training (EMT), 2008. Best Practices/Case Studies-Indian Industries. Energy-efficiency Measures in Rishab Spinning Mills, Jodhan. Erişim Tarihi: 15.04.2012. <http://www.emtindia.net/eca2008>
- Environmental Performance Guide (EPG), 2009. The Benchmark for Profitable Environmental Improvement. Water Use in Textile Dyeing and Finishing Guidance: GG062, 35s.
- Environmental Protection Agency (EPA), 2008. BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Textile Processing Sector First Ed., ISBN 1-84095-283-0, 39s.
- Environmental Technology Best Practice Programme (ETBPP), 1997. Water Use in Textile Dyeing and Finishing: How to Profit from Less Waste and Lower Energy Use in the Textiles Industry. ETBPP Textiles Workbook-EG 98 Guide.
- Environmental Technology Best Practice Programme (ETBPP), 1999. Minimising Chemical and Water Waste in the Metal Finishing Industry. ETBPP Report No: GG 160.
- European Apparel and Textile Confederation (EURATEX), 2000. Textile Industry BREF Document (Chapter 2-3). Erişim Tarihi: 12.02.2012. <http://euratex.eu/>
- European Bank, 2009. Sub-sectoral Environmental Guidelines: Textile Manufacture, European Bank for Reconstruction and Development. European Bank, 14-15 October.

- Federal Environmental Agency (FEA), 2011. Environmental Standards in the Textile and Shoe Sector: A Guideline on the Basis of the BREFS-Best Available Techniques Reference Documents of the EU. Report No: May-2011.
- Fersi, C., Gzara, L., Dhahbi, M., 2005. Treatment of Textile Effluents by Membrane Technologies. *Desalination*, 185, 399-409.
- Germany, 2002. Comments made by Germany to the Second Draft of the BREF Textiles.
- Gleick, P.H., Haasz, D., Henges-Jeck, C.H., Srinivasan, S., Wolff, G., Cushing, K.K., Mann, A., 2003. Waste Not, Want Not: The Potential for Urban Water Conservation in California. Pacific Institute Technical Report, ISBN 1-893790-09-6, 176s.
- Goodman, G., Porter, J., 1980. Water Quality Requirements for Reuse in Textile Dyeing Process. *American Dyestuff Reporter*, 69(10), 33-46.
- Gonzalez-Zafrilla, J. M., Sanz-Escribano, D., Lora-Garcia, J., Leon Hidalgo, M.C., 2008. Nanofiltration of Secondary Effluent for Wastewater Reuse in the Textile Industry. *Desalination*, 222, 272-279.
- Greer, L., Keane, S., Lin, C., Meinert, J., 2013. Natural Resources Defense Council's 10 Best Practices for Textile Mills to Save Money and Reduce Pollution. Natural Resources Defense Council, Clean by Design, July, New York, USA.
- Gürtekin, E., Şekerdag, N., 2008. Bir İleri Oksidasyon Prosesi: Fenton Prosesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(3), 229-236.
- Hasanbeigi, A., 2010. Energy-Efficiency Improvement Opportunities for the Textile Industry. China Energy Group Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-3970E, 131s.
- Hasanbeigi A., Price, L., Lin, E., 2012. A Review of Emerging Energy-efficiency and CO₂ Emission-Reduction Technologies for Cement and Concrete Production: A Technical Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6220-6238.
- Hendrickx, I., Boardman, G. D., 1995. Pollution Prevention Studies in the Textile Wet Processing Industry. Department of Environmental Quality, Office of Pollution Prevention, Virginia, 20s.
- Hepbasli, A., Ozalp, N., 2003. Development of Energy Efficiency and Management Implementation in the Turkish Industrial Sector. *Energy Conversion and Management*, 44, 231-249.
- Hillenbrand, T., Bohm, E., Landwehr, M., Marscheider-Weidemann F., 1999. Die Abwassersituation in der Deutschen Papier, Textile und Lederindustrie-

- Representative Bestandsaufnahme für die Bewertung Chemischer Stoffe. Technical Report No: 140, 267-273.
- Hoehn, W., 1998. Textile Wastewater-Methods to Minimization and Reuse, Textilveredlung, Reuse Standards, Thies-Handbuch Für den Garntaecher.
- Industrial Emissions Directive (IED), 2010. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, of 24 November 2010, on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control-recast).
- International Finance Corporation (IFC-EHS), 2007. International Finance Corporation, Environmental Health and Safety Guidelines 2007. Erişim Tarihi: 24.03.2012. <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect>
- Industrial Ecology (IE), 2003. Case Study of the Textile Industry in Tirapur Chapter 5. Erişim Tarihi: 24.03.2012. http://base.socioeco.org/docs/ch05_ie.pdf.
- Institut National de la Recherche Agronomique French National Institute for Agronomy Research (INRA), 2006. Life Cycle Analysis of Hemp Textile Yarn. Technical Reports: May-2006.
- Institut Textile de France (ITF), 1999. Personal Communication.
- International Finance Corporation (IFC), 2007. Environmental, Health, and Safety Guidelines Textile Manufacturing. World Bank Group Reports: April 30, 20s.
- International Finance Corporation (IFC), 2007. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Food and Beverage Processing. World Bank Group Reports: April 30, 17s.
- National Institute of Industrial Environment and Risks (INERIS, 2001). Institut National de L'environnement Industriel Et Des Risques, Supplement to the Methodology for Risk Evaluation of Biocides, Emission Scenario Document for Biocides Used as Preservatives in the Textile Processing Industry. Scientific Reports: INERIS-DRC-01-25582-Ecot-Cti/VMI-n-01DR0176, 21s.
- IPPC BREF, 2003. European Commission (EC) Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Textile Industry. EC IPPC Bureau, Seville, Spain, 747s.
- Italy, 2001. Information Submitted by Italy about Emission and Consumption Levels in one Textile Finishing Mill.
- İstanbul Tekstil Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri (İTKİB), 2008. Yıllık Raporlar ve İstatistiksel Veriler. Erişim Tarihi: 18.02.2012. <http://www.itkib.org.tr>
- İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri (İTKİB), 2012. Yıllık Raporlar ve İstatistiksel Veriler. Erişim Tarihi: 23.04.2012. <http://www.itkib.org.tr>

- Jones, H.R., 1973. Pollution Control in the Textile Industry. Park Ridge, New Jersey: Noyes Data Corporation, 323s.
- Judd, S., Jefferson, B., 2003. Membranes for Wastewater Recycling. *Industrial Environmental Management*, 14(5), 16-17.
- Kalliala, E., Talvenmaa, P., 2000. The Finnish Background Report for the EC Documentation of Best Available Techniques for Wet Processing in Textile Industry. The Finnish Environment Institute ISBN 952-11- 0753-7, 75s.
- Kalliala, E., Talvenmaa, P., 2000. Environmental Profile of Textile Wet Processing in Finland. *Journal of Cleaner Production*, 8, 143-154.
- Kalliala, E., Nousiainen, P., 1999. Life Cycle Assessment–Environmental Profile of Cotton and Polyester/Cotton Fabrics, *AUTEX Research Journal*, 1, 8-20.
- Kant, R., 2012. Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard. *Natural Science*, 4(1), 22-26.
- Kaplan, E., Koç, E., 2004. Türk Tekstil Sanayinde Enerji Kullanımının Genel Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2, 19, ISSN 1019-1011.
- Kar, A., 2012. Best Practices for Textile Mills to Save Money and Reduce Pollution in Bangladesh. *Natural Resources Defense Council, Clean by Design*, December, New York, USA.
- Kav, M.F., 2011. Adana Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının İleri Arıtma Yöntemleri (Fizikokimyasal Yöntemler: Pıhtılaştırma-Yumaklaştırma+Perlit Filtrasyon) Kullanılarak Tekstil Endüstrisinde Proses Suyu Olarak Geri Kazanılabilirliğinin Araştırılması. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 75s, Adana.
- Kdasi, A.A., Idris, A., Saed, K., Guan, C.T., 2005. Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes-A Review. *Global Network for Environmental Science and Technology*, 6(3), 222-230.
- Kocabaş, A.M., 2008. Improvements in Energy and Water Consumption Performances of a Textile Mill after BAT Applications. *Middle East Technical University, Science Institute, Environmental Eng. Dept., M.Sc. Thesis*, 113s, Ankara.
- Kocabaş, A.M., Yukseler, H., Dilek, F. B., Yetis, U., 2009. Adoption of European Union's IPPC Directive to a Textile Mill: Analysis of Water and Energy Consumption. *Journal of Environmental Management*, 91, 102-113.
- Kocaer, F.O., Alkan, U., 2002. Boyarmadde İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1), 47-55.

- Koç, E., Kaplan, E., 2007. Tekstil Terbiye İşletmelerinde Enerji Kullanımı-Genel Değerlendirme. Tekstil ve Mühendis Dergisi, 65, 39-47.
- Kotan, T., Bakan, G., 2007. Çeşitli Endüstrilerde Temiz Üretim Uygulamaları ve Performans Çalışmalarının Araştırılması. VII. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi-TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Yaşam ve Teknoloji, 24-27 Ekim, İzmir.
- Kumar, S., Visvanathan, C., Priambodo, A., 1999. Energy and Environmental Indicators in the Thai Textile Industry. University of Technology Sydney (UTS), Australia and Asian Institute of Technology (AIT), Thailand.
- Kurshid, M.F., Asad, M., Khan, A.A., Chaudhry, M.A., 2012. Investigation of Specific Energy Consumption and Possible Reduction Measures of Textile Spinning Mills. Journal of American Science, 8(6) 535-542.
- Külahlıoğlu, D., 2002. AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi ve Türkiye. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88s, İstanbul.
- Lebanese Cleaner Production Center (LCPC), 2010. Cleaner Production Guide for Textile Industries. Lebanese Cleaner Production Center Cleaner Production, Beirut, 75s.
- Li, X.Z., Zhao, Y.G., 1999. Advanced Treatment of Dyeing Wastewater for Reuse. Water Science and Technology, 39(10), 245-255.
- Lu, X., Liu, L., Liu, R., Chen, J., 2010. Textile Wastewater Reuse as An Alternative Water Resource for Dyeing and Finishing Processes: A Case Study. Desalination, 258, 229-232.
- Meriç, S., Selcuk, H., Belgiorno, V., 2005. Acute Toxicity Removal in Textile Finishing Wastewater by Fenton's Oxidation, Ozone and Coagulation-Flocculation Processes. Water Resources, 39, 1147-1153.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011a. Tekstil Teknolojisi: Kimyasal Lifler. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD564, 64s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011b. Tekstil Teknolojisi: Bitkisel Lifler. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD394, 79s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011c. Tekstil Teknolojisi: Hayvansal Lifler. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD395, 43s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011d. Tekstil Teknolojisi: Harman ve Tarak Bandı. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD379, 75s.

- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011e.
Tekstil Teknolojisi: Tarak Makinesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD855, 32s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011f.
Tekstil Teknolojisi: Cer Makinesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD424, 50s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011g.
Tekstil Teknolojisi: Cer ve Fitol. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD380, 44s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011h.
Tekstil Teknolojisi: Ring İplik Makinesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD485, 87s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011j.
Tekstil Teknolojisi: Bobin Makinesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD489, 41s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011k.
Tekstil Teknolojisi: Ring İplik Makinesi 2. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD487, 36s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011m.
Giyim Üretim Teknolojisi: Tekstil Yüzeyleri. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD020, 79s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011n.
Tekstil Teknolojisi: Yünün Ön Terbiyesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD554, 48s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011p.
Tekstil Teknolojisi: Selülozun Ön Terbiyesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD552, 28s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011r.
Tekstil Teknolojisi: Sentetiklerin Ön Terbiyesi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD680, 42s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011s.
Tekstil Teknolojisi: Temel Boyama. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD390, 53s.
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2011t.
Tekstil Teknolojisi: Kurutma ve Egalize. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Rapor No: 542TGD625, 40s.

- Northern India Textile Research Association (NITRA), 1989. Norms for the Textile Industry. Ghaizabad, India, on behalf of Textile Research Associations at Bombay, Ahmadabad and Coimbatore, India.
- Ministry of Energy and Natural Sources (MENS), 1995. Regulation on the Measures to be Taken for Increasing Efficiency in the Energy Consumption of Industrial Establishments. Ministry of Energy and Natural Sources, Official Bulletin, 11 November, Ankara.
- Moore, S.B., Ausley, L.W., 2004. Systems Thinking and Green Chemistry in the Textile Industry: Concepts, Technologies and Benefits. *Journal of Cleaner Production*, 12, 585-601.
- Office of Technical Assessment (OTA), 1987. Serious Reduction. Report Published by Congressional Office of Technical Assessment, Washington, D.C.
- Öztürk, E., Yetis, U., Dilek, F.B., Demirer, G.N., 2009. A Chemical Substitution Study for A Wet Processing Textile Mill in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 17, 239-247.
- Özgür, D., Temir, G., Turna, T., 2002. Entegre Tekstil Prosesleri için Uygun Bileşik Elektrik ve Isı Sistemlerinin Belirlenmesi. *Termodinamik Dergisi*, 123, 107-110.
- Öztürk, E., 2007. A Chemical Substitution Study for a Wet Processing Textile Mill in Turkey. Middle East Technical University, Science Institute, Department of Environmental Engineering, M.Sc. Thesis, 139s, Ankara.
- Öztürk, İ., Timur, H., Koşkan, U., 2005. Atıksu Arıtımının Esasları-Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, 450s, Ankara.
- Palamutcu, S., 2010. Electric Energy Consumption in The Cotton Textile Processing Stages. *Journal of Energy*, 35, 2945-2952.
- Palamutcu, S., Acar, G., Çon, A.H., Gültekin, T., Aktan, B., Selçuk, H. 2011. Innovative Self-cleaning and Antibacterial Cotton Textile: No Water and No Detergent for Cleaning. *Desalination and Water Treatment*, 26, 178-184.
- Palanichamy, C., Babu, N.S., 2005. Second Stage Energy Conservation Experience with a Textile Industry. *Energy Policy*, 33, 603-609.
- Petek, J., Glavic, P., 1996. An Integral Approach to Waste Minimization in Process Industries. *Resources Conservation Recycle*, 17, 169-188.
- Pohekar, S.D., Ramachandran, M., 2004. Application of Multi-Criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning- A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8, 365-381.

- Purohit, S., 2007. Energy Conservation in Textile Industry. Textile Magazine, 49(2), 245-274.
- Purohit, S., Marshall, F., 2008. Energy Conservation in Textile Industry Learnings from Indian Experience. Erişim Tarihi: 16.02.2012. <http://www.forbesmarshall.com>
- Ren, X., 2000. Development of Environmental Performance Indicators for Textile Process and Product. Journal of Cleaner Production, 8, 473-481.
- Rosia, L.O., Casarcia, M., Mattiolib, M., De Floriob, L., 2007. Best Available Technique for Water Reuse in Textile SMEs (BATTLE LIFE Project), Desalination, 206, 614-619.
- Rozakis, S., Kallivroussis, L., Soldatos, P.G., Nicolaou, I., 2001. Multiple Criteria Analysis of Bio-energy Projects: Evaluation of Bio-Electricity Production in Farsala Plain Greece. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 5, 49-64.
- Saidur, R., 2010. A Review on Electrical Motors Energy Use and Energy Savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(3), 877-898.
- Saldıray, B., 2005. Tekstil Endüstrisi İçindeki Konumunu Belirlerken Tasarımcının Anlaşılmasının Gerekirliği. Ulusal Tekstil Sempozyumu, 26-30 Kasım, Bursa.
- Salvador, N.N.B., Glasson, J., Piper, J.M., 2000. Cleaner Production and Environmental Impact Assessment: a UK Perspective. Journal of Cleaner Production, 8, 127-132.
- Schoeberl, P., Brik, M., Braun, R., Fuchs, W., 2004. Treatment and Recycling of Textile Wastewater-Case Study and Development of a Recycling Concept. Desalination, 171, 173-183.
- Schönberger, H., Schafer, T., 2003. Best Available Techniques in Textile Industry. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Research Report No: UBA-FB 000325/e, 362s.
- Sector Guidance Note (SGN), 2002. Guidance for the Textile Sector, Sector Guidance Note IPPC S6.05, Environmental Agency, ISBN 011310096-5.
- Smith, B., 1989. Pollutant Source Reduction: Part III-Process Alternatives. American Dyestuff Reporter, 78(5), 34-40.
- Smith, B., 1994. Future Pollution Prevention Opportunities and Needs in the Textile Industry. Pojasek, B., (Ed.), Pollution Prevention Needs and Opportunities. Center for Hazardous Materials Research, May-1994.
- Smith, B., Rucker, J., 1987. Water and Textile Wet Processing-Part I. American Dyestuff Reporter, July 1987, 15-23.

- Staniskis, J., Kliopova, I., 2001. Process Control for Cleaner Production: Possibilities and Efficiency. *Environmental Research, Engineering and Management*, 2(16), 32-41.
- Supaka, N., Juntongjin, K., Damronglerd, S., 2004. Microbial Decolorization of Reactive Azo Dyes in a Sequential Anaerobic-Aerobic System. *Journal of Chemical Engineering*, 99, 169-176.
- Swaminathan, S., Rudramoorthy, R., 2004. New Technologies are Viable but Capital Investment Could Be High, *Express Textile*, September 2. Erişim Tarihi: 16.03.2012. <http://www.expresstextile.com/20040902/lastword01.shtml>
- Savin, I.I., Butnaru, R., 2008. Wastewater Characteristics in Textile Finishing Mills. *Environmental Engineering and Managment Journal*, 7(6), 859-864.
- Tanapongpipat, A., Khamman, C., Pruksathorm, K., Hunsom, M., 2008. Process Modification in the Scouring Process of Textile Industry. *Journal of Cleaner Production*, 16, 152-158.
- Tarakçioğlu, I., 1984. Energy Consumption and Conservation of Textile Finishing Mills. Uludag University Press, Bursa.
- Thai, V.N., Tokai, A., Yamamoto, Y., Nguyen, D.T., 2011. 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*, 2, 105-115.
- Thomaidis, F., Mavrakakis, D., 2006. Optimum Route of the South Transcontinental Gas Pipeline in SE Europe Using AHP. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 14, 77-88.
- Toprak, H., 1994. Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları Cilt I. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, 240, 335s, İzmir.
- Towards Effluent Zero (TOWEFO), 2001. Questionnaires Submitted Textile Mills within the TOWEFO Project. Evaluation of the Effect of the IPPC Directive on the Sustainable Waste Management in Textile Industries, Project No: EVK1-CT-2000-00063.
- Towards Effluent Zero (TOWEFO), 2003. Evaluation of the Effect of the IPPC Application on the Sustainable Waste Management in Textile Industries. Project No: EVK1-CT-2000-00063. <http://spring.bologna.enea.it/towefo>
- Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Tebliğı (TSEKÖKT), 2011. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliğı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 28142 sayılı Resmi Gazete. Erişim Tarihi: 18.02.2012. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011>

- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV), 2010. Türkiye’de Temiz (Sürdürülebilir) Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması İçin Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyaçlarının Belirlenmesi Projesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Ankara, 148s.
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV), 2011. Sanayide Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Klavuzu: Yöntemler ve Uygulamalar. Rapor No: TTGV-T/2011/003, ISBN 978-975-95878-4-0, Ankara, 98s.
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV), 2012. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü ve Temiz Üretim Bilgi Notu. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Ankara, 4s.
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV-İZKA), 2012. İzmir’de Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Uygulamalarının Yaygınlaştırılmasına Yönelik Strateji Çalışma Raporu. ISBN 978-605-5826-08-6, Ekim 2012, İzmir, 105s.
- Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu (TSKR), 2012. Geleceği Sahiplenmek Sürdürülebilir Kalkınma En İyi Uygulama Örnekleri. Kalkınma Bakanlığı, Haziran 2012, ISBN 978-605-4667-12-3, 76s.
- Türkiye Tekstil Terbiye Sanayicileri Derneği (TTTSD), 2002. IPPC Tekstil Sanayi için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı ve İlgili Yönetmelikler. META Basım Matbaacılık Hizmetleri, 747s, İzmir.
- Tubtimhin, S., 2002. 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.
- Turna, T., 2003. Entegre Tekstil Prosesleri İçin Uygun Bileşik Elektrik ve Isı Sistemlerinin Belirlenmesi. VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1-37.
- Türkiye İstatistik Enstitüsü (TÜİK), 2005. Çevre ve Enerji İstatistikleri. Erişim Tarihi: 23.04.2012. <http://www.tuik.gov.tr>
- Türkiye İstatistik Enstitüsü (TÜİK), 2008. Çevre ve Enerji İstatistikleri. Erişim Tarihi: 23.04.2012. <http://www.tuik.gov.tr>
- Türkiye Ulusal İstatistik Kurumu (TÜİK), 2010. Çevre ve Enerji İstatistikleri. Erişim Tarihi: 20.04.2012. <http://www.tuik.gov.tr>
- Türkiye Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD), 2007. Sanayide AB Çevre Mevzuatına Uyum. İstanbul, Ersis Reklam, Matbaacılık ve Tanıtım Hiz. Tic. Ltd. Şti, TÜSİAD/T-2007-05-440, 221s. İstanbul.
- Germany Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt-UBA), 2001. Best Available Techniques (BAT) Reference Document- Germany. Erişim Tarihi: 28.05.2012. <http://www.umweltbundesamt.de/en>

- United Nations Environment Programme (UNEP), 1996. Cleaner Production: A Training Resource Package, Industry and Environment. UNEP Division of Technology, Industry, and Economics Sustainable Consumption and Production Branch, ISBN 9280716050, 134s.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1979. Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for Textile Mills, Environmental Pollution Control in Textile Processing Industry. USEPA, Washington, DC.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1996. Best Management Practices for Pollution Prevention in the Textile Industry. USEPA Report no: EPA/625/R-96/004.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1997. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Textile Industry. Office of Compliance, Office of Enforcement and Compliance Assurance, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1998. Preliminary Industry Characterization: Fabric Printing, Coating, and Dyeing. Erişim Tarihi: 12.05.2012. <http://www.p2pays.org/ref/01/00166.pdf>
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 1992. Output of a Seminar on Energy Conservation in Textile Industry. UNIDO, Handy Manual, June-1992, Endonesia, Malasia, 56s.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2010. Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking An Energy Policy Tool Working Paper. UNIDO, November-2010, 58s.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2012. Energy Efficiency in Electronic Motor Systems: Technology, Saving Potentials and Policy Options for Developing Countries. United Nations Industrial Development Organization, Vienna.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2007. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), ST/SG/AC.10/30, UN New York and Geneva. Erişim Tarihi: 11.12.2013. http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html
- United States Department of Energy (USDOE), 2004. Energy Use, Loss and Opportunities Analysis: U.S. Manufacturing and Mining. Erişim Tarihi: 1.5.2012. <https://www.eecbg.energy.gov/industry/intensiveprocesses/pdf>
- United States Department of Energy (USDOE), 2005. Improving Ventilation System Energy Efficiency in A Textile Plant. Erişim Tarihi: 01.05.2012. http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/case_study_ventilation_textile

- Uson, A.A., Ferreira, G., Toledo, M.D., Scarpellini, S., Sastresa, E.L., 2012. Energy Consumption Analysis of Spanish Food and Drink, Textile, Chemical and Non-metallic Mineral Products Sectors. *Energy*, 42, 477-485.
- Uzal, N., 2007. Recovery and Reuse of Indigo Dyeing Wastewater Using Membrane Technology. Middle East Technical University, Science Institute, Department of Environmental Engineering, M.Sc. Thesis, 173s, Ankara.
- Welham, A., 2000. The Theory of Dyeing and the Secret of Life. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 116, 140-143.
- World Bank, 2007. Textiles, Pollution Prevention and Abatement Handbook World Bank Group, Project Guidelines: Industry Sector Guidelines. World Bank, 408-412.
- World Health Organization (WHO), 1993. Environmental Technology Series: Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution. Geneva, Switzerland.
- Wynne, G, Maharaj, D, Buckley, C., 2001. Cleaner Production in the Textile Industry–Lessons from the Danish Experience. South African Dyers and Finishers Association, Natal Branch Pollution Research Group, School of Chemical Engineering, University of Natal.
- Venceslau, M.C., Tom, S., Simon, J.J., 1994. Characterization of Textile Wastewaters-A Review. *Environmental Technology*, 15, 917-929.
- Visvanathan, C., Kumar, S., Han, S., 2000. Cleaner Production in Textile Sector: Asian Scenario. National Workshop on Sustainable Industrial Development through Cleaner Production, 13-14 November, Colombo, Sri Lanka.
- Visvanathan, C., 2001. Industrial Wastewater Pollution and Control: Industrial Wastewater Reuse. Urban Environmental Engineering Program, Thailand.
- Visvanathan, C., Kumar, S., Priambodo, A., Vigneswaran, S., 2007. 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.
- Vuruşkan, D., 2010. Elastan İçerikli İplik Üretmek Üzere Modifiye Edilen Ring Makinasında Üretim Değişkenlerinin Optimizasyonu ve İplik Kalitesi Üzerindeki Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 235s, Adana.

EKLER

EK-1a: İpliksan A.Ş. işletmesinde ilk adımda sunulan 81 adet MET önerisi ve öncelik

değerlendirme puanları

EK-2a: İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları

EK-3a: İpliksan A.Ş. MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları

EK-4a: İpliksan A.Ş. işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması

EK-1b: Çiçek Tekstil A.Ş. işletmesinde ilk adımda sunulan MET önerileri ve öncelik

değerlendirme puanları

EK-2b: İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları

EK-3b: Çiçek Tekstil A.Ş. MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları

EK-4b: Çiçek Tekstil A.Ş. işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması

EK-1c: Güvenç Boya işletmesinde ilk adımda sunulan MET önerileri ve öncelik değerlendirme puanları

EK-2c: İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları

EK-3c: Güvenç Boya MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları

EK-4c: Güvenç Boya işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması

Ek-1a. İpliksan A.Ş. işletmesinde ilk adımda sunulan 81 adet MET önerisi ve öncelik değerlendirme puanları

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Genel uygulamalar	A.1.1	Çevre yönetim sisteminin kurulması		X		3
	A.1.2	Çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer verilmesi		X		3
	A.1.3	Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle denklıklarına dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	X			
	A.1.4	Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	X			
	A.1.5	Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi		X		5
	A.1.6	Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretim uygulamalarında reçetelerin optimize edilmesi		X		5
	A.1.8	Tüm kimyasal maddeleri, Madde Güvenlik Veri Kavuzlarında verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması		X		4
	A.1.9	Tüm kimyasal dökülmelerine engel olunması, dökülme gerçekleşiyse sahanın kontrol altına alınması ve temizlenmesi, kimyasal döküntülerinin alıcı ortama ve kanalizasyon sistemine karışmasının engellenmesi		X		2
	A.2.1	Kimyasalların dozlanmasında (boyalar hariç) MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kurulması		X		4
	A.2.2.1	Kimyasal kullanılmaksızın üretimin mümkün olduğu durumlarda, kimyasal kullanılmaması			X	1
	A.2.2.2	Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması		X		5
	A.2.2.4.1	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması		X		4
	A.2.2.4.3	Biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturu maddelerin kullanılması		X		3
	A.2.2.5	Köpük önleyici madde kullanımında (flottenin kumaş hareketi ile çalkalandığı yerlerde flottesiz air-jetlerin kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, biyolojik kolay ayrışabilir ve mineral yağ içermeyen köpük önleyici maddelerin kullanılması) işlemlerinin tümünü veya bir kısmını uygulayarak köpük önleyici maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması		X		2
	A.4.1	Su ve enerji tüketiminin kontrol edilmesi	X			5
	A.4.2	Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanaları kullanılması		X		5
	A.4.3	Kesikli çalışan makinelerde, banyo hacmi ve sıcaklığını kontrol etmek için otomatik donanım kullanılması	X			
	A.4.4	Su ve enerji israfını engellemek için, tüketim prosedürlerinin dokümanite edilmiş halde bulundurulması ve çalışanlar tarafından kullanılması	X			
	A.4.5	Üretimde zaman optimizasyonun uygulanması, tüm işlemlerin en kısa sürede bitecek şekilde düzenlenmesi	X			
	A.4.6	Farklı işlemlerin tek adımda birleştirilmesi olanaklarının araştırılması		X		3

Ek-1a. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Genel uygulamalar	A.4.7	Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinelerin kullanılması	X			
	A.4.11	Ayrık atıksu akımlarının karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi		X		3
	A.4.12	Buhar kayıplarını engellemek için makinelerde tam buhar izolasyonu yapılması		X		5
	A.4.13	Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makinelerin izolasyonunun yapılması		X		5
	A.4.14	Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalarla kazan dairelerinin optimize edilmesi	X			
	A.4.15	Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması		X		2
	A.4.16	Frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması	X			
Çeşitli tekstil üretim prosesleri için uygulamalar	B.2.3.1	Hidrojen peroksit stabilizörlerinin kullanımını en aza indiren veya biyolojik ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturu maddelerin kullanıldığı teknikler ile hidrojen peroksit ağartmasının uygulanması		X		3
	B.2.3.3	Sodyum hipoklorit kullanımının, sadece yüksek beyazlığın istendiği durumlar ve kırılabilirliğin depolimerizasyona uğrayabilen kumaşlarla sınırlı tutulması	X			2
	B.2.5.1	Elyafa yüksek oranda tutunabilen boyaların kullanılması		X		3
	B.2.5.3	Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılması (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manüel sistemler kullanılabilir)		X		3
	B.2.6.1	Buhar kayıplarının en aza indirilmesi için otomatik kontrol mekanizmaları ekipman ve iyi bir izolasyon sisteminin kullanılması		X		3
	B.2.6.2	İşlenecek lot büyüklüklerine en uygun olan makinelerin seçilmesi	X			
	B.2.6.3	Yeni makinelerin seçiminde düşük veya çok düşük flotte oranı; işlem flottesi ile yıkama flottelerinin ayrılabilmesi; flottenin maldan, işlem sırasında ayrılabilmesi gibi özelliklerin aranması		X		1
	B.2.6.4	Taşarlı yıkama yöntemi yerine doldur boşalt sistemlerinin uygulanması	X			
	B.2.6.5	Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması		X		4
	B.2.2.6	Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması		X		3
	B.2.8.1	Tehlikeli taşıyıcıların kullanımından kaçınılması	X			
	B.2.8.2	Sodyum ditiyonit yerine sülfürik asit türevleri esaslı indirgen maddeleri kullanmak, indirgenme yerine alkali ortamda hidrolitik solubilasyon ile temizlenebilen dispers boyaları kullanmak ile sodyum ditiyonit kullanımından kaçınılması		X		2
	B.2.8.3	Biyolojik ayrışabilirliği yüksek, dispergatörler içeren optimize edilmiş boya formülasyonlarının kullanılması		X		2
	B.2.9.1	Konvansiyonel toz ve sıvı kükürtlü boyalar yerine, kükürt içeriği %'den düşük ön-indirgenmemiş sıvı boya formülasyonları veya stabilize edilmiş ön-indirgenmiş kükürt içermeyen boyarmaddelerin kullanılması			X	1
	B.2.9.2	Sodyum sülfür yerine öncelikle kükürt içermeyen indirgen maddelerin veya sodyum ditiyonitin kullanılması			X	1
	B.2.9.4	Oksidan olarak hidrojen peroksidin tercih edilmesi			X	1
	B.2.10.1	Elyafa yüksek oranda tutunabilen ve düşük tuz gerektiren reaktif boyaların kullanılması		X		3

Ek-1a. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Çeşitli tekstil üretim prosesleri için uygulamalar	B.2.10.2	Boyama sonrasındaki durulama ve nötralizasyon adımlarında, sıcak durulama uygulayarak ve enerji geri kazanarak, yüzey aktif madde ve kompleks oluşturuıcı maddelerin kullanımından kaçınılmalı		X		3
	B.2.12.1	Krom içeren boyalar yerine reaktif boyaların kullanılması veya bunun mümkün olmadığı durumlarda çok düşük krom içeren boyaların kullanılması		X		3
	B.2.12.2	Metal kompleks boyalarla boyamada ağır metallerin atıksuya karışmasının minimize edilmesi		X		3
	B.2.12.3	Asit ve bazik boyalarla gerçekleştirilen boyamalarda pH kontrolü metotlarının uygulanması	X			
	B.2.20.1	Taşırarak yıkama/durulama yerine, doldur-boşalt yıkama veya akıllı durulama tekniklerinin kullanılması	X			
	B.2.20.4	Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksularının temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi		X		3
Ayrık atıksular, atıklar için uygulamalar	C.1.2.1	Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (Boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, % 65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilebilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilirlerdir).		X		2
	C.1.2.2	Boyama sonrası yıkama atıksularının adsorpsiyon ile geri kazanımı (Boyama atıksularının (özellikle ilk yıkama atıksuları) aktif karbon ile arıtılması ve bu yolla organik bileşenlerin etkin gideriminin sağlanması mümkündür. Aktif karbon kolonlarında geçirilen atıksuyun tuz içeriği (yaklaşık 80 gr/L) değişmemekte, atıksu parlak ve renksiz bir forma dönüşmekte; dolayısıyla, banyo çözeltisi hazırlamakta kullanılabilirlerdir. Sıcak atıksuların aktif karbondan geçirilebiliyor olması, enerji tasarrufu da sağlamaktadır).			X	
	C.1.2.3	Boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile arıtımı (pamuklu tekstil imalatından kaynaklanan boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile geri kazanılması mümkündür. Alüminyum sülfat, katyonik organik polielektrolit ve çok düşük dozda anyonik polielektrolitin birlikte kullanılması durumunda en iyi sonuç alınabilmektedir. Bu proses ile yüksek (>% 90) renk giderimi ve düşük KOİ giderimi (% 40-50) elde edilebilmektedir. Elde edilen suyun, değişik amaçlarla kullanılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu metot, yüksek çözünmüş katı madde, sıcaklık, deterjan ve KOİ içeriğinden olumsuz etkilenmektedir).			X	
	C.1.3	Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (Boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).		X		
	C.4.5	Baskı boyama bandı temizliğinden gelen yıkama suları için MET; geri kullanımıdır (Hafif renkli ve içeriğinde lif bulundurabilen bu atıksuların mekanik bir filtrasyon sonrası bir tankta toplanarak, aynı süreçte yeniden kullanılması mümkündür. Bu pratik, özellikle, temiz su ilavesinin az olduğu durumlarda geçerli olup, % 70 oranında su tasarrufu sağlayabilir).		X		

Ek-1a. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Tekstil atıksuları için boru MET uygulamaları	D.5.5	Membran prosesleri (Tekstil atıksularının arıtımında kullanılan basınçlı membran prosesleri mikrofiltrasyon (MF), ultrafiltrasyon (UF), nanofiltrasyon (NF) ve ters ozmosdur (TO). Genellikle NF ve TO renk, organik madde ve iletkenlik gideriminde ve su geri kazanımında etkili proseslerdir).		X		2
	D.5.6	Tekstil atıksularının membran prosesleri ile arıtılması ve geri kullanılması (Tekstil endüstrisinden kaynaklanan atıksular dengeleme ve nötralizasyon işlerini takiben sırasıyla membran prosesleriyle arıtılabilir ve TO ya da NF çıkışından alınan arıtılmış su direk tekstil endüstrisi üretim proseslerinde geri kullanılabilir).		X		2
	D.7.3	Koagülasyon/flokülasyon/çökeltme ve mikrofiltrasyon prosesleri ile arıtma (Tekstil atıksuları içindeki organik boyalar ve bileşikler polialüminyumklorür ya da polialüminyumfosfat ile koagülasyon ve flokülasyona tabi tutulabilir. Çökeltme işleminden çıkan sular mikrofiltrasyon ile arıtılabilir. Bu arıtma kombinasyonundan elde edilen KOİ giderim verimi %80-90 aralığında olabilmektedir. Mikrofiltrasyon çıkışından alınan su tesis içerisinde temizlik amacıyla yeniden kullanılabilir).			X	
Emisyon ve atık yönetimi için MET	E.2.2	Kazan besleme suyunun ekonomizde atıkgaz ısısı ile mümkün olduğunca ısıtılmasıdır (Yakıt maliyetlerinde %1 azalma sağlanabilir).		X		2
	E.2.3	Yanma havası sıcaklığının artırılmasıdır (Yanma havası sıcaklığının artırılması ile kazan veriminde %2 artış sağlanabilir).		X		2
	E.2.5	Buhar dağıtım sistemindeki bütün sıcak yüzeylerin izole edilmesidir (izolasyon borulardan kaynaklanan ısı kayıplarını %90 azaltır).		X		5
	E.2.6.1	Buhar kapılarının fonksiyonların tam olarak yapılabilmesinin sağlanması,		X		3
	E.2.6.2	Buhar kaçaklarının engellenmesi,		X		3
	E.2.6.3	Buhar sıcaklığının, prosesin istediği minimum seviyelere indirilmesi,	X			
	E.2.6.4	Buhar kullanıcılarının ihtiyacının kazanın tam yük konumuna göre optimize edilmesi,	X			
	E.2.6.5	Uç kullanıcıların ısı değiştirici yüzey alanlarının yeterli hava sirkülasyonu için maksimize edilmesi,			X	
	E.2.6.6	Buhar hattındaki vanaların işletmede ilgili birimde çalışmanın olmadığı uzun süreler için kapatılmasıdır.	X			
	E.2.9	Basınçlı hava ihtiyacının optimize edilmesi (basınçta %10'luk azaltma yıllık kompresör işletme maliyetlerinde %5 tasarruf imkanı verir),		X		2
	E.2.10	Hava kaçaklarının önlenmesi,		X		4
	E.2.11	Kompresör kapasitesinin optimize edilmesi,		X		3
	E.2.12	Kompresör kontrol sisteminin kurulması (birden çok kompresörün bulunduğu işletmelerde kontrol sisteminin kurulması %5 ile %20 arasında tasarruf imkanı sağlamaktadır),		X		3
	E.2.15	Hava girişine nem tutucu takılmasıdır.	X			
	E.2.25	Partikül emisyonlarının, sulu yıkama sistemleri kullanılarak kontrol edilmesi,		X		2
	E.2.26	Buhar kazanlarının işletme optimizasyonu ile NO _x ve SO ₂ emisyonlarının azaltılması		X		2
	E.2.27	Toksik kimyasallar yerine MGBF bilgileri dikkate alınarak eşdeğerlerinin kullanılması,		X		3

Ek-1a. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Emisyon ve atık yönetimi için MET	E.2.28	Hava Kirletici kaynaklar ve bunların emisyonlarının belirlenmesi,	X			
	E.2.29	Üretim programının toksik ve zararlı hava kirleticiler oluşturmayacak şekilde planlanması,		X		2
	E.2.30	İyi işletmecilik uygulamaları ile kimyasal maddelerin dökülmelerinin ve buharlaşarak hava kirlenmesine yol açmalarının önlenmesi,		X		2
	E.2.32	Emisyon kaynaklarında yer alan uçucu organik maddelerin yoğunlaştırma, sulu yıkama ve termal yakma gibi yöntemlerle kaynağında kontrol edilmesidir.			X	
Atıklar	F.2.1	Katı atıkların ayrı toplanması,	X			
	F.2.2	Büyük hacimli veya geri dönüşümlü konteynırların kullanılmasıdır	X			
Ağırlıklı ortalama						3

Ek-2a. İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	MET kaynağı
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	4	TSEKÖKT, 2011
		Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve özellikleri açısından izlenmesi	4	TSEKÖKT, 2011
		Tüm kimyasal dökülmelerine engel olunması, dökülme gerçekleşti ise sahanın kontrol altına alınması ve temizlenmesi, kimyasal dökülmelerinin alıcı ortam ve kanalizasyona karışımının engellenmesi (dry-clean up)	3	Anonim, 2002
		Tesis içi gürültünün azaltılması için kaynaklarda önlemler alınması	2	DEPA, 2008
		Solventlerin yoğun kullanıldığı proseslerde gerekli önlemlerin alınması ile koku probleminin önlenmesi	2	Schönberger vd., 2003
		Tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi	4	IPPC BREF, 2003; DEPA, 2008
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Enerji optimizasyonu	Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalar ile kazan dairesi optimizasyonu	3	TSEKÖKT, 2011
		Tesis içi nem ve sıcaklığın izlenmesi ve iklimlendirme sistemlerinin optimizasyonu	3	TSEKÖKT, 2011
		Buhar kazanlarına beslenen suyun olabildiğince yüksek kalitede olması	3	EEAA, 1999
	Enerji tüketiminde makine modifikasyonu	Ring eğirme işlemlerinde verimli elektrik motorlarının kullanımı	3	Hasanbeigi, 2010
		Ring eğirmede V-belt yerine cogger-V kullanılması	3	Hasanbeigi, 2010
	Aydınlatma sisteminde değişim	Aydınlatmada olabildiğince güneş ışığından yararlanmak, mümkün olmadığı durumlarda daha verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılması	3	Hasanbeigi, 2010
Kimyasal kullanımı değişimi ve minimizasyonu	Kimyasal değişimi	Yeni enerji kaynaklarının kullanımının araştırılması	3	Hasanbeigi, 2010
		PES boyamalarda carrier kullanımının engellenmesi	4	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
		Yün boyama-yıkama atıksularından madeni yağların eliminasyonu veya APEO içermeyen harman yağlarının kullanılması	3	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
Makine modifikasyonları ve seçimleri	Frekans kontrollü elektrik motorları kullanımı	Yün boyamacılığında lipozomların yardımcı madde olarak kullanılması	3	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
		Frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması	3	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
	Çile boyamada flotte oranlarının düşürülmesi	Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması için gerekli çalışmaları yapılması	4	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
Makine modifikasyonları ve seçimleri	Çile boyama makinelerinde kondens suyu tekrar kullanımı	Çile boyama makinelerinde kondens sularının buhar kazanına geri dönüşü sağlanarak soğutma sularının değerlendirilmesi	4	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003

Ek-3a. İpliksan A.Ş. MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı (A)	Ağırlık faktörü (q)	İşletme tercih puanı (B)	Toplam MET tercih puanı (T=AxqxqxB)	MET kaynağı
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	1.Çevre yönetim sistemi kurulması	3	3	4	36	TSEKOKT, 2011
		2. Çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik eğitim programlarına yer verilmesi	3	3	3	27	TSEKOKT, 2011
		3. Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	4	3	5	60	TSEKOKT, 2011
		4. Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	4	3	5	60	TSEKOKT, 2011
		5. Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi-Kaçak kontrolü	5	3	3	45	TSEKOKT, 2011
		6. Tüm kimyasal dökülmelerine engel olunması, dökülme gerçekleşti ise sahanın kontrol altına alınması ve temizlenmesi, kimyasal dökülmelerinin alıcı ortam ve kanalizasyona karışımının engellenmesi (dry-clean up)	3	3	3	27	Schönberger ve Schafer, 2003
		7. Tesis içi gürültünün azaltılması için kaynaklarda önlemler alınması	2	2	1	4	DEPA, 2008
		8. Solventlerin yoğun kullanıldığı proseslerde gerekli önlemlerin alınması ile koku probleminin önlenmesi	2	2	1	4	Schönberger ve Schafer, 2003
		9. Farklı işlemlerin tek adımda birleştirilmesi olanaklarının araştırılması	3	4	4	48	TSEKOKT, 2011
		10. Tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi	4	4	4	64	DEPA, 2008

Ek-3a. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı (A)	Ağırlık faktörü (q)	İşletme tercih puanı (B)	Toplam MET tercih puanı (T=Axqx B)	MET kaynağı
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su tüketimi izleme ve kontrol	1. Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılması	5	4	3	60	TSEKOKT, 2011
	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	2. Durulama ve yumuşatma suyunun bir sonraki boyama işlemlerinde yeniden kullanılması	4	5	4	80	TSEKOKT, 2011
		3. Ayrık atıksu akımlarının karakterizasyonu ile su/madde geri kazanımı ve tekrar kullanımı imkanlarının değerlendirilmesi	3	5	1	15	TSEKOKT, 2011
		4. Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun yeniden kullanılması	3	5	5	75	TSEKOKT, 2011
		5. Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi	3	4	4	48	TSEKOKT, 2011
		6. Boyama sonrası yıkama/durulama atıksularının membran filtrasyon yöntemleri ile geri kazanımı	3	4	1	12	TSEKOKT, 2011
		7. Baskı bandı temizliğinden gelen yıkama sularının geri kullanımı, temizlik	2	3	4	24	TSEKOKT, 2011
		8. Tekstil atıksularının membran prosesleri ile arıtılması ve geri kullanılması	2	4	1	8	TSEKOKT, 2011
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	İzolasyon uygulamaları	1. Buhar kayıplarının önlenmesi için makinelere ve buhar dağıtım hatlarında tam buhar izolasyonu	5	4	3	60	TSEKOKT, 2011
		2. Enerji kayıplarının en aza indirilmesi amacıyla boru, vana, tank ve makinelerde izolasyon yapılması	5	4	3	60	TSEKOKT, 2011
	Kompresör sistemi kontrol ve optimizasyonu	3. Buhar ve hava kaçaklarının önlenmesi, kompresör kontrol sistemlerinin kullanılması ve optimizasyonu	4	4	5	80	TSEKOKT, 2011
	Isı geri kazanımı	4. Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	2	5	3	30	TSEKOKT, 2011
	Enerji optimizasyonu	5. Atık gaz ısısı ile kazan besleme suyunun mümkün olduğunca ön ısıtılması	2	5	3	30	TSEKOKT, 2011
		6. Yanma havası sıcaklığının artırılması	2	4	4	32	TSEKOKT, 2011
		7. Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalar ile kazan dairesi optimizasyonu	3	4	3	36	TSEKOKT, 2011
		8. Tesis içi nem ve sıcaklığın izlenmesi ve iklimlendirme sistemlerinin optimizasyonu	3	3	3	27	TSEKOKT, 2011

Ek-3a. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı (A)	Ağırlık faktörü (q)	İşletme tercih puanı (B)	Toplam MET tercih puanı (T=Axqx B)	MET kaynağı
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Enerji geri kazanımı ve baca gazı emisyonlarının azaltılması	9. Enerji geri kazanımı ve baca gazı emisyonlarının azaltılmasında ısı eşanjörlü, sulu yıkayıcı ve elektrostatik çöktürme kombinasyonu kullanımı	2	5	1	10	TSEKOKT, 2011
	Enerji optimizasyonu	10. Buhar kazanlarına beslenen suyun olabildiğince yüksek kalitede olması	3	3	2	18	EEAA, 1999
	Enerji tüketiminde makine modifikasyonu	11. Ring eğirme işlemlerinde verimli elektrik motorlarının kullanımı	3	4	2	24	Hasanbeigi,2010
		12. Ring eğirmede V-belt yerine cogger-V kullanılması	3	4	3	36	Hasanbeigi, 2010
	Aydınlatma sisteminde değişim	13. Aydınlatmada olabildiğince güneş ışığından yararlanmak, mümkün olmadığı durumlarda daha verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılması	3	4	4	48	Hasanbeigi, 2010
	Yeni enerji kaynaklarının kullanımının araştırılması	14. Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	3	5	3	45	Hasanbeigi, 2010
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Reçete optimizasyonu	1.Çevresel etkileri göz önüne alarak reçetelerin optimize edilmesi	5	4	5	100	TSEKOKT, 2011
	Kimyasal değişimi	2. Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalların kullanılması	5	4	5	100	TSEKOKT, 2011
	Depolama ve saklanması	3. Tüm kimyasal maddelerin MGBF verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması	4	3	3	36	TSEKOKT, 2011
	Kimyasal dozlama	4. Kimyasalların dozlanmasında otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılması	4	5	3	60	TSEKOKT, 2011

Ek-3a. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı (A)	Ağırlık faktörü (q)	İşletme tercih puanı (B)	Toplam MET tercih puanı (T=A _x q _x B)	MET kaynağı
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Kimyasal değişimi	5. Ön terbiye ve boyama işlemlerinde (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik kuru proses uygulaması, asidik demirizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerinin tümünün ya da bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	4	4	1	16	TSEKOKT, 2011
		6. Kimyasal değişimi; biyolojik de gradasyonu/eliminasyonu yüksek olan kimyasalların kullanılması ve seçimi	3	4	4	48	TSEKOKT, 2011
		7. PES boyamalarda carrier kullanımının engellenmesi	3	4	3	36	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
		8. Yün boyama-yıkama atıksularından madeni yağların eliminasyonu veya APEO içermeyen harman yağlarının kullanılması	3	4	3	36	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
		9. Yün boyamacılığında lipozomların yardımcı madde olarak kullanılması	3	4	3	36	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
Makine modifikasyonları ve seçimleri	Yeni makine seçiminde	1. Yeni makine seçiminde düşük/çok düşük flotte oranları; işlem flottesı ile yıkma flottelerinin ayrılabilmesi; flottenin işlem sırasında maldan ayrılabilmesi gibi özelliklerin aranması	2	4	5	40	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
	Frekans kontrollü elektrik motorları kullanımı	2. Frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması	3	4	4	48	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
	Çile boyamada flotte oranlarının düşürülmesi	3. Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması için gerekli çalışmaları yapılması	4	5	5	100	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
	Çile boyama makinelerinde kondens suyu tekrar kullanımı	4. Çile boyama makinelerinde kondens sularının buhar kazanına geri dönüşü sağlanarak soğutma sularının değerlendirilmesi	4	5	3	60	TTTSD, 2002; IPPC BREF, 2003
Toplam MET tercih puanı ağırlıklı ortalaması						43	

Ek-4a. İpliksan A.Ş. işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	Toplam MET tercih puanı	Uygulama öncelik düzeyi
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	60	İkinci düzey
		Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	60	İkinci düzey
		Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi-Kaçak kontrolü	45	Birinci düzey
		Farklı işlemlerin tek adımda birleştirilmesi olanaklarının araştırılması	48	Birinci düzey
		Tek seferde doğru boyama tekniklerinin geliştirilmesi	64	İkinci düzey
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su tüketimi izleme ve kontrol	Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılması	60	İkinci düzey
	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	Durulama ve yumuşatma suyunun bir sonraki boyama işlemlerinde yeniden kullanılması	80	Üçüncü düzey
		Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun yeniden kullanılması	75	Üçüncü düzey
		Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi	48	Birinci düzey
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	İzolasyon uygulamaları	Buhar kayıplarının önlenmesi için makinelere ve buhar dağıtım hatlarında tam buhar izolasyonu	60	İkinci düzey
		Enerji kayıplarının en aza indirilmesi amacıyla boru, vana, tank ve makinelerde izolasyon yapılması	60	İkinci düzey
	Kompresör sistemi kontrol ve optimizasyonu	Buhar ve hava kaçaklarının önlenmesi, kompresör kontrol sistemlerinin kullanılması ve optimizasyonu	80	Birinci düzey
	Aydınlatma sisteminde değişim	Aydınlatmada olabildiğince güneş ışığından yararlanmak, mümkün olmadığı durumlarda daha verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılması	48	Birinci düzey
	Yeni enerji kaynaklarının kullanımının araştırılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	45	Birinci düzey

Ek-4a. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	Toplam MET tercih puanı	Uygulama öncelik düzeyi
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Reçete optimizasyonu	Çevresel etkileri göz önüne alarak reçetelerin optimize edilmesi	100	Üçüncü düzey
	Kimyasal değişimi	Kimyasal değişimi; biyolojik deparasyonu/elimasyonu yüksek olan kimyasalların kullanılması ve seçimi	48	Birinci düzey
		Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalların kullanılması	100	Üçüncü düzey
	Kimyasal dozlama	Kimyasalların dozlanmasında otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılması	60	İkinci düzey
Makine modifikasyonları ve seçimleri	Frekans kontrollü elektrik motorları kullanımı	Frekans kontrollü elektrik motorlarının kullanılması	48	Birinci düzey
	Çile boyamada flotte oranlarının düşürülmesi	Çile boyama makinelerinde flotte oranlarının azaltılması için gerekli çalışmaları yapılması	100	Üçüncü düzey
	Çile boyama makinelerinde kondens suyu tekrar kullanımı	Çile boyama makinelerinde kondens sularının buhar kazanına geri dönüşü sağlanarak soğutma sularının değerlendirilmesi	60	İkinci düzey

Ek-1b. Çiçek Tekstil A.Ş. işletmesinde ilk adımda sunulan MET önerileri ve öncelik değerlendirme puanları

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Genel uygulamalar	A.1.1	Çevre yönetim sistemi kurulması		X		4
	A.1.3	Tüm madde girdilerini ve çıktıları gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	X			4
	A.1.4	Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	X			5
	A.1.5	Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi		X		4
	A.1.6	Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi	X			4
	A.1.8	Tüm kimyasal maddeleri, Madde Güvenlik Kavuzları'nda verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması	X			4
	A.2.1	Kimyasal dozlanmasında (boyalar hariç) MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulması	X			5
	A.2.2.1	Kimyasal kullanılmaksızın üretimin mümkün olduğu durumlarda, kimyasal kullanılmaması	X			3
	A.2.2.2	Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması	X			5
	A.2.2.3	Yüzey aktif madde kullanımında; alkilfenol etoksilatlar ve diğer tehlikeli maddeler yerine, biyolojik olarak kolay ayrışabilir yüzey aktif maddelerin kullanılması	X			5
	A.2.2.4.1	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması		X		2
	A.2.2.4.2	Hidrojen peroksitin optimum şartlar altında uygulanması	X			5
	A.2.2.4.3	Biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturu maddelerin kullanılması		X		4
	A.2.2.5	Köpük önleyici madde kullanımında; (flottenin kumaş hareketi ile çalkalanmadığı yerlerde flottesiz air-jetlerin kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, biyolojik olarak kolay ayrışabilir ve mineral yağ içermeyen köpük önleyici maddelerin kullanılması) işlemlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak köpük önleyici maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması			X	1
	A.4.1	Su ve enerji tüketiminin kontrol edilmesi	X			5
	A.4.2	Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanaları kullanılması	X			5
	A.4.3	Kesikli çalışan makinelerde, banyo hacmi ve sıcaklığını kontrol etmek için otomatik donanım kullanılması	X			5
	A.4.4	Su ve enerji israfını engellemek için, üretim prosedürlerinin dokümanite edilmiş halde bulundurulması ve çalışanlar tarafından kullanılması	X			4
	A.4.5	Üretimde zaman optimizasyonunun uygulanması, tüm işlemlerin en kısa sürede bitecek şekilde düzenlenmesi	X			4
	A.4.6	Farklı işlemleri tek adımda birleştirme olanaklarının araştırılması	X			4
	A.4.7	Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinelerin kullanılması	X			4

Ek-1b. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Genel uygulamalar	A.4.8	Az girdili sürekli proseslerin kullanılması	X			3
	A.4.10	Soğutma sularının proses suyu olarak (aynı zamanda ısı geri kazanımı da sağlayarak) tekrar kullanılması	X			4
	A.4.12	Buhar kayıplarını engellemek için, makinelerde tam buhar izolasyonu yapılması	X			4
	A.4.13	Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonun yapılması		X		4
	A.4.14	Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalarla kazan dairelerinin optimize edilmesi	X			5
	A.4.15	Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	X			4
Çeşitli tekstil üretim prosesleri için uygulamalar	B.2.1.2	Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemleri ile işleme tabi tutulması	X			3
	B.2.2.3	Haşıl sökme/yıkama ve ağartmanın tek bir adımda birleştirilmesi			X	1
	B.2.2.4	Haşıl maddelerinin uygun yöntemler ile geri kazanılması ve yeniden kullanılması			X	1
	B.2.3.1	Hidrojen peroksit stabilizörlerinin kullanımını en aza indiren veya biyolojik ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturu maddelerin kullanıldığı teknikler ile hidrojen peroksit ağartmasının uygulanması	X			3
	B.2.3.3	Sodyum hipoklorit kullanımının, sadece yüksek beyazlığın istenildiği durumlar ve kırılabilirliğin ve depolimerizasyona uğrayabilen kumaşlarla sınırlı tutulması	X			3
	B.2.4.1	Merserizasyon durulama suyundaki alkalinin geri kazanılması ve tekrar kullanılması			X	1
	B.2.4.2	Alkali içeren atıksuların diğer ön işlemlerde tekrar kullanılması			X	1
	B.2.5.1	Elyafa yüksek oranda tutunabilen boyaların kullanılması	X			5
	B.2.5.2	Boyaların elyafa yüksek oranda tutunabilmesini engellemeyecek yardımcı kimyasalların kullanılması	X			5
	B.2.5.3	Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılmasıdır (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manüel sistemler kullanılabilir)		X		2
	B.2.6.1	Buhar kayıplarını en aza indirilmesi için otomatik kontrol mekanizmalı ekipman ve iyi bir izolasyon sisteminin kurulması	X			3
	B.2.6.2	İşlenecek lot büyüklüklerine en uygun olan makinelerin seçilmesi	X			4
	B.2.6.3	Yeni makinelerin seçiminde düşük veya çok düşük flotte oranı; işlem flottesini ile yıkama flottesinin ayrılabilirliği; flotte maldan, işlem sırasında ayrılabilirliği gibi özelliklerin aranması	X			4
	B.2.6.4	Taşar yıkama yöntemine yerine, doldur boşalt sistemlerin uygulanması	X			4
	B.2.6.5	Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması			X	1
	B.2.6.6	Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması			X	1
	B.2.7.2	Az girdili proseslerin kullanılması ve emdirme ile boyama teknikleri kullanıldığında emdirme teknesi hacminin en aza indirilmesi	X			4

Ek-1b. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Çeşitli tekstil üretim prosesleri için uygulamalar	B.2.7.3	Kimyasalların ayrı hatlarla on-line olarak dağıtıldığı ve uygulamadan hemen önce karıştırıldığı dağıtım sistemlerinin benimsenmesi	X			4
	B.2.7.4	Emdirme flottelerinin dozlanmasında gelişmiş sistemler kullanılması	X			4
	B.2.7.5	Ters akımlı yıkamanın kullanılması	X			4
	B.2.7.6	Elyafta kalan kirlı suyun bir sonraki yıkama adımı öncesinden elyaftan sıkma silindirleri ve benzeri ekipman kullanılarak alınması	X			3
	B.2.8.1	Tehlikeli taşıyıcıların kullanımından kaçınılması	X			5
	B.2.8.2	Sodyum ditiyonit yerine sülfınik asit türevleri esaslı indirgen maddeleri kullanmak veya indirgenme yerine alkali ortamda hidrolitik solubilizasyon ile temizlenebilen dispers boyaları kullanmak gibi yöntemleri uygulayarak sodyum ditiyonit kullanımından kaçınılması	X			3
	B.2.8.3	Biyolojik ayrışabilirliği yüksek, dispergatörler içeren optimize edilmiş boya formülasyonlarının kullanılması	X			3
	B.2.10.1	Elyafa yüksek oranda tutunabilen ve düşük tuz gerektiren reaktif boyaların kullanılması	X			3
	B.2.10.2	Boyama sonrasındaki durulama ve nötralizasyon adımlarında, sıcak durulama uygulayarak ve enerjiyi geri kazanarak, yüzey aktif madde ve kompleks oluşturuıcı maddelerin kullanımından kaçınılması	X			4
	B.2.11	Reaktif boyalarla pad-batch yöntemine göre boyama için MET; üre kullanımından kaçınılması ve silikat içermeyen fiksaj yöntemlerinin kullanılması			X	1
	B.2.16.1	Köpük, püskürtme gibi uygulama teknikleri ile atıksu oluşumunun en aza indirilmesi			X	1
	B.2.16.2	Yalıtım, enerji geri kazanımı, mekanik ön kurutma cihazları kullanımı gibi yöntemlerle ramözlerdeki enerji tüketiminin en aza indirilmesi	X			3
	B.2.16.3	Düşük hava emisyonu optimize edilmiş reçetelerin kullanılması	X			3
	B.2.20.1	Taşıyarak yıkama/durulama yerine, doldur-boşalt yıkama veya akıllı durulama tekniklerinin kullanılması	X			3
	B.2.20.2	Sürekli işlemlerde su ve enerji tüketimini yüksek verimli yıkama makineleri kullanarak ve enerji geri kazanım ekipmanları ile azaltılması	X			4
	B.2.20.4	Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi			X	1
Emisyon ve atık yönetimi için MET uygulamaları	E.1.1	Hammadde ve yardımcı madde olarak daha az toksik ve daha düşük emisyonu yol açan maddelerin kullanılması,	X			4
	E.1.2	Enerji tasarrufu yoluyla yakıt tüketiminin ve kirletici emisyonlarının azaltılmasıdır.	X			5
	E.2.1	Buhar kazanlarında yumuşak su devresinde blöf yapmaktır (Yapılan blöflerde her % 5 oranında artış ile yakıt tüketiminde %1-1,5 artış sağlanabilir).	X			4
	E.2.2	Kazan besleme suyunun ekonomizerde atıkgaz ısısı ile mümkün olduğunca ısıtılmasıdır (Yakıt maliyetlerinde %1 azalma sağlanabilir).	X			4
	E.2.3	Yanma havası sıcaklığının artırılmasıdır (Yanma havası sıcaklığının artırılması ile kazan veriminde %2 artış sağlanabilir).	X			3

Ek-1b. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Emisyon ve atık yönetimi için MET uygulamaları	E.2.4	Yakma hızı ve yük değişimi kontrolü ile buhar kazanlarının en yüksek verimde çalıştırılması için brülör kapasitesinin artırılmasıdır (%70-90 düzeyinde).	X			4
	E.2.5	Buhar dağıtım sistemindeki bütün sıcak yüzeylerin izole edilmesidir (İzolasyon borulardan kaynaklanan ısı kayıplarını %90 azaltır).	X			4
	E.2.6.1	Buhar kapılarının fonksiyonların tam olarak yapabilmesinin sağlanması,	X			5
	E.2.6.2	Buhar kaçaklarının engellenmesi,	X			5
	E.2.6.3	Buhar sıcaklığının, prosesin istediği minimum seviyelere indirilmesi,	X			4
	E.2.6.4	Buhar kullanıcılarının ihtiyacının kazanın tam yük konumuna göre optimize edilmesi,	X			4
	E.2.6.6	Buhar hattındaki vanaların işletmede ilgili birimde çalışmanın olmadığı uzun süreler için kapatılmasıdır.	X			3
	E.2.7	Isı değiştiricilerin izolasyonudur (Isı değiştiricilerde yüksek sıcaklıkta çıkış akımlarından enerjinin giriş suyuna aktarılmasında izolasyon uygulaması).	X			4
	E.2.8	Tesis içinde nem ve sıcaklık için optimum koşullar belirlenerek aşırı enerji tüketiminin engellenmesidir.			X	1
	E.2.9	Basınçlı hava ihtiyacının optimize edilmesi,	X			4
	E.2.10	Hava kaçaklarının önlenmesi,	X			4
	E.2.11	Kompresör kapasitesinin optimize edilmesi,	X			4
	E.2.12	Kompresör kontrol sisteminin kurulması,	X			4
	E.2.13	Giriş havası sıcaklığının 4°C azaltılması,			X	1
	E.2.14	Kompresör hacminin uygun şekilde havalandırılması,	X			3
	E.2.15	Hava girişine nem tutucu takılmasıdır	X			3
	E.2.24	Solvent bazlı ürünler yerine su bazlı ürünlerin kullanılması,	X			2
	E.2.25	Partikül emisyonlarının, sulu yıkama sistemleri kullanılarak kontrol edilmesi,	X			5
	E.2.26	Buhar kazanlarının işletme optimizasyonu ile NO _x ve SO ₂ emisyonlarının azaltılması,	X			3
	E.2.27	Toksik kimyasallar yerine MGBF bilgileri dikkate alınarak eşdeğerlerinin kullanılması,	X			3
	E.2.28	Hava Kirlenici kaynaklar ve bunların emisyonlarının belirlenmesi,	X			5
	E.2.29	Üretim programının toksik ve zararlı hava kirlenici oluşurmayaacak şekilde planlanması,	X			4
	E.2.30	İyi işletmecilik uygulamaları ile kimyasal maddelerin dökülmelerinin ve buharlaşarak hava kirlenmesine yol açmalarının önlenmesi,	X			4
	E.2.31	Emisyon kaynaklarının sürekli ölçüm ve kayıtlarının tutulmasının sağlanması,	X			3
	E.2.32	Emisyon kaynaklarında yer alan uçucu organik maddelerin yoğunlaştırma, sulu yıkama ve termal yakma gibi yöntemlerle kaynağında kontrol edilmesidir.	X			4
Atıklar	F.2.1	Katı atıkların ayrı toplanması,	X			4
	F.2.2	Büyük hacimli veya geri dönüşümlü konteynırların kullanılmasıdır.	X			4
Ağırlıklı ortalama						4

Ek-2b. İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	MET kaynağı
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	4	TSEKÖKT, 2011
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması	4	TSEKÖKT, 2011
		Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması	2	TSEKÖKT, 2011
		Atığın boyamada yeniden kullanımı (Boyama banyosu atıksularının boyama sonrası yıkama atıksularından ayrılması ile, atık boyama banyosunun yeniden kullanımı mümkün olabilmektedir. Boyama banyosunun yeniden kullanımıyla atıksu debisinde, BOİ ve KOİ yüklerinde önemli düzeyde azalma sağlanabilmektedir. Bunun yanında bu yöntemle, boyama atıksularının da geri kazanımı mümkün olabilmektedir)	3	TSEKÖKT, 2011
		Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (Boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, % 65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilabilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir)	2	TSEKÖKT, 2011
		Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (Boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır)	3	TSEKÖKT, 2011
		Terbiye atıksularının diğer proseslerde yeniden kullanılmasıdır (Yüksek pH değerine sahip atıksuların, çeşitli tekstil ön işlem süreçlerinde kullanılarak değerlendirilmesi mümkündür)	2	TSEKÖKT, 2011

Ek-2b. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	MET kaynağı
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (Ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesı atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+nanofiltrasyon+ters ozmos uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).	4	TSEKÖKT, 2011
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Enerji optimizasyonu	Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonun yapılması	4	TSEKÖKT, 2011
	Enerji geri kazanımı	Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	4	TSEKÖKT, 2011
		Yalıtım, enerji geri kazanımı, mekanik ön kurutma cihazları kullanımı gibi yöntemlerle ramözlerdeki enerji tüketiminin en aza indirilmesi	4	TSEKÖKT, 2011
Kimyasal değişimi ve minimizasyonu	Kimyasal geri kazanımı	Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (Buharlaştırma yönteminde; öncelikle döner filtreler ya da basınçlı mikro-filtrasyon ile iri tanecikler ayrılmalı ve daha sonra ısı uygulaması ile buharlaştırma uygulanmalıdır. Buharlandırmada, genellikle 3-aşamalı buharlaştırma uygulanmaktadır. Elde edilen konsantre kostik, çöktürme veya hidrojen peroksit ilavesi gibi tekniklerle saflaştırılmakta, rengi giderilmektedir).	2	TSEKÖKT, 2011
Boru sonu arıtma uygulamaları	Boru sonu arıtma	Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Amaç biyolojik olarak zor parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanamayan organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	4	TSEKÖKT, 2011

Ek-3b. Çiçek Tekstil A.Ş. MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı (A)	Ağırlık faktörü (q)	İşletme tercih puanı (B)	Toplam MET tercih puanı (T=Axqx B)	MET kaynağı
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	1.Çevre yönetim sistemi kurulması	4	3	5	60	TSEKOKT, 2011
		2.Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi-Kaçak kontrolü	4	3	5	60	TSEKOKT, 2011
		3.Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	4	3	4	48	TSEKOKT, 2011
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması	4	4	3	48	TSEKOKT, 2011
		2.Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması	2	5	4	40	TSEKOKT, 2011
		3.Atığın boyamada yeniden kullanımı (Boyama banyosu atıksularının boyama sonrası yıkama atıksularından ayrılması ile, atık boyama banyosunun yeniden kullanımı mümkün olabilmektedir. Boyama banyosunun yeniden kullanımıyla atıksu debisinde, BOİ ve KOİ yüklerinde önemli düzeyde azalma sağlanabilmektedir. Bunun yanında bu yöntemle, boyama atıksularının da geri kazanımı mümkün olabilmektedir)	3	5	2	30	TSEKOKT, 2011
		4.Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (Boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, % 65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir).	2	4	2	16	TSEKOKT, 2011
		5.Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (Boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).	3	5	2	30	TSEKOKT, 2011

Ek-3b. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı (A)	Ağırlık faktörü (q)	İşletme tercih puanı (B)	Toplam MET tercih puanı (T=AxqxqxB)	MET kaynağı
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	6.Terbiye atıksularının diğer proseslerde yeniden kullanılmasıdır (Yüksek pH değerine sahip atıksuların, çeşitli tekstil ön işlem süreçlerinde kullanılarak değerlendirilmesi mümkündür).	2	5	2	20	TSEKOKT, 2011
		7.Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (Ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesi atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+ nanofiltrasyon+ters ozmos uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).	2	4	2	16	TSEKOKT, 2011
		8.Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Amaç biyolojik olarak zor parçalanmayan veya parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanmayan organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	4	4	4	64	TSEKOKT, 2011
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	İzolasyon uygulamaları	1.Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonunun yapılması	4	4	4	64	TSEKOKT, 2011
	Isı geri kazanımı	2.Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	4	5	3	60	TSEKOKT, 2011
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Kimyasal minimizasyonu	3.Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	2	4	5	40	TSEKOKT, 2011
	Kimyasal dozlama	1.Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım	2	5	4	40	TSEKOKT, 2011
	Kimyasal geri kazanımı	4.Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (Buharlaştırma yönteminde; öncelikle döner filtreler ya da basınçlı mikro-filtrasyon ile iri tanecikler ayrılmalı ve daha sonra ısı uygulaması ile buharlaştırma uygulanmalıdır. Buharlaştırmada, genellikle 3-aşamalı buharlaştırma uygulanmaktadır. Elde edilen konsantre kostik, çöktürme veya hidrojen peroksit ilavesi gibi tekniklerle saflaştırılmakta, rengi giderilmektedir).	2	3	2	12	TSEKOKT, 2011
Toplam MET tercih puanı ağırlıklı ortalaması						39	

Ek-4b. Çiçek Tekstil A.Ş. işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	Toplam MET tercih puanı	Uygulama öncelik düzeyi
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	1.Çevre yönetim sistemi kurulması	60	İkinci düzey
		2.Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi-Kaçak kontrolü	60	İkinci düzey
		3.Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	48	Birinci düzey
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	1.Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması	48	Birinci düzey
		2.Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması	40	Birinci düzey
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	İzolasyon uygulamaları	1.Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonun yapılması	64	İkinci düzey
	Isı geri kazanımı	2.Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	60	İkinci düzey
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Kimyasal minimizasyonu	1.Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	40	Birinci düzey
	Kimyasal dozlama	2.Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım	40	Birinci düzey
	Kimyasal geri kazanımı	3.Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı	12	Zorunlu
Boru sonu MET uygulaması	Aritma verimliliğini artırma	1.Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Amaç biyolojik olarak zor parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanamayan organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir)	64	İkinci düzey

Ek-1c. Güvenç Boya işletmesinde ilk adımda sunulan MET önerileri ve öncelik değerlendirme puanları

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Genel uygulamalar	A.1.1	Çevre yönetim sistemi kurulması	X			
	A.1.3	Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması		X		3
	A.1.4	Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	X			
	A.1.5	Bakım ve temizlik faaliyetlerinde daha iyi uygulamaların benimsenmesi	X			
	A.1.6	Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi		X		3
	A.1.8	Tüm kimyasal maddeleri, Madde Güvenlik Kılavuzları'nda verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması		X		3
	A.2.1	Kimyasal dozlanmasında (boyalar hariç) MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulması		X		5
	A.2.2.1	Kimyasal kullanılmaksızın üretimin mümkün olduğu durumlarda, kimyasal kullanılmaması	X			
	A.2.2.2	Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması		X		5
	A.2.2.3	Yüzey aktif madde kullanımında; alkilfenol etoksilatlar ve diğer tehlikeli maddeler yerine, biyolojik olarak kolay ayrışabilir yüzey aktif maddelerin kullanılması		X		3
	A.2.2.4.1	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması		X		4
	A.2.2.4.2	Hidrojen peroksitin optimum şartlar altında uygulanması		X		4
	A.2.2.4.3	Biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturu maddelerin kullanılması		X		4
	A.2.2.5	Köpük önleyici madde kullanımında; (flottenin kumaş hareketi ile çalkalanmadığı yerlerde flotlesiz air-jetlerin kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, biyolojik olarak kolay ayrışabilir ve mineral yağ içermeyen köpük önleyici maddelerin kullanılması) işlemlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak köpük önleyici maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması		X		4
	A.4.1	Su ve enerji tüketiminin kontrol edilmesi	X			
	A.4.2	Sürekli çalışan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanaları kullanılması		X		2
	A.4.3	Kesikli çalışan makinelerde, banyo hacmi ve sıcaklığını kontrol etmek için otomatik donanım kullanılması	X			
	A.4.4	Su ve enerji israfını engellemek için, üretim prosedürlerinin dokümanite edilmiş halde bulundurulması ve çalışanlar tarafından kullanılması	X			
	A.4.5	Üretimde zaman optimizasyonunun uygulanması, tüm işlemlerin en kısa sürede bitecek şekilde düzenlenmesi	X			

Ek-1c. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Genel uygulamalar	A.4.6	Farklı işlemleri tek adımda birleştirme olanaklarının araştırılması	X			
	A.4.7	Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinelerin kullanılması	X			
	A.4.8	Az girdili sürekli proseslerin kullanılması	X			
	A.4.10	Soğutma sularının proses suyu olarak (aynı zamanda ısı geri kazanımı da sağlayarak) tekrar kullanılması	X			
	A.4.11	Ayrık atıksu akımların karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi		X		4
	A.4.12	Buhar kayıplarını engellemek için, makinelerde tam buhar izolasyonu yapılması	X			
	A.4.13	Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonunun yapılması	X			
	A.4.14	Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalarla kazan dairelerinin optimize edilesi	X			
	A.4.15	Atık gaz ve atıksulardan atık ısının geri kazanılması	X			
	B.2.1.2	Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemleri ile işleme tabi tutulması		X		4
Çeşitli tekstil üretim prosesleri için uygulamalar	B.2.2.3	Haşıl sökme/yıkama ve ağartmanın tek bir adımda birleştirilmesi			X	
	B.2.2.4	Haşıl maddelerinin uygun yöntemler ile geri kazanılması ve yeniden kullanılması			X	
	B.2.3.1	Hidrojen peroksit stabilizörlerinin kullanımını en aza indiren veya biyolojik ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturu maddelerin kullanıldığı teknikler ile hidrojen peroksit ağartmasının uygulanması		X		4
	B.2.3.3	Sodyum hipoklorit kullanımının, sadece yüksek beyazlığın istenildiği durumlar ve kırılabilirliğin ve depolimerizasyona uğrayabilen kumaşlarla sınırlı tutulması		X		4
	B.2.4.1	Merserizasyon durulama suyundaki alkalinin geri kazanılması ve tekrar kullanılması			X	
	B.2.4.2	Alkali içeren atıksuların diğer ön işlemlerde tekrar kullanılması			X	
	B.2.5.1	Elyafa yüksek oranda tutunabilen boyaların kullanılması		X		4
	B.2.5.2	Boyaların elyafa yüksek oranda tutunabilmesini engellemeyecek yardımcı kimyasalların kullanılması		X		4
	B.2.5.3	Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılmasıdır (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manüel sistemler kullanılabilir)		X		4
	B.2.6.1	Buhar kayıplarını en aza indirilmesi için otomatik kontrol mekanizmalı ekipman ve iyi bir izolasyon sisteminin kurulması	X			
	B.2.6.2	İşlenecek lot büyüklüklerine en uygun olan makinelerin seçilmesi	X			
	B.2.6.3	Yeni makinelerin seçiminde düşük veya çok düşük flotte oranı; işlem flottesini ile yıkama flottesinin ayrılabilirliği; flotte maldan, işlem sırasında ayrılabilirliği gibi özelliklerin aranması	X			
	B.2.6.4	Taşar yıkama yöntemine yerine, doldur boşalt sistemlerin uygulanması		X		3
	B.2.6.5	Durulama suyunun bir sonraki boyamada tekrar kullanılması		X		2
	B.2.6.6	Teknik olarak mümkün olan durumlarda boya banyosunun tekrar kullanılması			X	

Ek-1c. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Çeşitli tekstil üretim prosesleri için uygulamalar	B.2.7.2	Az girdili proseslerin kullanılması ve emdirme ile boyama teknikleri kullanıldığında emdirme teknesi hacminin en aza indirilmesi		X		3
	B.2.7.3	Kimyasalların ayrı hatlarla on-line olarak dağıtıldığı ve uygulamadan hemen önce karıştırıldığı dağıtım sistemlerinin benimsenmesi		X		5
	B.2.7.4	Emdirme flottelerinin dozlanmasında gelişmiş sistemler kullanılması	X			
	B.2.7.5	Ters akımlı yıkamanın kullanılması	X			
	B.2.7.6	Elyafta kalan kirli suyun bir sonraki yıkama adımı öncesinden elyaftan sıkma silindirleri ve benzeri ekipman kullanılarak alınması		X		3
	B.2.8.1	Tehlikeli taşıyıcıların kullanımından kaçınılması	X			
	B.2.8.2	Sodyum ditiyonit yerine sülfünik asit türevleri esaslı indirgen maddeleri kullanmak veya indirgenme yerine alkali ortamda hidrolitik solubilizasyon ile temizlenebilen dispers boyaları kullanmak gibi yöntemleri uygulayarak sodyum ditiyonit kullanımından kaçınılması	X			
	B.2.8.3	Biyolojik ayrışabilirliği yüksek, dispergatörler içeren optimize edilmiş boya formülasyonlarının kullanılması	X			
	B.2.10.1	Elyafa yüksek oranda tutunabilen ve düşük tuz gerektiren reaktif boyaların kullanılması	X			
	B.2.10.2	Boyama sonrasındaki durulama ve nötralizasyon adımlarında, sıcak durulama uygulayarak ve enerjiyi geri kazanarak, yüzey aktif madde ve kompleks oluşturu maddelerin kullanımından kaçınılması	X			
	B.2.11	Reaktif boyalarla pad-batch yöntemine göre boyama için MET; üre kullanımından kaçınılması ve silikat içermeyen fiksaj yöntemlerinin kullanılması		X		1
	B.2.16.1	Köpük, püskürtme gibi uygulama teknikleri ile atıksu oluşumunun en aza indirilmesi			X	
	B.2.16.2	Yalıtım, enerji geri kazanımı, mekanik ön kurutma cihazları kullanımı gibi yöntemlerle ramözlerdeki enerji tüketiminin en aza indirilmesi	X			
	B.2.16.3	Düşük hava emisyonlu optimize edilmiş reçetelerin kullanılması	X			
	B.2.18.1	Uygun malzeme hazırlama prosedürlerinin adapte edilmesi	X			
	B.2.18.2	Bu amaçla kullanılan kimyasalın %98 verimle elyafa geçmesinin sağlanması	X			
	B.2.18.3	Bu amaçla kullanılan kimyasal, bir boya banyosuna uygulanıyor ise; işlem sonunda pH<4,5 olmasının sağlanması ve bu mümkün değilse, haşerelere karşı kullanılan kimyasalın ayrı bir adımda uygulanması ve flottenin tekrar kullanılması ve/veya taşıma sonucu dökülmelerin engellenmesi ve/veya boyama işleminde haşerelere karşı koruyucu maddenin lifler tarafından alınımı geciktirmeyen ve engellemeyen boyama yardımcı maddelerinin seçilmesi		X		3
	B.2.19	Yumuşatma işlemleri için MET; yumuşatıcıların kesikli boyama makinelerinde uygulanması yerine, fulardlarda veya daha iyisi püskürtme ya da köpük sistemleri ile uygulanması		X		3
	B.2.20.1	Taşırarak yıkama/durulama yerine, doldur-boşalt yıkama veya akıllı durulama tekniklerinin kullanılması		X		3
	B.2.20.2	Sürekli işlemlerde su ve enerji tüketimini yüksek verimli yıkama makineleri kullanarak ve enerji geri kazanım ekipmanları ile azaltılması		X		3
	B.2.20.3	Halojenli organik çözücülerin kullanımından kaçınılmadığı durumlarda tamamen kapalı devre ekipmanların kullanılması		X		3
	B.2.20.4	Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi		X		3

Ek-1c. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Ayrık atıksular, atıklar için uygulamalar	C.1.1.1	Atığın boyamada yeniden kullanımı (Boyama banyosu atıksularının boyama sonrası yıkama atıksularından ayrılması ile, atık boyama banyosunun yeniden kullanımı mümkün olabilmektedir. Boyama banyosunun yeniden kullanımıyla atıksu debisinde, BOİ ve KOİ yüklerinde önemli düzeyde azalma sağlanabilmektedir. Bunun yanında bu yöntemle, boyama atıksularının da geri kazanımı mümkün olabilmektedir)			X	
	C.1.1.2	Boyama banyosunun depolanması (Banyo çözeltisi, bir tankta ya da ikinci bir boyama makinesinde depolanır. O esnada boşaltılan boyama yıkama makine yıkaması gerçekleşir. Boya banyosu yan hatta kullanılmaya devam edebilir. Yıkaması biten hatta, namyo çözeltisi yeniden pompalanır)			X	
	C.1.1.3	Boyama banyosundaki boya ve kimyasal eksikliklerinin giderilmesi ve yineden kullanılması (Boyama banyosunda bir bulanıklık mevcutsa da öncelikle ekstraksiyon ile (örneğin toluen kullanarak) bulanıklık giderilir. Daha sonra eksilen boya ve kimyasallar eklenir. Farklı banyo çözeltileri için farklı boyama banyosu iyileştirme yöntemleri geliştirilmesi gerekebilir)			X	
	C.1.2	Boyama atıksuları için MET; aşağıdaki yöntemlerle arıtım sonrası geri kullanımdır (Arıtma sonrasında boyama atıksularının yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. Böylelikle, boyama sonrası yıkama atıksularında çözünmüş katı konsantrasyonu 5000-6000 mg/L'den 3500 mg/L'ye azalabilmektedir)		X		3
	C.1.2.1	Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (Boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, %65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzöntü suyu üretilebilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzöntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir). Sıcak atıksuların aktif karbondan geçirilebiliyor olması, enerji tasarrufu da sağlamaktadır).		X		3
	C.1.2.2	Boyama sonrası yıkama atıksularının adsorpsiyon ile geri kazanımı (Boyama atıksularının (özellikle ilk yıkama atıksuları) aktif karbon ile arıtılması ve bu yolla organik bileşenlerin etkin gideriminin sağlanması mümkündür. Aktif karbon kolonlarında geçirilen atıksuyun tuz içeriği (yaklaşık 80 gr/L) değişmemekte, atıksu parlak ve renksiz bir forma dönüşmekte; dolayısıyla, banyo çözeltisi hazırlamakta kullanılabilir. Sıcak atıksuların aktif karbondan geçirilebiliyor olması, enerji tasarrufu da sağlamaktadır).		X		3
	C.1.2.3	Boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile arıtımı (Pamuklu tekstil imalatından kaynaklanan boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile geri kazanılması mümkündür. Alüminyum sülfat, katyonik organik polielektrolit ve çok düşük dozda anyonik polielektrolitin birlikte kullanılması durumunda en iyi sonuç alınabilmektedir. Bu proses ile yüksek (>% 90) renk giderimi ve düşük KOİ giderimi (% 40-50) elde edilebilmektedir. Elde edilen suyun, değişik amaçlarla kullanılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu metot, yüksek çözünmüş katı madde, sıcaklık, deterjan ve KOİ içeriğinden olumsuz etkilenmektedir).		X		3
	C.1.3	Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (Boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).		X		3

Ek-1c. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Ayrık atıksular, atıklar için uygulamalar	C.2.1.1	Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (Buharlaştırma yönteminde; öncelikle döner filtreler ya da basınçlı mikro-filtrasyon ile iri tanecikler ayrılmalı ve daha sonra ısı uygulaması ile buharlaştırma uygulanmalıdır. Buharlaştırmada, genellikle 3-aşamalı buharlaştırma uygulanmaktadır. Elde edilen konsantre kostik, çöktürme veya hidrojen peroksit ilavesi gibi tekniklerle saflaştırılmakta, rengi giderilmektedir).		X		3
	C.2.1.2	Terbiye atıksularından membran filtrasyon ile kostik geri kazanımı (Yüksek pH'a dayanıklı membranların kullanıldığı nanofiltrasyon/ters ozmos süreçleri ile kostik içeriği yüksek süzüntü suyu (yaklaşık %6 NaOH) elde edilmesi ve elde edilen süzüntü suyunun buharlaştırma yoluyla konsantre edilerek istenen kostik içeriğine (%18-25) getirilmesi mümkündür).		X		3
	C.2.2	Terbiye atıksularının diğer proseslerde yeniden kullanılmasıdır (Yüksek pH değerine sahip atıksuların, çeşitli tekstil ön işlem süreçlerinde kullanılarak değerlendirilmesi mümkündür).			X	
	C.2.3	Terbiye atıksularının sülfürik/sitrik asit yerine alternatif yollar ile nötralizasyonudur (Yüksek pH'lı terbiye atıksularının nötralizasyonu için CO ₂ kullanımı daha iyi bir alternatiftir. Özellikle sıvı karbondioksit kullanımı, çevre için toksisite riski taşıyan diğer tüm kimyasalların yerine rahatlıkla kullanılmaktadır. Terbiye işlemleri sonrasında yapılan yıkamalardan kaynaklanan yüksek pH'lı suların arıtma öncesi nötralize etmek için -varsakojenerasyon ünitesinden çıkan atık CO ₂ gazı ile asidifikasyonu mümkündür. Bu sistem için, kojenerasyondan atılan havanın CO ₂ içeriğinin yüksek olması gereklidir).		X		3
	C.3.2	Haşıl sökme atıksularından membran filtrasyon ile haşıl kimyasalının geri kazanımı (polivinil alkol, poliakrilatlar, karboksimetil selüloz ve nişasta gibi suda çözünür haşıl kimyasalları yıkama sularından ultrafiltrasyon ile geri kazanılabilmektedir. Sıcak haşıl sökme atıksuları 20-30 gr/L düzeyinde haşıl kimyasalı içermektedir. Ultrafiltrasyon ile 150-350 gr/L düzeyine çıkartılabilen ultrafiltrasyon konsantresi haşıl lamada yeniden kullanılabilir. Ultrafiltrasyondan gelen süzüntü suyu ise, yıkamada yeniden kullanılabilir. Sıcak haşıl sökme atıksuları soğutulmadan bu işlem gerçekleştirilebildiğinden, tekrar ısıtma gerekmemektedir. Bu proses, %80-85 oranında haşıl kimyasalının geri kazanımını sağlamaktadır).		X		3

Ek-1c. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
	C.4.1	Yüksek düzeyde KOİ içeren atıksular için MET; bu atıksuların ayrı toplanması ve ayrı arıtılmasıdır (Haşıl sökme, boyama banyosu gibi işlemlerden/ünitelerden gelen yüksek KOİ (>5000 mg/L) içeren atıksular 100-130°C’da yaklaşık 3 bar basınç altında oksijen ile oksitlenebilir. Asidik ortamda, hidrojen peroksit ve demir (II)-tuzu ilavesiyle “Termal Fenton Prosesi” uygulanabilir. Bu prosesle ön arıtmadan geçirilen yüksek KOİ’li atıksuların daha sonra diğer atıksularla birlikte arıtılmaları durumunda, deşarj standartlarının (renk, toksisite, KOİ) sağlanabilmesi mümkün olabilmektedir).		X		3
	C.4.2	Baskı boya çamuru için MET; çamurdan atıksu geri kazanımıdır (Koagülasyon/çöktürme ön arıtma aşamasından sonra baskı boya çamuruna mikrofiltrasyon/ultrafiltrasyon (Polipropilen filtreler ile) uygulaması ile su geri kazanımı (%90 oranında) mümkün olmaktadır. Mikrofiltrasyon/ultrafiltrasyon sonrası nanofiltrasyon uygulaması, baskı boyamada yıkama suyu niteliğinde su sağlayabilmektedir).		X		3
	C.4.3	Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (Ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesi atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+nanofiltrasyon+ters ozmos uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).		X		3
	C.4.4	Soğutma suları için MET; geri kullanımdır (Ürünle temas etmeyen soğutma sularının, bir kapalı devre içerisinde döndürülmesi ve kullanılan suların bir depoya aktarılarak proses içinde yeniden kullanılması mümkündür).	X			
	C.4.8	Soğutma suları için MET; soğutma sularının ayrı toplanması ve geri kullanımıdır (Kumaşla/iplikle temas etmeyen soğutma suları bir tankta toplanıp, boyama, beyazlatma, yıkama gibi sıcak su gerektiren işlemlerde kullanılabilir. Örneğin: kondenser-soğutma suları, eşanjör suları, kompresörlerden gelen sular vb.).	X			
Emisyon ve atık yönetimi için MET uygulamaları	E.1.1	Hammadde ve yardımcı madde olarak daha az toksik ve daha düşük emisyonu açan maddelerin kullanılması,	X			
	E.1.2	Enerji tasarrufu yoluyla yakıt tüketiminin ve kirletici emisyonlarının azaltılmasıdır.	X			
	E.2.1	Buhar kazanlarında yumuşak su devresinde blöf yapmaktır (Yapılan blöflerde her %5 oranında artış ile yakıt tüketiminde %1-1,5 artış sağlanabilir).				
	E.2.2	Kazan besleme suyunun ekonomizerde atıkgaz ısı ile mümkün olduğunca ısıtılmasıdır (Yakıt maliyetlerinde %1 azalma sağlanabilir).	X			
	E.2.3	Yanma havası sıcaklığının artırılmasıdır (Yanma havası sıcaklığının artırılması ile kazan veriminde %2 artış sağlanabilir).	X			
	E.2.4	Yakma hızı ve yük değişimi kontrolü ile buhar kazanlarının en yüksek verimde çalıştırılması için brülör kapasitesinin artırılmasıdır (%70-90 düzeyinde). (Kazan verimi optimize edilmelidir. Kazan yükünün çok sık değişmesi, kazan verimini olumsuz etkiler. Buhar depolaması buhar ihtiyacındaki değişimlerin dengelenmesini sağlar. Kazan yakma sürelerinin ve kontrol sistemlerinin optimize edilmesi, kazanın kapatılmasını takiben baca klapelerinin de kapatılması ile soğuk havanın kazanı soğutmasının önüne geçilmesi, bir tek kazan yerine eşdeğer kapasiteyi birden fazla kazan ile elde etmek kazan etkinliğini artırır).	X			
	E.2.5	Buhar dağıtım sistemindeki bütün sıcak yüzeylerin izole edilmesidir (İzolasyon borulardan kaynaklanan ısı kayıplarını %90 azaltır).	X			

Ek-1c. (Devamı)

MET ana başlığı	MET no	MET önerisi	Uygulanıyor	Uygulanabilir	Uygulanamaz	Öncelik değerlendirme puanı
Emisyon ve atık yönetimi için MET uygulamaları	E.2.6.1	Buhar kapanlarının fonksiyonların tam olarak yapılabilmesinin sağlanması,	X			
	E.2.6.2	Buhar kaçaklarının engellenmesi,	X			
	E.2.6.3	Buhar sıcaklığının, prosesin istediği minimum seviyelere indirilmesi,	X			
	E.2.6.4	Buhar kullanıcılarının ihtiyacının kazanın tam yük konumuna göre optimize edilmesi,	X			
	E.2.6.6	Buhar hattındaki vanaların işletmede ilgili birimde çalışmanın olmadığı uzun süreler için kapatılmasıdır.	X			
	E.2.7	Isı değiştiricilerin izolasyonudur (Isı değiştiricilerde yüksek sıcaklıkta çıkış akımlarından enerjinin giriş suyuna aktarılmasında izolasyon uygulaması).	X			
	E.2.8	Tesis içinde nem ve sıcaklık için optimum koşullar belirlenerek aşırı enerji tüketiminin engellenmesidir.	X			
	E.2.9	Basınçlı hava ihtiyacının optimize edilmesi (Basınçta % 10'luk azaltma yıllık kompresör işletme maliyelerinde %5 tasarruf imkanı verir),	X			
	E.2.10	Hava kaçaklarının önlenmesi,	X			
	E.2.11	Kompresör kapasitesinin optimize edilmesi,	X			
	E.2.12	Kompresör kontrol sisteminin kurulması (Birden çok kompresörün bulunduğu işletmelerde kontrol sisteminin kurulması %5 ile % 20 arasında tasarruf imkanı sağlamaktadır),	X			
	E.2.13	Giriş havası sıcaklığının 4°C azaltılması (basınçlı hava üretim kapasitesini %1 artırmaktadır),	X			
	E.2.14	Kompresör hacminin uygun şekilde havalandırılması,	X			
	E.2.15	Hava girişine nem tutucu takılmasıdır	X			
	E.2.24	Solvent bazlı ürünler yerine su bazlı ürünlerin kullanılması,	X			
	E.2.25	Partikül emisyonlarının, sulu yıkama sistemleri kullanılarak kontrol edilmesi,		X		4
	E.2.26	Buhar kazanlarının işletme optimizasyonu ile NO _x ve SO ₂ emisyonlarının azaltılması,	X			
	E.2.27	Toksik kimyasallar yerine MGBF bilgileri dikkate alınarak eşdeğerlerinin kullanılması,	X			
	E.2.28	Hava Kirleticisi kaynaklar ve bunların emisyonlarının belirlenmesi,	X			
	E.2.29	Üretim programının toksik ve zararlı hava kirleticiler oluşturmayacak şekilde planlanması,	X			
	E.2.30	İyi işletmecilik uygulamaları ile kimyasal maddelerin dökülmelerinin ve buharlaşarak hava kirlenmesine yol açmalarının önlenmesi,	X			
	E.2.31	Emisyon kaynaklarının sürekli ölçüm ve kayıtlarının tutulmasının sağlanması,	X			
	E.2.32	Emisyon kaynaklarında yer alan uçucu organik maddelerin yoğunlaştırma, sulu yıkama ve termal yakma gibi yöntemlerle kaynağında kontrol edilmesidir.	X			
Atıklar	F.2.1	Katı atıkların ayrı toplanması,	X			
	F.2.2	Büyük hacimli veya geri dönüşümlü konteynırların kullanılmasıdır.	X			
Ağırlıklı ortalama						3

Ek-2c. İşletmeye önerilen ilave MET önerileri ve öncelik puanları

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	MET kaynağı
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	Çevre yönetim sistemi kurulması	3	TSEKÖKT, 2011
		Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	3	TSEKÖKT, 2011
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	İzolasyon uygulamaları	Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonunun yapılması	3	TSEKÖKT, 2011
	Buhar kazanlarının optimizasyonu	Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalarla kazan dairelerinin optimize edilesi	3	TSEKÖKT, 2011
Makine modifikasyonu-değişimi	Makine modifikasyonları	Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinelerin kullanılması	3	TSEKÖKT, 2011
Boru sonu arıtma uygulamaları	Boru sonu arıtma uygulamaları	Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Amaç biyolojik olarak zor parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanamayan organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	3	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. Güvenç Boya MET önerileri ve toplam ağırlıklandırma puanları

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	Çevre yönetim sistemi kurulması	3	3	5	45	TSEKÖKT, 2011
		Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	3	3	5	45	TSEKÖKT, 2011
		Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	3	3	5	45	TSEKÖKT, 2011
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Su ve madde geri kazanımı	Ayrık atıksu akımların karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi	4	5	4	80	TSEKÖKT, 2011
	İzleme ve kontrol	Taşar yıkama yöntemine yerine, doldur boşalt sistemlerin uygulanması	3	4	2	24	TSEKÖKT, 2011
	Yeni teknikler	Az girdili proseslerin kullanılması ve emdirme ile boyama teknikleri kullanıldığında emdirme teknesi hacminin en aza indirilmesi	3	3	3	27	TSEKÖKT, 2011
		Elyafta kalan kirli suyun bir sonraki yıkama adımı öncesinden elyaftan sıkma silindirleri ve benzeri ekipman kullanılarak alınması	3	3	3	27	TSEKÖKT, 2011
		Taşıyarak yıkama/durulama yerine, doldur-boşalt yıkama veya akıllı durulama tekniklerinin kullanılması	3	4	2	24	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Tekrar kullanım	Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi	3	4	4	48	TSEKÖKT, 2011
	Geri kazanımı	Boyama atıksuları için MET; aşağıdaki yöntemlerle arıtım sonrası geri kullanımdır (Aritma sonrasında boyama atıksularının yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. Böylelikle, boyama sonrası yıkama atıksularında çözünmüş katı konsantrasyonu 5000-6000 mg/L'den 3500 mg/L'ye azalabilmektedir)	3	4	3	36	TSEKÖKT, 2011
		Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (Boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile arıtılması sonucu, % 65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir). Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir).	3	4	4	48	TSEKÖKT, 2011
		Boyama sonrası yıkama atıksularının adsorpsiyon ile geri kazanımı (Boyama atıksularının (özellikle ilk yıkama atıksuları) aktif karbon ile arıtılması ve bu yolla organik bileşenlerin etkin gideriminin sağlanması mümkündür. Aktif karbon kolonlarında geçirilen atıksuyun tuz içeriği (yaklaşık 80 gr/L) değişmemekte, atıksu parlak ve renksiz bir forma dönüşmekte; dolayısıyla, banyo çözeltisi hazırlamakta kullanılabilir. Sıcak atıksuların aktif karbondan geçirilebiliyor olması, enerji tasarrufu da sağlamaktadır).	3	4	3	36	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)		(B)	(T=A _x q _x B)	
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Boru sonu arıtım	Boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile arıtımı (Pamuklu tekstil imalatından kaynaklanan boyama atıksularının kimyasal çöktürme ile geri kazanılması mümkündür. Alüminyum sülfat, katyonik organik polielektrolit ve çok düşük dozda anyonik polielektrolitin birlikte kullanılması durumunda en iyi sonuç alınabilmektedir. Bu proses ile yüksek (>%90) renk giderimi ve düşük KOİ giderimi (%40-50) elde edilebilmektedir. Elde edilen suyun, değişik amaçlarla kullanılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu metot, yüksek çözünmüş katı madde, sıcaklık, deterjan ve KOİ içeriğinden olumsuz etkilenmektedir).	3	4	3	36	TSEKÖKT, 2011
		Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (Boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).	3	5	4	60	TSEKÖKT, 2011
		Terbiye atıksularının sülfürik/sitrik asit yerine alternatif yollar ile nötralizasyonudur (Yüksek pH'lı terbiye atıksularının nötralizasyonu için CO2 kullanımı daha iyi bir alternatiftir. Özellikle sıvı karbondioksit kullanımı, çevre için toksisite riski taşıyan diğer tüm kimyasalların yerine rahatlıkla kullanılmaktadır. Terbiye işlemleri sonrasında yapılan yıkamalardan kaynaklanan yüksek pH'lı suların arıtma öncesi nötralize etmek için -varsa- kojenerasyon ünitesinden çıkan atık CO ₂ gazı ile asidifikasyonu mümkündür. Bu sistem için, kojenerasyondan atılan havanın CO ₂ içeriğinin yüksek olması gereklidir).	3	3	3	27	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Boru sonu arıtım	Haşıl sökme atıksularından membran filtrasyon ile haşıl kimyasalının geri kazanımı (polivinil alkol, poliakrilatlar, karboksimetil selüloz ve nişasta gibi suda çözünür haşıl kimyasalları yıkama sularından ultrafiltrasyon ile geri kazanılabilmektedir. Sıcak haşıl sökme atıksuları 20-30 gr/L düzeyinde haşıl kimyasalı içermektedir. Ultrafiltrasyon ile 150-350 gr/L düzeyine çıkartılabilen ultrafiltrasyon konsantresi haşıllamada yeniden kullanılabilir. Ultrafiltrasyondan gelen süzöntü suyu ise, yıkamada yeniden kullanılabilir. Sıcak haşıl sökme atıksuları soğutulmadan bu işlem gerçekleştirilebildiğinden, tekrar ısıtma gerekmemektedir. Bu proses, %80-85 oranında haşıl kimyasalının geri kazanımını sağlamaktadır).	3	5	2	30	TSEKÖKT, 2011
		Yüksek düzeyde KOİ içeren atıksular için MET; bu atıksuların ayrı toplanması ve ayrı arıtılmasıdır (Haşıl sökme, boyama banyosu gibi işlemlerden/ünitelerden gelen yüksek KOİ (>5000 mg/L) içeren atıksular 100-130°C’da yaklaşık 3 bar basınç altında oksijen ile oksitlenebilir. Asidik ortamda, hidrojen peroksit ve demir (II)-tuzu ilavesiyle “Termal Fenton Prosesi” uygulanabilir. Bu prosesle ön arıtmadan geçirilen yüksek KOİ’li atıksuların daha sonra diğer atıksularla birlikte arıtılmaları durumunda, deşarj standartlarının (renk, toksisite, KOİ) sağlanabilmesi mümkün olabilmektedir).	3	5	2	30	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
Su tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Boru sonu arıtım	Baskı boya çamuru için MET; çamurdan atıksu geri kazanımıdır (Koagülasyon/çöktürme ön arıtma aşamasından sonra baskı boya çamuruna mikrofiltrasyon/ultrafiltrasyon (polipropilen filtreler ile) uygulaması ile su geri kazanımı (%9 oranında) mümkün olmaktadır. Mikrofiltrasyon/ultrafiltrasyon sonrası nanofiltrasyon uygulaması, baskı boyamada yıkama suyu niteliğinde su sağlayabilmektedir).	3	3	2	18	TSEKÖKT, 2011
		Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (Ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesi atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+nanofiltrasyon+ters ozmos uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).	3	5	3	45	TSEKÖKT, 2011
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Isı geri kazanımı	Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemleri ile işleme tabi tutulması	4	4	3	48	TSEKÖKT, 2011
	İzleme ve kontrol ısı geri kazanımı	Sürekli işlemlerde su ve enerji tüketimini yüksek verimli yıkama makineleri kullanarak ve enerji geri kazanım ekipmanları ile azaltılması	3	4	3	36	TSEKÖKT, 2011
	İzolasyon uygulamaları	Enerji kayıplarının en aza indirilmesi için, boru, vana, tank ve makine izolasyonun yapılması	3	3	4	36	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=AqxqB)	
Enerji tüketimi optimizasyonu-minimizasyonu	Buhar kazanlarının optimizasyonu	Buhar kondensatlarının tekrar kullanımı gibi uygulamalarla kazan dairelerinin optimize edilesi	3	3	4	36	TSEKÖKT, 2011
	Baca gazı emisyonu minimizasyonu	Partikül emisyonlarının, sulu yıkama sistemleri kullanılarak kontrol edilmesi,	4	4	2	32	TSEKÖKT, 2011
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Reçete optimizasyonu	Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi	3	4	4	48	TSEKÖKT, 2011
	Saklama ve depolama	Tüm kimyasal maddeleri, Madde Güvenlik Kılavuzları'nda verilen talimatlara göre saklanması ve depolanması	3	2	3	18	TSEKÖKT, 2011
	Dozlama	Kimyasal dozlanmasında (boyalar hariç) MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulması	5	4	4	80	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal değişimi	Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması	5	3	4	60	TSEKÖKT, 2011
		Yüzey aktif madde kullanımında; alkil fenol etoksilatlar ve diğer tehlikeli maddeler yerine, biyolojik olarak kolay ayrışabilir yüzey aktif maddelerin kullanılması	3	3	3	27	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal optimizasyonu	Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; (yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	4	3	4	48	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal optimizasyonu	Hidrojen peroksitin optimum şartlar altında uygulanması	4	4	2	32	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Kimyasal değişimi	Biyolojik olarak kolay ayrışabilir kompleks oluşturu maddelerin kullanılması	4	3	2	24	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal minimizasyonu	Köpük önleyici madde kullanımında; (flottenin kumaş hareketi ile çalkalanmadığı yerlerde flottesiz air-jetlerin kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, banyo içeriğinin tekrar kullanılması, biyolojik olarak kolay ayrışabilir ve mineral yağ içermeyen köpük önleyici maddelerin kullanılması) işlemlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak köpük önleyici maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	4	2	2	16	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal optimizasyonu	Hidrojen peroksit stabilizörlerinin kullanımını en aza indiren veya biyolojik ayrışabilirliği yüksek kompleks oluşturu maddelerin kullanıldığı teknikler ile hidrojen peroksit ağartmasının uygulanması	4	4	2	32	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal minimizasyonu-değişimi	Sodyum hipoklorit kullanımının, sadece yüksek beyazlığın istenildiği durumlar ve kırılabilir ve depolimerizasyona uğrayabilen kumaşlarla sınırlı tutulması	4	3	2	24	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal optimizasyonu	Elyafa yüksek oranda tutunabilen boyaların kullanılması	4	4	2	32	TSEKÖKT, 2011
		Boyaların elyafa yüksek oranda tutunabilmesini engellemeyecek yardımcı kimyasalların kullanılması	4	4	2	32	TSEKÖKT, 2011
		Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılmasıdır (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manüel sistemler kullanılabilir)	4	4	4	64	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Kimyasal dozlama ve dağıtımı	Kimyasalların ayrı hatlarla on-line olarak dağıtıldığı ve uygulamadan hemen önce karıştırıldığı dağıtım sistemlerinin benimsenmesi	5	3	2	30	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal tekrar kullanımı	Bu amaçla kullanılan kimyasal, bir boya banyosuna uygulanıyor ise; işlem sonunda pH<4,5 olmasının sağlanması ve bu mümkün değilse, haşerelere karşı kullanılan kimyasalın ayrı bir adımda uygulanması ve flottenin tekrar kullanılması ve/veya taşıma sonucu dökülmelerin engellenmesi ve/veya boyama işleminde haşerelere karşı koruyucu maddenin lifler tarafından alınımı geciktirmeyen ve engellemeyen boyama yardımcı maddelerinin seçilmesi	3	2	3	18	TSEKÖKT, 2011
	Yeni teknikler	Yumuşatma işlemleri için MET; yumuşatıcıların kesikli boyama makinelerinde uygulanması yerine, fulardlarda veya daha iyisi püskürtme ya da köpük sistemleri ile uygulanması	3	3	2	18	TSEKÖKT, 2011
		Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (Buharlaştırma yönteminde; öncelikle döner filtreler ya da basınçlı mikro-filtrasyon ile iri tanecikler ayrılmalı ve daha sonra ısı uygulaması ile buharlaştırma uygulanmalıdır. Buharlaştırmada, genellikle 3-aşamalı buharlaştırma uygulanmaktadır. Elde edilen konsantre kostik, çöktürme veya hidrojen peroksit ilavesi gibi tekniklerle saflaştırılmakta, rengi giderilmektedir).	3	4	4	48	TSEKÖKT, 2011

Ek-3c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	İşletme öncelik puanı	Ağırlık faktörü	İşletme tercih puanı	Toplam MET tercih puanı	MET kaynağı
			(A)	(q)	(B)	(T=A _x q _x B)	
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Kimyasal geri kazanımı	Terbiye atıksularından membran filtrasyon ile kostik geri kazanımı (Yüksek pH 'ya dayanıklı membranların kullanıldığı nanofiltrasyon/ters ozmos süreçleri ile kostik içeriği yüksek süzöntü suyu (yaklaşık %6 NaOH) elde edilmesi ve elde edilen süzöntü suyunun buharlaştırma yoluyla konsantre edilerek istenen kostik içeriğine (%18-25) getirilmesi mümkündür).	3	4	3	36	TSEKÖKT, 2011
	Kimyasal tekrar kullanımı	Halojenli organik çözücülerin kullanımından kaçınılamadığı durumlarda tamamen kapalı devre ekipmanların kullanılması	3	3	2	18	TSEKÖKT, 2011
Boru sonu arıtım uygulamaları	Boru sonu arıtım teknikleri	Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Amaç biyolojik olarak zor parçalanmayan veya parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanmayan organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	3	4	4	48	TSEKÖKT, 2011
Makine modifikasyonu-değişimi	Makine modifikasyonları	Kesikli proseslerde, düşük ve çok düşük flotte oranlı makinelerin kullanılması	3	4	3	36	TSEKÖKT, 2011
Toplam MET tercih puanı ağırlıklı ortalaması						37	

Ek-4c. Güvenç Boya işletmesi için nihai MET önerileri ve öncelik sıralaması

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	Toplam MET tercih puanı	Uygulama öncelik düzeyi
İyi yönetim uygulamaları	Tesis yönetimi, genel önlemler, kontrol, izleme, kayıt, prosedürler	1.Çevre yönetim sistemi kurulması	45	Birinci düzey
		2.Tüm madde girdilerini ve çıktılarını gösteren, kütle dengelerine dayalı yıllık atık envanter raporlarının hazırlanması	45	Birinci düzey
		3.Üretim proseslerine ilişkin tüm girdi ve çıktıları (hammadde, kimyasal, enerji, su, ürün, atıksu, hava emisyonları, çamur, katı atık, tehlikeli atık ve yan ürün) miktar ve nitelikleri açısından izlenmesi	45	Birinci düzey
Su tüketimi optimizasyonu/mini mizasyonu	Su geri kazanımı ve tekrar kullanımı	1.Ayrık atıksu akımların karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi	80	Üçüncü düzey
		2.Nispeten temiz yıkama/durulama kaynaklı atıksuların temizlik amaçlı kullanımının değerlendirilmesi	48	Birinci düzey
		3.Boyama sonrası yıkama atıksularının membran filtrasyon ile geri kazanımı (Boyama banyosu atıksularının nanofiltrasyon/ters ozmos ile yaklaşık 7-10 bar'lık bir basınç uygulaması ile artırılması sonucu, %65-70 mertebesinde yeniden kullanılabilir süzüntü suyu üretilmektedir. Sıcak olan boyama banyosu atıksularından elde edilen sıcak süzüntü suyu, boyama sonrası yıkamada yeniden kullanılabilir).	48	Birinci düzey
		4.Boyama sonrası son yıkama tankı atıksuyu için MET; atıksuyun boyamada kullanımıdır (Boyama sonrası uygulanan son yıkamadan gelen atıksular, nispeten temiz olduklarından, boyama banyosu hazırlamada kullanılır).	60	İkinci düzey
		5.Ön terbiye ve bitim işlemleri atıksuları hariç diğer atıksular için MET; geri kazanımdır (Ön terbiye (hidrofilleştirme ve ağartma) ve bitim işlemlerinden (emdirme flottesi atıkları) gelen atıksular hariç, diğer atıksular birleştirilerek ultrafiltrasyon+nanofiltrasyon+ters ozmos uygulaması ile üretim sürecine geri dönüştürülebilir).	45	Birinci düzey
Enerji tüketimi optimizasyonu/mini mizasyonu	Isı geri kazanımı	1.Termofiksaj işleminin yıkama öncesinde gerçekleştirilmesi ve ramözden çıkan hava emisyonlarının, yağların ayrı olarak toplanmasına ve enerji geri kazanımına izin veren kuru elektrofiltrasyon sistemleri ile işleme tabi tutulması	48	Birinci düzey

Ek-4c. (Devamı)

Ana başlık	Yardımcı başlık	MET önerisi	Toplam MET tercih puanı	Uygulama öncelik düzeyi
Kimyasal kullanımı değişimi-minimizasyonu	Reçete optimizasyonu	1.Çevresel etkileri göz önüne alarak, üretimde uygulanan reçetelerin optimize edilmesi	48	Birinci düzey
	Kimyasal dozlama	2.Kimyasal dozlanmasında (boyalar hariç) MET; otomatik dozlama ve dağıtım sistemleri kurulması	80	Üçüncü düzey
	Kimyasal değişimi	3.Kimyasal kullanımının şart olduğu durumlarda, en az risk taşıyan kimyasalın kullanılması	60	İkinci düzey
	Kimyasal minimizasyonu	4.Ön terbiye ve boyama işlemlerinde; yumuşak su kullanımı, ağartmadan önce kumaştan demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru proses uygulaması, asidik demineralizasyon veya tehlikeli olmayan indirgen maddeler aracılığı ile kumaştan demirin giderilmesi) tedbirlerin tümünü veya bir kısmını uygulayarak kompleks oluşturu maddelerin kullanımının engellenmesi veya azaltılması	48	Birinci düzey
	Kimyasal dozlama	5.Boya formülasyonlarının dozlanması ve dağıtımında; boya sayısının azaltılması (örneğin, trikromatik sistemlerin kullanılması ile) ve otomatik dozlama ve dağıtım sistemlerinin kullanılmasıdır (sadece seyrek olarak kullanılan boyalar için manüel sistemler kullanılabilir)	64	İkinci düzey
	Kimyasal geri kazanımı	6.Terbiye atıksularından buharlaştırma ile kostik geri kazanımı (Buharlaştırma yönteminde; öncelikle döner filtreler ya da basınçlı mikro-filtrasyon ile iri tanecikler ayrılmalı ve daha sonra ısı uygulaması ile buharlaştırma uygulanmalıdır. Buharlandırmada, genellikle 3-aşamalı buharlaştırma uygulanmaktadır. Elde edilen konsantre kostik, çöktürme veya hidrojen peroksit ilavesi gibi tekniklerle saflaştırılmakta, rengi giderilmektedir).	48	Zorunlu
Boru sonu MET uygulaması	Arıtma verimliliğini artırma	1.Biyolojik arıtma öncesi oksidasyon/ileri oksidasyon uygulanması (Amaç biyolojik olarak zor parçalanmayan veya parçalanamayan organik maddeleri oksidasyon/ileri oksidasyon prosesleri ile biyolojik olarak kolay parçalanmayan organiklere dönüştürmek ve müteakip aerobik biyolojik arıtmada gidermektir).	48	Birinci düzey

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emrah ÖZTÜRK

Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1986

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : emrahozturk@sdu.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Antalya Aldemir Atilla Konuk Anadolu Lisesi, 2004

Lisans I : SDÜ, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği

Lisans II : Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme A.B.D.

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği A.B.D.

Mesleki Deneyim

SDÜ Yalvaç MYO 2008-2009 (Öğretim Görevlisi)

SDÜ Yalvaç Teknik Bilimler MYO 2009-2010 (Öğretim Görevlisi)

SDÜ Aksu MSD MYO 2010-(Devam ediyor)

Dekan, enstitü yada yüksekokul müdür yardımcılığı; merkez müdürlüğü ya da bölüm başkanlığı

1- Aksu Mehmet Süreyya Demiraslan Meslek Yüksekokulu Müdür Yardımcılığı

2- Aksu Mehmet Süreyya Demiraslan MYO Su Ürünleri Bölüm Başkanlığı

Yayınları

Ulusal toplantıda poster, sözlü sunum ve gösterim

Mazlum, N., Mazlum, S., Öztürk, E., 2009. Arıtma Çamurlarının Değerlendirilmesinde Yeni Gelişmeler. TÜRKAY 2009, Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, 15-17 Haziran 2009, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Uluslararası toplantıda sunularak tam metin olarak yayımlanan bildiri

Ozturk, E., Karaboyaci, M., Yetis, U., Kitis, M., 2013. Evaluation of integrated pollution prevention control in a textile fiber production and dyeing mill, 8th Conf. on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (SDEWES Conf.), Sept. 22-27, Dubrovnik, Croatia.

Öztürk, E., Kitis, M., Yetis, U., Yigit, N.O., 2013. The adaptation of cleaner production approach to environmental impact assessment, International Environmental Impact Assessment Congress, Nov. 8-10, Istanbul, Turkey.

SCI, SSCI ve AHCI tarafından taranan dergilerde yayımlanan makale

Ozturk, E., Karaboyaci, M., Yigit, N.O., Yetis, U., Kitis, M., 2014. Evaluation of integrated pollution prevention control in a textile fiber production and dyeing mill. Journal of Cleaner Production, in press.

Yüksek Lisans Tezi

Öztürk, E., 2010. Ultrasonik Radyasyon ile Su Ortamından Amonyak Azotunun Uzaklaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.