

TEKSTİL RAMÖZ BACASINDAN KAYNAKLANAN KİRLİLİĞE ÖNLEM OLARAK OLUŞTURULAN FİLTASYON SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR ÖRNEK ÇALIŞMA

*Aslı Cansu ELİTAŞ**
*F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN**

Alınma:02.08.2017; düzeltme:19.02.2018; kabul:31.05.2018

Öz: Tekstil fabrikalarının kumaş boyahanelerinde uygulanan termofikse (özellikle ön fikse) ve kurutma işlemleri sırasında ram makinelerinin bacalarından atmosfere atılan dumanın içinde bol miktarda yağ zerrecikleri ve zararlı tozlar bulunmaktadır. Bu işlem sırasında kumaşın cinsine bağlı olarak bacadan atılan yağ miktarı da değişkenlik göstermektedir. Bu yanmış yağ ve tozlardan kaynaklı yoğun bir koku emisyonu oluşmaktadır. Ayrıca bu yağlar bacalardan sızarak birikmekte ve çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Bu çalışma kapsamında Bursa’da bulunan bir pamuk/polyester kumaş boyama tekstil fabrikasında Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifine uygun olarak temiz üretim değerlendirme çalışmaları yürütülmüştür. Uygulama için seçilen tekstil fabrikasının ramöz makinasının bacalarına takılan elektrostatik filtre sayesinde, filtreden geçen kirli havanın içindeki partiküller yüksek voltajda elektrikle yüklenip, arkasından gelen toplayıcı kısım ile toplanmakta ve yağ ayırıcı ile ayrıştırılıp bir haznede biriktirilmektedir. Çalışmada en iyi mevcut tekniklerin uygulanması ile teknik ve çevresel performanslar, potansiyel faydalar ve tasarruflar belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler sonucu, önerilen en iyi mevcut tekniklerin uygulanmasının ardından ve gelecekte uygulanması halinde doğalgaz kullanımından yaklaşık % 15 tasarruf edileceği, koku emisyonlarında ise yaklaşık % 90 azalma olacağı sonucuna varılmıştır. Önerilen en iyi mevcut tekniklerin geri dönüş sürelerinin yaklaşık 3 yıl olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ramöz, Elektrostatik Filtre, Temiz Üretim

The Evaluation of the Filtration System Created as Prevention of Pollution Originating From the Textile Stenter Flue: A Sample Study

Abstract: In textile dye houses, a significant amount of stenter flue exhaust including oil particles and hazardous dusts is released to the atmosphere during the processes of thermofixing (especially pre-fixing) and drying. The amount of oil in this emission varies depending on the type of the fabric. These burnt oil and dusts produce a strong odor emission. They also leak out from the stenter flue and cause contamination of the surrounding environment. In this study, clean production efforts in parallel to “Integrated Pollution Prevention and Control Directive” were evaluated in a textile fabric dyeing facility located in Bursa. Thanks to the electrostatic filters installed on the flue of stenter machine, the particles in polluted air are electrically charged with high voltage, collected by a collector and thereafter separated oily particules are accumulated in a receptacle. In the study, technical and environmental performances, potential benefits and savings were determined. By applying the suggested best available technique now and in the future, approximately 15% of natural gas will be saved and approximately 90% of odor emissions will be reduced. The return time for the suggested best available techniques was calculated as nearly 3 years.

Keywords: Stenter, electrostatic filter, clean production

*Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Nilüfer, BURSA
İletişim Yazarı: F. Olcay TOPAÇ ŞAĞBAN (olcaytopac@uludag.edu.tr)

1. GİRİŞ

1996' da yayınlanan Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi (IPPC, 96/61/EC), çeşitli endüstriyel kaynaklardan gelen zararlı emisyonların en aza indirgenmesine yönelik Avrupa Birliği mevzuatının en önemli düzenlemelerindendir (Laforest, 2014).

Ülkemizde ise, koku sorunlarının belirlenmesi ve çözümü ile ilgili işlemleri ve yaptırımları kapsayan “Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik” yayımlanmıştır (RG, 2013).

Bursa'da tekstil sektöründe koku giderimine yönelik olarak; İl Mahalli Çevre Kurulu tarafından 18.08.2016 tarih ve 75 karar no'lu yazı ile “Tekstil sektöründe faaliyet gösteren ve özellikle polyester kumaş (ya da polyester içerikli diğer kumaş türlerini) kullanarak ön fikse ve/veya fikse yapan Ram makinalarından kaynaklı koku emisyonlarının engellenmesi için bu makinalara ait bacalara elektrostatik ve/veya koku giderici, alıcı bir filtre sistemi kurulması için bu işletmelere 01.01.2018 tarihine kadar süre verilmesine” karar verilmiştir (İMÇK, 2016).

Türkiye'de sentetik ipliğin toplam üretim kapasitesinin % 75' i Bursa tekstil sektörü tarafından karşılanmaktadır ve Türkiye' de boyama sanayinin en az % 25' i Bursa'da bulunmaktadır (Pulat, 2009). Tekstil prosesi iplikçilik, dokuma, boyama, kurutma, bitirme, örme gibi çok çeşitli üretim bölümlerinden oluşmaktadır (Palamutcu, 2010). Bunların arasında kurutma işlemi çoğu zaman enerji yoğun operasyonlardan biri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu işlem, büyük miktarda sıcak ve nemli havayı tahliye etmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği; yalnızca maliyeti düşürmekle kalmamakta aynı zamanda çevresel sorunlar, hava emisyonları ve katı atıklar gibi diğer önemli konularda da etkilerde bulunmaktadır (Cay ve diğ., 2009).

Tekstil proseslerinde yer alan boyama, baskı ve fikse dahil olmak üzere tekstil ıslak işleme yöntemleri, hemen hemen tüm tekstil ürünlerinde renkleri, desenleri ve özel performans karakterlerini oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu aşamada kullanılan boyalar ve diğer kimyasallar olumsuz çevresel etkileri nedeniyle eleştirilmektedir. Tekstil endüstrisi, atıklarının geri dönüşümü ve azaltılması üzerinde çalışıyor olmasına rağmen; tekstil ıslak işleme proseslerinin çevresel etkileri hala net bir çözüme kavuşamamıştır (Kadolph ve Langford, 2002).

Ramözde kurutma sırasında, sıcak kuru hava ile nemli kumaş sürekli temas halindedir. Bunun sonucunda sıcak kurutma havasından nemli kumaşa ısı geçişi, nemli kumaştan kurutma havasına ise su buharı geçişi olmaktadır (Karaaslan, 2006).

Tekstil endüstrisinde kumaş boyama prosesi sonrasında ramözlerde kurutma işlemi gerçekleşirken (Şekil1) üç temel çevresel problemle karşılaşmaktadır. Bunlar; atmosfere salınan atık hava, kumaşın üzerinde bulunan hav-yağ zerreciklerinden kaynaklanan koku emisyonları ve atık yağlardır.



Şekil 1:
Kurutma işlemi sırasında ram bacası

Kurutma prosesi sonucu atık hava içerisinde bulunan karbonmonoksit (CO), azot oksitler (NO_x), kükürtdioksit (SO₂), toz ve uçucu organik bileşikler (VOC) gibi kirletici parametreleri hava emisyonu oluşturmaktadır. Proses sırasında ortaya çıkan kötü kokuların ana sebebi, kumaşın elyafına ve kalınlığına bağlı olarak bacadan atılan büyük miktarda sentetik yağ ve tozlardır. Koku emisyonunun temel kirletici parametresi ise VOC' dir (IPPC, 2012).

Baca gazının arıtımı esasına dayanan filtreleme sisteminin beraberinde getirdiği enerji tasarrufu çevresel performans ile birlikte değerlendirilmektedir (Angelis-Dimakis ve diğ., 2016).

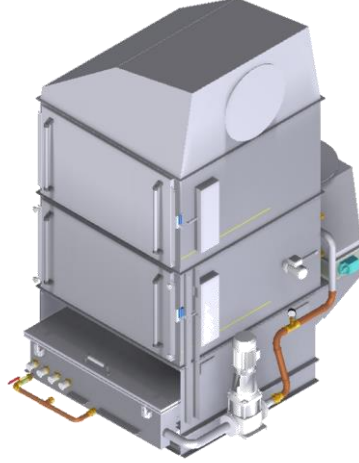
Bu çalışmada doğal kaynaklar, hammadde, su ve enerjinin kullanılması ile gerçekleştirilen endüstriyel faaliyetlerin sonucunda havaya, suya ve toprağa karışan emisyonların azaltılması amacıyla temiz üretim planı oluşturulmuş ve ramöz bacasına takılan filtrasyon sistemi bu plan çerçevesinde değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

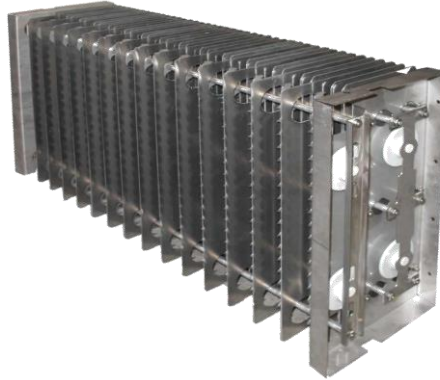
Ramözler yani ram makinaları kumaşların kenarlarına çapraz olarak iğnelenmiş paletlerle tutturulduğu kurutma makinalarıdır. Makinanın üst yüzeyinde kumaş enine bir doğrultuda ve kenarlara tutturulmuş şekilde nakledilmektedir. Kumaşın her iki yüzeyine basınçlı sıcak hava püskürtülmekte ve özel bir emme cihazı yardımıyla da kumaş kurutulmuş halini almaktadır.

Ram makinalarının bacalarına kirlilik önleme amacıyla takılan elektrostatik filtreler Şekil 2' de gösterildiği gibidir. Filtre sistemleri, bacalardan atılan gazın debisine göre 10.000 m³/sa, 15.000 m³/sa, 20.000 m³/sa ve 30.000 m³/sa kapasitede imal edilmektedir. Aynı zamanda filtre sistemine entegre edilmiş ısı geri kazanım sistemi ile elde edilen sıcak su veya sıcak havanın işletmede tekrar kullanımı sağlanarak enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Yani bacanın atık gazlarından elde edilen ısılar, "havadan/havaya" eşanjörü ile elde edilen sıcak hava Ram makinasına geri verilerek havanın ön ısıtılmasında kullanılabilir. "Havadan/suya" olan eşanjörlü sistemiyle ise boyahane veya tesisin herhangi ihtiyaç duyulan alanları için sabit ısıda ve debide sıcak su sağlanabilmektedir (KMA, 2017a).



Şekil 2:
Filtre sistemi

Şekil 3’de görülen elektrostatik filtre, 0,3 mikron partikül boyutuna kadar yüksek verimlerde filtreleme yapabilmektedir. Elektrostatik filtreler, filtreden geçen kirli havanın içinde yer alan partiküllerin yüksek voltajlı elektrikle yüklenmesini sağlamakta ve bu yüklü partiküller toplayıcı bir sistem ile toplanarak, havayı yağ, koku, duman gibi kirleticilerden ayıştırmaktadır. Sıvı ve akışkan zerreciklerden meydana gelen tüm maddelerin yakalanması için özel olarak tasarlanan filtreler, ağır şartlara dayanıklı olacak şekilde paslanmaz çelik ve alüminyumdan üretilmektedirler. Elektrostatik filtreler yağı ve dumanı yok etmemekte havadan ayrılan atık yağ sistem içerisinde alt haznede yer alan bir tavada toplanmaktadır. Kullanılan iyonizerin ve toplayıcının yapısı, malzemesi ve kalitesi sistem verimliliği açısından son derece önemlidir (KMA, 2017b).



Şekil 3:
Elektrostatik Filtre

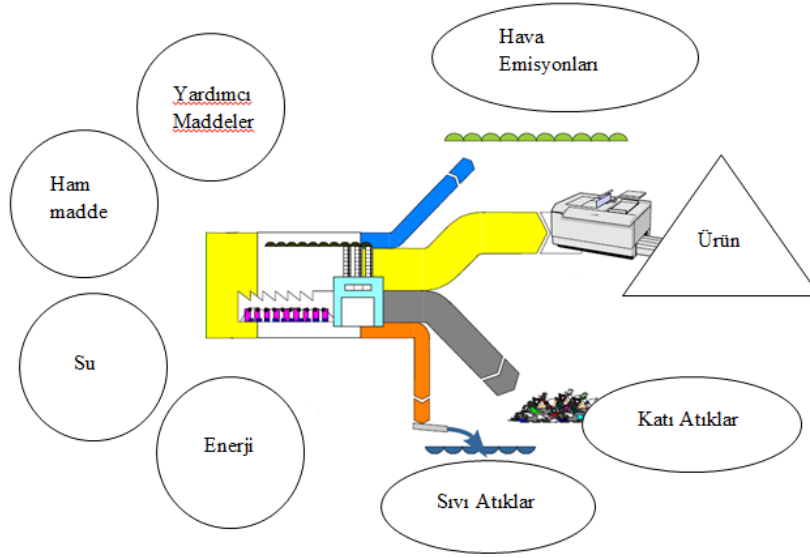
2.2. Metod

Uygulanacak olan metodolojik yaklaşım, prosesten kaynaklı çevresel etkiyi en aza indirmek ve sistemin ekonomik performansını en üst düzeye çıkararak eko verimliliğini artırmak için yenilikçi teknolojilerin alımını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

Atık ve kirliliğin azaltılması ile operasyonel verimliliğin artırılması için fırsatlar hakkında bilgi vermeyi amaçlayan bir tesisin süreçlerinin ve operasyonlarının sistematik olarak gözden geçirilmesi için temiz üretim denetim basamakları şu şekilde belirlenmiştir:

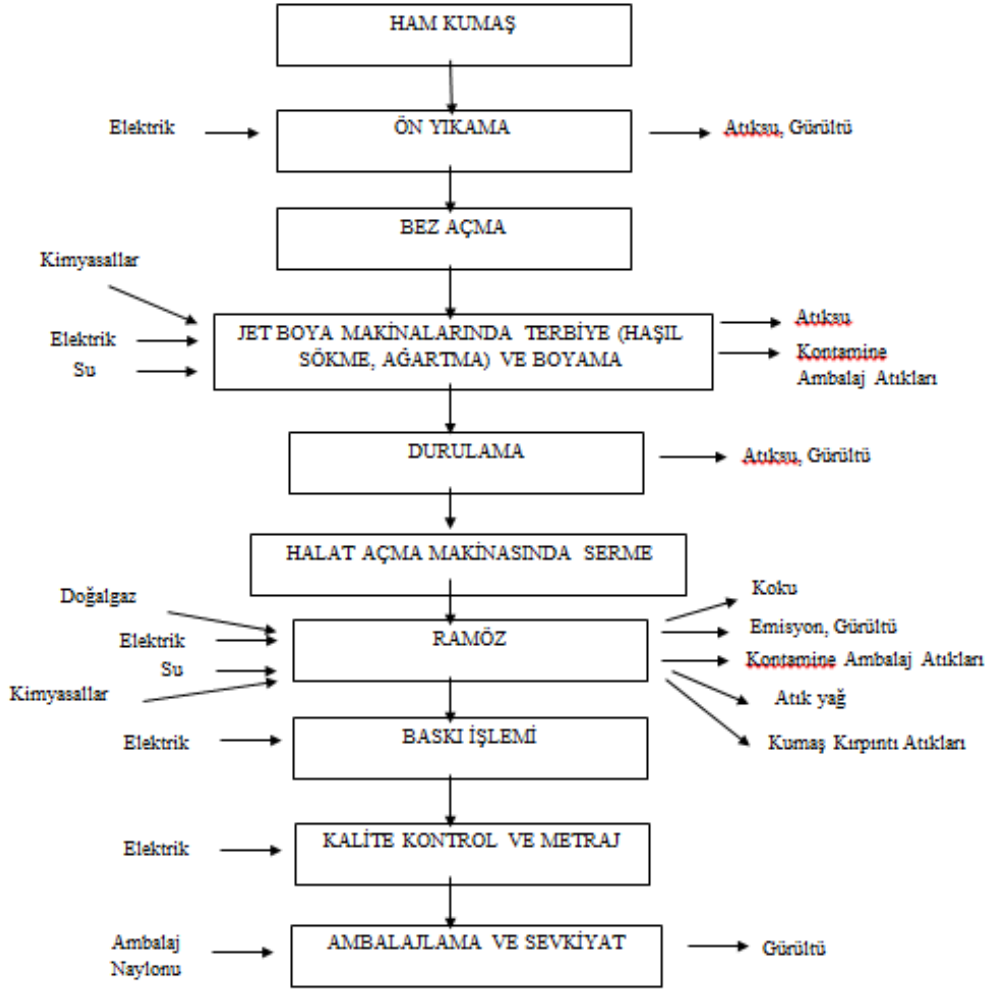
- Proses işlemleri, hammaddeler, ürünler, su ve enerji kullanımı hakkında mevcut tüm bilgilerin sunulması,
- Üretilen atığın kaynakları, miktarları ve çeşitlerinin tanımlanması,
- Süreç verimsizliklerinin ve kötü yönetim alanlarının nerede olduğunun açıkça belirtilmesi,
- Çevreye zarar veren faaliyetlerin tanımlanması ve mevzuata göre değerlendirilmesi,
- Daha temiz üretim fırsatlarının belirlenmesi ve bu temiz üretim uygulamalarının maliyet analizinin yapılması,
- Düşük maliyet ve geri ödeme süresi düşünülerek; belirlenen Temiz Üretim fırsatlarının uygulanmaya alınması. (LCPC, 2010).

Şekil 4' de yer alan araştırma modeli, çalışma kapsamında gerçekleştirilen temiz üretim planına uygulanmıştır.



Şekil 4:
Araştırma modeli

Çalışma kapsamında seçilen tekstil fabrikasında gerçekleşen tüm üretim proseslerine ve bu proseslerin girdi-çıktılarına Şekil 5'de yer verilmiştir. Bu proseslerden ramöz makinasının çalışması elektrik, su, doğalgaz ve kimyasalların tüketimiyle gerçekleşmektedir. Ürünün elde edilmesiyle birlikte ise kontamine ambalaj atıkları, atık yağ, kumaş kırpıntı atıkları, hava emisyonu, koku emisyonu ve gürültü oluşumu söz konusudur.



Şekil 5:
Üretimde gerçekleşen iş akış diyagramı

Tesiste viskon ve pamuklu kumaşlar üzerinde çalışıldığında ön yıkama ve haşıl sökme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Ön yıkama işlemi boyama işleminin bir parçasıdır ve boyamanın sağlıklı yapılabilmesi için ön koşuldur. Ön yıkamadan geçirilen kumaş topları jet boyama makinelerine gönderilmek üzere plastik araba ile ham bez açma makinesinden geçirilmekte, kumaş topları birbirine eklenerek jet makinelerine aktarılmaktadır. Kumaşlar jet boyama makinelerinde dispers ve reaktif boyama olmak üzere iki şekilde boyanmaktadır. Reaktif boyama sadece selülozik karakterdeki kumaşların boyanmasında kullanılırken, dispers boyama selülozik karakterde olmayan kumaşlar için kullanılmaktadır. Tesiste boyanacak olan polyester kumaşlar üzerine ise haşıl sökme işlemi uygulanmaktadır. Kumaşın boyanmasının ardından durulama gerçekleştirilmekte ve kumaş halat açma makinasında serilmektedir. Kurutma amacıyla; kumaş enine bir doğrultuda kenarlarından tutturulmuş şekilde Ramöz makinasına nakledilmektedir. Kumaşın her iki yüzeyine basınçlı sıcak hava püskürtülmekte ve özel bir emme cihazı yardımıyla da kumaş kurutulmuş halini almaktadır. Sonrasında kuruyan kumaş baskı prosesine alınmakta ve baskıdan çıkan kumaşlar kalite kontrol makinelerinde kontrol edilerek paketlenmekte ve sevkiyata hazır hale getirilmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tesisin temiz üretim proses girdileri olarak hammaddeler, proste kullanılan ikincil/yardımcı maddeler, elektrik, doğalgaz ve su kullanımları belirlenmiştir. Bu proses girdi verilerinin yıllık tüketim miktarları baz alınmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Proses girdileri

Malzeme	Yıllık miktar	Kullanım alanları
Hammaddeler		
Reaktif Boya	14.571 kg	Baskı Düz Boya
Dispers boya	31.275 kg	Baskı Düz Boya
Naylon Ambalaj	2.500 kg/yıl	Paketleme
Kağıt Rulo	67.171 adet/yıl	Paketleme
Proste kullanılan ikincil/yardımcı maddeler		
Soda(Sodyum Karbonat)	9.714 kg	Baskı ve Düz Boya
Sud Kostik	42.212 kg	Düz Boya
Tuz	122.340 kg	Düz Boya ve Kazan Dairesi
Asetik Asit %80'lik	20.850 kg	Düz Boya
Carrier	10.425 kg	Düz Boya
Hidrosülfid	10.425 kg	Düz Boya
Islatma maddesi	1.189 kg	Düz Boya
Haşıl Sökme Maddesi	224 kg	Düz Boya
Hidrojen Peroksit %35'lik	2.691 kg	Düz Boya
Sodyum Silikat 30 Be'	2.691 kg	Düz Boya
Sülfirik Asit	1.346 kg	Baskı
Optik Beyazlatma Maddesi	25.267 kg	Düz Boya
Suni ve Sentetik İplikler	465.839 kg	Dokuma
Pamuk İpliği	77.640 kg	Dokuma
Viskon İplik	232.919 kg	Dokuma
Transfer Baskı Kağıdı	80.640 m	Dokuma
Diğerleri (elektrik, doğal gaz, su vs.)		
Doğalgaz	7.096.849 kWh/yıl	Üretim – Isınma
Su 1. Kalite	2.651 ton/yıl	Üretim – İşletme
Su 2. Kalite	88.237 ton/yıl	Üretim
Elektrik	3.110.050 kWh/yıl	Üretim – İşletme

Tesisin proses çıktıları olarak da atıklar, atık sular ve hava emisyonları belirlenmiş olup; oluşan yıllık miktarları değerlendirilmiştir (Tablo 2).

Hava emisyon ölçümlerinde; toz yükünün gravimetrik olarak belirlenmesinde VDI 2066 BALTT 1, uçucu organik bileşiklerin (VOC) belirlenmesinde TS 13649:2015, yanma gazlarından CO, NO_x ve SO₂' nin belirlenmesinde TS ISO 12039:2005 – TS ISO 7935:1999, EPACTM-022 yöntemleri kullanılmıştır. Bu ölçümlerin tamamı akredite olmuş laboratuvarlar tarafından yapılmıştır.

Tablo 2: Proses çıktıları

Atık	Yıllık miktar
Atıklar	
Tehlikeli Atık-Kontamine Ambalaj	5.752 kg/yıl
Tehlikeli Atık Flüoresan Atıkları	49 kg/yıl
Atık Yağ	350 kg/yıl
Naylon Ambalaj Atıkları	75.600 kg/yıl
Karton Ambalaj Atıkları	43.200 kg/yıl
Tekstil Ürünleri Atıkları	14.400 kg/yıl
Atıksular	
Atıksu	90.888 ton/yıl
Hava emisyonları	
Yakma ve Proses	
CO	0,3678 kg/saat
NO ₂	0,4108 kg/saat
NO	0,2569 kg/saat
SO ₂	0,0533 kg/saat
TOZ	0,0340 kg/saat
VOC	0,0065 kg/saat
TVOC(karbon cinsinden)	0,0059 kg/saat

Tesiste harcanan yıllık doğalgaz miktarının, tesisin doğalgaz tüketen sistemlerine göre dağılımı düşünüldüğünde; ram makinasının doğalgaz kullanım miktarının %15'e denk geldiği belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Doğalgaz tüketimi

Enerji tüketen sistemler	Yakıt türü	Yıllık tüketim miktarı
Üretim prosesleri		
İşletme (%80)	Doğalgaz	5.677.479 kWh/yıl
Ram (% 15)	Doğalgaz	1.064.528 kWh/yıl
İdari Bina (%5)	Doğalgaz	354.842 kWh/yıl
Toplam		7.096.849 kWh/yıl

Tesiste kullanılan suyun cinsi 1. kalite ve 2. kalite olarak ayrılmaktadır. İdari bina ve ram makinasında 1. kalite su kullanımı mevcuttur. Boyahane de 2. kalite su osmos ve filtrasyon sisteminden geçtikten sonra kullanılmaktadır. Kazan dairesinde ise 2. kalite su osmos ve filtrasyon sistemlerine ilave olarak tuzlama yapıldıktan sonra kullanılmaktadır.

Böylece yıllık tüketilen 1. kalite su miktarının, su kullanılan diğer proseslere oranı incelendiğinde; ram makinasında harcanan su kullanım miktarının %80' e denk geldiği belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Su tüketimi

Su kullanan prosesler	Kullanılan suyun tipi	Yıllık kullanım miktarı
İşletme (Boyahane, Kazan Dairesi) (%100)	2. Kalite	88.237 ton/yıl
Ram (%80)	1. Kalite	2.121,088 ton/yıl
İdari Bina (%20)	1. Kalite	530,272 ton/yıl

Seçilen tekstil fabrikasındaki sistem girdi ve çıktı elemanları gözönüne alınarak, uygulanan ve uygulanabilirliği öngörülen temiz üretim önleme politikaları belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5: Enerji ve su kullanımının azaltılmasına yönelik önlemler ve uygulanabilirlikleri

Önlemler	Firmanızda uygulanmış mı?	Firmada uygulanabilir mi?
Enerji ve su politikası geliştirilmesi	H	E
İlgili kişilere enerji ve su yönetimi ile ilgili sorumlulukların paylaşılması	H	E
Enerji ve su tasarrufu hedeflerinin belirlenmesi	H	E
Enerji ve su kullanımının alt kullanımlarda detaylı sayaçlandırılması için gerekli ekipmanın kurulması	E	
Enerji ve su tüketiminin daha önceki dönemlerle (yıllar/aylar vb) karşılaştırılabilmesi için sürekli izleme sisteminin kurulması	E	
Enerji ve su tüketimini ölçen aletlerle ölçüm sonuçlarının sürekli olarak kaydedilmesi	E	
Enerji ve su tüketimindeki artışların belirlenmesi için sistem kurulması	E	
Enerji ve su tüketiminin üretime bağlı olarak karşılaştırılması için performans indikatörlerinin geliştirilmesi	H	E
Enerji ve su verilerinin mevcut raporlama sistemi içerisine adapte edilmesi	H	E
Enerji ve su tasarrufunun ilgili personel ile tartışılması	E	
Personelin enerji ve su tasarrufu konusundaki bilinçlenmesi	E	
Personelin enerji ve su tasarrufu konusundaki görüşlerinin alınması için bir mekanizma oluşturulması	E	
Verimli enerji ve su satın alma politikasının geliştirilmesi	E	
Satın almadan sorumlu personelin satın alınacak alternatiflerin uzun süreli işletme maliyetlerinin değerlendirilebilmesi için eğitilmesi	E	
Bütün ekipman/binalardaki tarifnamelerde enerji ve su verimliliğinin ilave edilmesi	H	E

Bunların yanı sıra tesisteki mevcut diğer önlemler ise şu şekildedir. Buhar kazanında ekonomizer olması, buhar kazanındaki oransal su besleme ile besi pompasının invertörlü çalışması, ısı geri kazanım sisteminin bulunması, fikse makinasında doğalgaz kullanılması, boyahane bölümünde otomatik kimyasal dozlama ve dağıtım sistemi kullanılması, yıkama makinasında su sayacı bulunması ve atık su debimetresinin bulunmasıdır.

Mevcut en iyi teknoloji olarak uygulanacak filtrasyon sisteminin hedefleri, maliyetleri ve beklenen faydalarına ilişkin değerlendirme Tablo 6’da verilmiş olup; toplam yatırım maliyeti hesabında 1€=4,00 TL olarak alınmıştır. Filtrenin verimli çalışması halinde beklenen toplam yıllık enerji tasarrufu hesabında ise, 2017 yılı doğalgaz fiyatları baz alınmıştır. Koku emisyonlarının azaltılması ve atık yağların geri kazanımı ile ilgili olarak beklenen toplam yıllık tasarruf, 2872 Sayılı Çevre Kanunu uyarınca verilecek 2017 yılı idari para cezaları olarak belirlenmiştir.

Tablo 6: Uygulanacak temiz üretim hedefleri, maliyetleri ve beklenen faydaları

Temiz Üretim Seçenekleri	Amaç	Bir Sonraki Gelişme Döneminde Beklenen İyileşme	Beklenen Toplam Yatırım Maliyeti	Beklenen Toplam Yıllık Tasarruf	Yatırımın Geri Dönüş Süresi	Öncelik
Ram Bacasına filtre takılması	Enerji tasarrufu (Doğalgaz)	Doğalgazdan yaklaşık % 15 tasarruf sağlanacaktır.	400.000 TL	0.07119755 TL/kWh * 1.064.527 kWh = 75.791 TL/yıl	3YIL	Yüksek
Ram Bacasına filtre takılması	Koku emisyonlarının azalması	Koku emisyonlarında yaklaşık % 90 azalma sağlanacaktır.	400.000 TL	48.000 TL	3 YIL	Yüksek
Ram Bacasına filtre takılması	Atık yağ geri kazanımı	Atık yağlar kaynağında ayrı toplanarak geri kazanım tesislerine gönderilecektir ve yasalara aykırı olarak toprağa karışması engellenmiş olacaktır.	400.000 TL	24.000 TL	-	Yüksek

Bir temiz üretim seçeneği olarak değerlendirilen filtre sistemi doğalgazdan yaklaşık % 15 tasarruf sağlanacağı öngörülerek imal edilmiştir. Bu filtre sistemi, uçucu organik bileşikleri (VOC) % 90 oranında tutacak şekilde tasarlandığından, koku emisyonlarında da yaklaşık % 90 oranında azalmanın olması beklenmektedir (KMA, 2017c).

Tesisteki doğalgaz tüketiminin % 15’ini oluşturan ramöz makinasından yıllık 75.791 TL enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Koku emisyonlarının azaltılması ile birlikte beklenen toplam yıllık tasarrufun ise, Çevre Kanunu uyarınca ödenmesi gereken idari para cezası miktarı baz alınarak 48.000 TL olacağı kabul edilmiştir. Ramöz bacasına filtre takılmasının ilk yatırım maliyeti 400.000TL olup, doğalgazın birim fiyatındaki yıllık artışlar da göz önüne alındığında sistemin yaklaşık 3 yılda $(-400.000/(75.791+48.000))$ kendini amorti edebileceği öngörülmektedir.

Elektrostatik filtre sayesinde atık yağların kaynağında ayrı toplanması sağlanacak ve mali değeri olan bu atık yağlar geri kazanım tesislerine gönderilebilecektir. Filtre haznesinde toplanan atık yağların miktarı ram makinasına gelen kumaşın cinsine ve tesis üretim kapasitesine göre değişkenlik gösterdiğinden atık yağlar için yatırımın geri dönüş süresi net olarak belirlenmemektedir”

Tesisteki ortalama su tüketimi, enerji tüketimi ve atıksu kirlilik yükü tesisteki ana performans göstergeleri olarak değerlendirilmiştir. Mevcut durumda enerji tüketimi 4.821,228 kwh/ton, su tüketimi 61.452 m³ su/ton ve atıksu kirlilik yükü 74,093 kg/ton' dur. Ramöz bacasına takılacak olan filtrasyon sistemiyle birlikte doğalgazdan yaklaşık %15 azalma sağlanacaktır. Dolayısıyla bir sonraki gelişme döneminde enerji tüketiminde belirgin bir iyileşme beklenmekte olup enerji tüketim değerinin 4.098,0438 kwh/ton olması öngörülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7: Ana performans göstergeleri cinsinden hedefler

Ana Performans Göstergeleri	Mevcut Durum	Hedef	Bir sonraki gelişme döneminde beklenen iyileşme
Ortalama su tüketimi (m ³ /ton kumaş ya da m ³ /m kumaş)	61.452 m ³ su/ton	-	-
Ortalama enerji tüketimi (kWh/ton kumaş ya da kWh/m kumaş)	4.821,228 kwh/ton	Doğalgazdan yaklaşık % 15 azalma	4.098,0438 kwh/ton enerji tüketimi
Ortalama atıksu kirlilik yükü * (kg KOİ/ton kumaş ya da kg KOİ/m kumaş)	74,093 kg/ton	-	-

Tekstil sektöründeki boyahanelerin süregelen problemi kaynakların gereksiz kullanımı, istenmeyen kokuların ve atıkların oluşmasıdır. Çalışmada yer verilen filtrasyon sisteminin uygulanması ile özellikle enerji tüketimi ve koku emisyonları açısından fayda sağlanacağı tespit edilmiştir. Tekstil işletmelerinde uygulanacak filtrasyon sistemi ve diğer en iyi mevcut teknikler sayesinde enerji ve su kullanımının önemli derecede azalabileceği ve meydana gelen atıklarda da kayda değer bir azalma görüleceği düşünülmektedir. Yürütülen bir çalışmada bir tekstil fabrikasındaki temiz üretim çalışmaları irdelenmiş ve uygulanacak olan en iyi mevcut teknikler sayesinde; su tüketiminde %43-51, enerji tüketiminde %11-26, kimyasal madde tüketiminde %16-39, atık su oluşumunda %42-52, kimyasal oksijen ihtiyacı yükünde % 26-48, atık baca gazı emisyonlarında %12-32 ve katı atık oluşumunda %8-18 azalma olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada mevcut tekniklerin kendini amorti etme sürelerinin 1-26 ay arasında değiştiği de ifade edilmiştir (Öztürk, 2016).

4. SONUÇLAR

Tekstil sanayinde kullanılan enerjinin bir hayli fazla olması ve bu enerjinin geri kazanılabilir nitelikte olması göz önünde bulundurularak, bu çalışmada, çevresel ve ekonomik fayda sağlanabilmesi amacıyla ramöz makinalarının bacalarına takılacak olan filtrelerin değerlendirildiği bir temiz üretim planı oluşturulmuştur.

Ramöz bacalarına takılan filtre sistemlerinin, ramöz atık havasında yer alan uçucu organik bileşiklerinin (VOC) değerlerini azalttığı; bunun sonucunda da koku emisyonlarının giderimini sağladığı belirlenmiştir. Ram Bacasına filtre takılmasıyla birlikte tesiste doğalgazdan yaklaşık % 15 tasarruf sağlanırken; koku emisyonlarında ise yaklaşık % 90 azalmanın söz konusu olması beklenmektedir.

Ramöz makinasından kaynaklanan atık yağlar endüstriyel nitelikli atık yağ olarak değerlendirilmektedir. Bu proseste atık yağ oluşmasının temel nedeni, sentetik elyaf ipliklerinin dokunması ile oluşan kumaşın yüksek sıcaklıkta kurutma işlemine tabi tutulmasıdır. Ramözde

kurutma işlemi gerçekleştiği sırada; kumaşın bünyesinde bulunan yağın %80 kadarı ram bacasından atık hava içerisinde atılırken, %20 kadarı makinanın son kurutma bölümünün haznesinde birikmektedir. Yine bu atık yağlar makinadan ve bacalardan sızarak yayılmakta ve toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Ram bacalarına filtre takılması ile atık ram yağları kontrollü bir şekilde biriktirilebilecek ve lisanslı geri kazanım tesislerine gönderilerek özellikle çevresel açıdan büyük fayda sağlanacaktır.

Çalışma kapsamında incelenen filtre sistemlerinin proseste kullanılan enerji maliyetlerini düşüreceği, 3 yılda kendini amorti edebileceği ve ısı geri kazanımı sağlayarak sürdürülebilir bir eko-verimlilik oluşturacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. A. Angelis-Dimakis a, A. Alexandratou , a, A. Balzarini, (2016) Value chain upgrading in a textile dyeing industry, Journal of Cleaner Production, 138, 237-247. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.02.137
2. Cay, A. Tarakçioğlu, I. ve Hepbaşlı, A. (2009) Assessment of finishing processes by exhaustion principle for textile fabrics: An exergetic approach”, Applied Thermal Engineering, 29, pp:2554-2561. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2008.12.032
3. Cleaner Production Guide for Textile Industries, (2010) Lebanese Cleaner Production Center, Beirut, Lebanon.
4. Çevre Kanunu Uyarınca Verilecek İdari Para Cezaları, (2017) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
5. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Eşleştirme Projesi, IPPC, (2012) Tekstil Sanayi İçin MET Kılavuzu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
6. <http://www.kma-filter.de/en/applications/textile-industry/> , Erişim Tarihi: 07.06.2017, Konu: *Elektrostatik Filtreler*
7. İl Mahalli Çevre Kurulu Kararı, (2016) Bursa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 75.
8. Kadolph, S. J. (2007) Textiles (10th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
9. Karaaslan, M. (2006). Ramöz Atık Havasından Isı Geri Kazanımı, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
10. Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, (2013) T.C. Resmi Gazete, 28712.
11. Laforest, V. (2014) Assessment of emerging and innovative techniques considering best available technique performances. Resour. Conserv. Recycl, 92, 11-24.
12. Öztürk, E. (2016), Sustainable textile production: cleaner production assessment/eco-efficiency analysis study in a textile mill, Journal of Cleaner Production 138, 248-263. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.02.071
13. Palamutcu S. (2010) Electric energy consumption in the cotton textile processing stages, Energy, 35, 2945-2952. doi: 10.1016/j.energy.2010.03.029
14. Pulat, E. (2009) Waste-Heat Recovery Potential In Turkish Textile Industry: Case Study For City Of Bursa, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 663–672. doi: 10.1016/j.rser.2007.10.002