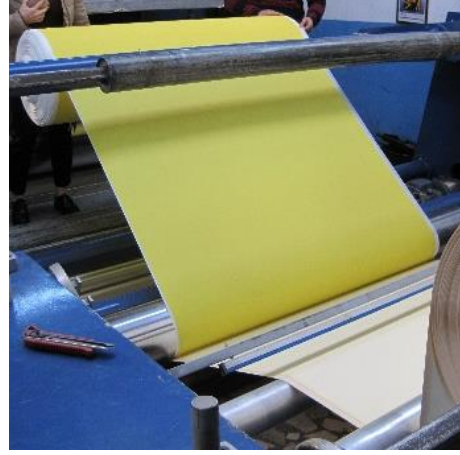




Tekstil Üretimi

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

*Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik
Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi*

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. TEKSTİL ÜRETİMİ.....	2
2.1. Tekstil Liflerinin ve İpliklerin Elde Edilmesi.....	3
2.2. Tekstil Yüzeylerinin Elde Edilmesi.....	10
2.3. Terbiye İşlemleri	12
2.4. Konfeksiyon İşlemleri.....	20
2.5. Halı Üretimi.....	20
3. EMİSYON KAYNAKLARI	23
3.1. Lif ve İplik Üretimi.....	23
3.2. Kumaş/Tekstil Yüzeyi Üretimi.....	24
3.3. Terbiye İşlemleri	24
3.4. Halı Üretimi.....	28
3.5. İç Ortam Havalandırma Çıkışları	28
3.6. Koku Emisyonları	28
3.7. Buhar/Isı Üretim Tesisleri	28
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ.....	30
4.1 Lif ve İplik Üretimi.....	30
4.2 Terbiye İşlemleri	30
5. ÖLÇÜM VE İZLEME.....	34
6. KAYNAKLAR.....	37
EKLER	39

1. GİRİŞ

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için hazırlanan ve T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen “Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi” kapsamında hazırlanan bu Sektörel Uygulama Kılavuzları dizisi, sanayi tesislerindeki emisyon kaynaklarının ve bu kaynaklardan atmosfere verilen emisyonların belirlenmesi, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile bu emisyonların önlenmesi/azaltılması amacıyla ilgili sanayi tesisi çalışanları ve Bakanlık çalışanlarına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kılavuzlarla;

- Bakanlık merkez ve taşra teşkilatları tarafından yürütülen tesis inceleme, kontrol ve denetim işlemlerinin kolaylaştırılması ve ülke çapında eş uygulamanın sağlanması,
- Sektördeki tesisler ile bunlara ölçüm hizmeti veren kurum ve kuruluşların ölçüm/izleme çalışmalarında uygulama birliğinin sağlanması,
- Tesislerin izin ve denetim süreçlerinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na yapacakları beyanlarda veri kalitesinin yükseltilmesi,
- Tesislere emisyon azaltma ve kontrol çalışmalarında yardımcı olunması hedeflenmektedir.

Tekstil sektörünü ele alan bu kılavuz kapsamında, öncelikle sektörde uygulamada olan süreçler ele alınmış, daha sonra bu süreçlerde emisyon oluşumuna neden olan kaynaklar belirlenmiş ve bu emisyonların ölçümü ve izlenmesi konusunda bilgiler sunulmuştur.

2. TEKSTİL ÜRETİMİ

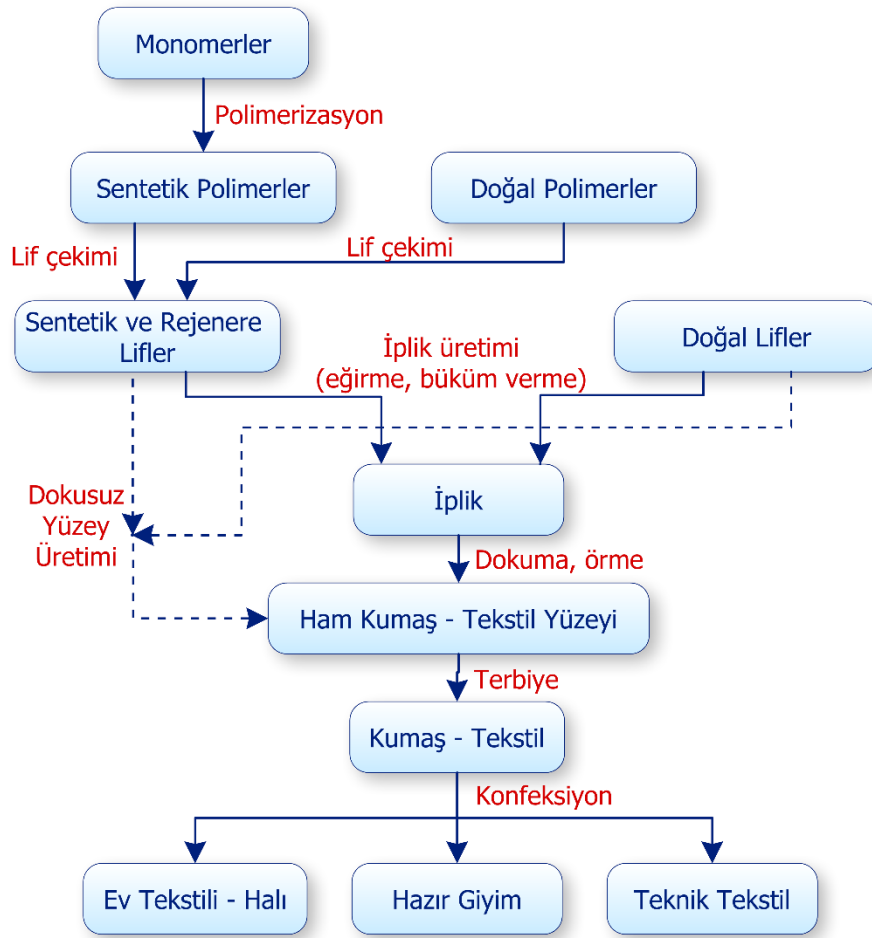
Tekstil üretim teknolojileri, temel hammadde olan liflerin elde edilmesi/üretilmesi aşamasından tüketici kullanımına sunulan nihai ürünlerin (konfeksiyon ürünleri, döşemelik, halı, teknik tekstil ürünleri vb.) üretimine kadar olan tüm aşamaları içermektedir. Tekstil teknolojileri temel olarak iplik üretimi, kumaş üretimi, terbiye ve konfeksiyon teknolojileri olmak üzere sınıflandırılabilir. Temel tekstil üretim adımları Şekil 1’de görülmektedir.



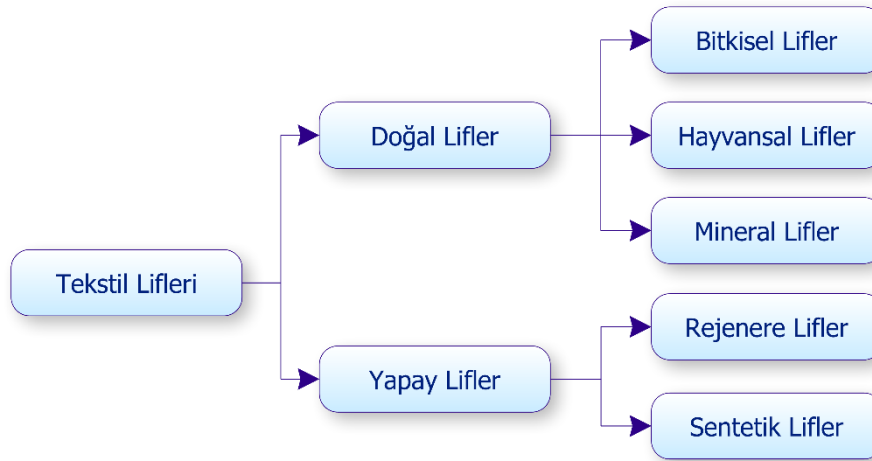
Şekil 1. Tekstil teknolojileri

Şekil 2’de ise tekstil materyallerinin hammaddesi olan liften son ürüne kadar materyal akış diyagramı görülmektedir.

Tekstil üretimi için hammaddeler doğal ve yapay (kimyasal) liflerdir. Hammadde olarak seçimin doğal lif yönünde mi, yapay lif yönünde mi ya da her ikisinin karışımı yönünde mi yapılacağı nihai tekstil ürününün uygulama/kullanım alanına ve istenen ürün özellikleri göz önüne alınarak belirlenir. Şekil 3’te tekstil liflerinin genel sınıflandırması görülmektedir.



Şekil 2. Liften son ürüne kadar materyal akış diyagramı



Şekil 3. Tekstil liflerinin sınıflandırması

2.1. Tekstil Liflerinin ve İpliklerin Elde Edilmesi

Doğal liflerin teknolojik özellikleri (incelik, mukavemet, uzunluk gibi) bitkisel ise (pamuk, keten, vb.) yetiştirilme bölgesine ve koşullarına göre; hayvansal ise (yün, kaşmir, ipek vb.)

hayvanın ırkına, yaşam koşullarına (beslenme, hastalık gibi) göre değişmektedir. Tersine, yapay liflerin özellikleri ise, kimyasal bileşimleri ve polimerin sentez koşulları farklılaştırılarak değiştirilebilmektedir. Lif inceliği ve mukavemetin yanında lif uzunluğu da ayarlanabilmektedir. Tüm kimyasal lifler (poliamid, poliester, viskoz, lyocell, vb.) filament (sonsuz uzunluktaki lifler) ya da ştapel (kesikli lif – istenen boyutlarda kesilmiş lifler) halde üretilmektedir. Doğal ve yapay liflerin ilk üretim adımları birbirinden farklıdır.

Örneğin pamuk lifleri hasat ve çırçır işleminden sonra balyalanmakta ve iplik işletmesine gönderilmektedir. İplik işletmesi girişinde balyalar açılarak lifler yoğun bir temizleme ve paralelleştirme işlemine tabi tutulmaktadır. Paralelleşmiş lifler önce tülbent halinde bir araya getirilip bant elde edilmektedir. Ardından bantlar düzgünleştirilmekte ve çeşitli adımlarla ağırlığı düşürülerek fitil haline getirilmektedir. Sonraki incelik artırma işlemleri (çekim – drafting) ve büküm verilmesi ile de iplik haline dönüştürülmektedir. Bu adımda masura ya da bobinlere iplikler sarılmaktadır. Pamuk dışındaki doğal lifler, özellikle yün lifleri, iplik oluşumunda biraz daha farklı üretim işlemlerinden geçirilmektedir.

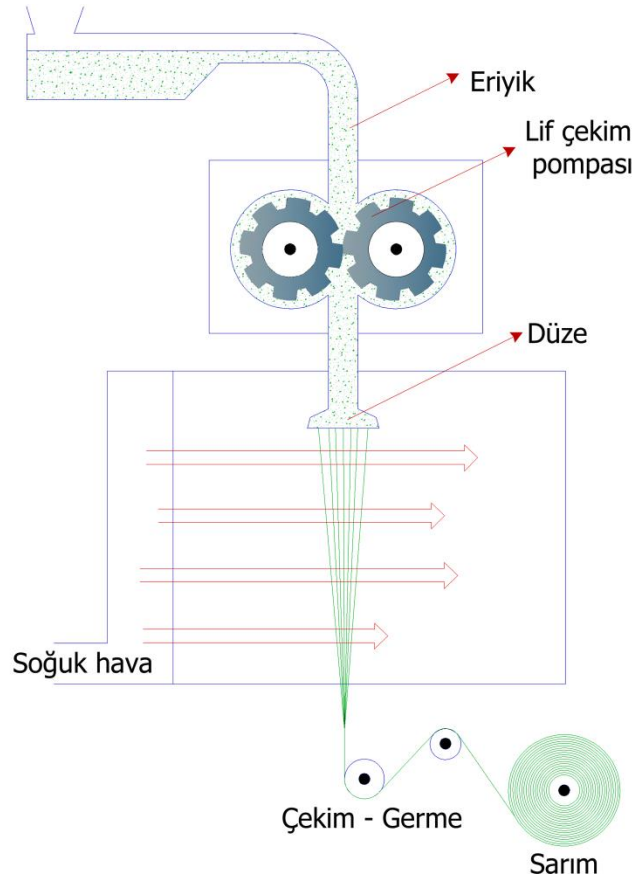
Kimyasal liflerin işlemleri ise tamamen farklıdır. Bu lifler lif çekim çözeltisinden ya da polimer eriyiğinden üretilmektedir. Kimyasal liflerin çoğu polimer eriyiği ya da lif çekim çözeltisinden üretilmektedir. Kimyasal lifler üç farklı yöntemle göre üretilmektedir:

1. Yaş lif çekimi
2. Kuru lif çekimi
3. Eriyikten lif çekimi

Her üç yöntemde de ana prensip ortaktır: Tüm yöntemlerde, lif çekim pompası, oldukça viskoz bir sıvı olan lif çekim çözeltisi/eriyiğini, üzerinde çok sayıda delikler içeren şekillendirici bölüme yani düzeye göndermektedir. Lif çekim çözeltisi / eriyiği düzeden basıncın etkisiyle yönlendirilmiş olarak çıkmaktadır. Yeni çekilmiş olan bu şekillenmiş lif çekim eriyiği kimyasal reaksiyonlar, çöktürme ve katılaşma sonrasında gerçek lif halini almaktadır. Lif çekim yöntemleri arasındaki asıl fark toz ya da pelet şeklindeki hammaddenin nasıl sıvı hale getirildiğidir.

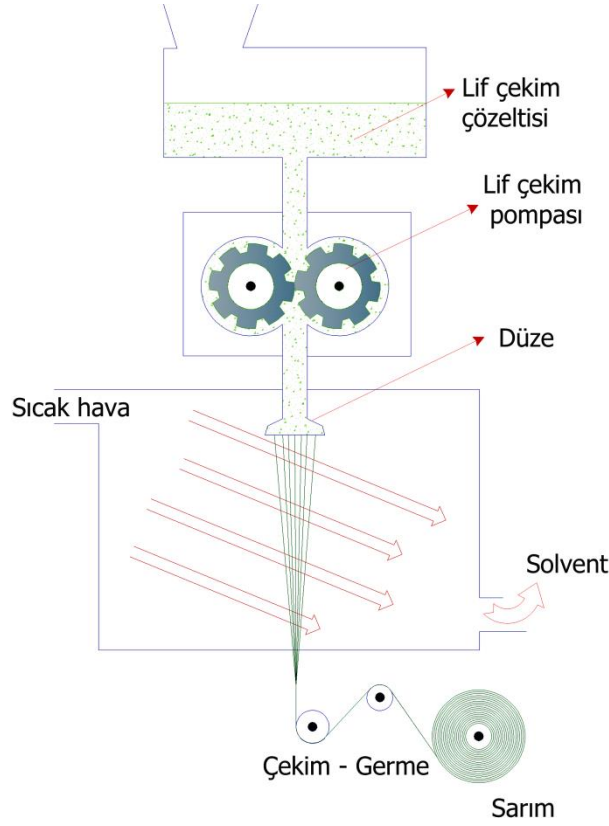
Yaş ve kuru lif çekim yöntemlerinde hammadde lif çekim için gerekli viskoz sıvı hale çözgen kullanılarak getirilmektedir. Bu nedenle bu yöntemler, çözeltiden lif çekim yöntemleri olarak adlandırılmaktadır. Isı ile erimeyen bozunan polimerler için uygulanan bu lif çekim yönteminde uygulanan işlemler karmaşıktır. Eriyikten lif çekiminde ise, polimer cipsleri eritilerek lif çekim için gerekli viskoz sıvı haline getirilmektedir. Lif çekim yöntemlerinde, lif çekim çözeltisinin /eriyiğinin düzeden çıktıktan sonra katılaştırma şekilleri de farklıdır.

Eriyikten lif çekiminde, lif eriyiği soğuk hava kanalına çekilmektedir (Şekil 4). Bu yöntemde çözgen kullanılmadığı için yan ürünlerin geri kazanımına gerek yoktur. Poliester ve poliamid lifleri bu yöntemle göre üretilmektedir.



Şekil 4. Eriyikten lif çekim yöntemi

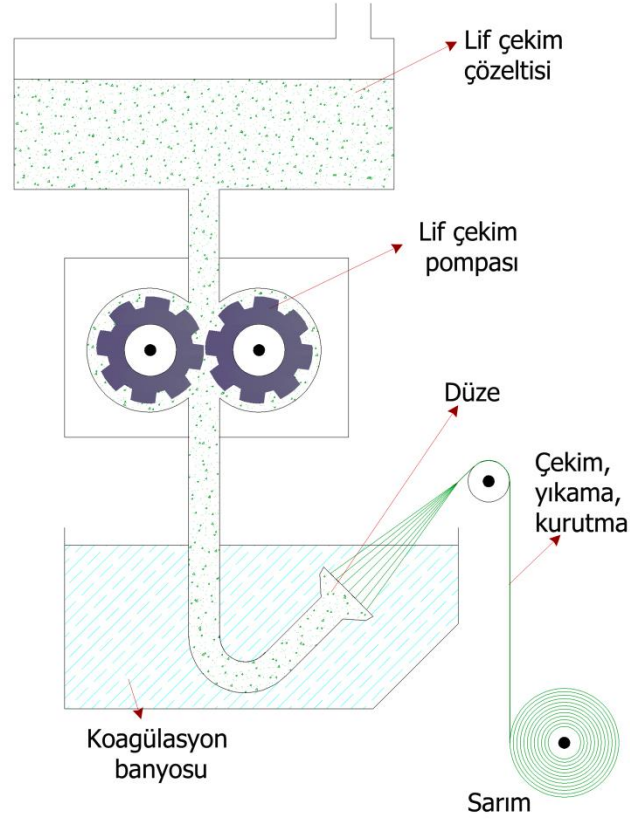
Kuru lif çekim yönteminde, lif çekim çözeltisi ılık hava akımı bulunan bir kurutma kanalına çekilmektedir (Şekil 5). Kurutma bölümünde uçucu çözümler (aseton gibi) buharlaşarak lif üzerinden uzaklaşmasıyla filamentler katılaşır. Ekolojik ve ekonomik nedenlerle bu yöntemdeki çözümler geri dönüştürülmek (recycle) zorundadır. Polivinilklorür bu yöntemle üretilmektedir. Bu yöntemle ülkemizde lif üretimi bulunmamaktadır.



Şekil 5. Kuru lif çekim yöntemi

Yaş lif çekim yönteminde, lif çekim çözeltisi bir koagülasyon banyosuna çekilmektedir (Şekil 6). Bu yöntemde çözgen (dimetilformamid gibi) koagülasyon banyosundaki kimyasallarla nötrleştirilmekte ve böylece lifler katılaşmaktadır. Bu yöntemde de çözgenin geri kazanımı (regeneration) masraflı olmasına rağmen zorunludur. Poliakrilonitril lifleri bu yöntemde üretilmektedir. Multifilament halinde üretilen akrilik lifleri 40000'den 150000'e kadar delik içeren düzelerle çekilebilmektedir.

Ülkemizde üretimi olmayan viskoz ve bakır ipeği lifleri de yaş lif çekim yöntemi ile üretilmektedir.



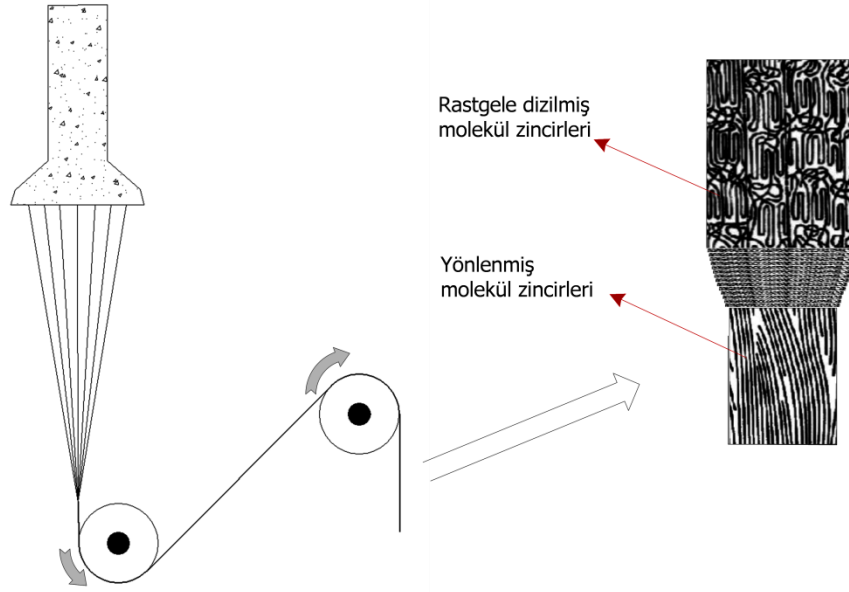
Şekil 6. Yaş lif çekim yöntemi (Wuffhorst vd., 2006)

Lif üretiminin tamamlanmasının ardından lif içindeki makromoleküller rastgele yönlerde yerleşmiş bulunmaktadır. Ancak lif mukavemetinin yeterli değere getirilmesi amacıyla makromoleküllerin paralelleştirilmesi gerekmektedir. Bu işleme çekim (drawing) ismi verilmektedir. Bu aşamada lif çapı küçülerek lif içindeki makromoleküller de lif eksenine paralel yönlenmektedir (Şekil 7).

Lif çekiminin sonucunda, tek bir sonsuz (kesiksiz) lif (monofilament) ya da çok sayıda sonsuz lifin bir arada olduğu iplik (multifilament) elde edilmektedir. Elde edilen bu filamentler hacim ve kıvrım kazanmaları amacıyla tekstüre edilmektedir. Ardından kullanım yerine göre gerekiyorsa istenen uzunlukta ştapel lif (kesikli lif) haline getirilmeleri için kesilmektedir. Bu ştapel lifler, doğal liflerle karışım yapılarak iplik haline getirilebilmektedir.

Preparasyon İşlemleri, yapay lif üretimi ile bu liflerden iplik ve tekstil yüzeyi elde edilmesi sırasında sürtünme etkisini en aza indirmek için yağlama, yumuşatma, statik elektriklenmeyi önleme ve lifleri bir arada tutma etkisi kazandırmak için uygulanan işlemlerdir. Eğer yumuşaklık, kayganlık, antistatiklik sağlayan maddeler yapay lif üretimi sırasında veriliyorsa buna “preparasyon”, eğer iplik ve tekstil yüzeyi üretimi sırasında aplike ediliyorsa buna “avivaj” denilmektedir. Preparasyon maddelerinin farklı kimyasal yapıları nedeniyle lif/lif sürtünme ve lif/metal sürtünme özellikleri farklıdır. İşlemlerde istenen etkinin sağlanması için iki ya da daha fazla preparasyon maddesinin birbirine karıştırılarak

uygulanması şeklinde çalışmalar yaygındır. Bu maddeler genellikle suda çözünmediği için emülsiyonlar halindedir. Tablo 1’de yapay liflerde kullanılan preparasyon maddeleri verilmektedir.



Şekil 7. Germe-çekme (drawing) işlemi ile liflerin oryantasyonu

Lifler üzerine tutunan preparasyon maddesi miktarları lif cinsine, aplikasyon şartlarına göre değişmektedir. Örneğin çok düşük higroskopik nem içermeleri dolayısıyla poliester lifleri (higroskopik nem %0,2) üzerindeki preparasyon maddesi konsantrasyonu, yaklaşık aynı miktarda preparasyon maddesi uygulanmış poliamid 6 liflerinden (higroskopik nem %4) yaklaşık otuz kat fazla olmaktadır. İplik preparasyonunda en çok kullanılan kayganlaştırıcılar parafin esaslı mineral yağlardır (ham petrolün saflaştırılması sırasında oluşan sıvı yan ürün olan yağ). Ancak termostabilitesi olan maddelere gereksinim artması nedeniyle parafin yağlarının yerini alan başka yağlar (ester yağları) bulunmaktadır. Bununla birlikte parafin yağları atık suda parçalanamamaktadır (Tarakçıoğlu, 1986).

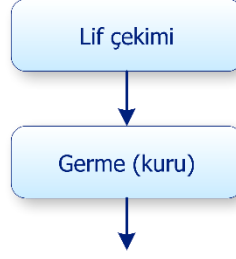
Tablo 1. Yapay liflerde kullanılan preparasyon maddeleri (Tarakçioğlu, 1986)

Kayganlaştırıcı Maddeler	Emülgatörler	Antistatikler
A. Doğal kayganlaştırıcılar	A. Anyonik	A. Anyonik
-Parafin esaslı yağlar (ham petrolün saflaştırılması sırasında oluşan sıvı yan ürün olan yağ) -Bitkisel esaslı yağlar -Hayvansal esaslı yağlar	-Sabunlar -Sülfonlanmış yağlar -Sodyumdioksil süksinatlar -Etoksilenmiş alkil fosfat tuzları	Fosforik asit esterleri (Alkanolamin ve metal tuzları)
B. Sentetik kayganlaştırıcılar	B. Katyonik	B. Katyonik
-Esterler -Polieterler -Silikonlar -Etoksilenmiş yağ asit ve alkoller -Polietilen dispersiyonları -Polibutilen -Etoksilenmiş hint yağı	-Yağ aminleri -Etoksilenmiş yağ aminleri -Kuaterner azot bileşikleri -Etoksilenmiş kuaterner bileşikler	Kuaterner amonyum bileşikleri (klorürler, metilsülfatlar, etilsülfatlar)
	C. Noniyonik	C. Noniyonik
	-Gliserin monooleatlar -Etoksilenmiş alkoller -Etoksilenmiş yağ asitleri -Etoksilenmiş alkil fenoller -Glikoller -Etoksilenmiş yağ aminleri	Etoksilenmiş yağ amidleri
	D. Amfoterik	D. Amfoterik
	-Aminoasitler bunların tuzları (sarkosidler) -Betainler	Betainler

Kesikli lif üretiminde de liflere lif çekim, germe-çekme ve tekstüre sırasında preparasyon işlemleri uygulanmaktadır. Düz poliester filamentlerde iyi kayganlık ve antistatiklik ve liflerin bir arada bulunmasını destekleyen preparasyon iyi sonuç vermektedir. Bu özellikte en ucuz preparasyon karışımı, %50-70 mineral yağ ve %40-20 non-iyonik emülgatör karışımıdır. Ayrıca lif tutunması için %10 maleik asit anhidrit, poliakrilat ve yağ-asidi-arkosidler de eklenebilmektedir (Tarakçioğlu, 1986). Şekil 8’de lif üretiminin hangi aşamalarında preparasyon maddesi verildiği görülmektedir. Özellikle örgü mamuller için kesiksiz filamentlerin ve elastomer liflerin üretiminde kullanılan preparasyon madde miktarları daha yüksektir (IPPC, 2003).

Tekstüre işlemleri, filamentlerden (sürekli lif – kesiksiz lif) tekstil ürünleri üretiminde en önemli işlem adımlarından bir tanesidir. Bu işlemde kıvrımsız olan filamentler termoplastik özellikleri kullanılarak tekstüre işlemine tabi tutulmakta ve ardından kıvrım kazanmaktadır. Kıvrımlar filamentlere, doğal kesikli liflerden üretilmiş ipliklerinki gibi bir tutum, daha iyi ısı izolasyonu ve yüksek elastiklik kazandırmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle tekstüre edilmiş iplikler, halılarla ve ince çoraplarda kullanılmaktadır.

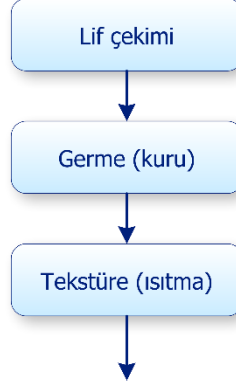
Kesiksiz düz filament



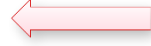
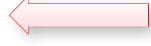
Olası preparasyon maddesi ilave noktaları



Kesiksiz tesktüre filament

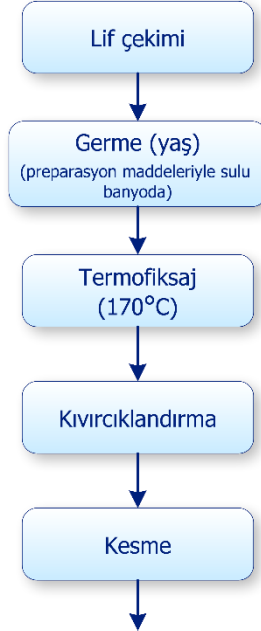


Olası preparasyon maddesi ilave noktaları

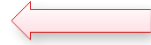


Eksilen preparasyon maddesi miktarını yerine koyma

Kesikli elyaf



Olası preparasyon maddesi ilave noktaları



Eğer gerekliyse



Şekil 8. Lif çekimi sırasında preparasyon maddelerinin verildiği işlem adımları

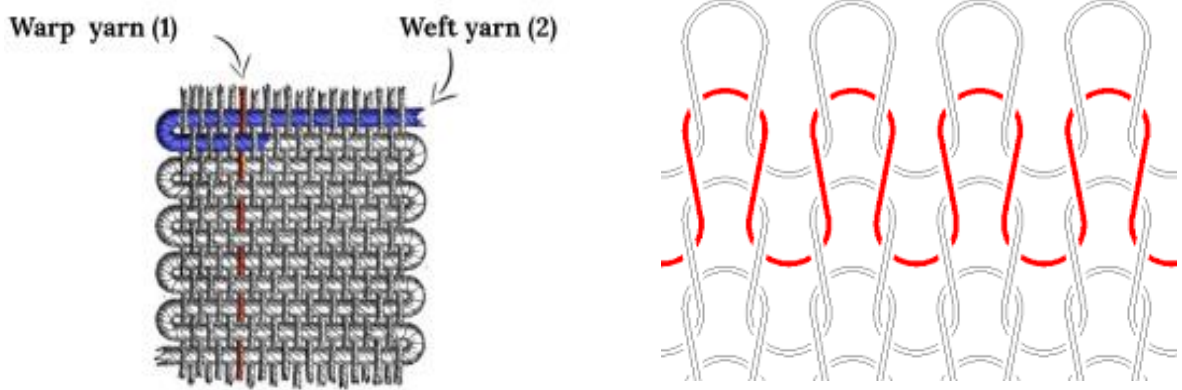
2.2. Tekstil Yüzeylerinin Elde Edilmesi

Tekstil yüzeyleri – kumaşlar dokuma, örme ya da dokusuz yüzey (nonwoven) teknolojisi ile üretilmektedir. Örme ve dokuma kumaşlar için liflerden mutlaka iplik üretilmesi gerekirken, dokusuz yüzeyler liflerin çeşitli şekillerde birbirine tutunmalarının sağlanması ile üretilmektedir.

Dokuma işlemleri için ipliklerin önce Dokuma Hazırlık Dairesi'nde işleme tabi tutulması gerekmektedir. Burada çözgü iplikleri (dokuma kumaşlarda kumaş uzunluğu boyunca uzanan iplikler) dokuma işlemleri için hazırlanmaktadır. Çözgü iplikleri birbirlerine paralel halde çözgü levendi adı verilen silindirler üzerine sarılmaktadır. Haşılama işleminin ardından da dokuma tezgahına yerleştirilmekte ve dokuma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bir dokuma kumaş, iki farklı ipliğin (çözgü ve atkı iplikleri) dik açı ile kesiştikleri kumaş olarak karakterize edilmektedir (Şekil 9). Atkı ve çözgü ipliklerinin birbirleri ile farklı şekillerde kesişmeleri ile farklı dokuma yapıları – dokuma desenleri oluşmaktadır.

Örme işlemi diğer bir kumaş elde etme yöntemidir. Bu işlemde ipliklerin ilmekler halinde tekstil yüzeyini oluşturması sağlanır. Bu biçimin dokumadan farklı olması (Şekil 9-b) nedeniyle örme yapılar daha gevşek ve hacimli olmaktadır. Örme kumaşların karakteristik özellikleri, yumuşak tutum, yüksek gözeneklilik, termal izolasyon ve iyi dökümlülüktür.

Diğer tekstil yüzeyi elde etme yöntemi ise dokusuz yüzey (nonwoven) üretimidir. Bu işlemde iplikler bulunmayıp liflerden tülbentler halinde yüzeyler üretilmektedir. Bu tülbentlerde liflerin stabilize edilmesi ile nonwoven – dokusuz yüzey elde edilmektedir (Şekil 10).



a) Dokuma kumaş yapısı

b) Örme kumaş yapısı

Şekil 9. Dokuma ve örme kumaş yapısı



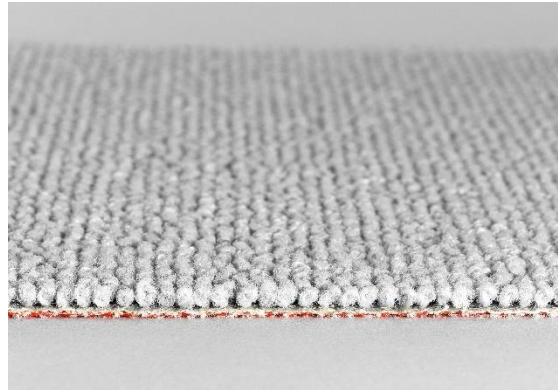
Meltblown Dokusuz Yüzey



Spunbond Dokusuz Yüzey



İğneleme ile sabitlenmiş Dokusuz Yüzey



Tufting yüzey

Şekil 10. Dokusuz yüzeyler ve tufting yüzey örnekleri

Tülbent, liflerin bir araya gelerek oluşturduğu yüzeydir. Farklı sayılarda tülbentlerin üst üste konularak birleştirilmesiyle oluşturulan yapıya da tülbent denilmektedir. Tülbentler mekanik, hidrodinamik ya da aerodinamik olarak üretilmektedir.

2.3. Terbiye İşlemleri

Tekstil terbiyesi kısaca ham kumaşı, tüketicinin talebini ve beğenisini karşılayacak şekilde son ürüne dönüştüren işlemler olarak tanımlanabilmektedir. Bu işlemlerle birlikte kumaş performansı ve görünüşü değişmektedir.

Terbiye işlemleri üç adımda uygulanmaktadır. Bunlar;

- lif üzerindeki istenmeyen maddelerin ve kirlerin uzaklaştırıldığı “ön terbiye”,
- renklendirme ve/veya desenlendirme amacıyla “renklendirme-boyama ve baskı”
- ürün özellikleri ile giysi konforunu artırmaya yönelik modifikasyonlar, “bitim işlemleri – apre” işlemleridir.

renklendirme (boyama ve/veya baskı) ve bitim işlemleridir (apre). Bu işlemlerin amacı lif üzerindeki istenmeyen maddelerin ve kirlerin uzaklaştırılmasıdır (Ön Terbiye).

Tekstil ürünlerinin terbiye işlemleri genel olarak ikiye ayrılmaktadır.

- a. Yaş terbiye işlemleri: Bazik işlem - buruşmazlık işlemlerine kadar çok değişik işlemler dahildir.
- b. Kuru terbiye işlemleri: Bitim işlemlerinin (apre) bir kısmı kuru işlemlerdir.

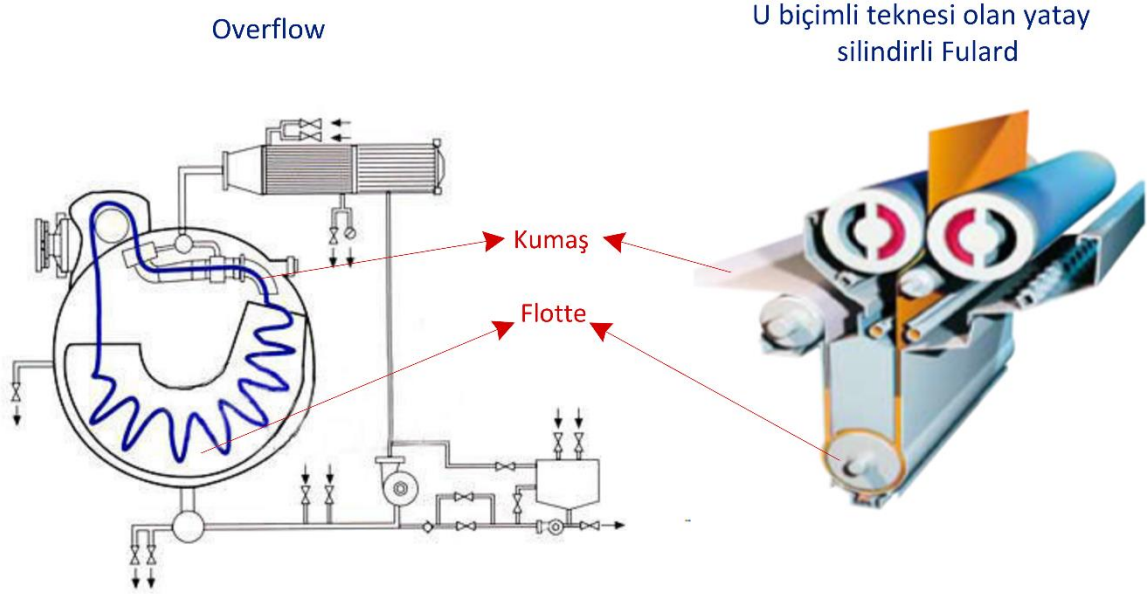
Bir yaş terbiye işlemi de üç temel işlem -den oluşmaktadır:

- a. Kimyasal maddelerin kumaşlara aktarılması (aplikasyon),
- b. Yıkama ve durulama
- c. Kurutma

Sulu ortamda sıvı ya da katı haldeki kimyasal maddelerin suda çözünmesi ya da düzgün dağıtılması (emülsiyon-dispersiyon) ile elde edilen flottenin (işlem banyosunun – işlem çözeltisinin) tekstil ürünüyle bir araya getirilmesi “aplikasyon” olarak isimlendirilmektedir. Aplikasyon için en çok kullanılan yöntemler “emdirme” ve “çektirme” yöntemleridir (Tarakçıoğlu, 1979; Çoban, 1999).

Çektirme bol miktarda çözelti (flotte) içerisinde bulunan tekstil ürünü tarafından kimyasal maddelerin çekilip üzerine alındığı işlem -dir. Aplikasyon süresinin uzun olması, çok su kullanılması (kg kumaş başına düşen flotte miktarının yüksek olması), kimyasal maddelerin kullanıldıkları liflere karşı afinitesi olması, kesikli yöntemlere ve genelde halat halinde çalışmaya uygun olması, aplikasyon ve fiksaj - reaksiyonun işlem sırasında gerçekleşmesi çektirme yönteminin özellikleri olarak sayılmaktadır. Çektirme yöntemi makineleri, haspel, jigger, overflow, jet, universal boyama aparatları sayılabilmektedir. Şekil 12’de overflow görülmektedir.

Emdirme yönteminde ise tekstil ürünü flotte içerisinden hızlıca geçirilerek flotte ile emdirilir. Emdirilen flotte fazlası çıkıştaki silindirler ile sıkılarak alınmaktadır. Emdirme yönteminin özellikleri ise, sürenin kısa olması (5-30 saniye), az su kullanımı (flotte oranının düşük olması), kimyasal maddelerin life karşı afinitesi olmaması, aplikasyonun fulardda fiksaj-reaksiyonun farklı bir yerde gerçekleşmesi ve genelde kesintisiz (kontinü) sistemlerde ve açık en olarak çalışmasıdır. Emdirme yönteminin klasik ve tek makinesi Fularddır (Şekil11).



Şekil 11. Çektirme yöntemine göre (solda) ve emdirme yöntemine göre (sağda) çalışan makineler

“Yıkama” işlemleri tekstil üzerindeki bir sonraki işlemi rahatsız eden kendi yapısından gelen ya da yapılan işlemde üzerinde kalan yabancı maddeleri uzaklaştırmaktır.

“Kurutma” yaşı bir işlemde çıkmış üzerinde ağırlığının %150-300’ü kadar su içeren tekstil ürününden suyun uzaklaştırılması işlemidir. Kurutma suyun mekanik ve ısı olarak uzaklaştırılması işlemidir. Mekanik kurutma işlemlerine ön kurutma işlemleri (sıkma, santrifüj, balon sıkma, vakumlu su uzaklaştırma), ısı kurutma işlemlerine de asıl kurutma işlemleri (konveksiyon yoluyla, temas yoluyla, radyasyon yoluyla, yüksek frekans ile ve yakarak) denilmektedir. Asıl kurutma makineleri kimyasal maddeye de bağlı olarak hava emisyonları açısından önemli makinelerdir. En çok kullanılan asıl kurutma yöntemi konveksiyon yoluyla kurutma, en çok kullanılan makine de ramözdür (Şekil 12).

Ramözlerin tekstil terbiyesinin en önemli makinesi olmasının, bu kadar çok kullanılmalarının sebebi sadece yıkama sonrası kurutma makinesi olmayıp hem en ve boy ayarının yapılabildiği hem de çarpan hava nedeniyle tutumun iyileştirildiği makineler olmasıdır. Ramözler aynı zamanda buruşmazlık, yumuşatıcı, güç tutuşurluk vb. kimyasal bitim işlemlerinden sonra kurutmada, kondenzasyonda ve termofiksajda da kullanılmaktadır.



Şekil 12. Ramöz

Ramözler için gerekli ısı enerjisi, ya cihaz üzerinde bulunan sıvı veya gaz yakıtlı brülörler ile ya da tesisin merkezi buhar sisteminden gelen buhar ile sağlanmaktadır. Ramözlerde kurutma veya termofiksaj işlemi sırasında oluşan ürünler (su buharı, organik gaz ve buharlar vd.) yanma gazları (brülörlü sistemlerde) ile birlikte bacadan atmosfere verilmektedir.

Terbiye işletmelerinde kumaşlar tüp–halat ve/veya açık en halinde işlem görebilmekte, sürekli ve/veya kesikli işlemler halinde uygulanabilmektedir. Bu farklı işlemlerde kullanılan makineler çalışma prensipleri aynı olmakla birlikte birbirinden ayrılmaktadır.

Terbiye işlemlerinin uygulandığı tek üretim adımı kumaş üretimi sonrası değildir. Terbiye işlemleri üretim sürecinin farklı aşamalarındaki ürünlere liflere, ipliklere, kumaşlara ya da son ürünlere de uygulanabilmekte, işlemlerin sırası çok değişken olabilmekte ve son kullanıcının gereksinimlerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Terbiye işlemleri, Şekil 2’de verilen tüm üretim adımlarında (lif, iplik, kumaş üretimi, konfeksiyon) uygulanabilmektedir.

Bu bölüm ham kumaşın terbiye dairesine girdiğinde ilk olarak işlem gördüğü bölümdür. İşletmelerde özellikle ağartma için kullanılmakla birlikte kasar terimi ön terbiye işlemleri yerine kullanılmaktadır. Burada uygulanan işlemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Yakma; kumaş yüzeyinden çıkmış olan ve uzaklaştırılmadığında pürüzlülüğe, mat görünüme ve terbiye işlemleri sonrası boncuklanmaya sebep olan lif uçlarını alevle yakarak uzaklaştırma işlemidir. Kumaşların tek yüzü ya da iki yüzü alevli bekler önünden geçerken lif uçları yanarak yok olmaktadır.

Elektrikli, levhalı ve gazlı yakma makineleri bulunmakla birlikte en çok kullanılan gazlı tüp yakma makineleridir. Genellikle doğalgaz ya da bütan, propan gibi gazlar kullanılmaktadır.

Haşıl Sökme; dokuma hazırlık dairesinde çözgü ipliklerine uygulanan haşıl maddelerinin sonraki terbiye işlemlerinin etkinliğini ve homojenliğini bozmaması için uzaklaştırılması işlemidir. Poliakrilat ya da Polivinilalkol gibi maddeler etkin bir yıkama ile uzaklaştırılırken nişasta haşılının uzaklaştırılması için amilaz enzimlerinin kullanıldığı enzimatik işlemler yapılması gerekmektedir.

Bazık işlem (Hidrofilleştirme), ham pamuklu kumaşların liflerin doğal yapısı gereği üzerinde bulunan ancak terbiye işlemlerinde hidrofiliği vb etkileyecek olan yağ, mum, pektin gibi maddelerin uzaklaşması için sıcak bazık ortamda sabunlaştırılması ya da dispergir hale getirilmesidir. Hidrofilleştirme işleminde baz olarak NaOH tek başına ya da bazen Na_2CO_3 ile birlikte kullanılmaktadır.

Ağartma, pamuklu kumaşlarda liflerin doğal yapısı gereği üzerinde bulunan ve beyaz kumaş üretimi için ya da renkli kumaşlarda daha parlak renk elde edebilmek için bulunmaması gereken renkli pigmentlerin uzaklaştırılmasıdır. Uzaklaştırma işlemi için genelde çeşitli yükseltgen maddeler kullanılabilmekle birlikte NaOCl ve NaClO_2 çevreye zarar vermesi nedeniyle önemini kaybetmiştir. En çok kullanılan ağartma maddesi hidrojen peroksit (H_2O_2)'tir. Pamuklu ürünler için kuvvetli bazık ortamda (NaOH ile pH 10-12), stabilizatör varlığında H_2O_2 ile yapılan ağartma işlemi yünü kumaşlar için de H_2O_2 ile yapılmaktadır. Burada H_2O_2 yanında reçetede az miktarda amonyak ve sodyumfosfat bulunmaktadır.

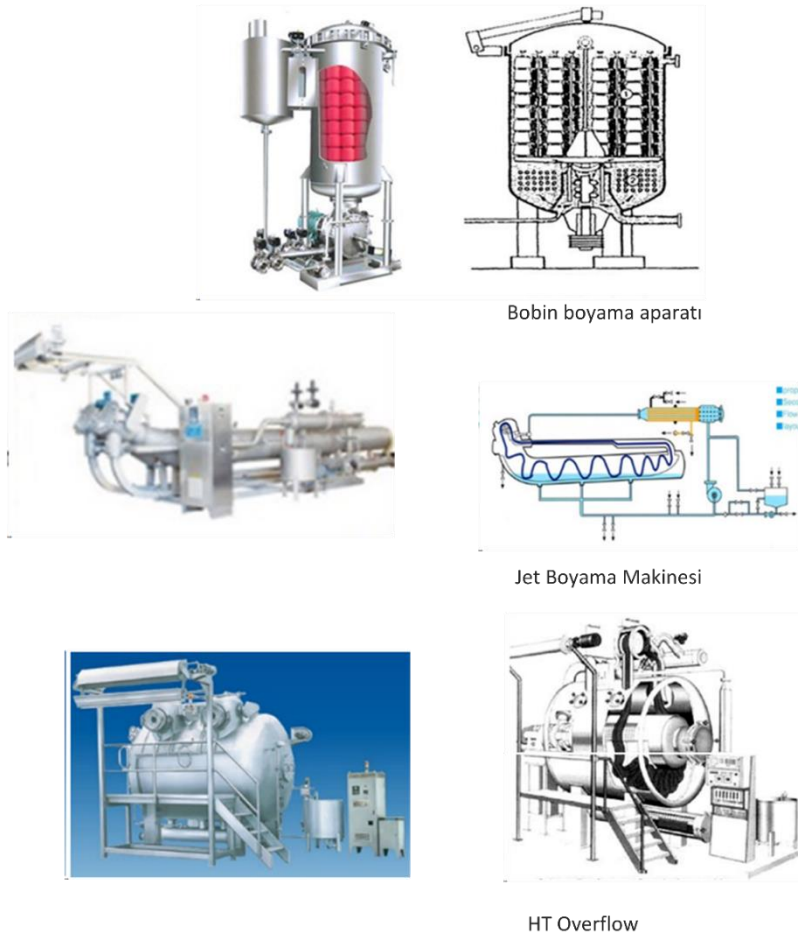
Merserizasyon, yalnızca pamuklu ürünlere uygulanabilen ve pamuklu ürünlerin de bazılarında uygulanan bir işlemdir. Derişik bazık ortamda (%20-26 NaOH) liflerin kısa süreli şişirilip gerdirilmesi ile yapılmaktadır. Lif kesitleri dairesel hale gelmekte, makromoleküller oryante olmakta bu da pamuk liflerinin parlak görünmesini ve mukavemetinin artmasını sağlamaktadır.

Yünlü ürünlerin ön terbiyesinde, yün liflerinin yünün doğal yapısından gelen yağ, kir, ter, vb. maddelerinin uzaklaştırılması için yıkanması gerekmektedir. Yıkama genelde su ile yapılmakla birlikte çözgenle (trikloretilen) yıkama sistemleri de mevcuttur.

Renklendirme İşlemleri. Renklendirmede asıl amaç, kumaşa ilk denemede çekicilik ve istenen rengin / desenin kazandırılmasıdır. Boyama ürünlerin her yerini bütünüyle renklendirme, baskı ise bölgesel renklendirme olarak kısaca tanımlanabilmektedir.

Boyama işlemlerinin sonucunu etkileyen faktörler; özellikle boyanacak lifin cinsi, boyarmaddenin cinsi, yardımcı kimyasal madde kullanımı, boyama yöntemi, aplikasyon yöntemi, boyama sıcaklığı ve süresi olarak sayılabilmektedir. Boyarmaddeler farklı şekilde sınıflandırmaktadır. Bunlardan bir tanesi olan iyonik durumlarına göre sınıflandırmada, boyarmaddeler anyonik (reaktif, substantif, asidik, 1:2 metal kompleksi), katyonik (bazık), non-iyonik (dispersiyon, pigment) şeklinde sınıflandırılabilir. Boyama işlemleri emdirme ya da çektirme yöntemlerine göre yapılabilmektedir. Şekil 13'te boyamada

kullanılan bazı makineler görülmektedir. Hava emisyonu açısından önemli olan Termosol işlemi özellikle poliester/pamuk karışım kumaşlara emdirme-kurutma-kuru ısı ile fiksaj ardından yardımcı madde emdirme ve buharlayıcıda reaktif boyarmaddenin fiksajı yoluyla uygulanan boyama işlemidir. Poliester üzerinde dispersiyon boyarmaddenin fiksajı için 20-30 saniye süreyle 200-220 oC sıcaklık uygulanmaktadır. Poliesterin özellikle yünle ve elastanla karışımlarında yüksek sıcaklığa çıkılamadığından etkili boyama için taşıyıcı (carrier) kullanımı olmaktadır. O-fenilfenol, bifenil, metilnaftalen, triklorbenzen, dietil-ftalat, dialil-ftalat, butilbenzoat en çok kullanılanlara örnek olarak verilebilir. Benzaldehit ise aramid liflerinin boyanmasında kullanılmaktadır.



Şekil 13. Boyama makineleri

Baskı işlemleri bölgesel renklendirme işlemidir. Bir baskı reçetesinde bulunması gereken maddeler esas olarak, boyarmadde, çözücü maddeler, çözünmeyi artırıcı kimyasallar (üre, etilen glikol, vb.), kıvamlaştırıcı maddeler (nişasta, kitre, arap zamkı, alginat, sentetik kıvamlaştırıcılar, vb.), diğer yardımcı maddeler (asit, baz, tuz, yükseltgen maddeler, indirgen maddeler vb.) olarak gruplandırılabilir. Şekil 14'te bir rotasyon baskı makinesi görülmektedir.



Şekil 14. Rotasyon baskı makinesi

Bitim İşlemleri (Apre). Bitim işlemleri, isminden de anlaşılacağı gibi tekstil terbiyesinde ön terbiye ve renklendirmenin ardından yapılan işlemlerdir. Tekstil terbiyesinde bitim işlemleri,

- Tekstil ürünün tutumunu, görünümünü değiştirmek ve geliştirmek;
- Tekstil ürününe yeni kullanım özellikleri ve fonksiyonel kazandırmak ve
- Konfeksiyonda çalışma ve işleme kolaylığı sağlamak

amaçlarıyla uygulanmaktadır.

Tekstil bitim işlemleri mekanik ve kimyasal bitim işlemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Mekanik bitim işlemleri, (kalandır, sanforizasyon, şardonlama, pres, krablama, dekatür, dinkleme, vb.) çoğu kuru uygulanan bitim işlemleridir. Kimyasal bitim işlemleri (tutum sağlayan bitim işlemleri, su iticilik, kir iticilik, buruşmazlık, güç tutuşurluk, keçeleşmezlik vb.) ise sulu ortamda kimyasal maddeler kullanılarak yapılan işlemlerdir. Kimyasal bitim işlemleri ramözlerin önüne yerleştirilmiş fulardlarda uygulanmakta ve doğrudan ramöze girerek kurutulması ve kondenzasyonu sağlanmaktadır.

Selülozik lifler için kimyasal bitim işlemleri, yün lifleri için mekanik bitim işlemleri ve sentetik lifler için de antistatiklik, antipilling ve termofiksaj vb. bitim işlemleri öne çıkmaktadır. Aşağıda bitim işlemlerine örnekler anlatılmıştır.

1. Yumuşak tutum sağlayan bitim işlemleri, yumuşaklık sağlamak için uygulanan ve daha çok aminofonksiyonel silikon yağlarından elde edilen makro ve mikro silikon bileşikleri kullanılan kimyasal bitim işlemidir.
2. Su iticilik bitim işlemi, kumaşların su ile ıslanmasını engellemek amacıyla uygulanan bitim işlemidir. Bunun için uzun zincirli su itici gruplara sahip olan kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Son yıllarda en çok kullanılan su iticilik maddeleri metilsiloksan molekülleridir.
3. Yağ iticilik bitim işlemi, yağlı kirlenmelere karşı en etkili maddeler florokarbon (perfloralkil) bileşikleridir.

4. Antimikrobiyel bitim işlemi, özellikle hastane, çocuk yuvası, otel vb. yerlerde, oraya çok farklı kaynaklardan taşınan mikropların üreyip çoğalmasını önlemek için uygulanmaktadır. Kuarterner amonyum bileşikleri vb. kullanılmaktadır.
5. Buruşmazlık bitim işlemi, tekstil ürünlerine bakım kolaylığı sağlamak için buruşmalarını engellemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu işlem için reçine oluşturan bileşikler (üreformaldehit ve melaminformaldehit bileşikleri, örneğin Dimetlölüre (DMU)) ve reaktan bileşikler (en çok kullanılan Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU)) kullanılmaktadır. Bu işlemin en önemli sakıncası işlem sırasında ve daha da önemlisi depolama ve kullanım sırasında açığa çıkan kanserojen bir madde olan formaldehittir.
6. Güç tutuşurluk bitim işlemi, bir tekstil ürününü tutuşturmak için gerekli enerjinin artırılması ve tutuştuğunda açığa çıkardığı enerjinin azaltılması amacıyla uygulanmaktadır. Bu işlem sonunda tekstil ürünü alevle temas ettiğinde etkilense bile alev uzaklaştırıldığında sönmektedir. Pamuklu kumaşların güç tutuşurluk işlemleri için Tetrakishidroksimetil fosfonyum klorür (THPC) kullanılmaktadır. Ayrıca dialkilfosfonokarbonikasitamid yapıdaki güç tutuşurluk maddesi (ticari ismi Pyrovatex CP) de önemli bir kullanım alanına sahiptir. Çok yüksek miktarlarda kullanılan güç tutuşurluk maddelerinin yıkama dayanıklılığı için reçetede formaldehit açığa çıkaran maddeler de kullanılmaktadır. Yünlü ürünler için en uygun güç tutuşurluk maddeleri titanyum ve zirkonyum tuzlarıdır. Poliester için brom içerikli ürünler ve poliakrilonitril için ise flor-borat en etkili olanlardır. Ancak çeşitli sakıncaları nedeniyle kullanımları kısıtlanmıştır. poliamid için tioüre etkili olmakla birlikte yıkamaya dayanıksızdır.

Termofiksaj, termoplastik özellikteki tekstil materyallerinin genellikle terbiye işlemlerinden önce gördüğü eğirme, tekstüre ve kumaş oluşumu işlemleri sırasında oluşan iç gerilimlerinden kurtulması ve şekil ve boyut stabilitesi için uygulanmaktadır. Termofiksaj işlemi, kumaşları nemli ya da kuru yüksek sıcaklık (lifin camlaşma noktası ya da bu sıcaklığın üzerinde bir sıcaklık) ve ardından da bir soğutmaya maruz bırakarak yapılmaktadır. Camlaşma noktası, liflerin amorf bölgelerinin şekil değiştirebilir hale geldiği, erime noktasından düşük bir sıcaklıktır ve her lif için farklıdır. Bu işlem eğer başka işlem adımlarında yapılacaksa ön terbiye sırasında yapılmak zorunda değildir. Termofiksaj genellikle poliester ve poliamid gibi termoplastik sentetik lifler içeren kumaşlara uygulanmaktadır.

Termofiksaj işlemleri genellikle ramözde yapılmaktadır. Poliester oranı %50 ve üzerinde olan pamuk/poliester karışım kumaşların ramözün gergeflerinde gerilerek yüksek sıcaklıktaki kabinlerden kumaş türüne vb. göre ayarlanan bir hızda geçirilmesiyle uygulanmaktadır.

Kaplama ve Laminasyon İşlemleri. Kumaşlar, koruyucu tabaka elde etmek ve yapay deri ya da benzeri materyalleri üretmek için ince polimer filmlerle kaplanmaktadır. Kaplama

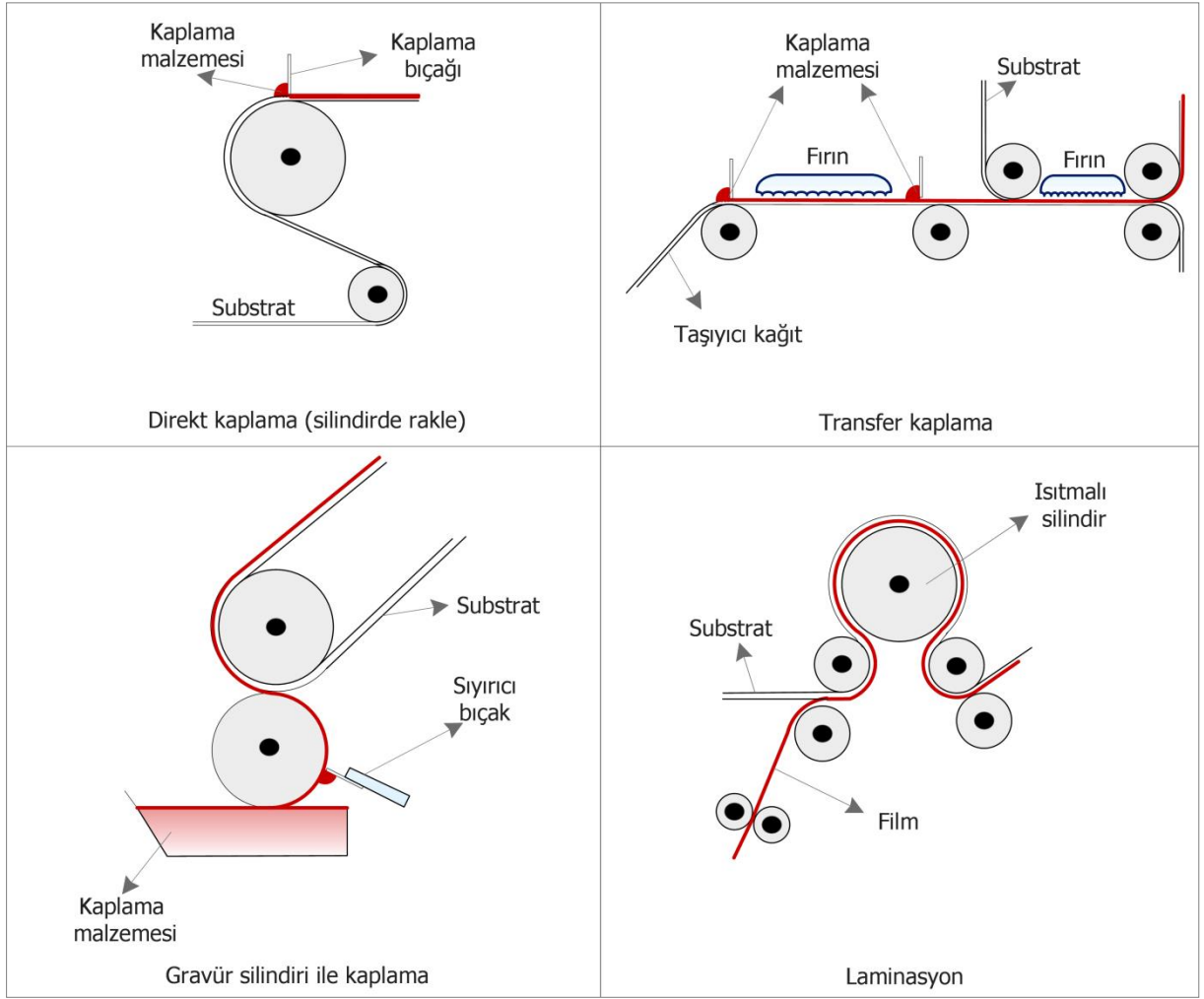
hazırlanan kaplama pastasının emdirilmesi, sürülmesi ya da silindirler aktarılması şeklinde uygulanabilmektedir. Şekil 15'te çeşitli kaplama yöntemleri görülmektedir. Kaplama reçeteleri genel olarak polimer (ana bileşen), çözenler, pigmentler, plastikleştiriciler, lubrikantlar, ve dolgu maddelerinden oluşmaktadır. Polivinilklorür, poliüretan ve neopren gibi kauçuk ve sentetik elastomerler kaplamada kullanılan polimerlere örnek olarak verilebilmektedir. Kloropren kauçuk ile kaplama ise sıvı kimyasal maddelerden koruyucu tekstillerin, endüstriyel giysilerin üretiminde kullanılmaktadır. Laminasyon ise ince polimer film tabakası ya da bir kumaş ile diğer kumaşı yapıştırıcı ya da köpükle yapıştırma işlemidir. Şekil 18'de laminasyon yöntemi görülmektedir.

2.4. Konfeksiyon İşlemleri

Tekstil ürünlerinin üretiminin son adımı ise konfeksiyon işlemleridir. Konfeksiyon adımı kumaş parçalarının kullanım alanına göre (hazır giyim, ev tekstilleri, döşemelikler, teknik tekstiller vb.) seri üretimle bir araya getirilmesi gerçekleştirilmektedir. Konfeksiyon adımı gerçekleştirilen üretim işlemleri serim-kesim ve dikim işlemleridir.

2.5. Halı Üretimi

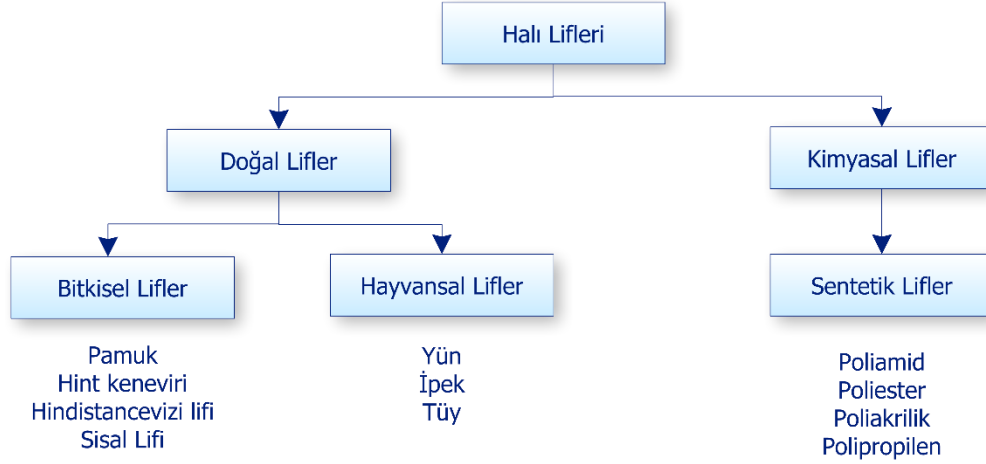
Halılar el halıları ve makine halıları olmak üzere iki şekilde üretilmektedir. Makine halıları dokuma, örme, tufting ya da dokusuz yüzey üretim yöntemleriyle üretilmektedir. Halı üretim adımları yukarıda anlatılan prensiplere göre yapılmakla birlikte halı diğer tekstil ürünlerinden farklı olduğu için makine parkı ve boyutları farklılaşmıştır.



Şekil 15. Çeşitli kaplama yöntemleri

Halılarda kullanılan ipliklerden konvansiyonel tekstillerde kullanılan ipliklere göre farklı özellikler istenmektedir. Örneğin lif incelikleri kaba yün lifi kadar büyük ve buna bağlı olarak da iplik çapları da büyük olmalıdır. Çok yüksek kıvrım oranına sahip olmalıdırlar. Özellikle bukle, havlı ve iğneleme ile sabitleme ile üretilmiş havlı halılarda gerilmeye karşı iyi stabilite istenmektedir. Hav iplikleri hacimli ve yumuşak olmalıdır. Günümüzde artık halı üretiminde en çok sentetik lifler kullanılmaktadır. Halı üretiminde hav (ilme) ipliklerde en çok kullanılan lifler Şekil 16’da görülmektedir. Hav (ilme) ipliklerinin yanında atkıda jüt, çözüde de pamuk ve polyester lifleri kullanılmaktadır.

Parça halılarda kullanılacak halı iplikleri, kesikli sentetik liflerden ve eğer kullanılacaksa yün liflerinden “ştrayhgarn” üretim yöntemine göre üretilmektedir. Tufting halılarda ise filamentler kullanılmaktadır. Dokuma halılar, havlı ve havsız (kilim) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Dokuma halı üretiminde yukarıda anlatılan dokuma yönteminden farklı olarak ek olarak bir hav ipliği de bulunmaktadır. Halı dokuma işlemlerinde halılar iki halı olarak üretilmekte ve hemen yüzey oluşumunun ardından havlar ortasından kesilerek iki halı elde edilmektedir.



Şekil 16. Halı üretiminde en çok kullanılan lifler

Halı üretiminde desenlendirme için çoğunlukla önceden boyanmış iplikler kullanılmaktadır. Tufting ya da iğneleme ile sabitleme yöntemiyle üretilen dokusuz yüzey duvardan duvara halılarda ise farklı boyanma özelliğine sahip liflerin karışımları desenlendirme için kullanılmakta ve bu halılara daha sonra boyama işlemi de yapılabilmektedir. Bu boyama yöntemi kullanılarak benzer hammaddelerin farklı tonlarda boyanması mümkün olmaktadır. Halılar, rotasyon ve dijital baskı makineleri ile basılarak da renklendirilebilmektedir ancak bu durumda boyanın yüzeylerine tutunması sonucu havlarda sertleşme dezavantajı oluşmaktadır. Özellikle duvardan duvara halılara güç tutuşurluk, kir iticilik ya da antistatiklik gibi bitim işlemleri uygulanabilmektedir.

Ayrıca halılara arka yüz (sırt) kaplaması uygulanmaktadır. Arka yüz kaplaması PVC gibi polimerlerle kaplama, stiren-butadien kauçuk (SBR) köpük kaplama ve stiren-butadien ve karbonik asit kopolimeri x-SBR lateksle ön kaplama şeklinde uygulanmaktadır. Sırt kaplaması yapıldıktan sonra halı kurutma işlemine girmektedir. Bu kurutma sırasında hidrojen bağları oluşarak polimer zincirlerinden 3 boyutlu ağ yapısı ve elastiki yapı meydana gelmektedir. Sırt kaplamaları hem boyut stabilitesi hem de havların stabilitesini sağlamakta, zeminde kayganlığı azaltmakta, kenarlardan iplik çıkmasını da engellemektedir. Bazı parça halılarda ve desenli tufting halılarda kumaşın arka yüzüne jüt ya da poliester kumaş yapıştırma işlemi de yine stabiliteyi sağlamak için yapılmaktadır.

3. EMİSYON KAYNAKLARI

Tekstil üretimi, terbiye işlemlerinde çok büyük miktarlarda su kullanılması nedeniyle daha çok su kirliliğine neden olan bir sektör olmakla birlikte enerji üretimi için kullanılan yakma tesislerinin yanısıra üretim süreçlerinde kullanılan kimyasal maddelere bağlı olarak hava kirletici emisyonların da oluştuğu bir sektördür.

Buhar, sıcak su veya kızgın yağ üretimi amacıyla kullanılan yakma tesisleri kullanılan yakıt türü ve yakma tekniğine göre emisyonlar oluşturacaklardır. Proses kaynaklı emisyonlar ise makinelerde uygulanan işlem ve kullanılan kimyasallara göre çok değişik nitelikte gaz ve buhar emisyonları olabilmektedir. Büyük çoğunluğu uçucu organik bileşik (UOB) olan bu kirleticilerin oluştuğu işlemler şu şekilde özetlenebilir:

- Organik çözümlerin kullanıldığı baskı prosesleri (örneğin, pigment baskı patında bulunabilmektedirler);
- Organik çözümlerle temizleme;
- Eğer tekstil materyali termal olarak parçalanabilen veya buharlaşabilen maddeler içeriyorsa (örneğin yağlar, plastikler, bitim işlemi maddeleri, daha önceki işlemlerin kalıntıları) ısı işlemleri (örneğin termofiksaj, kurutma, kondenzasyon);
- Bakım ve yakma ayarları iyi yapılmamış direk ısıtmalı ramözlerde formaldehit ve yanmamış hidrokarbon emisyonları;
- Halıların taban kaplamalarının vulkanizasyonunda.

Aşağıda tekstil işletmelerinde üretim işlemlerine göre hava kirletici emisyon kaynakları tanıtılmaktadır.

3.1. Lif ve İplik Üretimi

Lif üretimi sırasında, reaksiyona girmemiş monomerler (örneğin, PA 6 sentezinde kaprolaktam), düşük molekül ağırlığına sahip oligomerler ve katalizör kalıntıları gibi ürünler polimer sentezi yan ürünleridir ve ısı işlemleri sırasında hava emisyonu oluşturmaktadır (IPPC, 2003). Sentetik lif üretimi sırasında oluşabilecek emisyonlar üç grupta toplanabilmektedir:

1. Proses bacaları ve kaçak emisyonlar halinde UOB,
2. Reaksiyon sistemlerinden inorganik emisyonlar (karbon monoksit (CO), klor (Cl_2), hidrojen klorür (HCl), hidrojen florür (HF), vb.) ve yakma kaynaklarından inorganik emisyonlar (kükürt dioksit (SO_2), azot oksit (NO), vb.)
3. Yakma kaynaklarından, depo yığınlarından, toz ya da granül deterjan gibi katı ürünlerden toz emisyonları

Poliester, naylon ve poliolefin (polipropilen, polietilen) lifleri, eriyikten lif çekim yöntemi ile üretildiği için lif üzerinde çözeltiden lif çekim (yaş lif çekim ya da kuru lif çekim) yöntemi ile üretilen lifler gibi temizlenmesi gereken bir çözümler (solvent) içermemektedir. Ancak lif

üretimi sırasında verilen yağlayıcı-kayganlaştırıcı ve antistatik maddeler ısı işlemler sırasında açığa çıkabilmektedir. Bu işlemler aşağıdadır:

- Germe-Çekme
- Kıvrım verme – Tekstüre
- Termofiksaj
- Kesme (ştapel haline getirme)
- Büküm verme

Akrilik lifleri üretimi sırasında akrilonitril emisyonları oluşmaktadır. Yaş lif çekimi sonucunda lifler üzerinde koagülasyon banyosundan gelen ve yıkama–kurutma işlemleri ile istenmeyen emisyonlar oluşmaktadır. En önemli emisyon akrilonitril emisyonu olup kurutucu bacalarından atmosfere karışmaktadır. Buna ek olarak reaktörlerden, hava uzaklaştırma (de-aerating) ünitelerinden, süspansiyon kollektörlerinden ve yıkama filtrelerinden atılan ve yaş lif çekimi yıkama banyosundan da daha düşük seviyelerde akrilonitril emisyonları olabilmektedir.

İplik üretimi, hava kirliliği açısından önemli bir emisyon kaynağı oluşturan süreç değildir. Harman–hallaç sırasında toz ve lif uçuntuları oluşmaktadır. Özellikle iç ortamı etkileyen bu uçuntuları önlemek için iplik işletmelerinde hareketli vakumlu başlıklar kullanılmaktadır. Bu makinelerin çıkışları ve ortam havalandırma bacaları toz emisyon kaynağı olabilmektedir.

3.2. Kumaş/Tekstil Yüzeyi Üretimi

Dokuma işlemine girecek olan çözgü ipliklerine, dokumadaki aşındırma sorunlarını en aza indirmek için bazı işlemler uygulanmaktadır. Pamuk çözgü ipliklere haşıl maddeleri, kimyasal liflere preparasyon maddeleri (preparasyon maddeleri ile statik elektriklenme de engellenmektedir) uygulanmaktadır. Örme işlemlerinde ise dokumadaki gibi bir sürtünme etkisi olmadığından haşıl maddesi kullanımına gerek yoktur ancak yağlama yapılmaktadır. Kumaş üretimi bittikten sonra bu kimyasal maddelerin lifler üzerinden uzaklaştırılması gerekmektedir fakat tamamı uzaklaştırılamadığından kalan kimyasallar termofiksaj sırasında gaz ve buhar emisyonları olarak havaya karışmaktadır. Kullanılan kimyasalların tür ve miktarlarına göre baca gazındaki kirlleticiler de değişecektir.

3.3. Terbiye İşlemleri

Terbiye işlemleri sırasında kullanılan yüksek ısı, buruşmazlık maddeleri ya da kaplama maddeleri gibi çeşitli organik bileşiklerin buharlaşmasına ve emisyonlara neden olmaktadır. Terbiye işlemindeki maddelerin türlerine göre koku problemi de oluşabilmektedir. Ön terbiye ve boyama işlemlerinde kullanılan kimyasal ve yardımcı maddelerin %90'ından fazlası lif üzerinde kalmazken, bitim işlemlerinde bunun tersi söz konusudur. Terbiye

işlemlerine giren organik hammadde yükünün yaklaşık %90'ı atık sularda son bulurken, %10'u da havaya karışmaktadır (IPPC, 2003).

Tekstil sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan toplam emisyon yükünün büyük çoğunluğu hammadde üzerinde bulunan maddelerden kaynaklanmaktadır (örneğin, doğal elyaf üzerindeki maddeler, preparasyon/avivaj maddeleri (kayganlaştırıcı, antistatik maddeler gibi). Termofiksaj sırasında bu maddeler buharlaşarak havaya karışabilmektedir. Boyama ve bitim işlemleri öncesi ön terbiye işlemi sırasında bu maddelerin liften uzaklaştırılması termofiksaj sırasında oluşacak emisyonu azaltmaktadır.

Yün ön terbiyesi, esas olarak su emisyonlarına neden olmaktadır, ancak halojenli çözgenlerin (özellikle perkloretilenin) kullanıldığı özel işlemlerde (örneğin "Carbosol" sistemi ile karbonizasyon ve kuru temizleme) hava emisyonları söz konusu olabilmektedir.

Yakma makinelerinde hava kirleticiler yanmış liflerden gelen partikül madde, materyalden gelen organik karbon ve parçalanma ürünleri ile yakıcılardan kaynaklanan yanma ürünleridir. Ek olarak, uçuşan liflerin yanması nedeniyle de önemli bir koku kaynağı olabilmektedir.

Ağartma işlemi hipoklorit ile yapıldığında, kuvvetli asidik koşullarda çalışıldığında havaya klor emisyonu da oluşabilmektedir.

Kurutma ve fiksaj-kondenzasyon işlemlerindeki hava emisyonları, formülasyonlarındaki ve daha önceki işlemlerden taşınabilen (örneğin, daha önce klorlu carrierlar ya da perkloretilen ile işleme tabi tutulmuş tekstiller) maddelerin uçuculukları ile ilgilidir. Kuru temizleme kimyasalları gibi organik halojenli çözgenler, aynı zamanda yüksek sıcaklıkta uygulanan daha sonraki işlemlerin hava emisyonları üzerinde de olumsuz etkilere sahip olabilmektedir. Brülöre sahip ramözlerde yakıt türüne göre yanma kaynaklı kirleticiler de oluşmaktadır.

Termosolleme, işlemindeki yüksek ısı hava kirleticilere neden olabilmektedir. Önceki işlemlerin ardından yapılan yetersiz yıkama sonrası lif üzerinde kalan carrierlar, egaliz maddeleri, ard-işlem maddeleri, ıslatıcılar, baskı patlarından kalan hidrokarbonlar, asetik asit ve eğer kuru temizleme yapılmışsa perkloretilen kurutma ve kondenzasyon sırasında hava emisyonlarına neden olmaktadır.

Baskı işlemlerinde kullanılan baskı maddelerine göre kurutma ve fiksaj sırasında uçucu organik bileşik emisyonlarına neden olabilirler. Baskı pastaları yüksek hava emisyonu potansiyeli olan maddeler (örneğin amonyak, formaldehit, metanol ve diğer alkoller, esterler, alifatik hidrokarbonlar ile akrilatlar, vinilasetat, stiren, akrilonitril gibi monomerler vb.) içerir.

Günümüzde Avrupa’da emülsiyon (yağda-su) baskı patlarının kullanılmamasına ve yarı-emülsiyon baskı patlarının da (suda-yağ) çok nadir kullanılmasına rağmen, atık gazlarda hidrokarbonlara (ağırlıklı olarak alifatik) rastlanmaktadır. Bununla birlikte, modern kıvamlaştırıcılar da %10 kadar madeni yağ içerebilmekte ve bunlar da sonuçta atık gazlara karışmaktadır.

Transfer baskı işleminde, işlemin esas boyarmaddelerin süblimleşmesine dayandığı için makine çevresindeki atmosfere (iş yeri ortamına) boyarmadde buharlarının yayılmasına neden olmaktadır.

Kaplama işlemlerinde emisyonlar, çözgenlerden, yumuşatıcılardan buharlaşabilen organik bileşikler ile stabilizatör ve çapraz bağ oluşturmaya maddelerden kaynaklanan amonyak ve formaldehittir. UOB kaplama işlemlerinde karşılaşılan emisyonlardır. Bu işlemler sırasında en çok UOB, karıştırma, kaplama makinesi ve kurutucu bölümlerinde açığa çıkmaktadır. Bu bölümlerin emisyonları sırasıyla %10-25, %20-30 ve %40-65 olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca göz önüne alınması gereken miktarlardaki kaçak kayıplar - emisyonlar (fugitive losses) da çözgen taşınması, depolama tanklarındaki gaz hareketi, karıştırma tankındaki hareket, atık çözgen atılması, farklı temizleme aşamaları ve kaplanmış kumaştan buharlaşma sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Kaplamada işlemlerinde oluşan hava kirleticiler, dispergatörler, serbest-radikal polimerizasyonunda katalizör olarak kullanılan t-bütanol ve polimerizasyonlar sırasında reaksiyona girmeyen monomerlerdir. Monomerler, özellikle çalışma ortamı etkileyen kokuya neden olan bileşiklerdir. Akrilik asit, bütalakrilat, etilakrilat, metilakrilat, etilhekzilakrilat gibi akrilatlar ve vinilasetat akrilonitril, vinilklorür, akrilamid, 1,3-bütadien ve vinilsiklohekzen gibi kanserojen bileşikler monomerlerden kaynaklanmaktadır.

Termofiksajda hava kirleticilerin kaynağı, kumaşların üzerinde lif, iplik ve kumaş oluşumu sırasında uygulanan edilen yağlayıcı/kayganlaştırıcı (lubrikant), antistatik vb. maddelerin çok yüksek sıcaklığa dayanıksız olup gaz halde parçalanma ürünleri oluşturmalarıdır.

“Madeni yağlar” terimi, rafine edilmiş ham petrolden elde edilen lubrikantları ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu maddeler, C₁₂-C₅₀ zincir uzunluğuna sahip, kaynama noktaları 220-450 °C arasında değişen hidrokarbonların karışımlarıdır. Madeni yağlar, istenmeyen ve dayanıksız safsızlıkların varlığı nedeniyle, yüksek-sıcaklıktaki işlemler sırasında duman çıkarmakta ve havaya emisyonların artmasına yol açmaktadırlar. Yüksek sıcaklık işlemleri esnasında, preparasyon maddelerinin daha düşük moleküler ağırlıklı bileşenleri (daha ziyade kayganlaştırıcılar ve yüzey aktif maddeler) ya parçalanarak daha küçük, daha uçucu moleküllere dönüşmekte ya da birbirleri ile reaksiyona girerek katran oluşturmaktadırlar. Parçalanma ürünleri hava emisyonlarına neden olmakta ve katran ipliklere zarar vermektedir. Preparasyon maddeleri, kayganlaştırıcılar, yağlayıcılar liflere, lif üretiminden (sadece sentetik lifler için) kumaş oluşumuna kadar, üretimin çeşitli aşamalarında artan

oranda uygulanabilmektedir. Örneğin iplik preparasyon maddelerinin kullanım oranı liflerde kullanılanlardan daha fazladır. Bu organik maddeler terbiye işletmesinde ön terbiye sırasında yaş işlemlerle (yıkama) ve kuru işlemlerle (ısı fiksajı) uzaklaştırılmaktadırlar. İlk durumda bunlar nihai atık suyun organik yükünün artmasına neden olurken, ikinci durumda havaya karışmaktadırlar.

Bitim işlemlerinde kurutma ve fiksaj işlemleri sırasında, aktif maddelerin kendilerinden ve bileşenlerinden (örneğin, monomerler, oligomerler, safsızlıklar ve parçalanma yan ürünlerinin) hava emisyonları oluşmaktadır. Bundan başka hava emisyonları (bazen koku), daha önceki işlemler dolayısıyla kumaşta kalan artıklardan da kaynaklanmaktadırlar (örneğin, klorlu carrierlarla işleme tabi tutulmuş tekstillerin termal işlemleri sırasında dioksin ve furanlar oluşabilmektedir). Kimyasal maddelere bağlı olarak emisyon içeriği değişmektedir.

- Çapraz bağ oluşturan maddelerden açığa çıkan formaldehitin kaynağı buruşmazlık maddeleri ve güç tutuşurluk maddeleridir. Ayrıca melamin türevi maddeler dimetiloldihidroksietilenüre esaslı maddelerden daha çok formaldehit açığa çıkarmaktadır.
- Ayrıca alifatik alkol de açığa çıkmaktadır. Hidrokarbon içerikli köpük kesici maddeler, silikon esaslılardan daha yüksek emisyon sebebidir.
- Yüksek buhar basınçlı olmaları nedeniyle Tributilfosfat esaslı ıslatıcılar önemli emisyon potansiyeline sahiptirler.
- Polisiloksan esaslı yumuşatıcılar, yağ asiti türevi yumuşatıcılardan daha yüksek emisyon potansiyeline sahiptir. Bu yumuşatıcılar havaya halkalı dimetilsiloksan verebilmektedir.
- Boyamada kullanılan egaliz maddeleri–carrierlar tekstil ürünü ile taşınıp bitim işlemi aşamasında da hava emisyonuna sebep olabilmektedir. Güç tutuşurlukta, su ve yağ itici, antistatik maddeler ve optik beyazlatıcılarda emisyon tür ve miktarları, kullanılan esas ve yardımcı maddelere bağlı olarak değişmektedir.
- Antibakteriyel – Antimikrobiyel maddeler (Biyositler) aromatik hidrokarbon emisyonuna neden olmaktadır.
- Fosforik ester esaslı antistatik maddeler, genellikle çok yoğun kokulu n-butanol olmak üzere reaksiyona girmeyen alkollerin ve fosforik asitin açığa çıkmasına neden olmaktadır.
- Vaks esaslı su itici maddelerin kullanılması durumunda duman ve UOB'ler açığa çıkmaktadır.
- Florokarbon esaslı su itici maddeler atık havada parçalanmış organik-flor yan ürünleri, alkol, ester, keton, diol emisyonuna neden olmaktadır. Bu maddeler için etki artırıcı (extender) olarak kullanılan maddeler de alkol, keton ve oksim (özellikle kanserojen butanoksim) emisyonuna neden olurlar.

- Güç tutuşurluk maddeleri trimetilfosfat, trikresilfosfat ve etilenimin gibi, klorlu bileşikler gibi bileşiklerin açığa çıkmasına sebep olmaktadır.

3.4. Halı Üretimi

Halı üretiminde termofiksaj (suessen termofiksaj), halat boyama, kontinü boyama ve lateks kaplama işlemlerinden uçucu organik bileşikler UOB yayınlanabilmektedir. Bu işlemler esnasında oluşan ana UOB'ler kaprolaktam, uzun zincirli asitler ve esterler, uzun zincirli hidrokarbonlar, glükol eterler, alkil benzenler ve diğer oksijenlenmiş bileşikler olabilmektedir. Stiren-butadien esaslı lateks kaplamalar da önemli emisyon kaynaklarıdır. Ayrıca, lateks kaplamalardan 1,3-butadien ve 4-vinil 1-sikloheksen de açığa çıkmaktadır. Ayrıca stabilizatör olarak kullanılması durumunda amonyak emisyonları da oluşabilmektedir.

3.5. İç Ortam Havalandırma Çıkışları

Bölüm 2'de anlatılan üretim proseslerinin değişik aşamalarında gaz ve partikül kirleticiler iç ortama yayılabilmektedir. İşyeri ortam havalandırma kanalları ile dışarıya verilen bu gazlar içinde değişik kirleticiler olabilir. Havalandırma sisteminin bağlı olduğu proseslere göre de kirletici tür ve miktarları değişebilmektedir.

3.6. Koku Emisyonları

Tekstil işletmelerinde bazı işlemler kullanılan kimyasal ve uygulanan işleme göre koku emisyonlarına neden olabilmektedir. Bir tekstil işletmesinde koku emisyonuna neden olan maddeler ve olası kaynakları Tablo 2'de verilmiştir.

3.7. Buhar/Isı Üretim Tesisleri

Tekstil işletmeleri çok sayıda işlem sırasında ısı enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Bu amaçla merkezi buhar kazanı, kızgın yağ kazanı ve sıcak su kazanı bulunduğu gibi bazı makinelerde de makine üzerinde brülörler bulunmaktadır. Bu tesislerde kullanılan yakıt ve yakıcı türlerine göre emisyonların hem türleri hem de miktarları değişmektedir. Genel olarak atmosfere verilen kirleticiler; toz, CO, SO₂, NO_x gibi kirleticilerdir. Kendine ait bacası olan tesisler "Yakma Tesisleri" ile ilgili kılavuz kapsamında değerlendirilmelidir. Yanma gazları proses gazları ile birlikte atılan ünitelerde ise bacanın bağlı olduğu proseslere göre değerlendirme yapılmalıdır. Bu bacalarda yanma gazları ile birlikte organik ve inorganik kirleticilerle koku emisyonu da bulunabilmektedir.

Tablo 2. Tekstil işlemlerinde koku emisyonuna neden olan maddeler ve kaynakları

Madde	Olası Kaynağı
ε-kaprolaktam	Poliamid 6 ve poliamid 6 karışımlarının ısıfiksajı; PA 6 ve PA 6-kopolimerleri ile pasta ve toz kaplama
Parafinler, yağ alkoller, yağ asitleri, yağ asit esterleri (koku yoğunluğu daha az olan maddeler fakat yüksek konsantrasyonlar)	Ham tekstillerin ve etkili ön yıkaması yapılmamış tekstillerin termofiksajı
Hidrokarbonlar	Baskı, ıslatıcılar, makinelerin temizlenmesi, kaplama
Aromatik bileşikler	Carrierlar
Asetik asit, formik asit	Çeşitli işlemler
Hidrojen sülfür, merkaptan	Kükürt boyalarıyla boyamalar
Kükürt türevleri	İndirgen maddeler, yapak yıkama işletmelerinde kuvvetli asidik parçalama
Amonyak	Baskı (örneğin üre), kaplama, dokusuz yüzeylerin işlenmesi
Akrilatlar	Baskı (örneğin, kıvamlaştırıcılar), kaplama, dokusuz yüzeylerin işlenmesi
Formaldehit	Buruşmazlık bitim işlemi, dokusuz yüzeylerin bitim işlemleri, kalıcı güç tutuşurluk maddeleri
Terpen (d limonen)	Çözgenler, makine temizleyici maddeler
Stiren	SBR polimerizasyonu, SBR bileşiklerine stiren eklenmesi
4-vinilsikloheksen (4-VCH)	SBR polimerizasyonu (4-VCH, bütadienin SBR - polimerizasyonu esnasında oluşan dimeridir)
Bütadien	SBR polimerizasyonunun monomerleri
4-fenilsikloheksen (4-PCH)	SBR polimerizasyonu (4 –PCH, stiren ile bütadien arasındaki reaksiyon sonucu oluşmaktadır)
Aldehitler	Yakma (gazeleme)
Akrolein	Gliserolün parçalanması
Fosforik asit esterleri (özellikle Tribütilfosfat)	Islatıcılar, hava giderme maddeleri
Ftalatlar	Egaliz maddeleri ve dispergatörler
Aminler (düşük molekül ağırlıklı)	Çeşitli işlemler
Alkoller (oktanol, bütanol)	Islatıcılar, köpük önleyici maddeler

4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

4.1 Lif ve İplik Üretimi

Akrilik liflerinin üretiminde açığa çıkan akrilonitril emisyonlarını azaltmak ve emisyon sınır değerlerini yakalamak amacıyla uygulanabilecek yöntemlerden en kesin sonuca ulaşılabilecek olan monomerik kalıntıların azaltılmasının sağlanması yani reaksiyon verimlerinin artırılmasıdır. Bunun sağlanamadığı durumlarda ise reaktörlerden, hava uzaklaştırma (de-aerating) ünitelerinden, süspansiyon kollektörlerinden ve yıkama filtrelerinden atılan ve akrilonitril içeren atık gazlar için ıslak yıkama (wet scrubbing) veya adsorpsiyon işlemleri uygulanabilir.

Aynı şekilde lif çekimi yapılan bölümde oluşan atık gazlar da gaz arıtım ünitesine beslenmelidir.

4.2 Terbiye İşlemleri

Tüm terbiye işlemleri için geçerli olabilecek emisyon azaltım tedbirleri aşağıda verilmiştir.

Terbiye işlemlerinin bütününde mümkün olan bölümlerde ısı geri kazanım sistemlerinin kurulması yakıt gereksinimini azaltacak ve böylece daha az emisyon oluşacaktır. Terbiye reçetelerinin/formülasyonlarının hava emisyonlarının, tekstil materyali-esaslı emisyon faktörlerinin ön hesaplaması yoluyla kontrolü, düzenli bir biçimde (yılda en az bir kez) ve özellikle de yeni bir reçete kullanılmadan önce veya mevcut reçetenin bileşenleri değiştirildiğinde yapılmalıdır. Ayrıca düşük emisyonlu yardımcı maddelerin doğru seçimi, havaya emisyonunu azaltma çabalarının maliyetlerini önemli ölçüde azaltabilmektedir.

Bunlara ek olarak baca bazında uygulanabilecek emisyon azaltma ve kontrol tedbirleri aşağıda verilmiştir.

- oksidasyon teknikleri (ısı yakma, katalitik yakma)
- yoğuşurma teknikleri (örneğin, ısı eşanjörleri)
- absorpsiyon teknikleri (örneğin, sulu yıkayıcılar)
- toz kontrol teknikleri (örneğin, elektrostatik filtreler, siklonlar, torba filtreler)
- adsorpsiyon teknikleri (örneğin, aktif karbon adsorpsiyonu)

Yün ön terbiyesinde halojenli organik çözenler ile yapak yıkama işleminde atık gazlar havaya karışmadan önce aktif karbon adsorpsiyonu işleminden geçirilmelidir. Son yıllarda üretilen makineler, bu sistem ile donatılmaktadırlar.

Termofiksajla ilgili olsun olmasın, terbiye dairesine gelen tekstil materyalleri üzerinde bulunan emisyonla ilişkili maddeler (örneğin: monomerik kalıntılar, preparasyon ve avivaj

maddeleri (iplik yağları vb.), yumuşatıcılar, haşıl maddeleri vb.) mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Bu amaçla,

- Aplike edilen miktarın azaltılması
- Termofiksajdan önce yıkama gibi bir ön işlemin yapılması şeklinde önlemlerin alınması önerilmektedir. Bununla birlikte terbiye dairesine tekstil materyali üzerinde gelmiş olan maddeler için de aşağıdaki önlemler alınmalıdır:
- Yapılıyorsa ön yıkamanın optimizasyonu
- Preparasyon ve avivajda kullanılan maddeler seçilirken ısıya dayanıklı olanlarının seçilmesi (ısıya dayanıklı olan yağlayıcı maddeler, yağ alkoller ve bunların etoksilatlarının polietilen glikol ile karbonat ester bağı üzerinden birleşmesiyle elde edilebilmektedir).

Termofiksaj yapılmadan önce, kullanılan madeni yağların yıkama ile uzaklaştırılması, emisyonları azaltmak için etkili bir seçenektir. Sentetik termoplastik liflerden yapılmış ürünler termofiksaj işleminden önce yıkanır ve yüksek sıcaklıkta parçalanarak zararlı emisyonlara neden olan preparasyon/avivaj için kullanılan kayganlaştırıcı, yağlayıcı maddeler (yağ ve vaks esaslı olanlar) kumaştan uzaklaştırılmış olacaktır.

Preparasyon maddeleri, harman yağları ve örme yağları gibi yardımcı maddelerde de iyileştirmeler yapmak mümkündür.

1. Birçok uygulama için mineral yağların yerine kullanılabilecek ürünler mevcuttur. Sentetik organik yağ bazlı bu alternatif bileşikler madeni yağlara nazaran daha az uçucudur ve sıcaklığa daha dayanıklı maddelerdir. Bu da materyalin termofiksaj gibi yüksek sıcaklıkta yapılan bir işleme tabi tutulması durumunda oluşabilecek emisyonların ve rahatsız edici kokuların azalmasına yardımcı olmaktadır.
2. Kumaşlar yıkandığında, bu maddelerin yaklaşık %80'i atık suya geçmekte ve geri kalan %20'si de izleyen yüksek sıcaklık işlemleri (kurutma ve termofiksaj) esnasında havaya karışabilmektedir. Tersine, ham materyal yıkamadan önce termofiksaja tabi tutulduğunda (ince dokuma ve örme kumaşların işlem gördüğü durumlarda), zararlı madde yükünün büyük çoğunluğu atık gazda bulunmaktadır.
3. Yukarıda sayılan yöntemler uygulanmıyorsa termofiksaj adımını yıkama öncesinde gerçekleştirmek ve ramözden çıkan atık gazı, enerji geri kazanımına ve yağın ayrı bir yerde toplanmasına olanak veren elektrofiltrasyon sistemlerinden geçirmek de başka bir öneridir.

Boyama işlemlerinde boyarmadde türüne ve boyama yöntemine bağlı olarak emisyonlar oluşmaktadır.

Poliester liflerinin boyanmasında carrierlerin kullanımından yüksek sıcaklık (HT) koşulları altında boyama yapılarak vazgeçilebilir (Poliester/Yün ve Elastan/Yün karışımları hariç). Carrierlerden kaçınılması mümkün olmadığında, konvansiyonel aktif maddeler (klorlu

aromatik bileşikler, o-fenilfenol, bifenil ve diğer aromatik hidrokarbonlar) yerine benzilbenzoat ve N-alkilfitalimid gibi daha az zararlı bileşikler kullanılabilir.

Kükürt boyarmaddelerinde oluşan gazlar nedeniyle toz ve sıvı formdaki konvansiyonel kükürt boya yerine, stabilize edilmiş, önceden indirgenmemiş kükürtsüz boya ya da kükürt içeriği %1'den daha az olan önceden indirgenmiş sıvı boya formülasyonlarını kullanmak önerilmektedir. Ayrıca sodyum sülfür yerine, öncelik sırasına göre kükürt içermeyen indirgen madde ya da sodyum ditiyonit kullanmaktır.

Baskı işlemleri, kurutma ve fiksajdan gelen uçucu organik bileşikler içermektedir. Baskı patları, yüksek hava emisyonu potansiyeline sahip maddeler (örneğin, amonyak, formaldehit, metanol ve diğer alkoller, esterler, alifatik hidrokarbonlar, akrilatlar, vinilasetat, stiren, akrilnitril gibi monomerler, vs.) içermektedirler. Atık gazdaki hidrokarbonları azaltmak için daha az kirletici oluşturacak baskı patlarının kullanılması önerilmektedir. Bunlar, APEO (alkilfenol etoksilat) ve organik çözügen içermeyen, daha az amonyak, binderler de daha az formaldehit içermektedirler.

Bitim işlemlerinde oluşacak emisyonlar lif ve kullanım yerlerine göre uygulanacak işlemlere göre değişiklik göstermektedir. Emisyonları azaltabilmek için daha az kirletici oluşturacak şekilde optimize edilmiş reçeteleri kullanmak yararlı olacaktır. Örneğin köpük kesicilerde, madeni yağ-esaslı bileşiklerin ikame edilmesi nedeniyle, yüksek sıcaklık işlemleri esnasındaki (yaş işlemlerden sonra kumaş üzerinde taşınan köpük önleyici maddelerden kaynaklanan) UOB (uçucu organik bileşik) emisyonlarını azaltmak mümkün olmaktadır. Çapraz bağ oluşturan maddelerden kaynaklanan emisyonların azaltılması için gaz yıkayıcılar kullanılabilir.

Kaplama işlemlerinde uygulanabilecek emisyon kontrol teknikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Atık gazların yakılması (art yakıcılar): Farklı kaplama reçetelerinin kullanıldığı kaplama makineleri ve fiksaj makinesi– kurutucu emisyonları olan kaplama hatlarını kontrol etmek için olası en iyi çözümdür.
- Çözgenli kaplama metodu uygulandığında termal yakma veya aktif karbon adsorpsiyonu esasına dayanan atık gaz kontrol teknikleri kullanılabilir.
- Çözgenlerin kullanıldığı kaplama proseslerinde aktif karbon adsorpsiyonu, hem emisyon kontrolü hem de geri kazanım ve tekrar kullanım için en uygun işlemdir. Geri kazanım aşamasında çözgenin suda çözünüp çözünmediği önemli bir parametredir.
- Kaçak emisyonları azaltmak için emisyon neden olacak maddelerin depolandığı tanklarda sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Ayrıca yüksek katı içerikli ya da su bazlı kaplama maddelerinin kullanılması yukarıda söz edilen kontrol önlemlerine gerek olmadan işlem yapmaya olanak sağlayacaktır.

Yüksek Sıcaklıklı Kurutma – Fiksaj Makineleri (Ramöz, taşıma bantlı kurutucu, askılı kurutucu, baraban-silindirli kurutucu vb.). Yüksek sıcaklıkta kurutma ve fiksaj sırasında asetik asit, formaldehit ya da diğer kimyasal maddelerden az miktarda emisyonlar oluşmaktadır. Bu emisyonlar uygun kontrol ekipmanları ile azaltılabilir.

- Ön terbiye, boyama ve bitim işlemleri için kullanılacak kimyasal maddelerin, hava emisyonlarını da göz önünde bulundurarak seçilmesi ile daha az emisyon oluşumu sağlanabilir.
- Ramözlerin enerji tüketimini azaltmak için çeşitli teknikler kullanılabilir. Örneğin; gelen kumaşın su içeriğini azaltmak amacıyla mekanik olarak su uzaklaştırma işlemi, ısı geri kazanım sistemlerinin kurulması.
- Ramözlerde kumaşa uygulanmış olan işlemlere göre yüksek oranda su buharı ve yağ buharı birlikte atılmaktadır. Ciddi koku problemine de neden olabilecek bu yağ buharlarının kontrolü için öncelikle ısı geri kazanımı + yoğuşurma işlemi uygulanabilir. Yoğunlaşan su ve yağ karışımından yağ geri kazanılır. Bunların yerine elektrostatik filtre uygulanan sistemler de bulunmaktadır. Yüksek oranda yağ içeren atık gazlarda ESF uygulamasında yangın riski göz önünde bulundurulmalıdır. Nihai koku kontrolü için gaz yıkama, adsorbsiyon veya kimyasal oksidasyon teknikleri uygulanabilir.

5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Tekstil işletmelerinde en önemli kirletici kaynak, tesisin ihtiyacı olan ısı enerjisinin (sıcak su, buhar, kızgın yağ, vb.) temin edildiği enerji üretim tesisleridir. Bunlar merkezi tesisler olabildiği gibi, değişik özelliklerde farklı tesisler de olabilmektedir. Bu yakma tesislerinin bağımsız veya ortak bacaları olabilir. Bu bacalarda, tesiste kullanılan yakıt türü ve tesis büyüklüğüne göre Yönetmelikte Yakma Tesisleri için belirtilen parametrelerin (toz, CO, SO₂, NO_x, vd.) ölçülmesi gerekir.

Bunların dışında belirli makinelere bağlı (ramöz makinelerindeki brülörler gibi) yakıcılar da kullanılabilmektedir. Fakat bu yakıcıların yanma gazları genellikle bağlı olduğu makinenin atık gazları ile birlikte atılmaktadır. Bu durumda makinede uygulanan diğer işlemlere bağlı olarak ölçüm parametrelerinin belirlenmesi gerekir. Eğer brülör bacası bağımsız bir baca ise yakma tesisi bacası olarak yakıt türüne göre gerekli parametreler ölçülür.

Tekstil sektöründe proses kaynaklı emisyonlar ise üçüncü bölümde verildiği gibi işletmelerde uygulanan işlemlere ve bunun için kullanılan kimyasallara bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle emisyon ölçümü yapılacak bacaların bağlı olduğu makinelerde uygulanan işlem ve kullanılan kimyasallara göre ölçülecek parametrelerin belirlenmesi gerekir. Genel olarak özetlenecek olursa;

- Termofiksajda oluşan hava emisyonları, preparasyon maddelerine bağlı olarak mineral yağlar, yağ asidi esterleri, bunların yan ürünleri ile parçalanma ürünleri; lif çözgenlerine bağlı olarak dimetilasetamid, dimetilformamid; lif monomerine bağlı olarak ε-kaprolaktam içerebilmektedir.
- Baskı işlemlerinde kullanılan sentetik kıvamlaştırıcıların içinde bulunan madeni yağlardan kaynaklanabilecek emisyonlar kurutma ve fiksaj-kondenzasyon sırasında oldukça yüksek oranlara çıkabilmektedir. Pigment baskıda kullanılan baskı patlarında uçucu organik bileşik ve amonyak emisyonu oluşabilmektedir. Baskıda oluşan diğer hava kirleticiler; binderlerden gelen alifatik hidrokarbonlar; akrilatlar, vinilasetatlar, akrilamid, stiren gibi monomerler; fiksaj maddelerinden gelen metanol ve formaldehit; emülgatörlerden gelen alkoller, esterler, poliglikoller ve N-metilpirolidon; ürenin parçalanması ya da pigment baskı patından gelen amonyak; fosforik asit esterleri; kıvamlaştırıcı ve binderlerden gelen fenilsikloheksendir.
- Terbiye işletmelerinde Kurutma – Kondenzasyon – Termofiksaj, termosol yönteminin uygulandığı, kaplama – laminasyon yapılan yüksek sıcaklık olan ortamlar ile açık ortamda bitim işlem (apre) kimyasallarının aplike edildiği her türlü fulard ve bağlı kurutucuların bacalarında kullanılan kimyasallara göre emisyon ölçümleri yapılır.

Tablo 3'te tekstil işletmelerinde ölçülecek emisyon parametreleri baca gruplarına göre verilmiştir. Bu ölçümler, tesisin izin sürecinde ve periyodik teyit ölçümlerinde ölçülebilecek parametrelerdir. Çok büyük kapasiteli buhar kazanları dışında tekstil sektöründe sürekli ölçümü gerektirecek proses kaynaklı baca ve emisyon bulunmamaktadır.

Tablo 3. Tekstil işletmelerinde emisyon kaynakları ve izlenecek kirleticiler

Emisyon kaynağı (Ölçüm noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli izleme ¹
Yakma tesisleri (Buhar/sıcak su/kızgın yağ kazanı) ^{2,3}	Yakıt ve ısıl gücüne göre belirlenir.		
Ramöz bacaları (Brülörü olmayan makineler)	TOK	İzin + Periyodik	
Ramöz bacaları (Brülöre sahip makineler)	CO, SO ₂ , NO _x , TOK	İzin + Periyodik	
Kumaş lif yakma makinesi bacası	CO, TOK ⁴	İzin + Periyodik	
Boyama ve kurutma işlemleri bacası	TOK, UOB ⁴	İzin + Periyodik	
Bitim işlemleri	TOK, UOB ⁴	İzin + Periyodik	
Baskı ve kurutma işlemleri bacası	TOK, UOB ⁴	İzin + Periyodik	

Yukarıda da açıklandığı gibi; tekstil işletmelerinde farklı makinelerde farklı işlemler, aynı makinede zaman içinde farklı işlemler yapılması ve bu işlemlerde değişik kimyasallar kullanılması nedeniyle emisyonlar zamana bağlı olarak değişim gösterecektir. Bu nedenle emisyon ölçümü yapmadan önce emisyon kaynakları ile bağlı makine ve işlemler incelenmeli, hangi kimyasalların kullanıldığı belirlenmeli ve buna göre ölçülecek

¹ EK-4'deki hükümlere de bakılmalıdır.

² EK-1A hükümleri uygulanır.

³ Baca gazı arıtımında proses atıksuları kullanılması durumunda ilave olarak TOK ölçülür.

⁴ Kullanılan kimyasal türlerine göre UOB bileşenleri incelenir.

parametrelere karar verilmelidir. Eklerde yer alan tablolarda; işletmenin bölümlerine ve kullanılan makinelerle göre emisyon kaynakları ve ölçülecek muhtemel parametreler Tablo Ek-1’de; tekstil işletmelerinde atık gazlarda bulunabilecek “az tehlikeli sınıf” kimyasal bileşikler Tablo Ek-2’de, “tehlikeli sınıf” kimyasal bileşikler Tablo Ek-3’de, kanserojen bileşikler ise Tablo Ek-4’te verilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Broadbent, A.D. (2001). Basic Principles of Textile Coloration, West Yorkshire: Society of Dyers and Colourists.
- Coolier, B.J. & Tortura, P.G. (2001). Understanding Textiles (6th Ed.), New Jersey: Prentice-Hall, Inc., ISBN: 0-13-021951-7
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- Çoban, S. (1999). Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri, İzmir: E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi.
- Economic Impact Analysis of the Fabric and Textiles Printing, Coating, and Dyeing NESHAP: Final Rule (2003). US. EPA Final Report, No: EPA 452/R-03-008, https://www3.epa.gov/ttn/ecas/docs/eia_ip/fabric_eia_neshap_final_02-2003.pdf
- <http://www.achitexminerva.com/en/catalogo/index/83>, Erişim: 15 Ocak 2018
- <http://www.benningergroup.com/en/company/kuesters-textile-gmbh/kuesters-dyepad/>, Erişim: 13 Ocak 2018
- <http://korean.automaticdyeingmachine.com/test/automaticdyeingmachine.com/photo/pl13548112-remark.jpg>, Erişim: 15 Ocak 2018
- <http://monforts.com/index.php?id=17534&L=%22>, Erişim: 13 Ocak 2018
- http://www.osthoff-senge.com/?page_id=2213, Erişim: 13 Ocak 2018
- IPCC, 2003. Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry, European Commission.
- Kadolph, S.J. & Langford, A.L., (2002). Textiles (9th Ed.), New Jersey: Pearson Education, Inc., ISBN: 0-13-025443-6.
- Mulholland, Pitrolo, Bissram & Patury, (2002). Air Emissions from Carpet Manufacturing Processes, 11th International Emission Inventory Conference - "Emission Inventories - Partnering for the Future", Atlanta, GA, April 15-18, 2002 <https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei11/toxics/mulholland.pdf>
- Nawab, Y. (Ed.) (2016). Textile Engineering, An Introduction, De Gruyter Oldenbourg, ISBN: 978-3-11-041326-7
- Noyes, R. (1993). Pollution Prevention Technology Handbook, Noyes Publications, ISBN: 0815513119
- Shore, J. (2002). Colorant and Auxiliaries, Volume 2: Auxiliaries, West Yorkshire: Society of Dyers and Colourists
- TA LUFT, 2002. "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit", Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft).
- Tarakçıoğlu, I. (1979). Tekstil Terbiyesi ve Makinaları, Cilt I, Tekstil Terbiyesinde Temel İşlemler ve Selüloz Liflerinin Terbiyesi, İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası
- Tarakçıoğlu, I. (1986). Tekstil Terbiyesi ve Makinaları, Cilt III, Poliester Liflerinin Üretimi ve Terbiyesi, İzmir: Aracılar Matbaacılık Reprodüksiyon A.Ş.
- Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft, 2002

- Tekstil Sanayii için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı, (Kasım 2002)
- Tortura, P.G. & Merkel, R.S. (Eds.) (1996). Fairchild's Dictionary of Textiles, New York: Fairchild Publications., ISBN: 1-87005-707-3.
- Wadje, P.R., <http://admin.umd.edu.pk/Media/Site/STD/FileManager/OsamaArticle/january/jan26/Textile%20Fibre%20to%20Fabric%20Processing.pdf>, Erişim Tarihi: 17 Aralık 2017
- Wulfhorst, B., Gries, T. & Veit, D. (2006) Textile Technology, Münih: Hanser Publishers, ISBN: 1-56990-371-9.

EKLER

Tablo Ek-1. Tekstil işletmelerinde emisyon ölçümü yapılabilecek makineler ve muhtemel kirleticiler

Ölçüm yapılacak bölüm	Ölçüm yapılacak makine	Muhtemel kaynak	Ölçülecek Madde
Poliakrilonitril Lif Üretimi	Kurutucu (en yüksek akrilonitril atığı olan) Reaktör Hava uzaklaştırma üniteleri (de-aerating) Süspansiyon kollektörleri	Lif çözültisi	Akrilonitril
PA6			
İplik Dairesi	Yalancı büküm makinesi (tekstüre)	Preparasyon maddeleri, PA6 monomeri, PA6.6 (naylon) üretimi	Alifatik hidrokarbonlar (C1-C40) Kaproaktam N,N, dimetilasetamid
Yün ve sentetik ön terbiye daireleri	Çözgenle yıkama makinesi	Kuru temizleme	Tetrakloreten
		Çözgen ile temizleme	Diklormetan
Yün ön terbiye daireleri	Yapak yıkama makinesi	Su ile yıkama	Etilen oksit
	Karbonizasyonun uygulandığı makine		Karboksilik asitler
Ön terbiye	Kontinü kasar makinesi, fulard	Sentetik liflerin ağartılması	Oksalik asit
	Overflow, airflow, jet, Kontinü kasar makinesi	Klorlu ağartma işlemleri	Klor gazı
	Yakma makinesi		SO ₂ , NO gibi yanma ürünleri
Ön terbiye, boyama, baskı daireleri	Brülörlü kurutma makineleri	Atık yanma gazları	Formaldehit
Boya öncesi ya da bitim işlemi olarak	Termofiksaj Ramözü, termofiksaj hot-fluesu, termofiksaj silindirli kurutucusu	Preparasyon maddeleri	Alifatik hidrokarbonlar (C1-C40)

Tablo Ek-1. Devamı

Boyama Dairesi ve Kurutma işlemleri	Overflow, airflow, jet, Kurutma makinesi (ramöz, askılı kurutucu, taşıma bantlı kurutucu, baraban (silindirli kurutucu) vb.)	Dispersiyon boyama	-Aromatik hidrokarbonlar -Benzilalkol -Difenil -Klorlu aromatik hidrokarbonlar
	Overflow, airflow, jet, fulard Kurutma makinesi (ramöz, askılı kurutucu, taşıma bantlı kurutucu, baraban (silindirli kurutucu) vb)	Direk (substantif) boyama	-Formaldehit -N-vinil pirolidon
		Küp boyama	-Tioüre -N-vinil pirolidon
		Kükürt boyama	-Tioüre
	Fulard Kurutma makinesi (ramöz, askılı kurutucu, taşıma bantlı kurutucu, baraban (silindirli kurutucu) vb)	Termosol boyama	-Aromatik hidrokarbonlar -Benzilalkol -Difenil -Klorlu aromatik hidrokarbonlar
Baskı Dairesi	Baskı makinesi Kurutma makinesi (ramöz, askılı kurutucu, taşıma bantlı kurutucu, baraban (silindirli kurutucu) vb)	Asit boyarmadde	-Tioüre
		Dispersiyon boyarmadde	-Aromatik hidrokarbonlar -Benzilalkol -Difenil -Klorlu aromatik hidrokarbonlar
		Pigment boyarmadde	-Akrilatlar (metil, etil, butil)
		Baskı patı	-Alifatik hidrokarbonlar (C1-C40) -Amonyak -Akrilik asit
Yıkama işlemleri	Overflow, airflow, jet, açık en yıkama makinesi Kurutma makinesi (ramöz, askılı kurutucu, taşıma bantlı kurutucu, baraban (silindirli kurutucu) vb)		-yağ asitleri -yağ alkoller -yağ esterleri -yağ aminleri -aminoalkoller -diyoller, polioller -glikoleter -dioksan, 1, 4-

Tablo Ek-1. Devamı

Kaplama işlemleri	Kaplama makinesi, kaplama sonrası kurutma makinesi		-akrilatlar (metil, etil, butil, etilheksil) -alifatik aminler -akrilik asit -N alkil morfolin -vinilasetat akrilonitril -vinilklorür -akrilamid -1,3 butadien -vinilsikloheksen
Kaplama işlemleri	Köpükle kaplama makinesi sonrası kurutma makinesi		-amonyak
Halı Üretimi	Lateks kaplama makinesi ve kurutucusu (larklama, laklama vb)	Lateks kaplama işlemi	-1,3 butadien -4-vinil 1-sikloheksen -amonyak
	Polimerik kaplama (PVC vb)		-akrilatlar (metil, etil, butil, etilheksil) -alifatik aminler -akrilik asit -N alkil morfolin -vinilasetat akrilonitril -vinilklorür -akrilamid -1,3 butadien -vinilsikloheksen

Tablo Ek-1. Devamı

Bitim işlem (apre) dairesi	Ramöz, askılı kurutucu, taşıma bantlı kurutucu, baraban (silindirli kurutucu)	Buruşmazlık işlemi	-Karboksilik asitler -Formaldehit -hidrojen klorür gazı -Trietilamin -Bisklorometileter - Etandialdehit (glioksal)
		Antibakteriyel- Antimikrobiyel	-Klorometan (metilklorür) -dimetilsülfat
		Antistatik bitim işlemi	-Klorometan (metilklorür) -dimetilsülfat - Epoksi-1-propanol, 2,3- -fosforik asit
		Güç tutuşurluk işlemi	-Karboksilik asit -Kloretanol -Klor parafinler -Etilendiamin -Düşük molekül- ağırlıklı organik flor bileşikleri -Formaldehit -Trietilamin -Trikresilfosfat -Trimetilfosfat -Arseniktrioksit / antimontrioksit -etilenimin -akrilamid - Etandialdehit (glioksal)

Tablo Ek-1. Devamı

Bitim işlem (apre) dairesi	Su, yağ ve kir itcilik işlemi	-siloksanlar -karboksilik asitler -butin-1,4-diol - Diisosianattoluen, 2,4 - Diisosianattoluen, 2,6- - Difenilmetan-2,4 diisosianat - Difenilmetan-4,4' diisosianat - Epoksi-1-propanol, 2,3- - Asetik asit-(2- etoksietil)-ester - Etoksietanol - Heksametilendiisosianat - Heksanon, 2- - İsosianatometil-3,5,5- trimetilsikloheksil- İsosianat,3 - Kalay türevleri, organik, inorganik - Butanonoksim - Propilenimin
	Yumuşak tutum işlemi	-siloksanlar -2-aminoetanol - Bis (2-aminoetil)-1,2- etandiamin, N, N - Klorometan (metilklörür) - Dietilentriamin -Dipropilen triamin - Heksametilendiamin - Dimetilsülfat -Asetik asit-(2-etoksietil)- ester -Etilendiamin
	Sert tutum işlemi	Vinilasetat -asetaldehit

Tablo Ek-2. Tekstil işletmelerinde atık gaz içerisinde bulunabilecek az tehlikeli kimyasal bileşikler

Madde	Muhtemel kaynak	Makine
Alifatik hidrokarbonlar (C₁-C₄₀)	Preparasyon kimyasalları, ıslatıcılar, baskı	Ramöz, yalancı büküm (tekstüre) makinesi
Aromatik hidrokarbonlar	Carrier, makine temizleme	Dispersiyon boyama yapılan overflow, jet, airflow fulard, baskı makinesi ve bunların kurutucuları
Ketonlar	Çeşitli ürünler	
Düşük molekül ağırlıklı alkoller	Çeşitli ürünler	
Düşük molekül ağırlıklı esterler	Çeşitli ürünler	
Siloksanlar	Yumuşatıcılar	Yumuşak tutum ve su iticilik işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, airflow, fulard ve bunların kurutucuları
Karboksilik asitler (asetik asit gibi)	pH ayarı	Apré (güç tutuşurluk, buruşmazlık, su , yağ ve kir iticilik vb.), fulardları, yün boyama, karbonizasyon makineleri, ve kurutucuları
Yağ asitleri Yağ alkoller Yağ esterleri Yağ aminleri Amino alkoller Diyoller, poliyoller Glikol eter	Yüzey aktif maddeler (deterjanlar) içindeki yan ürünler	Yıkama yapılan makineler, overflow, jet, açık en ya da halat halinde çalışılan kontinü yıkama makineleri
Alifatik ve aromatik eterler	Çeşitli ürünler	

Tablo Ek-3. Tekstil işletmelerinde atık gaz içerisinde bulunabilecek tehlikeli kimyasal bileşikler

Madde	Muhtemel kaynak	Makine
Asetaldehit	Polivinilasetat, asetik asit	Sert tutum işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Akrolein	Gliserol'un bozunması	Baskı makinesi ve kurutucusu
Akrilatlar (metil, etil, butil)	Dokusuz yüzeyler için kaplama maddeleri ve binderler	Kaplama makinesi ve kurutucusu ile baskı makinesi ile kurutucusu
Akrilik asit	Polimerler, kıvamlaştırıcılar	Baskı makinesi ve kurutucusu, Kaplama makinesi ve kurutucusu
Alifatik aminler	Polimerler (özellikle poliüretan)	Kaplama makinesi ve kurutucusu
Amonyak	Köpük oluşturucular, kıvamlaştırıcılar	Köpükle aplikasyon, köpük kaplama yapılan kaplama makineleri ve kurutucuları
2-aminoetanol	Islatıcılar, yumuşatıcılar	Yumuşak tutum işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, fulard ve bunların kurutucuları
Benzilalkol	Carrierlar	Dispersiyon boyama yapılan overflow, jet, fulard, baskı makinesi ve bunların kurutucuları
Bifenil	Carrierlar	Dispersiyon boyama yapılan overflow, jet, fulard, baskı makinesi ve bunların kurutucuları
Bis (2-aminoetil)-1,2-etandiamin, N, N	Yumuşatıcılar	Yumuşak tutum işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, fulard ve bunların kurutucuları
Butin-1,4 diol	Florokarbon reçineleri	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Kaprolaktam	Poliamid 6 tozları/tekstiller	Poliamid 6 üretimi ve termofiksaj makineleri
Klorometan (metilklorür)	Kuaterner amonyum bileşikleri	Yumuşak tutum, antistatik ve antibakteriyel bitim işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, fulard ve bunların kurutucuları
Klorlu aromatik hidrokarbonlar	Carrierlar	Dispersiyon boyama yapılan overflow, jet, fulard, baskı makinesi ve bunların kurutucuları

Tablo Ek-3. Devamı

Kloroetanol	Güç tutuşurluk maddelerinin bozunması (klorlu fosfat esterleri)	Güç tutuşurluk bitim işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Kloroparafinler	Güç tutuşurluk maddeleri	Güç tutuşurluk bitim işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Dikloreten	Polivinilidenklorür	
Diklormetan	Çözgen ile temizleme	Yün ya da sentetik liflerden yapılmış ürünlerde kullanılan çözgenle yıkama makineleri ve kurutucusu
Dietilentriamin	Yumuşatıcılar	Yumuşak tutum işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, fulard ve bunların kurutucuları
Di(etilheksil) ftalat	Boyama yardımcıları/polimer dispersiyons	
Diglisidileter	Epoksi reçineler	
Diizosiyanattoluen, 2,4-	Florokarbon reçinesi bağlayıcı olarak kullanılan poliizosiyanat esaslı maddelerden	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Diizosiyanattoluen, 2,6-	Florokarbon reçinesi bağlayıcı olarak kullanılan poliizosiyanat esaslı maddelerden	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
N,N-dimetilasetamid	Lif çözgeni (poliamid 6.6, meta-aramid)	Naylon lif üretim makineleri
Dimetiletilamin, 1,1-	Nadiren	
Dioksan, 1,4-	Yüzey aktif madde (etoksilat)	Yıkama yapılan makineler, overflow, jet, açık en ya da halat halinde çalışılan kontinü yıkama makineleri
Difenilmetan-2,4 diisosiyanat	Etki artırıcı, poliüretan	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Difenilmetan-4,4' diisosiyanat	Etki artırıcı, poliüretan	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Dipropilentrüamin	Yumuşatıcılar	Yumuşak tutum işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, fulard ve bunların kurutucuları

Tablo Ek-3. Devamı

Epoksi-1-propanol, 2,3-	Antistatikler	Antistatik bitim işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Asetik asit-(2-etoksietil)-ester	Yumuşatıcılar/Florokarbon reçineleri	Yumuşak tutum ve su, yağ ve kir iticilik işlemlerinin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Etoksietanol	Yumuşatıcılar/Florokarbon reçineleri	Yumuşak tutum, su, yağ ve kir iticilik bitim işleminin yapıldığı1 makineler overflow, jet, airflow, fulard ve bunların kurutucuları
Etandialdehit (glioksal)	Çapraz bağlayıcı maddeler	Güç tutuşurluk ve buruşmazlık bitim işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Etilendiamin	Yumuşatıcılar	Yumuşak tutum bitim işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Flororganik bileşikler, düşük molekül ağırlıklı	Florokarbon reçineleri	Güç tutuşurluk bitim işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Formaldehit	Çapraz bağlayıcı maddeler, koruyucu maddeler, atık ramöz gazları	Buruşmazlık, güç tutuşurluk, substantif (direk) boyarmadde ile boyama yapılan makineler (overflow, airflow, jet, fulard ve kurutucuları)
Formik asit	Çeşitli reçeteler	
Hekzametilendiamin	Polikondenzasyon ürünleri	Yumuşak tutum işleminin yapıldığı makineler overflow, jet, fulard ve bunların kurutucuları
Hekzametilendiizosiy anat	Florokarbon reçineleri, poliüretan	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Hekzanon, 2-	Florokarbon reçineleri	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Hidrojen klorür	Katalizör	Buruşmazlık bitim işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
İzosiyanatometil-3,5,5-trimetilsikloheksil-İzosiyanat,3	Florokarbon reçineleri, poliüretan	Su, yağ ve kir iticilik işleminin yapıldığı fulard ve bunların kurutucusu
Metoksi-1-propanol, 2-	Nadiren	
Metoksipropilasetat	Nadiren	

Tablo Ek-3. Devamı

Monokloroasetik asit, Na-tuzu	Nadiren	
Monokloroasetik asit, 1-metilester	Nadiren	
Monokloroasetik asit, etilester	Nadiren	
Monokloroasetik asit, metilester	Nadiren	
N-alkilmorfolin	Dokusuz yüzeyler için kaplama maddesi	Kaplama yapılan makineler ve kurutucusu
Sodyumtrikloroasetat	Nadiren	
Oksalik asit	Ağartma yardımcı maddesi	Sentetik liflerin ağartılması
Tetrakloreten	Kuru temizleme	Yün ya da sentetik liflerden yapılmış ürünlerde kullanılan çözenle yıkama makineleri ve kurutucusu
Tioüre	Boyama yardımcı maddesi	Kükürt ve küp boyama ve asit boyarmadde ile baskı işleminin yapıldığı makineler (overflow, airflow, jet, fulard, açık en boyama makinesi, baskı makinesi), ve kurutucusu
Trikloroasetik asit	Nadiren	
Trietilamin	Özel çapraz bağlayıcı maddeler	Buruşmazlık, güç tutuşurluk işlemleri yapılan fulard ve kurutucusu
Trikresilfosfat (ooo, oom, oop, omm, omp, opp)	Güç tutuşurluk maddeleri	Güç tutuşurluk işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Trimetilfosfat	Güç tutuşurluk maddeleri	Güç tutuşurluk işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Kalay türevleri, organik, inorganik	Florokarbon reçineleri, su itici maddeler, biyositler	Su, yağ ve kir iticilik işlemlerinin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Vinilasetat	Polivinilasetat	Sert tutum işleminin yapıldığı fulard ve kurutucusu

Tablo Ek-4. Tekstil işletmelerinde atık gaz içerisinde bulunabilecek kanserojen bileşikler

Bileşik	Muhtemel kaynak	Makine
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	Atık gazda parçalanma ürünleri (çok düşük)	
PCDD/PCDF (Br, Cl, F)	Atık gazda parçalanma ürünleri (çok düşük)	
Bisklorometileter	Formaldehit veya hidroklorik asit kullanıldığında kendiliğinden oluşan en güçlü sentetik kanserojen	Buruşmazlık ve güç tutuşurluk yapılan fulard ve kurutucusu
Arseniktrioksit/anti montrioksit	Güç tutuşurluk maddeleri	Güç tutuşurluk bitim işlemi yapılan fulard ve kurutucusu
Dimetilsülfat	Kuaterner amonyum bileşikleri	Yumuşak tutum, antistatik ve antibakteriyel işlemlerinin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Etilenimin	Güç tutuşurluk maddeleri	Güç tutuşurluk bitim işlemi yapılan fulard ve kurutucusu
Akrilonitril	Polimer dispersiyonları	
1,3-butadien	Polimer dispersiyonları	
2-vinilsiklohekzen	Polimer dispersiyonları	
Epiklorohidrin	Polikondenzasyon ürünleri	Yünün reçineli keçeleşmezlik işlemlerinin yapıldığı makineler ve kurutucuları(hercosett işlemi)
1,2-epoksipropan (propileneoksit)	Yüzey aktif madde (propoksilat)	
Etilenoksit	Yüzey aktif madde (etoksilat)	Yün yıkama makineleri ve kurutucusu
Vinilklorür	Polimer dispersiyonları (PVC)	
Akrilamid	Reaktif polimerler, güç tutuşurluk maddeleri	Güç tutuşurluk bitim işlemi yapılan fulard ve kurutucusu
Butanonoksim	Florokarbon reçineleri, poliüretanlar	Su, yağ ve kir iticilik işlemlerinin yapıldığı fulard ve kurutucusu
Pentaklorofenol	Pestisit	
Propilenimin	Güç tutuşurluk maddeleri ve poliüretan çapraz bağlayıcı madde	Su, yağ ve kir iticilik ile güç tutuşurluk yapılan fulard ve kurutucusu
N-vinilpirolidon	Polivinilpirolidon dispersiyonları	Küp boyama, substantif boyama,