

Tekstil Atık Sularının Kirlilik Kaynakları ve Arıtımı

İbrahim PEKER
Doç.Dr.
Fethi KAMIŞLI
Araş.Gör.

Fırat Üni., Kimya Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ

Tekstil endüstrisinde, pamuklu, yünlü ve sentetik ürünlerin üretilmesinde uygulanan haşılama, boyama ve ağartma gibi terbiye işlemleri sonucu çevre açısından önemli olan dikkate değer miktarda atık sular oluşmaktadır.

Bu çalışmada, tekstil endüstrisi atık sularının uygun metotlarla temizlenerek çevre kirliliği üzerine etkilerinin azaltılması incelenmiştir.

THE POLLUTION SOURCES AND CLEANING OF TEXTILE WASTEWATERS

In textile industry, finishing operations, such as sizing, dyeing and bleaching, applied in the production of cotton, wool and synthetic textile materials generate considerable amounts of wastewaters of environmental importance.

In this study, reducing the effect on the environmental pollution by cleaning the textile wastewaters with convenient methods has been examined.

1.GİRİŞ

Çevre temizliği insan sağlığında en önemli faktör olduğundan, günümüzde bilim adamlarını en fazla meşgul eden konulardan biri haline gelmiştir. Sanayileşme ve insan nüfusu artışına bakılacak olursa gelecekte de bilim adamlarını hayli meşgul edeceği kesin görülmektedir.

Tekstil endüstrisi çok sayıda ve birbirinden çok değişik ürünlerin üretimini kapsar. Esas olarak yünlü, pamuklu ve suni elyaf sanayinden oluşan tekstil endüstri-leri, birçok farklı üretime sahiptir. Dokuma, örme, keçeleştirme ve benzeri işlemler ile yarı mamül ürünlerin oluşturulması ile genişler ve son işlemler veya terbiye olarak değerlendirilen pişirme, merserizasyon, haşılama, ağartma, boyama ve apre gibi işlemler ile en fazla çeşitliliğe ulaşır. Üretilen ürünlerde ve üretim yöntemlerindeki bu çeşitlilik endüstri atık sularında kendini gösterir. Bu nedenle birçok kirleticiler ortaya çık-

makta ve kirleticiler birçok farklı kategoriye ayrılmaktadır.

Tekstil endüstrisi atık sularında daha etkin bir arıtma yapabilmek, hangi proseste ne tür kimyasalların atıldığını bilmekle mümkündür.

Tekstil atıkları genellikle renk, BOD, büyük oranda askıdaki katı madde, oldukça alkali ve toksik bileşikler içerebilen türde atıklardır. Bu atıkların bileşimleri çok değişken olup, toksik maddeleri de içermektedirler. Üretilen tekstil ürünü çeşidine göre atıklar değişik özellikler gösterirler.

Atık su bileşimine ve miktarına etki eden faktörler; lifin tipi, tekstil bitim prosesini teşkil eden işlemler, proseste kullanılan kimyasallar ve geri devir ve su korunum işlemlerinin uygulanması şeklinde sıralanabilir. Son üç faktör atık su bileşiminin belirlenmesinde en önemli rolü oynayan faktörlerdir. Herhangi bir tekstil fabrikasının arıtma tesisinin tasarımı için atık su araştırması tesis düzeyinde ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

2.TEKSTİL ATIK SULARININ KİRLİLİK KAYNAKLARI

Tekstil sanayinde kullanılan elyaflar, iplikten satışa kadar kumaş haline gelinceye kadar birçok işleme tabi tutulur. Tekstil, fabrikasyon işlemleri olarak; dokuma, boyama, baskı ve bitim işlemleri sayılabilir. Atık üretilen işlemlere örnek olarak; çözümlü ipliklerinin haşılama, pişirme(alkali), dokunmuş kumaşın haşılama, sökülmesi, ağartma, yıkama, merserizasyon, boyama ve baskı işlemleri söylenebilir.

Tekstil endüstrisi atık sularında daha etkin bir arıtım yapabilmek, hangi proseste ne tür kimyasalların atıldığını bilmekle mümkündür. Proseste bağlı olarak atılan kimyasal maddeleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

Pişirme prosesinde; yağlar, mumlar ve sodyum hidroksit, haşıl sökme prosesinde; nişasta, çeşitli asitler, çeşitli alaliler, oksitleyici maddeler ve enzimler, ağartma prosesinde; sodyum hipoklorit, kireç kaymağı, hidrojen peroksit, sodyum klorit ve oksidasyon maddeleri, merserizasyon prosesinde; sodyum hidroksit, nötralizasyon prosesinde; çeşitli alkali ve oksidasyon maddeleri, boyama prosesinde; çeşitli boyar maddeler ile fikse maddeleri, apreleme prosesinde; polivinil asetat, polivinil alkol, magnezyum sülfat, sodyum sülfat, kalsiyum karbonat, sıvı yağlar, mumlar, parafin sabun, sülfone yağlar, kalsiyum klorür, magnezyum klorür, salisil asit, formaldehit, fenol, çinko ve bakır tuzları, maden sabunları, diamonyum fosfat ve benzeri kimyasal maddeler atılır. Yıkama prosesinde terbiye işlemlerinde kullanılan tüm kimyasal maddeler belirli oranlarda atık olarak sistemi terk ederler.

Tablo 1. Türkiye Tekstil Sanayiinde (Pamuklu ve Yünlü) Kullanılan Yardımcı Kimyasal Maddelerin Yıllık Tüketim Miktarları (1985)

Madde Adı	Kimyasal Yapısı	Yıllık Tüketim Miktarı (kg)		
		Pamuklu İşletmeler	Yünlü İşletmeler	Toplam
Vakslama-Yağlama Maddeleri	Yüksek molekülü ve yüksek molekülü poliglokol eterlerin karışımları olan yüzey aktif maddeleri	119805	3428	123233
Harman Yağlar	Özel mineral yağların, non-iyonik emülgatörlerin ve antistatik maddelerin karışımları olan yüzey aktif maddeler	-	1338757	1338757
Antistatik Maddeler	Yağ alkollerini kompleks fosfat eteri karışımları	20000	5417	25417
Nişasta Parçalama maddeleri	Enzim esaslı maddeler	70470	-	70470
Köpük Kesiciler	Silikon emülsiyonu esaslı yüzey aktif maddeleri	2310	2500	4810
Islatma ve Yıkama Maddeleri (sabun hariç)	Kullanım yerine uygun kimyasal yapıda anyonik ve nonanyonik yüzey aktif maddeler veya bunların karışımı	1258350	7143	1265493
Sabun	Yağ asitleri sodyum tuzları (anyonik yüzey aktif mad.)	125000	2385000	2510000
Boya çözücü, kolloid koruyucular, dispergatörler, egalize ve geciktirme maddeleri, stabilizatör, migrasyon önleciler	Kullanım yerine uygun kimyasal yapıda anyonik, non-iyonik ve katyonik karakterde muhtelif yüzey aktif maddeleri	187520	17857	205377
Taşıyıcılar	Anyonik ve non-iyonik karakterde yüzey aktif maddeleri	3780	7143	10923
Su-gazyağı emülgatörleri	Etilen oksidin polikondenzasyon ürünü olan non-iyonik maddeler	163645	-	163645
İndirgeyici etkileri önleme maddeleri	Sodyum nitrobenzen sülfonat esaslı maddeler	112420	-	112420
İndirgeme ve aşındırma mad.	Sodyum sülfoksilat-formaldehit çinko sülfoksilat formaldehit veya türevleri	103693	-	103693
Aşındırma yardımcı	Kuartern bir amonyum bileşiği yapısında katyonik yüzey aktif mad.	635	-	635
Pigment boyalar için bağlayıcı	Akrilik esaslı polimer dispersiyonlar	266300	-	266300
Pigment baskılarda sürme haslığı artırıcı	Eterlenmiş N-metilol esaslı kros-reaktan (çapraz bağlantılı) reçine.	1875	-	1875
Reaktif rezerve maddesi	Sülfonik asit türevleri	630	-	630
Reaktif baskılar için kıvam maddesi	Sodyum alginat	341960	4286	346246
Ca, Mg, Fe iyonları için kompleks tutucu	Etilen diamin tetraasetik asidin sodyum tuzu veya sodyum hegzametafosfat	46070	-	46070
Haşıl ve tutum apresi mad.	a)Muhtelif nişasta türevleri (modifiye nişastalar)	415305	-	415305
	b)Sodyum karboksimetil selüloz esaslı maddeler	852750	-	852750
	c)Polivinilalkol esaslı maddeler	234530	-	234530
	d)Polivinil asetat esaslı mad.	292560	-	292560
	e)Silikon emülsiyonu esaslı mad.	69060	-	69060
	f)Parafin-stearin emülsiyonu esaslı maddeler	1113470	-	1113470
Buruşmaz apre maddeleri	N metilol esaslı self reaktan veya çapraz bağlantılı reçineler	60985	-	60985
Buruşmaz aprede mukavemet arttırıcılar	Polietilen emülsiyonu esaslı mad.	35905	-	36905
Su geçirmez apre maddeleri	a)Krom klorostearat esaslı mad. b)Zirkonyum-parafin emülsiyonu esaslı maddeler	55470	50000	105470
Avivaj ve yumuşatma mad. (Şardon yağları dahil)	Anyonik veya Katyonik karakterde muhtelif yüzey aktif maddeler	519400	121428	640833
Optik beyazlatıcılar	Stilben disülfonik asit veya kumarin türevleri	80545	714	81250
Güve yemezlilik maddeleri	Sülfon amid esaslı maddeler	-	100000	100000
	Genel Toplam			10.659.740

Tekstil endüstrisinde kullanılan kimyasal maddeleri, temel kimyasal maddeler ve yardımcı kimyasal maddeler olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Temel kimyasal maddelerin hemen hepsi (dokuma, haşılama işlemleri hariç) terbiye işlemlerinde kullanılmaktadır (Çiftçi, 1988). Bu işlemlerde kullanılan kimyasal maddeler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- a) Çeşitli organik asitler (asetik asit, sitrik asit, vb.)
- b) Çeşitli anorganik asitler (sülfürik asit, hidroklorik asit)
- c) Çeşitli bazlar (NaOH, NH₃)
- d) Sodyum, potasyum, magnezyum, alüminyum, baktır, çinko ve demir gibi metallerin çeşitli tuzları
- e) Çinko ve titan asitler
- f) Çeşitli oksidasyon maddeleri (H₂O₂, NaClO₂, NaClO gibi)
- g) Çeşitli organik çözücüler (bazı alkoller, triklor etilen, vb)
- h) Çeşitli organik maddeler (nişasta, parafin, gliserin, üre, vb)

Temel kimyasal maddeler ile yardımcı kimyasal maddelerin yaklaşık yıllık tüketim miktarları sırasıyla Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

3. ARITMA YÖNTEMLERİ VE TEKSTİL ATIK SULARININ ARITIMI

Hangi operasyonda ne tür kimyasalların atıldığı daha önceki kısımda belirtilmişti. Tekstil atıklarında kirlilik yaratan atık bileşenleri; biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD), kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), renk, pH, askıdaki katı madde, alıcı ortama toksik etki yapan bazı maddeler; krom, fenol, külfür, azot, fosfor olarak sayılabilir (Şengül, 1985). Bu atıklar, bileşimlerinin çok değişken olabilmesi ve toksik bileşikleri içermesi olasılıkları ile karakterize edilirler.

Üretilen tekstil türüne göre (yünlü, pamuklu, suni ipek, vb.) atık sular değişik özellikler gösterirler. Miktarları açısından tekstil atık suları hakkında elde edilmiş bazı sayısal değerler Tablo 3'de verilmiştir (Uslu, 1985).

Atık suyun kalitesine ve miktarına etki eden faktörler şu şekilde sıralanabilir.

- a) Lifin tipi
- b) Tekstil bitim prosesini teşkil eden işlemler
- c) Proseste kullanılan kimyasallar
- d) Geri devir ve su korunumu işlemlerinin uygulanması

Son üç faktör atık su kalitesinin belirlenmesinde en önemli rolü oynayan faktörlerdir. Herhangi bir tekstil fabrikası arıtma tesisinin tasarımında, atık su arıtılması tesis düzeyinde ve dikkatli bir şekilde yapılmalı, atık su verileri oluşturulmalı, bu veriler değerlendiril-

meli, alternatifler ortaya konmalı ve tüm bunların mukayesesi sonucu tasarıma karar verilmelidir.

Tablo 2. Türkiye Pamuklu ve Yün Tekstil Sanayinde Kullanılan Temel Kimyasal Maddelerin Yıllık Tüketim Miktarları (1985)

Kimyasallar	Yıllık Tüketim (Kg)		
	Pamuklu işletmelerde	Yünlü işletmelerde	Toplam
Organik Asitler	202.400	453.000	655.400
İnorganik Asitler	1.840.000	599.000	2.439.000
Bazlar	19.243.000	31.000	19.451.000
Sodyum Tuzları	14.852.000	12.820.000	27.672.000
Potasyum Tuzları	500	20.000	20.500
Amonyum Tuzları	23.100	5.200	28.300
Kalsiyum Tuzları	7.000	12.000	19.000
Magnezyum Tuzları	3.200	-	3.200
Alüminyum Tuzları	26.000	-	26.000
Çeşitli İnorganik Tuzlar	16.000	-	16.000
Hidrojen Peroksit	280.000	200	280.200
Organik Kimyasallar			
Stearin	6.000	-	6.000
Parafin	30.000	-	30.000
Gliserin	22.000	-	22.000
Üre	420.000	-	420.000
Nişasta	1.580.000	-	1.580.000
Yağlar	1.060.000	-	1.060.000
Çözücüler	7.900	2.000	9.900
Diğer	14.000	-	14.000

Tekstil fabrikalarında oluşan atık suların arıtımı konusunda izlenecek yollar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- 1) Ham tekstil atıklarının kentsel atık sularla birleştirilip kentsel arıtma tesislerinde arıtılması
- 2) Fabrikada ön arıtma yapıldıktan sonra kentsel arıtma tesisinde arıtılması
- 3) Fabrikada tam arıtma yapılması

Atık suların fabrikada tek başına arıtılması durumunda uygulanması gereken işlemler; fiziksel, kimyasal, biyolojik-fizikokimyasal ve ileri arıtma yöntemleri olmak üzere dört esas grupta toplanabilir.

Tekstil fabrikaları atık sularına uygulanabilecek çeşitli arıtma işlemleri ve sırası Tablo 2'de görülmektedir.

Tekstil fabrikaları atık sularının arıtımında son yıllarda çeşitli fizikokimyasal arıtma teknikleri kullanılmaktadır. Bu metodlar; pıhtılaştırma-yumaklaştırma, aktif karbon adsorpsiyonu, ultrafiltrasyon, sentetik polimerik reçine adsorpsiyonu ve iyon değişimidir.

Tablo 3. Tekstil Endüstrisi Su Kullanım Değerleri

Üretim Türü	Atık Su Miktarı (m ³ /ton)
Yün Yıkama	20-70
Boyama	20-50
Ağartma (Pamuklu)	50-100
Viskon ve ipek	50-100
Dokuma	600-1000

Klasik biyolojik arıtma proseslerinde boyahane atık sularını yüksek verim ile arıtmak genellikle mümkün değildir. Bunun nedeni suyun içerisinde bulunan toksik inhibe edici veya biyolojik olarak zor ayrışan ya da ayrışmayan organik bileşiklerdir.

Tablo 4. Tekstil Atık Sularına Uygulanabilecek Çeşitli Arıtma Yöntemleri.

Fiziksel İşlemler	Kimyasal İşlemler	Biyolojik İşlemler	İleri arıtma İşlemleri
Çökeltme	Nötralizasyon	Aerobik İşlem	Kimyasal arıtma
Izgara ve Elekler	İyon Değiştirme	İşlem	Karbonizasyon
Filtrasyon	Kimyasal Arıtma	Anerobik İşlem	Aktif çamur
Isıtma	Oksidasyon	İşlem	Adsorpsiyon
Destilasyon	İndirgeme		Dezenfeksiyon
Dondurma	Kataliz		Azot giderme
Yakma			Demineralizasyon
Adsorpsiyon			İyon değiştirme

Özellikle bu tip boyalı suların arıtılmasında fiziko-kimyasal arıtma yöntemleri kullanmak gerekli olmaktadır. Tekstil endüstrisi atık sularına uygulanması daha uygun görünen yöntemler; filtrasyon, kimyasal oksidasyon, aktif karbon adsorpsiyonu ve kimyasal çamur arıtımı olarak sıralanabilir.

Bir arıtma tesisi yukarıda sayılan yöntemlerin (fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma işlemleri) birini içerebildiği gibi birkaçını birlikte içerebilir. Etkin bir arıtmanın yapılabilmesi için sayılan yöntemlerin birkaçı birlikte bulunmalıdır.

3.1. Pamuklu Tekstil Atık Sularının Arıtımı

Pamuklu tekstil üretimi iki ana gruba ayrılabilir. Birinci grup ham pamuğun iplik haline getirilmesinden önceki yıkama ve ağartma işlemleri ile iplik üretimi ve dokuma işlemlerini kapsar. İkinci grup bitim işlemleridir ki boyama ve basma gibi üretim kademelerinden oluşur. Tablo 5'de pamuklu tekstil üretiminin çeşitli kademelerinde oluşan atık su miktarları verilmiştir. (Uslu, 1985)

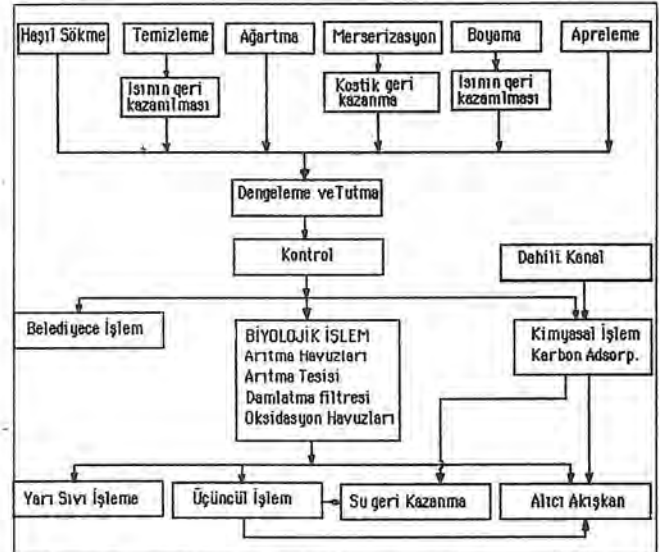
Tablo 5. Pamuklu Tekstil Üretiminden Kaynaklanan Atık Su Miktarları (m³/ton)

Üretim Kademesi	İplik Üretimi ve dokuma	Bitirme
İplik ve dokuma	20-40	-
Ağartma	100-150	200-300
Boyama	50-100	150-250
Basma	-	200-350

Pamuk işleyen tekstil fabrikalarında kirlilik oluşturan en önemli proses haşillamadır. Haşıl maddeleri; çoğunlukla doğal nişastalar, modifiye edilmiş selülozlar ve sentetiklerdir. Bu proses bir fabrikadaki toplam atıkların hacmen yaklaşık %16'sını BOD açısından %53'ünü, toplam katı maddenin %36'sını, alkalitenin %6'sını

teşkil eder (Jones, 1975). Kostikli atıklar toplam hacmin %19'unu, BOD'nin %37'sini, toplam katı maddenin %43'ünü ve toplam alkalitenin %60'ını oluşturur (Şengül, 1985). Çalkalama, ağartma, boyama ve bitim işlemleri kompozit numunenin geri kalan kısmını oluşturmaktadır.

Bu kirlilikleri uzaklaştırmak için çeşitli arıtma yöntemleri kullanılabilir. Ancak, tekstil endüstrisinde pamuk işleme atıklarının arıtım için tavsiye edilen diyaframı Şekil 1'de görülmektedir (Jones, 1975). Burada her işlemin sonunda, atıklar bir dengeleme potasına veya benzeri bir yere dökülmektedir. Tablo 6'da atık suların arıtma işleminde kullanılan yöntemlerin etkinlikleri görülmektedir. Tablo 6'daki değerler normal olarak işlemlerle birlikte herhangi bir yardımcı madde biriminin kullanımını da birlikte yansıtmaktadır. Örneğin dolgu filtre ve havalandırılabilir akışkan işleme havuzunun etkinliği öncelikle sedimantasyon ve sirkülasyon akış gerektirir.



Şekil 1. Pamuk İşlemede Atık Su Arıtma Akış Diyagramı

Tablo 6. Pamuk İşleme Atık Sularının Arıtma İşleminde Kullanılan Yöntemlerin Etkinlikleri

Uzaklaştırma Metodu	Uzaklaştırma Etkinliği (%)		
	BOD	Askıdaki Katı Madde	Toplam Çözülmüş Katı
Süzme (elek üstü)	0-5	5-20	0-0
Sedimantasyon	5-15	15-60	0-0
Kimyasal Koagülant	25-60	30-90	0-50
Damlatma Filtresi	40-80	80-90	0-30
Lagon*	50-95	50-95	0-40

*Havalandırılabilir akışkan işleme havuzu

3.2. Yünlü Tekstil Atık Sularının Arıtımı

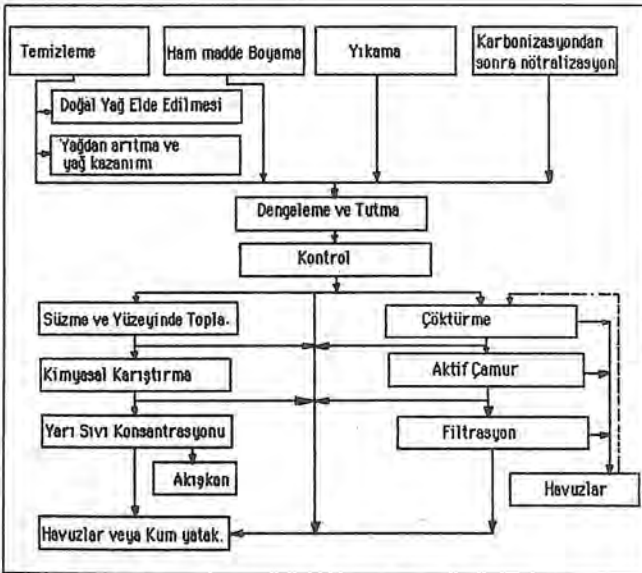
Yün atık sularında saman, diken, pıtrak, toprak, kum, alkali tuzlar, organik asitler, yağ ve H₂S vardır. Ayrıca boyalar, deterjanlar, inorganik maddeler ve organik maddeler bulunur.

Yün yıkamada elde edilen atık suyun bileşimi ve miktarı, yünün saflığına, boyar maddelerin tipine, deterjan türlerine ve kullanılan makina tiplerine göre değişmektedir (Jones, 1975). Bir kilogram yünün yıkanması için yaklaşık 100 litre su gereklidir (Uslu, 1985). Yün işleme atık sularının bileşimi ile ilgili literatürden alınan tipik değerler Tablo 7'de görülmektedir. Yün işleme atık sularının arıtımı için genel bir akış diyagramı Şekil 2'de görülmektedir.

Tablo 7. Yün Yıkama Suyunun İçerdiği Kirlilik Unsurları (Mg/l)

Kirlilik Unsuru	Maksimum	Minimum	Ortalama
Yağ	25800	3000	8650
Askıdaki katı madde	30300	2400	11520
Alkalinite	29400	3430	6780
KMnO ₄	7400	398	1830
BOD ₅	2200	22000	5500

Yünün yıkanmasında kullanılan su bu proseste ayrıştırmayı gerektiren en önemli sıvıdır. Sıvı kompleksi BOD'nin %30'unu oluşturur. Yün yıkama suyunun temizlenmesinin iki önemli nedeni; ikincil işlem aletlerindeki yüksek organik yükünü indirmek ve oldukça kaliteli lanolini (yün yağı) elde etmektir. Yün yıkama sıvısından lanolinin uzaklaştırılması BOD yükünü %30-40 oranında azaltır. Yün işlemede atıklar, büyük oranda çöktürülebilir yağ, basit kir ve küçük liflerden oluşan katı içeriğine sahiptir.



Şekil 2. Yün İşleme Atıklarının Arıtım Akış Diyagramı

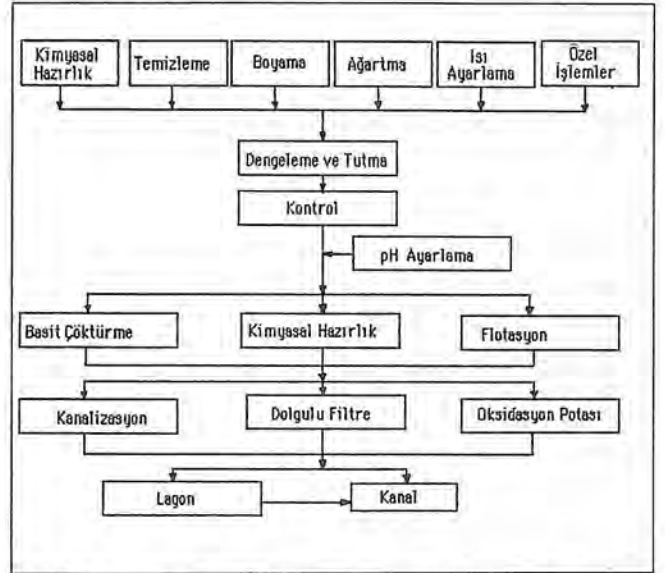
Biyolojik oksidasyonunun düzgün çalışabilmesi için bu katılar mümkün olduğu kadar uzaklaştırılmalıdır. Tablo 8'de yün atıkları için kullanılan çeşitli arıtma yöntemlerinin indirgeme oranları görülmektedir.

3.3. Sentetik Elyaf Atık Suları ve Arıtımı

İnsan yapısı olan sentetik lifler; saf kimyasal bileşiklerden üretilen polimerlerdir ve esas olarak doğal sızlıkları içermezler. Bu nedenle haşılama işlemini gerektirmezler. Kumaşı boyaya hazır hale getirmek için hafif bir pişirme ve ağartma işlemi gereklidir.

Sentetik tekstil endüstrisi atık kaynakları, pişirme, ağartma, boyama ve bitirme işlemleridir (Şengül, 1985).

Sentetik elyaf üreticileri piyasada bulunan elyafların devamlı değişimi ve yenilerini üretmektedirler. Bu nedenle sentetik elyaf işletmesi, kullanılan tipe göre çeşitli atık yükleri üretebilir. Tablo 9'da sentetik elyaf işlenmesinde ortaya çıkan atık suda bulunan önemli kirlilikler verilmektedir. Genellikle sentetik elyaflarda üretilen atıklar doğal elyaf atıklarından daha az kirlilik potansiyeline sahiptirler. Sentetik elyaf işlenmesinde en büyük kirlilik yükü, poliester ve akrilik elyaf boyamasında üretilir.



Şekil 3. Sentetik Tekstil Atıkları İşleme Akış Diyagramı

Problem bu iki elyafta kullanılan özel boyama maddeleri ile ilgilidir. Şekil 3'de sentetik tekstil atıklarının işlenmesinde kullanılan akış diyagramı görülmektedir. Buradaki kirlilikler büyük oranda terbiye işleminde kullanılan kimyasallara bağlıdır. Bu nedenle tasarlanacak herhangi bir arıtma tesisinde, sentetik elyafta kullanılan kimyasal maddeler üzerinde çalışma yapılmalıdır. Yüksek BOD'ye sebep olan kimyasalların düşük BOD'li kimyasallarla değiştirilmesi BOD yükünü % 35 oranında azaltır (Jones, 1975). Genel olarak biyolojik

Tablo 8. Yünlü Tekstil Fabrikaları Atık Sularının Çeşitli Arıtma Kademelerinde Elde Edilen Arıtma Verimleri

Arıtma Yöntemi	BOD	Yağ	Renk	% İndirgeme	
				Akalinite	Askıda Katı Madde
Asidik Parçalama	20-30	40-50	0-0	0-0	0-50
Santrifüj	20-30	25-45	0-0	0-0	40-50
Buharlaştırma	95	95	0-0	0-0	-
Izgara	0-10	0-0	0-0	0-0	20
Çöktürme	30-50	80-90	10-50	10-20	50-60
Flotasyon	30-50	95-98	10-20	10-20	50-60
Kimyasal Arıtma	-	-	-	-	-
CaCl ₂	40-70	-	-	-	80-95
Kireç, CaCl ₂	60	97	-	-	80-95
Co ₂ , CaCl ₂	15-26	-	-	-	80-95
H ₂ SO ₄ , Şap	21-83	-	-	-	-
Şap	20-56	-	75	-	-
Üre, Şap	32-65	-	-	-	-
FeSO ₄	50-80	-	-	-	-
Aktif Çamur	80-90	0-15	10-30	10-30	90-95
Damlatma Filtresi	80-85	0-10	10-30	10-30	90-95
Lagon	0-85	0-10	10-30	10-20	30-70

oksidasyon ve kimyasal ayrıştırma, sentetik elyaf üretim atıklarının BOD yükünü indirgemesinde kullanılması uygundur.

4.SONUÇLAR

Tekstil atıklarının kirlilik yükünün % 90'dan fazlası işlem kimyasalları arasında dağılmaktadır (Jones, 1975). Bu nedenle tekstil endüstrisinde kullanılan kimyasalların miktarlarının azaltılması hem kirlenme yükünü azaltır hem de üretim masrafını düşürür. Üretim kalitesini düşürmeden kimyasalların azaltılması mümkündür. Çeşitli tekstil prosesleri dikkatlice incelenmeli, kullanılan kimyasalların miktarları tesis düzeyinde saptanmalıdır. Bu işlemler yolu ile çeşitli işlemlerde kullanılan kimyasalların beşte biri veya yarıya yakını indirgenebilir. Böylece kirlilik % 30 oranında azaltılabilir.

Örneğin reaktif boyalarla ilgili yapılan araştırmalarda, boyanın afinitesi ile fikse etkisinin doğru orantılı olduğu görülmüştür (Şener, 1987). Buna karşılık yüksek afiniteli boyalarda daha az olan hidrolize olmuş boyanın yıkanıp atılması afiniteden dolayı daha uzun yıkama gerektirir. Su tasarrufu yönünden bir paradoks ortaya çıkmaktadır. Atılan boya miktarı azalırken atılan su miktarı artıyor. Bu durumun çaresi, hidrolize olan boyayı tamamen atmak yerine yüzeydeki boyayı yıkamayıp yüksek afinitesi dolayısıyla zor sökülen hidrolize olmuş boyayı Setafix R gibi iyi bir fikse maddesi ile kumaşa fikse ettirmek oluyor. Bu şekilde hem atık su hem de atık boya miktarını minimuma indirmek mümkün olabilir.

Düşük kirlilik ve üretim maliyeti işlem kimyasallarının

nın geri kazanımı ve tekrar kullanımı ile elde edilir. Bu yöntemin uygulandığı önemli iki alan, pamuk işlemede sudkostüğün geri kazanılması ve yün yıkamada lanolinin elde edilmesidir. NaOH, meriserizasyon ve yıkama işlemlerinden elde edilen kostik doğal kirlilikleri de içerir. Bu kirlilikler süzme, santrifüj ve buharlaştırma ile giderilebilir. Temizlenen sudkostik sisteme geri döndürüldüğünde önemli miktarda kirlilik önlenmiş olur.

Proses, malzeme ve akış şeklinin değiştirilmesi gereksiz atıkların azaltılmasında başka bir yoldur. Sürekli çalışma genellikle daha az yer, daha az su ve daha az işlem kimyasalları gerektirir.

Proses değişiminde diğer bir yöntem, sabit banyolar da suyu saklıyarak ve atık yükünü işlem biriminin dibinde konsantre ederek sürekli akan banyolarla değiştirmektir. Köklü bir başka değişme ise akışkanları hiç atmayıp işlemde kullanılan sıvıları bir depoya pompalayıp ve burada tekrar bir işlemde kullanmak üzere saklamaktır.

Fabrikanın BOD yükünü azaltmanın bir başka yolu yüksek BOD'li proses kimyasallarını düşük BOD'li kimyasallarla değiştirmektir. Araştırmacı, tekstil endüstrisinde kullanılan kimyasalların listesine bakarak yüksek BOD'li kimyasalların hangi kimyasallarla değiştirileceğine karar verebilir.

Tekstil endüstrisinde kullanılan üç kimyasalın değişimi BOD yükünü büyük miktarda azaltır.

a)Haşılama malzemesi olarak kullanılan doğal nişasta (% 50 BOD) yerine sentetik haşılama maddesi (Karboksi metil selüloz % 1-3 BOD) kullanılırsa BOD yükünü % 40-50 azaltır.

Tablo 9. Sentetik Elyafta Nemli İşlemin Önemli Kirliliği

Elyaf	Proses	Sıvı Kirli Atıklar
Rayon	Temizleme ve Boyama	Sıvı Kirli Atıklar Yağ,boya, sentetik deterjanlar ve antistatik yağlama maddeleri
	Temizleme ve Ağartma	Sentetik deterjanlar, hidrojenler peroksit
	Tuz Banyosu	Sentetik deterjanlar, klor veya sülfat
Asetat	Temizleme ve Boyama	Antistatik yağlama maddeleri, sentetik deterjanlar, esterler ve sertlik gidericiler
	Temizleme ve Ağartma	Sentetik deterjanlar, hidrojen peroksit, klor
Naylon	Temizleme	Antistatik yağlar, sabun, tetra sodyumpirosülfat, soda, yağ ester
	Dayanıklı Boyama	Boya, NaNO ₂ , HCl, kükürtlü yağlar
	Ağartma	Perasetik asit
Akrilik/ Modakrilik	Boyama	Boya, formik asit, nemlendiriciler, aromatik aminler,sülfatlar
	Termosol Boyama	Asit
	Ağartma	Klor
	Temizleme	Sentetik ve terepentin yağı
Taşıyıcılar ile Boyama		Klor benzen, sıcak su, boya, fenol metil karbinol, o-fenil fenol, boya
	Temizleme	Antistatik yağlar, klor veya hipoklorit ve non iyonik deterjanlar
Yüksek sıcaklıkta Basma,Boyama ve Ağartma		Boya ve sıcak su Klor, NaNO ₂ , asetik asit, oksalik,asit,nitrik asit, bisülfat

b)Asetik asit (% 33-62 BOD) kullanımını yerine amonyum sülfat ve mineral asit (% 0 BOD) kullanılırsa BOD yükünü % 30 azaltır.

c)Tekstil endüstrisinde temizleme maddesi olarak kullanılan sabunların (% 140 BOD) yerine sentetik deterjanlar (% 0-22 BOD) kullanılırsa BOD miktarı önemli ölçüde azalır.

Yün işlemede geleneksel tarama yağı (zeytin yağı % 100 BOD) bazı fabrikalarda mineral yağlarla (iyonik olmayan) emülsiyeciler % 20 BOD'yi azaltmaktadır. Fabrika düşük BOD'li kimyasalların yüksek BOD'li kimyasallardan daha az zararlı olmadığından emin olmalıdır. Örneğin 1960'lı yılların başlarında sabunlarla sentetik deterjanların değişimi bazı arıtma problemlerini ortaya çıkarmıştır.

ABS olarak bilinen alkil benzen sülfonat sabunla değiştirildiğinde alıcı ortama % 0 BOD yükü uygular. Ancak ABS biyolojik olarak parçalanmadan alıcı ortama geçer, alıcı ortamda köpüklenmeye neden olur. Uzaklaştırılması da zordur.

1965'li yıllarda ise biyolojik olarak düşük moleküler yapıya getirilebilen ve LAS olarak bilinen lineer alkil sülfonat tipi sentetik deterjanlar üretilmiştir. Bu deterjanların tekstil endüstrisinde kullanılması BOD yükünü % 5 oranında azaltmıştır.

KAYNAKÇA

- ÇİFTÇİ, F., Şubat 1988 Tekstile kullanılan kimyasal ve yardımcı kimyasal maddelere genel bakış, Kimya Mühendisliği Dergisi, Sayı 126, Cilt: 16 (5), ANKARA
- JONES, H., 1975, Pollution Control in the Textile Industry, Notes Data Corporation Park Ridge, New Jersey, LONDON.
- ŞENER, M., 23-25 Eylül 1987, Reaktif Boyalarda Yıkama Rejimi ve Atık Su Miktarlarını Azaltma Yolları, Seminer, Kimya Mühendisleri Odası, BURSA
- ŞENGÜL, F., 13 Aralık 1985, Tekstil Atıklarının Arıtımı Seminerleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İZMİR.
- Uslu, O., 9-13 Aralık 1985, Atık Suların Arıtımı, Seminer, Atatürk Kültür Merkezi İZMİR.

DÜZELTME VE ÖZÜR

Dergimizin 34 nolu Ağustos 1992 sayısında 202-211 nolu sayfalarda yer alan,

Prof.Dr.Turgut YAZICIOĞLU ve Dr.Ayşe Okur'a ait

"Türkiye'de Tekstil Test Laboratuvarlarının Durumu"

başlıklı yazının sonunda yazarlardan Prof.Dr.Turgut YAZICIOĞLU'nun yerine yanlışlıkla

Prof.Dr.Gülseren YAZICIOĞLU'nun özgeçmişini verilmiştir.

Bu yanlışlığı düzeltir, tüm okurlarımızdan ve yazarlardan özür dileriz.