

# Endüstriyel Kirlenme

- - **Yağ endüstrisi**
- Endüstride ve farklı alanlarda yağ kullanımı oldukça yaygındır. “Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’nde” atık yağ tanımı tekstil, metal işleme, ekipman yağlama ile endüstrinin tüm sektörlerinde ve araç motorlarında kullanılan yağları ifade etmektedir. Başka bir deyişle; atık yağ herhangi bir yağın sanayide veya sanayi dışı alanlarda özellikle yağlama amacı ile belli bir süre kullanımı sonucunda kimyasal ve fiziksel yapısının değişerek kirletilmesi ve orijinal özelliğini kaybetmesi sonucu oluşan yağ olarak tanımlanır. PETDER (Petrol Sanayicileri Derneği) 2002 yılı istatistikî verilere göre yağ tüketim miktarlarının dağılımı şu şekildedir:
  - Endüstriyel yağlar: 95.000 ton
  - Otomotiv sektörü: 148.000 ton
  - Diğer: 30.000 ton

- Atık yağlar ekotoksik özelliğe sahiptir ve bulunduğu ortamı kirleterek ortamda yaşayan canlılara zarar verir. Dolayısıyla toprağa ve suya doğrudan bırakılması oldukça sakıncalıdır.
- Atık yağların içindeki ağır metal ve klor bileşimleri atık hava ile birlikte atmosfere salınarak havayı kirletip insan sağlığına zarar vereceği için, atık yağın küçük fırınlarda yakılması yasaktır. Atık yağlar;
- 1 litre yağ, 1 000 ton suyu kullanılamaz, 5 000 ton suyu içilemez duruma getirir.
- 1 litre kullanılmış motor yağı, 800 ton içme suyunu kullanılamaz hale getirir.
- 1 litre benzin, 800 ton içme suyunu kullanılamaz hale getirir.
- Atık yağlar içerdiği ağır metal ve klor bileşimleri dikkate alınarak üç kategoride sınıflandırılmaktadır (Çizelge 2.10.1).

Çizelge 2.10.1 Atık yağlarda kirletici kategorilerine bağlı olarak izin verilen sınır değerler  
(Anonim 2013i)

	I. Kategori	II. Kategori	III. Kategori
<b>Arsenik</b>	<5 ppm	Maksimum 5 ppm	>5 ppm
<b>Kadmiyum</b>	<2 ppm	Maksimum 2 ppm	>2 ppm
<b>Krom</b>	<10 ppm	Maksimum 10 ppm	>10 ppm
<b>Klorür</b>	<200 ppm	Maksimum 200 ppm	>2000 ppm
<b>Kurşun</b>	<100 ppm	Maksimum 100 ppm	>100 ppm
<b>Toplam Halojenler</b>	<200 ppm	Maksimum 200 ppm	>2000 ppm
<b>Poliklorür Bifenil (PCB)</b>	<10 ppm	Maksimum 50 ppm	>50 ppm

- Kategori kapsamında bertaraf yöntemleri:
- I. Kategori: Rafinasyon veya rejenerasyon yolu ile geri kazanıma veya ilave yakıt olarak kullanıma uygun
- II. Kategori: İlave yakıt olarak kullanıma uygundur.
- III. Kategori: Tehlikeli atık olarak yakılarak bertarafa uygundur.
- Rafinasyon işleminde çöktürme, ısıtma, vakum, filtrasyon ve santrifüj aşamalarını içeren destilasyon veya asit-kil rafinasyonu ile atık yağ geri kazanılır. Rejenerasyon ile atık yağlardan her türlü kirletici, oksidan ürünleri, partiküller giderilerek ulusal veya uluslararası standart ve şartnameler ile kullanım amacına uygun orijinal yağ elde edilir (Anonim 2013j).

- Yağ endüstrisi atık sularında bulunan kirleticiler;
- - Su yüzeyinde toplanarak, suyun havalanmasını ve fotosentezi engeller ayrıca estetik sorunlar yaratır,
- - Çok yüksek değerdeki BOİ/KOİ yükü hızlı bir oksijen tüketimine neden olur,
- - Askıda katı maddeler, özellikle deşarj civarında dipte birikime yol açar,
- - Azot/fosfor gibi besin elementleri ötrofikasyona yol açar.
- - Bulanıklık/reng nedeniyle estetik sorunlar yaratır.
- - Atık sulardaki ağır metaller, zehirli etki gösterir.

## - Tekstil endüstrisi

- Tekstil endüstrisi atık sularının en önemli kirlilik parametreleri; KOİ ve renktir. Renkli atık suların arıtılmadan ekosisteme desarjı, yalnız görsel açıdan çevreye zarar vermeye kalmayıp oksijensiz koşullarda yüksek oranda toksik ve kanserojen olan aromatik aminlerin oluşmasına ve KOİ'nin artmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı renkli atık suların üzerinde önemle durularak çeşitli araştırmalar yürütülmektedir.

- Ülkemizdeki en büyük endüstri dallarından biri olan tekstil endüstrisinde, farklı hammadde ve kimyasal maddeler ayrıca farklı teknolojiler kullanılmaktadır. Tekstil endüstrisi atıksularının en belirgin özelliği, yüksek miktarda organik ve inorganik kimyasal içermesi, organik karbon (TOK) miktarı, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve yoğun renk içeriğidir. Alıcı su kaynaklarına verilen boyar maddeler organik yük olarak bu kirliliğin küçük bir kısmını oluşturmaktadır; ancak alıcı ortamda çok düşük konsantrasyonlarda boyar madde bulunması bile estetik açıdan istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle boyar madde içeren tekstil endüstrisi atıksularında renk giderim işlemleri ekolojik açıdan önem kazanmaktadır. Boya içeren atık suların arıtılması için fiziksel, kimyasal ve biyolojik esaslı birçok yöntem kullanılmaktadır. Fiziksel yöntemler; adsorpsiyon, membran sistemleri, iyon değiştirme gibi tekniklerden oluşur. Tekstil atık sularının arıtımında biyodegradasyon, biyobirikim, biyosorpsiyon ve fungal bozundurma olarak sınıflandırılan biyolojik yöntemler de kullanılmaktadır. Atık suyun renk giderimi için ihtiyaç duyulan kimyasal maddelerin kullanıldığı kimyasal işlemler; oksidatif prosesler, fotokatalitik metot, kimyasal koagülasyon ve fokülasyon ve elektrokimyasal yöntemlerden oluşmaktadır. Bu yöntemler, yüksek oranda renk giderim veriminin atıksudaki boya türüne bağlı olarak değişiklik göstermelerinden ve pahalı metod olmalarından dolayı dezavantajlıdır (Gürkan ve Çoruh 2012).

## - Pamuk endüstrisi

- Pamuk endüstrisi atık suları çevre sularından daha sıcak oldukları için karıştıkları suların, çözünmüş oksijen miktarını azaltır ve atmosferdeki oksijenin suda çözünmesini ve transferini güçleştirir. Koyu renkli olduklarından, güneş ışığının suyun derinliklerine ulaşmasını önleyerek fotosentezi ve dolayısıyla birincil üretimi düşürür. Gıda zincirinin ilk halkasında oluşan bu olgu, tüm su ürünlerini olumsuz yönde etkiler. Yüksek konsantrasyonda askıda katı madde içerdikleri için çökelerek, dip canlılarının beslenme ve yaşamasını imkânsız hale getirir.



## - Yün ve keten endüstrisi

- Yün endüstrisi atıkları, yüksek miktarda askıda katı madde ile çözünmüş madde içermeleri, aşırı alkali özellik taşımaları ve yüksek BOİ düzeyleri alıcı sulardaki olumsuz etkileridir. Alıcı sudaki akıntı durumu ve su sıcaklığı, askıda katı madde derişimini, dipte biriken çamur tabakalarının kalınlığını ve yayılma alanını etkiler. Akıntıların yavaş olduğu yerlerde kalın çamur katmanlarına rastlanır. Boya atıkları, sucul organizmalara toksik etki yapar, çok koyu boyalar suyun rengini ciddi biçimde bozarak alıcı suların renklenmesine ve birincil üretiminin düşmesine sebep olur. Ayrıca yün endüstrisi atıklarının en büyük tehlikelerinden birisi de patojen barındırmalarıdır (Ergen 1980).

# - Deri sanayi

- Deri endüstrisinde çeşitli işlemler sonucu renk atıksuya karışabilmekle birlikte özellikle son ürünün boyanması ve baskı işlemi sırasında renkli atık su üretilmektedir. Deri endüstrisinde yaygın olarak; asit, direkt, mordan, sülfür, metalik ve sülfür boyalarını içeren anyonik boyar maddeler kullanılır. Deri endüstrisi atıksularından çevreye deşarj edilen boyar maddeler, yeraltı sularından içme sularına veya sulama vasıtasıyla sebze ve meyvelere kadar ulaşabilmektedir. Deri sanayi atık suları, patojenik bakteriler ile yüksek  $BOI_5$  ve askıda katı madde içermektedir. Arıtılmamış deri atıklarının alıcı sulara boşaltılması dipte çamur birikimine sebep olur. Organik maddeler ve sülfür bileşikleri, su ve sedimentte kimyasal ve biyokimyasal oksidasyon işlemleri sonucu büyük oksijen tüketimine neden olarak alıcı suyun çözünmüş oksijen derişimini azaltır. Sudaki ve çamurdaki kirleticilerin ayrışması sonucu kötü tad ve koku oluşur, su kalitesi kötüleşir (Çiler 1980). Atıklardaki yüksek krom bileşikleri balıklara ve diğer su canlılarına toksik etki yapar. Deri atık suları ile gelen antraks bakterilerinin varlığı alıcı suda enfeksiyona, hayvanlarda ve insanlarda bulaşıcı hastalıkların oluşmasına neden olur (Anonim 2013 I).

- Deri sanayi atık sularından kaynaklanan diğer bir kirletici parametre olan krom, kirlenmiş sulara da hem katyon, hem de anyon (kromat, bikromat veya kromik asit) olarak bulunabilir. Balıklar için toksisite sınırı 28-80 mg Cr L<sup>-1</sup>, içme suyunda ise 0.05 mg L<sup>-1</sup>'dir. İnsanların günlük besinlerle alması kabul edilebilir krom düzeyi 0.05-0.2 mg gün<sup>-1</sup> civarındadır. Kromun toksik ve kanserojen etkileri olduğu gibi, canlı organizmalarda birikme eğilimi de söz konusudur (Anonim 2013I).

## - Kağıt sanayi

- Kağıt ve kartonun işlevsel kullanımı kapsamında elde edilen ürünler çeşitlilik göstermektedir. Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi tesisleri; kraft (sülfat) hamuru, sülfite hamuru, mekanik yöntemle yapılan kağıt hamuru ve kağıt üretimi fabrikaları (geri kazanılmış liflerden kağıt üretimi fabrikaları ve entegre olmayan kağıt üretimi fabrikaları) olmak üzere sınıflandırılabilir. Kağıt endüstrisinde hammadde olarak bitkilerden elde edilen lignoselülozik maddeler kullanılır. Lignoselülozik maddeler selüloz, hemiselüloz ve lignin olmak üzere üç ana gruptan oluşmaktadır. Bunun yanı sıra genel olarak saman, kendir, ot, pamuk ve diğer selüloz içeren materyaller de hammadde olarak kullanılabilir.

- Karton kağıtları üretimi yapan tesislerde hammadde olarak hem temiz hem de geri kazanılmış lifler kullanılabilir. Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde genel olarak gazete kağıdı, kaplanmamış resim kağıtları ve yazı kağıtları, ambalaj kağıtları, karton ambalaj kağıtları, kağıt mendil, özel amaçlı kağıt gibi son ürünler elde edilmektedir. Bu ürünler dışında kişisel temizlik ürünleri (peçeteler, mutfak ve el havluları vs.), gıda ambalajları, kağıt kahve bardakları, mukavvalar, hava filtreleri, çantalar vs. gibi kağıt üretimi sonucu oluşan malzemelerde de genel olarak günlük hayatta sıkça kullandığımız kağıt ürünleridir. Kağıt hamuru hazırlama atık suları siyah su, kağıt yapma kısmı atıksuları ise “beyaz su” olarak adlandırılır. Kağıt endüstrisi kaynaklı renkli atıksuların deşarjı, alıcı ortamda suyun berraklığını bozmak ve ışık geçirgenliğini azaltmak gibi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Besin elementlerinin deşarjı ise, alıcı ortamda ötröfikasyona neden olmaktadır. Bu tip atıksularda düşük konsantrasyonlarda metaller de rastlanmaktadır (Anonim 2013).