



T.C.
TEKİRDAĞ VALİLİĞİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ



RAM BACALARI FİLTRE KOMİSYONU RAPORU

14.01.2019 tarihli ve 13070673-020-E.983 sayılı Valilik Olur'u ile Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü başkanlığında tekstil sektörü ram bacalarında koku kontrol sistemleri performanslarının belirlenmesi amacıyla oluşturulan "Ram Bacaları Filtre Komisyonu" nun yapmış olduğu çalışmalar neticesinde:

- 1- İlimizde faaliyet gösteren tekstil işletmelerinin ram bacalarında koku kontrolü amacıyla kurulan filtre sistemleri incelenerek, kurulu olan filtre sistemlerinin elektrostatik filtre (ESP)-yerli üretim, elektrostatik filtre (ESP)-ithal üretim, yoğunlaştırıcı filtre (kondansatör), sulu filtre (scrubber), sulu filtre + ozon sistemi ve aktif karbon filtre (adsorbsiyon sistemleri) olmak üzere 6 farklı türde filtre sisteminin kurulu ve faal olduğu tespit edilmiştir.
- 2- Faaliyette olan 6 farklı türde filtre sistemi performanslarının belirlenmesi amacıyla komisyon üyeleri gözetiminde 18-19.02.2019 ve 05-18.03.2019 tarihlerinde yetkili laboratuvar Testmer Ölçüm ve Test Hizmetleri A.Ş. tarafından koku ve toplam organik karbon (TOC) örneklemeleri yapılmıştır.
- 3- Testmer Ölçüm ve Test Hizmetleri A.Ş. tarafından hazırlanan ölçüm raporuna istinaden Nani Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesinde görevli Prof. Dr. Lokman Hakan TEÇER tarafından Tekstil Fabrikalarında Ram Bacası Koku Kontrol Yöntemlerinin Karşılaştırılması Raporu hazırlanmıştır.
- 4- Tekstil Fabrikalarında Ram Bacası Koku Kontrol Yöntemlerinin Karşılaştırılması Raporu doğrultusunda; TOC giderim verimlerinin tüm sistemler için minimum %68 maksimumda %96 aralığında olduğu, sulu filtre ve aktif karbon sistemlerinde koku giderim çalışması sonucunda TOC değerlerinin Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) limit değeri olan 100 mg/Nm^3 altına düşmediği, elektrostatik filtre (ESP)-yerli üretim, elektrostatik filtre (ESP)-ithal üretim, yoğunlaştırıcı filtre (kondansatör), sulu filtre + ozon kombine sisteminin SKHKKY limit değeri olan 100 mg/Nm^3 'ü sağladığı; koku giderimi açısından sonuçlar incelendiğinde de, TOC gideriminde başarılı olan sistemlerin yeterli düzeyde koku gideriminde başarısız olamadığı, hiçbir sistem çalışma koşulları altında yönetmelik koku sınır değeri olan 1000 KB/m^3 seviyesine kadar kokuyu gideremediği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; ülkemiz ekonomik ve teknik koşulları da göz önünde bulundurulduğunda; İlimiz tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde, polyester veya polyester elastanlı kumaşların iğse işleminin yapıldığı Ram Makinası (Ramöz) bacalarına kurulması gereken filtrelerin verim olarak minimum % 85 TOC ve %20 koku giderimini birlikte sağlayacak nitelikte ve mümkünse yerli üretim olmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

İş bu rapor 3 (üç) nüsha halinde düzenlenerek imza altına alınmıştır. 09.07.2019



T.C.
TEKİRDAĞ VALİLİĞİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ



Taner AN
Tekirdağ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürü
Komisyon Başkanı

Ahmet FİDAN
Tekirdağ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
Kimya Mühendisi

Semra ÇALIŞKAN
Tekirdağ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
Çevre Yük. Mühendisi

Ahmet ÖZTEPE
Tekirdağ Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü
İnşaat Mühendisi

Prof. Dr. Lokman Hakan TECER
Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Müh. Fakültesi
Dekan

Gönül İŞBUL
Çorlu Ticaret ve Sanayi Odası
Yönetim Kurulu Üyesi

Hacı Mehmet ERDOĞAN
Çerkezköy Ticaret ve Sanayi Odası
Meclis Başkanı

TEKSTİL FABRİKALARINDA RAM BACASI KOKU KONTROL YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

HAZIRLAYANLAR

MAYIS 2019

İçindekiler

1. RAPORUN AMACI	3
2. RAM BACASI KOKU KONTROL SİSTEMLERİ.....	4
2.1. Elektrostatik Filtre (ESP)	4
2.2. Kondansatörler	5
2.3. Adsorbsiyon Sistemler	6
2.4. Scrubber (yıkayıcı) Sistemler	7
2.5. Tetra Oksijen modifikasyonlu Scrubber	9
3. RAM BACASI KOKU KONTROL SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	11
4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR.....	15
5. KAYNAKLAR	18

1. RAPORUN AMACI

Bu rapor, tekstil fabrikalarında ram bacalarından kaynaklı kokunun giderilmesi ve kontrolü yöntemlerinin giderim verimleri, yatırım ve işletme koşullarının karşılaştırılması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kapsamda, Tekirdağ Bölgesi'nde faal olarak çalışmakta olan ve RAM ekipmanına sahip 5 tekstil firmasının ram bacası koku kontrol ekipmanları incelenerek, gerekli ölçümler yapılmış, ram bacası koku kontrol yöntemlerinin çalışma prensibi, koku giderim verimi, yatırım ve işletme maliyetleri temelinde incelenmiştir.

2. RAM BACASI KOKU KONTROL SİSTEMLERİ

Tekstil proseslerinde yer alan boyama, baskı ve fikse dahil olmak üzere tekstil ıslak işleme yöntemleri, hemen hemen tüm tekstil ürünlerinde renkleri, desenleri ve özel performans karakterlerini oluşturmak için kullanılmaktadır (Şağban ve Elitaş,2018) .

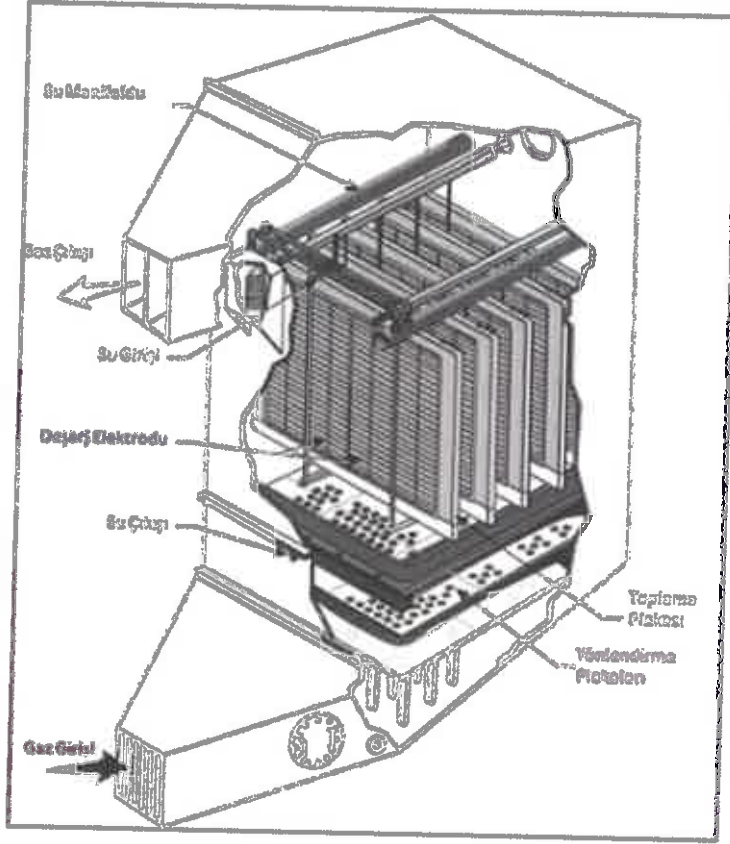
Ramözde kurutma sırasında, sıcak kuru hava ile nemli kumaş sürekli temas halindedir. Bunun sonucunda sıcak kurutma havasından nemli kumaşa ısı geçişi, nemli kumaştan kurutma havasına ise su buharı geçişi olmaktadır (Karaaslan, 2006). Bu şekilde kurutma işlemi sonunda kumaş nem içeriği %5 seviyesine inmektedir.

RAM bacaları çıkışında atık havanın sıcaklığı ortalama 120 – 200°C'dir. Fikse sırasında bu sıcaklık 180°C'dir. RAM içerisindeki ısının ortalama %15'i kumaş tarafından taşınan ve etrafa verilen ısı iken; %85'i kumaştaki suyu buharlaştırmak ve kurutma havasını ısıtma için harcanan ısıdır. Bu ısı enerjisi RAM bacasından kontrolsüz bir şekilde salınmaktadır (Elitaş, 2018). Kontrolsüz bir şekilde salınan bu hava içerisinde karbonmonoksit (CO), azot oksitler (NO_x), kükürtdioksit (SO₂), toz ve uçucu organik bileşikler (VOC) gibi hava kirleticiler bulunmaktadır.

Tekstil fabrikalarında RAM makinelerinin çalışması sırasında ortaya çıkan koku emisyonları kumaşın elyafına ve kalınlığına bağlı olarak bacadan atılan büyük miktarda sentetik yağ ve tozlardır. Koku emisyonunun temel kirletici parametresi VOC'dir (Elitaş, 2018). İlerleyen bölümlerde incelenen koku kontrol sistemleri ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir.

2.1. Elektrostatik Filtre (ESP)

Elektrostatik filtreler akış yönü içerisindeki tozu elektriksel güç kullanarak toplayan sistemlerdir. Gaz içindeki partiküller, elektrik yükü ile yüklenerek gaz iyonlarının akış içerisinde olduğu koronadan geçmektedirler. Yüklü parçacıkları kenarlarda bulunan duvarlara yönlendiren elektriksel alan, yüksek voltaj bulunduran akışın merkezinden gelmektedir. Elektriksel alan içerisine giren toz parçacıkları negatif yük ile yüklenerekdeşarj elektrotlarından toplama plakalarına doğru hareket etmektedir. Toplama plakalarına ulaşan yüklü toz parçacıkları nötralize olarak kül kümeleri oluşturmaktadır (Şekil 1). Yüklü parçacıkların hareket ve toplanma süreçleri, partiküllerin direnci ve iki elektrod arasındaki elektriksel yüke bağlı olarak değişmektedir (Kurt, 2016).

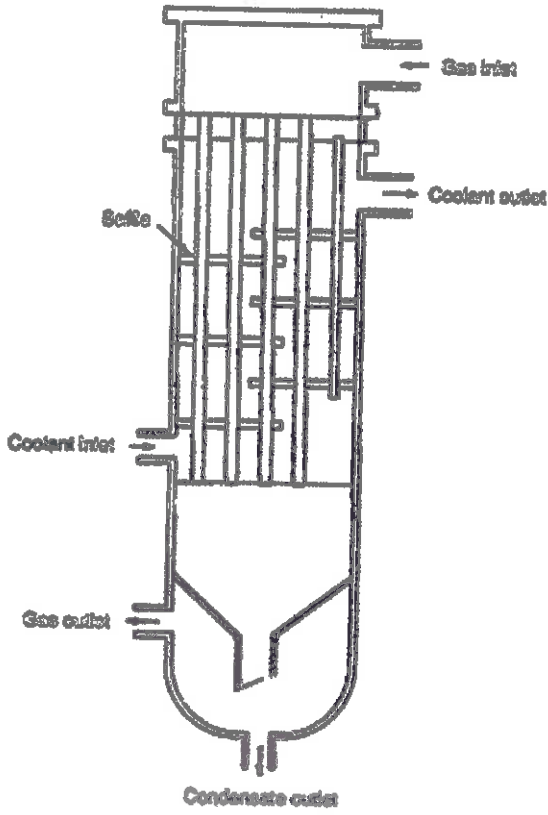


Şekil 1. Elektrostatik filtre örneği

Kullanım amaçlarına göre farklı tipte elektrostatik filtre örnekleri mevcuttur. Bunlar; boru ve plaka tipi, tek ve çift kademeli, soğuk ve sıcak taraflı, ıslak ve kuru elektrostatik filtreler olarak ayrılabilir.

2.2. Kondansatörler

Kondansatörler gaz akımından ısının uzaklaştırılması ile çalışır ve bu prosesin gerçekleşmesi için gaz fazının sıvı faza yoğunlaştırılması amacıyla bir yüzey/bir ortam sağlar. Yüzey kondansatörler ve temas kondansatörler olmak üzere 2 tip kondansatör vardır. Yüzey Kondenserlerde, soğutucu buhar veya kondensat sıvı ile temas etmez. Temas Kondenserlerde, soğutucu, buhar ve kondensat tümü iyice karıştırılır.



Şekil 2. Yüzey tipi kondansatör örneği

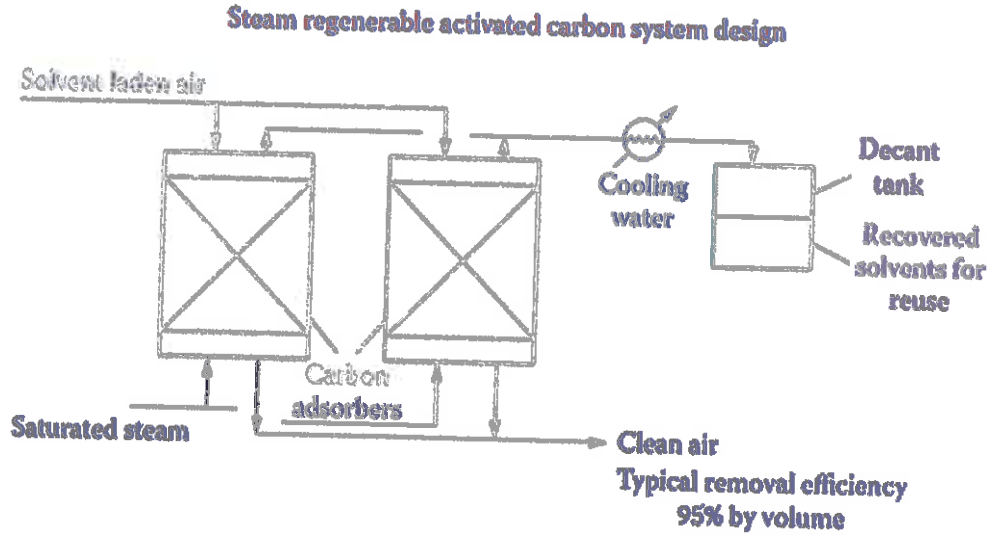
2.3. Adsorbsiyon Sistemler

Adsorpsiyon, gaz akımı bir emici (sorban) yatak içinde hareket ederken, gaz ve buharların katı sorbana fiziksel çekimi ile kirletici maddelerin atık gaz akımından ayrılması sürecidir. Bu, Van der Waals kuvvetlerine benzer bir bağdır. Fiziksel olarak adsorblanmış moleküller kendi kimyasal kimlikleri ve özelliklerini kaybetmezler.

Sorbanlar; kendi porozite, yüksek yüzey alanı ve yüzeylerinde farklı maddeler toplama yeteneği ile karakterize edilir. Yaygın olarak kullanılan sorbanlar; aktif karbon, silika jel, aktif alüminyum oksit ve zeolitler içerir. Aktif karbon > 45 kütle birimi molekül ağırlıklarına sahip polar olmayan bileşiklere olan yüksek afinitesi ile en yaygın kullanılan sorbandır.

Aktif karbon öncelikle O₂ yokluğunda yüksek sıcaklıklarda karbonize edilmiş kömür ya da odundan elde edilir. Bu derece ısıtma uçucu bileşikleri açığa çıkarır. Buhar, hava ya da CO₂ in kullanılmasıyla yüksek sıcaklıklarda karbonizasyon sonrası aktivasyon, yüksek iç poroziteli (gözenekli) ve yüzey alanlı bir malzeme oluşmasını sağlar.

Adsorberler, oldukça yaygın olarak solvent geri kazanımında, depolama tanklarından yayılan hidrokarbonların kontrolünde, transfer tesislerinde, baskı işlemlerinde ve uçucu hidrokarbonların mevcut olduğu benzer proseslerde kullanılır (Şekil 3).



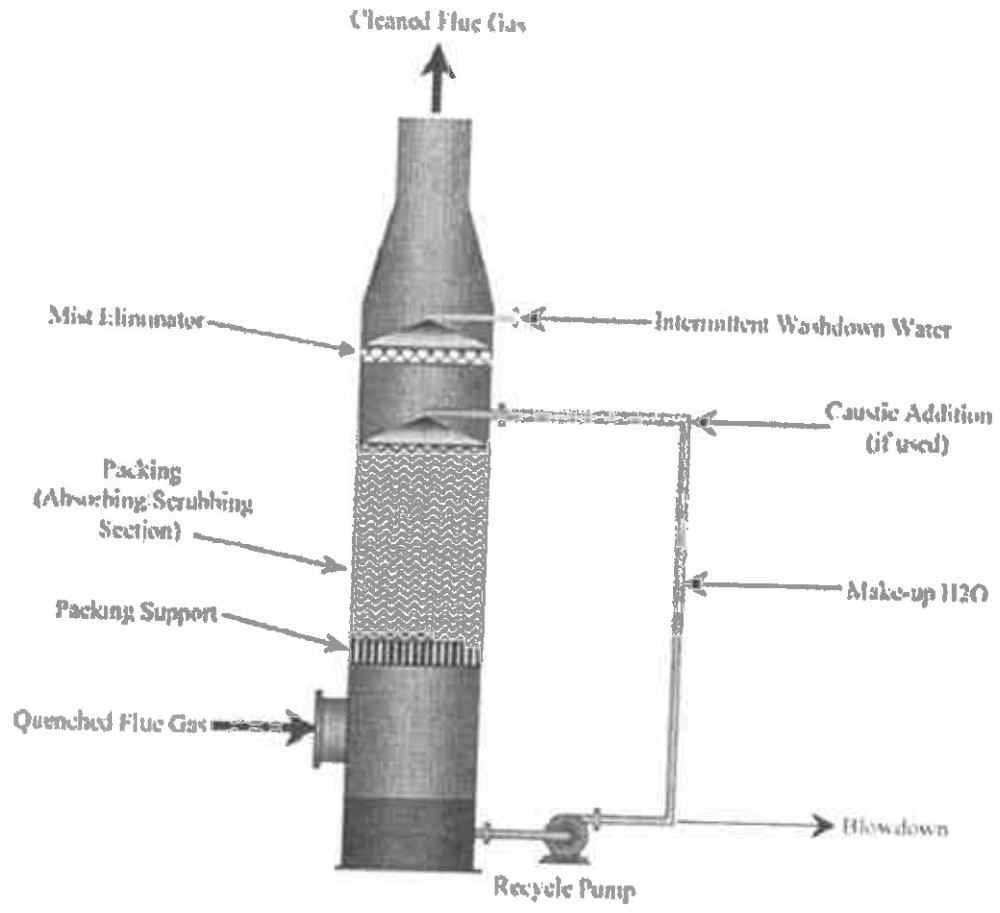
Şekil 3. Aktif karbon adsorbsiyonu örneği

2.4. Scrubber (yıkayıcı) Sistemler

Baca gazı sistemlerinden atık gaz giderimi için yaygın olarak kullanılan bir yıkama sistemidir. Bu sistemler genellikle kuru yıkayıcılar veya ıslak yıkayıcılar olarak 2 gruptur.

Islak yıkayıcılar gaz akışını ayrılması ve saflaştırılması için bir sıvı içine gaz absorpsiyonu esasına dayanır. Bu tekniğin uygunluğu; istenen gazın absorpsiyonu, istenen giderme verimi ve giderilecek gazın konsantrasyonu için elverişli çözücü mevcudiyetine bağlıdır. Fiziksel absorpsiyonu hem giderilecek gazın hemde sıvı akımının özelliklerine (örneğin, yayılabilirlik, çözünürlük denklığı) bağlıdır.

Baca gazı akımındaki yanma gazları ve bir miktar da uçucu organik bileşikler yıkayıcıdaki bir sıvıya absorbe edilir, burada ya sıvıdan ayrılır (daha sonra yeniden kullanılabilir) ya da atık gaz içeren atık düzgün bir şekilde bertaraf edilir. Şekil 4'te ıslak yıkayıcı çalışma prensibi gösterilmiştir. Bu sistemlerde güçlü oksidantlar (O_3 , O_4 vb), aktif karbon ilaveleri gibi kombinasyonlar yapılmaksızın kokuya neden olan uçucu organik bileşiklerin giderilmesi sınırlı kalmaktadır.

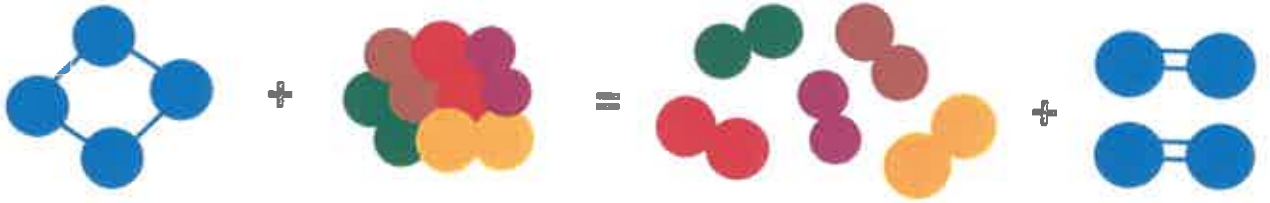


Şekil 4. Islak scrubber (yıkayıcı) örneği

2.5. Tetra Oksijen modifikasyonlu Scrubber

Oksijen jeneratör sistemi atmosferin doğal bileşimindeki %78 oranındaki azotu tutarak %99 saflıkta oksijen üretir. Elde edilen saf oksijen profoks jeneratörüne gönderilir. Plazma içerisinde geçen oksijen molekülleri tetra oksijen (O_4) formuna dönüşür.

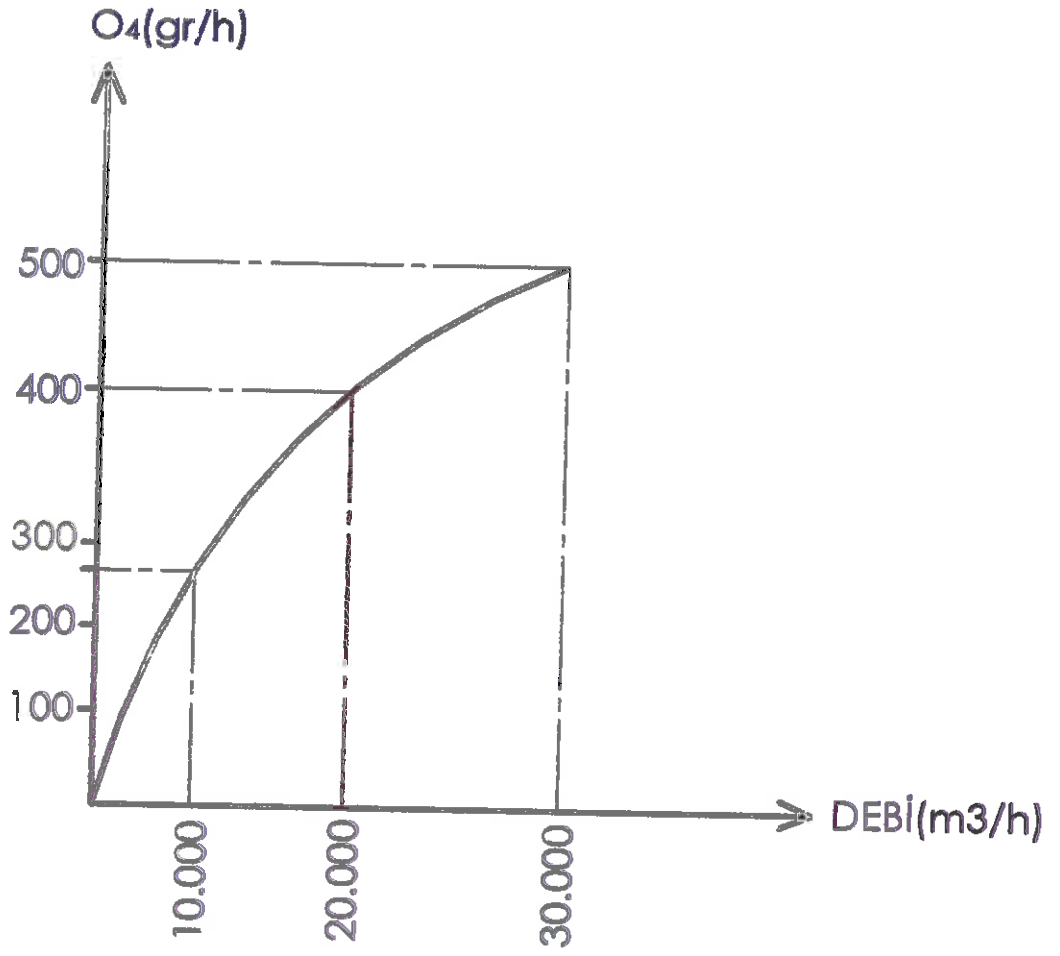
O_4 molekülleri buldukları ortamda bir araya geldikleri organik ve inorganik bileşiklere oksitlemeden parçalar. O_4 molekülleri bağlarında depoladığı enerjiyi bu bileşiklere iletir ve bu enerjiyi alan bileşikler kararlı halden kararsız hale geçerek parçalanırlar. Tekrar birleşip aynı yapıyı oluşturacak aktivasyon enerjisini yakalayamayan bu bileşikler kendi içlerinde kararlı küçük bileşiklere dönüşürler.



Scrubber Koku Giderme Prosesi

Scrubber sisteminin tabanda bulunan difüzör sistemi ile tetra oksijenin suda çözünmesi sağlanır. Sistemden gelen ham gaz içerisinde kokuya sebep olan moleküllere sahiptir. Bu moleküllerin tetra oksijen ile parçalanmasını sağlamak amacıyla gazı dolgu malzemesiyle parçalayarak gazın su ile temas yüzeyi artırılır. Üç katmandan oluşan nozulılar ile pulvarize bir şekilde dağıtılan suda çözülmüş tetra oksijen kokuya sebep olan molekülleri parçalar, temizlenmiş gaz baca çıkışına doğru ilerler. Baca çıkışına yerleştirilen demister gazın suyla teması sonucu oluşan iki fazlı yapıyı ayırarak çıkışa tek fazlı temiz gazı gönderir.

Her proses kokuya sebep olan belli bir ppm aralığında koku molekülleri içerir. Bu koku moleküllerin parçalanması ve temiz gaz elde etmek için sistemden gelen gazın debisine göre tetra oksijen miktarı belirlenir. Atık gaz debisine göre dozlanması gereken tetra oksijen miktarları Şekil 5'te verilmiştir. Yukarıdaki tabloda her debi için gerekli tetra oksijen miktarı belirtilmiştir.



Şekil 5. Enerjilendirilmiş Oksijen Miktarının Gaz Debisine Göre Değişimi

3. RAM BACASI KOKU KONTROL SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tekstil sektöründe RAM bacası koku kontrol sistemlerinin karşılaştırılması amacıyla 18.02.2019 ve 19.02.2019 tarihlerinde Tekirdağ bölgesinde belirlenen 6 tekstil firmasına ait RAM bacası koku kontrol teknolojileri incelenmiş ve bu tarihlerde bacalardan baca gazı numuneleri alınarak gerekli analizler yapılmış, sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında RAM bacası koku kontrol sistemleri incelenen 6 tekstil firmanın kullanmış olduğu sistemler Tablo 1’de belirtilmiştir. F1 ve F2 aynı firmaya ait ölçüm sonuçlarını göstermektedir. F2 ölçümü firmanın scrubber sistemi üzerine ek olarak tetra oksijen ünitesi ilave edilerek modifiye kontrol sisteminden tekrar numune alınmıştır.

Örnek alma çalışmalarının yapıldığı sırada firmaların RAM sistemlerine verdiği kumaş türleri, RAM sıcaklığı ve RAM devrine ait bilgiler Tablo 2’de verilmiştir. Numune alma çalışmaları sırasında RAM’a verilen kumaşın polyester içeriğinin yüksek olmasına dikkat edilmiştir.

Tablo 1. Firmaların kullandığı RAM bacası kontrol sistemleri

Tekstil Firması Kodu	Kullandığı Kontrol Sistemi
A	Elektrostatik filtre (ESP)
B	Yoğuşma – eşanjör ile ısı geri kazanımı
C	Elektrostatik filtre (ESP)
D	Aktif karbon
E	Yoğuşma – eşanjör ile ısı geri kazanımı
F1	Sulu filtre (scrubber)
F2	Sulu filtre (scrubber) + tetra oksijen

Tablo 2. Örnek alma çalışması sırasında çalıştırılan RAM prosesi koşulları

Tekstil Firması Kodu	Kumaş Türü	Ram Sıcaklığı	Ram Devri
A	%57 PAMUK %3 ELASTAN (LYCRA) %40 POLYESTER	195 °C	12 m/dk
B	%30 VİZKON %70 POLYESTER	195 °C	16 m/dk
C	%16 VİZKON %2 ELASTAN (LYCRA) %52 KETEN %30 POLYESTER	195 °C	12 m/dk
D	%25 PAMUK %75 POLYESTER	200 °C	15 m/dk
E	%70 VİZKON %10 ELASTAN (LYCRA) %52 KETEN %20 POLYESTER	200 °C	21 m/dk
F1	%100 POLYESTER	185 °C	36 m/dk
F2	%100 POLYESTER	185 °C	36 m/dk

Bu 6 tekstil firmasının RAM bacasından filtre öncesi ve filtre sonrası alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Baca gazı analiz sonuçları

A Firması	ESP		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Baca gazı debisi(m ³ /saat)	22752,29	13407,72	41,0709
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	13936,87	11686,42	16,14746
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	13365,45	11463,21	14,23252
TOC (mg/m ³)	37,467	17,667	52,8465
TOC (mg/Nm ³)	63,78	20,663	67,6027
TOC (kg/saat)	0,8524	0,2369	72,20788
Koku(KB/m ³)	3941,19	4017,92	-1,94687
B Firması	Yoğuşma – eşanjör ile ısı geri kazanımı		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Baca gazı debisi(m ³ /saat)	11038,73	11811,55	-7,00099
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	6718,45	9737,48	-44,9364
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	6442,32	9353,83	-45,1935
TOC (mg/m ³)	46,733	7,133	84,7367
TOC (mg/Nm ³)	80,076	9,008	88,75069
TOC (kg/saat)	0,5159	0,0843	83,65962
Koku(KB/m ³)	2952,3	1933,22	34,51817
C Firması	ESP		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Baca gazı debisi(m ³ /saat)	22936,05	16606,52	27,59643
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	15865,05	13841,01	12,75785
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	15317,7	13535,13	11,63732
TOC (mg/m ³)	66	24,333	63,13182
TOC (mg/Nm ³)	98,823	29,855	69,78942
TOC (kg/saat)	1,5137	0,4041	73,30383
Koku(KB/m ³)	2896,44	3251	-12,2412
D Firması	Aktif karbon		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Baca gazı debisi(m ³ /saat)	11876,74	14770,56	-24,3654
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	6538,79	12339,62	-88,7141
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	5555,36	12154,52	-118,789
TOC (mg/m ³)	625,267	287,033	54,09433
TOC (mg/Nm ³)	1336,75	348,811	73,90604
TOC (kg/saat)	7,4261	4,2396	42,90947
Koku(KB/m ³)	3649,08	3314,25	9,175737

E Firması	Yoğuşma – eşanjör ile ısı geri kazanımı		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Bacas gazı debisi(m ³ /saat)	17258,15	18703,41	-8,37436
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	9520,56	15396,84	-61,722
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	7664,05	14967,27	-95,2919
TOC (mg/m ³)	626	47,767	92,36949
TOC (mg/Nm ³)	1409,648	59,691	95,76554
TOC (kg/saat)	10,8036	0,8934	91,73053
Koku(KB/m ³)	3792,27	2343,24	38,2101
F1 Firması	Sulu Filtre		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Bacas gazı debisi(m ³ /saat)	9766,66	17061,5	-74,6912
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	5735,95	13767,08	-140,014
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	4802,71	13495,87	-181,005
TOC (mg/m ³)	630,833	149,833	76,24839
TOC (mg/Nm ³)	1282,846	189,42	85,23439
TOC (kg/saat)	6,1611	2,5564	58,50741
Koku(KB/m ³)	4424,01	3649,3	17,51149
F2 Firması	Sulu Filtre + Tetra Oksijen		
	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim
Bacas gazı debisi(m ³ /saat)	17242,37	17664,38	-2,44752
NŞL. Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	11815,59	14084,49	-19,2026
NŞL. Kuru bazda Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)	11393,78	13715,47	-20,3768
TOC (mg/m ³)	473,333	51,467	89,12668
TOC (mg/Nm ³)	716,304	66,285	90,74625
TOC (kg/saat)	8,1614	0,9091	88,86098
Koku(KB/m ³)	4598	4175,84	9,181383

Çalışma kapsamında incelenen koku kontrol sistemlerine ait yatırım ve işletme maliyetleri firmalardan alınan bilgiler temelinde aşağıdaki Tablo 4’de verilmiştir. Buna göre, ESP’ler yatırım maliyeti en yüksek sistemlerdir. ESP’leri eşanjörlü yoğuşma sistemleri takip etmektedir. Aktif karbon sistemleri diğerlerine göre daha düşük yatırım maliyetli sistemler olmakla birlikte, tetra oksijen modifikasyonlu scrubber sistemi en düşük yatırım maliyetine sahip sistem olmuştur.

Tablo 4. İncelenen koku kontrol sistemlerinin yatırım ve işletme maliyetleri

Filtre Türü	YATIRIM MALİYETİ (BACA+FİLTRE)	İŞLETME MALİYETİ (TL/AY)
ESP	77.000\$ + 250.000TL	elektrik tüketimi (27.8 KW*0,45=12.51tl/saat) ve soğutma suyu geri dönüşü (5 ton/SAAT) var fiyat yazmamış
Yoğuşma (eşanjör ile ısı geri kazanım)	117.000 EURO	8.000
ESP	149.903 EURO (20.000M3)	5.570,99
Aktif Karbon	48.000\$	Karbon maliyeti: 375\$ (karbonlar 6-9 ay arası değişmekte)+elektrik maliyeti: 34 kwh kurulu gücü - 20 kwh/saat
Yoğuşma (eşanjör ile ısı geri kazanım)	46.887 EURO	2.830,39
Sulu filtre (scrubber)		2.000
Sulu filtre		
Sulu filtre O4 modifikasyonlu	35.000 EURO	Sarf malzemesi maliyeti (2300 TL/ay)+ Elektrik Maliyeti (10 kW/saat*0,45 TL/kW=3240 TL/ay) = 5540 TL/ay

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Tekstil sektörü ram bacalarında koku kontrol sistemlerinin performanslarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, farklı işletme koşulları altında çalıştırılan farklı sistemler incelenmiştir. İnceleme sonucunda farklı polyester içeriğine sahip kumaşların fikse edilmeleri sırasında çalıştırılan kontrol sistemlerinden elde edilen TOC ve koku giderim verimleri aşağıdaki Tablo 5'te verilmiştir.

Bildiğiniz üzere, boyama proseslerinde ve dolayısıyla ram proseslerinde asetik asit ve white sprite (beyaz alkol) gibi bileşikler nedeniyle organik buhar ve gazlar oluşmaktadır. Bu tür II'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (2 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için) için aşılılamaması gereken sınır değer SKHKY Ek-1 h-3 tablo 1.2.2'ye göre 100 mg/Nm³ olarak belirlenmiştir. Bu nedenle sistemlerin koku giderimi yanında TOC giderim verimlerinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. TOC giderimi açısından tüm sistemlerin verimleri oldukça yüksek seviyede bulunmuştur. TOC giderim verimleri tüm sistemler için minimumda %68 iken maksimumda %96 aralığında olmuştur. Ancak, sulu filtre ve aktif karbon sistemlerinde koku giderim çalışması sonunda TOC değerleri 100 mg/Nm³ altına düşmemiştir. Yoğuşmalı sistemler en yüksek TOC giderimi sağlayan sistemler olmuştur. Genel olarak sulu filtre ve aktif karbon dışında tüm sistemlerin TOC giderim verimleri kabul edilebilir düzeyde gerçekleşmiştir. Kokuya sebep olan kirleticiler temelde birer organik karbon olmakla birlikte, ram bacası çıkışında yüzlerce farklı organiklerin bulunması ihtimali vardır. Bu organiklerin içerisinde hangi bileşiklerin kokuya sebep olduklarının tespit edilmesi gerekmektedir.

Koku giderimi açısından sonuçlar incelendiğinde, TOC gideriminde başarılı olan sistemlerin yeterli düzeyde koku gideriminde başarılı olamadıkları görülmüştür. Hiçbir sistem çalışma koşulları altında yönetmelik koku sınır değeri olan 1000 KB/m³ seviyesine kadar kokuyu giderememiştir. Koku giderim verimi en yüksek sistem yoğuşma sistemi olmuştur ve bu sistemle % 38 oranında bir koku giderimi gerçekleştirilmiştir.

Ancak, sonuçların detaylı incelemesi yapıldığında, bir takım bulgulara ulaşmak ve sistemler ile ilgili bir kanaat oluşturmak mümkündür. En yüksek koku giderim verimine sahip yoğuşurma sistemi yalnızca %20 polyester içeren kumaşların fikse edilmesi esnasında çalıştırılmıştır. Kumaşta polyester oranı arttıkça kokunun da arttığı düşünülerek, sistem performanslarının yüksek polyester içeren kumaşta yeniden değerlendirilmesi daha doğru

olacaktır. Diğer benzer bir yoğuşurma sisteminde fikse edilen kumaşta polyester oranının %70 olduğunda koku giderim verimi %35'e düşmüştür. Yoğuşurma sistemleri baca gazı debisinde bir azalmaya sebep olmamaktadır. Isı geri kazanımı söz konusu olsa da yoğuşurma sistemlerinin debisi yüksek, koku konsantrasyonu yüksek bacalarda geliştirilmesi gerekmektedir.

Sulu filtrelerde (Scrubber) %85 oranında TOC giderimi gerçekleşmesine rağmen, baca çıkışında 189 mg/Nm³ konsantrasyonunda TOC ölçülmüştür ve koku giderim verimleri de %18'de kalmıştır. Ancak bu tesiste fikse edilen kumaşın tamamen polyester olduğu dikkate alınmalıdır. Bu haliyle sulu yıkama yapan sistemlerin (scrubber) etkin koku kontrolü yaptığı sonucuna varılamaz. Bu tür yıkama sistemlerinin kokuya neden olabilen uçucu organik bileşikler okside edebilecek güçlü oksidantlarla modifiye edilmesi önerilmektedir. Ozon (O₃) en yaygın olarak kullanılan oksidantlardandır. Çalışma sırasında, ozondan daha güçlü bir oksidant olan tetra oksijen (O₄) modifikasyonlu scrubber sistemi ile koku giderimi denemesi de yapılmıştır. Tesiste mevcut bulunan sulu yıkama sistemi içerisine harici olarak üretilen tetra oksijen (O₄) dozlaması yapılmıştır. Şekilde 1'de verilen atık gaz debisine göre O₄ dozlaması miktarının 300 gr/saat olması gerekirken, çalışma koşullarında ancak 100 gr/saat miktarında dozlama yapılabilmektedir. Buna rağmen ilk denemede %91 TOC giderim verimi yakalanmıştır. İkinci denemede ise yine aynı miktarda O₄ dozlaması neticesinde %21 koku giderim verimine ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan, scrubber sistemine kokuya neden olan organikleri oksitleyebilecek oksidantların ilavesi koku gideriminde başarılı sonuçların alınabileceğini göstermektedir. O₄ modifikasyonu yapılmış sulu yıkama filtresiyle uygun O₄ dozlamasının yapıldığı çalışmaların yapılarak sonuçların görülmesi önerilmektedir.

Aktif karbon sistemleri, denemesi yapılan sistemler içerisinde TOC ve koku giderim verimi açısından daha az başarılı sistemler olmuştur. Aktif karbon ile %75 polyester içeren kumaşta yapılan giderim çalışmasında %74 TOC giderimi ve %9 da koku giderimi sağlanmıştır.

ESP sistemler TOC ve koku gideriminde en başarısız sistemler olmuştur. %70 civarında TOC giderimi gerçekleşirken koku giderimi mümkün olmamıştır. Baca gazında bulunan su buharını toplama başarısı göstermesi, baca gazındaki partikül boyutundaki maddeleri elektriksel alanda toplama başarısı göstermesi baca çıkışında görsel dumanın azalmasını sağlamaktadır. Ancak, bu sistemlerin koku gideriminde başarılı olamadıkları yapılan bu çalışma ile anlaşılmıştır.

Tablo 5. Ram bacası koku giderme sistemleri performanslarının karşılaştırılması

	Polyester oranı, %	Baca Gazı Debisi(Nm ³ /saat)		TOC (mg/Nm ³)				Koku(KB/m ³)			
		Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Yük, kg/saat	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Verim,%	Filtre Öncesi	Filtre Sonrası	Giderilen koku	Verim,%
Yoğuşma2	20	7664	14967	10,8	1410	60	96	3792	2343	1449	38
Yoğuşma	70	6442	9354	0,51	80	9	89	2952	1933	1019	35
Sulu filtre2+ O ₄	100							6629	5261	1367	21
Sulu filtre	100	4803	13496	6,16	1283	189	85	4424	3649	775	18
Sulu filtre+O ₄	100	11394	13715	8,16	716	66	91	4598	4176	422	9
Aktif Karbon	75	5555	12155	7,42	1337	349	74	3649	3314	335	9
ESP	40	13365	11463	0,85	64	21	68	3941	4018	-77	-2
ESP2	30	15318	13535	1,51	99	30	70	2896	3251	-355	-12

5. KAYNAKLAR

Şağban, F. O. T., & Özgen, A. C. Tekstil Ramöz Bacasından Kaynaklanan Kirliliğe Önlem Olarak Oluşturulan Filtrasyon Sisteminin Değerlendirilmesi: Bir Örnek Çalışma.(2018) *Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering*, 23(2), 143-154.

Karaaslan, M. (2006). Ramöz Atık Havasından Isı Geri Kazanımı, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Elitaş A.C., 2018tekstil Sektöründe Ramöz Bacasından Kaynaklanan Kirliliğinin Çevresel Boyutları Ve Proses Sonucu Oluşan Atık Yağın Geri Kazanımı, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi.

Kurt B. (2016). Termik Santrailerde Elektrostatik Filtre Uygulamaları Ve Verim Artırıcı Yöntemler, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Ve Çevre Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi