

Endüstriyel gaz atıklar

- ❖ Kirletici kaynaklardan havaya verilen emisyonlar üretim faaliyetinin, kullanılan hammaddenin, yakıtın, uygulanan işlemlerin, kapasitenin ve kontrol tedbirlerinin bir fonksiyonudur. Kaynakların hava kirletici etkilerinin değerlendirilebilmesi için bu kaynaklardan verilen kirletici madde miktarları "emisyon faktörleri" kullanılarak belirlenmektedir.

Havadaki endüstriyel atıkların emisyon miktarı, geleneksel çevre kirleticilerinden çok daha fazladır. Örneğin, 1990'lı yıllarda yüzey suyundan, toprak altı kaynaklardan ve deponilerden çıkan emisyonlar yaklaşık olarak hava emisyonunun tamamını oluşturmaktaydı. Bu emisyonların birçoğu da üç aktiviteden birinin sonuçlarından kaynaklanmaktaydı. Enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanılması, solventlerin buharlaştırılarak kullanılması ve uçucu bileşiklerin kimyasal proseslerle üretimi ve bunları takip eden kaçak emisyonlarıydı.

Endüstrinin değişimi, hava emisyonlarının ciddi önem kazanmasından sorumludur. Tarihsel olarak, kimyasal ve metal ürünler, plastikler ve kağıt üretimi ve taşımacılık sektörü gibi endüstriler hava emisyonu kaynağının önemli bir profilini oluşturmaktadırlar. Neredeyse bütün endüstriler önemli hava emisyonlarına sebep olurlar. Bununla birlikte endüstriyel çevre bilimciler açısından hemen hemen bütün endüstriyel spekturumu kaplayan bu emisyonların azaltılması konusunda büyük fırsatlar da vardır.

Aşağıdaki tabloda bazı endüstriyel proseslerden yaygın bir şekilde atmosfere verilen gazların listesi vardır.

Kloroflorokarbonlar

Bu grup bileşikler çoğunlukla CFC-11, CFC-12 ve CFC-13 olarak bilinen bileşikler içeren ve diğer birçok tam veya kısmen halojenli hidrokarbon bileşikleri isimlendirmek için kullanılır. Bunlar; buzdolapları, havalandırma sistemleri ve dünyanın birçok yerinde de metal temizleme işinde itici gaz ve aynı zamanda köpürtme ajanı olarak ve diğer başka minör amaçlar için kullanılmaktadır.

CFC kullanımının alternatifleri olabilir mi? Kısmi olarak hidrojenlenmiş CFC'ler (HCFC olarak isimlendirilirler) CFC kullanımı yerine önerilebilirler çünkü statorosfere varmadan önce kısmi kimyasal yer değiştirmeye karşı reaktifler fakat bunların etkileri düşünüldüğünden daha fazla kaygı vericidir. Uluslararası anlaşmalarla CFC'lerin HCFC'lerin ve halonların kullanımı azaltılmaktadır. CFC'lerin kullanımının zamanla azaltma için belirlenen tarihler sık sık revize edilmektedir.

Metal yağını gidermekte ve akıtma işlemi için kullanılan CFC'ler ve HCFC'ler, zor olsa bile yeni proses dizaynları ile minimize edilmeli ya da elimine edilmelidirler. Alternatif olarak

bu temizleme prosesi sulu ya da yarı sulu olarak da yapılabilir. Tüm zorluklara karşı koyarak prosesler yeniden düzenlenmeli ve halojenli hidrokarbonların kullanımından kaçınılmalıdır.

VOC'lerin kaynakları ve etkileri

VOC'ler genellikle endüstriyel prosesler sonucunda atmosfere bırakılırlar. Düşük sıcaklıklarda oldukça kolay buharlaşabilen uçucu organik bileşiklerin emisyonlarından söz edilebilir. Bazı endüstriyel uygulamalarda VOC emisyonu yaratan proseslerin, üretim ve proses değişimini yapmak mümkün olabilir. Böylece havadaki ve sudaki emisyon miktarları azaltılmış olur. Örneğin, boya endüstrisinde solvent bazlı boyalar geçtiğimiz bir kaç yıl içinde %80'den %20'ye indirilmiştir.

ABD'deki emisyonlardaki kümelenmenin temelini oluşturan ve en çok kullanılan 14 VOC ve HPA (tehlikeli hava kirleticileri) şunlardır:

Toluen	o-Ksilen
Formaldehit	Perkloro etilen
Metilen klorit	p-Ksilen
Metil kloroform	Kloro benzen
Etilen	Asetik asit
m-Ksilen	Triklorotrifloro etilen
Benzen	Trikloro etilen

VOC'ler ya da diğer toksik kirleticiler tek başlarına emisyonların kümelenmesi için delil sayılmazlar. Bileşiklerin toksik etkileri ve bunların ortaya çıkma değerleri de eşit şekilde önemlidir ve düşünülmesi gereklidir. Örneğin, toluen çok fazla havaya verilen bir bileşik olmasına rağmen benzenden daha az toksik etkiye sahiptir.

VOC'lerin kullanımı için çeşitli yasal düzenlemeler vardır. Yasal düzenlemelerdeki amaç; emisyon limitlerinin denetim altına alınmış kalite ve konsantrasyon miktarlarının tanımlanmasıdır. Düzenlemelerin kullanımından önce ve sonra, tahmin edilen emisyon değerlerine ulaşmak için kullanılan test metodlarının iyice düşünülmesi bundan dolayı son derece önemlidir. Tüm metodların sonuçları değerlendirildiğinden beri, test metodlarının çeşitliliğine bağlı olarak, verilerin çevreye uygunluğunu açıklamak için istatistiklere başvurma ihtiyacı doğmuştur. Bir mühendis sadece üretim prosesi ve kontrol teknolojilerini düşünmeye yönlendirilmeme-

Proses	Gaz Türleri							
	CFC, HCFC	Halonlar	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	VOC	NOx	SO ₂
Çimento Üretimi			+		±	*	+	±
Kimyasal Üretimi					+	*		+
Yangın Önleme		•						
Köpürtme Maddesi	+		+			+		
İtici Gaz Kullanımı	*		+			+		
Metal Bitirme						+		
Metal Temizleme	•					+		
Petrol Rafinasyonu	•							
Kağıt Endüstrisi								+
Soğutucular	•							

+: Lokal, bölgesel ve global olarak minör etki •:Lokal, bölgesel ve global olarak majör etki *: Lokal, bölgesel ve global olarak az etki

lidir. Aynı zamanda kirlilik seviyesinin ölçümü ve bunların değerlendirilmesi de düşünülmelidir.

Standartlara göre VOC yayan 20'den fazla ticari kaynak kategorisi vardır. ABD'deki VOC üretimindeki tüm kaynaklar ve sabit kaynaklar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Kaynaklar	Tüm %	Sabit %
Mobil Kaynaklar	32	-
Solvent	16	23
Yüzey Kaplama	14	20
Tehlikeli Atıklar	8	12
Petrol Rafinesi	3	5
Kimyasallar	2	3
End.Prosesler	2	2

VOC kontrol metodları

Herhangi bir emisyon kontrol metodunu seçmeden önce, VOC uzaklaştırma konusundaki temel bilgileri bilmek gerekir. Herhangi bir bileşiği uzaklaştırmak için bileşiğin sudaki ve diğer çözeltilerdeki çözünürlüğünün, buhar basıncının, reaktivite özelliklerinin, adsorblama kabiliyetinin ve biyolojik parçalanma özelliklerinin bilinmesi gereklidir.

Kaynak Kontrolü: VOC emisyonu azaltılmasındaki en etkili yöntemlerden biridir. Her prosesin emisyonu kontrol altında tutulmalıdır ve VOC emisyon limitleri aşılmamalıdır.

Toplama: Kaçak emisyonları bazı endüstriler için büyük önem taşımaktadır. Toplama sistemi dizaynı emisyon kontrolü ve artırılarak atmosfere verilmesi açısından önemlidir.

Yoğunlaştırma: Emisyonlar bu sayede sıklıkla kontrol edilebilirler. Bunun için yeterli konsantrasyon gerekmektedir. Yoğunlaştırma sıcaklığı VOC buhar basıncına ve uzaklaştırılacak kısmın yüzdesine bağlıdır.

Termal Oksitleme: VOC emisyonları yüksek konsantrasyonlu olduğunda termal oksitleme yolu kullanılabilir. Birçok VOC kolay alev alabilmektedir ve termal oksidasyon sıcaklıkları da ısı verilererek düşürülebilir. Termal oksitleme pahalı bir sistemdir. Ayrıca sistem dizaynı da ısı azaltımını ve çevrimini etkirmektedir.

Adsorbsiyon: Karbon adsorbsiyon yönteminin VOC kontrolünde önemi büyüktür. Sisteme verilmiş karbonun buharla reenerasyonu yapılabilir ve uçucu bileşikler yoğunlaştırılarak ayrılması sağlanır. Rejenere edilmiş karbonun bir kısmı kirlilik üzerinde kalabilir ve bundan dolayı da belli konsantrasyondaki kirlilikler kaçabilir. Karbon adsorbsiyonundaki avantaj, çok yönlü kullanım sağlanmasındadır. Kullanılan solventler yeniden elde edilebilirler.

Islak Yıkayıcı: Islak yıkayıcıların binlerce çeşidi vardır.

Geril Devirli Islak Yıkayıcı: Yaygın olarak kullanılmaktadır. Kolonları saran ya da kaba sprey yapan yatay ve dikey konfigürasyondaki çeşitleri vardır. VOC'lerin kimyasal reaktivitesi arttığında, yüksek sıcaklıklara ulaştığında ya da su içindeki çözünürlükleri arttığında bu yöntem kullanılabilir.

Geril Devirsiz Islak Yıkayıcı: Bu yöntem sıvı/gaz faz oranındaki değişim sebebiyle yüzeyde çapı en az 10 mikron olan fazla miktarda damlacık oluştuğunda kullanılır.

Biyolojik Sistemler: Sayısız VOC bileşiğinin doğru sıcaklık, nem ve pH'tan geçirilmesi ile biyobozunmaya uğraması mümkündür. Biofiltrelerin VOC kontrolü için uygulamaları varken ne yazık ki, çoğunlukla atık su arıtımındaki kötü kokuyu almak için kullanılmaktadır.

Hibrit Sistemler: Birçok teknolojinin birleşmesiyle oluşan sistemlerdir. Örneğin, absorpsiyon ve bioarıtımın bir arada olduğu sistemler de VOC kontrolü için kullanılmaktadır.

Halonlar

Bu grup bileşikler, CBrFCl₂ (florokarbon 1211) ve CBrF₃ (florokarbon 1301) sık kullanılan yangın söndürücülerdir. Aynı zamanda CH₃Br (dezenfektan olarak da kullanılır) ve diğer bromlanmış hidrokarbonlar da yangın söndürücü olarak kullanılmaktadırlar. Halonlar, tümüyle yangın önleyici olarak kullanılan akışkanlardır. Halonların en büyük etkileri ozona zarar vermeleridir. Bu nedenle artan üretimlerine sınırlama getirilmiş ve cihazlarımızda olsun ya da pratik kullanımımızda olsun azaltılmaları ya da eliminasyonları sağlanmaya çalışılmıştır. Örneğin, pratikte en fazla test edilen yangın kontrol ekipmanlarının içerdikleri halonlar uzun süreli kullanımlarda açığa çıkmaktadırlar ve bu da tavsiye edilen bir durum değildir. Uzun zaman zarfında binalardaki ve ekipmanlardaki halonların kullanım amaçlı dizaynları minimize edilmelidir.

Karbondioksit

Endüstriyel prosesler için gerekli en temel ihtiyaç enerjidir ve enerjinin dominant kaynağı da CO₂'dir. Diğer yandan pelet temizlemede ya da superkritik CO₂ temizleme sisteminde de kullanılmaktadır. Böylece klorlanmış hidrokarbonların yerini birçok durumda CO₂ almaktadır. CO₂'nin emisyonlarına ilişkin diğer endüstriler, örneğin itici gaz ya da köpük olarak kullanımında karbondioksit endüstriyel ekolojik bakımdan ideal proses dizaynı olarak kabul edilmez ama bu şekildeki kullanımın atmosferdeki etkisi de önemsenmeyecek derecede azdır.

Metan

Metan, doğada birçok çeşitli anaerobik indirgenme süreci sonucu oluşmaktadır ve doğal gazın da temel bileşimidir.

Metanın birçok kaynağı vardır. En önemli kaynakları da kömür madeni, petrol rafinasyonu ve doğal gazın dağıtımından kaynaklanmaktadır. Endüstriyel prosesler sonucu oluşan metan emisyonu ise az miktardır.

Nitroz oksit

Nitroz oksitler endüstriyel prosesler sonucu ara sıra atmosfere verilirler ve nitriller ile diğer nitrojenli bileşikleri içerirler. N₂O'nun tek bir endüstriyel kaynağı bulunmuştur ve bu gazın da kontrol altında tutulabildiği kanıtlanmıştır (DuPont, naylon üretimi esnasında açığa çıkan N₂O'yu kontrol altında tutabilmektedir). Ne yazık ki, N₂O'nun kaynakları dünya çapında iyi anlaşılmamıştır. Sayısız proses sonucunda ortaya çıkmaktadır ve bu proseslerden hiçbiri de diğere karşı baskın değildir. N₂O ozon tabakasına oldukça zarar verebilen bir gazdır ve kaynağı bulunduğu takdirde de N₂O açığa çıkaran proseslerin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Nitrik oksit ve nitrojen dioksit

Endüstriyel proseslerde NOx kullanımı (NO ve NO₂'nin toplamıdır) yaygın değildir. Yapısal olarak mikrobiyal proseslere, kimyasallara ya da yüksek sıcaklıklı yanma reaksiyonlarına bağlı olarak açığa çıkmaktadır. Endüstrideki NOx kullanımı oldukça çeşitlidir bu yüzden proseslerin yeniden düzenlenmesi açısından tavsiyelerde bulunmak zordur. NOx emisyonu içeren proseslerin incelenmesi ile bu emisyonlar minimize edilebilir.

Sülfür dioksit

Kükürt oksitler 6 farklı kükürt oksidinden oluşur ve SOx olarak kolektif bir parametre ile gösterilir. Bunlar; SO, SO₂, SO₃, S₂O₃, S₂O₇ ve SO₄'tür. Bunlar arasında hemen hemen yalnızca SO₂ ve SO₃ önem taşımaktadır. Endüstriyel proseslerde SO₂, çıkış materyali olarak büyük oranlarda görülmez. Fakat SO₂ emisyonu sülfür bileşiklerinin ve metil merkaptanın beraber bulunduğu yerlerde sıkça görülmektedir. Prosesler içindeki sülfür gaz çıkışı sülfür içerikli polimerlerden ve diğer sülfür içerikli kimyasal kullanımdan, kağıt ve kağıt hamuru üretiminden ya da çok sık kullanılan fosil yakıt tüketimi sebebiyle görülmektedir. Sülfür kullanımının endüstride çok çeşitli olması sebebiyle minimizasyonu için genel bir tavsiye vermek zordur fakat sülfür dioksit suda çözünür ve yıkama yöntemi de sülfür dioksit tutmada etkili bir yöntemdir.

