

ENDÜSTRİYEL KURULUŞLARDA PATLAYICI, YANICI VE BOĞUCU GAZLAR İÇİN SABİT TİP GAZ ALGILAMA SİSTEMLERİ VE KONTROL TEKNİKLERİ

M. Alper KARABÖRK

Draeger Safety Korunma Teknolojileri Ltd. Şti.
Ankara, Türkiye

ÖZET

Zehirli ya da yanıcı kimyasalların bulunduğu endüstriyel tesislerde gaz sızıntılarından doğacak kazaların oluşma riski her zaman çok yüksektir. Alınan önlemlere rağmen kazaların yine de oluşmasını dikkate alan idareler, yönergeler yayınlayarak kazaları azaltmak için pek çok yasal zorunluluk getirmişlerdir. Gaz sızıntıları gözle görülemeyeceği için, gazın yapısının ve karakteristik özelliklerinin bilinmesi, olası tehlikeye uygun gaz algılama sisteminin seçilmesi ve gerekli periyodik bakım ve kalibrasyonlarının yapılması, en az sistemin kurulması kadar önemlidir. Sabit tip gaz dedektörlerinden gelen sinyalleri değerlendirerek, verilen alarm senaryolarını gerçekleştiren kontrol panelleri ve bu panellerin çalışma istikrarı da gaz algılamada göz önünde bulundurulması gereken önemli bir husustur.

1. GİRİŞ

Endüstriyel tesislerde yaşanan iş kazaları yaralanmalara, hatta ölümlerle sonuçlanan iş kazalarına sebep olmaktadır. İş kazalarının sıkça yaşandığı bu dönemde alınacak ufak önlemler, büyük kayıpların önüne geçerek yaşanacak sıkıntıların minimuma inmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda gaz dedektörleri, zehirli ya da yanıcı madde sızıntılarını, erken tespit ederek insanların zamanında bölgeden uzaklaşmasını sağlayarak, büyük kayıpların engellenmesinde önemli rol oynamaktadır.

2. RİSK YÖNETİMİ PROGRAMI

Zehirli ya da yanıcı kimyasalların üretildiği, depolandığı ya da nakliye edildiği her yerde, kaza ya da sızıntı riski her zaman mevcuttur. Gaz algılama sistemleri, ilk sızıntının meydana gelmesini engelleyemezler ancak sızıntı durumunda tepki vererek, büyük kazaların önlenmesinde önemli rol oynarlar. Zehirli ya da yanıcı madde sızıntılarının erken tespit edilebilmesi, insanların zamanında bölgeden uzaklaşmalarını sağlarken, sızıntının patlayıcı olması durumunda ise patlamayı başlatabilecek kaynakların

otomatik olarak kapatılmasını sağlar. Alınan önlemlere rağmen kazaların devam etmesi üzerine idareler, yönergeler yayınlayarak yasal zorunluluklar getirmiştir. Bu konu ile ilgili yayınlanan yönergeler, fazla miktarda zararlı madde ile çalışan firmaların, risk analizi yapmalarını zorunlu kılarak, oluşabilecek tehlikelere karşı önlem, hazırlık ve acil durum müdahale planlarının ayrıntılı olarak belirlenmesinde yardımcı olmuştur.

Gazın tutuşması için yeterli konsantrasyona sahip olması gerekmektedir. Yanmanın olması için gerekli olan minimum konsantrasyona Alt Patlama Sınırı LEL denir.

Şayet gaz konsantrasyonu yüksek ise gaz Oksijen ile yer değiştirir ve er geç yanmanın meydana gelmesi için gerekli olan Oksijen azalır.

Gaz konsantrasyonunun, yanma için gerekli olan Oksijen konsantrasyon değerinin azalmaya başladığı ilk noktaya, ulaştığı noktaya Üst Patlama Sınırı UEL denir.

Etilen oksit gibi bazı gazlar tutuşma için dışarıdan Oksijene ihtiyaç duymazlar.

Endüstriyel bir tesiste gaz algılama sistemi kurulması, çok sayıda detektör kurmak demek değildir. Asıl önemli nokta, algılama teknolojisinin seçimi, detektör sayısı, sistemin rutin servis ve bakımı ile rüzgâr yönü, ortam sıcaklığı, arazi yapısı gibi faktörlere bağlı olarak sızıntı durumunda gazın olası yayılma yolunun tespit edilmesi ve detektörlerin doğru yerlere yerleştirilebilmesidir. İki tür gaz detektörü bulunmaktadır: kendi çevresindeki alanı kontrol eden nokta gaz detektörler ya da iki nokta arasında daha geniş bir alanı kontrol eden açık alan detektörler. Bazı gaz detektörleri ortamda kullanılan diğer kimyasallar tarafından boğulduğu veya yüksek neme maruz kaldığı ya da çapraz hassasiyet nedeniyle yanlış ölçümler yapabildiği için, işe uygun ölçüm teknolojisinin seçilmesi çok önemlidir.

3. ZEHİRLİ VE YANICI MADDELERİN KAZARA YAYILMASI / SIZMASI

Endüstriyel tesisler, zehirli ya da yanıcı gazların sızmasına izin vermeyecek biçimde tasarlanır ancak, proses (işletim) hattındaki bakım aralıklarına sadık kalınmayan her ekipman sızıntıya neden olabilir. Zehirleyici gazların meydana getirdiği tehlikeler yanıcı gazların oluşturduğu tehlikelerden tamamen farklıdır. Genellikle tehlikeler LEL değerlerinden daha düşük konsantrasyonlarda oluşur. Bundan dolayı konsantrasyonlar farklı birimlerde ölçülür. Çoğunlukla (ppm) bir milyonda bir molekül kullanılır. Diğer bir birim ise bir metreküpte miligram (mg/m³) dır. Her zehirleyici gaz insan vücudunda farklı etkilere sahiptir. Bu etkilerin şiddeti gazın konsantrasyonuna ve maruz kalma süresine bağlıdır. Zehirleyici gazların kabul edilebilir değerleri genellikle TWA olarak adlandırılır. Bu değer gazın, verilen zaman içindeki ortalama konsantrasyonudur.

Uzun Dönem Maruz Kalma Değeri (LTEL) sekiz saatlik çalışma periyodu içinde maruz kalınabilecek, kabul edilebilir değerdir.

Kısa Dönem Maruz Kalma Değeri (STEL) 15 dakikalık periyodu içinde maruz kalınacak kabul edilebilir değerdir.

Genellikle LTEL kullanılır fakat bu değer STEL den yüksek olamaz..

Boğucu gazların ortaya çıkardığı problem, insan vücudu için gerekli olan oksijenin azalması ile ortaya çıkar. Bu durumda istenmeyen gazın konsantrasyonunu ölçmektense genellikle Oksijen konsantrasyonu ölçülerek kabul edilebilir değerler arasında olup olmadığı kontrol edilir. Normal hava içinde oksijen seviyesi % 20.9 hacim civarındadır. Genellikle kabul edilen kötü etkilerin başladığı değer % 18 Hacim'in altına indiği değerler olarak kabul edilir.

%16 civarında baş ağrıları ve diğer bulgular görülmeye başlar.

% 14 civarında ise ölüm riski ortaya çıkar.

% 6 civarında iken hayatta kalma şansınız çok azdır.

Alarm seviyeleri genellikle % 19 olarak ayarlanır. Bu normal seviyeden % 2 azdır. Bu değer ölçüm yapan sensörlerin stabilitesini koruduğu ve yanlış alarmların alınmadığı değer olduğu için önemlidir. Başka bir neden ise boğulmanın toksik gazlardan kaynaklandığı durumlarda vücudun ihtiyacı olan Oksijenin ortamda var olmasını sağlamaktır.

Karbon monoksit bu etkiye sahip bir gazdır. Bu tip gazlar için Oksijenin izlenmesi pratik bir uygulama olmakla birlikte, boğucu gazların kendisinin de izlenmesi önemlidir.

Endüstriyel tesislerde göstergeler, vanalar, pompalar, kompresörler, depolama tankları vb. gibi binlerce cihaz ve ekipmandaki her bir birleşme ya da bağlantı noktası, olası bir sızıntı kaynağıdır. Gaz algılama sistemlerinde amaç, büyük bir tehlikeye dönüşmeden önce sızıntıyı ilk oluşmaya başladığı anda tespit edebilmektir. Gaz sızıntılarının çok büyük bir kısmı gözle görülmediği için, gaz sızıntılarının nasıl meydana geldiği ve sızan gazın ne tarafa yayıldığına dair çok fazla bilgi yoktur. Ancak bilinen bir konu vardır ki gaz sızıntılarında, sızan gazın merkezindeki yoğunluk, gazın dış çevresindeki yoğunluktan daha fazladır. Yayılma mesafesi arttıkça, sızıntı giderek zararlı etkisini kaybeder ve artık tehlikeli olmadığı bir sınıra ya da son noktaya ulaşır.

4. GAZ HALİNDEKİ MADDENİN ÖZELLİKLERİ

Saf haldeki tüm maddeler birbirlerinden farklı, belirli bir yoğunluğa sahiptir ve maddenin ağırlığı bu yoğunluğa bağlıdır. Hava ile karşılaştırıldığında, bazı maddelerin havadan ağır, bazılarının hafif ya da bazılarının hava ile eşit (nötr) olduğu görülmektedir. Balonlarda kullanılan hidrojen ve helyum gibi havadan daha hafif olan gazlar yükselme eğilimindedir. Havadan daha ağır olan gazlar ise yer çekimine maruz kalırlar, dolayısıyla yer seviyesinde hareket ederler.

Eğer bir gazın yoğunluğu hava ile eşit ise, bu gaz hava ile birlikte hareket eder. Nötr gazlar harekete geçmeleri sağlayacak bir kuvvete sahip değildirler.

5. ATMOSFERİK DAĞILMA / YAYILIM

Bir gaz sızıntısı olduğunda, gazın ortam özellikleri ya da basınç, sıcaklık gibi termodinamiklerden etkilenmesi ile rüzgâr hızı, arazi, sıcaklık gibi çevre koşullarından etkilenmesi arasında farklılıklar bulunmaktadır. Sızan gazın üze-

rinde pek çok değişken etkili olduğu için, gazın nasıl yayılacağına bir modelini oluşturmak oldukça güçtür.

Sakin bir günde bile ortalama rüzgâr hızı 3 m/s dir. Bu hız, rüzgâr hissedilmese bile gazı hareket ettirmeye/yerini değiştirmeye yeterlidir.

Gaz sızıntısı sabit biçimde devam ediyorsa, bir gaz bulutu ya da öbeği oluşur. Bu bulut ya da öbek, havaya göre % 2'den daha az yoğun ise, gaz yüzer özelliindedir ve yükselmek ister. Yüzer gazın yükselme hareketi, gazın dış çevresinde türbülans oluşturarak gaz ile havanın hızlı biçimde karışmasına neden olur. Bu karışım, yüzer gaz bulutunun genişlemesine yol açar. Gaz bulutu yükselmeye devam ettikçe, seyrelir ve yoğunluğu azalarak, hava ile eşit yoğunluğa gelir. Gaz yükselme özelliğini kaybettiğinde, doğal çevre koşulları etkili olmaya başlar ve gaz artık her yere gidebilir hale gelir. Metan, Amonyak ve Hidrojen yüzer gaz örnekleridir. İstatistiksel olarak, tüm gaz sızıntılarının yalnızca % 20'si yüzer gaz sızıntısıdır. Bu tür bir sızıntının tespit edilebilmesi için gaz detektörlerinin, rüzgâr yönü dikkate alınarak olası sızıntı noktasının yakınına ve üzerine yerleştirilmesi önerilir. Sızan gazın detektöre doğru yönlendirilmesi için ilave paneller ya da huniler kullanılabilir

6. NÖTR YÜZER GAZLAR

Nötr yüzer gazlar havayla aynı yoğunluğa sahip olan gazlardır. Etilen, etan, karbon monoksit ve etanol bu tür gaz örneklerindedir. Nötr yüzer gazların aşağıya ya da yukarıya doğru doğal bir hareketleri yoktur. Bu tür gazlardan oluşan gaz bulutları rüzgâr ya da diğer hava akımlarıyla hareket ederler. Türbülans ve girdaplar nedeniyle bu gazlar çevredeki hava ile hızlı biçimde karışırlar. Zehirli gazlar havayla karışıp ppm aralığında iş yeri sınırına geldiklerinde, havayla aynı yoğunluğa ulaşmış olurlar ve nötr yüzer olarak hareket ederler.

Bu tür bir gaz sızıntısının tespit edilebilmesi için gaz detektörleri için tavsiye edilen konum sızıntı noktası seviyesidir. Rüzgâr yönü de dikkate alınmalıdır.

7. YOĞUN GAZLAR

Yoğun gaz ve buhar olarak adlandırılan maddeler, havadan çok daha ağır olan maddelerdir ve en çok sızıntının meydana geldiği gruptur. Yoğun gazların hareket etmesini sağlayan kuvvet yer çekimidir. Dolayısıyla yayılma arazi yapısını takip eder. Yoğun gaz bulutu bir şelale gibi yere doğru akar, yüzeyde su gibi hareket eder ve seyrelinceye ya da türbülansla tamamen dağılıncaya kadar uzun mesafelere gidebilir.

Yoğun gaz bulutları rüzgârdan çok kolayca etkilenmezler ancak duvarlar ve setler hareket halindeki gaz bulutunun akışını engelleyebilir.

Yoğun gaz bulutları zemin katlar, tüneller, kuyular gibi yerlere girebildikleri ve karşı önlem alınmasını güçleştirdikleri için, oldukça tehlikeli olabilir. Bununla beraber, hareket yolları tahmin edilebilir olduğundan gaz detektörlerinin yerleştirilmesi nispeten kolaydır. Tüm gaz detektörleri gaz bulutunun öngörülen yolu üzerinde yere yakın bir konuma yerleştirilmelidir.

8. AEROSOLLAR

Aerosol bir gaz değil, havada asılı duran ve küçük damlacıklardan oluşan bir sıvıdır. Damlacıklar, basınçlı sıvının aniden buharlaşması ile ya da bazı termodinamik koşullar altında buhar ya da gazlardan oluşur. Aerosol damlacıkları çevrelerinden sıcaklık emdikleri için, buharlaşıp gaz/buhar bulutu haline dönüşürler. Higroskopik özelliğe sahip maddeler, çevredeki atmosferden nem emerek aerosol oluşturabilir. HCl, HF ve SO₃ gibi maddeler tipik aerosol örnekleridir. Asit gazların algılanabilmesi için detektörlerin yere yakın biçimde yerleştirilmesi önerilir.

9. BUHARLAR

Sıcaklığın bir etkisi olarak sıvıların doğal bir buhar basıncı vardır. Sıvı buharlaştıkça, ısısı düşer ve bir soğuma etkisi oluşur. Bu soğuma da buharlaşma sürecini yavaşlatır. Buharın sıcaklığı, buharlaşmanın olduğu sıvının sıcaklığından daha düşüktür ve bu da buharın yoğun bir gaz gibi hareket etmesine neden olur.

Buharlaşma hızı/oranı, sıvının sıcaklığı ve etrafındaki hava akışı gibi etkenlerden dolayı, buhar yoğunlaşması hakkında kesin bir öngörü zordur. Gaz detektörleri, buhar bulutunun olası yolu üzerinde yere yakın biçimde yerleştirilmelidir.

10. GAZ ALGILAMA PRENSİPLERİ

| Algılama Teknolojileri | Avantaj | Dezavantaj |
|---|---|---|
| Katalitik (Yanıcı, patlayıcı gaz algılama) | Düşük yatırım maliyeti | Düzenli kalibrasyon ihtiyacı Yüksek işletme maliyeti Katalitik zehirlenme olasılığı |
| İnfrared (Yanıcı, patlayıcı gaz algılama) | Hızlı cevap verme Azaltılmış bakım maliyeti Kendi kendine kontrol | Yatırım maliyeti yüksek |
| Elektrokimyasal (Oksijen ve toksik gaz algılama) | Yarı iletkenlerden daha belirli İyi sıfır stabilitesi Güvenilir cevap verme süresi Akıllı sensör teknolojisi | Kalibrasyon ihtiyacı Sınırlı hücre ömrü |

Gazların algılanmasında birçok teknik kullanılmaktadır. Ancak bazı metotlar diğerlerinden daha kullanışlı ve uygundur. Yıllar boyunca yaşanan deneyimler ve ihtiyaçlar sonucunda, teknik üstünlük ve güvenilirlik açısından üç yöntemin bir çok uygulama için daha çok uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda yanıcı ve patlayıcı gazlar için “katalitik” ve “Infrared” ölçüm tekniği, Oksijen ve toksik gazlar için “elektrokimyasal” yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.

11. KATALİTİK SENSÖRLER

Bir katalist malzeme kullanılarak, patlayıcı gazların oksijen ile katalist yardımıyla tepkimeye girmesi sonucunda açığa çıkan ısının elektriksel sinyale dönüştürülmesiyle yapılan ölçüm tekniğidir.

Pellistör tipi sensörler olarak adlandırılan bu dedektörler, bir Wheatstone köprüsü ölçüm değerlerindeki değişikliği elektrik sinyallerine çevirirler.

12. INFRA RED SENSÖRLER

Hidro Karbon grubu gazların ve bazı özel gazların, belli dalga boyundaki ışığı soğurma özelliğinden faydalanılarak gaz

konsantrasyonu ölçümü yapan dedektörlerdir. IR teknolojisi yüksek hassasiyet, uzun ömür ve yüksek stabilite gibi özellikleri ile ön plana çıkan bir teknolojidir.

13. ELEKTROKİMYASAL SENSÖRLER

Hedef gazın, elektrolit ile kimyasal reaksiyona girerek, reaksiyon sonucunda oluşan elektronların elektriksel sinyallere çevrilmesi esasına dayanan ölçüm teknolojisidir. Elektro-kimyasal ölçüm tekniğinde sensörlerin ürettiği sinyalleri anlamlı kontrol sinyallerine (4-20, 0-20 mA, 0-10 V) çeviren bir transmitter (iletici) ile birlikte kullanılır.

14. KONTROL PANELLERİ

Patlayıcı ya da Toksik Gaz algılama sistemleri, önceki bölümlerde yer alan sensörlerden ve bu sensörlerin bağlı olduğu kontrol panelleri ile alarm cihazlarından oluşurlar. Sahada bulunan dedektörler, ölçüm sonuçlarını kontrol paneline göndererek tehlikeli seviyelerdeki gaz konsantrasyonları oluşması durumunda, kontrol panelin alarm senaryosuna uygun tepkiler vermesini sağlarlar. Farklı alarm seviyelerine göre, havalandırmaların

çalıştırılması, gaz kaynağının kesilmesi, tutuşturma etkisi yaratabilecek elektriklerin kapatılması gibi önlemler, kontrol panelleri tarafından gerçekleştirilirler.

Kontrol panelleri ile sahadaki dedektörler arasında haberleşme analog ya da dijital haberleşme protokolleri ile sağlanmaktadır. Başlıca analog haberleşme protokolleri arasında 4-20 mA, 0-20 mA ve 0-10 V gelmektedir. HART, LON, Fieldbus, Profibus, gibi protokoller ise, günümüzde kullanılan başlıca sayısal haberleşme protokolleridir. Sistemdeki haberleşmeden bahsedebilmek için, sahadaki dedektörlerin sayısal ya da dijital haberleşmeyi desteklemesi, diğer tarafta bulunan kontrol panelinin de uygun haberleşme protokolünü desteklemesi gerekir. Pek çok uygulamada, Gaz algılama sistemleri kendilerine özgü bağımsız kontrol panelleri ile birlikte kullanılmakta, işletmelerin genel otomasyon sistemleri (SCADA, DCS, ESD vb) ile haberleşmektedir.

Gaz algılama sistemi kontrol panellerinin diğer sistemlerden ayrı tutulmasının en temel sebebi sürekliliktir. Process kontrol ekipmanlarında meydana gelecek bir arızanın, gaz algılama sistemini etkilememesi gerekmektedir. İşletme ekipmanlarında oluşan arızalarda, tehlikeli gaz kaçağının oluşma ihtimalleri normalden daha yüksektir. Bir başka deyişle, işletmede bir sorun olduğunda, gaz algılama sistemlerinin özellikle çalışır durumda olması gerekmektedir.

Bu durum, kontrol panellerinde dayanıklılık, yedekli çalışma, arıza emniyeti ve güvenlik sınıfı (SIL) ve performans onayları gibi kavramları beraberinde getirmektedir.

15.SONUÇ

Gaz algılama sistemlerinde amaç, büyük bir tehlikeye dönüşmeden önce sızıntıyı ilk oluşmaya başladığı anda tespit edebilmektir. Diğer bir önemli nokta ise, algılama teknolojisinin seçimi, detektör sayısı, sistemin rutin servis ve bakımı ile rüzgâr yönü, ortam sıcaklığı, arazi yapısı gibi faktörlere bağlı olarak sızıntı durumunda gazın olası yayılma yolunun tespit edilmesi ve detektörlerin doğru yerlere yerleştirilebilmesidir. Bina içerisine gaz detektörlerinin yerleştirilmesi doğru hesaplama gerektirir. Gaz detektörünün muhtemel sızıntı kaynağının yakınına yerleştirilmesi uygundur. Ancak sızıntının her yöne doğru olabileceği de unutulmamalıdır. Patlayıcı ya da Toksik Gaz algılama sistemleri, sensörler, bu sensörlerin bağlı olduğu kontrol panelleri ile alarm cihazlarından oluşurlar. Sabit tip gaz dedektörlerinden gelen sinyalleri değerlendirerek, verilen alarm senaryolarını gerçekleştiren kontrol panelleri ve bu panellerin çalışma istikrarı da gaz algılamada göz önünde bulundurulması gereken önemli bir husustur. İşletme ihtiyaçları doğrultusunda, sürecin tüm adımları incelenmeli, gaz algılama sistemleri diğer kontrol sistemleriyle etkin, güvenilir şekilde irtibatlandırılmalı ve düzenli aralıklarla bakım ve kontrolleri yapılmalıdır.