

YANICI/PARLAYICI SIVI KULLANAN TESİSLERDE YANGIN RİSKİNİN ENGELLENMESİ

İsmail Özkan*

Yangın; basit olarak kontrolümüz altında olmayan yanma olayı olarak tanımlanabilir. Bu olay özellikle bina içi (kapalı alan) alanlarda meydana geldiğinde sıcaklık 800°C üstüne çıkacak ve duman etkisinde de genişleyerek belki de tüm tesisin hasar almasına neden olacaktır.

Edinilen tecrübeler kapsamında kurum ve tesislerde yangın denince hemen müdahaleye yönelik sistem veya cihazlar (portatif yangın tüpleri, sabit yangın söndürme sistemleri veya yangın algılama sistemleri) aklı gelmektedir. Bu durum öncelikli olarak yöneticilerin ve/veya çalışanların yangının çıkmasını normal olarak kabul ettiklerini göstermekte olup, yangın çıktığında ama küçük ama büyük, hasar meydana gelmesi kaçınılmazdır.

Yangın başladıktan sonra alınması gereken tedbirler veya müdahale başka bir yazının konusu olup, yukarıda basit olarak giriş yapılan bu yazı; **“Yanıcı/Parlayıcı Sıvı Kullanan Tesislerde Yangın Riskinin Engellenmesi”** kapsamında yanmanın, patlamanın veya parlamının meydana gelmemesi için alınacak tedbirlerle sınırlı kalacaktır.

Yangını en basit ve en temel seviyede açıklayan görsel yangın üçgenidir (Şekil 1). Bu görselde üçgeni oluşturan kenarların bir arada bulunmasının yangını başlatacağı, kenarlardan birinin yokluğunda ise yangının hiç başlamayacağı anlatılmaya çalışılır. İşte bu nedenle özel şartlar hariç olmak üzere oksijen varlığını yok edemeyeceğimizize göre tesislerde yangın riskinin engellenmesinde temel olarak yapılması gereken husus, yanıcı madde varlığı ile tutuşmaya yetecek sıcaklığın normal atmosferik şartlarda



Şekil 1. Yangın Üçgeni

* Makina Mühendisi, B Sınıfı İSG Uzmanı - iozkan1@gmail.com

bir araya gelmesinin engellenmesidir (bu konuya kimyasallar arasında meydana gelecek ekzotermik reaksiyonlara bağlı ve oksijen açısından zenginleştirilmiş sahalardaki yangınlar dahil edilmemiştir).

Yukarıda belirtilen açıklamalar kapsamında bu yazıda yanıcı sıvı veya gaz ortamında yangın riskinin engellenmesi amacıyla;

- Salınım yapan yanıcı gaz veya buharın risk yaratacak limite gelmesinin engellenmesi amacıyla erken fazda tespiti,
- Havalandırma,
- Olası yanıcı gaz veya buharın ateşlenmesinin engellenmesi kapsamında statik elektrik riskine yer verilecektir.

PROSES ALANDA YANICI, PARLAYICI, PATLAYICI BUHAR VE/VEYA GAZIN VARLIĞI VE TESPİTİ

Muhtemel salınım beklenen yanıcı, parlayıcı, patlayıcı buhar ve/veya gazın proses alanda varlığı, bu maksatla dizayn edilmiş detektörler yardımı ile tespit edilebilir. Ancak anılan detektörlerin risk alanda konumlandırılması anılan riski oluşturan gaz veya buharın kimyasal / fiziksel özelliklerine bağlıdır.

Tesislerde prosesin, bakımın veya onarımın bir parçası olarak kullanılan yanıcı, parlayıcı sıvıların/gazların fiziksel özellikleri örneğin NFPA 497 Tablo 4.4.2 de verilmiş olup, bu özellikler tesiste kullanılan yanıcı/parlayıcı sıvı veya gazlara ait "Malzeme Güvenlik Bilgi Formları Bölüm 9"da (MGBF) da bulunabilir.

Havanın 1 olarak kabul edilen nispi yoğunluğuna karşılık gelen ve 29 g/mol' olan yaklaşık moleküler kütesinden daha düşük kütleyle sahip olan gazlar havadan hafif ve daha ağır olan gazlar ise havadan ağır olacaklardır. Bu kapsamda gaz ve buharlar temiz hava ile bir kez karıştırıldıktan sonra bir bileşen, kimyasal olarak uzaklaştırılmadığı veya absorbe edilmediği sürece (örneğin bir kömür filtresinde) karışım olarak kalırlar. Buharlarda ise bu ayırmaya, artan basınç ve / veya sıcaklığın düşmesinden dolayı meydana gelecek yoğunlaşma sebebiyet verebilir.

Bir gaz salınım sonrasında binalar ve onların kapalı alanları içinde tehlikeli birikimin olasılığı, dış mekanlardakilerden daha fazladır. Bir gaz veya buhar kapalı bir alana salınım yaptığında odadaki hava ile bir karışım oluşturur. Bu karışımın oluşma şekli gaz salınım hızına, salınımın konumuna, gaz yoğunluğuna, havalandırmaya ve üst üste

binmiş herhangi bir termal akışa bağlı olacak ve detektörlerin yerleştirilmesi için uygun pozisyonların belirlenmesinde de bu faktörler dikkate alınmalıdır.

Teorik olarak, herhangi bir havalandırma ve / veya ısı etki olmaması durumunda, havadan daha hafif bir gaz/buhar salınımı, salınım kaynağının seviyesinden tavana kadar uzanan bir karışım ve benzer şekilde havadan daha ağır bir salınım ise salınım kaynağı seviyesinden tabana kadar uzanan bir karışım tabakası üretme eğiliminde olacaktır. Ancak anılan salınım bir jet etkisi ile momentum kazanırsa (basınç etkisi), davranış şekli değişecek ve örneğin aşağı doğru yönlendirilen jet etkisindeki havadan hafif bir gazın yaratacağı gaz / hava karışımı tabakası tavandan serbest bırakma kaynağı seviyesinin altındaki bir pozisyona kadar uzanacaktır.

Yukarıda genel prensipleri açıklanan patlayıcı, parlayıcı, yanıcı buhar ve gazların anılan hacimde aşılması gereken risk oluşturma miktarı NFPA 30'da ilgili gaz/buhar LFL değerinin azami %25'i olarak tanımlanmıştır. Bu değer piyasada bulunan detektör ve kontrol ünitesi ile ilgili buhar/gaz LFL değerinin %10'u olarak ölçülmekte olup genel olarak standarttır.

Detektör ve kontrol ünitesi, üzerinden geçen düşük konsantrasyondaki yanıcı buhara LEL değerinin 0,10'u aşılana kadar tepki vermeyecek dolayısıyla yüksek buhar gaz konsantrasyon alarmı çalmayacaktır. Düşük konsantrasyonlu salınımlarda anılan alarm özellikle detektörün patlayıcı gaz/buhar içine gömülmesi sonrasında devreye girecek ve tabana göre aşırı yüksek veya tavana göre aşırı alçağa monte edilmiş detektör alarmlarında, ortamdaki buhar konsantrasyon oranı patlayıcı olabilecektir. Anılan riskin önlenmesi amacıyla risk teşkil eden buharın nispi yoğunluğuna göre tavan veya taban seviyeye monte edilecek detektörün konumu, ilgili gaz veya sıvının LEL ve aşılması gereken NFPA 30 değerinin oda toplam hacmine göre değerlendirilmesi ile sağlanmalıdır.

Farklı bir yaklaşım olarak %16 v/v hacimsel orandan itibaren patlayıcı olan amonyak gazının nispi buhar yoğunluğu 0,66 (hava=1) olup havadan hafif olan amonyak gazı için detektör konumu tavan seviyede olmalıdır. Anılan gazın mevcut piyasa detektörleri ile patlamaya karşı alarm eşik ve tedbir alınma değeri 16000 ppm olmasına karşın anılan gazın "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" EK-1 Mesleki Maruziyet Sınır Değerleri tablosunda bulunan ve başka bir süre belirtilmedikçe, 15 dakikalık bir süre için aşılması gereken maruziyet üst sınır değeri (STEL) 50

ppm ve 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama değeri (TWA) 20 ppm'dir. Çalışan personelin amonyak gazının patlamaya karşı tedbir alınma değerine maruziyeti, ölüm anlamı taşıdığından, bir üst paragrafta açıklandığı şekilde detektörle kimyasal gaz ve buharlara karşı yangın/patlama tedbiri alınırken sadece LEL değerinin dikkate alınmasının hata olduğu, bazı durumlarda TWA/STEL değerine göre de tedbir alınmasının yangın riskinin engellenmesi açısından yeterli olacağı değerlendirilmektedir.

DEPOLAMA ALANLARINDA YANICI, PARLAYICI, PATLAYICI BUHAR BİRİKİMİNE KARŞI HAVALANDIRMA TEDBİRLERİ

Binalarda veya onların kapalı alanlarında potansiyel bir gaz/buhar salınım kaynağı varsa, yeterli havalandırma "doğal", "mekanik" veya ikisinin bir kombinasyonu ile sağlanmalıdır.

Doğal havalandırmada hava hareketi iki etki ile sağlanır. Bunlardan birincisi rüzgârla yaratılan ve kapalı alan boyunca oluşan basınç farkı ve ikincisi ise bina içi ve dışındaki havanın sıcaklığındaki (ve dolayısıyla yoğunluğundaki) fark nedeniyle oluşan kaldırma kuvvetidir. Binadaki ya da kapalı alan içindeki sıcaklığın, dışarıdaki havadan daha yüksek olduğu durumlarda yukarı doğru bir akış şeklinde doğal havalandırma meydana gelecektir. Anılan havalandırma ile olası bir salınımın kapalı alan dışına atılması bina ve bina dışı alandaki ortam sıcaklığına bağlı olması potansiyel gaz/buhar salınım ortamlarında çoğu zaman mekanik (cebri) havalandırma yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Anılan yöntemle havalandırma özellikle bina içi alanlarda meydana gelen yangınlarda dumanın yukarı kaldırılması ve dolayısıyla yangın alanı taban seviye sıcaklığının düşürülmesinde kullanılan duman damperleri ile sağlanmaktadır.

Potansiyel gaz/buhar salınım kaynağı bulunan bina içi kapalı alanlarda gaz veya buharın nispi yoğunluğuna göre taban veya tavanda doğal havalandırma sağlayacak açıklıkların bulunması yeterli olarak değerlendirilse de anılan buhar veya gazların olası ateşleme kaynaklarından uzak noktalara tahliyesi çoğu kez mümkün olmamaktadır. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY) Madde 118.4 gereğince yanıcı ve parlayıcı sıvı depo hacimleri 1. Tehlike Bölgesi ve depo hacminden dışarıya açılan kapılardan ve pencerelerden ve diğer açıklıklardan itibaren 5 m yarıçapındaki bölge ile döşemeden 0.8 m yüksekliğe kadar olan hacim 2. Tehlike Bölgesi

olarak tanımlanmıştır. Yanıcı ve parlayıcı sıvıların depolandığı alanların taban seviyesinde açılacak menfezler vasıtasıyla doğal havalandırması teorik olarak mümkün olsa da BYKHY Madde 118.4 ifade edilen tehlike bölgesi içinde ateşleme kaynaklarının varlığı çoğu kez engellenemeyecektir (Personel ve araç trafiği, sınırlar içinde sıcak işlem ve spark üreten faaliyetler, sahada depo alanından daha düşük kottaki alanların varlığı ve bu alanlardaki exproof olmayan ekipman vb.).

Yukarıda belirtilen açıklamalar kapsamında doğal havalandırma; genel olarak koltuk altı dolabı olarak da tanımlanan bakım, onarım veya laboratuvar ortamındaki küçük miktardaki yanıcı sıvıların depolanmasında kullanılan dolapların içinde buhar birikiminin engellenmesi amacıyla dolap taban seviyesinde açılacak delikler vasıtasıyla buhar tahliyesinin sağlanmasında kullanılabilir. Bu husus NFPA 30 Madde 9.5.4.2'de dolap havalandırmaları doğrudan dış mekanlardaki güvenli bir yere veya dolap güvenliğini tehlikeye sokmayacak şekilde kontrol etmek için tasarlanmış bir arıtma cihazına yönlendirilmelidir şeklindedir. BYKHY Madde 118.4 çerçevesinde ise tanımlanmış tehlike bölge tanımlaması anılan dolaplar için de kullanılacak olmasına karşın anılan dolabın bina içi alanda konuşlandırılması halinde anılan alanda havalandırma tedbirlerinin yetersizliği veya tehlike bölge sınırları içinde yer alacak kıvılcım oluşturabilecek ekipman kullanımı gibi hususlar bina içi alanlara yerleştirilen ve taban seviyedeki delikler vasıtasıyla yapılan dolap havalandırmalarının tehlike yaratacağı değerlendirildiğinden, NFPA 30 çerçevesinde exproof özellikli aspirasyon havalandırma sistemi ile dolap havalandırma egzozunun bina dışına atılması daha güvenli olacaktır.

BYKHY Madde 118.9'da yanıcı ve parlayıcı sıvı depo hacimlerinde uygulanacak mekanik havalandırma; döşeme düzeyinde etkili, saatte en az 6 hava değişimi yapacak patlama ve kıvılcım güvenli mekanik bir düzen olarak tanımlanmış olmasına karşın bu husus NFPA 30'da birden fazla kurala bağlanmıştır. Bunlar;

- Depolama ve kullanım alanlarında yanıcı / parlayıcı sıvı buhar konsantrasyon LEL seviyesinin %25'ini aşmasının engellenmesi maksadıyla havalandırma yapılması (NFPA 30 17.11.1),
- Bu havalandırma yukarıda madde gereksinimini karşılayacak şekilde depolama alanı taban seviyede asgari $0,3 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$, ancak $4\text{m}^3/\text{d}$ daha aşağı olmaması (NFPA 30 18.6.5),

- Bina içinden emilen buhar hava karışımının bina dışında emniyetli alana egzoz edilmesi (NFPA 30 18.6.3),
- Devridaim fanı kullanan sistemlerde (örneğin boya kabinleri) fan kanalı içinde buhar konsantrasyon oranının LEL seviyesinin %25'inin aşılması halinde devridaim faaliyetinin durdurularak alarm verilmesi ve tüm havalandırmanın emniyetli alana egzoz edilmesi kuralları tanımlanmıştır (NFPA 30 17.11.6).

Bugüne kadar edinilen tecrübelerde proseste kullanılan yanıcı, parlayıcı hammadde (orijinal ambalajında ve ambalaj kapağı hiç açılmamış) depolama alanlarında patlayıcı gaz/buhar ölçümünün yapılmadığı, yukarıda ifade edilen nitelikte havalandırma tedbiri alınsa da anılan havalandırmaların manuel ve hiç çalıştırılmadığı görülmüştür. Devrilme, delinme, düşme vb. bağlı yanıcı sıvı salınımlarına neden olabilecek ve sürekli personel ile donatılmayan bu alanlara yapılan girişler bahsedilen gerekçeler kapsamında da kör giriş olarak tanımlanmakta ve olası yanıcı parlayıcı sıvı salınımlarında devrede olmayan havalandırma sistemi nedeniyle ortamda biriken buhar kontrolsüz girişe bağlı patlama veya yangınlara sebebiyet verebilecektir. Ancak yukarıda tanımlanan ve düşük ihtimal olarak değerlendirilen sızdırma riskine karşı bahse konu alanlardaki havalandırma sistemlerinin sürekli devrede tutulmasının da getireceği maliyet uzun vadede yüksek olacaktır.

Yukarıda açıklanan alanlara kör girişin engellenmesi ve aynı zamanda anılan alanlardaki olası sızıntı riskinin düşük maliyetle engellenmesi kapsamında depolama alanında aşağıdaki tedbirlerin alınmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

- Depolanan en düşük LEL'e sahip yanıcı/parlayıcı buhar/gaza göre temin edilen detektörünün depo taban alanına montajının yapılması,
- Detektör kontrol ve alarm ünite çıkışının yangın alarm panel bağlantısının yapılması,
- %10 ve/veya %25 LEL seviye alarmlarında depo alanı dışında işitsel ve görsel alarm çalınması ve alarmın yangın alarm paneli vasıtasıyla sürekli personel ile donatılan alana aktarılması,
- Havalandırma fanının yukarıda belirtilen değer ile birlikte otomatik olarak devreye girmesi ve alanda yapılacak kontrol sonrası alarm manuel olarak resetlenene kadar devrede kalması sağlanmalıdır.

Yukarıdaki paragrafta ambalaj sızdırmazlığı bozulmamış yanıcı, parlayıcı sıvı depolama alanlarında riskin engellenmesi maksadıyla havalandırma sistemlerinin sürekli devrede tutulmayabileceği ifade edilmiş olmasına karşın boya hazırlama odaları gibi (PMR) ambalaj sızdırmazlığı bozulmuş yanıcı parlayıcı sıvı kullanım alanlarında bulunan fan sistemleri ise gene NFPA 30 18.6.5 değerlerinde ancak sürekli devrede tutulması sağlanmalıdır (NFPA 33 6.3.2).

ATEŞLEME KAYNAKLARININ KONTROLÜ

Yanıcı, parlayıcı buhar veya gaz ortamında ateşleme kaynakları olarak aşağıdaki sistem veya faaliyetler gösterilebilir. Bunlar;

- Çıplak ateş,
- Aydınlatmalar,
- Sıcak yüzeyler,
- Sigara içilmesi,
- Kaynak kesme faaliyetlerini içeren sıcak işlem faaliyetleri,
- Taşlama faaliyetlerini de içeren sürtünmeye bağlı kıvılcım üretme faaliyetleri,
- Statik elektrik,
- Elektrik kaynaklı kıvılcım,
- Kaçak akım,
- Ocak gibi ısınma ve ısıtma araçları,

Yukarıda olası buhar/gaz risk alanında ateşleme kaynağı olarak tanımlanan sistem, cihaz veya faaliyetlerin tamamı risk alanında tedbir alınmasını gerektiren sistem ve/veya icra edilmemesi gereken faaliyetler olarak tanımlanabilir. Havalandırma bölümünde de açıklandığı üzere buhar/gaz tehlike bölgelerinin tanımlanmaması veya anılan tehlike bölgeleri içinde yukarıdaki belirtilen uygun olmayan sistemlerin yer alması veya faaliyetlerin icra edilmesi genellikle yangınla sonuçlanan parlama ve/veya patlama ile sonuçlanacaktır.

Anılan riskin engellenmesi maksadıyla tehlike bölgelerinin tanımlanması ve anılan tehlike bölgeleri içinde üst paragraflarda yer alan buhar/gaz konsantrasyon oranının parlamanın meydana gelmeyeceği LEL değerinin altına düşürülmesi yanında yukarıda belirtilen ateşleme kaynaklarına karşı tedbir alınması da yangın riskinin engellenmesi açısından en önemli tedbirler arasında yer alacaktır.

Edinilen tecrübeler statik elektrik hariç olmak üzere yukarıda belirtilen ateşleme kaynaklarına karşı daha etkin tedbir alındığını göstermektedir. Örneğin artık tesis genelinde sigara içilmesine belirlenmiş alanlar haricinde izin verilmemekte veya gaz/buhar salınım ortamlarında hazırlanan "Patlamadan Korunma Dokümanı" kapsamında tedbirler alınmaktadır.

Statik elektrik ise yanıcı kimyasal kullanan birçok endüstride yangın veya patlama nedeni olmasına karşın en az tedbir alınan veya alınmayan ateşleme kaynağı olarak hemen hemen tüm tesislerde yüksek risk yaratmaya devam etmektedir. Bu kapsamda yazının bu bölümünde ateşleme kaynağı olarak statik elektrik ile ilgili tedbir ve açıklamalara yer verilecektir.

Maddeler birbirleriyle temas halinde olduğu sürece aralarındaki temas yüzeyi boyunca elektron transferi meydana gelecek ve temasının kesilmesi durumunda da maddelerden birinde negatif yük fazlalığı (negatif yüklenme) diğerinde ise elektron azlığı (pozitif yüklenme) meydana gelecektir. Oluşan bu iki ayrı yük birbirlerini çekecek ve arada bulunan hava gibi yalıtkan olan bir ortam boyunca ark (kıvılcım) yaparak aralarındaki yük farklarını dengeleyeceklerdir.

Statik elektrik deşarjı; korona deşarjı veya uygun koşullar altında tutuşmaya neden olabilecek fırça deşarjı olarak da tanımlanan farklı yüklenmeye sahip maddeler arasındaki kıvılcım şeklindeki elektriksel boşalımdır.

Statik elektrik boşalmasının bir tutuşma kaynağı olması için aşağıdaki dört koşulun karşılanması gerekir:

1. Etkili bir ayırma yoluyla yüklenme mevcut olmalıdır,
2. Ayrılmış yükler arasındaki elektrik potansiyel farkının korunması gereklidir.
3. Tutuşmayı sağlayacak enerjide statik elektriğin boşalması gerekir.
4. Deşarj tutuşabilir bir karışım içinde gerçekleşmelidir.

Statik elektrikle başlayan çoğu yangın ve patlamadan, insan vücudu da dahil topraklanmamış yüklü iletkenlerden kaynaklanan kıvılcımlar sorumludur. Kıvılcımlar tipik olarak, genellikle metal olmak üzere iki yüklü iletken gövde arasındaki boşlukta meydana gelen yoğun kapasitif deşarjlardır. Bir kıvılcımın ateşleme kabiliyeti büyük ölçüde, maddeler üzerinde depolanan toplam enerjiye bağlıdır.

Statik elektrik kaynaklı tutuşma tehlikeleri aşağıdaki yöntemlerle kontrol edilebilir;

1. Tutuşabilir karışımın statik elektriğin boşalma alanından uzaklaştırılması,
2. Proses veya ürün modifikasyonları ile yüklenme oluşumunun azaltılması,
3. Yüklemenin topraklanması,

Topraklama ve hava iyonizasyonu, yüklerinin nötrleşmesinde kullanılan temel yöntemlerdir. Statik elektrik yüklerinin birikmesini önleme çabalarına rağmen, iletken olmayan malzemelerin risk alan içinde kullanımı statik elektriğe karşı alınan tedbirlerin sonuçsuz kalmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu söz konusu malzemelerin yapısına bağlı olarak inert ortamda faaliyet göstermek (İnert Gaz; Yanmaz ve reaktif olmayan bir gaz olarak tanımlanabilir. İnertleme faaliyeti ise proses alanı içine örneğin azot veya yanma baca gazı basarak oksijen yetersizliği sahalalarının oluşturulması olup bu yöntemle tutuşabilir bir karışım bulunan atmosferin tutuşamaz hale getirilmesidir), ekipmanı veya bulunduğu alanı havalandırmak veya ekipmanı daha güvenli bir alana yerleştirmek gibi başka önlemlerin alınması zorunlu hale gelir.

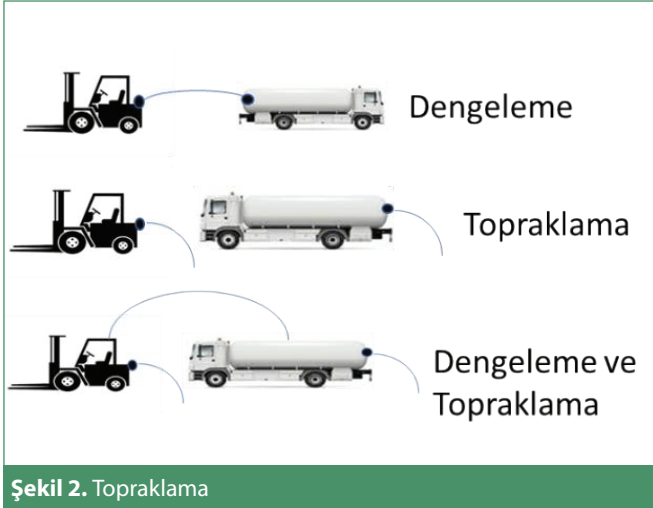
Tehlikeli saha içinde yapılacak mekanik havalandırma, gaz/buhar yanıcı madde konsantrasyonunun, LFL'nin çok altına veya yanıcı toz konsantrasyonunu ise minimum yanıcı konsantrasyonu (Minimum Explosible Concentration MEC) altına seyreltmek için kullanılabilir. Bu hususlar ile ilgili tedbirler havalandırma kısmında açıklandığı üzere gazlar için bu değer genellikle LFL değerinin yüzde 25'ine veya altındaki bir konsantrasyona seyreltme anlamına gelir. Ayrıca, hava hareketinin doğru bir şekilde yönlendirilmesi ile karışım gaz veya tozun statik elektrik tehlikesinin bulunduğu bir çalışma alanına girmesini engellemek de pratik olabilir (örneğin basınçlandırma).

Tehlikeli alan içine gereksiz yere yerleştirilmiş ve statik elektrik yükü biriktirebilecek ekipmanın tehlikeli alan dışında güvenli bir yere taşınması da statik elektrik kaynaklı patlama parlama riskinin engellenmesi açısından göz önüne alınmalıdır.

İletken aksamda statik elektrikyüklemesinin engellenmesi amacıyla, anılan aksamda koruyucu gövde veya dengeleme topraklaması yapılması potansiyel yük farkına bağlı statik elektrik deşarjlarını engelleyecektir.

Dengeleme topraklaması; iki veya daha fazla iletken nesnenin aynı elektriksel potansiyelde olmaları amacıyla bir iletken vasıtasıyla birleştirilmesidir. Dengeleme topraklamasında dengeleme bağlantısı yapılan iletkenlerin dünya ile aynı potansiyelde olmaları gerekmez. Denge-

leme de sistem topraklanmamış olsa bile iletken nesnelere arasındaki potansiyel farkının en aza indirmesi amaçlanır. Topraklama da ise nesnelere ve dünya arasındaki potansiyel farkı dengelenir. Dengeleme ve topraklama arasındaki ilişki Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Topraklama

İletken bir nesne, toprağa doğrudan iletken bir yolla ya da zaten toprağa bağlı başka bir iletken nesneye bağlanarak topraklanabilir bu kapsamda toprak altında bulunan metal borular veya zemine oturtulmuş büyük metal depolama tankları gibi bazı nesnelere zemin olan temaslarından dolayı doğal olarak dengeleme veya koruyucu gövde topraklamasının yapılmış kabul edilmesi doğaldır. Ancak bu topraklamanın yeterliliği yapılacak topraklama ölçümü ile güvence altına alınmalıdır.

Bir topraklanmış nesne ile toprak arasındaki toplam direnç, topraklama kablosunun, bağlantıların, amaçlanan topraklama yolu boyunca diğer iletken malzemelerin ve elektrotun (topraklama çubuğunun) toprağa göre direncinin toplamıdır. Topraklama bağlantısındaki direncin çoğu elektrot ile toprak arasında bulunur ve bu direnç, toprağın cinsine ve toprakta bulunan nem miktarına bağlı olduğundan oldukça değişkendir.

İletken ekipmanlarda statik elektrik birikmesini önlemek için, topraklama yolunun toprağa karşı toplam direnci muhtemel yüklenmeleri engellemek için yeterli olmalı ve genellikle 1 Megohm (10^6 ohm) veya daha düşük bir toprağa geçiş direnci statik elektrik yüklenmesinin engellenmesi için yeterli kabul edilmektedir. Bu kapsamda dengeleme veya topraklama yolunun tamamı metal olduğu takdirde anılan topraklama kablo/yolu direnci de 10 ohm'dan fazla olmamalı ve tel iletkenlerin kullanıldığı

yerlerde, topraklama kablosunun boyutu mevcut akım taşıma kapasitesi yerine, mekanik dayanıma göre belirlenmelidir.

Çoklu parçadan oluşabilen topraklama hatlarındaki yüksek dirençli metal bağlantılardaki kopma, gevşek bağlantılar veya korozyon sebebiyet verir. Statik elektrik yüklenmesinin engellenmesi amacıyla iletken aksamda yapılan ve koruyucu gövde topraklaması olarak adlandırılan topraklama hatları listelenmeli ve anılan hatların yılda bir kez kontrolü yapılarak uygunluğu güvence altına alınmalıdır. Bu kapsamda güç devreleri veya yıldırımdan korunma için kabul edilen bir topraklama sistemi, ekipman veya sistemler üzerindeki statik elektrik yükünün topraklanması açısından da yeterli olarak değerlendirilmelidir.

PERSONEL ÜZERİNDEKİ STATİK YÜKÜN KONTROLÜ

İnsan vücudu elektrik iletkenidir ve topraktan yalıtıldığında statik yük biriktirebilir. Bu yüklenme, ayakkabıların yer döşemeleri ile teması ve ayrılması, indüksiyonla veya çeşitli imalat işlemlerine katılımla sağlanabilir. Çalışanlar üzerinde biriken statik elektrik yükü nedeniyle yanıcı, parlayıcı buhar/gazların tutuşma riski mevcut olduğundan, olası yük birikmesini veya risk yaratmasını önleme adımları için aşağıdaki tedbirlerin alınması gerekmektedir.

1. İletken döşeme ve ayakkabı,
2. Personel topraklama cihazları,
3. Antistatik veya iletken giysiler,

İletken veya antistatik döşeme, statik elektriğin personelden etkin şekilde dağılmasını sağlayabilir. Döşeme sistemlerinin toprak geçiş direnci 10^8 ohm'dan az olmalıdır. Atık ve diğer yüksek dirençli malzemelerin tabanda birikimi zemin iletkenliğini tehlikeye atabileceğinden anılan alanlardaki zemin temizliklerine dikkat edilmelidir.

İletken döşemeyle birlikte kullanılan antistatik iş güvenliği ayakkabıları, statik elektrik yüklerini insan vücudunda kontrol etmek ve dağıtmak için bir araç sağlar. Antistatik ayakkabı ile tabandan toprağa direnç $50k\Omega$ ohm ile $35M\Omega$ ohm arasında olmalıdır. Ancak bahse konu ayakkabı direnci, üzerinde birikecek kir, ortopedik tabanlıkların kullanılması ve yer ile olan temas yüzeyinin az olması nedeniyle artabilecektir.

Taban kaplaması 2 mm'den daha kalın epoksi boya ile

kaplanmış proses alanlarındaki yalıtım nedeniyle antistatik ayakkabı kullanılsa bile çalışanlar üzerinde statik elektrik yük birikimi kaçınılmaz olup, sahadaki tüm enerjili veya enerjisiz iletken iş ekipmanlarının koruyucu gövde topraklamalarının yapılması önemli bir tedbir olarak değerlendirilmelidir.

Antistatik ayakkabı ile yeterli personel topraklamasının sağlanmadığı durumlarda bilek kayışları gibi "Personel Topraklama Cihazları" kullanılmalıdır. Personel Topraklama Cihazları elektrik şok riskini arttırmamalı ancak tehlikeli statik elektrik yük birikmesini önlemelidir. Elektrik kullanım alanlarında personeli olası elektrik şoklarına karşı korumak amacıyla "Personel Topraklama Cihazları" minimum 10^6 ohm'luk dirence sahip olmalıdır.

Her ne kadar ipek ve çoğu sentetik elyaf mükemmel yalıtkanlar olsalar ve bunlardan üretilen iç çamaşırlar da statik elektriğe bağlı olaylar sergilese de bu iç çamaşırları giymenin bir tehlike oluşturduğunu gösteren kesin bir kanıt yoktur. Bununla birlikte anılan yalıtkan elyaflardan üretilmiş dış giysilerin hastane ameliyathaneleri, patlayıcı üretim tesisleri ve benzer meslek alanları ile giysilerin yanıcı sıvılarınla kirlendiği yerler gibi çalışma alanlarında çıkarılması, tehlikelidir. Bu alanlarda kullanılan dış giysilerin çalışma alanına uygun ve antistatik olmalıdır. Örneğin sıvı oksijen dolum tesisleri gibi oksijenle zenginleştirilmiş ortamlarda, soğutulmuş gazdan çıkan buharın çalışanın kıyafetine nüfuz etmesi elbisenin daha yanıcı olması ile sonuçlanabilir ve personel üzerinde biriken ve sonra aniden boşalan statik bir elektrik yükü, giysinin tutuşmasına yol açabilir.

Temizlemede veya silmede kullanılan sentetik kumaşlar, solvent buharlarını tutuşturabilen deşarjların üretilmesi için yeterli statik elektrik yükü yaratabilir. Sentetik temizleme veya silme bezleri kullanıldığında parlama noktalarının üzerindeki sıcaklıklarda kullanılan yanıcı sıvılar yangın riskini arttırdığı gibi silme işleminin hızı ve kuvveti ile temizlenen veya silinen malzemenin iletken olmaması da depolanan statik enerjinin artmasına sebebiyet verecektir. Bu nedenle özellikle yanıcı solventlerle yapılan temizlik faaliyetlerinde antistatik bir bileşikle işlenmiş sentetik veya pamuk kumaş ile iletken solventler kullanılmalıdır.

Sonuç olarak personel tarafından kullanılan koruyucu ve/veya bakım malzemeleri statik elektrik riskinin elimine edilmesi amacıyla etkin bir şekilde kontrol ve test edilmelidir.

YANICI SIVI VE BUHARLARI

Bu bölümde yanıcı sıvıların depolanması, taşınması ve kullanılmasıyla ilgili buharlarının statik elektrik tehlikelerinin değerlendirilmesi ve kontrolü ele alınacaktır.

Statik elektriğin yanmaya neden olan tehlikesini doğru bir şekilde değerlendirmek için sıvıların aşağıdaki yanma özelliklerinin doğru anlaşılması gerekmektedir.

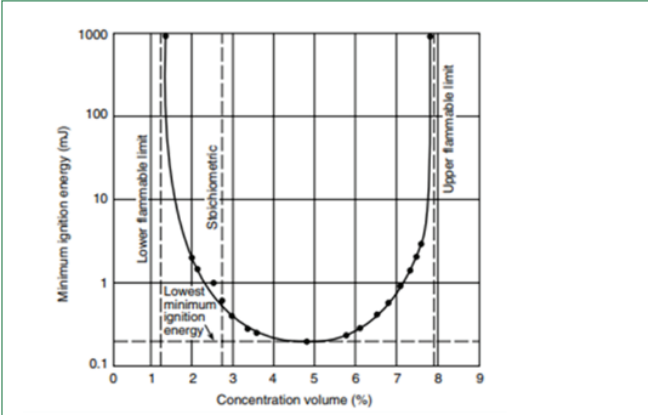
1. Parlama noktası,
2. Yanıcı limit ve buhar basıncı,
3. Ateşleme enerjisi,
4. Oksijen konsantrasyonu,

Parlama noktası, bir sıvının yüzeyine yakın hava ile tutuşabilir bir karışım oluşturmak için yeterli buhar çıkardığı minimum sıcaklıktır. Yanıcı sıvının parlama noktası ne kadar düşükse, buhar basıncı o kadar yüksek ve tutuşma olasılığı da o kadar yüksektir. Parlama noktası test yöntemlerindeki değişkenlik nedeniyle, belirli bir sıvının yayınlanmış parlama noktası, yalnızca o sıvı için tutuşmanın mümkün olduğu en düşük sıcaklığa yaklaşıp. Bu nedenle, proses alanlardaki tutuşma tehlikesi değerlendirilirken, MGBF verilen parlama noktasının 4°C ile 9°C altındaki bir değer göz önüne alınmalıdır.

Havadaki buhar veya gazlar Alt Yanıcı Sınır (Lower Flammable Limit LFL) ve Üst Yanıcı Sınır (Upper Flammable Limit UFL) arasındaki belirli konsantrasyonlar arasında tutuşabilir ve bu sınırlar arasındaki konsantrasyonlar yanma sınırını oluşturur. LFL'nin altındaki buhar konsantrasyonları yanamayacak kadar fakir ve UFL'nin üzerindeki konsantrasyonlar ise yanamayacak kadar zengindir. Artan basınç ve artan sıcaklık, hidrokarbonların yanıcılık aralığını genişletir.

Bir buhar-hava karışımını tutuşturmak için gereken enerji ortamdaki konsantrasyona göre değişir (Şekil 3). Çoğu kimyasal için, en düşük ateşleme enerjisi değeri, LFL ve UFL arasındaki orta noktaya yakın bir konsantrasyonda meydana gelir. En düşük değer, minimum ateşleme enerjisi (MIE) olarak adlandırılır.

Yanıcılık normalde yüzde 21 oksijen içeren atmosferik hava için belirlenir ve oksijen bakımından zengin bir atmosferde LFL azalır, UFL artarak yanma aralığı genişler. Bununla birlikte, oksijen konsantrasyonu (inert atmosfer) yeterince azalır, tutuşmanın mümkün olmadığı bir oksijen konsantrasyonuna ulaşılır ve bu konsantrasyon değeri, Sınırlı Oksijen Konsantrasyonu (Limiting Oxygen



Şekil 3. Benzenin Minimum Tutuşma Enerjisi [NFPA 77]

Concentration - LOC) olarak adlandırılır. Oksijen konsantrasyonu LOC altına indirilerek yanma sınırları içindeki yanıcı buhar/gaz içeren atmosferin patlama riski ortadan kaldırılabilir.

SIVILARDA STATİK ELEKTRİK YÜKLENMESİ VE BORULAR, DOLUM TANKLARI

Sıvıların statik enerji ile yüklenmesi boru, hortum veya filtreler üzerinden yapılan transfer esnasında veya dolum esnasındaki sıçramalar veya karışımlar nedeniyle meydana gelmektedir. Sıvı ve yüzeyler arasındaki alan ne kadar büyük ve akış hızı ne kadar yüksekse, statik elektrik şarj oranı o kadar yüksek olacaktır. Statik elektrik yükleri sıvıyla dolduruldukları alıcı kaplara taşındığından topraklanmış iletken kaptaki bir sıvının statik elektrik yükü, sıvının iletkenliğine bağlı bir oranda azalacaktır.

Topraklanmış proseslerde, sıvı iletkenliği, statik elektrik yük birikiminin engellenmesinde en fazla etkiye sahiptir. Bu kapsamda iletkenliği 50 pS/m'nin altında olan sıvılar (Örneğin kurşunsuz benzin ~0,1 pS/m, toluen <1 pS/m) yalıtkan olup, anılan sıvılar üzerinde sistem topraklı olsa bile statik elektrik yük birikimi meydana gelecektir. Bu kapsamda iletkenliği 50 pS/m ile 10⁴ pS/m arasında olan sıvılar yarı iletken ve iletkenliği 10⁴ pS/m üzerinde olan sıvılar (aseton 6x 10⁶) ise iletkenlidir. Statik elektrik deşarjı nedeniyle tutuşmasının engellenmesi için, yanıcı sıvılar üzerinde biriken statik elektrik yükü boşaltılmalıdır. Topraklanmış sistemlerde iletkenliği 10⁴ pS / m'den daha yüksek olarak tanımlanan iletken sıvılar, işleme ve taşıma işlemlerinde statik elektrik yük birikmesi nedeniyle tehlike oluşturmaz. Ancak endüstriyel sıvıların iletkenliği proses, depolama ve taşıma uygulamalarından kaynaklanan kirlenici madde konsantrasyonuna bağlı olarak artabilir veya

azalabilir. Benzer şekilde iletken sıvılar, bir depolama kabı ile yerden izole edilmiş sıvıda biriken tüm şarj, kıvılcım şeklinde deşarja bağlı yangın kaynağı olabilir.

Tamamı çelik borulama sistemlerinin tüm parçalarının toprağa geçiş direnci 10 ohm'u aşmamalıdır. Bahse konu borulama sistemindeki olası bir yüksek bir direnç, borulama bağlantıları arasındaki zayıf elektriksel temasa bağlı olabilir. Boru flanş bağlantılarında uygulanacak tork nedeniyle, flanş yüzeylerindeki boya veya somun ve civatalarda kullanılan ince plastik kaplamalar elektriksel dirence neden olmaz. Ancak boru devresindeki topraklama yolunun elektriksel devamlılığı, montajdan sonra ve daha sonra periyodik olarak güvence altına alınmalıdır. Flanşlardaki olası bir elektriksel direnç grafitli bir conta veya iletken bir jumper ile giderilmelidir.

İletken ve iletken olmayan borulardaki şarj üretim hızı aynı olmasına karşın iletken olmayan borularda oluşan statik elektrik yüklenmesinin azaltılma oranı daha yavaş olabilir. İletken olmayan sıvı transferinde filtrelerden sonra kullanılan boru ve hortumların metal veya diğer iletken malzemelerden yapılmış olması sağlanmalıdır. Borulardaki iletkenlik elektriksel olarak kesintisiz olmalı ve bu iletkenlik periyodik olarak kontrol edilmelidir.

Dolum boruları iletken olmalı ve dolum sistemi/tankı ile dengeleme topraklaması yapılmalıdır. Dolum boruları, kabın tabanına kadar uzanmalıdır ve sıvının kabın tabanında yatay yönlendirilmesini sağlamak amacıyla ucu, 45 derecelik açıyla kesilmiş veya "T" ile donatılmalıdır. Dolumun ilk aşamasında olası deşarjların engellenmesi ve statik elektrik yüklenmesinin engellenmesi amacıyla sıvının yukarı doğru püskürme yapması önlenmelidir. Tank dibi boru çıkışı en az iki boru çapı sıvı ile kaplanıncaya kadar dolum hızı 1 m / sn'den daha az tutulmalıdır.

Filtre ve strainerler tipik olarak 150 µm'den daha az gözenek boyutuna sahip olduğundan iletken olmayan sıvılarda akış hızına da bağlı olarak çok büyük statik elektrik yüklenmesi oluşturur. Bu yüklerin doldurulan tanka gitmesini önlemek için, filtre tanktan yeterince uzağa yerleştirilmeli ve statik enerji yüklenmesinin tank filtre arasındaki boru devresi üzerinde yok edilmesi sağlanmalıdır. Özellikle sıvının iletkenliği bilinmiyorsa sıvıya filtre sonrası boru veya iletken hortumda 30 saniye kalma süresi sağlanmalıdır.

Bir tank içi sıvıdaki şarj birikmesi, sıvı yüzeyi ile tank cidarı veya tavan destekleri arasında statik elektrik boşalmasına neden olabilir. Tanktaki buhar boşluğunun tutuşabilir bir

karışım içermesi olasıysa aşağıdaki koruyucu önlemler alınmalıdır;

1. Tank dolusunda sıçrama veya sıvı yüzeyinde oluşacak püskürmeden kaçınılmalıdır. Dolum borusu, tankın dibine yakın ve tankın dibindeki su ve tortu da minimum çalkantıya sebebiyet verecek şekilde dolum yapılmalıdır.
2. Tank içi tortu ve sıvıdaki türbülansı azaltmak için tank dolumunun ilk aşamasındaki dolum hızı doldurma borusu iki boru çapına veya 0.6 m derine batıncaya kadar 1 m / sn'den daha büyük olmamalıdır. Bu hızdan daha düşük bir hız, sıvı içindeki su ve partiküllerin çökmesine ve tekrar dolum hızı arttırıldığında ise çökelen kirleticilerin tekrar karışmasına bağlı şarj eğilimi artacağından giriş akış hızı, bu süre boyunca mümkün olduğunca 1 m / sn'ye yakın tutulmalıdır.
3. Yalıtkan ve içerisinde su damlacıkları gibi bir karışım içeren sıvıların dolum hızı, tüm transfer süresince 1 m / sn ile sınırlandırılmalıdır.
4. Dolum yapılan sıvı, filtre ile tank dolum noktası arasında minimum 30 saniye kalmalıdır.
5. Tank içindeki gevşek seviye şamandıraları ve numune kutuları gibi topraklanmamış iletken nesnelere spark oluşumunu artırabilir. Bu nedenle anılan iletken ekipmanın topraklanması ve elektriksel iletkenliğin devamlılığı güvence altına alınmalıdır.
6. Sıvı bir Sınıf I sıvıysa ya da parlama noktasında veya üstünde tutuluyorsa boru içinin temizlenmesi amacıyla hava veya diğer bir gaz süpürme havası olarak kullanılmamalıdır. Sıvının süpürülmesi amacıyla bir tanka önemli miktarda hava veya başka gaz verilmesi esnasındaki şarj oluşumu, süpürülen sıvının tank içindeki atomizasyonu ve tutuşabilir bir atmosfer oluşması nedeniyle tehlike yaratabilir.

İletken olmayan sıvılar için kullanılan depolama tankları topraklanmalıdır. Depolama tankları, temel türünden (ör. Beton, kum veya asfalt) dolayı kendiliğinden topraklanmış olarak kabul edilmesine karşın tanklarda toprak geçiş direnci 10^6 ohm altında olmalı ve anılan toprak geçiş değeri doğrulanmalıdır. İletken olmayan sıvılarda topraklama çubuklarının ve benzer topraklama sistemlerinin eklenmesi, sıvıdaki statik elektrik yüklerinin yaratacağı tehlikeyi azaltmayacağı göz önüne alınmalıdır.

Tank seviye çubuğu, seviye sensörü veya bir tankın buhar boşluğundan aşağı doğru çıkıntı yapan başka bir iletken

cihaz, kendisiyle yükselen sıvı arasında statik elektrik boşalması için ortam sağlayabileceğinden, deşarj riskinin engellenmesi amacıyla anılan ekipman tank tabanına iletken bir kablo veya çubukla sağlam şekilde bağlanmalı veya dengeleme topraklaması yapılmalıdır. Dengeleme topraklamalarının güvenilirliğinin desteklenmesi amacıyla periyodik olarak denetlenmeleri gerekir.

IBC ve metal portatif tankların doluları taban seviyede yapılmalıdır. Bahse konu tanklar iletken olmayan yanıcı sıvıların depolanması amacıyla kullanıldığında filtrenin, sıvının iletken devre içinde en az 30 saniye kalacak mesafeye yerleştirilmesi sağlanmalıdır. Portatif tank veya IBC dolum valfleri açılmadan önce dengeleme topraklaması yapılmalı ve dengeleme topraklaması ayrılmadan önce dolum valfi kapatılmalıdır. Doldurma hızları, inert edilmediği sürece normalde yaklaşık 225 lt/dak veya daha düşük değerde olmalıdır. Doldurma borusu tabana yakın bir yere uzanmıyorsa ve tank içi inert edilmemişse, doldurma borusu yaklaşık 150 mm'ye batıncaya kadar başlangıç dolum hızı 1 m/sn veya daha az olmalıdır.

İletken olmayan portatif bir tank veya IBC'yi parlama noktalarının altındaki sıcaklıklarda yanıcı sıvıların doldurmak, önemli bir statik elektrik ateşleme tehlikesi oluşturmamasına karşın böyle bir tank parlama noktasının 9°C üstünde veya civarındaki yanıcı bir sıvı ile doldurulduğunda yangın riski göz önüne alınmalıdır. Önceki bir üründen yanıcı buharlar içerebilecek bir kabın tekrar doldurulmasına ise asla izin verilmemelidir. Özel durumlar hariç olmak üzere iletken olmayan malzemelerden yapılmış tanklarda Sınıf I, II ve IIIA sıvılar NFPA 30 Madde 2.2 gereğince depolanmamalıdır.

Doldurma sırasında metal kaplar ve dolum teçhizatı bir-biri arasında dengeleme topraklaması yapılmalı ve topraklanmalıdır. Topraklama bağlantısı boyaya, korozyona ve biriken malzemeye nüfuz edecek kuvvetli bir yay ve sertleştirilmiş çelik noktalara sahip maşa ile yapılmalıdır. Maşa, tank veya konteynır tapalarını çıkarmadan önce ve tapa deliklerinden uzakta bulunan ve gene tapanın üst bir noktasına uygulanmalıdır. Topraklanmış dolum borusu yaklaşık 45° derece açıyla kesilmeli ve bidon tabanına (tabandan 25 mm yukarı) kadar uzanmalı ve bidon dola- na kadar sıvı yüzeyinin altında kalmalıdır.

Fenolik veya epoksi boyalarla yapılan ince iç kaplamalardaki statik elektrik etkileri, astarın 2 mm'den kalın olmaması koşuluyla ihmal edilebilir ve tank iletken olarak değerlendirilebilir.

Yanıcı ve parlayıcı sıvıların kullanım ve depolama koşullarını açıklayan Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY) bölüm 4 yanıcı/parlayıcı sıvıların depolanmasında plastik kapların kullanımı ile ilgili bir koşul bulunmamasına karşın NFPA 30 bahse konu bu kapların kullanımında sınırlamaya gitmiştir. Bu gibi kapların Sınıf II ve Sınıf III sıvıları için kullanıldığı yerlerde, doldurma önlemleri kabın boyutuna, kap tasarımına ve sıvının iletkenliğine bağlı olup, plastik kaplar topraklanmadığından, sınıf I sıvıları için kullanılmamalıdır.

Statik elektrik kaynaklı yangın riski, kabın hacmi ve kullanılan sıvının uçuculuğuyla artar. Bu nedenle, belirli bir ihtiyacı etkin bir şekilde yerine getirebilecek en küçük hacimli kap normal olarak seçilmeli ve bu değer 20 Lt'yi geçmemelidir. Emniyetli taşıma kaplarında huni ihtiyacını ortadan kaldırması bakımından özellikle esnek bir metal doldurma hortum/borusu ile donatılmış tipler seçilmelidir. İletken olmayan kaplar topraklanmadığından, ambalaj boyutu Sınıf IA sıvıları için 2 L, Sınıf IB ve Sınıf IC sıvıları için 5 L ile sınırlandırılmalıdır.

Yukarıdaki paragrafta açıklanan hususlara ilave olarak NFPA 10 gereğince 18,9 lt aşan miktarda yanıcı parlayıcı sıvıların bulunduğu alanlar yüksek tehlikeli alanlar olarak kabul edilmiştir. Benzer şekilde NFPA 10'da yanıcı parlayıcı sıvı yüzey alanının 0,93 m² aştığı durumlara sadece portatif söndürücülerin varlığı yeterli olarak değerlendirilmemiş ve yangınla mücadele konusunda eğitim almış ve portatif tüple hemen müdahale edebilecek durumda olan personelin yangına emniyetli müdahale edebilmesi için yanıcı parlayıcı sıvı yüzey alanının 1,86 m²'yi aşmaması gerektiği ifade edilmiştir. Bu nedenle alınacak tedbirler yangının çıkma olasılığını azaltacaksa da aksi durumlarda çıkan yangının söndürme kabiliyetinde kalması depolanan yanıcı sıvı ve bu miktar sıvının yaratacağı riski sınırlama yönünde alınacak aktif tedbirlere bağlıdır.

SONUÇ

- Bina içi alanlarda patlayıcı gaz/buhar konsantrasyon oranının LEL değerine ulaşmasını engellemek amacıyla risk teşkil eden buharın nispi yoğunluğuna göre tavan veya taban seviyeye monte edilecek detektörün konumu, ilgili gaz veya sıvı LEL değerinin %25'ini aşmamasını sağlamalıdır.
- Patlayıcı gaz detektörü ile kimyasal gaz ve buharlara karşı yangın/patlama tedbiri alınırken sadece LEL değerinin dikkate alınmasının hata olduğu, bazı durum-

larda TWA/STEL değerine göre tedbir alınmasının da yangın riskinin engellenmesi açısından yeterli olacağı değerlendirilmektedir.

- Bina içi alanlara yerleştirilen ve taban seviyedeki delikler vasıtasıyla yapılan yanıcı/parlayıcı sıvı depolama dolap havalandırmalarının tehlike yaratacağı değerlendirildiğinden, exproof özellikli aspirasyon havalandırma sistemi ile dolap havalandırma egzozunun bina dışına atılmasının güvenli olacağı değerlendirilmektedir.
- Yanıcı parlayıcı depolama alanlarında uyulması gereken kurallar NFPA 30'da birden fazla kurala bağlanmış olup, alan emniyetinin sağlanması açısından Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik Madde 118.9 da tanımlanan saatte en az 6 hava değişimi kuralından daha etkin koruma sağlayacağı değerlendirilmektedir. Bunlar;
- Depolama ve kullanım alanlarında yanıcı / parlayıcı sıvı buhar konsantrasyon LEL seviyesinin %25'ini aşmasının engellenmesi amacıyla havalandırma yapılmalıdır (NFPA 30 17.11.1),
- Bu havalandırma yukarıda madde gereksinimini karşılayacak şekilde depolama alanı taban seviyede asgari 0,3 m³/d/m², ancak 4m³/d daha aşağı olmamalıdır (NFPA 30 18.6.5),
- Bina içinden emilen buhar hava karışımının bina dışında emniyetli alana egzoz edilmelidir (NFPA 30 18.6.3),
- Devridaim fanı kullanan sistemlerde (örneğin boya kabinleri) fan kanalı içinde buhar konsantrasyon oranının LEL seviyesinin %25'inin aşılması halinde devridaim faaliyetinin durdurularak alarm verilmeli ve tüm havalandırma emniyetli alana egzoz edilmelidir (NFPA 30 17.11.6).
- Sızdırmazlığı bozulmamış yanıcı/parlayıcı sıvı depolama alanlarına kör girişin engellenmesi ve aynı zamanda anılan alanlardaki olası sızıntı riskinin düşük maliyetle engellenmesi kapsamında depolama alanında aşağıdaki tedbirlerin alınmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.
- Depolanan en düşük LEL'e sahip yanıcı/parlayıcı buhar/gaza göre temin edilen detektörünün depo taban seviyesine montajı yapılmalıdır.
- Detektör kontrol ve alarm ünite çıkışının yangın alarm panel bağlantısı yapılmalıdır.
- %10 ve/veya %25 LEL seviye alarmlarında depo alanı

- dışında işitsel ve görsel alarm çalmalı ve alarm yangın alarm paneli vasıtasıyla sürekli personel ile donatılan alana aktarılmalıdır.
- Havalandırma fanının yukarıda belirtilen değer ile birlikte otomatik olarak devreye girmesi ve alanda yapılacak kontrol sonrası alarm manuel olarak resetlenene kadar devrede kalması sağlanmalıdır.
 - Ambalaj sızdırmazlığı bozulmuş yanıcı parlayıcı sıvı kullanım alanlarında bulunan fan sistemleri NFPA 30 18.6.5 değerlerinde ancak sürekli devrede tutulması sağlanmalıdır (NFPA 33 6.3.2).
 - İletken ekipmanlarda statik elektrik birikmesini önlemek için, topraklama yolunun toprağa karşı toplam direnci muhtemel yüklenmeleri engellemek için asgari 1 Megohm (10^6 ohm) altında olmalıdır.
 - Dengeleme veya koruyucu gövde topraklama yolunun tamamı metal olduğu takdirde anılan topraklama kablo/yolu direnci de 10 ohm'dan fazla olmamalı ve tel iletkenlerin kullanıldığı yerlerde, topraklama kablusunun boyutu mevcut akım taşıma kapasitesi yerine, mekanik dayanıma göre belirlenmelidir.
 - Taban kaplamalarının toprak geçiş direnci 10^8 ohm'dan az olmalıdır. Atık ve diğer yüksek dirençli malzemelerin tabanda birikimi, zemin iletkenliğini tehlikeye atabileceğinden zemin temizliklerine dikkat edilmelidir.
 - Antistatik ayakkabı ile tabandan toprağa direnç 50kΩ ohm ile 35MΩ ohm arasında olmalıdır. Ancak bahse konu ayakkabı direnci, üzerinde birikecek kir, ortopedik tabanlıkların kullanılması ve yer ile daha az temas yüzeyi nedeniyle artabilecektir. Bu nedenle yanıcı parlayıcı sıvı kullanım alanlarında bulunan personelin ayakkabı ve taban iletkenlikleri tekrar değerlendirilmelidir.
 - Antistatik ayakkabılar ile yeterli personel topraklamasının sağlanamadığı durumlarda bilek kayışları gibi "Personel Topraklama Cihazları" kullanılmalıdır. Ancak elektrik kullanım alanlarında personeli olası elektrik şoklarına karşı korumak amacıyla "Personel Topraklama Cihazları" minimum 10^6 ohm'luk dirence sahip olmalıdır.
 - Taban kaplaması 2 mm'den daha kalın epoksi boya ile kaplanmış proses alanlarındaki yalıtım nedeniyle çalışanlar üzerinde statik elektrik yük birikimi kaçınılmaz olup, sahadaki tüm enerjili veya enerjisiz iletken iş ekipmanlarının koruyucu gövde topraklamalarının yapılması önemli bir tedbir olarak değerlendirilmelidir.
 - Personel tarafından kullanılan koruyucu ve/veya bakım malzemeleri statik elektrik riskinin elimine edilmesi amacıyla etkin bir şekilde kontrol ve test edilmelidir.
 - Proses alandaki tutuşma tehlikesi değerlendirilirken, MGBF verilen parlama noktasının 4 - 9 ° C altındaki bir değer göz önüne alınmalıdır.
 - Tankların yanıcı sıvı ile doldurulmasının ilk aşamasında olası deşarjların engellenmesi ve statik elektrik yüklemesinin engellenmesi amacıyla sıvının yukarı doğru püskürme yapması önlenmelidir. Tank dibi boru çıkışı en az iki boru çapı sıvı ile kaplanıncaya kadar dolum hızı 1 m / sn'den daha az tutulmalıdır.
 - Önceki bir üründen yanıcı buharlar içeren bir tankın tekrar doldurulmasına izin verilmemelidir.
 - Doldurma sırasında metal kaplar ve dolum teçhizatı birbiri arasında dengeleme topraklaması yapılmalı ve topraklanmalıdır.
 - Statik elektrik kaynaklı yangın riski, kabın hacmi ve kullanılan sıvının uçuculuğuyla artar. Bu nedenle, belirli bir ihtiyacı etkin bir şekilde yerine getirebilecek en küçük hacimli kap seçilmeli ve bu değer 20 Lt'yi geçmemelidir. Listelenen emniyetli taşıma kaplarında huni ihtiyacını kaldırması bakımından özellikle esnek bir metal doldurma hortum/borusu ile donatılmış tipler seçilmelidir. İletken olmayan kaplar topraklanmadığından, ambalaj boyutu Sınıf IA sıvıları için 2 L, Sınıf IB ve Sınıf IC sıvıları için 5 L ile sınırlandırılmalıdır.
 - Alınacak tedbirler yangın çıkma olasılığını azaltacaksa da, aksi durumda çıkan yangının söndürme kabiliyetinde kalması, depolanan yanıcı sıvı ve bu miktar sıvının yaratacağı riski sınırlama yönünde alınacak aktif tedbirlere bağlıdır.

KAYNAKÇA

1. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik.
2. NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2010 Edition)
3. NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code (2012 Edition)
4. NFPA 33 Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials (2000 Edition)
5. NFPA 69 Standard on Explosion Prevention Systems (1997 Edition)
6. NFPA® 497 Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas (2008 Edition)
7. TS EN 60079-29-2 Gaz dedektörleri- Alevlenebilir Gazlar ve Oksijen Dedektörlerinin Seçim, Montaj, Kullanım ve Bakımı