

(94/9/AT)ATEX Kapsamında Tozlu Ortamlarda Elektrikli ve Elektriksiz Ürünlerin Kullanılması ve Koruyucu Tedbirler

Salih AYDIN

Makina Mühendisi

ANKARA

Cep: 0532 5513565

salihaydin54@mynet.com

bazı büyük felaketler



29/01/2003 West Pharmaceutical Services, Inc.-Kinston, NC)



1 ölü çeşitli yaralı (coviden)

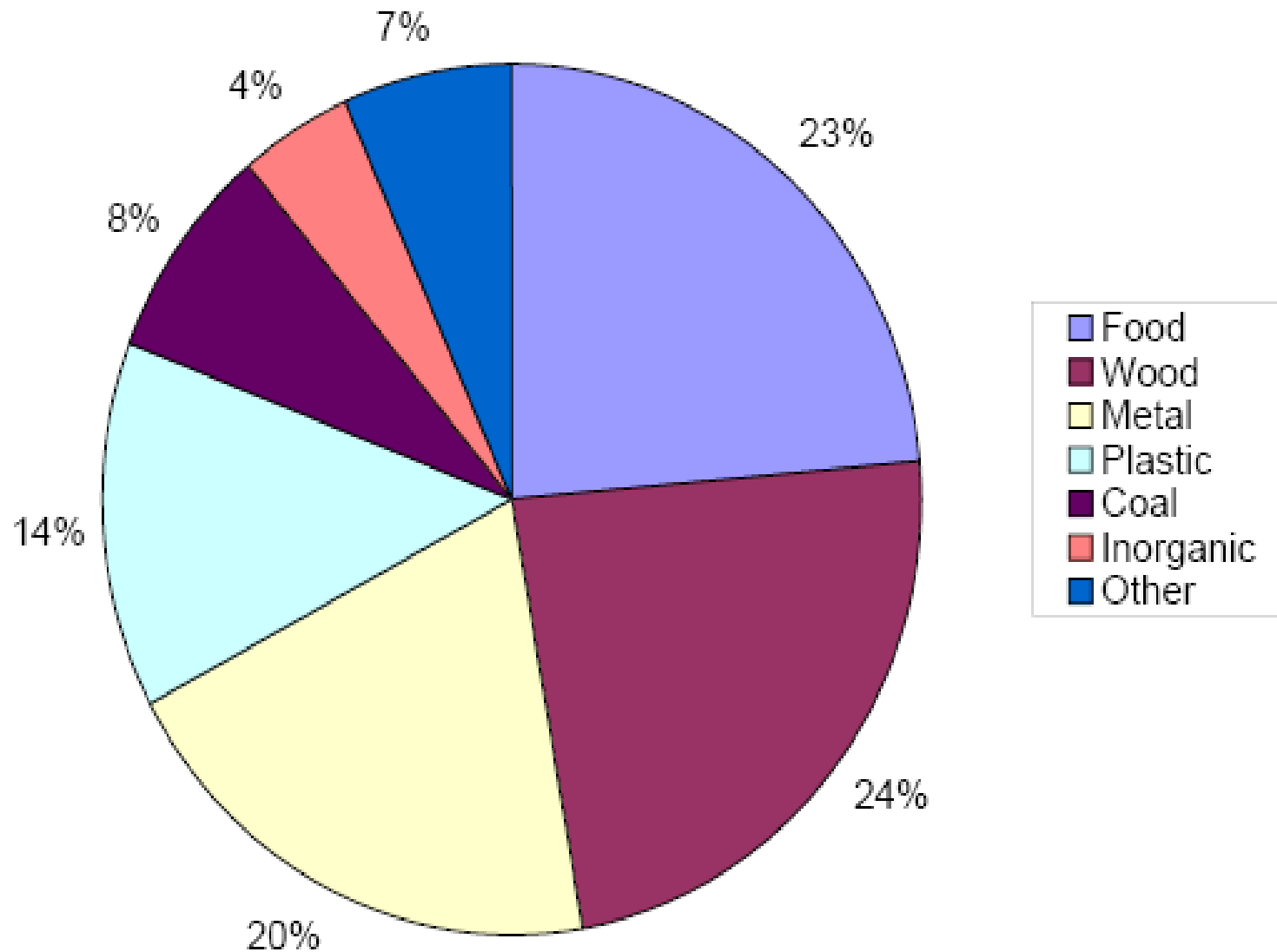


7 ölü, 37 yaralı

Toz patlamalarına genel istatistik bakış

- ABD'lerinde yapılan istatistiklerde 25 yıllık bir süreçte 2005 yılı sonuna kadar **281 toz patlaması olayı** gerçekleşmiş olup;
- **119 kişi ölü**
- **718 kişi yaralı**
- 7 si felaket boyutunda
- Bu patlamalar: kauçuk-lastik ,gıda, ürünleri, plastik ve odun tozları kaynaklı olduğu belirtilmiştir.

Toz patlaması kaynak dağılımı



Tozu anlamak

- Toz tehlikelerin tanınması
- Nasıl güvenli ortam sağlanacak
- Tozların ve toz ortamlarının tarifi
- TS EN 60079-10-2 'ye göre:
- **Toz nedir:** patlayıcı ve parlayıcı uçan parçacıklar dır.

Alan: üç boyutlu bölge ve uzay

Atmosfer: Değişik basınç ve sıcaklık içerisinde 101,3 kPa (1 013 m bar) ve 20 C° olan alanlar tozlu patlayıcı alan

Patlayıcı toz: Katı parçacıklar olup, 500 µm veya aşağı boyutlarda havada asılı kalabilen ağırlığı ile atmosfer dışına inebilen yanabilen veya havada kızarabilen, normal sıcaklıkta atmosferik basınç altında patlayıcı karışım oluşturabilen parçacıklardır.

Tozların Tanımı

Tozlar 3 ana grupta değerlendirilmektedirler:

Grup III A: Patlayıcı uçan parçacık tozlar

Grup III B: İletken olmayan Tozlar, elektriksel öz direnci 10 000 Ωm 'dan (ohm metre)daha fazla olan tozlardır.

Grup III C: İletken tozlar, elektriksel öz direnci 10 000 Ωm veya daha az olan tozlardır

Tozları yanıcılık özelliklerine göre sınıflandırırsak;

- **A Yanıcı tozlar**
- **B Yanıcı olmayan tozlar** olarak iki sınıfta toplayabiliriz.
- Tozların % 70'i yanıcı olup, % 30'u nun ise yanıcı olmadıkları yapılan deneylerle ispatlanmışlardır.
- Tozların patlayıcı olup olmadıkları IEC 60079-20-2 standardına göre test edilebilirler.

Zon'lar ve Koruma İşaretlemeleri

- Tozlu ortamlar, ortamlarda bulunan toz patlama olasılığı tehlikelerine göre 3 gruba ayrılmaktadırlar.
- Diğer gazlı ortamlardaki Zon tanımlanmalarındaki Zon 0, Zon 1, Zon 2 tanımlamalarının önlerine 2 rakamlarının konmasıyla tozlu ortamların sınıflandırılmaları yapılmaktadır. Tehlikeler yine aynı büyüklüklere değerlere sahiptir.

Zon 20 Da, Sürekli tehlike

Zon 21 Db, Büyük olasılık

Zon 22 Dc, Ara sıra oluşum

Minimum Patlayıcı Toz Konsantrasyonu

- LEL 30-100 gr/m³
- Görülebilir (2 m mesafeden 25 walt'lık ampul görülebilir)
- UEL ölçülmesi gereksizdir
- KSt değerleri: Alev alma tutuşma göstergesi (bar.m/sn) patlamanın şiddetini belirler. 3 kategoride gösterilip ST-1:0-200; ST-2: 201-300; STt-3: >300 olarak belirlenmiş olup şiddet derecesi gittikçe artmaktadır. Test ISO 6184/1:1985 ve EN 14034-1:2004+A1:2011 ve EN 14034-2:2006+A1:2011 veya American Standard ASTM E1226-05 e göre yapılabilir.

Patlama

- Hızlı fiziksel ve kimyasal oksidasyon reaksiyonu veya sıcaklık veya basıncın etkisiyle bazen de her ikisinin de uygun olduğu bir ortamda hızlı çürümeden meydana gelen ani fiziki bir olaydır.
- Alevin hızı artarak gelişir ve bir ses çıkarır ki bu sese vuruntu (detonation) denir, bu oluşmasa olay sadece yanma (deflagration) olarak tarif edilebilir ki vuruntu yanmadan daha güçlüdür.
- Tipik olarak toz patlamaları yavaş patlamalar olarak anılmaktadırlar. Deneylerde bu olay açık havada oluşursa basınç da yoksa birinci tehlike yanma topu şeklinde olmaktadır.
- Ama asıl tehlike 2. Patlama ve sonrasına gelir

Tutuşma ve patlamanın şiddetine etki eden faktörler

- Tozun kimyasal yapısı ve rutubet miktarı
- Basınç ve sıcaklık
- Parçacıkların şekli ve boyut dağılımı
- Toz bulutlarındaki konsantrasyon dağılımı
- Toz bulutundaki türbülans
- Türbülansın haricinde alev etki eden ön düzensiz tesirler
- Alevin oluşturduğu ısı (kimyasal yapılar)

Endüstriyel Toz Patlama kaynakları

- Sıcak yüzeyler
- mekanik kıvılcım
- akkor metal parçacıkları
- Sürtünme, statik elektrik

İkincil Patlamalar

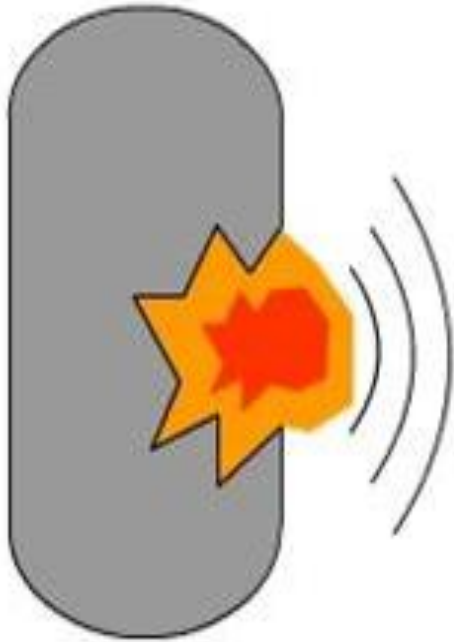
- Üretim sanayide kurutucular, filitreler, elevatörler, silolar, aspiratör boruları gibi veya **küçük ekipman parçalarının içerisinde** meydana gelen patlamalar 1. patlamalardır
- Bu patlamalar 2. patlamaları tetikler.
- Bilinmesi gereken önemli bir husus ta **gaz/buhar** patlamaları ile **toz** patlamaları arasındaki en büyük farktır.
- **Gaz/buhar patlamaları bir kapalı kap içerisinde olmaktadır ve buralarda hava çok azdır onun için pek nadir olay ortaya çıkmaktadır.**
- **Toz** ise genelde proses ekipmanlarında havanın içerisine saklanmaktadır ve bu da toz patlamasını meydana getirmektedir. Birinci patlama da ikinci patlamayı tetiklemektedir. Esas tehlike de burada yatmaktadır. Çünkü yerde yatan 1 mm kalınlığındaki toz kitlesi çok az bir yer tutuyor olmasına rağmen ortaya çıkaracağı tehlikeli alanı hesap etmeden neyi tetiklediğini anlayamayız. **1 mm yatan toz 500 kg/m³ bize 5m yükseklikte 100 g/m³ ten bir alan ortaya çıkarır.** Bu da geniş seri bir patlama alanı oluşturmaktadır.

Patlama meydana gelmesi için

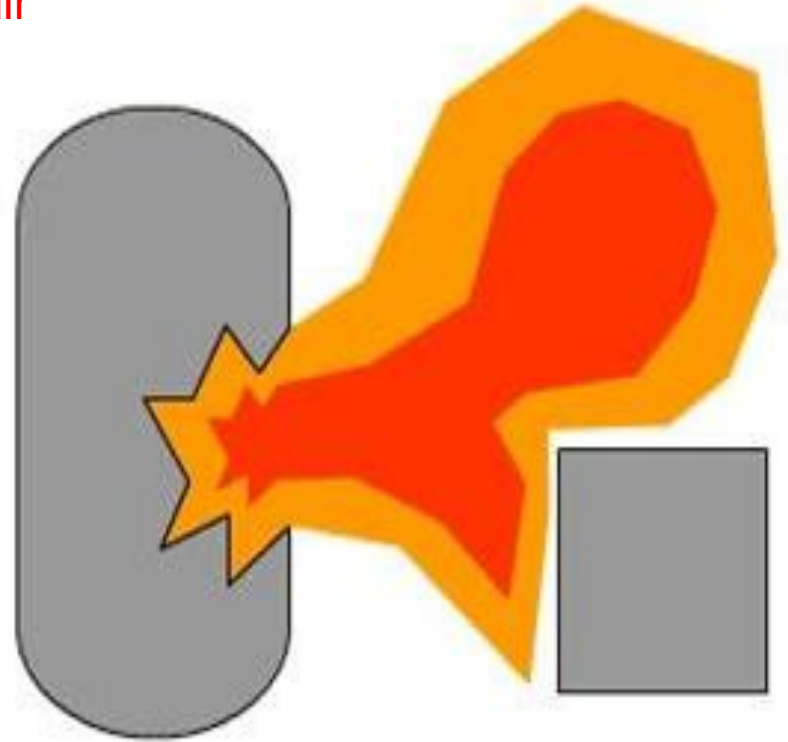
- Tozun patlayıcı olması ,
- Havada asılı olması ,
- Alev artışıyla dağılabilecek yapıda olması,
- Tozun konsantrasyonu patlayacak limit değerlerine sahip olması ,
- Ateşleyecek bir kaynak olması,
- Atmosferde yeterli seviyede oksijen olması; lazımdır.
- **Bu yukarıda sayılanların hepsinin bir arada olması gerekiyor ki toz patlaması husule gelsin bu mevzu sanayiciler için önemli bir husustur.**

Toz patlamaları tetiklenmesi

1. patlama



2. Patlama 1. Patlama yüzey ısısından gelmektedir



1.ve 2. Patlamalar (DOW- Technical Bulletin)

Toz bulutlarından alev çıkması

- Toz bulutlarının eylemsiz hallerinden yeni bir yakıt konsantrasyonu ortaya çıkmakta olup, bunun sebebi ortamdaki gazın durumuna bağlı olarak parçacıkların yer değiştirmesidir.
- Isısal radyasyonel alevlerden yanmamış bulut kütlelerine doğru parçacık yapılarına bağlı olarak alev transfer edilmektedir. Toz patlamalarında temel radyasyon önemli yer tutmaktadır.

Toz bulutlarında katmanlı (laminar) alevler

- Toz bulutlarının katman içerisindeki yanma hızı, temel bulutun türbülansına bağlı olarak patlama özelliği arz eder ve bundan dolayı alevler bulut tipine göre artış gösterirler.
- Değişik deney çalışmalarında deney tüplerinde ortaya çıkan alevlerin yukarıya doğru bulutun genişliğine göre arttığı gözlemlenmektedir.
- Türbülansa bağlı hareket
- Bulut genişliğine göre artış

Toz bulutlarında türbülanslı alev ortaya çıkması:

Alevin şeklinin bozulması türbülans yaratmaktadır
Kendi kendine patlamalardan da alev hızlanması oluşur

Hibrit Karışım

- Gaz, buhar ve toz aynı birleşim içerisinde bulunur, yani aynı alanda aynı zamanda mevcutturlar,
- Yanabilir hatta bileşenleri LEL değerinin altında olsa bile,
- Yanıcı toz bulutları ile **gaz/buhar** buluşunca patlama LEL değerinin altında olur
- MIE güçlü bir şekilde düşer,
- Gaz hava karışımında türbülans artar(alevin şekli bozulur),

Tozlardan nasıl bir tehlike geleceğini bilebilmek, önceden kestirmek için tozların teknik güvenlik parametreleri hakkında bilgi sahibi olmamızı gerektirir

Parametreler	Tanımlama	Not
Parçacık Boyutu	20 µm-400µm	Büyük yüzeyli eşya taşımalarında ortaya çıkar
Patlayıcı toz konsantrasyonu	Gazlar ile karışmış durumda ise; Alt patlama limiti: 20-60 gr/m3 hava Üst patlama limiti:2-6 kg/m3 hava	Bazen yüksek patlayıcı özellikteki tozlar 15 gr/m3 altında da patlayabiliyorlar
Maksimum patlayıcı basınç	6-10 bar	Bazı hafif metal tozlarının 20 bar basınçta da patladığı görülmüştür
Kst değerleri (uçuculuk)	Patlama uçuculuğunun sınıflandırma değerini tarif etmektedir. 1 m3 lük toz hava konsantrasyonu patlama süresince oluşan hıza eşittir	
Rutubet	Rutubet değerleri tam hesaplanamamıştır. Az rutubet az tutuşma enerjisi, çok rutubet çok tutuşma enerjisine ihtiyaç duyar.	
Minimum Tutuşma Enerjisi MIE	Küçük bir enerji toz/hava karışımını tutuşturur	
Tutuşturma Sıcaklığı Ti	Isıtılmış duvarın en alt ısısı toz/hava karışımı tutuşturur	Deney tüp içerisinde tutuşma derecesi tespit edilir. Besin tozlarında 410-500 C° tespit edilmiştir
İçten içe yanma sıcaklığı Ts	5 mm lik toz yığınının kendi kendine tutuştuğu en düşük sıcaklık	

- Tozların 75 K derece düşürerek ekipmanın yüzey ısısı en yüksek olabilecek değerleri hesaplanarak sağ tarafta gösterilmiştir.

Minimum Tutuşma Enerjisi MIE- μJ

Yakıt ve hava karışımını tetikleyerek tutuşturan en küçük Jul cinsinden enerjidir.

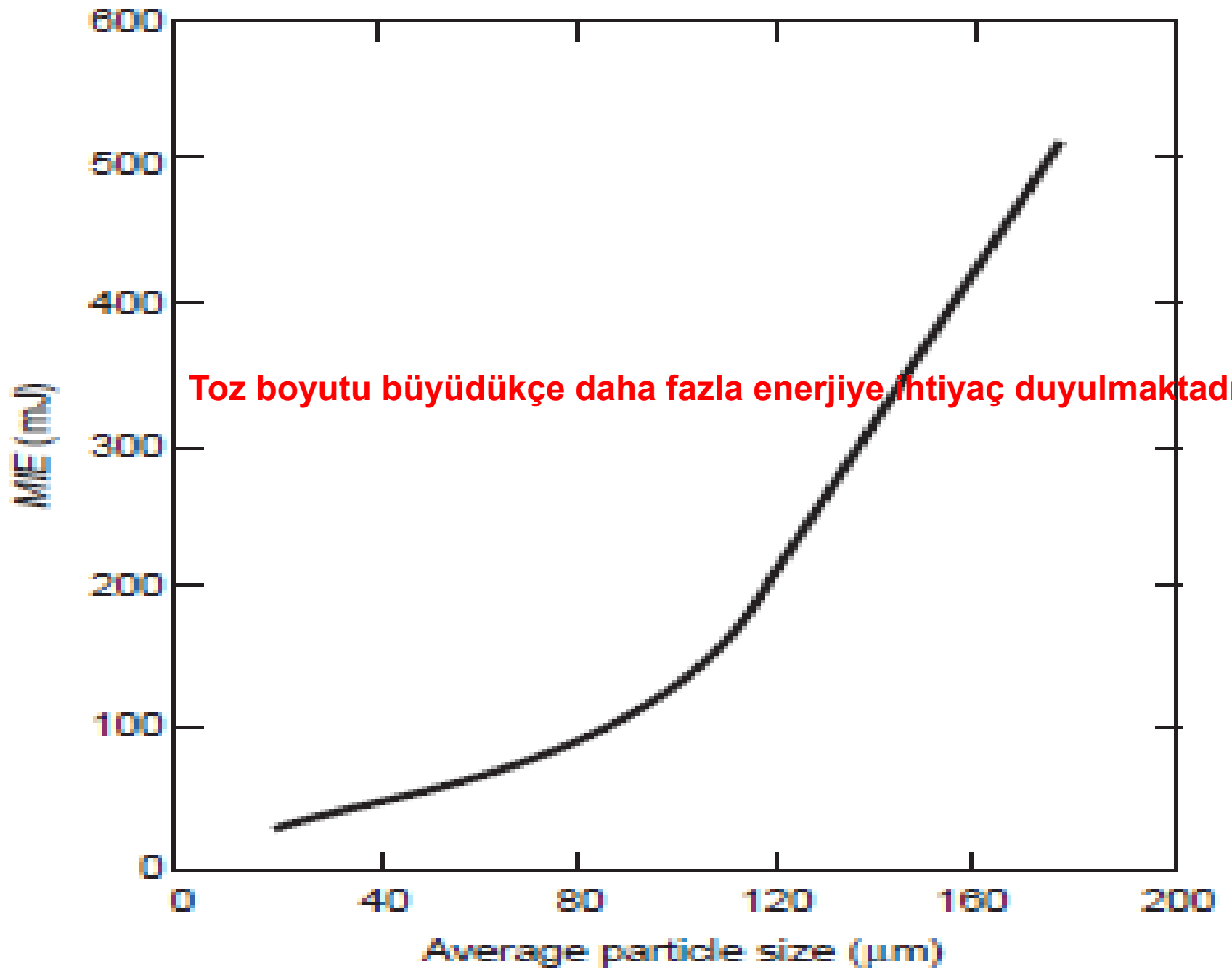
(EN 61241-2-1 bu değerleri tarif etmektedir).

Bazı tozların Minimum Tutuşma Enerjilerine bir göz atacak olursak;

Toner	$<10 \mu\text{J}$,	
Alüminyum tozu		$15 \mu\text{J}$
Şeker	$30 \mu\text{J}$,	
C Vitamini	$60 \mu\text{J}$,	
Kakao	$100 \mu\text{J}$	

olarak gözükmemektedir.





Toz boyutu büyüdükçe daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır

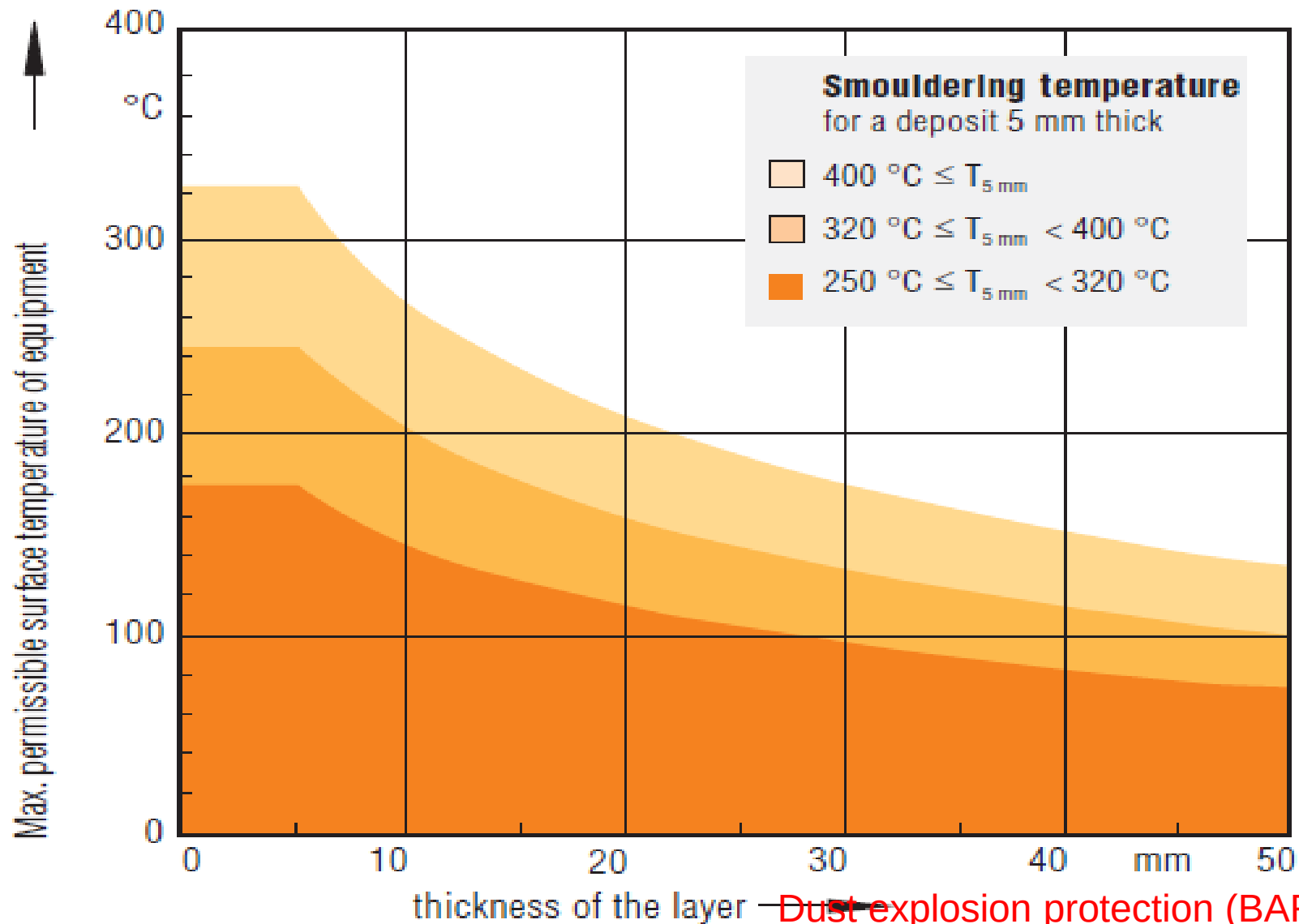
Toz patlamasında Minimum tutuşma enerjisi ve yüzeyler(Resim: BARTEC dustexplosionprotection)

Oksijen Konsantrasyonunun Sınırlandırılması

- Oksijen konsantrasyonu sınırlandırılarak patlama oranı düşürülür,
- Oksijen kalmazsa patlama olmaz, (genelde O₂ % 12 den büyüktü)
- Bu işlem de inert gaz kullanılır

Yede yayılı vaziyetteki tozlar ve patlama tehlikeleri

Toz kalınlığı artıkça tutuşma için gerekli yüzey ısısı düşmektedir



Yerde Yayılmış tozların MIT değerleri

- Tahıl tozlarının 490 C^o,
- Kömür tozu 850 C^o,
- Un 400 C^o,
- Şeker tozu 480 C^o,
- Alüminyum tozu 650 C^o,
- Lağım çamuru tozu 430 C^o

,lerde patladıkları deneylerle ispatlanmıştır

- Ekipman üzerine biriken 5mm kalınlıkta bir birikinti çok aşırı bir birikinti olarak kabul edilmelidir.

Toz Patlamasında Tipik Karakteristik Değerler

Ortalama boyları	≤ 0.05 mm
Toz konsantrasyonu	40-4000 gr>/m ³
Rutubet	$\leq \%11$
Oksijen	$\geq \%12$
Minimum tutuşma enerjisi MIE	$\geq 10 \mu$ J- 600 μ J
Minimum Tutuşma sıcaklığı MIT	410-600 C°

Toz Patlamasındaki gizemli hususlar

- Üretim Sanayinde 100 yılı aşkın bir zaman sürecinde toz patlamalarının önlenmesi ve azaltılması çalışmaları yapılmaktadır. Fakat halen bu tehlikeler sanayi çalışmalarını tehdit etmeye devam etmektedir. İlim adamları bunun sebebini toz bulutlarının yapıları ve alev üretim özelliklerinin tespit edilmesindeki metottaki izlenen yolun yanlışlığına bağlanmaktadır.
- Dr. Eckhoff “**Toz patlama tehlikesinin daimi bir tehlike olarak sanayi endüstrilerini; ya bu tozları kullanıyor olmalarından ya da üretimlerinde ortaya çıkıyor olmalarından dolayı tehdit etmekte**” olduğunun ifade ederek belirtmiş olduğu metot ile toz patlamalarının önlenmesi ve azaltılmasının sağlanabileceğini ifade etmektedir.

•Toz patlamasının önlenmesi ve azaltılması hususunda üretim endüstrisinde bir sürü fikirler çarpışmış olup; bilgi ve teknoloji kullanıcılarının kısa süreli ve uzun süreli tedbir arasında en iyi çözüm için kaçınılmaz bir karışıklık bulunmakta olduğunu ifade etmektedir.

“Sanayinin daima pratik çözüme ihtiyaç duymasından dolayı bilindik yollar tercih edilerek esas alınması gereken yöntemin yakalanması engellenmektedir.” demektedir.

•Toz patlama tehlikelerinin önlenmesi için bir kere bilindik dogmatik yöntemler değil daha nesnel (**deneysel, bilimsel**) yöntemler kullanılmalıdır ve **toz bulutunun oluşumu** ve **toz bulutunun alev üretmelerinin** önüne geçilmesi sağlanmadan tehlikenin ortadan kalkmayacağını belirtmektedir.

•Bu alandaki diğer bir çalışma ise toz patlamalarındaki hasarların yıkıcılık derecesinin tozların dağılıbilirliği ile nem oranlarına bağlı olduğunun ispatlanmasıdır (Weber, 1878).

Toz Parçacıklarının Hareketinde İç Gücün Etkisi

- Patlayıcı gazlar havanın içerisinde homojen bir durumda bulunmaktadır. Biliyoruz ki toz bulutlarında yakıt parçacıkları genelde hava moleküllerinden çok daha fazla genişliktedirler (1-100 μm) ve onların hava içerisindeki hareketlerinin yer çekimine bağlı olan iç güçler tarafından kontrol edildiği belirtilmektedir.

Diğer taraftan İlim adamlarınca;

- Toz bulutlarının iç güçlerinin, moleküler difüzyondan daha güçlü oldukları belirtilmektedir.

Elektrikli Ekipman üzerlerindeki toz Parçacıkları

- Üretim ekipmanlarına elektrikli cihazların monte edilmiş olduğu silo, karıştırıcı kovalı eleme cihazları ve filtrelerde çalışma pozisyonlarında iken Zon 20 ortamı **yaratılmaktadır**. Bu ortam da toz patlamaları için en tehlikeli ortamlardır. Genel bir durum olarak elektrikli ekipmanlar Zon 21 ila Zon 22 alanlarına monte edilmektedir. Eğer toz bulutları açık alanlarda farkına vararak veya varmayarak oluşursa derhal dışarı atılarak temizlenmesi gerekmektedir. Zon 21 ve 22 de toz birikmelerine müsaade edilmemelidir.

Elektrikli Ekipmanların Dış Koruyucuları İçerisindeki Toz Parçacıkları

◉ Toz parçacıkları bazen elektrikli ekipmanların koruyucu zarflarının içerisine bir şekilde yerleşirler ve bu da içeride koruyucu zarfın cidarlarına yapışmalarına olanak verir. Böylece hava hareketleri önemli ölçüde azalma gösterir. Ve hatta içeride bir toz bulutu oluşturarak toz patlamasına sebebiyet verebilir.

Patlayıcı Olmayan ve Elektriksel İletken Olmayan Tozlar

Aşırı ısınma

- Çalışan ekipmanların üzerinde ısı yaratır
- Farkına varılmazsa tehlike yaratır
- İşlev bozukluğu oluşur
- Yüzeylerin soğutulması gerekir

Patlayıcı olup ;

Elektriksel Olarak İletken Olmayan Tozlar

Patlayıcı gaz ortamı oluşturur

Tozlar çalışan ekipmanların üzerinde birikerek ısınmalarına sebebiyet verir, bu da cihazların yanmasına veya kızmasına yol açar. Ekipman üzerindeki Isınan birikmiş organik tozlar direk olarak yanmayan gaz biriktirir.

Bu gazlar hava ile birleşip, ısıdan yükselerek patlayıcı gazlı ortam oluştururlar .

Elektriksel İletken Tozlar

Metalik tozlar dır, Organik tozlardan daha yüksek ısı üretir

- Metal tozlarıdır
- Ekipmanın ısısından ısınır
- Patlayıcı olurlar
- Genelde organik tozların ısısı daha düşük olur

Önlem		Azaltma
Tutuşma Kaynaklarının önlenmesi	Patlayıcı toz bulutunun önlenmesi	Patlama basıncı ayar yapısı
İçten içe toz tutuşması-toz yanması	Toz bulutlarının N2 veya CO2 veya diğer gazlar ile eylemsiz hale getirilmesi-inerting-	Patlama boşaltması
Açık alevli diğer yanma tipleri (ör: sıcak işlemek)	Toz bulutlarının yanıcı gazlar ile kendinden güvenli yapılması - durgunlaştırılması -inerting	Patlama izolasyonu
Sıcak yüzeyler (elektriksel, ısısal veya mekanik ısınma)	İnert tozlar ekleyerek toz bulutlarının inerizasyonu	Otomatik patlama bastırması
Mekaniksel sebeplerle ısınma (metal kıvılcımları ve sıcak spot)	Toz bağlantısının kesilmesi patlama değerlerinin dışına çıkılması	İnert gaz yardımıyla toz bulutunu bölgesel olarak inert etmek
Elektrik kıvılcımları ve arklar, Elektrostatik boşalma		Toz birikmesini temizleyerek önlemek

Toz bulutu oluşum süreci	Toz bulutu tutuşma süreci	Toz bulutlarında alev üretim süreci	Yanan toz bulutlarının patlama dalgaları ortaya çıkarması
Toz yığınlarında iç partikül güçler (bağıntı)	Küçük parçacıkların tutuşması ve bulutlar	Mikroskobik inceleme (küçük parçacıkların tutuşması) ve okside olmuş sıcak gazlardaki yanma	Yanan toz bulutlarına göre değişiklik arz eden patlama dalgası özellikleri
Karşı şok dalgaları basıncı ile toz yığınlarından yığın yüzeyine partiküllerin sürüklenmesi	Toz yayılımında veya yığınlarında için için yanma tutuşması	Toz bulutlarındaki kat kat (laminar) ve türbülanslı alevler	İnsanlar ve mekanik yapılar üzerindeki patlama dalgalarının etkisi
Toz yığınlarından, gaz akışı türbülanslarının yarattığı partiküllerin sürüklenmesi	Sıcak yüzeylerden kaynaklanan tutuşma	Sıcak transfer mekanizması (ısı transferi, ısınan gazın yükselmesi, radyasyon)	Patlama dalgalarının, toz patlamalarından yerdeki yığılı toz kütlelerini patlayıcı toz bulutları haline getirmesi kabiliyeti
Türbülanslı gaz akışlarında toz partiküllerinin taşınması	Yanmakta olan uçan metal parçacıklarından kaynaklanan tutuşma	Toz bulutlarındaki alev üretim limitleri (tanecik özellikleri, toz konsantrasyonu, oksijen konsantrasyonu, i)	
Toz bulutlarındaki türbülansın ölçülmesi ve nitelendirilmeleri	Elektrik kıvılcımları ve arklardan kaynaklanan tutuşma	Toz bulutlarındaki türbülansların yarattığı alevlerin ivmesi	

Toz bulutlarındaki partiküllerin üç boyutlu ölçümleri ve belirlenmesi	Elektrostatik boşalmalardan kaynaklanan tutuşma	Toz bulutlarındaki vuruntu-patlama fenomeni	
	Sıcak gaz jetleri tutuşması		
	Şok dalgaları tutuşması		
	Işık odaklanması tutuşması		
	Bulut özelliklerinden gelen tutuşma etkisi (yapısı, boyutu, parçacık şekli, toz konsantrasyonu, kompozisyonu, türbülansı, gaz halinin sıcaklık ve basıncı)		

Tozlu ve gazlı Ortamlardaki Elektrikli Ekipmanların dizaynı

- ⦿ Elektrikli bir ekipmanda bu iki ortam için aynı harmonize standardın uygulanıp uygulanamayacağı hususunda araştırmalar devam etmekte olup, fakat imkânsız gözükmemektedir.
- ⦿ Patlayıcı toz ortamlarında kullanılacak olan Elektrikli ekipmanlarda iki unsura dikkat edilmesi gerekmektedir.
 - a. Elektrikli ekipmanı tozdan uzak tutacak olan bir koruyucu kullanılması
 - b. Elektrikli ekipmanın bütün yüzey ısılarının kontrol edilerek toz bulutuyla tutuşacak ölçüde temasını kesmek veya ısıyı etkili tutuşma seviyesinin altında tutmak

Toz bulutları ile gaz bulutlarının yapıları temelde farklı olduklarından bunun sağlanması mümkün değildir. İkinci olarak ise tozlar zeminde veya düzeyde (yerde-ekipman üzerinde) yayılmış vaziyette bulunmakta olup, iletken olabilecekleri gibi yalıtkan da olabilirler veya potansiyel olarak kendi kendine tutuşabilirler de. Fakat bazı sanayi tesislerinde patlayıcı tozlar ve patlayıcı gaz/buharlar aynı anda kendiliğinden meydana gelebilirler. Organik tozlar ısındığında kompozisyon bozulması başlar, oksijen yoksa yani ortam hapsedilmiş ise, gazlar ortaya çıkmaya başlar, tozlar da bu ortamın içine girerse ve havaya açılırsa yanma olur. Diğer taraftan soğuk gazlar ısınınca yanmaya müsait olurlar. Bazı durumlarda ise havanın içerisinde solvent karışımı olur kurur ortamda toz da var ise bu durum **"hibrit bulut"** olarak adlandırılan bir karışım ortaya çıkarır ki bu da MIE enerjisini düşük seviyede bile harekete geçirir. Yani karışımın LEL seviyesi düşmüş olur.

Tozlu ortamlara çalışacak ekipmanların işaretlenmeleri

- II 2D Ex tD A21 IP 67
Ex nA II
Ex tD A22 IP65 T80°C
II 2GD ; Ex emb II ; Ex tD A21 IP66/IP67 T100 C T4, T5,

Elektrikli teçhizat (Toz): tD, pD, iD, mD

- 1. EN 60079-31: 2009 “d” alev geçirmezlik koruması tD (yüzey sıcaklığı düşürmesi)
- 2. EN 61241-4: 2006 “p” basınçlı koruma pD (inert gaz uygulaması ile)
- 3. EN 60079-11:2012 “i” kendinden korumalı iD (EN 61241-11:2006; 04.08.2014’e kadar geçerli)
- 4. EN 60079-18:2009 “m” koruma m D; (koruyucuya reçina uygulaması);
- 5. EN 60079-0:2009 (EN 61241-0: 2006 ile 01.06.2012’de birleşti).

- IEC 61241-1-1 Kapsüllüme ve yüzey ısı sınırlandırılmalarıyla korunmuş olan cihazlar - cihazların ayrıntıllaştırılması
- IEC 61241-1-2 Kaplanmış ve yüzey sıcaklığı limitlenerek korunmuş olan elektrikli cihazların seçimi montajı ve bakımları
- IEC 61241-2-1 Tozların minimum parlama sıcaklıklarının karar metotları
- IEC 61241-2-2 Yayılmış tozların elektriksel toz dirençlerinin tayini metodu
- IEC 61241-2-3 Havadaki tozların minimum tutuşma enerjisinin karar metodu
- IEC 61241-3 Patlayabilir tozların bulunduğu veya bulunabileceği alanların sınıflandırılması

- EN 13463-1 :2009 Temel Metod gereklilik
- EN 13463-7 İç basınçlandırma (P) :pompalara uygulanır
- EN 13463-2:2004 Akış sınırlayıcı muhafaza (fr) : zon 22 de uygulanır
- EN 13463-3:2005 Aleve karşı dayanıklı muhafaza d : fren sistemlerinde uygulanır
- EN 13463-5:2011 Yapı itibarıyla koruma (c) : dişli, kayış sistemleri, kaplinler
- EN 13463-6:2005 Tutuşma kaynaklarının denetimi (b) : pompalar, kayış sistemleri
- EN13463-8:2003 Sıvıya batırma yoluyla (k) : pompalar, dişililer



Analiz

- Toz bulutları yapı olarak gazlardan çok farklı yapıda bulunurlar, gazların termodinamik yapıları tamamen basınç ve sıcaklığına bağlı olarak kimyasal kompozisyonlarına göre tarif edilmektedirler. Bundan dolayı toz patlaması ifadesi tozun durumuna göre bazen dinamik yapıda olmaktadır.
- Yapılan araştırmalar sonucunda çeşitli endüstri alalarında toz bulutlarının bazen yer çekimi yokmuş gibi davranabildikleri gibi bazen de yer çekimi ve diğer iç güçlerin toz parçacıklarına etkisiyle karışık bir dinamik yapı ortaya çıkararak başka bir patlayıcı ortam oluşturdıkları da görülmektedir. İdeal sakin bir toz bulutu içerisinde bütün parçacıklar karışık vaziyette bulunmaktadır. Tabii pratikte toz bulutları gaz tabakalarının içerisinde sadece yer çekimine bağlı olarak ta durabilmektedirler.

- Diğer taraftan yerde sakince duran toz yığınları bir şekilde dağıtıldığı zaman patlayacak oranda bir toz bulutu haline gelmektedirler. Bu da çalışan ekipmanların içerisine **bile** **bile** patlayıcı toz bulutlarını yerleştirmek gibi oluyor. O zamanda çalışan ekipmanlar endüstri ayırmaksızın ilk patlamaları yaratmaktadır.
- Üretim sanayiinde üretim sürecinde ortaya çıkması veya üretilmesinde bu anlatılanların ışığı altında gerekli önlemlerin alınması durumunda yani patlayıcı toz, hava ve patlamaya sebep olacak olan kaynak ortada olmadığı zaman hiçbir patlama ortaya çıkmayacak demektir. Toz patlamalarına üretim sanayilerinin ayrıca dikkat etmesi büyük önem arz etmektedir.

Beni dinlediğiniz için teşekkür ederim

Salih AYDIN

Makina Mühendisi

ANKARA

salihaydin54@mynet.com