

# **Patlayıcı Atmosferlerin (ATEX) Patlama Davranışları**

Abdurrahman İNCE

Kimya Müh. İSG Uzmanı

İBB İtfaiye APK Amiri


# ATEX

- Avrupa Birliđi Organizasyonlarının ATEX direktifleri 1 Temmuz 2003 tarihinden itibaren uygulanmaya konulmuştur. ATEX, Fransızca “ATmosphéres EXplosives” kelimelerinin ilk hecelerinin birleşiminden oluşmuş bir kelimedir ve Patlayıcı Atmosferler anlamına gelmektedir. [1]

# AB ATEX DİREKTİFLERİ

- Biri ekipmanların üreticileri ve diğeri de kullanıcıları için olmak üzere iki adet ATEX direktifi vardır.
- Birincisi (ATEX 95) Ekipman Direktifi 94/9/EC olarak; Potansiyel Patlayıcı Atmosferlerde kullanılmak amacıyla üretilen Ekipman ve Koruyucu Sistemler Talimatıdır. Kısaca ATEX için güvenli ekipman direktifidir.
- İkincisi (ATEX 137) Çalışma Yeri Direktifi 99/92/EC olarak; Patlayıcı Atmosferlerden Potansiyel Riskteki Çalışanların İş Güvenliğinin ve Sağlığının İyileştirilmesi İçin Minimum Gereklilikler Talimatıdır. Kısaca ATEX için işçi koruma direktifidir. [2]

# ATEX SEMBOLÜ

- ATEX kuralları 1 Mart 1996 tarihinden beri gönüllü bir standart olarak uygulanmakta iken 1 Temmuz 2003 tarihinden itibaren patlayıcı atmosferlerde kullanılmak üzere satılan bütün ürünlerde ATEX onaylı olma ve  sembolünü taşıma mecburiyeti getirilmiştir.

# ÜLKEMİZDE ATEX MEVZUATI

- Bu direktifler gereği ülkemizde de ATEX için birinci yönetmeliğimiz olarak “Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (94/9/AT)” 27.10.2002 tarihinde yürürlüğe girmiş ve 30.12.2006 tarihinde tamamen yenilenmiştir. [3]  
İkinci yönetmeliğimiz olarak “Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik (99/92/EC)” ise 26.12.2003 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. [4]

# PATLAYICI ORTAM TERİMİ

- Bu yönetmeliklerimizde Patlayıcı ortam:  
“Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımı ifade eder.” şeklinde tarif edilmiştir. [3]

# PATLAYICI ATMOSFER İFADESİ

- “Patlayıcı Ortam” ifadesi ATEX ifadesini tam olarak karşılayamamakta, eksik ve yanlış anlamaya sebebiyet vermektedir. Bu ifadenin yerine “Patlayıcı Atmosfer” veya “Patlayıcı Hava” ifadesinin kullanılması daha sağlıklı olacaktır.
- Patlayıcı Atmosfer: Tüm yanıcı gazların, tüm yanıcı sıvı buharlarının, tüm yanıcı sıvı sislerinin ve bulut halinde bulunan tüm yanıcı tozların havada belirli bir konsantrasyonla oluşturdukları patlayıcı atmosferleri ifade etmektedir.

# TEHLİKELİ YERLERİN SINIFLANDIRILMASI

- Tehlikeli yerlerin sınıflandırılması; patlayıcı atmosfer oluşma sıklığı ve bu ortamın devam etme süresi esas alınarak bölgeler şeklinde yapılmıştır.
- Yönetmeliklerde bölge 0,1 ve 2 için kullanılan “parlayıcı” ifadesi İngilizce “flammable” kelimesinin karşılığı olarak “kolay yanıcı” yerine kullanılmıştır ve anlam karışıklığına sebep olmaktadır. Sadece “yanıcı” olarak kullanılması daha sağlıklı olacaktır.



# YANICI SIVILARIN BUHAR VE SİS HALLERİ İLE YANICI GAZLAR İÇİN

- Bölge 0: Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süre ya da sık sık oluştuğu yerler.
- Bölge 1: Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan yerler.
- Bölge 2: Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışarak normal çalışma koşullarında patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan yerler ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yerler

# YANICI TOZLAR İÇİN

- Bölge 20: Havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların, sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşabilecek yerler
- Bölge 21: Normal çalışma koşullarında, havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.
- Bölge 22: Normal çalışma koşullarında havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak böyle bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler. [3]

# PATLAMA VE İNFİLAK FARKI

- Patlayıcı atmosferlerin olduğu bu bölgeler patlama riskinin değerlendirilmesinde ve patlamadan korunmada kullanılan kriterlerdir.
- ATEX konusunda kullanılan “patlama” terimi “explosion” teriminin karşılığı olarak düşük basınçlıdır. Patlayıcı maddelerin patlama davranışı ise “detonasyon” teriminin karşılığı olarak çok yüksek basınçlıdır, “infilak” terimi ile ifade edilmelidir ve bu konu ile karıştırılmamalıdır.

# **ATEX PATLAMALARININ MEKANİZMASI**

# ATEX PATLAMALARI HIZLI YANMADIR

- ATEX patlamalarının davranışlarının ve mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesi için yanma kimyasının bilinmesine ihtiyaç vardır. Patlama yanmanın daha hızlı halidir.
- Yanma: Yanıcı maddenin yakıcı madde (çoğunlukla havadaki oksijen) ile en az tutuşma sıcaklığında meydana getirdiği kendini idame ettiren egzotermik kimyasal zincirleme reaksiyondur. Yangın: Kontrol dışı yanma olayıdır.

# YANMANIN GENEL KİMYASI

- $C_xH_y + (X+Y/4)O_2 + ISI = XCO_2 + (Y/2)H_2O + ISI$
- Reaksiyon tutuşma sıcaklığına kadar endotermik safhadadır, bu noktadan sonra ısı kaynağı çekilse bile reaksiyon kendini besler. Yanma olayındaki oksidasyon hızlı oksidasyondur.

# OKSİDASYON HIZLARI

- Demirin paslanması ve hücresel solunum gibi normalde hızlı oksidasyona dönüşmeyen olaylar yavaş oksidasyonlardır. Yukarıda tarif edildiği şekilde yanma olayı hızlı oksidasyondur. Makalenin konusu olan gaz, toz, sis, ve buharların Patlayıcı Atmosfer (Ortam) Patlamaları çok hızlı oksidasyondur. Patlayıcı madde patlamalarında ise infilak ve detonasyon şeklinde süper hızlı oksidasyon meydana gelmektedir. Formül aynıdır fark hızdadır.

# YANGIN SINIFLARI VE PATLAMA DAVRANIŞINA ETKİLERİ

TS EN 2 ve TS EN 2/A1'e göre ülkemizde yangın sınıfları;

A SINIFI: Normal olarak kor şeklinde yanan genellikle organik yapıdaki katı madde yangınlarını kapsar

B SINIFI: Sıvı veya sıvılaşılabilen katı madde yangınlarını kapsar

C SINIFI: Gaz yangınlarını kapsar

D SINIFI: Metal yangınlarını kapsar

F SINIFI: Pişirme aletleri içindeki bitkisel ve hayvansal pişirme yağlarının yangınlarını kapsar.



# A SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- A sınıfı yangınlar normal olarak kor Şeklinde yanan genellikle organik yapıdaki katı madde yangınlarıdır. (Örnek; odun, kömür, kağıt, ot, kumaş vb.) temel özellikleri kor oluŐturmalarıdır.
- Yakıcı madde havanın yaklaşık % 21'ini teşkil eden Oksijen olarak gaz fazında olduğu için yanıcı maddenin de reaksiyona girebilmesi için öncelikle gaz fazına geçmesi gerekir.

# A SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- A sınıfı katı maddelerin yanabilmesi için tutuşma sıcaklığına ısındıklarında piroliz süreci ile yanıcı gazlarını çıkarmakta ve bu gaz yanmaktadır. Bu nedenle katı maddelerin ısı ile muhatap olabilecekleri ve yanıcı gazlarını çıkarabilecekleri yüzey alanları ne kadar fazla olursa o kadar kolay yanacaklardır.

# A SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Bir odun kütüğüne göre ince tahta parçaları daha kolay yanacak, rendeden cips şeklinde çıkmış talaşlar parlama özelliğı gösterecek, toz halindeki talaşlar ise havada uçuşur vaziyette bulduklarında toz patlaması meydana getirebileceklerdir. Katı maddelerin yanma davranışında ısı ile muhatap olup yanıcı gazını çıkarabilecekleri ve bunu havanın oksijeni ile buluşturabilecekleri yüzey alanları en önemli etkindir.

# B SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Sıvı veya sıvılaőabilen katı madde yangınlarıdır. (Örnek; benzin, benzol, mazot, solvent, katran, alkoller, mum vb.). temel özellikleri korsuz ve alevli yanmalarıdır.
- B sınıfı sıvı maddelerin yanabilmesi için tutuşma sıcaklığına ısındıklarında yeterli yanıcı gaz üretebilmeleri gerekmektedir.
- Sıvının da kendisi yanmamakta sıvıdan buharlaőan gaz yanmaktadır. Bu nedenle yanıcı sıvıların yanma davranışında yüzey alanı ile beraber uçuculukları etken olmaktadır.

# B SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Bir yanıcı sıvı ne kadar uçucu ise o kadar parlama davranışı göstermektedir. Örnek olarak benzin ve tineri verebiliriz. Bütün yanıcı sıvıların buharları yanıcı gaz olduklarından yeterli miktarda biriktiklerinde yanma davranışı tamamen gazların yanma davranışı olarak patlama şeklinde olmaktadır.
- Yanıcı sıvıların ayrıca bir parlama noktası “flash point” vardır ki bu yukarıda anlatılan parlama ile aynı şey değildir. Flash noktası bir yanıcı sıvının alev alabilecek şekilde yanıcı buhar üretebileceği en düşük sıcaklık değeridir. Ancak bu durumda ısı kaynağı çekildiğinde alev söner. Alevin sönmeden devam edebilmesi ancak tutuşma sıcaklığı ve üzerindeki sıcaklıklarda olur. Örnek olarak; etil alkolün parlama noktası: 12,7 °C, tutuşma sıcaklığı ise: 362,7 °C'tır.

# B SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Bir yanıcı sıvının flash noktası ne kadar düşük olursa, mesela (eksi)  $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$  olan benzin gibi hemen, parlayarak ve kolayca yanacaktır. Flash noktası  $+52\text{ }^{\circ}\text{C}$  olan mazot ise zor ve yavaş yanacak, tutuşabilmesi için bir ön ısıtmaya ihtiyaç duyacaktır. Halbuki mazotun tutuşma sıcaklığı yaklaşık  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  olarak daha düşük ve benzinin tutuşma sıcaklığı yaklaşık  $290\text{ }^{\circ}\text{C}$  olarak daha yüksektir.
- Tüm yanıcı sıvıların küçük tanecik halinde buldukları sis hallerinde de buharlaşma yüzeyi sonsuza gideceğinden hızla buharlaşıp ısı ve oksijen ile buluşarak ani yanma ve ATEX patlaması meydana getirme davranışı göstereceklerdir.

# C SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Yanıcı gaz madde yangınlarının temel özellikleri patlamadır (Örnek; metan, propan, bütan, doğalgaz, LPG, asetilen, havagazı, hidrojen vb.).
- C sınıfı yanıcı gazlar yanmaya hazır olup en az tutuşma sıcaklığı ile muhatap olduklarında derhal (1 mikro saniyede) yanarlar. Katı ve sıvılardaki gibi bir gazlaşma sürecine ihtiyaçları yoktur. Bu ani yanma olayı ani hacim genişmesine yani patlamaya sebebiyet verir. Bu sebeple yaklaşık 10 barlık bir basınç oluşur.

# C SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Gazların yanabilmesi yani patlayabilmesi için hava ile karakteristik bir karışım oranında bulunmaları gerekir. Buna alt ve üst patlama limitleri denir. Bazı kaynaklarda aynı değerler alt ve üst tutuşma limitleri olarak geçer. Bu oran patlayıcı atmosfer olarak veya patlayıcı ortam olarak tanımlanır.



# C SINIFI YANGINLARIN YANMA, PARLAMA VE PATLAMA DAVRANIŞLARI

- Gazların yanma davranışı ocaklara kontrollü olarak verilerek sağlanmakta, çok az birikme sonucu parlama davranışı göstermekte, alt ve üst patlama limitleri arasındaki bir birikme ise UVCE patlamasına yani patlayıcı atmosfer (ortam) patlamasına sebebiyet vermektedir.

# PATLAMANIN MEYDANA GELME MEKANİZMASI

- Gazlar yanma kimyasının en iyi anlaşılacağı davranışı göstermektedirler. Çünkü yanıcı gazların yanıcı katı ve sıvılardaki gibi gazlaşma süreçlerine, yani gecikmeye ihtiyaçları yoktur. Gazlar yanmaya hazır malzeme oldukları için, tutuşma sıcaklığını yakaladıklarında (yanma üçgeni tamamlandığında) hepsi birden ve aniden (bir mikro saniyede) yanmaktadırlar. Bunun sonucu olarak, yanma ürünleri, entropi kuralı gereği tepkimeye girenlerden her ne kadar fazla olsalar da bu artış ihmal edilecek seviyededir.

# PATLAMANIN MEYDANA GELME MEKANİZMASI

- Asıl etki 1 mikro saniyede ortam sıcaklığının ve dolayısı ile yanma ürünü gazlarla birlikte ortamdaki diğer gazların sıcaklığının oda sıcaklığından 1500°C'nin üzerindeki sıcaklıklara ani olarak ulaşması ile hacimlerinin katlarca artması demektir. Bu ani hacim artışı, çeperlere yaklaşık 10 atmosferlik ani basınç uygulayacak, pencereler ve kapılar veya diğer zayıf çeperler yırtılarak basıncı alacaktır. Yeterli yırtılma yüzeyi (en az 0,2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) mevcut olmadığında binaların çökmesine bile neden olacaktır. İşte ATEX patlaması budur. Gazların kapalı hacimlerdeki bu yanma yani patlama davranışı anlaşıldığında tüm ATEX patlamaları da anlaşılmış olur.

# YANICI GAZLARDA VE YANICI SIVI BUHARLARINDA LEL VE UEL

- Tüm yanıcı gazlarda alt (**LEL**) ve üst (**UEL**) patlama limitleri önemlidir. Bu sınırlar **arasındaki konsantrasyon patlayıcı atmosferdir**. Tüm yanıcı sıvıların da buharları yanıcı gazdır. Onlar için de aynı şekilde alt ve üst patlama limitleri vardır ve patlama davranışları da aynen gazlarınkı gibidir.
- Tablo 1'de Bazı yanıcı gazlar ve yanıcı sıvı buharları için alt ve üst patlama limitleri hacim %'si olarak verilmiştir.

# TABLO 1: BAZI MADDELERİN ALT VE ÜST PATLAMA LİMİTLERİ [5]

Madde İsmi	LEL	UEL
Acetaldehyde	4	60
Acetone	2,6	12,8
Acetylene	2,5	81
Ammonia	15	28
Benzene	1,35	6,65
n-Butane	1,86	8,41
Carbon Disulfide	1,3	50
Carbon Monoxide	12	75
Ethane	3	12,4
Ethylene	2,75	28,6
Ethyl Alcohol	3,3	19
Fuel Oil No.1	0,7	5
Hydrogen	4	75
Isopropyl Alcohol	2	12

Madde İsmi	LEL	UEL
Gasoline	1,4	7,6
Methane	5	15
Methyl Alcohol	6,7	36
Methyl Ethyl Ketone	1,8	10
n-Heptane	1	6
n-Hexane	1,25	7
n-Pentene	1,65	7,7
Neopentane	1,38	7,22
Neohexane	1,19	7,58
n-Octane	0,95	3,2
n-Pentane	1,4	7,8
Propane	2,1	10,1
Propylene	2	11,1
Toluene	1,27	6,75

# YANICI SİS VE TOZLAR

- Yanıcı sislerin ve tozların havada bulut hallerinin patlama davranışlarına bakıldığında; parçacık küçüklüğü sebebi ile ısı ile muhatap olup yanıcı gazını çıkarabilecekleri ve bunu havanın oksijeni ile buluşturabilecekleri yüzey alanlarının neredeyse sonsuz büyüklüğe ulaşması sonucu reaksiyon hızı gazlarınkine yaklaşmaktadır. Patlama davranışları da aynı gazlarınkine gibidir.
- Yanıcı tozlarda patlayıcı atmosfer oluşturabilecek en düşük konsantrasyon 50-100 g/m<sup>3</sup> civarındadır. Un için bu değer 50 g/m<sup>3</sup> tür. En yüksek konsantrasyon ise 2-3 kg/m<sup>3</sup> civarında olmaktadır. [6]

# YANICI OLMAYAN MADDELER

- Her madde yanıcı değildir. Maddelerin önemli bir kısmı hiç yanmayan maddelerdir. Yanıcı maddeler ise zor yanıcı, normal yanıcı, kolay yanıcı, kendiliğinden yanıcı gibi sınıflara ayrılmaktadır. Yanıcılığı temelde tutuşma sıcaklığının düşüklüğü, yüzey alanının büyüklüğü, kaynama noktasının küçüklüğü, flash noktasının düşüklüğü, uçuculuk ve yanma enerjisinin büyüklüğü gibi faktörler etkilemektedir.
- Yanıcı olmayan maddelerin gaz, buhar, sis ve tozları hiçbir şart altında patlayıcı atmosfer oluşturamaz ve patlamaz.

# YANICI VE PARLAYICI ATMOSFER OLMAZ

- İş Güvenliği Uzmanlığı ve İşyeri Hekimliği Temel Eğitimlerinin halen uygulamada olan müfredatında “Yanıcı, Parlayıcı ve Patlayıcı Ortamlar” konulu ders bulunmakta ve dersin alt başlıklarında “patlayıcı maddeler” bahsi geçmektedir.



# YANICI VE PARLAYICI ATMOSFER OLMAZ

- Ortam ifadesinin ortamın atmosferi olduğu anlaşıldığına göre yakıcısı ve yanıcısı ile patlayıcı karışım oluşturan havanın en az ve en fazla konsantrasyonlar aralığında “patlayıcı atmosfer patlaması” tepkimesi vereceği, çok zayıf karışımlar ile fazla zengin karışımlarda ise hiçbir tepki vermeyeceği açıktır. Buna göre yanıcı atmosferden ve parlayıcı atmosferden söz edilemez. Bahsi geçen müfredatta dersin adı sadece “Patlayıcı Ortamlar” olmalıdır. Ayrıca patlayıcı maddeler havanın oksijenine ihtiyaç duymadan bünyelerindeki oksitleyici maddeler ile tepkimeye giren maddelerdir ve patlayıcı ortamlar konusu ile herhangi bir ilgileri bulunmamaktadır. Bu bahis de müfredattan çıkarılmalıdır.

# SONUÇ

- Tüm yanıcı gazlar, tüm yanıcı sıvıların buhar ve sis halleri ve tüm yanıcı tozların bulut halleri havada belirli konsantrasyonlar arasında patlayıcı atmosfer oluştururlar. Tutuşma sıcaklığı sağlayacak en ufak bir kıvılcım ile tamamı bir anda yanmak suretiyle patlama davranışı gösterirler.

# ÖNLEMLER

- Yanıcı gazların bu oranı oluşturacak şekilde birikmelerine fırsat verilmemeli, sızıntıları başlangıçta fark edebilmek için detektörler kullanılmalıdır. Yanıcı sıvılar kapalı tutulmalı, bu oranı oluşturacak şekilde buhar üretmelerine fırsat verilmemelidir. Yanıcı sıvıların sis halleri ile yanıcı tozların havada uçtuğu bulut hallerinin oluşmasına fırsat verilmemelidir.

# PATLAMADAN KORUNMA

- Çalışma şartları gereği bu atmosferlerin oluşmaları kaçınılmaz ise bahsi geçen iki yönetmelikteki şartlara göre hükümler uygulanarak patlamadan korunma sağlanmalıdır.

# KAYNAKLAR

- ATEX Guidelines, European Commission Enterprise and Industry, 3rd Edition - June 2009
- Çilingir H. “ATEX Talimatları ve Pnömatik” IV. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 2005, Shf 417-426
- Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik Resmi Gazete Tarihi/Sayısı: 26.12.2003 / 25328
- Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik (94/9/AT) Resmi Gazete Tarihi: 30.12.2006 Resmi Gazete Sayısı: 26392 (4.Mük.)
- [http://www.engineeringtoolbox.com/explosive-concentration-limits-d\\_423.html](http://www.engineeringtoolbox.com/explosive-concentration-limits-d_423.html)
- Terzioğlu, L. “Endüstriyel Patlamaların Modellenmesi” İTÜ, Yüksek Lisans Tezi, 1997.

# TEŐEKKÜRLER

## Patlayıcı Atmosferlerin (ATEX) Patlama Davranışları

Abdurrahman İNCE

Kimya Müh. İSG Uzmanı

İBB İtfaiye APK Amiri

**0535 817 10 95**

**mail@abdurrahmanince.net**