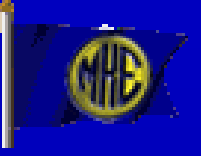




MAKİNE VE KİMYA ENDÜSTRİSİ KURUMU



**MKE BARUTSAN
ROKET VE PATLAYICI FABRİKASI**

Eylül 2013



PARLAYICI, YANICI VE PATLAYICI SIVILARIN DEPO MODELLEMESİ

Yelda ALTINCI

MKE BARUTSAN ROKET ve PATLAYICI FABRİKASI



TEHLİKELİ MADDE

Doğal ürünlerden sentezlenen birçok kimyasal madde aslında normal durumlarda tehlikeli değildir. Ancak, yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarında zararlı ve oldukça tehlikeli duruma gelirler. Bu kimyasal maddeler buharlaşır, patlar ya da alev alırlar.

Kimyasallar oldukça tehlikeli maddeler arasında yer alır ve çok ciddi hatta ölümcül kazalara sebep olabilirler.



TEHLİKELİ MADDE SINIFLANDIRMASI

DOT Tehlikeli Madde Sınıf Numarası	Malzemeler
1	Sınıf A, B ve C patlayıcılar
2	Alev almayan ve alev alan sıkıştırılmış gazlar
3	Alev alan sıvılar
4	Alev alan katılar, kendiliğinden yanan maddeler ve su reaktif maddeler
5	Oksidize olan maddeler, organik peroksitler dahil
6	Sınıf A ve B zehirli, irritant ve etyolojik maddeler
7	Radyoaktif maddeler
8	Korosif maddeler
9	Diğer tehlikeli maddeler



2. Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar

- **Depo modellemesi, DOT Sınıflandırma tablosunda 2. sırada bulunan Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar ve 3. sırada bulunan Alev Alan Sıvılar, üzerinde uygulanmaktadır.**
- **Bu nedenle sınıflandırmada bulunan diğer maddelerden bu sunumda bahsedilmeyecektir.**
- **Modelleme LPG, CNG, LNG ve benzin gibi yakıtlar için uygulanabilir olmaktadır.**



2. Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar

Gazlar alev alma özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Her hangi bir madde ya da karışım kendi kabı içinde

21 °C de 40 psi

54.5 °C de 104 psi mutlak basıncı

ya da herhangi bir sıvı madde

37.7 °C de 40 psi buhar basıncını aşmayacak

şekilde bulunuyorsa, bu maddelere sıkıştırılmış gaz adı verilir.



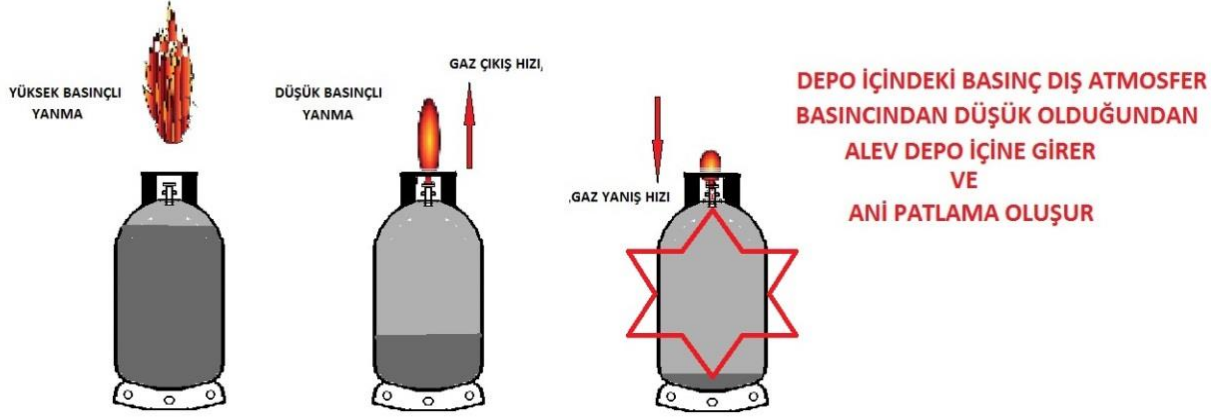
2. Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar

Amerikan Patlayıcılar Bürosu Deneyine göre;

- 1. Herhangi bir karışım hava ile birlikte hacimsel olarak % 13 ya da daha az gaz formundaysa ve ya hava ile alevlenebilme aralığı % 12 den büyükse alevlenebilir karışım oluşturur.**
- 1. Alev projeksiyon aparatı kullanarak yapılan deneyde, valf tam açıkken ateş kaynağı önünden başlayarak 45 cm' lik bir uzaklığa ulaşır .**
- 1. Alev kaynağından uzakta önemli miktarda alev oluşumu vardır.**
- 1. Aparattaki yakıt buharı hava karışımında patlama meydana gelir.**



Patlayıcılar Bürosu Deneyleri



GERİ ALEV TEPMESİ YANMA HIZININ GAZ ÇIKIŞ HIZINDAN FAZLA OLMASIDIR



2. Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar

LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)

LPG, petrol ve gaz kuyularından elde edilen ürünün gaz proses ünitelerinde işlenmesi veya rafinerilerde petrolün damıtılması sırasında elde edilen, basınç altında sıvılaştırılan, başlıca propan, bütan ve izomerleri gibi hidrokarbonlar veya bunların karışımından meydana gelir.

Normal şartlarda gaz halindedir. Basınç altında sıvılaştırılır ve basınç kalktığında gaz fazına geri döner.



2. Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar

Doğal Gaz

Doğal gaz; metan, etan, propan gibi hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşan bir karışımdır. Yeraltında yalnız başına veya petrol ile birlikte bulunabilir.

Petrol gibi doğal gaz da kayaçların mikroskobik gözeneklerinde bulunur ve kayaç içerisinde akarak üretim kuyularına ulaşır.

Doğal gaz, yüzeyde ayrıştırılarak içerisinde bulunan ağır hidrokarbonlar (bütan, pentan, vb) uzaklaştırılır.



2. Alev Alan ve Alev Almayan Sıkıştırılmış Gazlar

LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)

Doğal gaz atmosferik basınçta yaklaşık olarak -125°C sıcaklığına kadar soğutulduğunda sıvı hale geçer ve LNG (liquified natural gas - sıvılaştırılmış doğal gaz) olarak adlandırılır.

CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz)

Yaklaşık 2000-3600 psi basınca kadar sıkıştırılarak basınçlı kaplarda saklanan ve kullanıma sunulan "yoğunlaştırılmış" doğal gaza verilen isimdir.

CNG (Compressed Natural Gas) genişletilerek basıncı düşürüldükten sonra doğal gazın kullanıldığı her yerde ve şekilde kullanılabilir.



3. Alev Alan Sıvılar

Temel olarak parlayıcı sıvılar, parlayıcı gazların tanımıyla ilgili olarak tanımlanabilirler. Parlayıcı sıvılar 27 °C yada daha az sıcaklıklarda havada parlayıcı buhar oluştururlar. Parlayıcı sıvıların buharları kapalı ortamda hava ile karışırsa ateşlenir.

Buhar - hava karışımı yanma tepkimesi güçlü patlamalara sebep olabilir.



3. Alev Alan Sıvılar

Çok Kolay Alevlenir Madde: 0 °C'den düşük parlama noktası ve 35 °C'den düşük kaynama noktasına sahip sıvı haldeki maddeler

Kolay alevlenir madde : Parlama noktası 21 °C 'nin altında olan sıvı haldeki

Alevlenir madde: Parlama noktası 21 °C - 55 °C arasında olan sıvı haldeki maddelerdir.

Parlama noktası alev alma veya yangın riskinin de bir belirtisi olup, sıvı buharının parlama noktasına ulaştığı anda bir kıvılcım veya alev tarafından tutuşma meydana getirdiği sıcaklık derecesidir.

Yanıcı ve parlayıcı sıvıların parlama noktası değeri düştükçe, yangın yönünden tehlike riskleri de artmaktadır.



3. Alev Alan Sıvılar

Benzin;

Yaklaşık 150 °C sıcaklıkta bir takım proseslerle petrolden elde edilen bir yakıt türüdür.

Dünyada en çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir.

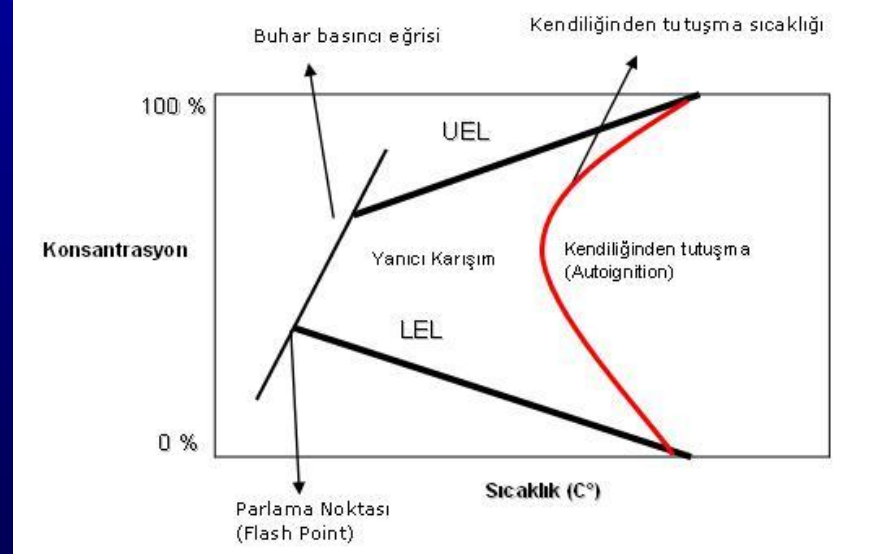
Çoğunlukla hava ve kara araçlarında kullanılır. Depolama şartları kontrolsüz olduğunda tehlike arz eder.



Parlama Noktası ve Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı

Parlama Noktası : Yanıcı ve parlayıcı madde buharlarının, yanmanın başlaması için hava ile oluşturduğu yeterli karışımın, yanma için gerekli eşik değere ulaştığı sıcaklık derecesidir.

Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı : Yeterli orandaki yakıt ve hava karışımının yanması veya patlaması için gerekli olan en küçük sıcaklık değeridir.





LEL (Alt Patlama Sıcaklığı) ve UEL (Üst Patlama Sınırı)

LEL (Lower Explosion Limit)

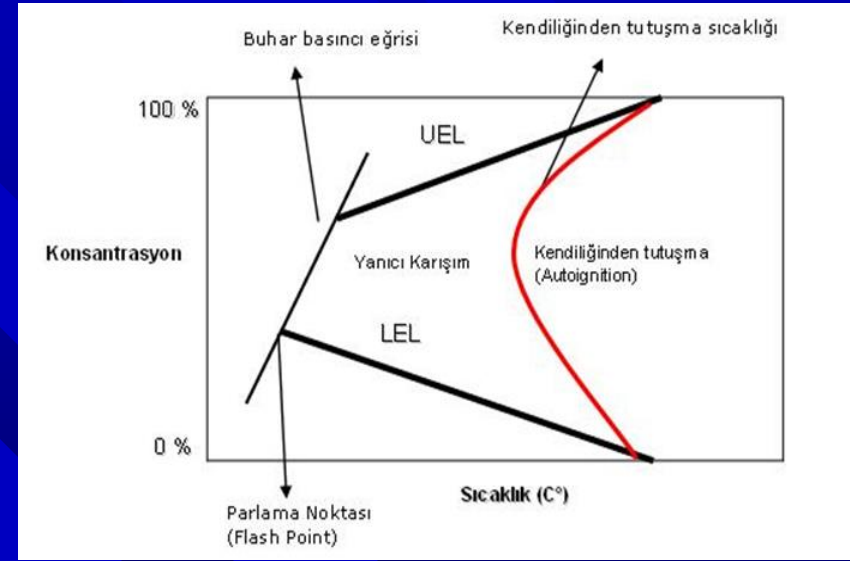
(Alt Patlama Sınırı) : Yanıcı bir madde de, parlamanın oluşması için hava içinde olması gereken minimum oranını ifade eder.

Örneğin; % 5 LEL değeri demek, o maddenin yanması için 100 birim hacimdeki havada en az 5 birim hacminde yanıcı madde buharı bulunması demektir.

UEL (Upper Explosion Limit)

(Üst Patlama Sınırı) : Yanıcı bir maddenin hava içinde yanmasını sürdürebileceği en üst sınırı tanımlamaktadır.

Ortamdaki parlayıcı gaz oranı bu değeri aştığında yanma daha fazla devam etmeyecektir.



Kaynayan Sıvı Genleşen Buhar Patlaması

BLEVE (Boiling Liquid Expand Vapor Explosion), basınç altında sıvılaştırılmış gazlarda meydana gelen bir patlamadır. LPG gibi, basınçlı tanklarda depolanan parlayıcı maddeler, herhangi bir nedenle meydana gelen ani sıcaklık artışında, kabın ısınması sonucu buharlaşır.

Buharlaşan sıvı kap çeperlerine basınç uygular, ısı etkisi ile yumuşayan kabın dayanımı azalır ve artan iç basınç kabın aniden yırtılarak dışarıdan alevi içine çekerek infilak etmesine neden olur. Patlama sonucu, tank parçaları çok uzaklara fırlayabilir.





Mevcut Depolama

Yaklaşık 0,5 bar ve daha yüksek basınçlı sıvı ve/veya gazların taşınmasında ya da depolanmasında kullanılan küre, silindir veya koni biçimli hacimlerin birleştirilmesinden oluşan atmosfere kapalı kaplara basınçlı kaplar adı verilir.

Basınçlı kaplar ısı ve katalitik reaktörler, gazların ve kimyasal maddelerin üründen ayrıldığı separatörler, dramlar, eşanjörler, yoğuşturucular gibi amaçlar için de kullanılmaktadır. Basınçlı kapların imalinde en yaygın kullanılan malzemeler karbonlu çeliklerdir.



Mevcut Depolama

Türkiyede kullanılan LPG tankları hacimlerine göre 2 ana grupta toplanmaktadır.

a) 5 - 10 m³ arası tankların bulunduğu sistemler "Küçük Dökme Sistemleri"

b) 10 m³ 'ün üzerindeki tankların bulunduğu sistemler ise "Büyük Dökme Sistemleri" olarak adlandırılır.





Mevcut Depolama

Ayrıca evlerde ve araçlarda kullanılan standartlar ise

- *12 kg'lık ev tüpü*
- *2 kg'lık piknik tüpü*
- *45 kg'lık sanayi tüpü*
- *35 lt simit tank ve silindir tank*
- *50 lt simit tank ve silindir tank*
- *75 lt simit tank ve silindir tank*





Mevcut Depolama

CNG ve LNG Depoları ise şu şekildedir.

CNG: Minimum 2 bar maksimum 20 bar basınçta doğal gaz şebekesinden gelen gazın CNG kompresörü ile 200 bar basınca sıkıştırılarak çelik tüplerde kullanılır.

LNG: Daha az yer kaplaması nedeniyle gerek depolamada ve gerekse taşımada tercih edilir. LNG yerüstü veya yeraltına gömülü değişik kapasitedeki büyük tanklarda depolanır.





Mevcut Depolama

- *Benzin depolama standartları*
 - *Yeraltı ve yerüstü tankerler*
 - *Araç yakıt tankları (hava ve kara araçları)*



Depo Modellemeleri

Depo standartları değişmeden, depolarda modelleme yapılarak tehlikelerin önüne geçmek ya da olası patlama risklerini azaltmak mümkün olmaktadır.

Depo modellemesinde şu an üzerinde çalışılan iki sistem tasarlanmaktadır.

- 1. Depo iç çeperinin alev tutma özelliğine sahip bir malzeme ile kaplanması,*
- 2. Depo içini hacimsel olarak dolduracak belirli bir biçim et kalınlığı ve boyutta alüminyum yüzükler konulması*

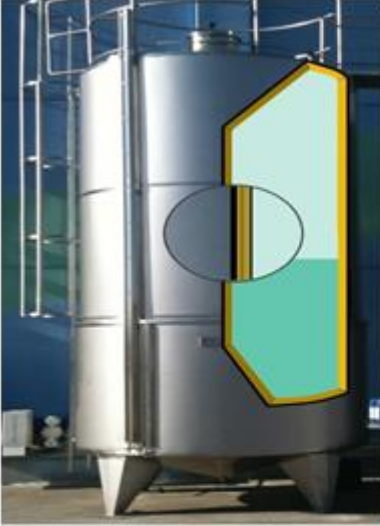


Depo Modelleme Çalışma Sistemi

- Bilindiği gibi patlamanın oluşması için üç ana öge gereklidir.
 - OKSİJEN, YAKIT BUHARI, ALEV KAYNAĞI
- Sistem ateş kaynağını depo içine almadığı için patlamaları engellemektedir.
- Alev içinde kalan bir depo farklı yerlerden delindiğinde, dış atmosfer basıncı yüksek iç atmosfer basıncı düşük olduğu için, alev düşük basınca doğru hareket edecek ancak depo içinde bulunan alüminyum veya elyaflar ile kaplı alev tutucu depo içinde bulunan yakıt buharını tetikleyemeyecektir. Bu da patlamaları engellemek için yeterlidir.



Depo Modellemeleri



**MODELLEME YAPILMIŞ
TANK**



**MODELLEME YAPILMAMIŐ
TANK**



MODELLEME YAPILMIŞ TANKER

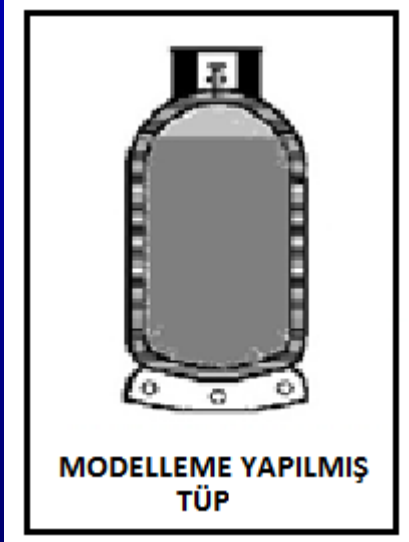


Depo Modellemeleri

Sistem 1:

Kullanılan malzemeler: Cam elyaf, karbon elyaf, perfore alüminyum

Sistem depo iç cidarının kaplanması suretiyle uygulanmaktadır.



- **Yakıtla reaksiyona girmez.**
- **Korozyona uğramaz.**
- **Uzun ömürlüdür.**
- **Isı dayanımı yüksektir.**
- **Gözenekli yapıdadır,**
- **Alev kaynağını içeri almaz**
- **Dışarı gaz çıkışını engellemez**



Depo Modellemeleri



MODELLEME YAPILMIŞ ARAÇ
DEPOSU



MODELLEME YAPILMIŞ
TÜP

Sistem 2:

Kullanılan malzemeler: Alüminyum
Sistem depo içine doldurulması
suretiyle uygulanmaktadır.

- **Depo hacminin en fazla % 1-2 kaplar**
- **Yakıtla reaksiyona girmez.**
- **Tanker stabilizasyonunu sağlar.**
- **Korozyona uğramaz.**
- **Uzun ömürlüdür.**
- **Isı dayanımı yüksektir.**
- **Boş silindirik yapıdadır.**
- **Alev kaynağını içeri almaz**
- **Dışarı gaz çıkışını engellemez**



Depo Modeline Yapılan Testler



15 METRE MESAFEDEN 7.62X39 TÜFEK NAMLUSU İLE 4/1 DOLU LPG DEPOSUNA YAPILAN TEST



Kaliber: 7,62 x 39

DEPOYA ATILAN 7.62X39 CALİBRE MERMİ



Depo Modeline Yapılan Testler



ATIŞ ÖNCESİ 1/4 DOLU LPG TANKININ BUHARLAŞMA OLAN ÜST TARAFINA YAPILACAK ATIŞIN
HEDEF NOKTASI SEÇİMİ



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONRASI MERMİNİN ÇIKARDIĞI KIVILCIM İLE ALEV ALAN YAKIT TANKI



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONRASI YÜKSELEN GAZ BASINCININ ARKA YÜZEYİ



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONRASI ARKA YÜZEYDEDE BAŞLAYAN BASINÇLI ALEVLENME



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONRASI ÖN VE ARKA DELİKLERDEN ISININ YÜKSELMESİ VE BASINCIN ARTMASI İLE YÜKSEK HIZLI YANMA



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONRASI DEPO İÇ BASINCININ MAKSİMUM DÜZEYE ULAŞTIĞI NOKTA



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONUNDA İÇ BASINCIN YAVAŞLAYARAK ALEVLERİN AZALMASI



Depo Modeline Yapılan Testler



YAPILAN ATIŞ SONUNDA MERMINİN ÇIKIŞ BÖLGESİ TAHRİBAT 12 MM ÇAPINDA



Depo Modeline Yapılan Testler



ATIŞ SONRASI MERMİNİN YAPTIĞI TAHRİBAT 12 MM ÇAPINDA



Modelleme Sonucu

Dünyada ve ülkemizde, yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı yakıtların patlaması sonucu bir çok mal ve can kaybı yaşanmaktadır.

Modelleme, testlerde de görüldüğü üzere yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı sıvıların patlama etkisini ortadan kaldırmaktadır.

MAKİNE VE KİMYA ENDÜSTRİSİ KURUMU

BARUTSAN
ROKET ve PATLAYICI FABRİKASI
MÜDÜRLÜĞÜ

yaltinsoy@yahoo.com

TEŞEKKÜRLER