

T.C  
YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

**METAL İŞ KOLUNA BAĞLI OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÜRETİM YAPAN  
TESİSDE YANGIN VE PATLAMAYA SEBEP OLABİLECEK  
FAKTÖRLERİN VE ÇEVRE TESİSLERE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Emrah Aktaş**

Tez Danışmanı

**Prof. Dr. Gönül Kunt**

İSTANBUL

Mayıs 2014

**T.C.**  
**YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı**  
**çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından**  
**Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Tez Savunma Tarihi : 28/05/2014**

**İmza**  
**Unvanı Adı ve Soyadı**  
**Yeni Yüzyıl Üniversitesi**  
**Jüri Başkanı**

**İmza**  
**Unvanı Adı ve Soyadı**  
**Yeni Yüzyıl Üniversitesi**

**İmza**  
**Unvanı Adı ve Soyadı**  
**Yeni Yüzyıl Üniversitesi**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
KABUL VE ONAY .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR VE TANIMLAR DİZİNİ .....	xiv
ÖNSÖZ .....	xix

<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>7</b>
2.1. Yangın Ve Patlama .....	7
2.2. Tehlike Bölgesi Tanımı Ve Yerlerin Sınıflandırılması .....	10
2.3. Patlamadan Korunma Dokümanının Güncellenmesi .....	11
2.4. Patlama Risklerinin Değerlendirilmesi.....	12
2.5. Patlamalarda Yaralanmalar.....	16
2.5.1. Patlamalarda Yaralanmaların Dereceleri .....	18
2.5.1.1 Birincil Patlama Yaralanmaları .....	20
2.5.1.1.1. Akciğer Yaralanması .....	20
2.5.1.1.2. Karın Yaralanması .....	21
2.5.1.1.3. Kulak Yaralanması .....	22
2.5.1.1.4. Diğer Yaralanmalar .....	23

2.6.	Tehlikeli Bölümlerin İşaretlenmesi Ve Belirlenmesi .....	24
2.7.	Çalışma İzinleri .....	26
2.8.	Kimyasallarda Bulunması Gereken İşaretler .....	27
2.9.	Yangına Ve Patlamalara Karşı Proaktif Önlemler .....	28
2.9.1.	Patlama .....	28
2.9.2.	Parlama .....	29
2.10.	Yangına Ve Patlamalara Karşı Reaktif Önlemler .....	30
2.11.	İşyerinde Kullanılan İş Ekipmanları .....	31
2.12.	Özel Risk Taşıyan İş Ekipmanları .....	31
2.13.	İşçilerin Ekipmanlar Hakkında Bilgilendirilmesi .....	34
2.14.	İş Ekipmanlarının Kontrolü .....	34
2.15.	İşçilerin İş Ekipmanları Mevzuatına Göre Eğitimleri .....	35
2.15.1.	Genel İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimi .....	36
2.15.1.1.	Uyarı İşaretleri Eğitimi.....	37
2.15.1.2.	Kişisel Koruyucu Donanım ( KKD) Eğitimi .....	38
2.15.1.3.	Temizlik Ve Düzen ( 5 S Sistemi) Eğitimi.....	39
2.15.1.4.	Ekranlı Araçlarla Çalışma Eğitim .....	40
2.15.1.5.	Çalışan Temsilcisi Eğitimi .....	41
2.15.1.6.	İş Sağlığı Ve Güvenliği Kurul Üyeleri Eğitimi .....	42
2.15.1.7.	Acil Durum Semineri (Deprem, Sel, Yangın) .....	44
2.15.1.8.	Risk Değerlendirmesi.....	47
2.15.1.9.	Kimyasalların Tehlikeleri.....	52
2.15.1.10.	Eğitimde Ölçme Değerlendirme .....	52
<b>3.</b>	<b>Tezin Amacı .....</b>	<b>53</b>
<b>4.</b>	<b>Patlayıcı Ortamların Tehlikelerden Korunması İçin Alınan Önlemler .....</b>	<b>55</b>

4.1.	Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerler İçin Uyarı İşaretleri .....	55
4.2.	Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerlerin Sınıflandırılması .....	55
4.3.	Ekipmanların Ve Koruyucu Sistemlerin Seçiminde Uyulması Gereken Kriterler.....	56
4.4.	Yangın Ve Tahliye Tertibatı .....	57
4.5.	İşyerinde Alınan Diğer Önlemler .....	57
<b>5.</b>	<b>Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvılar .....</b>	<b>58</b>
5.1.	Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvılar İçin Tehlike Sınıflandırılması .....	59
5.2.	Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvıların Depolanması .....	60
<b>6.</b>	<b>Alt Patlama Ve Üst Patlama Değerleri .....</b>	<b>61</b>
<b>7.</b>	<b>PROSES UYGULAMALARI .....</b>	<b>64</b>
7.1.	TSE 60079 Standardı .....	64
7.2.	Kimyasal Depolama Alanı.....	66
7.3.	Boyahane .....	86
7.4.	Jeneratör Dairesi .....	101
7.5.	Tüplerin Depolanması.....	112
7.6.	Isınma ( Doğalgaz) .....	123
<b>8.</b>	<b>GENEL SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>134</b>
8.1.	Hesaplamalara Yönelik Sonuç ve Bulgular.....	138
8.2.	Ulusal ve Uluslar arası Karşılaştırmalara Yönelik Değerlendirme .....	145
	<b>ÖZET .....</b>	<b>150</b>
	<b>SUMMARY .....</b>	<b>152</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>154</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>158</b>
	Ek-1 Patlamanın Muhtemel Etkilerinin Belirlenmesi.....	159

Ek-2 İşaretleme .....	161
Ek-3 Organizasyonel Önlemler .....	162
Ek-4 Çalışma İzni .....	163
Ek-5 Temizlik ve Düzen .....	164
Ek-6 Ekipman Kontrolü .....	165
Ek-7 Dokümanın Güncellenmesi .....	166
Ek-8 Tutuşturucu Kaynaklar .....	167
Ek-9 Kimyasal Madde ve Malzeme Listesi .....	168
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>169</b>

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1:</b>	Yangınlarda Tutuşma Kaynağı Olasılıkları .....	8
<b>Tablo 2:</b>	Tehlikeli Bölge sınıflandırılması.....	14
<b>Tablo 3:</b>	Patlayıcıların Basınç Etkileri Araştırılırken Belirlenen Basınç Etkileri .	15
<b>Tablo 4:</b>	Yüksek Basınç ve Verebileceği Hasarlar.....	15
<b>Tablo 5:</b>	NFPA 704'e Göre Sınıflama Özeti.....	25
<b>Tablo 6:</b>	Mevzuatın Gerektirdiği Periyodik Kontroller .....	33
<b>Tablo 7:</b>	Kontrol Önlemi Hiyerarşisi.....	51
<b>Tablo 8:</b>	Yanıcı ve Parlayıcı Sıvıların Tehlike Sınıfları .....	60
<b>Tablo 9:</b>	Yanıcı ve Parlayıcı Sıvıların Birlikte Depolanması .....	61
<b>Tablo 10:</b>	Önemli Gazların Alt ve Üst Patlama Sınırları .....	62
<b>Tablo 11:</b>	TS 12820'ye Göre Bazı Parlayıcı ve Yanıcı Sıvılar ve Özellikleri .....	62
<b>Tablo 12:</b>	Yanıcı Sıvıların Tehlike Sınıfları (Hazard Class) .....	63
<b>Tablo 13:</b>	Yanıcı Sıvıların Tehlike Sınıflarına Tipik Örnekler.....	63
<b>Tablo 14:</b>	Kimyasal Depolama Alanı .....	66
<b>Tablo 15:</b>	Çalışan Bilgileri .....	67
<b>Tablo 16:</b>	Faaliyet Bilgileri .....	67
<b>Tablo 17:</b>	Kimyasal Depo Kullanım Alanları .....	68

<b>Tablo 18:</b> Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkisi .....	79
<b>Tablo 19:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	83
<b>Tablo 20:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	84
<b>Tablo 21:</b> Tehlike Bölge Sınıflandırması .....	85
<b>Tablo 22:</b> Boyahane Alanı .....	86
<b>Tablo 23:</b> Çalışan Bilgileri .....	87
<b>Tablo 24:</b> Faaliyet Bilgileri .....	87
<b>Tablo 25:</b> Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkisi .....	96
<b>Tablo 26:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	99
<b>Tablo 27:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	99
<b>Tablo 28:</b> Tehlike Bölge Sınıflandırması .....	100
<b>Tablo 29:</b> Jeneratör Dairesi Alanı .....	101
<b>Tablo 30:</b> Çalışan Bilgileri .....	102
<b>Tablo 31:</b> Faaliyet Bilgileri .....	102
<b>Tablo 32:</b> Motorinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	102
<b>Tablo 33:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	108
<b>Tablo 34:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	109
<b>Tablo 35:</b> Tehlike Bölge Sınıflandırması .....	110
<b>Tablo 36:</b> Metan Gazının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	110



<b>Tablo 37:</b> Tüp Depolama Alanı.....	112
<b>Tablo 38:</b> Çalışan Bilgileri .....	113
<b>Tablo 39:</b> Faaliyet Bilgileri .....	113
<b>Tablo 40:</b> Asetilen Kullanım Alanları .....	114
<b>Tablo 41:</b> LPG Kullanım Alanları .....	114
<b>Tablo 42:</b> Oksijen Kullanım Alanları .....	115
<b>Tablo 43:</b> Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkisi.....	118
<b>Tablo 44:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	120
<b>Tablo 45:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	121
<b>Tablo 46:</b> Isınma (Doğalgaz).....	123
<b>Tablo 47:</b> Çalışan Bilgileri .....	124
<b>Tablo 48:</b> Faaliyet Bilgileri .....	124
<b>Tablo 49:</b> Türkiye'de Kullanılan Doğalgaz Bileşenleri.....	125
<b>Tablo 50:</b> Doğalgaz Bileşenleri.....	126
<b>Tablo 51:</b> Doğalgazın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri .....	127
<b>Tablo 52:</b> Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkisi.....	130
<b>Tablo 53:</b> Tehlike Bölge Sınıflandırması .....	133
<b>Tablo 54:</b> İş Kazası ve Meslek Hastalıkları 2012 Yılı Gene Sonuçları.....	136
<b>Tablo 55:</b> Toplam Kazalı Sayısının Olduğu Yer veya Bölüme Göre Dağılımı ..	137

**Tablo 56:** Ulusal / Uluslararası Standartlar ve Tesisteki Mevcut Durum.....141

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
Şekil 1:	Yangın Çıkış Sebepleri 1988-2008.....	3
Şekil 2:	Yangın ve Patlama Bileşenleri.....	7
Şekil 3:	Şarapnel Parçasının Etkileri .....	19
Şekil 4:	Etiketleme İşaretleme Sistemi .....	24
Şekil 5:	Uyarı İşaretleri .....	27
Şekil 6:	NFPA 704 Kodu .....	27
Şekil 7:	Risk Değerlendirme Aşamaları .....	50
Şekil 8:	Patlayıcı Ortam Uyarı İşareti .....	55
Şekil 9:	Yüksek Basınç ve Ölçekli Uzaklık Arasındaki Korelasyon.....	82
Şekil 10:	Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	84
Şekil 11:	Bir Boya Kabininin Havalandırılması Kesit Görüş Ve Havalandırma Yönü .....	88
Şekil 12:	Açık Boya Kabini .....	89
Şekil 13:	Boya Kabinindeki Tehlike Sınıflandırması .....	90
Şekil 14:	Boya Kabininin Tehlike Sınıflandırması .....	91
Şekil 15:	Boya Kabininin Tehlike Sınıflandırması .....	92
Şekil 16:	Boya Tabancasıyla Çalışma .....	92
Şekil 17:	Boya Tabancasıyla Basınç Ayarı.....	93

<b>Şekil 18:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	99
<b>Şekil 19:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	109
<b>Şekil 20:</b> Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar .....	121

## FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

<b>Fotoğraf No</b>	<b>Fotoğraf Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Fotoğraf 1:</b>	1000 Gr C4 İle Oluşan Şok Dalgası .....	16
<b>Fotoğraf 2:</b>	Atılan Cisimlerden Kaynaklı Yaralanma .....	19
<b>Fotoğraf 3:</b>	Karın Yaralanması.....	22
<b>Fotoğraf 4:</b>	Kulak Yaralanması .....	22
<b>Fotoğraf 5:</b>	Diğer Yaralanmalar .....	23
<b>Fotoğraf 6:</b>	Tüp Depolama Alanı.....	113

## KISALTMALAR VE TANIMLAR DİZİNİ

**ILO:** Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization)

**HSE:** Sağlık ve Güvenlik Yöneticiliği (Health and safety Executives)

**VCE:** Gaz bulutu Patlaması ( Vapour Cloud Explosion)

**BLEVE:** Kaynağın Sıvı Genişlemesi Buhar Patlaması ( Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

**TNT:** Trinitrotoluen

**NFPA:** Ulusal Yangından Korunma Ajansı (National Fire Protection Agency)

**Depolama:** Tehlikeli maddenin, güvenli bir yerde, gerekli şartlar sağlanmış olarak kontrol altında tutulması veya stokta bulundurulmasını,

**İşletmeci:** Bir kuruluşun veya tesisin işletilmesinden sorumlu ve/veya buradaki teknik işletme hakkında karar verici herhangi bir gerçek veya tüzel kişiyi,

**Kuruluş:** Aynı işletmecinin kontrolü altındaki ve sadece bir karayolu, demiryolu veya kıta içi su yolu ile ayrılmış iki veya ikiden fazla alan bir bütün olarak değerlendirilmek kaydıyla; aynı işletmecinin kontrolü altında bulunan, ortak altyapı veya faaliyetler de dahil olmak üzere, tehlikeli maddelerin bulunduğu, bir veya birden fazla tesisin bulunduğu alanı,

**Risk:** Belirli bir dönemde veya şartlar altında istenmeyen olayın ortaya çıkma olasılığını,

**Tehlike:** İnsan sağlığına ve/veya çevreye zarar verme potansiyeli olan tehlikeli bir maddenin veya fiziki bir durumun doğasından gelen özelliği,

**Tehlikeli madde:** Büyük endüstriyel kazaların kontrolü hakkında yönetmeliğin Ek I, Bölüm 2, Kolon 1’de listelenen bir kategori içerisindeki hammadde, ürün, yan ürün, artık veya ara madde olarak mevcut olan veya bir kaza sırasında oluşması beklenen bir maddeyi, karışımı veya müstahzarı,

**İşletme:** Tehlikeli maddelerin üretildiği, kullanıldığı, işlendiği veya depolandığı bir kuruluş içerisindeki teknik birimi ve bu birimin işleyişi için gerekli olan teçhizat, yapılar, boru tesisatı, iş ekipmanları ile birime hizmet eden, ambarları veya benzer yapıları,

**Patlayıcı ortam:** Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir ısı enerjisi kaynağıyla tümüyle yanabilen karışımı,

**Normal çalışma şartları:** Bir tesisin tasarımı amaç doğrultusunda, ölçü ve değerlerde çalıştırılması.

**Patlama:** Ani sıcaklık, basınç veya her ikisinin birlikte değişmesiyle ortaya çıkan oksidasyon veya ayrışma reaksiyonu.

**Patlayıcı organik maddeler;** C ve H atomlarının yakıla bilmesi için gereken O<sub>2</sub>, kendi molekül yapısında bulunması nedeniyle zincirleme yanma reaksiyonu çok hızlı (1/700 ile 1/1.000 sn) tamamlanır. Patlayıcının etkisi, açığa çıkan ısı enerjisiyle genişleyen havanın etrafına şok dalgaları yayarak genişmesiyle meydana gelir.

**Duman;** Genel olarak erimiş haldeki metallerin gaz haline dönüşmesi yahut yakıtların veya diğer organik maddelerin tam yanması sonucu hasil olan gazların yoğunlaşmasından meydana gelen ve asıl maddeden kimyasal bakımdan farklı bulunan süspansiyon halindeki katı parçacıkları,

**Gaz;** Genellikle sabit bir şekli ve belirli bir hacmi olmayıp sınırsız olarak yayılabilen ve basınç artması veya sıcaklık azalmasının etkisi ile sıvı veya katı hale getirilebilen maddeyi,

**İşveren:** Çalışan istihdam eden gerçek veya tüzel kişi yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşları,

**Çalışan:** Kendi özel kanunlarındaki statülerine bakılmaksızın kamu veya özel işyerlerinde istihdam edilen gerçek kişiyi,

**SEVESO II (Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelik):** Herhangi bir kuruluşun işletilmesi esnasında, kontrolsüz gelişmelerden kaynaklanan ve kuruluş içinde veya dışında çevre ve insan sağlığı için anında veya daha sonra ciddi tehlikeye yol açabilen bir veya birden fazla tehlikeli maddenin sebep olduğu büyük bir emisyon, yangın veya patlama olayını ifade etmektedir.



**Deflagrasyon:** Bu gaz veya buhar olarak ses hızından daha düşük bir hızda bir yanıcı gaz veya buhar yoluyla ilerleyen bir alevdir.

**Atmosferik Tank:** Atmosferik 0.5 PSİG'ye yoluyla basınçlarda çalışacak şekilde tasarlanmış olan bir depolama tankı,

**Yanıcı Sıvı:** 100 ° F yada üzerinde bir alevlenme noktasına sahip olan bir sıvı,

**Tasarım Basıncı:** Bir depolama tankı kendi yapısına zarar vermeden dayanabileceği en yüksek basınç yada vakum,

**Oranı Kaçak:** Önce set noktasına ulaşan havalandırma buharı,

**Alçak Basınç Tankı:** 0,5 PSIG ancak en fazla 15 PSIG üstündeki basınçlarda çalışacak şekilde tasarlanmış olan bir depolama tankı,

**Basıncılı Kaplar:** 15 PSIG üstündeki basınçlarda çalışmak üzere tasarlanmış olan bir depolama tankı veya gemi.

**İnfilak:** Gaz veya buhar olarak ses hızına eşit bir hızda, bir yanıcı gaz veya buhar yoluyla ilerleyen bir ön alevdir.

**Patlama Düzeneği:** Serbest parlamalara, sınırlı parlamalara, istikrarlı patlamalara ve overdriven patlamalarından yayılmasını önlemek için tasarlanmış bir tutucu.

**Patlayıcı Aralığı:** Arasında ve herhangi bir buhar / hava karışımının için Alt Patlama Sınırı (LEL) ve Üst Patlama Sınırı (UEL) gibi değerleri aralığı,

**Flashpoint:** Bir sıvı sıvının yüzeyine yakın hava ile ateşlenebilir bir karışım oluşturmak için yeterli konsantrasyonda buharı yayarak hangi minimum sıcaklığı,

**Alt Patlama Sınırı:** (LEL), belirli bir sıcaklık ve basınçta, sürdürme ve buhar karışımı içinde bir alev iletme yeteneğine sahip yanıcı hava buhar (bir yüzde olarak ifade edilen) en düşük hacim konsantrasyonu. LEL altına karışımlar yanmak için çok "yalın" olarak kabul edilir,

**Stokiyometrik Karışımı:** Karışımı ateşlenir ise yakıt ve oksijen tamamen tüketilen yanıcı sıvı / hava karışımı genişleyen yanma ürünleri sınırlı olmadığı bir yerde bir alev alma yayılan serbest deflagrasyon. Açık atmosferde ateşlenen bir buhar bulutu genellikle serbest alevlenme örneğidir.

**IEC:** Merkezi Cenova'da bulunan ve 1906 yılında kurulmuş olan "Uluslararası Elektroteknik Komisyonu" (International Electrotechnical Commission),

**Orta Ölçekli İşletme:** İki yüz elli kişiden az yıllık çalışan istihdam ve yıllık net satış hasılatı ve ya mali bilançosundan herhangi biri 40.000.000 TL'yi aşmayan işletmelerdir.

## ÖNSÖZ

Türkiye’de otomotiv sektörü, ekonomiye katkısı ve diğer sektörlerle öncülük etmesi açısından en önemli sektörlerden birisidir. Bu çalışmada otomotiv sektörünü hizmet veren Ar- Ge (araştırma geliştirme) departmanı incelenmiştir.

Metal iş kolu olan otomotiv sektörünün incelenmesindeki temel amaç Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası’nın (MESS), İşveren Gazetesi İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları İstatistiklerinden yola çıkılmıştır. Bu hususta MESS’ in 2012 yılı sonuçlarını içeren araştırmaya 174 işyeri katıldı ( MESS üyesi ). İş sağlığı ve güvenliği alanında genel durumu yansıtan ve bu araştırmada, mavi ve beyaz yakalı olmak üzere 135 bin 11 çalışana ilişkin sonuçları içeriyor.

Araştırmanın sonuçlarına göre; 2012 yılında 6 bin 215 iş kazası yaşandı, 8 meslek hastalığı tespit edildi. Yayımlanan araştırma sonuçlarına göre erkek çalışanların kaza oranı kadınlardan daha fazla. Çalışanların yüzde 4,6’sı iş kazasına maruz kalırken; erkek çalışanların yüzde 5’i, kadın çalışanların ise yüzde 1’i iş kazası geçirdi. Kazaların en çok yaşanmış olan bu sektörde meydana gelebilecek patlamaların çalışanlara ve çevreye olan etkileri incelenmiştir.

Araştırmaya konu olan işletmede faaliyet gösteren çalışanların patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunması hakkında yönetmelik kapsamında, iş güvenliği ve çevre tesislere etkileri ele alınmış, üretim sürecinde yaşanabilecek kazalara neden olabilecek riskler ve tehlikeler belirlenmiş ve bölümler içinde de ayrı ayrı kaza senaryoları oluşturulmuştur.

Otomotiv sektörüne araştırma geliştirme yapan işletme içinde yürütülen iş güvenliği önlemleri ve bu önlemleri için hazırlanan / hazırlanmış talimatlar incelenmiş, ulusal ve uluslar arası standartlarla karşılaştırılmıştır.

Araştırmama konu olana işletmenin bazı bölümleri ve kullandıkları kimyasal maddeler belirlenmiştir ve üretim sürecinde meydana gelebilecek patlamaların etkileri incelenmiştir.

Tüplerin depolandığı alanda tüplerin soğutulması için gereken su miktarları hesaplanmıştır. Kimyasalların depolandığı, boyama işleminin yapıldığı vb. alanlarda alınması gereken önlemler hakkında kısa bilgiler paylaşılmıştır.

Proses uygulamalarında hataların nedenleri araştırılmış ve bu hatlardan dolayı ortaya çıkabilecek yangınların nedenlerinden bahsedilmiştir. Çalışmamın asıl amacı olan patlamaların çalışan kişilere ve çevrenin nasıl etkilenecekleri hesaplanmıştır.

Tez çalışmam süresince yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Gönül KUNT' a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Değerli hocalarımla yanı sıra oldukça yoğun bir şekilde geçen yüksek lisans eğitimim süresince ilgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

**Emrah AKTAŞ**

**İstanbul, 2014**

## 1. GİRİŞ

Bilinen insanlık tarihinde;" bireysel yaşamdan toplu yaşama geçilmesinde" ihtiyaçların belirleyici olduğu bir döngü görülmektedir. Toplumlar giderek organize yapıya bürünürken ihtiyaçlar da o oranda artmış ve daha da organize olma gereği ortaya çıkmıştır. Bu döngü günümüzde de artarak ve gelişerek devam etmektedir.

Bununla birlikte, üretilen yeni malzemelerin yapıda kullanımının yaygınlaşması ile yangınların ve patlamaların insanların yaşam güvenliğini tehdit etmesi yanında yangınlarda ve patlamalardan oluşan maddi hasarların boyutları da artış göstermektedir.

1880'li yılların ortalarında boya fabrikaları endüstri merkezlerinde yayılmaya başlamıştır. Mekanizasyon, boya üretimini daha çok sayıda ve uzman olmayan girişimciler tarafından da yapılabilir hale getirmiştir.

1900'lü yılların ortalarına kadar bölgesel pazarlar, küçük üreticilerin oluşturduğu merkezi olmayan bir yapının hakimiyetini de kalmıştır. Bu yapı günümüzde halen küçük ve orta ölçekli üretim firmalarının kısıtlı bölgesel pazarlara hizmet verdiği bir şekle dönüşmüştür.

Küçük ve Orta Üretim süreci içinde kazalar olmakta, çalışanlar yaralanmaktadır. Bu olumsuzlukları önlemek adına zaman içinde sistematik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Bu nedenle, kimya, inşaat, makine, elektrik ve işletme mühendisliği gibi çok farklı disiplinlerin işbirliği içinde çalışması gerekmektedir.

Yaygın olarak düşünölen yangın güvenliği, yangının söndürölmesi şeklinde değerlendirilmektedir. Oysa bilimsel olarak yangınlardan ve patlamalardan korunmadaki amaç, öncelikle yangın veya patlamaların oluşma olasılığını minimuma indirmeyi, patlamaların oluşmasına engel olmak için kontrol altına almayı, insanların en kısa sürede güvenli bir alana tahliye edilmelerini, binanın iyi bir yapısal performansa sahip olmasını, patlamaların sebep olduğu şok dalgaların ortamda bulunan kişilere vereceği zararları belirlemek ve alınması gerekli önlemleri kapsamaktadır.

Üretim süreci içinde patlama riski olan işletmelerde güvenlik önlemlerinin uygulanabilirliğini sağlayabilmek için yaptırım gücünün oluşturulması gerekmektedir.

Ülkemizde bu konuda çıkan yönetmelikler "*Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında* 30 Nisan 2013 *Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında* Yönetmelik olarak revizyondan geçmiştir, *Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik* olmuştur. <sup>1</sup>

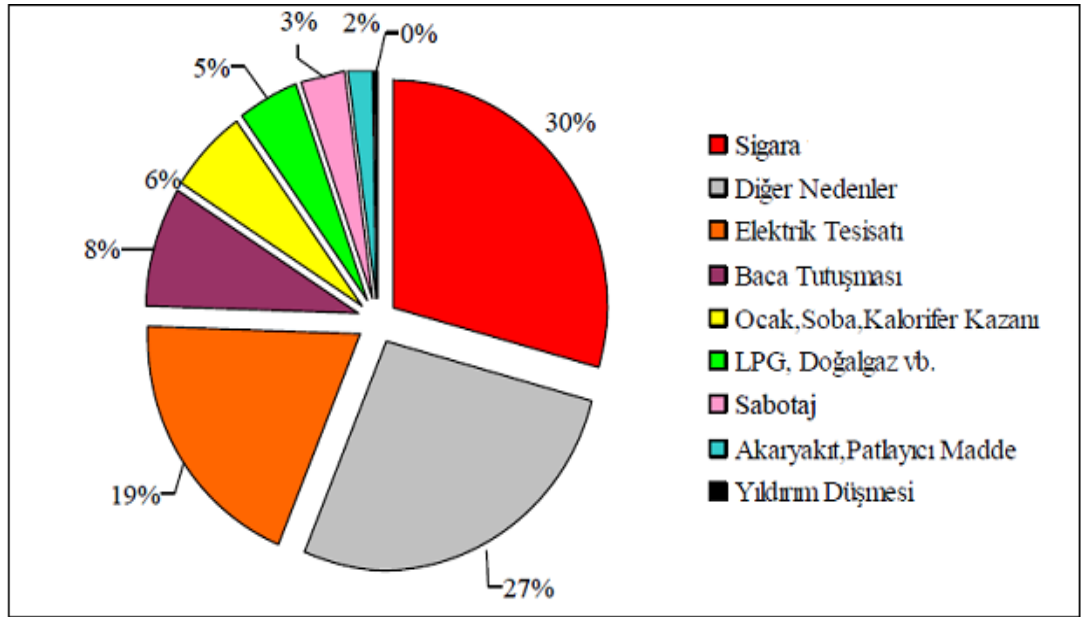
Binaların yangından korunması yönetmeliği ülke bazında yapılan ilk yönetmelik olarak, 26.07.2002 tarihinde Bakanlar Kurulunca 24827 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik" tir. Bu yönetmelik Türkiye genelinde her türlü yapı, bina, tesis ile

---

<sup>1</sup> Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Nisan 2013, Sayı:28633, Ankara  
a) Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 12 Ağustos 2013, Sayı:28733, Ankara

açık ve kapalı alan işletmelerinde alınacak yangın önlemlerine ilişkin tasarım, yapım, kullanım, bakım, kimyasalların depolama kurallarını ve işletim esaslarını kapsamaktadır. Mevzuatlarla ilgili olarak Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik, yangın güvenliği ile ilgili TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından yayımlanan ve genellikle NFPA ve EN'lerden tercüme edilerek hazırlanan standartlar bulunmaktadır.

1988-2008 yılları arasında Ülkemizde meydana gelen yangınların toplam sayısı 929165' dir. Bu tarihlerde meydana gelen yangınların çıkış sebeplerini incelersek.



**Şekil 1: Yangın çıkış sebepleri 1988-2008** (T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı)

Akaryakıt, Patlayıcı Madde, kalorifer kazanı, LPG' den çıkan yangınların sayısı azımsanmayacak kadar çoktur. Elimizde net bir rakam bulunmasa da

2012 yılında Türkiye Sigorta Sektörü'nde yaşanan büyük çaptaki yangın hasarları sonucu meydana gelen maddi zararın 600 milyon TL'yi geçtiğini söyleyebiliriz.<sup>2</sup>

İşletmelerin patlamadan korunmaları ile ilgili yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde; Literatür tarama da görülebileceği gibi, çoğunlukla belirli bir yapı tipi, malzeme veya yapı elemanının yangın güvenliğine ilişkin olduğu görülmektedir. Bu nedenle, metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründe üretim yapılan tesis de yangın ve patlamaya sebep olabilecek faktörlerin ve çevre tesislere etkilerinin belirlenmesine genel bir yaklaşım getirilmesi amaçlanmıştır.

İşte bu süreç içinde, üretim yapılırken kazalar olmakta, çalışanlar yaralanmaktadır. Bu olumsuzlukları önlemek adına zaman içinde sistematik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Öte yandan da üretim süreçleri girdi ve çıktılarıyla çalışan insanların yaşamını tehdit etmekle ve hatta çevreye de bazen geri dönüşü olanaksız zararlar vermektedir.

Her gün değişik medya aygıtlarında dünyanın dört bir yanında kaza ve felaket haberleri yer almaktadır.

Uluslar arası çalışmalar da ATEX direktifleri yayınlanmıştır. Türkiye'deki uygulanmasına bakacak olursak; ATEX, patlayıcı ortam kelimesinin Fransızcası olan "ATmosphères EXplosibles" in baş harflerinin

---

<sup>2</sup> Türk Standartları Enstitüsü - Standart Ekonomik ve Teknik Dergi - Yıl: 52 - Sayı: 614 - Temmuz 2013 sayfa – 66



kısaltılmasından doğmuştur. Patlayıcı ortamlarla ilgili bir kavram haline gelmiş olup, bu konu ile ilgili tüm tedbirleri kapsamaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında; özellikle tehlikeli kimyasalları kullanan işletmelere yön vermesi amacıyla patlamaların oluşması halinde işletmelerine ve çevreye nasıl ve ne kadar zarar vereceğini göstermektir. Mevzuatlar; bazı işletmeler için standartlar ve kurallar uymaları konusunda zorunlu tutmuştur. Bu nedenle, tezde patlama sonucu etkilerinden kısaca bahsedilmiştir.

Patlayıcı ortamların güvenlik önlemlerinin genel bir analizinin ve değerlendirmesinin yapıldığı bu çalışmada; yapılacak olan diğer çalışmalara temel girdi oluşturmak, üreticinin kullanmış olduğu kimyasalların olumsuz etkilerini projesinde kullanabileceği kararları belirleme ve konu ile ilgilenen kişiler için de patlamaların etkilerinin anlaşılmasına katkı sağlanması amacını taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle, patlama ve patlama sonucu oluşan şok dalgalarının etkileri analiz edilerek patlamaların bina ve insanlar üzerinde oluşan etkilerini incelenmektedir. Bu çalışmada tümevarım yöntemi aracılığı ile kullanılan kimyasalların kontrol dışı patlamaları etkilerinin ayrı ayrı ve farklı bölümlerde incelenmektedir.

Son olarak; yapılan analizler, belirlenen kriterleri ile birlikte değerlendirilerek kontrol listeleri oluşturulmuştur, böylece işletmede tehlikeli kimyasallarla çalışmalarını patlama güvenliğine ilişkin kararları Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması

Hakkında Yönetmelik ile TSE 60079 standardı doğrultusunda tedbirlerini olarak çalışmalarını yansıtmaya imkan sağlanmıştır.<sup>3</sup>

Genel Sonuçlar ve değerlendirme bölümünde ise; metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik, Binaların yangından korunması yönetmeliği ile TSE 60079-10 standardı ve patlamadan korunma standartları uygulaması, orta ölçekli işletmelerde yaşanabilecek kazaların önlenmesi ve kazaların olması durumunda olası can ve mal kaybını ve çevresel zararları azaltacaktır.

---

<sup>3</sup> Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik, 2006, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Aralık 2006, Sayı:26392, Ankara

a) Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Nisan 2013, Sayı:28633, Ankara

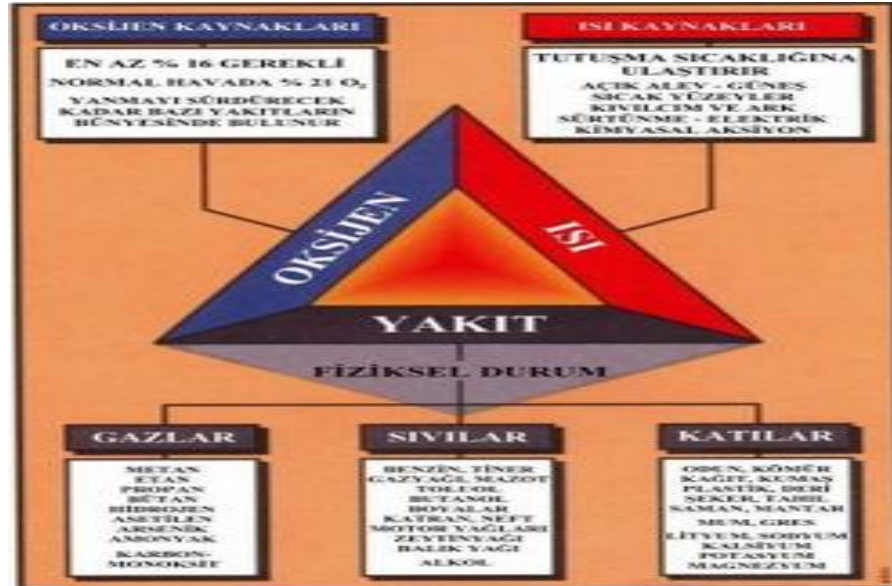
b) “TS 3491 EN 60079-10 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar- Bölüm:10 Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Yangın ve Patlama

Yanma kimyasal bir olaydır. Yanma, yanıcı maddelerin belirli bir ısı seviyesinde oksijenle birleşmesidir. Patlama ise ideal karışımından tutuşan parlayıcı maddenin çok hızlı ve kontrol edilemeyen şekilde enerji açığa çıkarmasıdır. Aynı zamanda ve aynı yerde yeterli miktarda ve uygun dağılımda yanıcı malzeme (gaz, buhar, toz vb.) bulunuyorsa yanma için yeterli oksijen ve hava varsa, tutuşturucu bir kaynak olduğu takdirde patlama ve parlama oluşur.<sup>4</sup>

Yanma olayının üç temel bileşeni vardır. Bunlar yanıcı madde, yakıcı madde ve tutuşturucu kaynaktır. Bunlardan herhangi birisi olmazsa yanma ve patlama olayı gerçekleşmez.<sup>5</sup>



Şekil 2: Yangın ve Patlama Bileşenleri

<sup>4</sup> Baysal, S, 2004, Yangın Eğitim Notları, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Eğitim ve Araştırma Merkezi, Ankara, 3.5.8. 21.s.

<sup>5</sup> Crowl, D, A, Louvar, J. F., 1990, Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, PTR Prentice Halls, New Jersey, 17. p

Yanıcı maddeler katı, sıvı ve gaz halinde bulunabilirler. Katı yanıcı maddelere plastik, odun tozu, fiber ve metal parçaları, sıvı yanıcı maddelere benzin, aseton, eter ve etan, gaz yanıcı maddelere asetilen, propan, karbon monoksit ve hidrojen örnek olarak verilebilir.<sup>6</sup>

Havada % 21 oranında bulunan oksijen yanma sürecinin temel unsurudur. Oksijen renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Oksijen oranı çok özel şartların dışında çok fazla değişmez. Yanma süreci için en az %16 oranında oksijene ihtiyaç vardır.

Ortamdaki oksijenin bu oranın altında olması yanma verimini düşürür. Yangınlarda ve patlamalarda rol alan tutuşturucu kaynaklar ve tutuşturucu kaynakların yangın oluşturma olasılıkları Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1: Yangınlarda Tutuşma Kaynağı Olasılıkları (Crowl et al. 1990)**

TUTUŞMA KAYNAĞI	OLASILIK
Elektrik (elektrik tesisatı)	23
Sigara	18
Sürtünme (Kırılan parçalar)	10
Yüksek ısıdaki maddeler	8
Sıcak yüzeyler (Kazan, lamba vb.)	7
Yanan alev (meşale vb.)	7
Kıvılcım	7
Ani tutuşma (Birbirine sürtünme)	5
Kesme ve kaynak işleri	4
Maruz kalma ( Ateşin yeni yerlere taşınması)	4
Kundakçılık	3
Mekanik kıvılcım (Öğütücü, baskı...)	2
Erimiş maddeler	2
Kimyasal hareket	1
Statik kıvılcım	1
Yıldırım	1
Diğer	1

<sup>6</sup> Tomas, K., “Asetilen Üretimi Yapan Tesislerde Kazaya Sebep Olabilecek Faktörlerin Belirlenmesi ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi ”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008).

Bu araştırma, 30.04.2013 tarih, 28633 sayılı Resmi gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik’te belirtilen ilgili maddesine yönelik olarak hazırlanmıştır.<sup>7</sup>

MADDE 10(1) İşveren, 6.ncı maddede belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, ikinci fıkrada belirtilen “Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik’in hususlarında yer alan metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründeki işletmeler Patlamadan Korunma Dokümanını hazırlar.

(2) Patlamadan Korunma Dokümanında;

a) Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği hususu,

b) Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,

c) TS standartlarına uyulması gerekmektedir.

d) Çalışma yerleri ve uyarı cihazları da dahil olmak üzere iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrolü ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,

e) İşyerinde kullanılan tüm ekipmanın 25/4/2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğine uygunluğu, yazılı olarak yer alır.

(3) Patlamadan korunma dokümanı, işin başlamasından önce hazırlanır ve işyerinde, iş ekipmanında veya iş organizasyonunda önemli değişiklik,

---

<sup>7</sup> Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Nisan 2013, Sayı: 25328 , Ankara

genişleme veya tadilat yapıldığı hallerde yeniden gözden geçirilerek güncellenir.

(4) İşveren, yürürlükteki mevzuata göre hazırladığı patlama riskini de içeren risk değerlendirmesini, dokümanları ve benzeri diğer raporları birlikte ele alabilir.

## **2.2. Tehlike Bölgesi Tanımı ve Yerlerin Sınıflandırılması**

I.E.C. Üç Tip Tehlike Bölge Sınıflandırması Yapar;

Bölge 0

Gaz, buhar ve sis halindeki parlayıcı 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 parlayıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan yerler.

Bölge 2

Gaz, buhar ve sis halindeki parlayıcı 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.

Bu araştırmada, 6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun dayandırdığı aşağıdaki yönetmelikler kullanılmıştır:

- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği<sup>8</sup>
- Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik<sup>9</sup>
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik<sup>10</sup>
- İş Sağlığı ve İş Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği<sup>11</sup>

### **2.3. Patlamadan Korunma Dokümanının Güncellenmesi**

Patlamadan korunma dokümanı, işyerinde, iş ekipmanında veya organizasyonunda önemli değişiklik, genişleme veya tadilat yapıldığında yeniden gözden geçirilerek güncelleştirilir.

Ayrıca;

a) İşe başlamadan;

İşyerinin kurulup üretime başlamasından hemen sonra, ya da işyerinin daha önce kurulmuş ve risk analizi ve değerlendirme çalışmalarının hiç yapılmamış olması halinde,

b) Değişiklik durumunda;

- İşyerinde, iş, yer, el, teknoloji değişikliği,
- Yeni ve ciddi bir tehlikenin ortaya çıkması, ya da

---

<sup>8</sup> İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 2014, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 2 Mayıs 2014, Sayı: 28988, Ankara

<sup>9</sup> Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, 2006, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Aralık 2006, Sayı: 26392, Ankara

<sup>10</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

<sup>11</sup> İş Sağlığı ve İş Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği, 2012, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 29 Aralık 2012, Sayı: 28512, Ankara

- Uygulamaların gözden geçirilirken yeni bir durumun tespit edilmiş olması, durumlarından birinin gerçekleşmesi halinde,

c) İş kazası, meslek hastalığı, olay vb. durumunda;

İşyerinin tamamını ya da büyük kısmını etkileyebilecek bir kaza, iş kazası, meslek hastalığı ve ya olay vb. durumun meydana gelmiş olması halinde,

d) Düzenli aralıklarla;

İşyerinden ve etkilenme alanından kaynaklanan tehlikelerin ve bu tehlikeler sonucu ortaya çıkan risklerin yapısına ve faaliyetlerdeki ya da işteki değişimin derecesine bağlı olarak yapılacaktır.<sup>12</sup>

#### **2.4. Patlama Risklerinin Değerlendirilmesi**

Tehlikeli bölgeler Dow indeksi ve NFPA 704 standardı kullanılarak belirlenmiştir. Ürünlerin Sağlık, Yangın, Reaktivite ve Özel tehlike bilgileri NFPA 'den alınmıştır. Diğer bir deyişle patlayıcı ortam birkaç çeşit parlayıcı ve/veya yanıcı gazlardan oluşmuş ise, alınacak koruyucu önlem en yüksek riske uygun olarak alınmıştır.

İşletme, vaziyet planı üzerinde bölümlere ayrılarak her bir bölümdeki ürünlerin, NFPA ürün tehlike sınıf sayıları (NFPA ratings code) <sup>13</sup> alt alta yazılır, tehlike sınıf sayısı en yüksek olanlar toplama yazılır. Sonuçta çıkan sayılar o bölümün tehlike sınıf sayılarını verir. Tehlike sınıf sayıları bölümlerde gösterilir. Oluşan tehlike sınıf sayıları sayesinde Yangın ve

---

<sup>12</sup> Özkılıç, Ö. 2005, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TISK yayınları, ISBN 975-2545-25-12, Ankara,

<sup>13</sup> NFPA Hazard Rating System, [İnternette]. 2012 [Erişim Tarihi: 10.04.2014] URL: [http://www.ehs.neu.edu/laboratory\\_safety/general\\_information/nfpa\\_hazard\\_rating/](http://www.ehs.neu.edu/laboratory_safety/general_information/nfpa_hazard_rating/)



Patlama İndeksi F ve Toksikite İndeksi T aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır ve o bölümün tehlike sınıfı belirlenir.( Bölge 0, Bölge1 , Bölge2).

Yangın ve patlama indeksi F aşağıdaki formülden hesaplandı. <sup>14</sup>

$$F = MF \times (1 + GPH_{tot}) \times (1 + SPH_{tot}),$$

MF = Malzeme Sabiti = Mevcut tehlikeli maddenin potansiyel enerjisini gösteren bir değerdir. (Milli Yangın Koruma Kurumu, (NFPA) verilerinden elde edilir)

$GPH_{tot}$  = Genel proses tehlikeleri = Prosesin içinde bulunan tehlikeleri belirten bir değer (prosesin doğasından ve karakteristik özelliklerinden kaynaklanır.)

$SPH_{tot}$  = Özel proses tehlikeleri = Spesifik tesislerden kaynaklanan tehlikeleri belirten bir değer. (prosesin durumu, tesisin boyutu ve doğası)

Toksitite indeksi T aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$T = \frac{T_h + T_s}{100} (1 + GPH_{tot} + SPH_{tot})$$

Burada,

$T_h$  = Toksikite faktörü (NFPA verilerinden elde edilir)

$T_s$  = MAC değeri

---

<sup>14</sup> Özkılıç, Ö. 2005, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TISK yayınları, ISBN 975-2545-25-12, Ankara,

$GPH_{tot}$  ve  $SPH_{tot}$  = Yangın ve patlama indeksinin hesaplanmasında kullanılan değerlerle aynı

**Tablo 2: Tehlikeli Bölge Sınıflandırılması**

TEHLİKELİ YERİN SINIFLANDIRILMASI	YANGIN VE PATLAMA İNDEKSİ ( F )	TOKSİTİTE İNDEKSİ ( T )
Bölge 2	$F < 65$	$T < 6$
Bölge 1	$65 \leq F < 95$	$6 \leq T < 10$
Bölge 0	$F \geq 95$	$T \geq 10$

Seçilen Bölgede yukarıda hesaplanan yöntemle bulunan F'in değeri bölgenin sınıfını vermekte olup bölgenin yangın ve patlama yönünden ne kadar tehlikeli olduğunu, T'nin değeri ise bölümün sağlık yönünden sınıflandırmasını ortaya koymaktadır.

Yanıcı veya toksik maddeler ihtiva eden her bir işletme elementi için patlama indeksi F ve toksitite indeksi T saptanır. Bölgede birden fazla tehlikeli kimyasal var ise her biri için ayrı ayrı değerlendirilmektedir.

**Tablo 3: Patlayıcıların Basınç Etkisi Araştırılırken Belirlenen Basınç Etkileri**<sup>15</sup>

Yüksek Basınç	Maks. Rüzgar Hızı	Yapılardaki Etki	İnsan Vücudundaki Etki
1 Psi	38 mph	Pencere camları kırılır.	Uçan cam ve parçalardan hafif yaralanma
2 Psi	70 mph	Kapı ve pencereler uçar çatı zarar görür.	Uçan cam ve parçalardan yaralanma
3 Psi	102 mph	Evler yıkılır.	Ciddi yaralanmalar olur, ölümler görülebilir.
5 Psi	163 mph	Pek çok bina çöker.	Ölümler artar.
10 Psi	294 mph	Güçlendirilmiş betondan yapılan binalar zarar görür.	Pek çok insan ölür.
20 Psi	502 mph	Güçlü yapılar hasar görür.	Ölüm oranı % 100' e yakındır.

**Tablo 4: Yüksek Basınç ve Verebileceği Hasar**<sup>16</sup>

Yüksek Basınç (PSIG)	Yüksek Basınç (Kpa)	Hasar
0,03	0,20571	Çatlak büyük pencereler kırılabilir.
0,04	0,27428	Güçlü ses ortaya çıkar.
0,15	1,02855	Cam kırılması için sınır değer.
0,3	2,0571	%95 oranında ciddi hasar olmaz.
0,5	3,4285	Büyük ve küçük pencereler genellikle kırılır.
0,7	4,7999	Bina yapısında küçük hasarlar olabilir.
1	6,857	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
1,3	8,9141	Binaların çelik kısımları hafifçe eğilebilir.
2	13,714	Güçlendirilmemiş beton çökebilir.
2,3	15,7711	Ciddi yapısal hasarlar için alt sınır.
3	20,571	Çelik yapı binalar eğrilebilir.
3,5	23,9995	Yağ depolama tankları zarar görebilir.
5	34,285	Tahta yapılar çökebilir.
6	41,142	Hemen hemen bütün evler yıkılır.
7	47,999	Yüklü tren vagonları ters dönebilir.
9	61,713	Yüklü tren vagonları tamamen yok olur.
10	68,57	Binalar tamamen yıkılır.
300	2057,1	Krater çukuru oluşur.

<sup>15</sup> Glasstone S, Dolan Pj, Eds. (1977). The Effects Of Nuclear Weapons. 3 rd Ed. U.S. Department Of Defense And The Energy Research and Development Administraion

<sup>16</sup> Crowl, D, A, Louvar, J. F., 1990, Chemical Process Safety: Fundamentals with Aplications, PTR Prentice Halls, New Jersey

## 2.5. Patlamalarda Yaralanmalar

Patlama yaralanmaları terörist eylemlerin artışı ve iş yerlerinde yaşanan yangın ve patlamaların artışı nedeniyle sık karşılaşıldığından, oluş mekanizmalarının bilinmesi tedavide önem kazanmaktadır.<sup>17</sup>



**Fotoğraf 1: 1000 Gr C4 ile Oluşan Şok Dalgası**

Şok dalgaları özellikle hava içeren organları etkiler. Akciğer hasarı, akut solunum sıkıntısı sendromu, bağırsak ve kulak perforasyonlarından (*içi boş bir organın delinmesi*) sorumludur. Patlama rüzgarı yüksek yoğunluk ve hızı ile parçalayıcı etkiyi yapar. En fazla ölüm sebebi şarapnel yaralanmalarıdır. Oluşan ısıyla termal yaralanmalar oluşur. Patlamalarda dört farklı mekanizma ile yaralanmalar meydana gelmektedir. Yaralının optimum tedavisinin düzenlenebilmesi için patlama yaralanmalarının mekaniği, patofizyolojisi

<sup>17</sup> Özer, T. vd., “Patlama Yaralanmalarının Gizli yüzü: Şok Dalgaları”, Ulusal Travma Acil Cerrahi Dergisi, 2010: 16 (5): 395.400.

*(bir hastalık ya da hastalık olarak adlandırılmayacak anormal sendromlar ya da durumlar nedeniyle normal mekanik, fiziksel ve biyokimyasal işlevlerde ortaya çıkan bozukluklar)* bilinmeli ve hasta takibinin her aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Patlama yaralanmalarının etkileri temel olarak birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül olmak üzere dört başlık altında incelenir. Birincil etki temel olarak şok dalgaları ile oluşur. İkincil etkiden şarapnel parçaları ve etrafa saçılan taş toprak parçaları sorumludur. Üçüncül etkiyi patlama gazlarının yarattığı patlama rüzgarı meydana getirir. Dördüncül etki ise termal ve kimyasal olarak ortaya çıkan yanıkları ifade eder.

- Bomba ve patlamalar savaş haricinde nadiren görülen benzersiz yaralanma vakalarına neden olabilir.
- İlk yaralanmaların yarısının bir saatlik sürenin ardından tıbbi tedaviye başvurması beklenir.
- En ciddi şekilde yaralananlar en az yaralananlardan sonra gelir; EMS triyajını *(Afet sonrasında çok sayıda yaralının tıbbi önceliklerini belirleme ve ayırma amacıyla muayenesi)* pas geçip doğrudan en yakın hastaneye giderler.
- Baskın yaralanmalar çoklu delici yaralanmaları ve künt travmaları *( bir nesnenin veya uygulanan diğer saldırıların neden olduğu fiziksel hasar)* kapsar.
- Kapalı alanlarda (binalar, geniş araçlar, madenler) ve/veya yapı çökmelerinde meydana gelen patlamalar daha yüksek morbidite *(Hastalığa, yapılan ilaç tedavisine veya cerrahi tedavilere bağlı olarak gelişen yeni sağlık sorunları)* ve mortaliteyle *(ölüm oranı)* ilişkilidir.

- Sağ kalan kişilerdeki primer (*Bir travmadan hemen sonra olan şok durumu*) patlama yaralanmaları çoğunlukla kapalı alanlarda meydana gelen patlamalarda görülür.
- Bir patlamaya maruz kalan hastaları tekrar tekrar muayene edin ve değerlendirin.
- Tüm bomba olayları kimyasal ve/veya radyolojik kirlenme potansiyeline sahiptir.
- Triyaj ve hayat kurtarma prosedürleri kurbanda radyoaktif kirlenme olasılığından dolayı asla geciktirilmemelidir; tıbbi görevlilere maruz kalma riski düşüktür.
- Evrensel önlemler ilk müdahale ekibini ve ilk alıcıları sekonder (*Bir travmadan birkaç saat sonra olan şok durumu*) radyolojik kirlenmeye karşı korur.
- İntakt (*tam, bütünlüğü bozulmamış*) olmayan deri veya muköz membran maruziyetine neden olan yaralanmaları olanlar için hepatit B immünizasyonu (7 gün içerisinde) ve yaşa uygun tetanoz toksoidi aşısı (mevcut değilse)

### **2.5.1. Patlama Yaralanmalarının Dereceleri**

- Birincil: Vücut yüzeyini etkileyen aşırı basınçlandırma gücünden (patlama dalgası) yaralanma
- TM rüptürü, pulmoner hasar ve hava embolizasyonu, içi boş iç organ yaralanması



**Şekil 3: Şarapnel Parçasının Etkileri**

- İkincil: Atılan cisimlerden kaynaklı yaralanma (bomba parçaları, uçan enkazlar)
- Delici travma, parçalanma yaralanmaları, künt travmalar



**Fotoğraf 2: Atılan Cisimlerden Kaynaklı Yaralanma**

- Üçüncül: Patlama rüzgârıyla kurbanın yer değiştirmesinden kaynaklı yaralanmalar
- Kunt / delici travma, kemik kırılması ve travmatik ampütasyonlar
- Dördüncül: Patlamadan kaynaklı diğer tüm yaralanmalar
- Ezilme yaralanmaları, yanıklar, asfaksi, toksik maruziyetler, kronik hastalıkların şiddetlenmesi

### **2.5.1.1. Birincil Patlama Yaralanması**

#### **2.5.1.1.1 Akciğer Hasarı**

- İşaretler genellikle ilk değerlendirme anında mevcuttur, ancak 48 saate kadar gecikebilir.
- Kafatası kırıkları, >%10 BSA (*Body surface area*) yanıkları ve kafa veya gövdede delici yaralanması olan hastalarda daha yaygın olduğu belirtilmiştir
- Yayılmış peteşiden birleşen kanamalara kadar değişiklik gösterir
- Patlamanın ardından nefes darlığı, öksürük, hemoptiz veya göğüs ağrısı şüphesi
- CXR: “kelebek” kalıbı
- NRB maskesi, CPAP veya ET borusu vasıtasıyla hipoksemiye önlemeye yeterli yüksek O<sub>2</sub> akışı
- Pulmoner kontüzyona benzer sıvı birikimi yönetimi; doku perfüzyonunu sağlayın ancak aşırı hacim yükünü önleyin



- Masif hemoptizi, olası solunum yolları bozukluğu veya solunum yetmezliği için endotrakeal entübasyon
- Önemli hava kaçakları veya masif hemoptizi için bronşiyal entübasyonu göz önünde bulundurun
- Pozitif basınç alveoler rüptür veya hava embolisi riskine neden olabilir
- Klinik pnömotoraks veya hemotoraks kanıtı için hemen dekompresyon
- Genel anestezi veya hava yoluyla nakilden önce profilaktik göğüs tüpünü göz önünde bulundurun
- Hava embolizmi felç, MI, akut batın, körlük, sağırlık, omurilik yaralanması, topallama arz edebilir
- Yüksek O2 akışı; pron, sol yarım yan pozisyon veya sol yan pozisyon
- Hiperbarik O2 tedavisi için transferi göz önünde bulundurun

#### **2.5.1.1.2. Karın Yaralanması**

- Gazlı yapılar en savunmasız olanlardır (özellikle kalın bağırsak)
- Bağırsak delinmesi, iç kanama (küçük peteşiden büyük hematomalara), mezenterik kesik yaralanmaları, solid organ lacerasyonları ve testiküler rüptür
- Abdominal ağrı, mide bulantısı, kusma, hematemez, rektal ağrı, idrar zorluğu, testis ağrısı, açıklanamayan hipovolemi olan kişilerde şüphe edilir.

Klinik işaretler akut batın veya sepsis ilerleyene kadar başlangıçta hemen göze çarpmayabilir.



**Fotoğraf 3: Karın Yaralanması**

#### **2.5.1.1.3. Kulak Yaralanması**

- Orta kulak zarı çoğunlukla primer patlama yaralanması
- Kulak yaralanması işaretleri genellikle prezentasyonda görülür (işitme kaybı, kulak çınlaması, kulak ağrısı, vertigo, dış kanaldan kanama, otore)

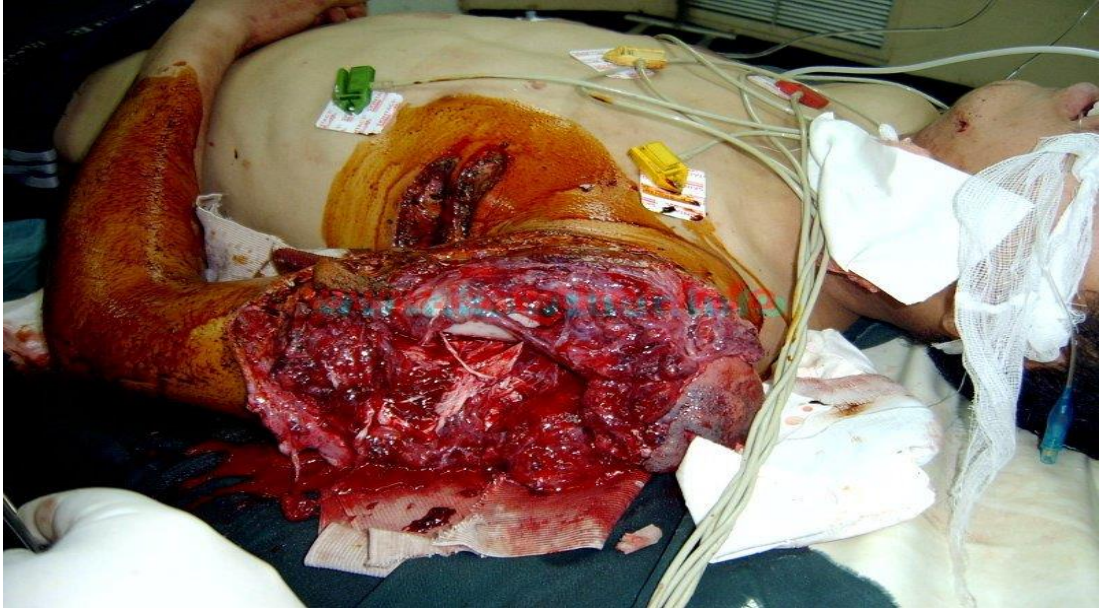


**Fotoğraf 4: Kulak Yaralanması**

#### 2.5.1.1.4. Diğer Yaralanmalar

- Herhangi bir uzuvda travmatik ampütasyon çoklu sistemli yaralanmaların bir işaretidir.
- Sarsıntılar yaygındır ve kolaylıkla gözden kaçır.
- Yüksek ölçüde kirlenmiş yaralar için geç dönem primer yara kapanmasını dikkate alın, tetanoz immünizasyon durumunu değerlendirin.
- Kompartman sendromu, rabdomiyoliz ve akut böbrek yetmezliği yapı çökmesi, uzun süren kurtarmalar, ciddi yanıklar ve bazı zehirlenmelerle alakalıdır.
- Hem endüstriyel patlamalarda hem de terörist patlamalarda solunan toksinlere (CO, CN, MetHgb) maruziyeti dikkate alın.

Hayatta kalanların önemli bir yüzdesinde ciddi göz yaralanmaları olur.



Fotoğraf 5: Diğer Yaralanmalar

## 2.6. Tehlikeli Bölümlerin İşaretlenmesi ve Belirlenmesi

Dow indeksine göre tehlikeli zone'ları tayin edilmiş bölümler vaziyet planı üzerinde gösterilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte saha üzerinde yönetmeliğe uygun uyarı sarı zemin üzerine siyah piktogram ve siyah çerçeve olacak şekilde yaptırılarak sahanın görünür yerlerine konulmalıdır.


Tehlike bölgesi işaretlemesi;

Tehlike bölgeleri belirlenmiş olan alanlara yanda görülen işaretlemeler konulur. Tüm depolanan tehlikeli kimyasallar alt alta sıralanır en tehlikeli olan göz önünde bulundurulur işaretlemeler ve önlemler buna göre yapılır.



Şekil 4: Etiketleme İşaretleme Sistemi

Tablo 5: NFPA 704'e Göre Sınıflama Özeti <sup>18</sup>

<p><b>Yanabilirlik (Tutuşabilirlik) Tehlikesi İşaretlerinin Özellikleri</b></p> <p>0- Yanmaz 1- Yanması için önceden ısıtılmalı Parlama (Flash point) sıcaklığı 94 yukarı olmalıdır. 2-Çok az ısıtıldığında alev alabilir. Parlama (Flash point) sıcaklığı 94 aşağı olmalıdır. 3-Normal sıcaklıkta alev alabilir. Parlama (Flash point) sıcaklığı 38 aşağı olmalıdır. 4-Son derece yanıcıdır. Parlama (Flash point) sıcaklığı 23 aşağı olmalıdır.</p>		<p><b>Reksiyona Girme Tehlikesi</b></p> <p>0 – Normalde Sabit 1- Eğer ısıtılırsa bozulur, normalde önlemler alın 2-Değişmesi mümkün kuvvetli kimyasal madde, hortumla yıkamayı uzaktan yapın 3-Kuvvetli şok veya ısı infilak ettirebilir. Patlamaya dayanıklı barikat arkasından monitör kullanın 4- İnfilak edebilir. Eğer materyal yangına maruz kalıyorsa bölge tahliye edilir.</p>
<p><b>Sağlık Tehlikesi İşaretlerinin Özellikleri</b></p> <p>0-Normal malzeme 1-Az Tehlikeli 2-Tehlikeli- Soluk alma aparatı kullan 3-Son derece Tehlikeli- Komple korunmalı giyecekler kullanın 4-Girmek için çok tehlikeli ve öldürücü – Buhar veya sıvı halinde</p>		<p><b>Özel İşaretlerinin Özellikleri</b></p> <p>OX - Okside edici ACID - Asit ALK - Alkali veya bazik COR - Korrozit veya aşındırıcı W - Su kullanmaktan kaçının ☢ - Radyoaktif Tehlike</p>

<sup>18</sup> NFPA Hazard Rating System, [İnternette]. 2012 [Erişim Tarihi: 10.04.2014] URL: [http://www.ehs.neu.edu/laboratory\\_safety/general\\_information/nfpa\\_hazard\\_rating/](http://www.ehs.neu.edu/laboratory_safety/general_information/nfpa_hazard_rating/)

## 2.7. Çalışma İzinleri

Çalışma İzinleri aşağıdaki çalışanlar için hazırlanır;

- Sıcak işler,
- Soğuk işler,
- Kapalı alanlarda çalışma,
- Elektrikli ekipman üzerinde çalışma,
- Kaza çalışmaları

Çalışma izinleri, yukarıda sayılan iş veya işler öncesi gerekli tedbirlerin alınarak işin emniyetli biçimde başlaması, devam etmesi ve tamamlanmasını sağlamak amacıyla hazırlanması gerekmektedir. Çalışma izni eğitimi tüm personele verilmeli, çalışma iznini vermeye yetkili kişilere özel eğitim aldırılmalı ve eğitim sonunda aldıkları eğitimin etkinliğinin ölçülmesi gerekmektedir.

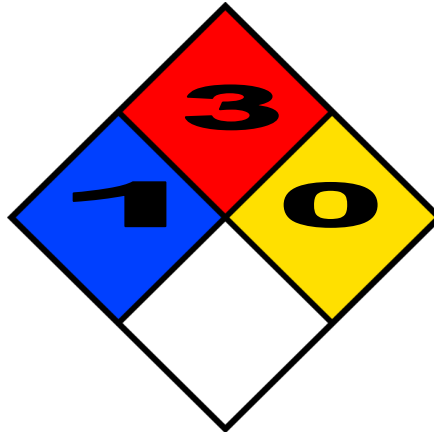
## 2.8. Kimyasallarda Bulunması Gereken İşaretler

- Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler için uyarı işareti;

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler için uyarı işareti; üçgen şeklinde, siyah kenarlı, sarı zemin üzerine siyah yazılı ve sarı zeminin işaret alanının en az %50' si olacak şekilde aşağıda belirtilen şekil ve renklerde olur.



Şekil 5: Uyarı İşaretleri



Şekil 6: NFPA 704 Kodu

**Sağlık 1:** Tahriş edici olabilir.

**Yanıcılık 3:** Bu tür sıvı ve katı materyaller, hemen hemen tüm çevre sıcaklıklarında tutuşabilirler. Hava ile tehlikeli karışımlar oluştururlar.

- Parlama notası 73°F (22.8°C)' nin altında ve kaynama noktası 100°F (37.8°C) veya üstünde olan sıvılar ve parlama noktası 73°F (22.8°C) veya üzerinde ve 100°F (37.8°C)' nin altında olan sıvılar. (1B ve 1C sınıfı parlayıcı sıvılar)
- Hızla yanan fakat hava ile patlayıcı özellikte karışımlar oluşturmayan kaba toz formundaki katı maddeler. Havayla temas ettiğinde kendiliğinden yanan maddelerdir.
- Lifli ya da ufak parçalara ayrılmış pamuk, kenevir gibi katı maddeler çabucak yanabilir ve parlama tehlikesi yaratırlar.
- Kuru nitroselüloz ve bir çok organik peroksitler gibi kendi bünyelerinde oksijen bulundurması nedeniyle çok hızlı yanan maddelerdir.

Yapılan hesaplama sonucuna göre;

- **xxxxxx = Bölge 0**
- **xxxxxx = Bölge 1**
- **xxxxxx = Bölge 2**

Buna göre işletmedeki alanlara uygun uyarı ve işaret levhaları yerleştirilmeli ve tehlike bölgelerine özel ekipmanlar kullanılmalıdır.

## **2.9. Yangına Ve Patlamalara Karşı Proaktif Önlemler**

İşletmemizde sadece depolama yapıldığından fazla risk olmamakta olası risklere karşı aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir.

### **2.9.1. Patlama**

Patlama, kapalı kaplarda olmaktadır. İşletmelerde yapılan incelemelerde kapalı kap sayılabilecek sadece tanklar bulunmaktadır.



İşletmelerin ürünlerini depolandığı tanklara nefes alıp vermelerini sağlayan ve böylece tank deformasyonu ve olası patlamaları önleyen atmosfere açık havalandırma nozullarının olduğu görülmektedir.

### **2.9.2. Parlama**

Isı kaynaklarının (sigara, kesme, zımpara, statik elektrik, taşlama) kontrolü ile parlama olayının önüne geçilmez. Isı kaynaklarının kontrolü ve alınan önlemler eğitimle personele verilmez.

Statik elektrik'in oluşumunu önlemek için;

- Personele (İşletme personeli, müteahhit, tanker şoförü) eğitim verilmez,
- Personele anti statik ayakkabı verilmelidir,
- Topraklamalar yapılmalıdır, (Tanklar, yükleme rampası, pompalar vb. tüm kritik ekipman topraklanmalıdır. Topraklama değerleri her yıl kontrol edilmekte ve gerekli aralıklarda olduğu saptanmalıdır. Tesis, mevzuata uygun olarak, paratoner ile de donatılmalıdır. Bu paratonerler yine mevzuata uygun olarak her yıl kontrol edilmelidir.)
- Statik elektrik oluşturmayacak ekipmanlar kullanılmalıdır,
- Sıcak işler, çalışma izni talimatında belirtilen tedbirler alınmadan yapılmamalıdır.
- Bu araştırmada, Bölge 0, Bölge 1 ve Bölge 2 olarak gösterilen bölgeler, mevzuata uygun olarak işaretlenmelidir.

## 2.10. Yangına Ve Patlamalara Karşı Reaktif Önlemler

Yangın çıkarmaması için gerekli önlemler alınmasına rağmen yangının çıkması durumunda maddi, manevi kayıpları en aza indirmek için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır:

- Yangınla mücadele Talimatı hazırlanmalıdır,
- Acil Durum Planı hazırlanmalıdır,
- Yangınla Mücadele Ekibi oluşturulmuş ve eğitilmelidir,
- Yangınla Mücadele Tatbikatları düzenli olarak gerçekleştirilmelidir,
- Yangınla mücadele ekipmanları temin edilmeli:

### a) Sabit Sistemler

- Hidrantlar

### b) Sabit Olmayan Sistemler

- Yangın Söndürme Tüpleri
- Yangın Suyu Hortumları ( Lanslar, Rekorlar..)
- Isıya Dayanıklı Battaniler

Acil durumlarda personelin emniyetli bir şekilde güvenilir bir yere aktarılması için acil durum butonuna basılmalı ve personel tahliye edilmelidir. Yangınla mücadele ekibi haberleşmeyi telsizle sağlamalıdır.

Yangınla mücadele talimatı ve ekibi, felaket planı, yangınla mücadele malzemeleri listesi Koruma ve Güvenlik planı hazırlanmalı, bu plan Patlama korunma dokümanı dosyasına eklenmelidir.

## 2.11. İşyerinde Kullanılan İş Ekipmanları

Çalışma yerleri ile uyarı cihazları da dahil iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrol ve bakımı güvenlik kurallarına uygun olarak sağlanmalıdır.

İşyerinde kullanılan tüm ekipmanlar "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ne uygun hale getirilmelidir.<sup>19</sup>

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliğinde belirtilen "İşyerinde, iş araç ve ekipmanlarının çalıştırılması, koruma altına alınması, durdurulması, kullanılması, taşınması, tamiri, tadili, bakımı, hizmete sunulması ve temizlenmesi gibi iş ekipmanı ile ilgili her türlü faaliyet ve sağlık, güvenlik yönünden uyulması gerekli asgari şartlar" sağlanmalıdır.

Malzemeler, Ekipmanlar; "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik" e uygun hale getirilmelidir.<sup>20</sup>

Bölge 1 olarak hesaplanan Ürün Depolama odasında tüm cihazlar exproof olup, kategori 2 ekipman sınıfına girmektedir. Diğer bölümler bölge 2'ye girmekte olup kategori 3 ekipmanları uygulanmalıdır.

## 2.12. Özel Risk Taşıyan İş Ekipmanları

Sadece o ekipmanı kullanmak üzere görevlendirilen ehil kişilerce kullanılır ve tamiri, tadili, kontrol ve bakımı, bu işleri yapmakla görevlendirilen uzman kişilerce yapılması gerekmektedir.

---

<sup>19</sup> İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 2014, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 2 Mayıs 2014, Sayı: 28988, Ankara

<sup>20</sup> Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, 2006, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Aralık 2006, Sayı: 26392, Ankara

Mevzuatın gerektirdiği aşağıdaki ekipmanların kontrolleri ise, kontrol sıklığı ve kontrolü yapan kurumların verildiği aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi yapılması gerekmektedir.

**Tablo 6: Mevzuatın Gerektirdiği Periyodik Kontroller**

<b>MEVZUATIN GEREKTİRDİĞİ PERİYODİK KONTROLLER</b>					
<b>EKİPMAN ADI</b>	<b>KONTROL SIKLIĞI</b>	<b>ÖZEL DURUMLAR</b>	<b>KONTROL EDECEK KURUM</b>	<b>EHLİYET GEREKLİLİĞİ</b>	<b>KAPSAM</b>
<b>KAZAN</b>	1 YIL	3 AY (kullanılmayıp, servise girmeden )	MMO	EVET	KAZAN OPER.
<b>BASINÇLI TANK</b>	1 YIL	3 AY (kullanılmayıp, servise girmeden )	MMO		
<b>KOMPRESÖR</b>	1 YIL		MMO		
<b>VİNÇ</b>	1 YIL	Standartlarda ve kullanma kılavuzunda aksi belirtilmedikçe	MMO	EVET	VİNÇ OPER.
<b>FORKLİFT</b>	1 YIL	Standartlarda ve kullanma kılavuzunda aksi belirtilmedikçe	MMO	EVET	FORKLİFT OPER.
<b>ASANSÖR</b>		Standartlarda ve kullanma kılavuzunda aksi belirtilmedikçe	AKREDİTE KURULUŞ		
<b>CARASKAL</b>	1 YIL	Standartlarda ve kullanma kılavuzunda aksi belirtilmedikçe	MMO		
<b>ATÖLYE TİPİ HİDROLİK KALDIRAÇ</b>	1 YIL				
<b>TOPRAKLAMA</b>	1 YIL		EMO		
<b>PARATONER</b>	1 YIL		EMO		
<b>GÜRÜLTÜ</b>	TALİMATTA BELİRTİLDİ Đİ ÜZERE		MMO AKREDİTE KURULUŞ		
<b>AYDINLATMA</b>	1 YIL		AKREDİTE KURULUŞ		

### **2.13. İşçilerin Ekipmanlar Hakkında Bilgilendirilmesi**

İş ekipmanları ve bunların kullanımına ilişkin olarak çalışanların bilgilendirilmesinde aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

a) Çalışanlara kullandıkları iş ekipmanı ve kullanımına ilişkin yeterli bilgi ve uygun olması halinde yazılı talimatlar verilmelidir. Bu talimat, üretici tarafından ekipmanla birlikte verilen kullanım kılavuzu dikkate alınarak hazırlanmalı:

b) Bu bilgiler ve yazılı talimatlar en az;

1) İş ekipmanının kullanım koşulları,

2) İş ekipmanında öngörülen anormal durumlar,

3) İş ekipmanının önceki kullanım deneyiminden elde edilen sonuçlar,ile ilgili bilgileri içermelidir.

Çalışanlar, kendileri kullanmasalar bile çalışma alanında veya işyerinde bulunan iş ekipmanlarının kendilerini etkileyebilecek tehlikelerinden ve iş ekipmanı üzerinde yapılacak değişikliklerden kaynaklanabilecek tehlikelerden haberdar edilmelidir.

### **2.14. İş Ekipmanlarının Kontrolü**

İşyerinde kullanılan iş ekipmanının kontrolü ile ilgili aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

a) İş ekipmanının güvenliğinin kurulma şartlarına bağlı olduğu durumlarda, ekipmanın kurulmasından sonra ve ilk defa kullanılmadan önce ve her yer değişikliğinde uzman kişiler tarafından kontrolü yapılmalıdır, doğru kurulduğu ve güvenli şekilde çalıştığını gösteren belge düzenlenmelidir.

b) Arızaya sebep olabilecek etkilere maruz kalarak tehlike yaratabilecek iş ekipmanının;

1) Uzman kişilerce periyodik kontrolleri ve gerektiğinde testleri yapılmalıdır,

2) Çalışma şeklinde değişiklikler, kazalar, doğal olaylar veya ekipmanın uzun süre kullanılmaması gibi iş ekipmanındaki güvenliğin bozulmasına neden olabilecek durumlardan sonra, arızanın zamanında belirlenip giderilmesi ve sağlık ve güvenlik koşullarının korunması için uzman kişilerce gerekli kontroller yapılmalıdır,

c) Kontrol sonuçları kayıt altına alınır, yetkililerin her istediğinde gösterilmek üzere uygun şekilde saklanmalıdır.

## **2.15. İşçilerin İş Ekipmanları Mevzuatına Göre Eğitimleri**

Ekipmanları kullanmakla görevli çalışanlara bunların kullanımından kaynaklanabilecek riskler ve bunlardan kaçınma yollarını ve İş ekipmanlarının tamiri, tadili, kontrol ve bakımı konularında çalışanlara, yeterli özel eğitim verilmelidir.

Eğitim; İşletmemiz personeline verilecek olan eğitim konuları aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurularak tespit edilmelidir:

- Mevzuatlar: Yönetmeliklerin gerektirdiği konular ,
- Olan iş kazaları: Olan iş kazaları kök sebepleri konu olarak ele alınmalıdır,

- İşverenin çalışanları gözlemi sonucunda tespit edilen gereksinimler doğrultusunda eğitim konuları tespit edilir ve yıllık eğitim planı hazırlanarak uygulamaya alınmalıdır.

Yeni başlayan personele (İşletme personeli, sözleşmeli personel veya alt işverene) iş başı öncesi teknik emniyet oryantasyon eğitimi verilmelidir.

Bunun haricinde çalışanların eğitimi;

- Yeni teknoloji uygulanması halinde,
- İş ekipmanlarının değişmesi halinde,
- Personelin çalışma yerinin veya iş değişikliği durumunda
- Yukarıda belirtildiği üzere işe başlamadan önce işveren tarafından alınması sağlanmalıdır.

### **2.15.1. Genel İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimi**

Yasal dayanak:

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik <sup>21</sup>

Madde 11— Çalışanlara verilecek eğitim, işyerinin faaliyet alanına göre aşağıdaki ve benzeri konulardan seçilir;

- a) Genel iş sağlığı ve güvenliği kuralları,

Amaç; Katılımcıların İş sağlığı ve İş Güvenliği kurallarının önemini kavrayabilmeleri.

---

<sup>21</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara



Eğitimin içeriği:

- ✓ İş kazası nedir?
- ✓ Kaza zinciri
- ✓ İş kazasını doğuran nedenler ( Güvensiz hareketler ve şartlar)
- ✓ Ferdi korunma malzemeleri
- ✓ Uyarı işaretleri ( yasak, ikaz, dikkat, kurtarma)

#### **2.15.1.1. Uyarı İşaretleri Eğitimi**

Yasal dayanak:

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik<sup>22</sup>

Madde 11— Çalışanlara verilecek eğitim, işyerinin faaliyet alanına göre aşağıdaki ve benzeri konulardan seçilir;

b) Uyarı işaretleri,

Amaç; Katılımcıların İş sağlığı ve İş Güvenliği kullanılan işaretleri kavrayabilmeleri sağlanmalıdır.

Eğitimin içeriği;

- ✓ Uyarı İşaretleri
- ✓ Yasak İşaretleri
- ✓ İkaz İşaretleri
- ✓ Dikkat İşaretleri

---

<sup>22</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

- ✓ Kurtarma İşaretleri

### **2.15.1.2. Kişisel Koruyucu Donanım ( KKD) Eğitimi**

Yasal dayanak:

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik<sup>23</sup>

Madde 11— Çalışanlara verilecek eğitim, işyerinin faaliyet alanına göre aşağıdaki ve benzeri konulardan seçilir;

- c) Kişisel koruyucu alet kullanımı,

Amaç; Her katılımcı kendisine verilen KKD' mi herhangi bir yardım almadan, işlem basamaklarına uygun olacak şekilde kullanmaları sağlanmalıdır.

İçerik;

- ✓ Baret
- ✓ Emniyet Gözlüğü
- ✓ Emniyet Ayakkabısı
- ✓ Kulaklık
- ✓ İş Eldiveni
- ✓ Kimyasallara Dayanıklı Eldiven
- ✓ Kimyasallara Dayanıklı Tulum
- ✓ Toz Maskesi

---

<sup>23</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

- ✓ Yarım Yüz Maskesi
- ✓ Tam Yüz Maskesi

### **2.15.1.3. Temizlik Ve Düzen ( 5 S Sistemi) Eğitimi**

Yasal dayanak:

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik <sup>24</sup>

Madde 11— Çalışanlara verilecek eğitim, işyerinin faaliyet alanına göre aşağıdaki ve benzeri konulardan seçilir;

- d) Temizlik ve düzen,

Amaç: Katılımcıların, işletmelerde verimliliği artırmak için temizlik ve düzenin sistemli olarak yapılması gerektiğini kavrayabilmeleri sağlanmalıdır.

İçerik;

- ✓ Toplam Kalite Yönetiminde 5S'in Yeri
- ✓ Neden 5S
- ✓ 5S'i Başlatma Koşulları
- ✓ 5S'in Basamakları
- ✓ Sınıflandırmanın (Ayıklamanın) İçeriği ve Nasıl Yapıldığı
- ✓ Düzenlemenin (Yerleştirmek) Ne Olduğu ve Nasıl Yapıldığı
- ✓ Temizliğin Önemi ve Nasıl Gerçekleştirildiği
- ✓ Standartlaşmanın Ne Olduğu ve Nasıl Yapıldığı

---

<sup>24</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

- ✓ Öz Disiplinin ve Eğitimin Önemi
- ✓ 5S'in Sonuçları Nasıl Değerlendirilir?
- ✓ 5S'in Başarı Koşulları

#### **2.15.1.4. Ekranlı Araçlarla Çalışma Eğitim**

Yasal dayanak:

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik<sup>25</sup>

Madde 11— Çalışanlara verilecek eğitim, işyerinin faaliyet alanına göre aşağıdaki ve benzeri konulardan seçilir;

- e) Ekranlı ekipmanlarla çalışma,

Amaç: Katılımcıların ekranlı araçlarla çalışma yaparken uyması gereken kuralları kavrayabilmeleri sağlanmalıdır.

Eğitimin içeriği:

- ✓ Zorlayıcı travmalar ve korunma yolları,
- ✓ Doğru oturuş,
- ✓ Gözlerin korunması,
- ✓ Gözleri en az yoran yazı karakterleri ve renkler,
- ✓ Çalışma sırasında gözleri kısa sürelerle dinlendirme alışkanlığı,
- ✓ Gözlerin, kas ve iskelet sisteminin dinlendirilmesi,
- ✓ Ara dinlenmeler

---

<sup>25</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

### 2.15.1.5. Çalışan Temsilcisi Eğitimi

Yasal dayanak:

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik <sup>26</sup>

Madde 7— İşyerindeki kadınların, gençlerin, çocukların, özürü, eski hükümlü, terör mağduru ve göçmen işçilerin eğitimine özel önem verilmelidir.

Sağlık ve güvenlik ile ilgili özel görevi bulunan çalışanlar ve temsilcileri özel olarak eğitim verilmelidir.

Sağlık ve güvenlik açısından özel önlem alınmasını gerektiren alanlarda çalışanlara özel olarak eğitim verilmelidir.

Amaç; Her katılımcının çalışan temsilcisinin görevlerini kavrayabilmesi sağlanmalıdır.

İçerik;

- ✓ İş Kazasının Tanımı
- ✓ İş Kazası Sonrası Yasal Bildirimler
- ✓ İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ile İlgili Tüzük ve Yönetmelikler
- ✓ İş Kazasının Sınıflandırılması
- ✓ İş kazasının kayıt altına alınması
- ✓ Ölümlü iş kazası
- ✓ Kayıp iş günlü kaza

---

<sup>26</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

- ✓ İlk yardım gerektiren kaza
- ✓ Malzeme hasarlı kaza
- ✓ Ramak kala olay
- ✓ 1-29-300 kuralı
- ✓ İş Kazası Raporlarının Tanzimi
- ✓ İş Kazası Sonuçlarının Analizi
- ✓ Meslek hastalıkları
- ✓ İSİG Kurulları Ve Görevi
- ✓ İSİG Üyeleri
- ✓ Sağlık güvenlik işçi temsilcisi görevleri

#### **2.15.1.6. İş Sağlığı Ve Güvenliği Kurul Üyeleri Eğitimi**

Tesiste çalışan personel sayısı 50 kişi geçtiği işletmelerde geçerlidir.

Yasal Dayanağı:

İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik <sup>27</sup>

Madde 6— İşveren tarafından, iş Sağlığı ve güvenliği kurulu üyelerine ve yedeklerine iş Sağlığı ve güvenliği konularında eğitim verilmesi sağlanmalıdır. Kurul üyelerinin ve yedeklerinin eğitimleri asgari aşağıdaki konuları kapsamalıdır.

a) Kurulun görev ve yetkileri,

b) İş sağlığı ve güvenliği konularında ulusal mevzuat ve standartlar,

---

<sup>27</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 18 Ocak 2013, Sayı: 28532, Ankara

- c) Sıkça rastlanan iş kazaları ve tehlikeli vakaların nedenleri,
- d) Endüstriyel hijyenin temel ilkeleri,
- e) Etkili iletişim teknikleri,
- f) Acil durum önlemleri,
- g) Meslek hastalıkları,
- h) İşyerlerine ait özel riskler.

Amaç; Her katılımcı İSİG kurulunun görevlerini kavrayabilmesi sağlanmalıdır.

İçerik;

- ✓ İş Kazasının Tanımı
- ✓ Meslek hastalıkları
- ✓ İş Kazası Raporlarının Raporların Tanzimi
- ✓ İş kazasının kayıt altına alınması
- ✓ İş Kazası Sonuçlarının Analizi
- ✓ iş kazaları ve tehlikeli vakaların nedenleri,
- ✓ İş Kazasının Sınıflandırılması
- ✓ Ölümlü iş kazası
- ✓ Kayıp iş günlü kaza
- ✓ İlk yardım gerektiren kaza
- ✓ Malzeme hasarlı kaza
- ✓ Ramak kala olay

- ✓ 1-29-300 kuralı
- ✓ İş sağlığı ve güvenliği konularında ulusal mevzuat ve standartlar,
- ✓ Kurulun görev ve yetkileri,
- ✓ İSG sistemi
- ✓ Acil durum önlemleri,
- ✓ Risk değerlendirmesi

#### **2.15.1.7. Acil Durum Semineri (Deprem, Sel, Yangın)**

Yasal Dayanak:

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği

Madde 8— İlk yardım, yangınla mücadele ve kişilerin tahliyesi, ciddi ve yakın tehlike ile ilgili uyulacak hususlar aşağıda belirtilmiştir:

a) İşveren;

1) İşyerinin büyüklüğünü, yapılan işin özelliğini ve işyerinde bulunan işçilerin ve diğer kişilerin sayısını dikkate alarak; ilk yardım, yangınla mücadele ve kişilerin tahliyesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.

2) Özellikle ilk yardım, acil tıbbi müdahale, kurtarma ve yangınla mücadele konularında, işyeri dışındaki kuruluşlarla irtibatı sağlayacak gerekli düzenlemeleri yapılmalıdır.

b) İşveren, (a) bendinde belirtilen ilk yardım, yangınla mücadele ve tahliye işleri için, işyerinin büyüklüğü ve taşıdığı özel tehlikeleri dikkate alarak, bu konuda eğitilmiş, uygun donanıma sahip yeterli sayıda kişiyi görevlendirmelidir.



c) İşveren;

1) Ciddi ve yakın tehlikeye maruz kalan veya kalma riski olan tüm işçileri, tehlikeler ile bunlara karşı alınmış ve alınacak önlemler hakkında mümkün olan en kısa sürede bilgilendirmelidir.

2) Ciddi, yakın ve önlenemeyen tehlike durumunda, işçilerin işi bırakarak derhal çalışma yerlerinden ayrıлып güvenli bir yere gidebilmeleri için gerekli talimatı verir ve gerekeni yapmalıdır.

3) Ciddi ve yakın tehlike durumunun devam ettiği çalışma şartlarında, zorunlu kalınması halinde, gerekli donanımına sahip ve özel olarak görevlendirilen kişiler hariç, işçilerden çalışmaya devam etmelerini istemeyecektir.

d) Ciddi, yakın ve önlenemeyen tehlike durumunda işyerini veya tehlikeli bölgeyi terk eden işçiler bu hareketleri nedeniyle dezavantajlı duruma düşmeyecek ve herhangi bir zarar görmeyecektir.

e) İşveren, işçilerin kendileri veya diğer kişilerin güvenliği için ciddi ve yakın bir tehlike olduğunda ve amirine hemen haber veremedikleri durumlarda, kendi bilgileri doğrultusunda ve mevcut teknik donanımlar ile tehlikenin sonuçlarının engellenmesi için gerekeni yapabilecek durumda olmalarını sağlamak zorundadır.

Amaç; Her katılımcı acil durumla karşılaştığında ne yapacağını kavrayabilmesi sağlanmalıdır.

İçerik;

Deprem;

- ✓ Deprem tanımı, etkileri ve alınacak önlemler
- ✓ Afet bölgesine intikal öncesi ve intikal sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar
- ✓ Personelin afet bölgesindeki davranışları
- ✓ Enkazda kurtarıcının karşılaşılabileceği tehlikeler,
- ✓ Çalışılacak enkazda güvenlik
- ✓ Binaya giriş yolları
- ✓ Afet bölgesindeki koordinasyon
- ✓ Enkazda çalışacak diğer birimlerle koordinasyon
- ✓ Jeneratör ve Aydınlatma takımları

Su Baskını Ve Sel;

- ✓ Su baskını, sel tanımı ve etkileri
- ✓ Su baskınlarında şahsi kurtarma malzemeleri ve can yelekleri
- ✓ Su baskınlarında Kurtarma Teknikleri
- ✓ Motopomplar

Yangın;

- ✓ Yangın ile ilgili mevzuat
- ✓ Daire ve Müessese sivil savunma işleri kılavuzu
- ✓ Yangınların çıkma sebepleri
- ✓ Bina Koruma Planı

- ✓ Yangın Önleyici Tedbirler
- ✓ Yanma, Yangın Çeşitleri
- ✓ Bina Yangınları Özellikleri ve Müdahale Yöntemleri
- ✓ Yardımcı Yangın Söndürme Araçları
- ✓ Yangın söndürme cihazları kullanımı, bakımı
- ✓ Yangın İhbarının Alınması ve Duyurulması
- ✓ Yangın Yerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar
- ✓ Can Kurtarmada Kullanılan Malzemeler Duman ve Gaz Dolu yerlerde yaralı arama ve kurtarma teknikleri

#### **2.15.1.8. Risk Değerlendirmesi**

Yasal Dayanak;

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği<sup>28</sup>

Madde 6 — İşveren aşağıda belirtilen sağlık ve güvenlikle ilgili hususları yerine getirmekle yükümlüdür:

a) İşveren, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dahil gerekli her türlü önlemi almak, organizasyonu yapmak, araç ve gereçleri sağlamak zorundadır.

İşveren, sağlık ve güvenlik önlemlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun sürekli iyileştirilmesi amaç ve çalışması içinde olacaktır.

---

<sup>28</sup>İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

b) İşveren, sağlık ve güvenliğin korunması ile ilgili önlemlerin alınmasında aşağıdaki genel prensiplere uyacaktır:

- 1) Risklerin önlenmesi,
- 2) Önlenmesi mümkün olmayan risklerin değerlendirilmesi,
- 3) Risklerle kaynağında mücadele edilmesi,

Amaç; Her katılımcı işçi sağlığı ve iş güvenliğinde risklerinin değerlendirilmesi yöntemini kavrayabilmesi sağlanmalıdır.

İçerik:

Tanımlar;

OHSAS 18001 İSİG Yönetim Sistemi'nde İSİG risklerinin belirlenmesinin önemi,

- ✓ Risk değerlendirilmesi nedir?
- ✓ Tehlikelerin Belirlenmesi
- ✓ Risklerin Değerlendirilmesi
- ✓ Gerekli Önlemlerin Alınması
- ✓ Risk değerlendirmesini kim yapar ?
- ✓ 5x5 matris yöntemi

Ciddiyet derecesi için derecelendirme basamakları:

Ortaya çıkma olasılığı frekans için derecelendirme basamakları :

- ✓ Risk skoru
- ✓ Risk değerlendirme tablosu

- ✓ Önlemlerin Planlanması
- ✓ Önlemlerin Uygulanması
- ✓ Kontrol

Yönetimle İlgili Kontroller: Yönetimle İlgili Kontroller ise güvenli iş akışı ve düzeni, güvenlik sistemleri, çalışma prosedürleri gibi yazıların yayımlanması ile yapılır. Bu amaçla;

- Riski ortadan kaldırma süreci belirlenir
- Sorumlulukların ataması yapılır
- İşçinin karakteristiği ve prosesteki işin gerekliliği hesaba katılır
- Eğitim prosedürleri oluşturulur.
- Çalışma izin formları oluşturulur
- İşçinin olaya ilgisini sağlama ve sürdürme prosedürü hazırlanır
- İş akışı şeması üzerinde çalışılır
- İşçileri bilgilendirme ve katılımlarını sağlamak üzere formlar oluşturulur
- İşyeri düzeni ile ilgili çalışma yapılır

İdari olarak riski ortadan kaldırma yöntemleri olarak prosedürlerin hazırlanarak yayınlanması (resmen ilan etmek), yürütüm (uygulama) sağlanması ve güvenlik operasyonlarının yapılması gereklidir.



**Tablo 7: Kontrol Önlemi Hiyerarşisi**

<b>SEÇİM SIRASI</b>	<b>KONTROL ÖNLEMİ</b>
<b>İLK SEÇİM</b>	Riskin ortadan kaldırılması (eliminasyon) etmenin - zararlı kimyasalın – riskin ortadan kaldırılması
<b>İKİNCİ SEÇİM</b>	Yerine koyma (süstitüsyon) daha düşük bir risk – etmen – makine - sistem seçimi
<b>ÜÇÜNCÜ SEÇİM</b>	Yalıtım ve izolasyon
<b>DÖRDÜNCÜ SEÇİM</b>	Yönetsel önlemler kurallar-politikalar (süre kısıtlaması-eşik değerler, işaretlemeler, vb.)
<b>BEŞİNCİ SEÇİM</b>	Kişisel koruma risk engellenemiyor-birey/topluma yönelim

Risk değerlendirilmesinin aşağıdaki herhangi bir durum gerçekleştiğinde yenilenmesi gerekmektedir;

a) İşyerinin taşınması veya binalarda değişiklik yapılması.

b) İşyerinde uygulanan teknoloji, kullanılan madde ve ekipmanlarda değişiklikler meydana gelmesi.

c) Üretim yönteminde değişiklikler olması.

ç) İş kazası, meslek hastalığı veya ramak kala olay meydana gelmesi.

d) Çalışma ortamına ait sınır değerlere ilişkin bir mevzuat değişikliği olması.

e) Çalışma ortamı ölçümü ve sağlık gözetim sonuçlarına göre gerekli görülmesi.

f) İşyeri dışından kaynaklanan ve işyerini etkileyebilecek yeni bir tehlikenin ortaya çıkması.

#### **2.15.1.9. Kimyasalların Tehlikeleri**

Oluşturulacak risk haritası için mutlaka işletmede/işyerinde kullanılan tüm kimyasalların MSDS'lerinin elde edilmesi ve Türkçe'ye çevrilerek, 91/155/EC ve 11.03.2002 tarih ve 24692 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Güvenlik Bilgi Formu Hazırlama Usul ve Esasları Tebliği 'ne uygun olarak hazırlanmalı ve personel bu konuda bilgilendirilmeli, çalışma ortamında Risk değerlendirmesi yapılır ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

#### **2.15.1.10. Eğitimde Ölçme Değerlendirme**

Yasal dayanak;

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik:<sup>30</sup>

Madde 16 — Verilen eğitimin sonunda bir ölçme ve değerlendirme yapılır.

Değerlendirme sonuçlarına göre eğitimin etkin olup olmadığı belirlenerek yeni eğitime ihtiyaç duyulup duyulmadığına karar verilir.

---

<sup>30</sup> Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara



### 3. TEZİN AMACI

Patlayıcı ortamlarda genel emniyet kurallarının tatbik edilerek çalışılması güvenlik açısından zorunludur. Metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründe üretim yapan tesis de yangın ve patlamaya sebep olabilecek faktörlerin ve çevre tesislerde yaşanabilecek kazaların arızalardan ve idari ve teknik yanlışlıklardan oluştuğu bilinmektedir. Bu nedenle üretim sürecinde belirli alanlarda genel bir değerlendirme yapılması ve kritik süreçlerin belirlenmesi zorunludur.

Ülkemizde meydana gelen yangınların sebepleri arasında yangın ve patlamaların %13' ünü LPG, Akaryakıt, Kalorifer vb. kazalar oluşturmaktadır. Bu nedenle tez çalışmamı otomotiv sektöründe (Ar-Ge departmanının da) üretim yapan işletmelerde meydana gelebilecek en önemli kaza türü olan yangın ve patlamalar seçilmiş ve modellenmiştir.

Tez kapsamında Türkiye'de yaşanmış özellikle de metal sektöründe yaşanmış yangın ve patlamaların sebep ve sonuçları incelenmesi yapılmıştır. Ortaya çıkan sebep ve sonuçlardan ve tesiste çalışan kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda otomotiv sektörün (ar-ge yapan işletmenin), üretim sürecinde meydana gelebilecek yangın ve patlama senaryoları oluşturulmuştur.

Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik ile Binaların yangından korunması yönetmelikleri kapsamında hazırlanması gereken Patlamadan korunma

dokümanın raporu kapsamında kazaların olası etkilerinin hesaplanması gerekmektedir. Tez kapsamında yapılan bu hesaplamalar ve değerlendirmeler sonucunda patlamaya sebep olabilecek faktörlerin ve çevre tesislere etkilerinin belirlenmesi amacıyla olası bir kazanın sonucunda meydana gelebilecek yangın ve patlamaların boyutu ve şiddeti sonrasında etkilenecek alanlar ve kişiler belirlenmiş ve olası bir kazanın boyutu ve şiddeti hesaplanıp değerlendirilmiştir.

Metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründe üretim yapan tesis de yangın ve patlamaya olasılığının en aza indirmek için patlayıcı limitlerde gaz-hava karışımı – patlayıcı atmosferlerin oluşmasına mani olacak tüm tedbirlerin yanı sıra patlama kaynağı olabilecek tüm cihaz ve elektrik tesisatının patlamaya karşı korumalı olarak yapılması gerekmektedir. Bu durumda işletmesinde patlama riski olan yerlerde Atex direktiflerine ve parlayıcı ve patlayıcı maddeler yönetmeliği tehlikeli madde kullanan, depolayan ve kullanan tesislere yasal mevzuatın ne gibi sorumluluklarının yüklediklerini bilmeleri gerekmektedir. Mevzuatların, standartların, ulusal ve uluslararası mevzuatların işletmeye sağlayabileceği faydalar anlatılmaya çalışılmış ve işletme içinde yaşanabilecek herhangi bir yangın ve patlama sonucunda işletmenin çevre tesise ve kendi tesise verebileceği zararların neler olabileceği anlatılmaya çalışılmıştır.

## 4. Patlayıcı Ortamların Tehlikelerden Korunması İçin Alınan Önlemler

### 4.1. Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerler İçin Uyarı İşaretleri

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler için uyarı işareti Ex, belirlenen bölgelere asılmalıdır.

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler için uyarı işareti;

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler için uyarı işareti; üçgen şeklinde, siyah kenarlı, sarı zemin üzerine siyah yazılı ve sarı zeminin işaret alanının en az %50' si olacak şekilde aşağıda belirtilen şekil ve renklerde olmalıdır.



Şekil 8: Patlayıcı Ortam Uyarı İşareti

### 4.2. Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerlerin Sınıflandırılması

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler aşağıda belirtildiği şekilde sınıflandırılmıştır;

Bölge 0: Gaz, buhar ve sis halindeki patlayıcı 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 patlayıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan yerler.

Bölge 2: Gaz, buhar ve sis halindeki patlayıcı 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.

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 yanıcı tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak böyle bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler.

### **4.3. Ekipmanların Ve Koruyucu Sistemlerin Seçiminde Uyulması Gereken Kriterler**

Patlayıcı ortam oluşabilecek tüm yerlerdeki ekipman ve koruyucu sistemlerin, 30/12/2006 tarihli ve 26392 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelikte belirtilen kategorilere göre seçilerek aşamalı olarak bu koruyucu sistemlere geçilmesine karar verilmelidir.<sup>31</sup>

Özellikle gazlar, buharlar, sisler ve tozlar için aşağıda belirtilen bölgelerde, karşılarında verilen kategorideki ekipman kullanılmalıdır.

Bölge 0 veya Bölge 20: Kategori 1 ekipman

Bölge 1 veya Bölge 21. Kategori 1 veya 2 ekipman

---

<sup>31</sup> Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik, 2006, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Aralık 2006, Sayı: 26392, Ankara

a) İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 2014, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 2 Mayıs 2014, Sayı: 28988, Ankara

Bölge 2 veya Bölge 22: Kategori 1, 2 veya 3 ekipman.

#### **4.4. Yangın Ve Tahliye Tertibatı**

Depoda görevli personele yangın söndürme teknikleri konusunda teorik ve pratik eğitim verilmelidir. Yangın alarm ve tahliye tatbikatları 6 ayda bir tekrarlanmalıdır.

#### **4.5. İşyerinde Alınan Diğer Önlemler**

- Kullanılan kimyasallara ait malzeme güvenlik bilgi formları temin edilerek gerekli ve görünür yerlere asılmış, ilgili işçilere tebliğ edilmelidir.
- Kullanılan kimyasallar yönünden ortam analizi yaptırılmalıdır. Ölçüm sonuçları, mesleki maruziyet sınır değerlerinin altında olup, ölçümler periyodik olarak tekrarlanacak ve dikkatle değerlendirilmelidir.
- Depo girişine bir adet statik elektrik yük giderici konulacak ve personelin her giriş çıkışta bu levhaya ellerini basarak vücutlarındaki statik elektrikten arınmaları sağlanmalıdır.
- Patlama tehlikesi bulunan tüm ortamlara gerekli iş güvenliği ikaz levhaları ile uyulması gerekli kuralların yazılı olduğu talimatlar asılmalıdır.
- Çalışanların sağlık kontrolleri ve organik çözücüler yönünden laboratuvar muayeneleri yaptırılmış olup, muayeneler periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
- İşçilere, gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ve kullanılan kimyasalların oluşturacağı tehlikeler ve korunma metotları ile muhtemel patlama tehlikelerine karşı gerekli özel eğitimler verilmelidir.

- Depoda görevli personele gerekli kişisel koruyucu donanım, (maske, eldiven yüz siperi vb.) verilmiş olup, çalışmalar sırasında kullanılmalıdır.

## 5. Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvılar

Parlama noktaları 37,8 °C nin altında ve 37,8 °C deki buhar basınçları 276 kPa'yı aşmayan sıvılar parlayıcı sıvılar olarak tanımlanırken, 37,8 °C ve daha üstünde olan sıvılar ise yanıcı sıvılar olarak ifade edilmektedir.<sup>32</sup> Parlayıcı sıvıların birçoğu, doğal yapıları gereği buharlaşıcı nitelikte olup, sürekli olarak çıplak gözle görülemeyen havadan daha ağır gazlar çıkarmaktadırlar.

Yanıcı sıvılar ise parlama derecelerinin üzerine kadar ısıtıldıklarında parlayıcı sıvıların özelliklerini kazanarak, parlayıcı sıvı maddelerle aynı ölçüde tehlikeli olurlar. Yanıcı ve parlayıcı sıvılar arasındaki en önemli fark, çıkan buharların hareket kabiliyeti ile ilgilidir. Parlayıcı sıvılardan çıkan buharlar, havadan ağır olmak kaydıyla kaynaklarından çok uzaklara kadar gidebilirken, yanıcı sıvı buharları ise, çevre sıcaklığı sıvının parlama derecesinin üzerinde olmadıkça çok uzağa gidemezler.<sup>33</sup>

Büyük miktarda ortama parlayıcı ya da yanıcı buhar veren sıvıların kolayca alevlenme tehlikesi, sıvının buharlaşma hızı ile birlikte kaynama ve parlama noktası ile tayin edilmektedir. Sıvının alev alabilirliğini belirleyen fiziksel özelliklerden kaynama noktası; buhar basıncının atmosfer basıncını aştığı zamanki maddenin edindiği ısı değerini ifade etmektedir. Bu ısı

---

<sup>32</sup> National Fire Protection Association (NFPA 30), (2008) Flammable and Combustible Liquids Code.

<sup>33</sup> Özer, M. (1985) Endüstriyel Yangın Tehlikeleri ve Güvenlik Tedbirleri, Özer Yayınları, İstanbul.

değerinde buharlaşma hızı yoğunlaşma hızını geçer ve bu noktada gazın sıvıya dönüşmesinden çok sıvı gaza dönüşür.<sup>34</sup>

Parlama noktası ise; sıvının hava ile yanıcı bir karışım oluşturmaya yetecek kadar buhar çıkardığı en düşük ısı değeridir. Parlama noktası alev alma veya yangın riskinin de bir belirtisi olup, sıvının buharı parlama noktasına ulaştığında bir kıvılcım veya alev tarafından tutuşma meydana gelebilir.<sup>35</sup> Yanıcı ve parlayıcı sıvıların parlama noktası değeri düştükçe, yangın yönünden tehlike riskleri de artmaktadır.<sup>36</sup>

### **5.1. Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvılar İçin Tehlike Sınıflandırılması**

Yanıcı ve parlayıcı sıvıların kullanımı ve depolanmasıyla ilgili riskler, yanan ya da patlayanın esas olarak sıvı değil de parlama derecesinin üzerindeki sıcaklıklara maruz kalmış sıvının çıkardığı yanıcı buharlara göre belirlenmektedir. Bu nedenle yanıcı ve parlayıcı sıvılar parlama noktalarına göre tehlike sınıflarına ayrılmıştır. Bu sınıflandırmalar NFPA 30 (Amerikan Ulusal Yangınla Mücadele Derneği) standardına göre yapılmaktadır ve Dünyada da bu uygulama hâkimdir. 26735 sayılı Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik<sup>37</sup> tarafından yapılan sınıflandırma da NFPA 30'dan alınmıştır.<sup>38</sup>

---

<sup>34</sup> National Fire Protection Association (NFPA 30), (2008) Flammable and Combustible Liquids Code.

<sup>35</sup> Turner, G.P.A. (1988) Introduction to Paint Chemistry and Principles of Paint Technology, Third Edition, London.

<sup>36</sup> Öztop, F ve Uçar, S. (2006) Yangın, Yangının Etkileri ve Yangın Yeri İncelemesi, [http://www.jandarma.tsk.mil.tr/kriminal/turkish%20internet/anasayfa/bilarinde\\_dosyalar/yazilar\\_dosyalar/bilarinde3.doc](http://www.jandarma.tsk.mil.tr/kriminal/turkish%20internet/anasayfa/bilarinde_dosyalar/yazilar_dosyalar/bilarinde3.doc), 15.07.2008.

<sup>37</sup> Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007, İçişleri Bakanlığı ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 27 Kasım 2007, Sayı: 248222, Ankara

<sup>38</sup> National Fire Protection Association (NFPA 30), (2008) Flammable and Combustible Liquids Code.

Bu standarda göre yanıcı ve parlayıcı sıvıların tehlike sınıfları aşağıda verilmiştir.

**Tablo 8: Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvıların Tehlike Sınıfları**

SINIF	PARLAMA NOKTASI	KAYNAMA NOKTASI
<b>Parlayıcı Sıvılar ( Sınıf I)</b>		
<b>Sınıf IA</b>	< 22,8 °C	<37,8 °C
<b>Sınıf I B</b>	<22,8 °C	≥37,8 °C
<b>Sınıf I C</b>	≥22,8 °C ve <37,8 °C	Bütün kaynama Noktaları
<b>Yanıcı Sıvılar</b>		
<b>Sınıf II</b>	≥ 37,8 °C ve <60 °C	-
<b>Sınıf IIA</b>	≥60,0 °C ve < 93 °C	-
<b>Sınıf IIIB</b>	≥ 93 °C	-

## 5.2. Yanıcı Ve Parlayıcı Sıvıların Depolanması

Yanıcı ve parlayıcı sıvıların tehlike sınıflarına göre belirlenen depolama miktar ve şekilleri, Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliğe göre belirlenmiştir.

Bu yönetmeliğe göre yanıcı ve parlayıcı sıvılar, depolama amaçlı yapılmayan binalarda hiçbir şekilde depolanamazlar. Depolama amaçlı kurulmayan ve diğer kullanım alanlarından yangına en az 90 dakika dayanıklı duvar ve döşemeler ile ayrılan ve tali derecedeki işlemlerin yürütüldüğü binalarda yanıcı ve parlayıcı sıvılar, ancak depolama odasında veya 200 °C'de 10 dakika yangına dayanıklı dolap içerisinde depolanabilirler.

Depo binası içinde yanıcı ve parlayıcı sıvıların birlikte depolanması aşağıda verilmiştir.



**Tablo 9: Yanıcı ve Parlayıcı Sıvıların Birlikte Depolanması**

Yanıcı / Parlayıcı Sıvı Sınıf Depolama Yönetimi	Kendi Kaplarında Toplam Miktar (L)	Taşınabilir Tanklarda Toplam Miktar (L)
Sınıf IA+Sınıf IB/2	1.250 + 2.500	0 +3.750
Sınıf IA + Sınıf IC/4	625 + 2.500	0 + 1.250
Sınıf IA + Sınıf II/12	208 + 2.500	0 + 3.333
Sınıf IA + Sınıf IIIA / 40	62,5 + 2.500	0+3.750
Sınıf IA + Sınıf III B/80	31,25 + 2.500	0+3.750

## 6. Alt Patlama Ve Üst Patlama Değerleri

En çok bilinen metan (doğal gaz) ve LPG gibi patlayıcı gazlardır. Bu gazların oksijenle karışıp patlayıcı ortam haline gelmesi ve ufak bir kıvılcım ile ateşlenmesi halinde patlama oluşur. Burada akla gelen soru “acaba, havada en düşük hangi oranda gaz olduğunda patlama tehlikesi oluşur?” sorusudur. Örneğin havada % 1 doğal gaz olduğunda patlama tehlikesi oluşturmaz. Bu oranın %5-6 olması gerekir.

Gazların en düşük patlama sınırına İngilizce sözlerin baş harflerinin kısaltılmışı olan LEL adı verilir. (Lower Explosiv Limit). Aşağıdaki tabloda bazı gazların LEL seviyeleri görülmektedir.

**Tablo 10: Önemli Gazların Alt ve Üst Patlama Sınırları**<sup>39</sup>

Gaz	Formül	Hava ile karışım		Saf oksijenle karışım		Patlama ısısı
		LEL	OEL	LEL	OEL	
Metan	CH <sub>4</sub>	4.4-5.0	15-16,5	4.8	60	595
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.7-2.1	10-10,9	2.0	60	470
Bütan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.4-1.8	9,3-10.6	1.8	57.5	365
Etilen	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2,3-2.9	32,4-33.5	3.0	81.5	425
Benzol	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1,2	8,0			555
Hidrojen	H <sub>2</sub>	4	77	4.0	95.0	560
Asetilen	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,5	78			305

Yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı sıvılar gaz halinde değil ki nesi oksijenle patlama tehlikesi oluşturursun gibi bir soru akla gelebilir. Bilindiği gibi sıvılar ortam sıcaklıklarına bağlı olarak buhar halinde havaya yayılmaktadırlar. İşte bu buhar oksijenle karıştığından tehlike yaratmaktadır. Sıvıların patlama tehlikesi yaratacak oranda havaya buhar yaydıkları ortam sıcaklığına o sıvının PARLAMA NOKTASI (flash point) adı verilir. Gazlardaki LEL ile eşdeğerdir. Aşağıdaki tabloda TS 12820 de verilen bazı sıvıların parlama noktaları görülmektedir.

**Tablo 11: TS 12820 Ye Göre Bazı Parlayıcı ve Yanıcı Sıvılar ve Özellikleri**<sup>40</sup>

	Parllama noktası Flash point		Sınıf	Kaynama noktası Boiling point		Havada asgari Tutuşma sıcaklığı	
	°C	°F		°C	°F	°C	°F
Benzin	-40 ile -46	-40ile -46	IB	38 ile 204	100 ile 400	Yaklaşık 441	Yaklaşık 825
Diesel yakıt	> 55	> 131	II				
Gaz yağı	> 38	> 100	II	151 ile 301	304 ile 574	227	(440)
Antifiriz	110	230	IIIB	149	300		
Fren sıvısı	149	300	IIIB	282	540		

<sup>39</sup> Sarı, M. Kemal, Patlayıcı Ortamlar ve Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektrik Aygıtları Hakkında Genel Bilgi, 2007

<sup>40</sup> "TS 12820 Akaryakıt istasyonları-Emniyet kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

Sıvılar parlama noktalarına göre tehlike sınıflarına ayrılmaktadır. Aşağıdaki tablolarda tehlike sınıfları ve bu sınıflara giren örnek sıvılar verilmiştir.

**Tablo 12: Yanıcı Sıvıların Tehlike Sınıfları ( Hazard Class )**

SINIF (class)	Parlama noktası (flash point)		Kaynama noktası (boiling point)	
IA (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf < 73 °F	Tb < 37.8 °C	Tb < 100 °F
IB (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf < 73 °F	Tb > 37.8 °C	Tb > 100 °F
IC (parlayıcı)	Tf > 22.8 °C	Tf > 73 °F	Tb < 37.8 °C	Tb < 100 °F
II (yanıcı)	37.8 °C < Tf < 60°C	100 °F < Tf < 140 °F	II	
IIIA (yanıcı)	60 °C < Tf < 93 °C	140 °F < Tf < 200 °F	IIIA	
IIIB (yanıcı)	Tf > 93 °C	Tf > 200 °F	IIIB	

**Tablo 13: Yanıcı Sıvıların Tehlike Sınıflarına Tipik Örnekler**

IA	Dietil eter, etilen oksit, bazı hafif ham petroler
IB	Araba ve uçak benzinleri, toluen, lakuer, lakuer tiner
IC	Kırsilen, bazı boyalar, solvent tabanlı bazı çimentolar
II	Mazot (diesel yakıtı), boya tineri
IIIA	Evlerde kullanılan yakıtlar, fuel oil ve kalorifer yakıtı gibi
IIIB	Yemeklik yağlar, yağlama yağları ve motar yağları

## 7. PROSES UYGULAMALARI

### 7.1. TS 60079 Standardı

Bu standart yanıcı gaz veya buhar risklerinin meydana gelmesi ihtimali olan tehlikeli bölgelerde kullanılan cihazların uygun şekilde seçilmesini ve kurulmasını sağlamak amacıyla söz konusu tehlikeli bölgelerin sınıflandırılmasını kapsar.<sup>41</sup>

Bu standart normal atmosfer şartlarında (*Atmosfer şartları, 101,3 kPa (1013 mbar) ve 20 °C (293 K) referans seviyelerinin üstünde veya altındaki değişimleri kapsayabilir. Ancak, bunun için söz konusu değişikliklerin yanıcı malzemelerin patlama özellikleri üzerindeki etkisinin ihmal edilebilecek kadar az olması gerekir*) hava ile karışmış durumdaki yanıcı gaz veya buharın varlığından dolayı patlama riski bulunan yerlere uygulanır; ancak, aşağıdakilere uygulanmaz:

- a) Grizu gazına maruz maden ocakları,
- b) Patlayıcı madde işleme ve imalat işleri,
- c) Patlayıcı toz veya elyafın varlığından dolayı risk oluşabilen bölgeler,
- d) Bu standartta ele alınan anormallik kavramının ilerisindeki felakete yol açan arızalar (*Bu bağlamda felakete yol açan arızalara örnek olarak proses kabının veya boru hattının yarılması ve tahmin edilemeyen olaylar gösterilebilir*),
- e) Tıbbi amaçlarla kullanılan odalar,
- f) İçinde bulunan yanıcı buğunun tahmin edilmesi mümkün olmayan risklere yol açabileceği özel değerlendirme gerektiren bölgeler,

---

<sup>41</sup> “TS 3491 EN 60079-10 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar- Bölüm:10 Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

g) Meskenler.

Bu standartta dolaylı olarak meydana gelen hasarlar dikkate alınmamıştır.

Tarifler ve açıklamalar tehlikeli bölge sınıflandırmasına ilişkin ana prensiplerle ve prosedürlerle birlikte verilmiştir.

Belirli sanayilerde veya uygulamalarda tehlikeli bölgelerin kapsamıyla ilgili detaylı tavsiyeler için söz konusu sanayilere ve uygulamalara ilişkin kurallara bakılmalıdır.

## 7.2. Kimyasal Depolama Alanı

Tablo 14: Kimyasal Depolama Alanı



**Tablo 15: Çalışan Bilgileri**

	Adı Soyadı	Görev Sorumluluk Tanımı	İşveren
Bölüm Sorumlusu			
Mühendis (ler)			
Tekniker (ler)			
Operatör (ler)			
Usta Başı			

**Tablo 16: Faaliyet Bilgileri**

İş Akışına göre bölümde yürütülen faaliyetlerin Özeti	İmalathanede kullanılan kimyasal maddelerin depolandığı bölümdür.					
Bölümde yürütülen faaliyetler ve önemli proses bilgileri burada belirtilecektir.						
<b>Kullanılan Kimyasal Madde (ler)</b>	Raku-Tool Eh-2900 , Raku-Tool Eh-2901-1, Raku-Tool Eh-2950, Raku-Tool Eh-2901, Raku-Tool Eh-2200, Raku-Tool MB-0670, Duratek 1000, Ren Hv 427-1 Bd 10 kg Q4, Renpaste SV 4503-1 BD 28 kg Q4, Renpaste SV 4503-1 BD 28 Kg Q4, Renpaste SV BD 36 Kg Q4, Renpaste SV 427-2 BD 10 Kg Q4, Ren HV 36 BD 10 Kg Q4, Ren Hy 956 Bd 25 Kg Q4, SC 175 Durcisseur, SC 175 Resine, Epolam 2010 Resine, REn Hv 4503-1 BD 28 Kg Q4, Renlam M-1,Eps (Expanded Polistiren), Prolab 65, Renshape Bm 70 US,					
<b>BÖLGE SINIFI</b>	Bölge 0	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 20	Bölge 21	Bölge 22
Gerekçeleri (Bu bölümde yer alan tablolarda ki veriler doğrultusunda nedenini açıklayınız.	<b>Bölge 0:</b> Kimyasal kapların iç kısmı <b>Bölge 1:</b> Kimyasal kaplarından itibaren odanın iç sınırları içinde kalan alan. <b>Bölge 2:</b> Kimyasal depolama alanı kapısı ile dışındaki 1 metre arasındaki çevre alan					

Tablo 17: Kimyasal Depo Kullanım Alanları

Depolanan Kimyasal Maddeler / Tehlike Grupları				
Kimyasal Adı	Sağlık / Risk Sembolü	Açıklama	Miktar (Ton/Yıl)	Kullanım Aralığı
RAKU-TOOL EH-2900	R21	Cilt ile temasında zararlıdır		
	R34	Yanıklara neden olur.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R52/53	Sucul organizmalar için zararlı, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve doktora başvurun.		
	S45	Kaza halinde veya kendinizi iyi hissetmiyorsanız hemen bir doktor başvurun (mümkünse etiketi gösterin).		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçının. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun		
	S36/37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		



RAKU-TOOL EH-2901-1	R34	Yanıklara neden olur.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R21/22	Cilt ile temasında ve yutulduğunda sağlığa zararlıdır.		
	R26	Solunması halinde çok toksiktir.		
	R28	Yutulması halinde çok toksiktir		
	R45	Kansere neden olabilir.		
	R36/37/39	Gözleri, solunum sistemini ve cildi tahriş edicidir		
RAKU-TOOL EH-2950	R21	Cilt ile temasında zararlıdır		
	R34	Yanıklara neden olur.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R52/53	Sucul organizmalar için zararlı, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve doktora başvurun.		
	S45	Kaza halinde veya kendinizi iyi hissetmiyorsanız hemen bir doktor başvurun (mümkünse etiketi gösterin).		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçının. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		
	S36/37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		

RAKU-TOOL EH-2901	R34	Yanıklara neden olur.		
	R37	Solunum sistemini tahriş eder.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R62	Doğurganlığı azaltma olası riski.		
	R21/22	Cilt ile temasında ve yutulduğunda sağlığa zararlıdır.		
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın.		
	S45	Kaza halinde veya kendinizi iyi hissetmiyorsanız hemen bir doktor başvurun (mümkünse etiketi gösterin).		
	S36/37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın.		
RAKU-TOOL EL-2200	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R36/38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir .		
	R51/52			
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve göz doktorunuza başvurunuz.		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçınin. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		
	S36/37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		

REN HV 427-1 BD	R36/38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R52/53	Sucul organizmalar için zararlı, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve doktora başvurun.		
	S37/39	Uygun koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın.		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçının. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		
REN PASTE SV 4503-1 BD	R36/38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R51/53	Sucul organizmalar için toksik, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın.		
	S36/37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçının. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		

<b>RENPA STE SV 36 BD</b>	R 36/38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R 43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R 51/53	Sucul organizmalar için toksik, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	R 36/38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R 43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R 51/53	Sucul organizmalar için toksik, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
<b>Renpaste SV 427-2 BD 10 Kg Q4</b>	R36 / 38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R 43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R 51 / 53	Sucul organizmalar için toksik, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın.		
	S37/39	Uygun koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın.		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçınin. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		
<b>Ren HV 36 BD 10 Kg Q4</b>	R 36 / 38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın.		
	S37 / 39	Uygun koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın.		

<b>Ren Hy 956 Bd 25 Kg Q4</b>	R38	Cildi tahriş eder.		
	R41	Gözde ciddi hasar riski.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R 52 / 53	Sucul organizmalar için zararlı, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve doktora başvurun.		
	S36 /37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçının. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		
<b>SC 175 Durcisseur</b>	R34	Yanıklara neden olur.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	S20	Kullanım sırasında yemeyin veya içmeyin.		
	S26	Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve doktora başvurun.		
	S 27 /28	Cilt ile teması halinde, bulaşan giysiyi hemen çıkarın ve bol miktarda ..... (üretici tarafından belirlenir) ile hemen yıkayın		
	S36/37/39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		
	S45	Kaza halinde veya kendinizi iyi hissetmiyorsanız hemen bir doktor başvurun (mümkünse etiketi gösterin).		
	S60	Bu maddeyi ve kabını tehlikeli atık olarak bertaraf edin/ettirin.		

<b>Ren Hv 4503-1 BD 28 Kg Q4,</b>	R 36 /38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R22	Yutulması halinde zararlıdır		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın.		
	S36 / 37 / 39	Uygun koruyucu giysi, koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın		
<b>Renlam M-1</b>	R 36 / 38	Gözleri ve cildi tahriş edicidir.		
	R 43	Cilt ile temasında hassasiyet oluşturabilir.		
	R 51 / 53	Sucul organizmalar için toksik, sucul ortamda uzun süreli ters etkilere neden olabilir.		
	S28	Cilt ile temasında derhal bol ..... (üretici tarafından belirlenir) ile iyice yıkayın.		
	S37 / 39	Uygun koruyucu eldiven, koruyucu gözlük/maske kullanın.		
	S61	Çevreye salıverilmesinden kaçının. Özel kullanım talimatına/Güvenlik Bilgi Formuna başvurun.		
<b>Eps (Expanded Polistiren)</b>	MSDS' de belirten hususa göre; Herhangi bir sınıflandırmaya gerek yoktur.			
<b>Prolab 65</b>				
<b>Renshape</b>	Tehlikeli madde etiketi gerektirmez.			
<b>Bm 70 US,</b>	Tehlikeli madde etiketi gerektirmez			

### Kimyasal Depolama Alanı Hesabı;

Depo alanı;

En =3m

Boy=6m

Yükseklik =3 m

$$dV_0 = 3 \cdot 6 \cdot 3 = 54 \text{ m}^3$$

Rüzgar hızı=0,05 m/sn

Değerlendirilen hacimden geçen toplam temiz hava akış hızı;

En(m)\*Boy(m)\*Rüzgar Hızı (m/sn)

$$3\text{m} \cdot 6\text{m} \cdot 0,05\text{m/sn} = 0,9 \text{ m}^3/\text{sn}$$

Bir saatte hareket eden hava kütlesi;

$$\frac{dV_0}{dT} = 0,9 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}} * \frac{3600 \text{ sn}}{1 \text{ saat}} = 3240 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}}$$

Depo içinde bulunan 2-Butonon kaza sonucu etrafa dökülmektedir. Kabının delinmesi sonucunda etrafa 0,6 ml'lik damlalarla 2 dakika' da tahmini 165 damla ortama yayılıyor. Yayılma alanı 30 cm uzunluğunda 48 cm genişliğindedir. Yoğunluk:0,8050 g/cm<sup>3</sup>

NOT: Yere dökülen 2-Butonon 'nün kapladığı alan;

$$A = 30\text{cm} \cdot 48\text{cm} = 1440\text{cm}^2$$

2-Butonon formülü = C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O (keton tipi aktif bir organik solventtir. Fenolik, alkid, vinil reçine içeren sistemlerde,

**Selülozik sistemlerde;** boya sökücülerde ve yapıştırıcılarda kullanılır. Ayrıca yiyecek ve içecek endüstrisi için profesyonel temizlik ve bakım ürünlerinde de kullanımı vardır. )

$$\text{Molekül ağırlığı} = 4 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 72$$

$$\text{Buhar yoğunluğu} = 2,49$$

$$\text{Ortam sıcaklığı} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Buharlaştırma ısısı} = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$LEL_v = 1,4$$

$$\varphi_{\text{Butanon}} = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

$$V_0 = 54 \text{ m}^3$$

Boşalma Ana olduğu için  $k=0,25$

$$f = 5 \text{ (Kötü havalandırma)}$$

Bir saatte hareket eden hava kütlesi;

$$\frac{dV_0}{dT} = 0,9 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}} * \frac{3600 \text{ sn}}{1 \text{ saat}} = 3240 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}}$$

Birim zamandaki hava değişim sayısı;

$$C = \frac{dV_0 / dT}{V_0} = \frac{32400 \text{ m}^3 / \text{saat}}{54 \text{ m}^3} = 60 \frac{\text{defa}}{\text{saat}}$$

$$C = 60 \frac{\text{defa}}{\text{saat}} * \frac{1 \text{ saat}}{3600 \text{ sn}} = 0,017 \frac{\text{defa}}{\text{sn}}$$

(Çok kötü olduğu için saatte değişimi)



Clausius Clapeyron denklemi; sıvının buhar basıncı üzerine sıcaklığın etkisini gösteren denklemdir.

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = - \frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln P_2 = \ln P_1 - \frac{\Delta H_b}{R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

$$\Delta H_b = 79,59 \text{ kJ/mol}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} = 101325$$

$$\ln P_1 = 11,512$$

$$\ln P_2 = 11,512 - \frac{79509 \text{ J/mol}}{8314,5 \text{ J/(mol/K)}} \left( \frac{306 - 298}{306 * 298} \right)$$

$$\ln P_2 = 10,672$$

$$P_2 = e^{10,672} = 43,131 \text{ Pa}$$

Yüzeysel Buharlaşmayı bulmak için;

$$Q_{\text{yüzeyde buharlaşma}} = \frac{dG}{dT} = \frac{M * A * K * P_2}{R * P_2}$$

$T_2$  = Ortam Sıcaklığı

M= Molekül ağırlığı

A= Yüzey alanı (Buharlaşmanın olduğu yüzey alanı)

K= Sıvının buharlaşma hızı

$$K = 8,3 * 10^{-3} * \sqrt{\frac{m_{SU}}{m_b}}$$

$m_{SU}$  = Suyun molekül ağırlığı

$$K = 8,3 * 10^{-3} * \left(\frac{18}{72}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$K = 5,22 * 10^{-3} \frac{m}{sn}$$

Birim zamanda buharlaşma miktarı için;

$$\frac{dG}{dT} = \frac{72 * (144 * 10^{-3}) * (5,22 * 10^{-3}) * 43131}{8314,5 * 306}$$

$$\frac{dG}{dT} = 9,174817 * 10^{-4} \frac{kg}{sn} \text{ ( birim zamanda buharlaşan kütle)}$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * M * LEL_v$$

$$= 0,416 * 10^{-3} * 72 * 1,4$$

$$= 0,419 \frac{kg}{mol}$$

$$(dV/dt)_{min} = \frac{(dG/dt)_{max}}{k * LEL_m} * \frac{T}{273 + 25}$$

$$= \frac{9,174817 * 10^{-4} * 306}{0,25 * 0,419 * 298} = 0,08993 \frac{m^3}{sn}$$

$V_z$  teorik hacminin tahmin edilmesi;

$$V_z = \frac{f * (dV/dt)_{min}}{c} = \frac{5 * 0,08993}{0,017} = 26,45$$

$$V_z = 26,45$$

26,45 < 0,1 (Yüksek havalandırma (VH))

$V_z < 0,1$  Yüksek havalandırma (VH)

$0,1 < V_z < V_0$  Orta havalandırma (VM)

$V_z > V_0$  Düşük havalandırma (VL)

$0,1 < 26,45 < 54 \implies$  Orta havalandırma (VM)

$V_z$  teorik hacmi ile tehlikeli bölge ebatları arasındaki ilişki;

3m \* 6m \* 3m (oda ölçüleri m= metre) ebatlarına sahip odada teorik  $V_z$  hacmi  $V_0$  hacminden küçüktür. Ayrıca, kalıcılık süresi de uzundur.

Bu kriterlere dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi orta olarak alınabilir.

Havalandırmanın kullanılabilirliğinden bağımsız olarak bu bölge Kuşak 1, hatta Kuşak 2 olarak sınıflandırılabilir. Ya kaçak hızını azaltacak veya havalandırmayı mahalli çekişle büyük ölçüde iyileştirecek tedbirlerin alınması gereklidir.

**Tablo 18: Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkileri**

Boşalma derecesi	Havalandırma Derece						
	Yüksek			İyi	Orta		Düşük
	İyi	Orta	Kötü		Orta	Kötü	İyi, orta veya kötü
Sürekli	(Kuşak 0 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 2 <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 1 <sup>a</sup>	Kuşak 0	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0
Ana	(Kuşak 1 NE) Tehlikesiz	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	Kuşak 1	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 veya Kuşak 0 <sup>c</sup>
Tali <sup>b</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 1 ve Kuşak 0 <sup>c</sup>

**Not – “+” etrafında anlamına gelmektedir.**

<sup>a</sup> Kuşak 0 NE, Kuşak 1 NE ve Kuşak 2 NE normal şartlarda ihmal edilebilir yayılma sınırına sahip teorik kuşakları gösterir.

<sup>b</sup> Tali boşalma tarafından oluşturulan Kuşak 2 bölgesi ana veya sürekli boşalma derecelerine atfedilebilecek olanı aşabilir. Bu durumda daha büyük olan mesafe kullanılmalıdır.

<sup>c</sup> Eğer pratike havalandırma çok zayıf ve yayılma sürekli gaz ortamı oluşacak şekilde ise (havalandırma yok durumuna yaklaşık ise) Kuşak 0 kullanılır.

### Kalıcılık zamanı t' nin tahmin edilmesi;

$$t = \frac{f}{C} \ln \frac{LEL_v * k}{X_0}$$

$$t = \frac{5}{0,017} \ln \frac{1,4 * 0,25}{100}$$

$$t_{kalıcı} = 1663,23 \text{ saniye}$$

$$t_{kalıcı} = 27,7205 \text{ saat yüzeyden sürekli olarak yayılır.}$$

### Basınç Dalgası Enerjisi Hesaplaması

2-Butanol kimyasalı tesis günde maksimum 10 kg'lık kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Hesap yapılırken 2-Butanol gazı kütlesinin % 50 sinin yanıcı buhar kütlesi olarak ortamda bulunduğu ve patlamanın gazının kabında gerçekleştiği ve bir patlama anında hepsinin aynı anda patladığı kabul edilmiştir.

Basınç dalgası enerjisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$E = a \Delta H_c m_f$$

Eşitlikte E Basınç dalgası enerjisini (kJ), çözünme oranını (%100 kabul edilmiştir= 1),  $\Delta H_c$  yanma ısını,  $m_f$  açığa çıkan yanıcı buhar kütlesini (Bütün asetilen gazı kütlesinin yaklaşık %50 i kabul edilmiştir) yani  $10 * 0,5 = 5$  kg yanıcı buhar kütlesini göstermektedir.

1 mol 2-Butanol yanma ısı;79,59 KJ/mol'dür.

1 mol 2-Butanol 72 gr' dır.

72 gr 2-Butanol çıkardığı yanma ısı 79,59 KJ/mol ise

1 kg 2-Butanol çıkardığı yanma ısı  $x = 1105410$  kJ/kg' dır.

$$E = 1x 1105410 \text{ kJ/kg} x 5\text{kg} = 5527050 \text{ kJ}$$

Yapılan basınç dalgası enerjisi hesabından sonra basınç dalgası enerjisi 5527050 kJ olarak bulunmuştur.

### **TNT Kütle Eşdeğer Hesabı**

Genellikle patlama ile ilgili hesaplamalarda patlayıcının cinsi ne olursa olsun oluşabilecek basınç dalgası enerjisi hesaplandıktan sonra bu enerji TNT eşdeğer cinsine dönüştürülmektedir. Bulunan yüksek basınç enerjisini TNT cinsine dönüştürmek için TNT eşdeğer kütle hesabı uygulanmalıdır. Bu hesaplama aşağıda gösterilmiştir.

$$W_{TNT} = E/4500$$

Eşitlikte;  $W_{TNT}$  = TNT ağırlığı (kg), E= Basınç dalgası enerjisini (kJ) (TNT eşdeğer enerjisi) ifade etmektedir.

$$W_{TNT} = 5527050\text{Kj} / 4500 = 1228,23 \text{ kg TNT}$$

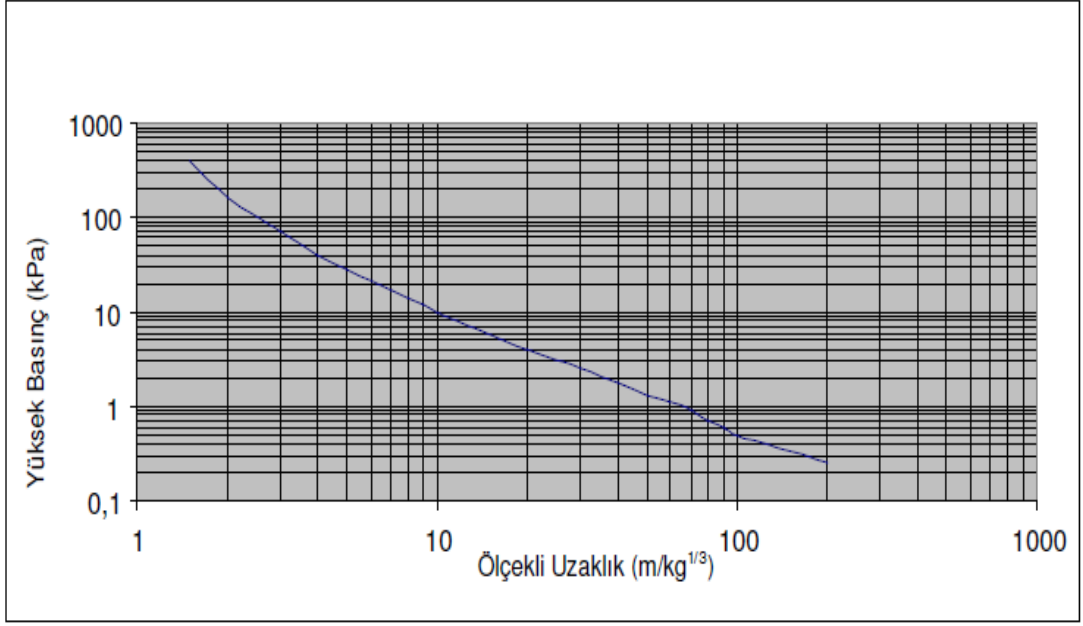
Yapılan hesap sonucu patlama sonucunda 1228,23 kg TNT ye eşdeğer bir enerji ortaya çıkacaktır.

### **2-Butanol İçin Patlama Sonrası Tepe Basınç Hesabı**

Belirtilen ölçekli uzaklık ( $Z_e$ ) belirleme formülü kullanılarak  $Z_e$  değerleri bulunmuş ve bu  $Z_e$  değerleri ile şekil 9 kullanılarak yüksek basınç değerleri bulunmuştur. Bu yüksek basınç değerlerinin verebileceği hasarlar Tablo 4 gösterilmiştir. Yüksek basıncın verebileceği Tablo 4 (Yüksek basınç ve verebileceği hasar) kullanılarak tespit edilmiştir.

$$Z_e = \frac{r}{m_{TNT}^{1/3}}$$

Not:  $Z_e$  değerleri Excell ile hesaplanmıştır.



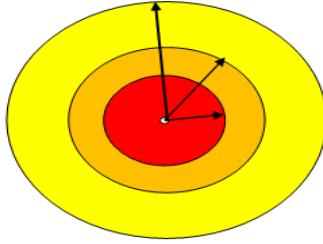
Şekil 9: Yüksek Basınç ve Ölçekli Uzaklık Arasındaki Korelasyon (Crowl et al.,1990)

**Tablo 19: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

<b>M<sub>TNT</sub>= 1228,2 kg TNT</b>					
<b>UZAKLIK r</b>	<b>mTNT</b>	<b>Ze= r/(mTNT)^(1/3)</b>	<b>Yüksek Basınc (kPa)</b>	<b>Yüksek Basınc (PSi)</b>	<b>HASAR</b>
<b>10</b>	1228,2	<b>0,933770393</b>	1000	145,0368394	Binalar Tamamen yıkılır.
<b>20</b>	1228,2	<b>1,867540786</b>	150	21,7555259	Binalar Tamamen yıkılır.
<b>30</b>	1228,2	<b>2,801311179</b>	70	10,15257876	Binalar Tamamen yıkılır.
<b>40</b>	1228,2	<b>3,735081572</b>	40	5,801473574	Hemen hemen bütün bina yıkılır.
<b>50</b>	1228,2	<b>4,668851965</b>	30	4,351105181	Depolama tankları zarar görebilir.
<b>60</b>	1228,2	<b>5,602622358</b>	25	3,625920984	Depolama tankları zarar görebilir.
<b>70</b>	1228,2	<b>6,536392751</b>	20	2,900736787	Ciddi yapısal hasarlar için alt sınır.
<b>80</b>	1228,2	<b>7,470163144</b>	15	2,17555259	Ciddi yapısal hasarlar için alt sınır.
<b>90</b>	1228,2	<b>8,403933537</b>	13	1,885478912	Güçlendirilmiş beton çökebilir.
<b>100</b>	1228,2	<b>9,33770393</b>	12	1,740442072	Binaların çelik kısımları hafifçe eğilebilir.
<b>110</b>	1228,2	<b>10,27147432</b>	10	1,450368394	Binaların çelik kısımları hafifçe eğilebilir.
<b>120</b>	1228,2	<b>11,20524472</b>	8	1,160294715	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
<b>130</b>	1228,2	<b>12,13901511</b>	7	1,015257876	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
<b>220</b>	1228,2	<b>20,54294865</b>	4	0,580147357	Bina yapısında küçük hasarlar olabilir.
<b>330</b>	1228,2	<b>30,81442297</b>	2,5	0,362592098	%95 oranında ciddi kısımları hafifçe eğilebilir.
<b>430</b>	1228,2	<b>40,1521269</b>	1,8	0,261066311	Cam kırılması için sınır değer.
<b>540</b>	1228,2	<b>50,42360122</b>	1,2	0,174044207	Cam kırılması için sınır değer.
<b>650</b>	1228,2	<b>60,69507555</b>	1,1	0,159540523	Cam kırılması için sınır değer.
<b>750</b>	1228,2	<b>70,03277948</b>	0,8	0,116029471	Güçlü ses ortaya çıkabilir.
<b>1080</b>	1228,2	<b>100,8472024</b>	0,5	0,07251842	Güçlü ses ortaya çıkabilir.

**Tablo 20: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

SARI ALAN	$a \geq 1,0$ psi Binalarda kısımlar yıkılabilir.	650 metre
TURUNCU ALAN	$b \geq 3,5$ psi Depolama tankları zarar görebilir.	220 metre
KIRMIZI ALAN	$c \geq 80$ psi binalar tamamen yıkılır.	18 metre



**Şekil 10: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Şekil 10'da patlama sonrasında çeşitli mesafelerde meydana gelecek tepe basınç seviyelerini gösterilmektedir. Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 30 metrelik bir alan içerisinde bulunan tüm binalar ve yapılar tamamen yıkılmaktadır. 100 metre içerisinde bulunan binaların çelik kısımları patlamanın basınç etkisiyle zarar görebilir. 100 metre ile 330 metre arasında bulunan yapılarda ise %95 oranında ciddi hasar olmaz. 430 metre yakında bulunan binaların camları kırılabilir ve patlamadan olayı oluşan ses 750 metre uzaklıktan güçlü olarak duyulabilmektedir.

#### **Gürültü hesabı için;**

Aşağıdaki denklem ile 140 dB mesafeyi tahmin etmek için kullanılabilir. Hangi mesafeye göre ses elde edilmesi beklenebilir;

$D = 215 (M_{exp})^{1/3}$	D= mesafe (metre)
	$M_{exp}$ = Patlayıcı kütle (kg)



$$D=215*1,2283^{(1/3)}$$

$$D=230,25 \text{ metre}$$

**Tablo 21: Tehlikeli Bölge Sınıflandırması**

<b>Kuşağın Tipini Ve Yayılma Sınırlarını Tetikleyen Esas Faktörler</b>		
<b>PROSES</b>	<b>Kimyasal Depolama Alanı</b>	
<b>HAVALANDIRMA</b>	<b>GENEL</b>	<b>POMPA ÇUKURU</b>
Tip	Doğal Havalandırma	Yok
Derece	İyi	
Kullanılabilirlik	Orta	
<b>BOŞALMA KAYNAĞI</b>		<b>BOŞALMA DERECEŚİ</b>
Pompa mekanik keçesi	Yok	
<b>ÜRÜN</b>		
Parlama noktası		
Buhar yoğunluğu		
<b>Not: Boşalma kaynağından her yönde 1 metre</b>		
<b>Kuşak 2 NE bölgesindedir.</b>		

### 7.3. Boyahane

Tablo 22: Boyahane Alanı



**Tablo 23: Çalışan Bilgileri**

	Adı Soyadı	Görev Sorumluluk Tanımı	İşveren
Bölüm Sorumlusu			
Mühendis (ler)			
Tekniker (ler)			
Operatör (ler)			
Çalışan			

**Tablo 24: Faaliyet Bilgileri**

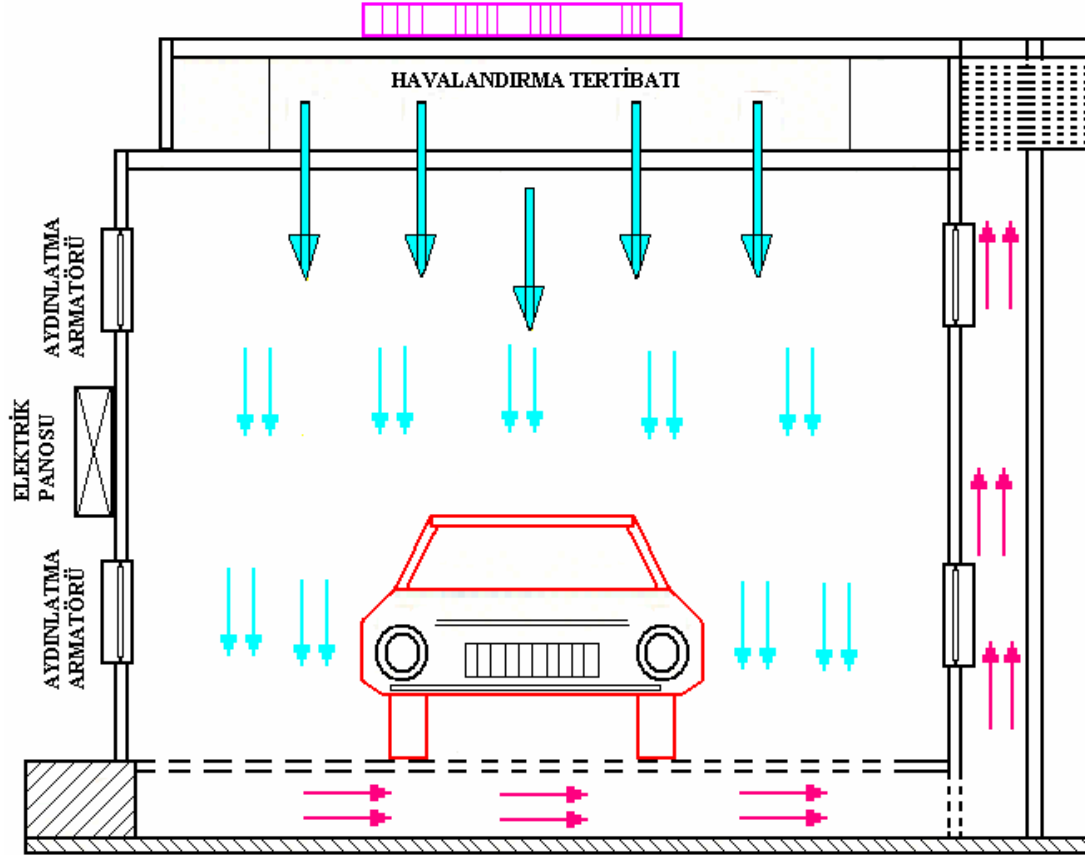
İş Akışına göre bölümde yürütülen faaliyetlerin özeti					
Bölümde yürütülen faaliyetler ve önemli proses bilgileri burada belirtilecektir.					
<b>Kullanılan Kimyasal Madde (ler)</b>					
<b>BÖLGE SINIFI</b>	Bölge 0	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 20	Bölge 2
Gerekçeleri (Bu bölümde yer alan tablolarda ki veriler doğrultusunda nedenini açıklayınız.)	<b>Bölge 0:</b> Yaş boyama odası içerisindeki kapalı alan içinde yaş boyama yapılan kısım <b>Bölge 1:</b> Yaş boya odası içinde boyama yapılan kısım dışındaki 1.5 metrelik dış alan <b>Bölge 2:</b> Yaş boyama alanının 1.5 metreden sonraki diğer alan				
<b>BÖLGEDE ALINAN ÖNLEMLER:</b>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Boyahaneye giriş-çıkış yalnızca çalışacak kişilerin gireceği şekilde sınırlandırılmıştır.</li><li>• Çalışan kişilerin maruziyetini azaltmak için gerekli kişisel koruyucuların ( Koruyucu elbise, yarım yüz gaz maskesi, eldiven, koruyucu gözlük) kullanılması zorunlu hale getirilmiştir.</li><li>• Ayrıca statik elektrik oluşumunu engellemek için çalışanların ayaklarına giymeleri için anti statik özelikte ayakkabı giymeleri sağlanmıştır.</li><li>• Bölümde bulunan tüm makine sprey boyama cihazlarının gövde topraklamaları sağlanmıştır.</li><li>• Çalışanlara işe başlamadan önce kaynaklanabilecek patlamalar ve bölümde oluşabilecek diğer tehlikeli durumlar hakkında bilgilendirme yapılmıştır.</li><li>• Boya yapmak üzere kabine giren herkesin üzerindeki statik elektriği boşaltmak için topraklama levhası girişte asılmış ve işe başlamadan önce kullanımı sağlanmıştır.</li><li>• Kabin içerisinde kullanılan tüm aydınlatmalar exproof özellikte yaptırılmıştır.</li></ul>					

## Havalandırma

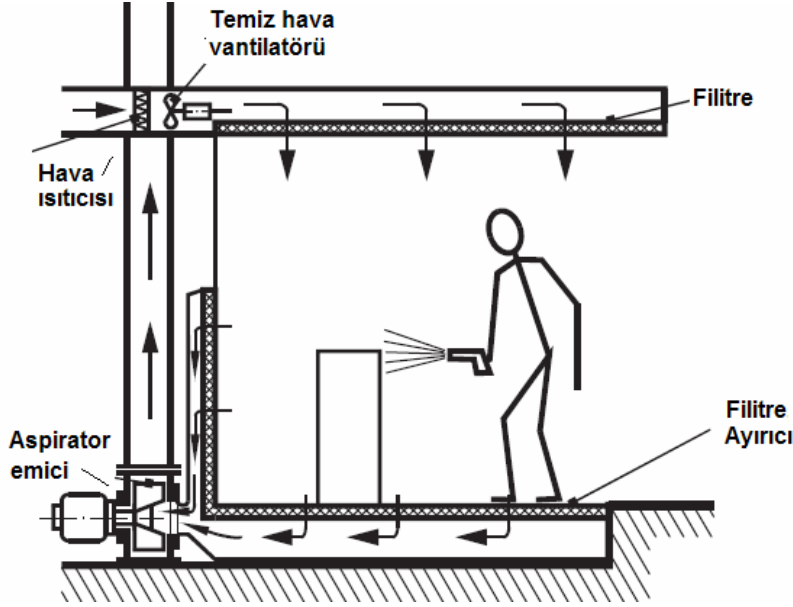
Boya haneler sağlık yönünden olduğu gibi patlamaya karşı alınacak emniyet tedbirleri açısından da iyi bir şekilde havalandırılması gerekmektedir. Boya veya tiner buharı alta çöktüğünden, havalandırma, patlayıcı buharı alttan alıp götürecektir (süpürecek) şekilde tasarlanmıştır.

Aşağıdaki resimde görüleceği gibi hava akışı yukarıdan aşağıya doğru olmalıdır.

Basınçlandırılarak dışarı atılan boya veya tiner buharı havalandırmayı gerçekleştiren elektrik motoru üzerinden geçmemektedir. Bu nedenle elektrik motoru, havayı emme değil hava basma tarafından yapılmaktadır.



Şekil 11: Bir Boya Kabininin Havalandırılması Kesit Görünüş Ve Havalandırma Yönü



**Şekil 12: Açık Boya Kabini**

ZON tanımı, kullanılan boya ve tiner maddesinin parlama noktasına göre yapılmaktadır. Parlama noktası düşük olan kimyasallar çok daha tehlikelidirler. Bu tanımlamalarda 21 °C baz alınmakta ve tanımlamalar aşağıda görüleceği gibi buna göre yapılmaktadır.

a) Parlama Noktası < 21 °C Altında

-Boya Kullanılan Boya Haneler

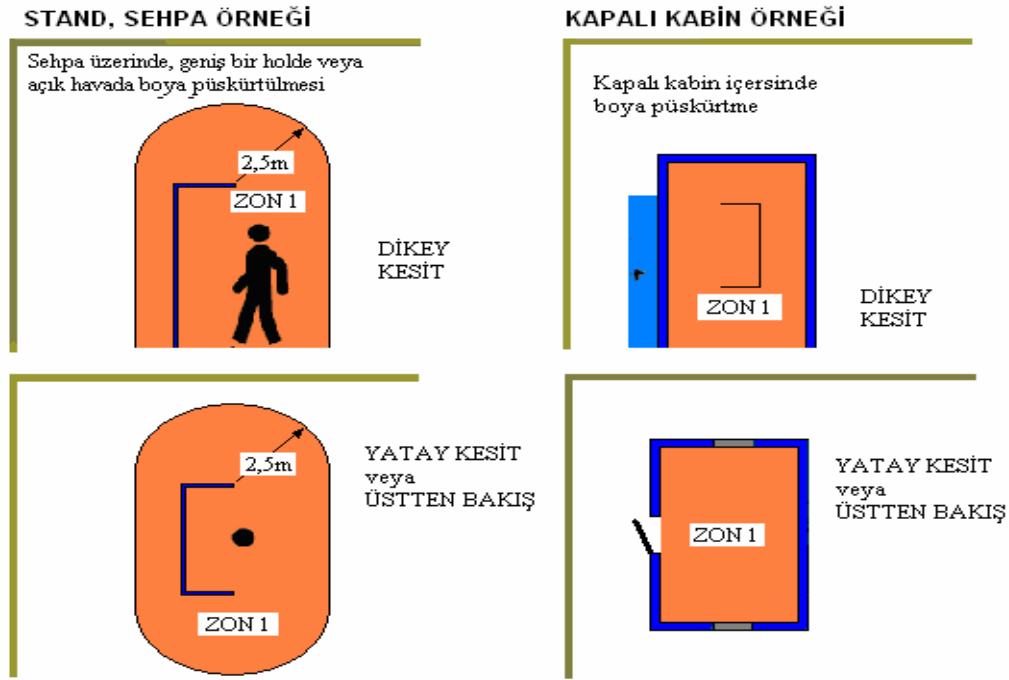
Eğer boya hanede parlama noktası 21 °C'nin altında olan boyalar kullanılıyor ise, uyulması gereken tehlike bölgeleri aşağıdaki resim de gösterilmiştir.

Bu gibi durumlarda boyanacak nesnenin 2.5 metre etrafı tehlike bölgesi 1 ( Zon 1) ve 6 metre etrafı da tehlike bölgesi 2 (Zon 2) olarak alınmaktadır.

Parlama noktası 21 °C'nin üstünde olmasına rağmen ön ısıtma ile boya atılıyor ise aynı şartlar geçerlidir. Bu gibi boya hanelerde kategori 2 sertifikalı exproof aletler kullanılır.

Boyama kapalı bir kabinde yapıldığından kabinin içi tehlike bölgesi 1 olarak kabul edilir.

Bu mesafeler bir öneridir. İsteyen emniyet mesafelerini artırır veya eksiltebilir. Uygulama durumuna göre bazı kısıtlamalar, işletmeci tarafından yapılabilir. Aşağıdaki örnek Alman uygulamalarından alınmıştır.



Şekil 13: Boya Kabinindeki Tehlike Sınıfları

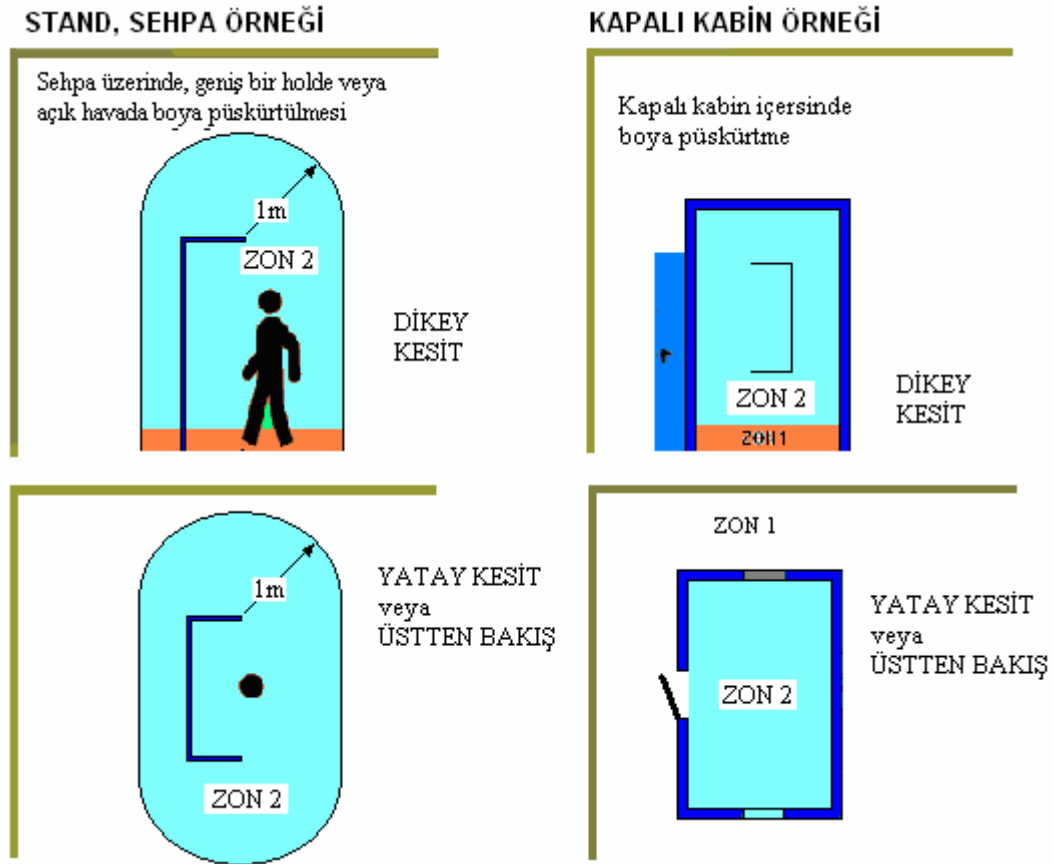
b) Parlama Noktası > 21 °C Üzerinde

Boya Kullanılan Boya Haneler

Parlama noktası 21 °C üzerinde olan boya ve tinerler kullanıldığı takdirde uyulması gereken tehlike bölgeleri aşağıdaki resimdeki gibidir. Tiner ve boya buharları dibe çöktükleri için zeminden 30 cm yukarısı tehlike bölgesi 1 (Kuşak 1, Zon 1) olarak kabul edilmiş olup, bu kesime elektrikli herhangi bir alet sokulmaz, gerekiyor ise 30 cm yüksekliğinde bir sehpa üzerinde getirilir. Buna rağmen tehlike bölgesi 1 de elektrikli alet kullanılmak isteniyor

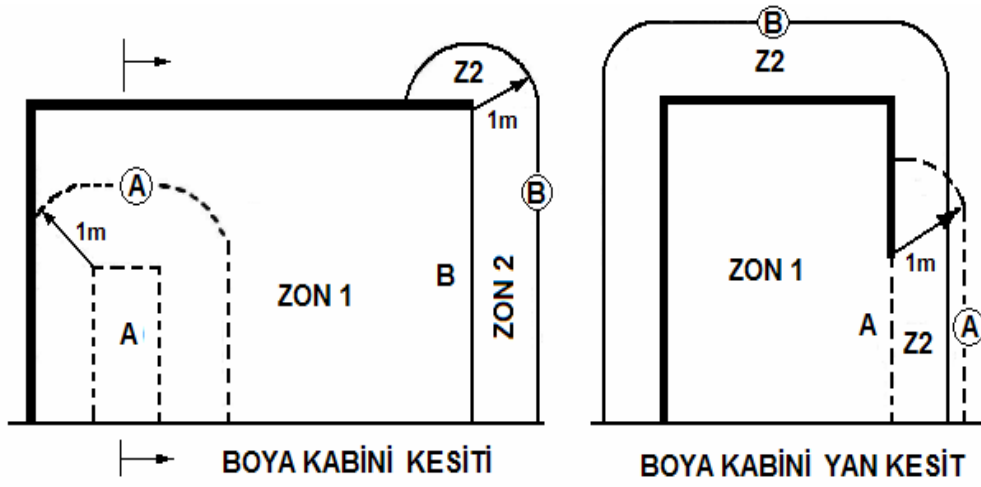
ise “exproof kategori 2 sertifikalı” olmak zorundadır. Bu tip boya hanelerin diğer kısımları tehlike bölgesi 2 (kuşak 2, zon 2) olarak kabul edilmekte olup, kullanılan elektrik aletlerinin exproof kategori 3 belgeli olmaları yeterli olmaktadır. Açıkta boya püskürtülüyor ise boyanan parçanın 1 metre etrafı zon 2, yukarısı ise temiz bölge olarak kabul edilir. Kapalı bir kabinde boya atılıyor ise boyanan parçanın 2.5 m üstü temiz bölge olarak kabul edilmektedir. Bazı kaynaklar kapalı kabinin tamamını Zon 2 olarak tanımlamaktadır.

Bazı kaynaklar yerden 30 cm yüksekliği ayırmamakta boya kabininin tamamını Zon 2 olarak tanımlamaktadırlar.

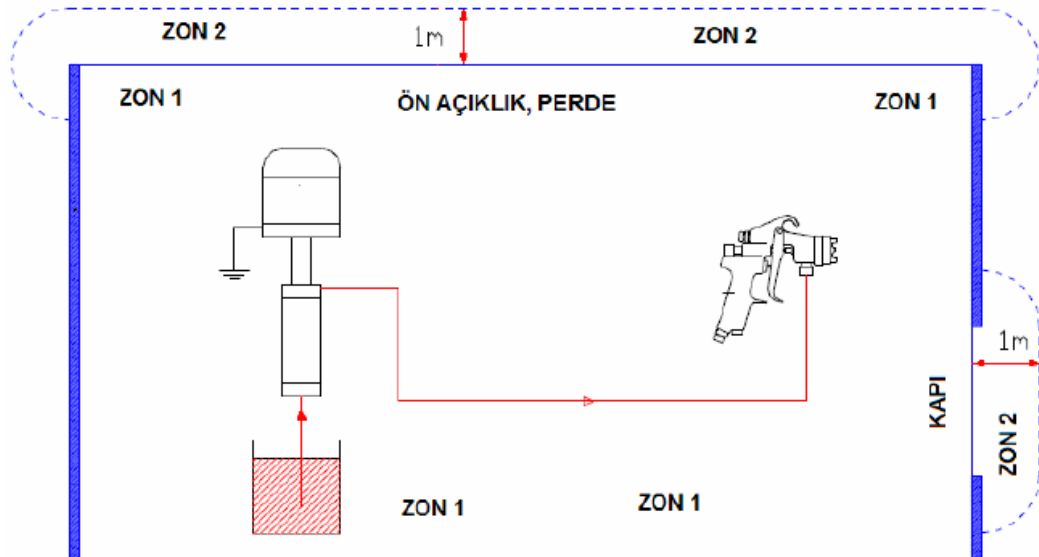


Şekil 14: Boya Kabinindeki Tehlike Sınıfları

Boya kabinleri için “Kaplama tesisleri. Organik sıvı kaplama maddelerinin uygulanması için püskürtme kabinleri Güvenlik kuralları”<sup>42</sup> (EN 12215) adında geçerli bir standart mevcuttur (İngilizce Adı: Coating plants Spray booths for application of organic liquid coating materials Safety requirements).



Şekil 15: Boya Kabinindeki Tehlike Sınıfları



Şekil 16: Boya Tabancasıyla Çalışma

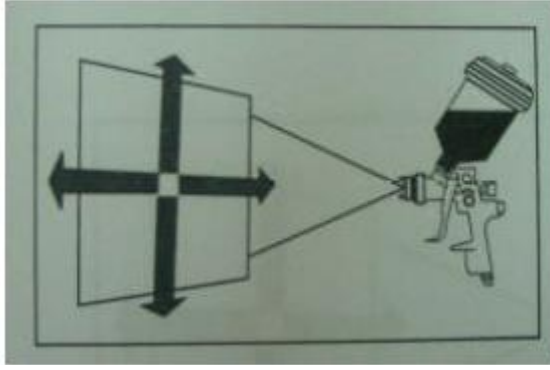
<sup>42</sup> MEGEP, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, ‘Kimya Teknolojisi’, Boyama Ekipmanları ve Teknikleri Modülü, Ankara; 2008.



## Boyahane;

En uygun püskürtme basıncı HVLP boya tabancalarında 2-3 Atm. ,Konvansiyonel tabancalarda 4-5 Atm. olmalıdır. Uygun olan hortum uzunluğu 10 m, hortum çapı ise 9 mm.dir.

Bu işletmede Konvansiyonel tabanca kullanılmaktadır. Hava basıncını 5 Atm. Ayarlanmıştır. Yapılan bir diğer hatada uygun olmayan hortum uzunluğu kullanılmış 20 metre hortum, hortum çapı ise 7 mm kullanılmaktadır.



Şekil 17 : Boya Uygulamasında Basınç Ayarı

- Yüksek basınçla boya uygulaması sonucunda boya sarfiyatı fazla olmaktadır ve çevreye fazla boya yayılmaktadır.
- Yanlış boyama tekniği ile boyanın %65' i ziyan olmaktadır.
- Toluene kullanılmaktadır. Toluene en önemli tehlikesi patlayıcı olmasıdır.
- Diğer bir tehlikesi ise kuvvetli oksidanlar ile şiddetli reaksiyona girerek yangın ve patlamaya neden olabilir.
- Buharları havadan ağır olduğundan zeminde yayılarak uzak mesafelerde tutuşmalara neden olabilir.
- Boya kabinindeki hava değişim sayısı 30 olarak alınmıştır.
- Boya kabinin; Eni 3 metre, Boyu 18 Metre, Yüksekliği 5 metredir.

### Kimyasal Özellikleri;

- Toluenin yanma ısı; 3953 kJ/mol
- Molekül Ağırlığı: 92,14 g/mol
- Kaynama Noktası: 110,6 - 111,6 0C
- Yoğunluk: 0.86-0.87 g/ml
- Kendiliğinden tutuşma: 536 0C
- $\gamma = C_p/C_v = 1,31$  toluen için adiyabatik genişleme politropik indeksi
- $P = 506625.050002191 P_a$  kaptaki basınç
- $P_0 = 10^5$  Pa atmosferik basınç
- $T = 253$  K mutlak sıcaklık
- $S: 10^{-3} m^2$  delik kesiti
- Toluen Alt patlama limit= 1,27
- Toluen Üst patlama limit = 6,75

$$P_c = P_0 \left( \frac{\gamma + 1}{V_0} \right)^{\left( \frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)} = 10^{-5} * \left( \frac{1,31 + 1}{2} \right)^{\frac{1,31}{(1,31-1)}} = 1,84 * 10^{-5} P_a$$

$$\frac{dG}{dT} = S_p \sqrt{\frac{M * 2\gamma}{R * T(\gamma - 1)}}$$

$$\frac{dG}{dT} = S_p \sqrt{\frac{M * 2\gamma}{R * T(\gamma - 1)}} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] * \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$10^{-3} * 506625 * \sqrt{\frac{16}{8,3*10^3*253} * \frac{2*1,31}{(1,31-1)} * (1 - 0,1973)^{\frac{1,31-1}{1,31}}}$$

$$\frac{dG}{dT} = 0,1973^{\frac{1}{1,31}}$$

$$\frac{dG}{dT} = 1,143695314 \text{ kg/s}$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * M * LEL_v$$

$$= 0,416 * 10^{-3} * 92,14 * 1,27$$

$$= 0,04867 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$(dV/dt)_{min} = \frac{(dG/dt)_{max}}{k * LEL_m} * \frac{T}{273 + 25}$$

$$= \frac{1,143695314 * 306}{0,25 * 0,04867 * 298} = 96,5192 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}}$$

$V_z$  teorik hacminin tahmin edilmesi;

$$V_z = \frac{f * (dG/dt)_{min}}{C} = \frac{5 * 96,5192}{30} = 16,0865$$

$$V_z = 16,0865$$

$$V_0 = 3 \text{ m} * 5 \text{ m} * 18 \text{ m} = 270 \text{ m}^3$$

$16,0865 < 0,1$  (Yüksek havalandırma (VH))

$V_z < 0,1$  Yüksek havalandırma (VH)

$0,1 < V_z < V_0$  Orta havalandırma (VM)

$V_z > V_0$  Düşük havalandırma (VL)

$0,1 < 16,0865 < 270 \implies$  Orta havalandırma (VM)

Vz teorik hacmi ile tehlikeli bölge ebatları arasındaki ilişki;

3m \* 18m \* 5m (oda ölçüleri m=metre) ebatlarına sahip odada teorik  $V_z$  hacmi  $V_0$  hacminden küçüktür. Ayrıca, kalıcılık süresi de uzundur.

Bu kriterlere dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi orta olarak alınabilir.

Havalandırmanın kullanılabilirliğinden bağımsız olarak bu bölge Kuşak 1, hatta Kuşak 2 olarak sınıflandırılabilir. Ya kaçak hızını azaltacak veya havalandırmayı mahalli çekişle büyük ölçüde iyileştirecek tedbirlerin alınması gereklidir.

Tablo 25: Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkileri <sup>43</sup>

Boşalma derecesi	Havalandırma Derece						
	Yüksek			İyi	Orta		Düşük İyi, orta veya kötü
	İyi	Orta	Kötü		Orta	Kötü	
Sürekli	(Kuşak 0 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 2 <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 1 <sup>a</sup>	Kuşak 0	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0
Ana	(Kuşak 1 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	Kuşak 1	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 veya Kuşak 0 <sup>c</sup>
Tali <sup>b</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 1 ve Kuşak 0 <sup>c</sup>

Not – "+" etrafında anlamına gelmektedir.

<sup>a</sup> Kuşak 0 NE, Kuşak 1 NE ve Kuşak 2 NE normal şartlarda ihmal edilebilir yayılma sınırına sahip teorik kuşakları gösterir.

<sup>b</sup> Tali boşalma tarafından oluşturulan Kuşak 2 bölgesi ana veya sürekli boşalma derecelerine atfedilebilecek olanı aşabilir. Bu durumda daha büyük olan mesafe kullanılmalıdır.

<sup>c</sup> Eğer pratik havalandırma çok zayıf ve yayılma sürekli gaz ortamı oluşacak şekilde ise (havalandırma yok durumuna yaklaşık ise) Kuşak 0 kullanılır.

**Kalıcılık zamanı t' nin tahmin edilmesi;**

$$t = \frac{f}{C} \ln \frac{LEL_v * k}{X_0}$$

<sup>43</sup> "TS 3491 EN 60079-10 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar- Bölüm:10 Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

$$C = 0,01 \frac{defa}{sn}$$

$$t = \frac{1}{0,01} \ln \frac{1,27 * 0,25}{40}$$

$$t_{kalıcı} = 483 \text{ saniye}$$

$t_{kalıcı} = 8,06$  dakika boyunca toluen sürekli olarak etrafa yayılır.

### **Basınç Dalgası Enerjisi Hesaplaması;**

Boyahanede kimyasalı tesis günde maksimum 100 kg'lık kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Boyaların içinde 20 kg Toluene vardır. Hesap yapılırken toluene gazı kütlesinin % 50 sinin yanıcı buhar kütlesi olarak ortamda bulunduğu ve patlamanın gazının kabında gerçekleştiği ve bir patlama anında hepsinin aynı anda patladığı kabul edilmiştir.

Basınç dalgası enerjisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$E = a \Delta H c m_f$$

Eşitlikte E Basınç dalgası enerjisini (kJ), çözünme oranını (%100 kabul edilmiştir= 1),  $\Delta H_c$  yanma ısısını,  $m_f$  açığa çıkan yanıcı buhar kütlesini (Bütün asetilen gazı kütlesinin yaklaşık %50 i kabul edilmiştir) yani  $20 * 0,5 = 10$  kg yanıcı buhar kütlesini göstermektedir.

Toluene Yanma Isısı; 3953 KJ/mol

$$1 \text{ kg toluene' nin yanma ısısı} = 42,90 \frac{Kj}{kg}$$

$$E = 1 * 10 * 42,90$$

$$E = 429 \text{ Kj}$$

## TNT Kütle Eşdeğer Hesabı

Genellikle patlama ile ilgili hesaplamalarda patlayıcının cinsi ne olursa olsun oluşabilecek basınç dalgası enerjisi hesaplandıktan sonra bu enerji TNT eşdeğer cinsine dönüştürölmektedir. Bulunan yüksek basınç enerjisini TNT cinsine dönüştürmek için TNT eşdeğer kütle hesabı uygulanmalıdır. Bu hesaplama aşağıda gösterilmiştir.

$$m_{TNT} = E/4500$$

Eşitlikte;  $m_{TNT}$  = TNT ağırlığı (kg), E= Basınç dalgası enerjisini (kj) (TNT eşdeğer enerjisi) ifade etmektedir.

$$m_{TNT} = 429 \text{ Kj} / 4500 = 0,095 \text{ kg TNT}$$

Yapılan hesap sonucu patlama sonucunda 0,095 kg TNT ye eşdeğer bir enerji ortaya çıkacaktır.

## 2-Butonol İçin Patlama Sonrası Tepe Basınç Hesabı

Belirtilen ölçekli uzaklık ( $Z_e$ ) belirleme formülü kullanılarak  $Z_e$  değerleri bulunmuş ve bu  $Z_e$  değerleri ile şekil 9 kullanılarak yüksek basınç değerleri bulunmuştur. Bu yüksek basınç değerlerinin verebileceği hasarlar Tablo 4'de gösterilmiştir. Yüksek basıncın verebileceği Tablo 4 (Yüksek basınç ve verebileceği hasar) kullanılarak tespit edilmiştir.

$$Z_e = \frac{r}{m_{TNT}^{1/3}}$$

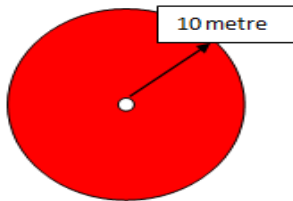
Not:  $Z_e$  değerleri Excell ile hesaplanmıştır.

**Tablo 26: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

mTNT=95,34 kg TNT					
Uzaklık	mTNT	$Z_e = r / (mTNT)^{1/3}$	Yüksek Basınc Ps (kPa)	Yüksek Basınc Psi	HASAR
10	95,34	2,188979112	166,3252774	24,12344201	Binalar tamamen yıkılır.
20	95,34	4,377958225	37,03967205	5,37215025	Tahta yapılı çökebilir.
30	95,34	6,566937337	18,11438071	2,627268804	Ciddi yapısal hasarlar için alt sınır.
40	95,34	8,755916449	11,79788949	1,711139205	Güçlendirilmemiş beton çökebilir.
50	95,34	10,94489556	8,767228383	1,271578973	Binaların çelik kısımları hafifçe eğilebilir.
60	95,34	13,13387467	7,000194916	1,015292436	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
70	95,34	15,32285379	5,841501939	0,847238228	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
80	95,34	17,5118329	5,020992819	0,728233441	Bina yapısında küçük hasarlar olabilir.
90	95,34	19,70081201	4,407974217	0,63932261	Büyük ve küçük pencereler genellikle kırılır.
180	95,34	39,40162402	2,125964039	0,308345015	%95 oranında ciddi hasar olmaz.
360	95,34	78,80324804	1,053206919	0,152754749	Cam kırılması için
1370	95,34	299,8901384	0,275957535	0,040024257	Güçlü ses ortaya çıkar

**Tablo 27: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Basınc (Psi)	Mesafe	Hasar
24,12	10 metre	Binalar tamamen yıkılır.
5,37	20 metre	Tahta yapılı çökebilir.
0,04	1370 metre	Güçlü ses ortaya çıkabilir.



**Şekil 18: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Şekil 18' de patlama sonrasında çeşitli mesafelerde meydana gelecek tepe basınç seviyelerini gösterilmektedir. Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10 metrelik bir alan içerisinde bulunan Binalar tamamen yıkılır. 20 metre içerisinde bulunan tahta yapılar çökebilir.

#### Gürültü hesabı için;

Aşağıdaki denklem ile 140 dB mesafeyi tahmin etmek için kullanılabilir. Hangi mesafeye göre ses elde edilmesi beklenebilir;

$D=215 (M_{exp})^{1/3}$	D=mesafe (metre)
	$M_{exp}$ = Patlayıcı kütle (kg)

$$D=215*95,34^{1/3}$$

$$D=982,19 \text{ metre}$$

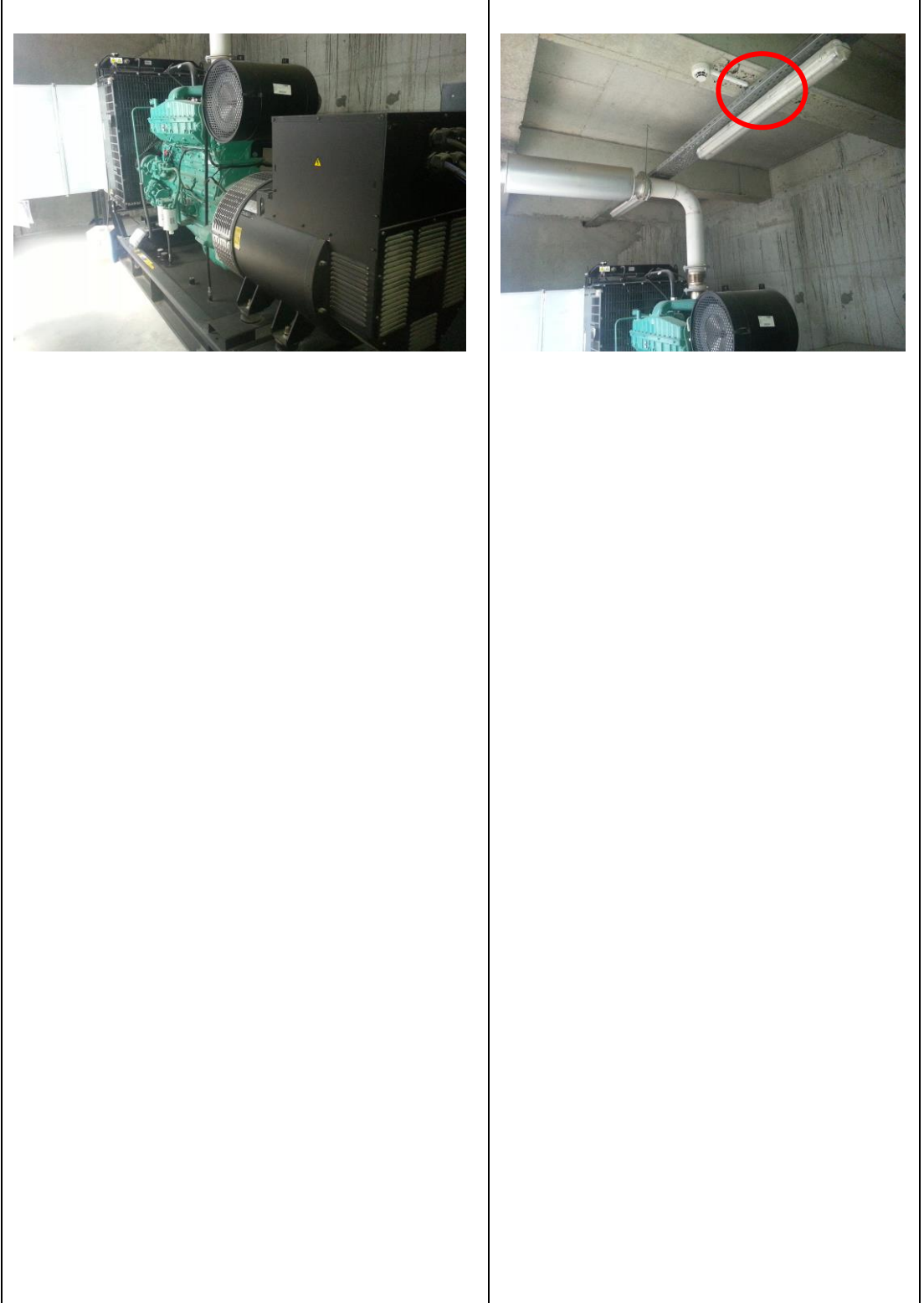
**Tablo 28: Tehlikeli Bölge Sınıflandırması**

<b>Kuşağın Tipini Ve Yayılma Sınırlarını Tetikleyen Esas Faktörler</b>		
<b>PROSES</b>	<b>BOYAHANE</b>	
<b>HAVALANDIRMA</b>	<b>GENEL</b>	<b>POMPA ÇUKURU</b>
Tip	Suni ve Doğal Havalandırma	Yok
Derece	İyi	
Kullanılabilirlik	Orta	
<b>BOŞALMA KAYNAĞI</b>		<b>BOŞALMA DERESESİ</b>
Pompa mekanik keçesi		Tali
<b>ÜRÜN</b>		
Parlama noktası		
Buhar yoğunluğu		
<b>Not:</b> Boşalma kaynağından her yönde 1 metre		
<b>Kuşak 2 NE bölgesindedir.</b>		
(İçinde gaz, buhar veya buğu halinde yanıcı maddelerin havayla karışımından meydana gelen patlayıcı gaz ortamının normal çalışmada ara sıra bulunması ihtimalinin zayıf olduğu, eğer bulunursa sadece kısa süreyle devam eden bölge)		



## 7.4. Jeneratör Dairesi

Tablo 29: Jeneratör Dairesi Alanı



**Tablo 30: Çalışan Bilgileri**

	Adı Soyadı	Görev Sorumluluk Tanımı	İşveren
Bölüm Sorumlusu			
Mühendis (ler)			
Tekniker (ler)			
Operatör (ler)			
Diğer Çalışan Sayısı			

**Tablo 31: Faaliyet Bilgileri**

İş Akışına göre bölümde yürütülen faaliyetlerin özeti						
Bölümde yürütülen faaliyetler ve önemli proses bilgileri burada belirtilecektir. <ul style="list-style-type: none"><li>• Yedek enerji olarak kullanılmaktadır.</li><li>• 150 kV gücünde,</li><li>• Dizel jeneratörün oda boyutları, hava giriş ve çıkış pencerelerinin boyutları</li><li>• Oda boyutları 3700(en)*2600(boy)*2600(yükseklik) mm dir.</li><li>• Hava giriş penceresi toplam alanı 1 m2 dir.</li><li>• Oda kapı boyutu 1150mm*2100mm</li></ul>						
<b>Kullanılan Kimyasal Madde (ler)</b>	• Motorin kullanılmaktadır.					
<b>BÖLGE SINIFI</b>	Bölge 0	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 20	Bölge 21	Bölge 22
Gerekçeleri (Bu bölümde yer alan tablolarda ki veriler doğrultusunda nedenini açıklayınız.	Bölge 0: Patlayıcı ortamın çok kısa bir süre değildir ve kalıcı olduğu yer olarak değerlendirilmektedir. Bölge 1: Jeneratöre bağlantılı olan motorin hattının devrelerinin dış yüzeyleri Bölge 2: Patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yer olarak değerlendirilmektedir.					
<b>BÖLGEDE ALINAN ÖNLEMLER:</b>						
<ul style="list-style-type: none"><li>• Proje tesisatı gaz dağıtım kurumundan onay alınmıştır.</li><li>• Kazan dairesinde ısı ve duman algılama sistemi mevcuttur.</li><li>• Kazan dairesinde bulunan doğalgaz algılama ve otomatik gaz kesme sistemleri periyodik bakımla izlenmektedir.</li><li>• Olası bir patlayıcı ortamın oluşmadan çalışanların koruması için çalışır durumda tutulmalıdır.</li></ul>						

**Tablo 32: Motorinin Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri**

Motorinin formülü	$C_{12}H_{23}$
Molekül Ağırlığı	167 gr
Bağıl Yoğunluk	820-845 kg/m <sup>3</sup> 15 °C
Buhar Basıncı	< 0, 01 kPa 20 °C
Viskozite	2-4, 5 cSt 40 °C
Parlama Noktası (°C)	> 55 °C P/M Pensky-Martens.
Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı (°C)	> 220 °C
Buharlaştırma Isısı	171,7 Kg/mol
Alevlenirlik Limiti – (%) Alt	1 %(V)
Alevlenirlik Limiti – (%) Üst	6 %(V)
Birincil Kaynama Noktası Ve Kaynama Aralığı	170 - 390°C
Bağıl Yoğunluk	820-845 kg/m <sup>3</sup> 15 °C
Buhar Basıncı	< 0,01 kPa 20 °C
Yanma Isı	45605,6 kJ/Kg

Motorin tankı kaza anında gövdesinde yırtık oluşuyor. Oluşan yırtıktan etrafa mazot dökülüyor. Döküntünün 1 m<sup>2</sup> alanı kapsamaktadır.

Clausius Clapeyron denklemi; sıvının buhar basıncı üzerine sıcaklığın etkisini gösteren denklemdir.

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = - \frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln P_2 = \ln P_1 - \frac{\Delta H_b}{R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 * T_2} \right)$$

$$\Delta H_b = 171,7 \text{ kJ/mol}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} = 101325$$

$$\ln P_1 = 11,512$$

$$\ln P_2 = 11,512 - \frac{171700 \text{ j/mol}}{8314,5 \text{ j/(mol/K)}} \left( \frac{306 - 298}{306 * 298} \right)$$

$$\ln P_2 = 11,51018$$

$$P_2 = e^{11,51018} = 99,725 \text{ Pa}$$

Yüzeysel Buharlaşmayı bulmak için;

$$Q_{\text{yüzeyde buharlaşma}} = \frac{dG}{dT} = \frac{M * A * K * P_2}{R * T_2}$$

$T_2$  = Ortam Sıcaklığı

M= Molekül ağırlığı

A= Yüzey alanı (Buharlaşmanın olduğu yüzey alanı)

K= Sıvının buharlaşma hızı

$$K = 8,3 * 10^{-3} \sqrt{\frac{m_{SU}}{m_b}}$$

$m_{SU}$  = Suyun molekül ağırlığı

$$K = 8,3 * 10^{-3} * \left( \frac{18}{167} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$K = 3,9499 * 10^{-3} \frac{m}{sn}$$

Birim zamanda buharlaşma miktarı için;

$$\frac{dG}{dT} = \frac{167 * 1 * (3,9499 * 10^{-3}) * 99725}{8314,5 * 306}$$

$$\frac{dG}{dT} = 2,586 * 10^{-2} \frac{kg}{sn} \quad (\text{Birim zamanda buharlaşan kütle})$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * M * LEL_v$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * 167 * 1$$

$$LEL_m = 0,069472 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\left(\frac{dV}{dT}\right)_{min} = \frac{\left(\frac{dV}{dT}\right)_{max} * T}{k * LEL_m * 298}$$

$$\left(\frac{dV}{dT}\right)_{min} = \frac{2,586 * 10^{-2} * 306}{0,25 * 0,069472 * 298}$$

$$\left(\frac{dV}{dT}\right)_{min} = 1,5289 \frac{m^3}{sn}$$

$V_z$  teorik hacminin tahmin edilmesi;

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dV}{dT}\right)_{min}}{C} = \frac{5 * 1,5289}{3 * 10^{-2}}$$

$$V_z = 254,81$$

$V_z$  teorik hacmi ile tehlikeli bölge ebatları arasındaki ilişki;

5 m \* 4 m \* 4 m (oda ölçüleri m=metre) ebatlarına sahip bir odada teorik  $V_z$  hacmi  $V_o$  oda hacminden büyüktür. Ayrıca, kalıcılık süresi de uzundur.

Bu kriterlere dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi düşük olarak alınabilir.

Havalandırmanın kullanılabilirliğinden bağımsız olarak bu bölge Kuşak 1, hatta Kuşak 0 olarak sınıflandırılabilir. Ya kaçak hızını azaltacak veya havalandırmayı mahalli çekişle büyük ölçüde iyileştirecek tedbirlerin alınması gereklidir.

### **Kalıcılık zamanı t' nin tahmin edilmesi;**

$$t = -\frac{f}{c} * \ln \frac{LEL_v * k}{X_o}$$

$$t = -\frac{0,5}{0,03} * \ln \frac{1 * 0,25}{100}$$

$$t = 99,8577 \text{ sn}$$

t= 1,66 dakika yüzeyden sürekli olarak yayılır.

### **Basınç Dalgası Enerjisi Hesaplaması**

Yanıcı buhar kütlesi olarak ortamda bulunduğu ve patlamanın gazının kabında gerçekleştiği ve bir patlama anında hepsinin aynı anda patladığı kabul edilmiştir.

Basınç dalgası enerjisi aşağıdaki formül. kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$E = a \Delta H c m_f$$

Eşitlikte E Basınç dalgası enerjisini (kJ), çözünme oranını (%100 kabul edilmiştir= 1),  $\Delta H_c$  yanma ısısını,  $m_f$  açığa çıkan yanıcı buhar kütlesini (matorinin %1 i kabul edilmiştir) yani  $100 * 0,01 = 1$  kg yanıcı buhar kütlesini göstermektedir.

Matorin Yanma Isısı; 7616 Kj/mol

$$E = 1 * 7616 * 1$$

$$E = 7616 \text{ Kj}$$

### **TNT Kütle Eşdeğer Hesabı**

Genellikle patlama ile ilgili hesaplamalarda patlayıcının cinsi ne olursa olsun oluşabilecek basınç dalgası enerjisi hesaplandıktan sonra bu enerji TNT eşdeğer cinsine dönüştürülmektedir. Bulunan yüksek basınç enerjisini

TNT cinsine dönüştürmek için TNT eşdeğer kütle hesabı uygulanmalıdır. Bu hesaplama aşağıda gösterilmiştir.

$$m_{TNT} = E/4500$$

Eşitlikte;  $m_{TNT}$  = TNT ağırlığı (kg), E= Basınç dalgası enerjisini (kj) (TNT eşdeğer enerjisi) ifade etmektedir.

$$m_{TNT} = 7616 \text{ Kj} / 4500 = 1,692 \text{ kg TNT}$$

Yapılan hesap sonucu patlama sonucunda 1,692 kg TNT ye eşdeğer bir enerji ortaya çıkacaktır.

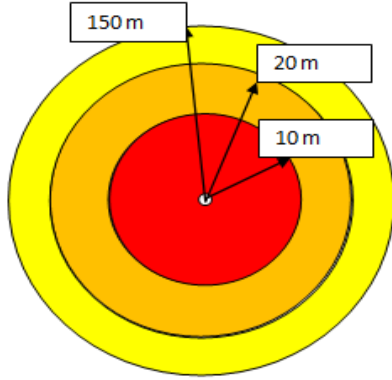
**Tablo 33: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

<b>M<sub>TNT</sub>= 1,692 kg TNT</b>					
<b>UZAKLIK r</b>	<b>m<sub>TNT</sub></b>	<b>Ze=r/(mTNT)<sup>1/3</sup></b>	<b>Yüksek Basınc (kPa)</b>	<b>Yüksek Basınc (Psi)</b>	<b>HASAR</b>
10	1,692	8,392020713	15	2,17555259	Ciddi yapısal hasarlar için alt sınır.
20	1,692	16,78404143	7	1,015257876	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
30	1,692	25,17606214	3	0,435110518	Büyük ve küçük pencereler genellikle kırılır.
40	1,692	33,56808285	2,1	0,304577363	%95 oranında ciddi hasar olmaz.
50	1,692	41,96010356	1,9	0,275569995	%95 oranında ciddi hasar olmaz.
60	1,692	50,35212428	1,2	0,174044207	Cam kırılması için sınır değer.
70	1,692	58,74414499	1	0,145036839	Cam kırılması için sınır değer.
80	1,692	67,1361657	0,8	0,116029471	Cam kırılması için sınır değer.
90	1,692	75,52818642	0,7	0,101525788	Cam kırılması için sınır değer.
100	1,692	83,92020713	0,7	0,101525788	Cam kırılması için sınır değer.
110	1,692	92,31222784	0,6	0,087022104	Cam kırılması için sınır değer.
120	1,692	100,7042486	0,5	0,07251842	Cam kırılması için sınır değer.
130	1,692	109,0962693	0,4	0,058014736	Cam kırılması için sınır değer.
140	1,692	117,48829	0,37	0,053663631	Cam kırılması için sınır değer.
150	1,692	125,8803107	0,3	0,043511052	Güçlü ses ortaya çıkar.
160	1,692	134,2723314	0,25	0,03625921	Çatlak büyük, pencereler kırılabilir.



**Tablo 34: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Basınç (Psi)	Mesafe	Hasar
2,17	10 metre	Ciddi yapısal hasarlar için alt sınır.
1,01	20 metre	Binalarda kısımlar yıkılabilir.
0,04	150 metre	Güçlü ses ortaya çıkabilir.



**Şekil 19: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Şekil 19' da patlama sonrasında çeşitli mesafelerde meydana gelecek tepe basınç seviyelerini gösterilmektedir. Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10metrelik bir alan içerisinde bulunan bina yapısında küçük hasarlar olabilir. 20 metre içerisinde bulunan binanın camları zarar görebilir.

#### **Gürültü hesabı için;**

Aşağıdaki denklem ile 140 dB mesafeyi tahmin etmek için kullanılabilir.

Hangi mesafeye göre ses elde edilmesi beklenebilir;

$D=215 (M_{exp})^{1/3}$	D=mesafe (metre)
	$M_{exp}$ = Patlayıcı kütle (kg)

$$D=215*1^{1/3}$$

$$D=215 \text{ metre}$$

Tablo 35: Tehlikeli Bölge Sınıflandırması

Kuşağın Tipini Ve Yayılma Sınırlarını Tetikleyen Esas Faktörler		
PROSES	JENERATÖR DAİRESİ	
HAVALANDIRMA	GENEL	POMPA ÇUKURU
Tip	Suni Havalandırma	Yok
Derece	İyi	
Kullanılabilirlik	Orta	
BOŞALMA KAYNAĞI	BOŞALMA DERECESESİ	
Pompa mekanik keçesi	Yok	Tali
ÜRÜN		
Parlama noktası	37.5	
Buhar yoğunluğu		
<b>Not:</b> Boşalma kaynağından her yönde 1 metre		
<b>Kuşak 2 NE bölgesindedir.</b>		

Tablo 36: Metan Gazının Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri

Sıra No	Yayılma özellikleri		Havalandırma Özellikleri	
			Açık Hava durumu	
1	Yanıcı Madde	Metan gazı	Asgari rüzgar hızı	0,5 m/s
2	Metanın molekül kütlesi	16,05 (kg/kmol)	Sağlanan hava değişimi sayısı, C	$>3 \cdot 10^{-2}/s$
3	Boşalma kaynağı	Boru bağlantısı	Kalite faktörü, f (Havalandırma verimliliği)	1
4	Alt patlayıcılık sınırı (LEL)	0,033 kg/m <sup>3</sup> (%5)	Ortam sıcaklığı, t	15 C (288 K)
5	Boşalma derecesi	Tali	Sıcaklık katsayısı (T/293)	0,98
6	Emniyet Faktörü, k	0,5		
7	Boşalma hızı, (dG/dt) <sub>max</sub>	1 kg/s		

## **Sonuç:**

4 m \* 3 m \* 3 m (oda ölçüleri m=metre) ebatlarına sahip bir odada teorik  $V_z$  hacmi  $V_0$  oda hacminden büyüktür. Ayrıca, kalıcılık süresi de uzundur.

Bu kriterlere dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi düşük olarak alınabilir.

Havalandırmanın kullanılabilirliğinden bağımsız olarak bu bölge Kuşak 1, hatta Kuşak 0 olarak sınıflandırılabilir. Kaçak hızını azaltacak veya havalandırmayı mahalli çekişle büyük ölçüde iyileştirecek tedbirlerin alınması gereklidir.

### **➤ Havalandırma**

Havalandırma için üç kullanılabilirlik seviyesi verilmiştir.

- İyi: Havalandırma pratik olarak sürekli mevcuttur.
- Orta: Havalandırmanın normal çalışmada sürekli mevcut olması beklenir. Ancak seyrek ve kısa süreli kesinti olabilir.

Kötü: İyi ve ya orta standardını karşılamayan havalandırmadır, fakat yinede kesintilerin uzun sürelerle oluşması beklenmez.

### **➤ Hacim Karşılaştırması:**

- $V_z < 0.1$  Yüksek Havalandırma (VH)
- $0.1 < V_z < V_0$  Orta havalandırma (Vm)
- $V_z > V_0$  Düşük havalandırma (VL)
- Yani;
- $V_z > V_0$  Düşük havalandırma (VL)

## 7.5. Tüplerin Depolanması

Tablo 37: Tüpleri Depolama Alanı




**Tablo 38: Çalışan Bilgileri**

	Adı Soyadı	Görev Sorumluluk Tanımı	İşveren
Bölüm Sorumlusu			
Mühendis (ler)			
Tekniker (ler)			
Operatör (ler)			
Diğer Çalışan Sayısı			


**Tablo 39: Faaliyet Bilgileri**

İş Akışına göre bölümde yürütülen faaliyetlerin özeti						
Bölümde yürütülen faaliyetler ve önemli proses bilgileri burada belirtilecektir.						
<b>Kullanılan Kimyasal Madde (ler)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asetilen Tüpü</li><li>• LPG Tüpü</li><li>• Oksijen Tüpü</li></ul>					
<b>BÖLGE SINIFI</b>	Bölge 0	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 20	Bölge 21	Bölge 21
Gerekçeleri (Bu bölümde yer alan tablolarda ki veriler doğrultusunda nedenini açıklayınız)	<b>Bölge 0:</b> Tüplerin depolandıkları alan (kapları) <b>Bölge1 :</b> Tüpler ile şaloma arasında kullanılan hortum içindeki biriken gazlar <b>Bölge 2:</b> Şaloma hortumundan geçen gazlar					
<b>BÖLGEDE ALINAN ÖNLEMLER:</b>						
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tüplere ve şaloma kısımlarına geri tepme ventileri takılmıştır.</li><li>• Tüp ile hortum arasında geri tepme ventili mevcuttur.</li><li>• Tüpler dolu boş şeklinde ayrılmaktadır.</li><li>• Tüpler dış darbelere karşı korumak için kafes sistemi konmuştur.</li><li>• Tüplerin üzerine uyarı levhaları asılmıştır.</li></ul>						

**Tablo 40: Asetilenin Kullanım Alanları**

<b>Asetilenin Kullanım Alanları</b>		
1	Oksijen kaynağı	
2	Metallerin kesilmesinde ve kaynaklanmasında yakıt olarak (oksi asetilen hamlacı)	
3	Yüksek alev sıcaklığı gereken yerlerde	
4	Kaynak ve kesme işlemleri	
5	Diğer kullanım alanları vb.	
<b>Asetilen Tehlike Grupları</b>		
F+	Son derece yanıcı	
R5	Isıtma patlamaya neden olabilir	
R6	Hava ile temas durumunda veya temas olmadığından patlayıcı	
R12	Son derece yanıcı	
S9	Konteynerler iyi havalandırılan bir yerde olmalıdır	
S16	Tutuşturucu maddelerden uzak tutulmalıdır. Sigara içmek yasaktır.	
S33	Statik elektrik için gerekli önlemler alınmalıdır.	

**Tablo 41: LPG Kullanım Alanları**

<b>LPG Kullanım Alanları</b>		NFPA: 
1	Oksijen kaynağı	
2	Metallerin kesilmesinde ve kaynaklanmasında yakıt olarak (LPG hamlacı)	
3	Sıcak iş gereken yerlerde	
4	Kaynak ve kesme işlemleri	
5	Diğer kullanım alanları vb.	
<b>LPG Tehlike Grupları</b>		
F+	Son derece yanıcı	
R13	Şiddetli alevlenebilir sıvılaştırılmış gaz	
S9	Konteynerler iyi havalandırılan bir yerde olmalıdır	
S16	Tutuşturucu maddelerden uzak tutulmalıdır. Sigara içmek yasaktır.	
S33	Statik elektrik için gerekli önlemler alınmalıdır.	

**Tablo 42: Oksijen Kullanım Alanları**

1	Oksijen kaynağı
2	Metallerin kesilmesinde ve kaynaklanmasında yakıt olarak (oksi-asetilen hamlacı)
3	Yüksek alev sıcaklığı gereken yerlerde
4	Kaynak ve kesme işlemleri
5	Diğer kullanım alanları vb.
<b>Oksijen Tehlike Grupları</b>	
R8	Yanıcı maddelerle temasında yangına sebep olabilir.
S17	Yanıcı maddelerden uzak tutun



**Fotoğraf 6: Tüp Depolama Alanı**

Teçhizat sistemlerinin sızıntılar için düzenli olarak kontrol edilmemesi sonucunda asetilen gazı boru hattında 2.5 mm<sup>2</sup> kesitinde bir delik aracılığıyla bir miktar atmosfer asetilen gazı sızıntısı oluşmaktadır. Sıcaklığı 20 C ve mutlak basıncı 9 bar' dır.

$$p=9 \cdot 10^5 \text{ Pa}=9 \text{ Bar}$$

$$T=20 \text{ C} \implies 273+20=293 \text{ K}$$

$$M=26 \text{ gr/kmol}$$

$$S=2,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$\gamma = C_p/C_v = 1,31$  asetilen için adyabatik genişleme politropik indeksi

$$p_c = p_o \left( \frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

$$p_c = 10^5 * \left( \frac{1,31 + 1}{2} \right)^{\frac{1,31}{1,31 - 1}}$$

$$p_c = 1,838 * 10^5 \text{ Pa}$$

Boşalan gazın hızı  $p_c > p_o$  olduğundan soniktir.

Sonik ses ile gazın boşalma hızı;

$$\frac{dG}{dT} = S * p * \sqrt{\gamma * \frac{M}{R * T}} * \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{2 * (\gamma - 1)}}$$

$$\frac{dG}{dT} = 2,5 * 10^{-6} * 9 * 10^5 * \sqrt{1,31 * \frac{2}{8,3 * 10^3 * 293}} * \left( \frac{2}{1,31 + 1} \right)^{\frac{1,31 + 1}{2 * (1,31 - 1)}}$$

$$\frac{dG}{dT} = 1,365186 * 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * M * LEL_v$$

Asetilen;

Alt patlama limiti %3

Üst patlama limiti %82

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * 26 * 3$$

$$LEL_m = 0,0324 \text{ kg /kmol}$$

$$\left( \frac{dV}{dT} \right)_{min} = \frac{\left( \frac{dG}{dT} \right)_{max}}{k * LEL_m} * \frac{T}{298}$$

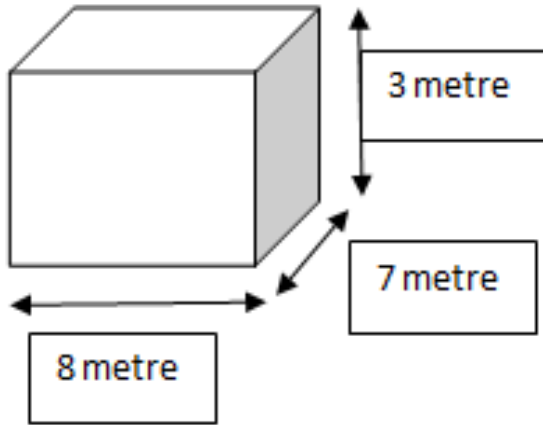
$$\left( \frac{dV}{dT} \right)_{min} = \frac{1,365186 * 10^{-3} * 306}{0,25 * 0,0324 * 298}$$



$$\left(\frac{dV}{dT}\right)_{min} = 0,17306 \frac{m^3}{sn}$$

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dG}{dT}\right)_{min}}{C} = \frac{3 * 0,17306}{0,16}$$

Tüplerin depolandığı alan boyutları;



Depolama alanı; en\*boy=7 metre\*8 metre=56 m<sup>2</sup>

Değerlendirilen hacimden geçen toplam temiz hava akış hızı;

En\*Boy\*Rüzgar hızı

$$7*8*0,5=28 \frac{m^3}{sn}$$

$$28 \frac{m^3}{sn} / 168m^3 = 0,16 \frac{defa}{sn}$$

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dG}{dT}\right)_{min}}{C} = \frac{3 * 0,17306}{0,16}$$

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dG}{dT}\right)_{min}}{C} = 3,2448$$

$V_z < 0,1$  Yüksek havalandırma (VH)

$0,1 < V_z < V_0$  Orta havalandırma (VM)

$V_z > V_0$  Düşük havalandırma (VL)

0,1 < 3,2448 < 168  $\implies$  Orta havalandırma (VM)

$V_z$  teorik hacmi ile tehlikeli bölge ebatları arasındaki ilişki;

3 m \* 7 m \* 8 m (oda ölçüleri m= metre) ebatlarına sahip bir odada teorik  $V_z$  hacmi  $V_0$  oda hacminden küçüktür. Ayrıca, kalıcılık süresi de uzundur.

Bu kriterlere dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi düşük olarak alınabilir.

Havalandırmanın kullanılabilirliğinden bağımsız olarak bu bölge Kuşak 1, hatta Kuşak 2 olarak sınıflandırılabilir. Ya kaçak hızını azaltacak veya havalandırmayı mahalli çekişle büyük ölçüde iyileştirecek tedbirlerin alınması gereklidir.

**Tablo 43: Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkileri<sup>44</sup>**

Boşalma derecesi	Havalandırma Derece						
	Yüksek			Orta			Düşük
	İyi	Orta	Kötü	İyi	Orta	Kötü	İyi, orta veya kötü
Sürekli	(Kuşak 0 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 2 <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 1 <sup>a</sup>	Kuşak 0	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0
Ana	(Kuşak 1 NE) Tehlikesiz	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	Kuşak 1	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 veya Kuşak 0 <sup>c</sup>
Tali <sup>b</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 1 ve Kuşak 0 <sup>c</sup>

Not – "+" etrafında anlamına gelmektedir.

<sup>a</sup> Kuşak 0 NE, Kuşak 1 NE ve Kuşak 2 NE normal şartlarda ihmal edilebilir yayılma sınırına sahip teorik kuşakları gösterir.

<sup>b</sup> Tali boşalma tarafından oluşturulan Kuşak 2 bölgesi ana veya sürekli boşalma derecelerine atfedilebilecek olanı aşabilir. Bu durumda daha büyük olan mesafe kullanılmalıdır.

<sup>c</sup> Eğer pratik havalandırma çok zayıf ve yayılma sürekli gaz ortamı oluşacak şekilde ise (havalandırma yok durumuna yaklaşık ise) Kuşak 0 kullanılır.

<sup>44</sup> "TS 3491 EN 60079-10 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar- Bölüm:10 Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

### **Kalıcılık zamanı t' nin tahmin edilmesi;**

$$t = \frac{f}{C} \ln \frac{LEL_v * k}{X_0}$$

$$C = 0,16 \frac{defa}{sn}$$

$$t = \frac{1}{0,16} \ln \frac{3 * 0,25}{100}$$

$t_{kalıcı} = 30,580$  saniye boyunca asetilen sürekli olarak etrafa yayılır.

Adiyabatik Alev Sıcaklığı; 4779 F

Yanma Isısı; 48,220 Kj/kg

### **Kapalı patlamalarda tepe basınç hesaplanması;**

$$\frac{P_{max}}{P_a} = \frac{T_{ad}}{T_a}$$

$P_{max}$  = Tamamen yanma sırasında oluşan tepe basıncı

$P_a$  =Başlangıç atmosfer basıncı

$T_{ad}$  = adiyabatik alev sıcaklığı

$T_a$  = Ortam sıcaklığını (K)

$P_{max} = 989,69$  kPa=143,54 psi

### **Basınç Dalgası Enerjisi Hesaplaması**

Yanıcı buhar kütlesi olarak ortamda bulunduğu ve patlamanın gazının kabında gerçekleştiği ve bir patlama anında hepsinin aynı anda patladığı kabul edilmiştir.

Basınç dalgası enerjisi eşitlik 3.4. kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$E = a \Delta H c m_f$$

$$a = \%100$$

$$m_f = 21,82 \text{ kg}$$

$$\Delta H_c = 48220 \text{ kJ/kg}$$

$$E = 233,81 \text{ kg}$$

### TNT Kütle Eşdeğer Hesabı

Genellikle patlama ile ilgili hesaplamalarda patlayıcının cinsi ne olursa olsun oluşabilecek basınç dalgası enerjisi hesaplandıktan sonra bu enerji TNT eşdeğer cinsine dönüştürülmektedir. Bulunan yüksek basınç enerjisini TNT cinsine dönüştürmek için TNT eşdeğer kütle hesabı uygulanmalıdır. Bu hesap eşitlik 3.3'de gösterilmiştir.

$$m_{TNT} = E/4500$$

Eşitlikte;  $m_{TNT}$  = TNT ağırlığı (kg), E= Basınç dalgası enerjisini (kJ) (TNT eşdeğer enerjisi) ifade etmektedir.

$$m_{TNT} = 233,81 \text{ kg} / 4500 = 0,05196 \text{ kg TNT}$$

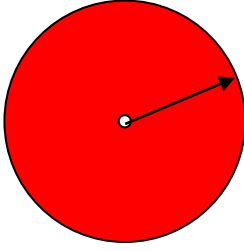
Yapılan hesap sonucu patlama sonucunda 0,05196kg TNT ye eşdeğer bir enerji ortaya çıkacaktır.

**Tablo 44: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

<b>M<sub>TNT</sub> = 0,05196 kg TNT</b>					
<b>UZAKLIK r</b>	<b>mTNT</b>	<b>Ze=r/(mTNT)<sup>(1/3)</sup></b>	<b>Yüksek Basınç (kPa)</b>	<b>Yüksek Basınç (PSİ)</b>	<b>HASAR</b>
<b>10</b>	0,05196	<b>26,79848766</b>	3	0,435110518	Büyük ve küçük pencereler genellikle kırılır.
<b>20</b>	0,05196	<b>53,59697532</b>	1,3	0,188547891	Cam kırılması için sınır değer.
<b>30</b>	0,05196	<b>80,39546298</b>	0,7	0,101525788	Cam kırılması için sınır değer.
<b>40</b>	0,05196	<b>107,1939506</b>	0,4	0,058014736	Güçlü ses ortaya çıkar.
<b>50</b>	0,05196	<b>133,9924383</b>	0,38	0,055113999	Güçlü ses ortaya çıkar.

**Tablo 45: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Basınç (Psi)	Mesafe	Hasar
3	10 metre	Büyük ve küçük pencereler genellikle kırılır.
1,3	20 metre	Cam kırılması için sınır değer.
0,4	40 metre	Güçlü ses ortaya çıkar.



**Şekil 20: Yüksek Basıncın Mesafeye Göre Verebileceği Hasarlar**

Şekil 20' de patlama sonrasında çeşitli mesafelerde meydana gelecek tepe basınç seviyelerini gösterilmektedir. Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10 metrelik bir alan içerisinde bulunan binanın Büyük ve küçük pencereler genellikle kırılabilir. 20 metre içerisinde bulunan binanın camları Cam kırılması için sınır değerdir.

**Gürültü hesabı için;**

Aşağıdaki denklem ile 140 dB mesafeyi tahmin etmek için kullanılabilir.

Hangi mesafeye göre ses elde edilmesi beklenebilir;

$D=215 (M_{exp})^{(1/3)}$	D=mesafe (metre)
	$M_{exp}$ = Patlayıcı kütle (kg)

$$D=215*0,05196^{(1/3)}$$

$$D=80,228 \text{ metre}$$

**Tüplerin soğutması için gereken su miktarı;**

Tüplerin baş ve sonlarının tam küre olduğu düşünülerek yüzey alanı

aşağıdaki gibi bulunabilir;

Çap: 270 mm

Boy: 1830 mm

Alanı: 1,55 m<sup>2</sup>

Toplam Alan= 112 tüp \*1,55 m<sup>2</sup>/ tüp

Su miktarı= 174m<sup>2</sup>\*3 lt/ m<sup>2</sup>/ dak \* 60 dak

Su miktarı= 31,32 m<sup>3</sup>

Tüplerin soğutma için gerekli olan su miktarı 32 m<sup>3</sup> dür.

## 7.6. ISINMA (DOĞALGAZ)

Tablo 46: (Isınma Doğalgaz)



**Tablo 47: Çalışan Bilgileri**

	Adı Soyadı	Görev Sorumluluk Tanımı	İşveren
Bölüm Sorumlusu			
Mühendis (ler)			
Tekniker (ler)			
Operatör (ler)			
Diğer Çalışan Sayısı			

**Tablo 48: Faaliyet Bilgileri**

İş Akışına göre bölümde yürütülen faaliyetlerin özeti	Atölye biriminde tavandan ısıtma yöntemi kullanılarak doğalgazın kullanılması					
Bölümde yürütülen faaliyetler ve önemli proses bilgileri burada belirtilecektir. Atölye biriminde ısınma amacıyla ısıtma sisteminin kullanılması.						
<b>Kullanılan Kimyasal Madde (ler)</b>	• Doğal gaz					
<b>BÖLGE SINIFI</b>	Bölge 0	Bölge 1	Bölge 2	Bölge 20	Bölge 21	Bölge 22
Gerekçeleri (Bu bölümde yer alan tablolar da ki veriler doğrultusunda nedenini açıklayınız.	• Bölge 1: Doğalgaz borusunun içinden geçen gazlar					
<b>BÖLGEDE ALINAN ÖNLEMLER:</b>						
<ul style="list-style-type: none"><li>Doğal gaz tesisatının yapıldığı noktada gaz algılama sistemi mevcuttur.</li><li>Tesisat bağlantısı yapılmıştır ve İGDAŞ tan onay alındıktan sonra kullanıma geçilmiştir.</li></ul>						



**Tablo 49: Türkiye'de Kullanılan Doğalgaz Bileşenleri**

BİLEŞENLER	KİMYASAL FORMÜL	ORANLARI(%)
METAN	CH <sub>4</sub>	Min 85
ETAN	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Max 7
PROPAN	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Max 3
BÜTAN	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Max 2
AZOT	N <sub>2</sub>	2,6
KARBONDİOKSİT	CO <sub>2</sub>	Max 3
DİĞERLERİ		0,4

### **Kimyasal Ve Fiziksel Özellikleri**

#### **Doğalgaz Nedir ?**

Doğalgaz büyük oranda Metan (CH<sub>4</sub>), daha düşük oranlarda etan (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), bütan (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), azot (N<sub>2</sub>), Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), Hidrojensülfür (H<sub>2</sub>S) ve Helyum (He), gibi çeşitli hidrokarbonlardan oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır. Bu bileşenlerin oranı gazın kaynağına göre değişiklik göstermektedir. Doğalgaz renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gazdır.

#### **Doğalgazın Bileşenleri**

Doğal gazın kimyasal kompozisyonu doğal gaz yataklarına göre farklılıklar göstermekte ve buna bağlı olarak özellikleri değişmektedir. Doğal Gazın Kimyasal Kompozisyonu

**Tablo 50: Doğalgaz Bileşenleri**

Metan	CH <sub>4</sub>	70 – 90 %
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0 – 20 %
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1 – 3 %
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1 – 2 %
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	0 – 8 %
Oksijen	O <sub>2</sub>	0 – 0.2 %
Azot (Nitrojen )	N <sub>2</sub>	0 – 5 %
Hidrojen sülfür	H <sub>2</sub> S	0 – 5 %
Az bulunur gazlar	A,He,Ne,Xe	

**Tablo 51: Doğalgazın Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri**

Sıvılaştırma noktası	-163 C°
İzafi Yoğunluk (hava = 1,2931 kg/m <sup>3</sup> )	0.55 – 0.65
Sıvı gazın yoğunluğu (su = 1)	0.42 – 0.46
Kritik nokta	-180 C°
Tutuşma noktası	590 C° - 650 C°
Alt patlama limiti	% 5
Üst patlama limiti	% 15
Teorik Yanma sıcaklığı	1960 °C
Maksimum yanma hızı (havada)	0.34 m/sn
Üst ısı değeri (kcal /m <sup>3</sup> )	8843 - 10755
Alt ısı değeri (Kcal /m <sup>3</sup> )	8250
Molekül Ağırlığı	16,04 g/mol
$\frac{C_p}{C_v}$ = doğal gaz için adiyabatik genişleme politropik indeksi	<b>1,31</b> <sup>45</sup>
Özgül ısı (C <sub>p</sub> - kJ/kg.K)	1,890
Özgül ısı (C <sub>v</sub> - kJ/kg.K)	1,440
Kışın doğalgaz tüketim değeri (ortalama) m <sup>3</sup>	14.290,70
Kışın doğalgaz tüketim değeri (ortalama) m <sup>3</sup> /gün	<b>476.36</b>
Kışın doğalgaz tüketim değeri (ortalama) m <sup>3</sup> /sa	39.70
Yazın doğalgaz tüketim değeri (ortalama) m <sup>3</sup>	3.290,71
Yazın doğalgaz tüketim değeri (ortalama) m <sup>3</sup> /gün	<b>109.69</b>
Yazın doğalgaz tüketim değeri (ortalama) m <sup>3</sup> /sa	9.15

<sup>45</sup> <http://www.gazmer.com.tr/wmex.nsf/pages/GenelBilgi>

Kaza sonucunda doğal gaz borusunda  $S:10^{-2} m^2$  lik delik oluşmuştur.

$$P_c = P_0 \left( \frac{\gamma + 1}{V_0} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 10^{-5} * \left( \frac{1,31 + 1}{2} \right)^{\frac{1,31}{(1,31-1)}} = 1,84 * 10^{-5} P_a$$

$$\frac{dG}{dT} = S_p \sqrt{\frac{M * 2\gamma}{R * T(\gamma - 1)}}$$

$$\frac{dG}{dT} = S_p \sqrt{\frac{M * 2\gamma}{R * T(\gamma - 1)}} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] * \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$10^{-3} * 506625 * \sqrt{\frac{16}{8,3*10^3*253} * \frac{2*1,31}{(1,31-1)} * (1 - 0,1973)^{\frac{1,31-1}{1,31}}}$$

$$\frac{dG}{dT} = 0,1973^{\frac{1}{1,31}}$$

$$\frac{dG}{dT} = 1,143695314 \text{ kg/s}$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * M * LEL_v$$

$$LEL_m = 0,416 * 10^{-3} * 92,14 * 1,27$$

$$LEL_m = 0,04867 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$(dV/dt)_{min} = \frac{(dG/dt)_{max}}{k * LEL_m} * \frac{T}{273 + 25}$$

$$(dV/dt)_{min} = \frac{1,143695314 * 306}{0,25 * 0,04867 * 298} = 96,5192 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}}$$

$V_z$  teorik hacminin tahmin edilmesi;

$$V_z = \frac{f * (dG/dt)_{min}}{C} = \frac{5 * 96,5192}{30} = 16,0865$$

$$V_z = 16,0865$$

$$V_0 = 3 \text{ m} * 5 \text{ m} * 18 \text{ m} = 270 \text{ m}^3$$

$16,0865 < 0,1$  (Yüksek havalandırma (VH))

$V_z < 0,1$  Yüksek havalandırma (VH)

$0,1 < V_z < V_0$  Orta havalandırma (VM)

$V_z > V_0$  Düşük havalandırma (VL)

$0,1 < 16,0865 < 270 \implies$  Orta havalandırma (VM)

$V_z$  teorik hacmi ile tehlikeli bölge ebatları arasındaki ilişki;

$3 \text{ m} * 7 \text{ m} * 8 \text{ m}$  (oda ölçüleri  $\text{m}=\text{metre}$ ) ebatlarına sahip bir odada teorik  $V_z$  hacmi  $V_0$  oda hacminden çok küçük olmakla beraber  $0,1 \text{ m}^3$ ' den büyüktür.

Bu esasa dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi orta olarak alınabilir. Ancak, yanıcı atmosferin kalıcılığı vardır ve kalıcılık süresi de uzundur.

Bu kriterlere dayanarak, boşalma kaynağına ve değerlendirilen bölgeye göre havalandırma derecesi düşük olarak alınabilir.

Havalandırmanın kullanılabilirliğinden bağımsız olarak bu bölge Kuşak 1, hatta Kuşak 2 olarak sınıflandırılabilir. Ya kaçak hızını azaltacak veya havalandırmayı mahalli çekişle büyük ölçüde iyileştirecek tedbirlerin alınması gereklidir.

Tablo 52: Havalandırmanın Kuşak Tipleri Üzerindeki Etkileri <sup>46</sup>

Boşalma derecesi	Havalandırma Derece						
	Yüksek			İyi	Orta		Düşük
	İyi	Orta	Kötü		Orta	Kötü	İyi, orta veya kötü
<b>Sürekli</b>	(Kuşak 0 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 2 <sup>a</sup>	(Kuşak 0 NE) Kuşak 1 <sup>a</sup>	Kuşak 0	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0 + Kuşak 1	Kuşak 0
<b>Ana</b>	(Kuşak 1 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	(Kuşak 1 NE) Kuşak 2	Kuşak 1	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 + Kuşak 2	Kuşak 1 veya Kuşak 0 <sup>c</sup>
<b>Tali<sup>b</sup></b>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	(Kuşak 2 NE) Tehlikesiz <sup>a</sup>	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 2	Kuşak 1 ve Kuşak 0 <sup>c</sup>

**Not – “+”** etrafında anlamına gelmektedir.

<sup>a</sup> Kuşak 0 NE, Kuşak 1 NE ve Kuşak 2 NE normal şartlarda ihmal edilebilir yayılma sınırına sahip teorik kuşakları gösterir.

<sup>b</sup> Tali boşalma tarafından oluşturulan Kuşak 2 bölgesi ana veya sürekli boşalma derecelerine atfedilebilecek olanı aşabilir. Bu durumda daha büyük olan mesafe kullanılmalıdır.

<sup>c</sup> Eğer pratike havalandırma çok zayıf ve yayılma sürekli gaz ortamı oluşacak şekilde ise (havalandırma yok durumuna yaklaşık ise) Kuşak 0 kullanılır.

#### Kalıcılık zamanı t' nin tahmin edilmesi;

$$t = \frac{f}{C} \ln \frac{LEL_v * k}{X_0}$$

$$C = 0,01 \frac{defa}{sn}$$

$$t = \frac{1}{0,01} \ln \frac{1,27 * 0,25}{40}$$

$$t_{kalıcı} = 483 \text{ saniye}$$

$$t_{kalıcı} = 8,06 \text{ dakika boyunca toluen sürekli olarak etrafa yayılır}$$

#### Basınç Dalgası Enerjisi Hesaplaması;

İşletmede ısınmak amacıyla kullanılan doğalgazı günde maksimum 358,036 kg'lık kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Doğalgazın içinde 322.234 kg Metan vardır. Hesap yapılırken metan gazı kütesinin % 50 sinin yanıcı buhar kütesi olarak ortamda bulunduğu ve patlamanın oda içinde

<sup>46</sup> “TS 3491 EN 60079-10 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar- Bölüm:10 Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

gerçekleştiği ve bir doğalgazın bileşimleri olan tüm gazların bileşenleri aynı anda patladığı kabul edilmiştir.

Basınç dalgası enerjisi eşitlik 3.4. kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$E = a \Delta H_c m_f$$

Eşitlikte E Basınç dalgası enerjisini (kJ), çözünme oranını (%100 kabul edilmiştir= 1),  $\Delta H_c$  yanma ısısını,  $m_f$  açığa çıkan yanıcı buhar kütesini (Bütün doğalgazın kütesinin yaklaşık %50 i kabul edilmiştir) yani  $358,036 \cdot 0,5 = 179.018$  kg yanıcı buhar kütesini göstermektedir.

Doğalgazın Yanma Isısı;  $8250 \text{ Kcal /m}^3$

Doğalgazın yanma ısısı =  $11,521 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}}$

$$E = 1 \cdot 179.018 \cdot 11,521$$

$$E = 2,062.47 \text{ Kj}$$

### **TNT Kütle Eşdeğer Hesabı**

Genellikle patlama ile ilgili hesaplamalarda patlayıcının cinsi ne olursa olsun oluşabilecek basınç dalgası enerjisi hesaplandıktan sonra bu enerji TNT eşdeğer cinsine dönüştürülmektedir. Bulunan yüksek basınç enerjisini TNT cinsine dönüştürmek için TNT eşdeğer kütle hesabı uygulanmalıdır. Bu hesaplama aşağıda gösterilmiştir.

$$m_{TNT} = E / 4500$$

Eşitlikte;  $m_{TNT}$  = TNT ağırlığı (kg), E= Basınç dalgası enerjisini (kj) (TNT eşdeğer enerjisi) ifade etmektedir.

$$m_{TNT} = 2,062.47 \text{ Kj} / 4500 = 0,458 \text{ kg TNT}$$

Yapılan hesap sonucu patlama sonucunda 0,458 kg TNT ye eşdeğer bir enerji ortaya çıkacaktır.

### Doğalgaz İçin Patlama Sonrası Tepe Basınç Hesabı

Belirtilen ölçekli uzaklık ( $Z_e$ ) belirleme formülü kullanılarak  $Z_e$  değerleri bulunmuş ve bu  $Z_e$  değerleri ile şekil 9 kullanılarak yüksek basınç değerleri bulunmuştur. Bu yüksek basınç değerlerinin verebileceği hasarlar Tablo 4'de gösterilmiştir. Yüksek basıncın verebileceği Tablo 4 (Yüksek basınç ve verebileceği hasar) kullanılarak tespit edilmiştir.

$$Z_e = \frac{r}{m_{TNT}^{1/3}}$$

Not:  $Z_e$  değerleri Excell ile hesaplanmıştır.

Patlama sonrasında çeşitli mesafelerde meydana gelecek tepe basınç seviyelerini gösterilmektedir. Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10 metrelik bir alan içerisinde bulunan binaların çelik kısımları hafifçe eğilebilir. 90 metre içerisinde bulunan güç ses ortaya çıkacaktır.

### Gürültü hesabı için;

Aşağıdaki denklem ile 140 dB mesafeyi tahmin etmek için kullanılabilir. Hangi mesafeye göre ses elde edilmesi beklenebilir;

$D=215 (M_{exp})^{1/3}$	D=mesafe (metre)
	$M_{exp}$ = Patlayıcı kütle (kg)

$$D = 215 * M_{exp}^{1/3}$$

$$M_{exp}=0,458 \text{ kg}$$

$$D=215 * 0,458^{1/3}$$

$$D=166 \text{ metre}$$



Tablo 53: Tehlikeli Bölge Sınıflandırması

<b>Kuşağın Tipini Ve Yayılma Sınırlarını Tetikleyen Esas Faktörler</b>		
<b>PROSES</b>	<b>ISINMA (DOGALGAZ)</b>	
<b>HAVALANDIRMA</b>	<b>GENEL</b>	<b>POMPA ÇUKURU</b>
Tip	Suni Havalandırma	Yok
Derece	İyi	
Kullanılabilirlik	Orta	
<b>BOŞALMA KAYNAĞI</b>		<b>BOŞALMA DERECEİ</b>
Kazan dairesine giriş borusu		Tali
<b>ÜRÜN</b>		
Parlama noktası		
Buhar yoğunluğu		
<b>Not:</b>		
<b>Kuşak 2 NE bölgesindedir.</b> <b>(İçinde gaz, buhar veya buğu halinde yanıcı maddelerin havayla karışımından meydana gelen patlayıcı gaz ortamının normal çalışmada ara sıra bulunması ihtimalinin zayıf olduğu, eğer bulunursa sadece kısa süreyle devam eden bölge)</b>		

## 8. SONUÇ VE BULGULAR

Patlamadan korunma önlemlerinin temel hedefleri; ortaya çıkan bir patlamanın yayılmasının engellenmesi ve çalışanların korunması şeklindedir. Öncelikli hedef; insanların can güvenliğini sağlamaya yöneliktir. Bu nedenle, çalışma alanının tasarım, uygulama ve işletme sürecinde görev alan tüm kişiler bu sorumluluğu taşımak zorundadır.

Tasarım sürecinde pasif önlemlerin yeterince alınabilmesi aktif sistemlerin kullanımını azaltacaktır. Bu durum maliyetin yanı sıra, olası tehlikelere karşı can ve mal kayıplarının önlenmesini sağlayacaktır.

1988-2008 yılları arasında meydana gelen yangınların % 2'sinin çıkış sebebi; akaryakıt ve patlayıcı maddelerdir. Kimyasal maddelerin hemen hemen tüm alanlarda kullanılmakta ve büyük risk oluşturmaktadır.

1988-2008 yılları arasında meydana gelen yangınların % 5'inin çıkış sebebi; LPG ve 1976 yılından itibaren ülkemizde kullanılmaya başlanan doğalgazdır. LPG tüpleri taşıma kolaylığı nedeni ile ülkemizde çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Özellikle konutlar da mutfak ve banyolarda kullanılmakta ve büyük risk oluşturmaktadır.

Türkiye de yangın istatistikleri konusunda yeteri kadar önem verilmediği görülmüştür.

Avrupa Birliği ülkelerinde her yıl meydana gelen yangınlarla ilgili raporlar hazırlanırken, Türkiye' de sadece İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2007 yılından beri detaylı rapor hazırlanmıştır.

Yapılan bu araştırmada farklı Őehirlerde meydana gelen yangınların kayıt altına alınma sistemlerinin birbirinden ayrı Yapılan bu araştırmada farklı Őehirlerde meydana gelen

yangınların kayıt altına alınma sistemlerinin birbirinden ayrı olduğu görülmüştür. Bu bağlamda ülkemizde; yangınların kayıt altına alınmasını sağlayacak ortak bir veri tabanının oluşturulması, kullanılması ve her yılsonunda yangın istatistikleri raporlarının tutulması doğru olacağı düşünülmektedir.

Bu nedenle, üretim sırasında ortaya çıkan yangınlara ve patlamalara karşı ATEX (patlamadan korunma) kriterlerinin planlanması gerekmektedir.

Devletin denetimleri ve yürürlüğe koyduğu yönetmeliklerin uygulanabilir olması da büyük önem taşımaktadır. İstenmeyen üzücü olayların yaşanmaması için de devletin çıkar mış olduğu ilgili yönetmelikler ve standartlar aracılığı ile olacaktır.

Ülkemizde istenmeyen bu üzücü olayların yaşanması için işletme sahiplerine ve yasa ıkarıcılara büyük sorumluluklar düşmektedir.

Yönetmeliklerin cevap veremediği ya da tasarımcıya yeterli gelmediği noktalar da patlamanın olumsuz etkilerinden korunma için kişilerin başvurabileceği güvenilir kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda gelişmiş ülkelerde patlamadan korunmaya ilişkin her konuda yayımlanmış kodlar ve el kitapları bu gereksinimi karşılayacaktır.

## İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIĞI İSTATİSTİKLERİ

Tablo 54: İş Kazası Ve Meslek Hastalıkları 2012 Yılı Genel Sonuçları

Ankete Cevap Veren MESS Üyesi İşyeri Sayısı	174
Toplam Çalışan Sayısı	135.011
Erkek Çalışan Sayısı	122.690
Kadın Çalışan Sayısı	12.321
Mavi Yakalı Çalışan Sayısı	108.234
Beyaz Yakalı Çalışan Sayısı	26.777
Kazalı Sayısı	6.215
Kayıp İşgünü Sayısı*	97.305
Meslek Hastalığına Maruz Kalanlar	8
Meslek Hastalığı Nedeniyle Yaşanan Kayıp İşgünü Sayısı	108
Kaza Sıklık Oranı	22,59
Kaza Ağırlık Oranı	0,35

\* Kayıp iş günü sayısı hesaplanırken; iş kazasına uğrayan kişinin, olay günü ve / veya ertesi gün istirahat alıp, 3. gün işbaşı yapması durumunda, bu kaza dolayısıyla kaybedilen ilk iki iş günü dikkate alınmamıştır. Kayıp iş günleri toplamı hesaplanırken, her ölümlü sonuçlanan iş kazası için 7.500 iş günü dikkate alınmıştır.<sup>47</sup>

<sup>47</sup> Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)

Tablo 55: Toplam Kazalı Sayısının Kazanın Olduğu Yer veya Bölüme Göre Dağılımı

İŞ KAZASININ OLDUĞU YER VEYA BÖLÜM	KAZALI SAYISI	%
Üretim alanları	5.174	83,25
Atölye	447	7,19
Depo/Ambar/Kantar	242	3,89
Kompresör dairesi, jeneratör veya tribün bölümü	12	0,19
Buhar kazanı, soğutma kulesi	14	0,23
Kazan dairesi	6	0,10
Laboratuvar	32	0,51
Büro	26	0,42
Tuvalet, temizlik yerleri	20	0,32
Yemekhane	36	0,58
Mola yerleri	43	0,69
Soyunma odası	40	0,64
Spor alanları	50	0,81
İşverence sağlanan taşıt (İşe gidiş geliş sırasında)	47	0,76
Şantiye	6	0,10
Diğer*	20	0,32
<b>TOPLAM</b>	<b>6.215</b>	<b>100</b>

\* Fabrika bahçesi, arıtma tesisi, otopark, işyeri dışı alan, test alanı.

## **8.1. Hesaplamaya Yönelik Sonuç ve Bulgular**

### **a) Otomotiv sektöründe meydana gelebilecek patlamaların etkilerinin modellenmesi**

Yanıcı gaz veya buhar risklerin meydana gelmesi ihtimali olan tehlikeli bölgelerde kullanılan cihazların uygun şekilde seçilmesinin ve kurulmasını sağlamak amacıyla söz konusu tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması yapılmaya çalışılmıştır.

Patlamanın etkilerini belirlemek için önce teorik hacmi kesinleştirmek üzere belirli bir yanıcı madde yayılmasının alt patlayıcılık sınırının altındaki yoğunluğa düşürülmesinde gerekli teorik asgari havalandırmaları hesaplanmıştır. Yanıcı gaz veya buhar risklerinin meydana gelmesi ihtimali olan tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması yapılmıştır

Otomotiv sektöründe meydana gelebilecek olası bir patlamanın etkilerini belirlemek içinde patlamanın sebep olacağı basınç dalgası enerjisi hesaplandı, bu basınç dalgası enerjiden de yola çıkılarak TNT kütle eş değer hesaplaması yapılmıştır. Çıkan basınç değerlerine verebileceği hasarlar ayrı ayrı verebileceği zarar teorik olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Patlayıcının kütlesine göre; 140 dB'in hangi mesafeye göre sesin elde edilebileceği tahmin edilmeye çalışılmıştır.

**b) Kimyasalların depolama alanında meydana gelen patlamanın modellenmesi;**

Kimyasal ürünlerin depolanması 2-Butanol' un kaza sonucu etrafa dökülmesi sonucu yangın ve patlamanın etkilerini belirlemek için önce teorik hacmi kesinleştirmek üzere belirli bir yanıcı madde yayılmasının alt patlayıcılık sınırının altındaki yoğunluğa düşürülmesinde gerekli teorik asgari havalandırmanın orta havalandırma olarak hesaplanmıştır.

2-Butanol maddesinin ortalama yoğunluğun başlangıç  $X_0$  değerinden LEL\*k değerine düşmesi için gereken sürenin yaklaşık 36 dakika olduğu hesaplanmıştır.

Kimyasal depolama alanında olası bir patlamanın etkilerini belirlemek içinde patlamanın sebep olacağı basınç dalgası enerjisi hesaplandıktan sonra, bu basınç dalgası enerjiden yola çıkılarak TNT kütle eş değer hesabı yapılmıştır. Çıkan yüksek basınç değerlerine göre mesafelere göre ayrı ayrı hesaplandıktan sonra mesafelere göre ortaya çıkan patlamaların enerjilerine göre verebileceği zarar tahmin edilmiştir. Hesaplamanın son kısmında 140 dB'in hangi mesafeye göre ses elde edilebileceği tahmin edilmiştir.

Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 30 metrelik bir alan içerisinde bulunan tüm binalar ve yapılar tamamen yıkılmaktadır. 100 metre içerisinde bulunan binaların çelik kısımları patlamanın basınç etkisiyle zarar görebilir. 100 metre ile 330 metre arasında bulunan yapılarda ise %95 oranında ciddi hasar olmaz. 430 metre yakında bulunan binaların camları

kırılabilir ve patlamadan olayı oluşturan ses 750 metre uzaklıktan güçlü olarak duyulabilmektedir.

**c) Boyahanedey meydana gelebilecek patlamanın modellenmesi;**

Boyama işleminde kullanılan boya maddesinin içinde toluen maddesi bulunmaktadır. Toluene maddesinin buharlarının havadan ağır olduğu için zeminde yayılarak uzak mesafelerde tutuşmalara neden olabileceğinden yangın ve patlamanın etkilerini belirlemek için önce teorik hacmi kesinleştirmek üzere toluen buharının yanıcı madde yayılmasının alt patlayıcılık sınırının altındaki yoğunluğa düşürülmesine için gereken teorik asgari havalandırma hesaplaması yapılmıştır ve yapılan hesaplama sonucunda orta havalandırmanın yapılması gerektiği görülmüştür.

Toluene maddesinin ortalama yoğunluğun başlangıç  $X_0$  değerinden LEL çarpı k değerine düşmesi için gereken zamanı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Boyama işleminde sırasında olası bir patlamanın etkilerini belirlemek için patlamanın sebep olacağı basınç dalgası enerjisi hesaplanmıştır. Çıkan basınç dalgası enerjiden de TNT kütle eş değeri hesabı yapılmıştır. Çıkan yüksek basınç değerlerine göre mesafelere göre ayrı ayrı hesaplandıktan sonra ortaya çıkan patlamaların enerjisine göre verebileceği zararlar tahmin edilmeye çalışılmıştır. Hesaplamaların son kısmında da 140 dB'in hangi mesafeye göre sesin elde edilebileceği tahmin edilmiştir.

Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10 metrelik bir alan içerisinde bulunan binalar yıkılır. 20 metre içerisinde bulunan tahta yapılar çökebilir.



**d) Jeneratör odasında meydana gelebilecek patlamanın modellenmesi;**

Jeneratör odasında kullanılan motorinin depolandığı tankta bakıma hazırlık aşamasında, tankın gövdesinde yırtık oluşmuş ve motorin etrafa dökülmüştür. Motorinin tutuşması sonucunda patlamanın etkilerini belirlemek için önce teorik hacmi kesinleştirmek üzere motorinin yanıcı madde yayılmasının alt patlayıcılık sınırının altındaki yoğunluğa düşürülmesi için gereken teorik asgari havalandırma hesaplaması yapılmıştır ve yapılan hesaplama sonucunda orta havalandırmanın yapılması gerektiği görülmüştür.

Motorin maddesinin ortalama yoğunluğun başlangıç  $X_0$  değerinden LEL çarpı k değerine düşmesi için gereken zamanı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Motorinin depolanması sırasında olası bir patlamanın etkilerini belirlemek için patlamanın sebep olacağı basınç dalgası enerjisi hesaplanmıştır. Çıkan basınç dalgası enerjiden de TNT kütle eş değer hesabı yapılmıştır. Çıkan yüksek basınç değerlerine göre mesafelere göre ayrı ayrı hesaplandıktan sonra ortaya çıkan patlamaların enerjisine göre verebileceği zararlar tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Hesaplamaların son kısmında da 140 dB'in hangi mesafeye göre sesin elde edilebileceği tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10 metrelik bir alan içerisinde bulunan bina yapısında küçük hasarlar olabilir. 20 metre içerisinde bulunan binanın camları zarar görebilir.

**e) Tüplerin depolanmasında meydana gelebilecek patlamanın modellenmesi;**

Tüplerin depolandığı alanda Asetilen, LPG tüpü ve Oksijen tüpleri depolanmaktadır. Hesaplamaya asetilen tüpü değerlendirmeye alınmıştır. Asetilen tüpünün kullanımı sırasında işletme içinde boru dağıtım hattında kaçak meydana gelmiştir.

Asetilen gazının tutuşması sonucunda patlamanın etkilerini belirlemek için önce teorik hacmi kesinleştirmek üzere motorinin yanıcı madde yayılmasının alt patlayıcılık sınırının altındaki yoğunluğa düşürülmesi için gereken teorik asgari havalandırma hesaplaması yapılmıştır ve yapılan hesaplama sonucunda orta havalandırmanın yapılması gerektiği görülmüştür.

Asetilen maddesinin ortalama yoğunluğun başlangıç  $X_0$  değerinden LEL çarpı k değerine düşmesi için gereken zamanı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Asetilen tüpünün depolanması sırasında olası bir patlamanın etkilerini belirlemek için patlamanın sebep olacağı basınç dalgası enerjisi hesaplanmıştır. Çıkan basınç dalgası enerjiden de TNT kütle eş değer hesabı yapılmıştır. Çıkan yüksek basınç değerlerine göre mesafelere göre ayrı ayrı hesaplandıktan sonra ortaya çıkan patlamaların enerjisine göre verebileceği zararlar tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Hesaplamalardan çıkan sonuca göre patlamanın olduğu 10 metrelik bir alan içerisinde bulunan binanın Büyük ve küçük pencereler genellikle

kırılabilir. 20 metre içerisinde bulunan binanın camları Cam kırılması için sınır değerdir.

Hesaplamaların sonunda asetilen tüplerin soğutma çalışmalarında ortaya çıkabilecek su miktarları da hesaplanmıştır.

**f) Isınma amaçlı kullanılan doğalgazın kullanılması sırasında meydana gelebilecek patlamanın modellenmesi;**

Doğalgaz ile çalışan kazan dairesinin flanş bağlantılarından gaz kaçağı meydana gelmektedir. Kapalı alanda biriken ve tali boşalan doğalgazın tutuşması sonucunda patlamanın etkilerini belirlemek için önce teorik hacmi kesinleştirmek üzere doğalgazın yanıcı madde yayılmasının alt patlayıcılık sınırının altındaki yoğunluğa düşürülmesi için gereken teorik asgari havalandırma hesaplaması yapılmıştır ve yapılan hesaplama sonucunda orta havalandırmanın yapılması gerektiği görülmüştür.

Doğalgaz maddesinin ortalama yoğunluğun başlangıç  $X_0$  değerinden LEL çarpı k değerine düşmesi için gereken zamanı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Biriken doğalgazın patlama etkilerini belirlemek için patlamanın sebep olacağı basınç dalgası enerjisi hesaplanmıştır. Çıkan basınç dalgası enerjiden de TNT kütle eş değer hesabı yapılmıştır. Çıkan yüksek basınç değerlerine göre mesafelere göre ayrı ayrı hesaplandıktan sonra ortaya çıkan patlamaların enerjisine göre verebileceği zararlar tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Patlama sonrasında çeşitli mesafelerde meydana gelecek tepe basınç seviyeleri hesaplanmıştır. Hesaplamalardan çıkan sonuca göre çeşitli yapı hasarları ve patlama yakınında bulunan kişilerde çeşitli sağlık sorunları ve sakatlıklar oluşacaktır.

## 8.2. Ulusal Ve Uluslar Arası Karşılaştırmalara Yönelik Sonuç Ve Değerlendirme

Ulusal, Uluslararası Standartlar ve Ar - Ge Departmanındaki Mevcut Durum

Ar - Ge departmanında yapılan üretim sürecinde tesisin yerleşim durumu, komşuları, alınan güvenlik tedbirleri ve oluşturulan talimatnameler ile ulusal ve uluslar arası standartlar karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda işletmenin mevzuatımıza göre eksiklikleri tespit edilmiştir.

**Tablo 56: Ulusal / Uluslararası Standartlar ve Tesisteki Mevcut Durum**

<b>Ulusal /Uluslararası Standartlar</b>	<b>Tesisteki Mevcut Durum</b>	<b>Uygunluk Durumu</b>
Ar-GE departmanı; kalabalık nüfusun bulunduğu okul, hastane durak vb. gibi yerlere en az 200 metre uzaklıkta kurulmalıdır.	Tesis, kalabalık nüfusun bulunduğu okul, hastane durak vb. gibi yerlere en az 200 metre uzaklıkta kurulmuştur. Ama organize sanayi bölgesinde olduğundan dolayı zaman içinde komşu sınırlara işletmeler yapılmaktadır.	Olumlu / Uyumlu
Doğalgazın kazan dairelerinde kullanılması halinde, kazan dairesinde bulunan ve enerjinin alınacağı enerji tablosu etanj tipi ex-proof olacak kumanda butonları pano ön kapağına monte edilecek, kapak açılmadan butonlarla çalışması ve kapatılması sağlanacaktır.	Doğalgazın kazan dairelerinde kullanılmaktadır, kazan dairesinde bulunan ve enerjinin alınacağı enerji tablosu etanj tipi ex-proof kumanda butonları pano ön kapağına monte edilmiştir, kapak açılmadan butonlarla çalışması ve kapatılması sağlanmaktadır.	Olumlu / Uyumlu
Sistemin elektrik enerjisi sistemi en az iki ayrı yerden kumanda edilebilecek şekilde otomatik kumanda üniteli alarm ve ışık ikazlı sistemlerle kontrol altına alınacak şekilde dizayn edilmelidir.	Sistemin elektrik enerjisi sistemi en az iki ayrı yerden kumanda edilebilecek şekilde otomatik kumanda üniteli alarm ve ışık ikazlı sistemlerle kontrol altına alınacak şekilde dizayn edilmektedir.	Olumlu / Uyumlu

<p>Kazan dairelerinde muhtemel tehlikeler karşısında kazan dairesine girmeden dışarıdan kumanda edilebilecek şekilde yangın butonuna benzer camlı butonla kazan dairesinin tüm elektriğinin kesilmesini sağlayacak biçimde ilave tesisat yapılmalıdır.</p>	<p>Kazan dairelerinde muhtemel tehlikeler karşısında kazan dairesine girmeden dışarıdan kumanda edilebilecek şekilde yangın butonuna benzer camlı butonla kazan dairesinin tüm elektriğinin kesilmesini sağlayacak biçimde ilave tesisat yapılmamıştır.</p>	<p>Olumsuz / Uyumsuz</p>
<p>Kazan dairelerinde aydınlatma sistemleri tavandan en az 50 cm sarkacak şekilde veya üst havalandırma seviyesinin altında kalacak şekilde veya yan duvarlara etanj tipi floresan veya contalı glop tipi armatürlerle yapılacak ve tesisat antigron olarak tesis edilecektir.</p>	<p>Kazan dairelerinde aydınlatma sistemleri; üst havalandırma seviyesinin altında kalacak şekilde veya yan duvarlara etanj tipi floresan veya contalı glop tipi armatürlerle yapılacak ve tesisat antigron olarak tesis edilmiştir.</p>	<p>Olumlu / Uyumlu</p>
<p>Doğalgaz tesisatı bulunan ortak kullanım alanlarının havalandırması için gazın toplanması muhtemel olan ve çatıya yakın üst noktada asgari 150 cm'lik bir havalandırma kanalı açılmalı ve/veya gaz alarm cihazı kullanılmalıdır.</p>	<p>Doğalgaz tesisatı bulunan ortak kullanım alanlarının havalandırması için gazın toplanması muhtemel olan üst noktada asgari 150 cm'lik bir havalandırma kanalı açılmamış ve/veya gaz alarm cihazı kullanılmamaktadır.</p>	<p>Olumsuz / Uyumsuz</p>
<p>Kazan dairesinde bulunan doğalgaz tesisatının çok yakınında yanıcı maddeler bulundurulmamalıdır.</p>	<p>Yanıcı maddeler depolanmaktadır.</p>	<p>Olumlu / Uyumlu</p>
<p>Bina içi tesisatların, gaz kesme tüketim cihazlarının ve bacaların periyodik kontrol ve bakımları yetkili servislere yaptırılmalıdır.</p>	<p>Bina içi tesisatların, gaz kesme tüketim cihazlarının ve bacaların periyodik kontrol ve bakımları yetkili servislere yaptırılmaktadır.</p>	<p>Olumlu / Uyumlu</p>

Dolu tüpler sıcaklık değişmelerine, güneşin dik ışınlarına, radyasyon ısısına, soğuğa ve neme karşı korunmuş olacaktır.	Dolu tüpler sıcaklık değişmelerine, güneşin dik ışınlarına, radyasyon ısısına, soğuğa ve neme karşı korunmamıştır. Sadece üzereleri trapez sacla kapatılmış ve etrafının tel örgü ile sınırlandırılmıştır.	Olumsuz / Uyumsuz
Yanıcı sıvıların boru tesisatı içinde dağıtılmasında sırasında; Alevin geri tepmesini önleyen armatürler için TSE kalite belgesi aranır. Bu armatürler mümkün olduğu kadar tanka yakın ve kolay bakım yapılabilecek şekilde düzenlenmelidirler.	Yanıcı sıvıların boru tesisatı içinde dağıtılmasında sırasında; Alevin geri tepmesini önleyen armatürler mevcuttur ve TSE kalite belgesi de mevcuttur. Bu armatürler mümkün olduğu kadar tüplere yakın ve kolay bakım yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır.	Olumlu / Uyumlu
Dolu tüpler işyerlerinde tehlike yaratmayacak miktarda depolanacak tüpler yangına en az 120 dakika dayanıklı ayrı binalarda veya bölmelerde, radyatör ve benzeri ısı kaynaklarından uzak bulundurulacak ve tüplerin devrilmesine veya yuvarlanmasına karşı önlemler alınacaktır.	Dolu tüpler işyerlerinde tehlike yaratmayacak miktarda depolanacak tüpler yangına en az 120 dakika dayanıklı ayrı binalarda veya bölmelerde saklanamamaktadır. Isı kaynaklarından zaman zaman uzak bulundurulmamaktadır.	Olumsuz / Uyumsuz
Tüplerin devrilmesine veya yuvarlanmasına karşı önlemler alınmalıdır.	Tüplerin devrilmesine veya yuvarlanmasına karşı önlemler alınmıştır.	Olumlu / Uyumlu
Tüplerin depolandığı yerlere ikaz levhaları konulacaktır.	Tüplerin depolandığı yerlere ikaz levhaları konulmaktadır.	Olumlu / Uyumlu
Tüpler, içinde bulunan gazın özelliğine göre sınıflanarak depolanacak, boş tüpler ayrı bir yerde toplanacaktır.	Tüpler, içinde bulunan gazın özelliğine göre sınıflanarak depolanacak, boş tüpler ayrı bir yerde toplanmaktadır.	Olumlu / Uyumlu
Kimyasal ürünlerin depo binası içinde depo binaları en az 120 dakika yangına dayanıklı şekilde yapılmış olmalıdır.	Kimyasal ürünlerin depo binası içinde depo binaları en az 120 dakika yangına dayanıklı şekilde yapılmış olmalıdır.	Olumlu / Uyumlu

Depo hacimleri 1. tehlike bölgesidir. Depo hacminden dışarıya açılan kapı ve pencerelerden ve diğer açıklıklardan itibaren 5 m yarıçapındaki bölge, döşemeden 0.8 m yüksekliğe kadar 2. tehlike bölgeleridir.	Kimyasal depolama alanına konacak. (Önlemler içine)	
Depo binaları konutlara ve insanların bulunduğu hacimlere bitişik olamaz.	Depo binaları konutlara ve insanların bulunduğu hacimlere bitişik değildir.	Olumlu / Uyumlu
Döşemeler depolanan sıvı için geçirgen olmamalı ve yanıcı olmayan malzemeden yapılmalıdır. Dökülen yanıcı sıvının atık su çukurlarına, kanallara, borulara, boru ve tesisat kanallarına sızması önlenmelidir.	Döşemeler depolanan sıvı için geçirgen değildir. Yanıcı olmayan malzemeden yapılmıştır. Dökülen yanıcı sıvının atık su çukurlarına, kanallara, borulara, boru ve tesisat kanallarına yakın değildir.	Olumlu / Uyumlu
Depo hacimleri yeteri kadar havalandırılmalı ve elektrikle ve teknik kurallara uygun şekilde aydınlatılmalıdır.	Depo hacimleri yeteri kadar havalandırılmalı ve elektrik tesisatı Atex normlarına uygun şekilde yapılmamıştır. Sadece teknik kurallara uygun şekilde aydınlatılma yapılmıştır.	Olumsuz / Uyumsuz
Ar-Ge departmanında genel yangından korunma işlemleri; Bina içinde veya dışında kurulmuş tanklar paratoner tesisi ile donatılmalıdır.	Bina içinde veya dışında kurulmuş tanklar paratoner tesisi ile donatılmıştır.	Olumlu / Uyumlu
Yanıcı sıvıların depolandığı, yerlerde yangın önleme sistemleri ile donatılmalı ve daima göreve hazır olacak şekilde tutulmalı ve bakılmalıdır. Gerekli düzen deponun durumuna göre sabit, hareketli veya kısmen hareketli olabilir. Söndürücü olarak özellikle hafif köpük, karbondioksit, kuru toz ve su olmalıdır.	Yanıcı sıvıların depolandığı, yerlerde sprigler yangın söndürücü (Tavana montaj) sistemleri mevcuttur. Daima göreve hazır şekilde ve bakılmalıdır. Deponun durumuna göre sabit olarak tasarlanmıştır. Söndürücü olarak özellikle kuru toz kullanılmaktadır.	Olumlu / Uyumlu
Parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı gazlar, tozların	Ürünlerin boyanması işlemi sırasında ortaya çıkan parlayıcı,	Olumlu / Uyumlu



ortaya çıkan işyerlerinde, üretimde kapalı bir sistem içinde ve otomatik cihazlarla yapılması sağlanmalıdır.	patlayıcı, tehlikeli ve zararlı gazlar, tozların ortaya çıkması durumunda kapalı bir sistem içinde (boya kabinleri içinde) yapılmaktadır.	
Kapalı ve otomatik bir sistem sağlanamadığı takdirde, bu gazlar, buharlar, sisler, dumanlar, tozlar ve lifler intişar ettiği noktada emilecek ve gerekli tedbirler alındıktan sonra dışarı atılması gerekmektedir.	Kapalı ve otomatik bir sistem sağlanamadığı takdirde, bu gazlar, buharlar, tozlar kabin içinde emilecek şekilde ve gerekli tedbirler alındıktan sonra dışarı atılması sağlanmaktadır.	Olumlu / Uyumlu
Parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerin bulunduğu yerlerde bu maddeleri veya bunların buhar ve gazlarını tutuşturabilecek sıcaklık derecesine yükselen veya kıvılcım veya çıplak alev çıkaran ısıtma sistemi kullanılmaması gerekmektedir.	Yanıcı ve patlayıcı kimyasalların yanında çıplak alev çıkaran ısıtma sistemi kullanılmamaktadır.	Olumlu / Uyumlu

## ÖZET

### METAL İŞ KOLUNA BAĞLI OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÜRETİM YAPAN TESİSDE YANGIN VE PATLAMAYA SEBEP OLABİLECEK FAKTÖRLERİN VE ÇEVRE TESİSLERE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Emrah AKTAŞ**

**Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Fakültesi**

**Danışman: Prof. Dr. Gönül KUNT**

**Mayıs 2014, 189 Sayfa**

Bu çalışmada orta ölçekli işletmelerde üretim yapan bir fabrikanın Parlayıcı Patlayıcı Maddelerle Çalışma Yönetmeliği kapsamında tehlikeler alanlar ve kazalara neden olabilecek riskler, tehlikeler belirlenmiş ve kaza senaryoları oluşturulmuştur. Kaza senaryolarında birbirlerini tetikleyen olaylar zincirleri anlatılmaya çalışılmıştır.

İşyerinde çalışan kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda riskler ve tehlikeler belirlenmiştir. Yapılan risk analizinde öncelikle alınması gereken önlemlere belirlenmiş ve kazalara sebep olabilecek tehlikeler tanımlanmıştır.

Metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründe üretim yapan tesis de yangın ve patlamaya sebep olabilecek faktörlerin ve çevre tesislere etkilerinin belirlenmesi için hazırlanmış olan iç yönergenin planları ve hazırlanmış talimatnameler incelenmiştir.

Metal iş koluna bağlı otomotiv sektöründe üretim yapan tesis de yangın ve patlamaya sebep olabilecek faktörlerin ve çevre tesislere etkilerinin belirlenmesi üretim yapan tesisteki bölümler ve işletmelerde üretiminde kullanılan tehlikeli maddeler belirtilmiş ve bu kimyasal maddelerin çevreye olabilecek etki değerlendirmeleri planlanmıştır.

Bu çalışmanın son aşamalarında üretim amacıyla kullanılan parlayıcı, patlayıcı kimyasal maddelerin etkilerinden çalışanların ve çevrenin patlamalar sonucunda nasıl etkileneceği hesaplanmıştır.

Sağlık uzmanlarına patlama sonucu yaralanan kişilerin nasıl değerlendirmeleri ve önceliklerini belirlemeleri konusunda yardımcı bilgiler paylaşılmıştır.

Bu patlayıcı ve yanıcı maddelerin olumsuz etkilerinden etkilenmemek için oluşturulması gereken güvenlik mesafeleri hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Explosive, Parlayıcı Patlayıcı Maddelerle alışmalar, Seveso II, Patlamalarda Yaralanma, Fireball, BLEVE, VCE, NFPA 704, Patlayıcı ortamların sınıflandırması, ALOHA programı

## **SUMMARY**

# **METAL WORK CONNECTED TO HIS ARM IN THE AUTOMOTIVE SECTOR THAT CAN CAUSE FIRE AND EXPLOSION ON SITE MANUFACTURING FACTORS AND ENVIRONMENTAL FACILITIES, THE DETERMINATION OF THE EFFECTS OF**

**Emrah AKTAŞ**

**Master's Thesis, Faculty Of Health Sciences**

**Supervisor: Prof. Dr. Gönül KUNT**

**In May 2014, 189 Pages**

In this study, the medium sized enterprises engaged in the production of a Work within the scope of the regulation on Flammable Explosives factory, dangers, risks, hazards that could cause accidents, and designated areas and accident scenarios. Accident scenarios they tried telling the events that triggered the chains.

As a result of the negotiations with the people working in the workplace risks and dangers. The risk analysis should be made, first of all, the measures predetermined and defined the dangers that could cause accidents.

Metal work connected to his arm in the automotive sector that can cause fire and explosion in manufacturing facility of the factors determining the effects of environmental and facilities prepared for internal instruction plans and orders.

Metal work connected to his arm in the automotive sector that can cause fire and explosion in manufacturing facility with a full range of factors and environmental effects of producing dangerous substances used in the

manufacture of the resort's departments and enterprises has been specified, and this can impact the environment of chemical substances reviews are planned.

The final stages of production that is used for the purposes of this study is highly flammable, explosive as a result of the employees and the environment from the effects of chemical substances are affected by how the explosions were calculated.

Health experts identify how people injured as a result of the explosion of information, reviews and priorities.

The negative effects of this explosive and flammable substances migrate the security distances need to be calculated for.

**Key words:** Explosive, Flammable and Explosive Substances, Seveso II, took part in the injury, Fireball, BLEVE, VCE, NFPA 704, classification of Explosive environments, ALOHA program

## KAYNAKLAR

TS 12820 Akaryakıt istasyonları-Emniyet kurallar”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

TS 3491 EN 60079-10 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar- Bölüm:10 Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2005).

Baysal, S, 2004, Yangın Eğitim Notları, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Eğitim ve Araştırma Merkezi, Ankara, 3.5.8. 21.s.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007, İçişleri Bakanlığı ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 27 Kasım 2007, Sayı: 248222, Ankara

Crowl, D, A, Louvar, J. F., 1990, Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, PTR Prentice Halls, New Jersey, 17. p

Crowl, D, A, Louvar, J. F., 1990, Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, PTR Prentice Halls, New Jersey

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Nisan 2013, Sayı:28633, Ankara

Glasstone S, Dolan Pj, Eds. (1977). The Effects Of Nuclear Weapons. 3 rd Ed. U.S. Department Of Defense And The Energy Research and Development Administration

[http://www.jandarma.tsk.mil.tr/kriminal/turkish%20internet/anasayfa/bilarinde\\_dosyalar/yazilar\\_dosyalar/bilarinde3.doc](http://www.jandarma.tsk.mil.tr/kriminal/turkish%20internet/anasayfa/bilarinde_dosyalar/yazilar_dosyalar/bilarinde3.doc), 15.07.2008.

<http://www.gazmer.com.tr/wmex.nsf/pages/GenelBilgi>

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 2014, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 2 Mayıs 2014, Sayı: 28988, Ankara

İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 18 Ocak 2013, Sayı: 28532, Ankara

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 15 Mayıs 2013, Sayı: 28648, Ankara

İş Sağlığı ve İş Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği, 2012, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 29 Aralık 2012, Sayı: 28512, Ankara

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, 2013,

MEGEP, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, 'Kimya Teknolojisi', Boyama Ekipmanları ve Teknikleri Modülü, Ankara; 2008.

Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik, 2006, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Aralık 2006, Sayı:26392, Ankara

National Fire Protection Association (NFPA 30), (2008) Flammable and Combustible Liquids Code.

NFPA Hazard Rating System, [İnternette].2012 [Erişim Tarihi: 10.04.2014] URL: [http://www.ehs.neu.edu/laboratory\\_safety/general\\_information/nfpa\\_hazard\\_rating/](http://www.ehs.neu.edu/laboratory_safety/general_information/nfpa_hazard_rating/)

Özer, M. (1985) Endüstriyel Yangın Tehlikeleri ve Güvenlik Tedbirleri, Özer Yayınları, İstanbul.

Özer, T. vd., "Patlama Yaralanmalarının Gizli yüzü: Şok Dalgaları", Ulusal Travma Acil Cerrahi Dergisi, 2010: 16 (5): 395.400.

Özkılıç, Ö. 2005, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TISK yayınları, ISBN 975-2545-25-12, Ankara,

Özkılıç, Ö. 2005, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TISK yayınları, ISBN 975-2545-25-12, Ankara,

Öztop, F ve Uçar, S. (2006) Yangın, Yangının Etkileri ve Yangın Yeri İncelemesi,

Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 30 Nisan 2013, Sayı: 25328 , Ankara

Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği, 2013, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih: 11 Eylül 2013, Sayı: 28762 , Ankara

Sarı, M. Kemal, Patlayıcı Ortamlar ve Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektrik Aygıtları Hakkında Genel Bilgi, 2007

Tomas, K., "Asetilen Üretimi Yapan Tesislerde Kazaya Sebep Olabilecek Faktörlerin Belirlenmesi ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi ", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008).

Turner, G.P.A. (1988) Introduction to Paint Chemistry and Principles of Paint Technology, Third Edition, London.



Türk Standartları Enstitüsü - Standart Ekonomik ve Teknik Dergi - Yıl: 52 -  
Sayı: 614 - Temmuz 2013 sayfa – 66

## **EKLER**

Ek-1 Patlamanın Muhtemel Etkilerinin Belirlenmesi

Ek-2 İşaretleme Formu

Ek-3 Organizasyonel Önlemler Formu

Ek-4 Çalışma İzni Formu

Ek-5 Temizlik ve Düzen Kontrol Formu

Ek-6 Ekipman Kontrol Formu

Ek-7 Dokümanın Güncellenmesi

Ek-8 Tutuşturucu Kaynaklar

Ek-9 Kimyasal Madde ve Malzeme Listesi

**Ek-1: Patlamanın Muhtemel Etkilerinin Belirlenmesi**

<b>PATLAMANIN MUHTEMEL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ</b>			
Basınç Dalgaları			
Patlama nedeniyle savrulan cisimler (şarapnel ve moloz parçaları gibi)			
Zararlı maddelerin salınımı			
Termal radyasyon (Isı yayılması)			
<b>TEKNİK KORUYUCU ÖNLEMLER</b>			
<b>Patlayıcı Ortamın Oluşmasının Önlenmesi</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Açıklama</b>
Havalandırma sistemi var mı?			
Yanıcı Sıvı, gaz veya toz yayılımı önleniyor mu?			Yanıcı sıvıların ve gazların bölüm içerisinde havalandırma sistemi bulunmaktadır.
Yanıcı Sıvı, gaz veya toz birikimi önleniyor mu?			
Kimyasallar uygun koşullarda depolanıyor mu?			Yangına dayanıklı boya dolapları kimyasalların depolandığı bölümde atex lambalar mevcuttur.
Bunların dışında alınan önlem varsa açıklayınız.			
<b>Patlayıcı ortamın tutuşmasının önlenmesi</b>			
Sıcak yüzeylere karşı önlem alındı mı?			
Alev ve sıcak gazlara karşı önlem alındı mı?			
Mekanik kıvılcımlara karşı önlem alındı mı?			
Yıldırımın etkilerine karşı önlem alındı mı?			Paratonerin özelliğini yaz.
Elektrik kaynaklı tutuşmalara karşı önlem alındı mı?			
Statik Elektriğe karşı önlem alındı mı?			
Elektrikli ekipman tasarımı ve kurulumu uygun mu?			
Elektriksiz ekipman tasarımı ve kurulumu uygun mu?			
Bunların dışında alınan önlem varsa açıklayınız			

<b>Patlamanın etkisini azaltmaya yönelik Önlemler</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Açıklama</b>
Tasarım ve inşa patlama basıncı ve darbelerine dayanıklı mı?			
Patlamayı bastırmaya yönelik önlem alındı mı?			
Patlamanın yönlendirilmesi veya basıncın tahliyesi için önlem alındı mı?			
Patlama basıncını hafifletmeye yönelik önlemler alındı mı?			
Alevlerin transferi ve patlamanın yayılmamasına yönelik önlemler alındı mı?			
Bunların dışında alınan önlemler varsa açıklayınız.*			
* Burada gaz dedektör sistemleri, ikaz ve alarm sistemleri gibi önlemler var ise belirtilebilir. Teknik önlemler yapılan risk değerlendirmesi sonuçları kullanılarak da yazılabilir			

**Ek-2: İşaretleme Formu**

<b>İŞARETLEME</b>			
<b>“Güvenlik ve Sağlık İşaretleri Yönetmeliği”ne göre gerekli yerlere;</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Açıklama</b>
Uygun yasaklayıcı işaretler yerleştirilmiş mi?			
Uygun emredici işaretler yerleştirilmiş mi?			
Uygun uyarı işaretleri yerleştirilmiş mi?			
Uygun acil çıkış ve ilk yardım işaretleri yerleştirilmiş mi?			
Uygun yangınla mücadele işaretleri yerleştirilmiş mi?			
Bunların dışında yapılan işaretleme varsa açıklayınız.			

**Ek-3: Organizasyonel Önlemler Formu**

<b>ORGANİZASYONEL ÖNLEMLER</b>	
<b>ÇALIŞANLARIN EĞİTİMİ</b>	<b>Eğitim Alt Başlıkları</b>
Genel İSG eğitimi	
İşe yönelik eğitim	
Özel görevi bulunanların eğitimi	
Bakım, onarım, temizlik, tadilat vb durumlara yönelik eğitim	
Bu eğitimlerde kimyasal kullanımı ve patlayıcı ortam konularını içermelidir.	
<b>YAZILI TALİMATLAR</b>	<b>İçerik</b>
İş talimatları	Ek
Kaçış, acil durum ve kurtarma konularında talimatlar	Ek
Özel durumlara yönelik talimatlar ( İzin gerektiren çalışmalar, sistemi devreye alma veya devreden çıkarma prosedürleri vb)	Ek
<b>BİLGİLENDİRME</b>	<b>Bilgilendirilecek Kişiler / Konular</b>
Kaçış, acil durum ve kurtarma konularında bilgilendirme	Kaçış konusunda tüm personeller bilgilendirilmiştir. Acil durum ve kurtarma ekipleri kurulmuş ve ekipte bulunanları eğitim verilmiştir.
Alt işverenlerin bilgilendirilmesi	
Çalışma alanında geçici süreli bulunacaklara yönelik bilgilendirme	

#### Ek-4: Çalışma İzni Formu

<b>ÇALIŞMA İZİNİ</b>		
ÇALIŞMA İZİNİNİN KONUSU	Çalışma Kapsamı	Çalışma izni verenin Adı - Soyadı – Ünvanı
Ateşli Çalışma İzni <sup>1</sup>		
Bakım, onarım, temizlik, tadilat vb. durumlarda çalışma		
Diğer çalışma izinleri <sup>2</sup>		
<sup>1</sup> <i>Ateşli Çalışma İzni; Muhtemel patlayıcı ortamlarda, patlama ve yangına neden olabilecek kaynak, alevli kesme, taşlama vb. çalışmalar için alınacak izin.</i>		
<sup>2</sup> <i>Yönetmelik Ek-2 b maddesi kapsamında</i>		

**Ek-5: Temizlik ve Düzen Kontrol Formu**

<b>TEMİZLİK VE DÜZEN</b>				
<b>Yeri</b>	<b>Temizlikten Sorumlu Kişi</b>	<b>Kapsamı</b>	<b>Zaman Aralıkları</b>	<b>Çalışma Talimatı</b>



**Ek-6: Ekipman Kontrol Formu**

<b>EKİPMAN / SİSTEM KONTROLÜ</b>								
Ekipman / Sistem	Kontrol ve Deney Süreleri							Değerlendirme
	Günlük	Haftalık	Aylık	3 Aylık	6 Aylık	Yıllık	Diğer	
	K			D				
<i>Ekipman ya da sistemin bakım ve kontrolünün yapılacağı sürelerin karşısına "K", periyodik deneylerin yapılacağı sürelerin karşısına ise "D" yazılacaktır</i>								

**Ek-7: Dokümanın Güncellenmesi Formu**

<b>DOKÜMANIN GÜNCELLENMESİ</b>			
<b>Güncelleme Sebebi</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Güncelleme Tarihi</b>	
İşyerinde yapılan değişiklik			
Çalışma sürecinde değişiklik			
Çalışma yönteminde değişiklik			
İşyerinde meydana gelen yangın, patlama vb. ile sonuçlanan kaza			
Diğer			
Bu doküman güncellenmesini gerektirecek herhangi, bir durum olmasa dahi en az 5 (beş) yılda bir yenilenecektir.			
	<b>Adı, Soyadı</b>	<b>Unvanı</b>	<b>İmzası</b>
Güncelleştirme Sorumlusu			
Kontrol Eden			
Kontrol Tarihi			
Onaylayan			
Onay Tarihi			

## Ek-8: Kimyasal Madde ve Malzeme Listesi

MADDE VE MALZEME LİSTESİ										
Madde ve Malzemeler	Patlayıcı	Yanmaz Gaz	Kolay Yanar Gaz	Zehirli Gaz	Kolay Tutuşur Sıvılar	Kolay Tutuşur Katılar	Korozif	Asit	Yanıcı	Yanıcı Değil

## Ek-9: Tutuşturucu Kaynaklar

TUTUŞTURUCU KAYNAKLAR												
Tutuşturucu Kaynak	Sıcak Yüzey	Sıcak Gaz	Kıvılcım	Statik Elektrik	Oluşma Sıklığı			Meydana Geldiği Durumlar				
					Sürekli	Nadir	Çok Nadir	Normal Çalışma	Bakım Onarım	Arıza Duruml arı	Diğer	
Zımpara Taşı												
Kaynak												
Sıcak Kesim (şaloma)												
Statik Elektrik												
Elektrik Kontakında n Kısa Devre												

**NOT:** Burada sıklıkla karşılaşılan tutuşturucu kaynaklarına yer verilmiştir. Var olabilecek diğer kaynaklar rehberde belirtilmiş olup bu tabloda iş yerinin sözü edilen bölümündeki tüm tutuşturucu kaynaklar belirtilmelidir.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Emrah AKTAŞ  
**Doğum Yeri– Yılı** : İstanbul - 1982  
**Adres** : Sanat Sok. Aktaş Ap. No:11 D:5 Fikirtepe Mah.  
Kadıköy / İstanbul  
**E-mail** : emrah\_aktas@ yahoo.com

### EĞİTİM DURUMU

**Yüksek Lisans** : Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş  
Sağlığı Bölümü, İstanbul  
**Lisans** : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Çevre Mühendisliği Bölümü, Samsun.  
**Yabancı Dil** : İngilizce