

# LPG DOLUM TESİSLERİNDE MUHTEMEL PATLAMALARDAN KORUNMA KAPSAMINDA ATEX DİREKTİFLERİ VE ELEKTRİKSEL GÜVENLİK YÖNETİMİ

**Mehmet Ferit PEKEROĞLU**

ELPEK Mühendislik Elektriksel Periyodik Kontroller

peker@elpek.com.tr

## ÖZET

*Muhtemel patlayıcı ortamlarda elektriksel risklerin tetikleme kaynağı nitelikleri gereğince potansiyel tehlike unsurları arasındaki en önemli yeri teşkil ettiği bilinmektedir. Nitekim genel iş güvenliği risk analizi raporlarında, yangın güvenliği raporları ve iş kazası raporlarının yanı sıra PKD (patlamadan korunma dokümanı) kapsamında da elektriksel risklerin kimyasallı çalışma ortamlarında yüksek güvenlik önlemlerine vurgu yapılmaktadır. Oldukça ehemmiyet arz eden bu durum, ulusal bir güvenlik politikası kapsamında yerini almayı hak etmektedir.*

*LPG dolum tesislerinde potansiyel iş güvenliği önlemlerinin yanı sıra tesis ya da istasyon kurulum, devreye alma, kullanım, denetim, işletme ve planlı bakım güvenliğinin de sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bilhassa patlayıcı vasfa sahip kimyasallı çalışma ortamlarında tüm ulusal mevzuatlara ve uluslararası standartlara uygun proses güvenliği risk değerlendirmesi yapılmalıdır.*

*Yanma üçgeninin sacayakları arasında bir tutuşma sıcaklığı kaynağı olan elektrik tesisatlarının, LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) dolum tesislerinde zone sınıflarının tanım ve tariflerinin yapıldığı kapsamlı patlamadan korunma dokümanlarına uygun şekilde konumlandırılması gerekir. Elektrik tesisatlarının ATEX direktiflerine uygun kullanımı ile LPG dolum tesisleri ve LPG otagaz istasyonlarının elektriksel güvenliği adına önemli adımlar atılmış olur. Bir LPG dolum tesisi genelinde muhtemel gaz kaçakları başta olmak üzere, mevcut kimyasallı atmosferlerin elektrik tehlikelerine karşı koruma önlemleri yüksek hassasiyetle incelenmelidir.*

## GİRİŞ

Sıvılaştırılmış petrol gazlarının (LPG) dağıtımı, taşınması, depolanması, dolumu,

bayiliği ile LPG tüpü imalatı, LPG tüpü muayenesi, tamiri ve bakımı ile LPG tesisatı projelendirme ve imalat faaliyetlerinde yer alan teknik personelin eğitime ve sıvılaştırılmış petrol gazları (LPG) piyasasında görev alacak sorumlu müdürlerin yetki, sorumluluk ve genel niteliklerinin belirlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla 16.12.2012 tarihinde 28499 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan “Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Eğitim ve Sorumlu Müdür Yönetmeliği” güvenlik yönetimi açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. [1]

Patlayıcı ortamlarda güvenlik limitlerinin tayini, rutin işletme koşulları ve özellikle bakım işlerinde iş öncesi alınması gereken güvenlik planları kararları, tesis genelinde görev alan teknik personellerin eğitimleri, proses güvenliği takibi ve diğer iş emniyeti gerekliliklerinin yerine getirilmesi, dolum tesislerinde aksaklığa müsaade edilemez hususlardır.

Tehlikeli kimyasallarla yapılan çalışmalar, bütünüyle bir güvenlik kalkanyla senkron işletme kriterlerine sahip olmalıdır. Bu tip bir güvenlik kültürünün hakim olduğu LPG dolum tesislerinde; muhtemel patlamalara ve olası iş kazalarına karşı komple proses emniyeti sağlanmış olup, güvenli çalışma ortamının devamlılığı mümkün hale gelir.

## 1. LPG Dolum Tesislerinde İş Güvenliği

“Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Eğitim ve Sorumlu Müdür Yönetmeliği” kapsamında ‘dolum tesisi: dağıtıcının tescilli markası ve amblemini ve teknik düzenlemelere uygun tüplere veya sözleşme ile diğer bir dağıtıcının tescilli markası ve amblemini taşıyan ve teknik düzenlemelere uygun tüplere, otogaz ve dökme LPG'nin taşıma araçlarına doldurulduğu, boşaltıldığı, depolandığı ve teknik düzenlemelere göre kurulan ve çalışan bir dağıtıcıya ait tesisi’ ifade etmektedir.

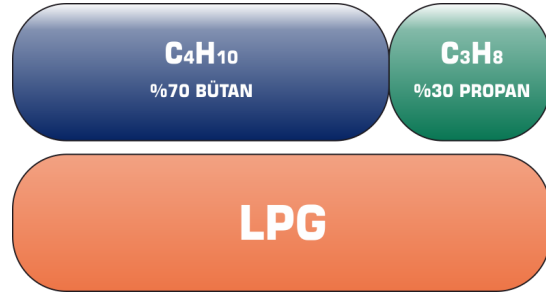
Dolum tesisleri, işteğil konuları gereğince kimyasallı çalışma ortamları kapsamında oldukça önemli bir yere sahiptir. Nitekim bu noktada elektriksel güvenlik yönetimi, kimyasal riskler kadar elektrik tesisatlarını başlı başına güvenlik çemberi içinde tutma amacıyla sürekli takip, denetim ve kontrol hedefi ile tesisin çalışma performansına da olumlu etkiler yaratmaktadır.

LPG dolum tesislerinde işteğilme kriterleri ve proses emniyeti gereğince patlamadan korunma dokümanı dahilinde tehlikeli alan zone sınıflarının belirlenmesi ve buna bağılı olarak doğru exproof ekipman tercihi gibi hususlar proses güvenliğinin vazgeçilmez unsurlarıdır.

### 1.1. LPG Hakkında Genel Bilgiler

Sıvılaştırılmış bir petrol gazı olan LPG, her geçen gün fosil yakıtların rezervlerinin azalmalarının yanı sıra ve sürekli artan mazot ve benzin maliyetlerinin de etkin bir sonucu olarak bilhassa kara taşıtlarında öncelikli kullanım tercihi haline gelmiştir. Ayrıca çevreye duyarlı genel özellikleri ve Avrupa Birliğı tarafından tavsiye edilmesi ile geniş kullanım alanına ulaşmıştır. Ülkemizde 1996 yılı itibariyle araç yakıtı olarak kullanılmakta ve ‘otogaz’ ismiyle de bilinmektedir.

Otogaz, yüksek performansı, uygun fiyatı, güvenli ve çevreci bir yakıt olması sebebi ile Türkiye’de en çok tercih edilen binek araç yakıtı konumundadır. Türkiye’de her 10 araçtan yaklaşık 4’ü LPG (otogaz) ile çalışmakta olup, 4.5 milyondan fazla tüketicinin tercihi durumundadır. [2]



Şekil.1. LPG Bütan ve Propan Oranları [3]

LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı), benzine oranla daha yüksek oktan (yanma kalitesi) değerine sahiptir. Renksiz ve kokusuz olan LPG, %70 Bütan ve %30 Propan gazlarının karışımıdır. LPG, ısıtma ve aydınlatma gibi çeşitli kullanım alanlarına sahip bir enerji kaynağıdır. Muhtemel kaçak vb sızıntılara yönelik güvenlik (fark edilmesi) amacıyla rafineride etilmerkaptan ile kokulandırılır.

ETHYL MERCAPTAN: EM en çok LPG (propane, butane) kokulandırmada yaygın olarak kullanılır. EM erime noktası -148°C ve kaynama noktası 35°C’dir. Bu nitelikler etilmerkaptanı LPG kokulandırma için en iyi seçenek yapar. [4]

LPG, bilinen yüksek yoğunluğu sebebiyle havadan ağır olup, hidrokarbon esaslı yanıcı bir gazdır. Bu özelliğı ile LPG’nin zemine doğru çökme eğilimi söz konusudur. Bir kaçak-sızıntı durumunda da tahliyesi için oldukça dikkatli olunmalıdır. LPG, basınç altında sıvılaştırma yapılan bir gaz olduğu ve kaynama noktası yaklaşık 0°C olması sebebiyle oda sıcaklığında gaz fazındadır.

Düşük sıcaklıklarda da oldukça kolay buharlaşır.

LPG zehirli değildir ve içerdiği propan ve bütanın solunması durumunda insan vücudunda zehirleyici bir etki yaratmaz. Muhtemel kaçak-sızıntı gibi durumlarda, havadan ağır olduğu için oksijen oranının azalması kaynaklı ölüm tehlikesi taşır. Bu açıdan kullanım alanlarına bağlı olarak tesislerdeki mevcut havalandırma vb ortam (çevresel) güvenliğine oldukça fazla dikkat edilmelidir. LPG'nin olası yanması sonucu ortaya çıkan CO zehirli, CO<sub>2</sub> ise boğucu gazlardır.

## 1.2. LPG ve Patlamadan Korunma

LPG dolmuş tesislerinde yaygın olarak ev kullanımına göre (pişirme-ısıtma amaçlı) tüplerin ikmalleri gerçekleştirilmektedir. Tüp içindeki gaz basıncı, ortam sıcaklığına bağlı olarak 2 ila 3 bar arasındadır. Buna rağmen tüplerin işletme basınçları 17,5 bar olacak şekilde tasarlanmaktadır. Muhtemel basınç farkı tehditlerine karşı, tüpün üstünde yer almakta olan emniyet valfleri tüpün iç basıncı 26,5 barın üzerine çıkarsa, iç ortamdaki yüksek basıncı dışarı atma amacıyla gazı tahliye eder. Böylelikle bu durum tüpün patlamasını önler. Bir tüp patlaması için iç basıncın 50 bar ve üzerine çıkması ve/veya yangın içerisinde kalması ve emniyet valfinin açmaması gerekir. [5]

Sonuç olarak, tüp patlaması ya da kimyasal ifade ile sıvılaştırılmış bir petrol gazı olan LPG patlaması ancak ortama yayılan gazın bir ateş kaynağıyla buluşması anıdır. Gazın yeterli oranda oksijen ve ateşleme kaynağı ile buluşarak reaksiyona girmesi ardından patlama meydana gelir.

LPG patlaması için bu gazın hava içinde hacimce en az %2, en çok %9 sınırları

dahilinde karışmış olması gereklidir. Bu sınırların altında ve üstünde patlama olayı gerçekleşmez. [6]

Endüstriyel LPG dolmuş tesisleri ve otogaz istasyonları dahil patlayıcı ortam olarak sınıflandırılan kimyasallı çalışma alanları genelinde tehlike sınıflarının ve bu tehlike sınıflarına bağlı koruma sınıflarının tayin edilmesi komplike bir süreçtir.

ATEX direktiflerinin uygulamaya geçmesi ile muhtemel patlayıcı ortamlarına sahip küçük işletmelerin yanı sıra büyük ölçekte yayılım gösteren işyerlerine daha büyük görev ve sorumluluklar getirmiştir.

ATEX 153 Direktifi ülkemizde 30.04.2013 tarihinde ve 28633 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanması ile "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" olarak önem dolu yerini almıştır. Yönetmelik, adından da net şekilde anlaşıldığı üzere başlıca; çalışanları sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların olası tehlikelerinden korumak amacıyla alınması gereken önlemlere ilişkin genel usul ve esasları düzenlemek için yayımlanmıştır.

Yönetmelik kapsamında '*patlayıcı ortam*': *yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımı* ifade etmektedir. Muhtemel bir patlamanın önlenmesi adına ve korunmayı sağlamak amacıyla yapılan iş ve işlemlerin doğasına uygun olan nitelikte teknik ve organizasyona yönelik önlemlerin alınması hususu gereğini işverene vermiştir. [7]

Patlamadan korunma kapsamında öncelik patlayıcı ortamın oluşmasını önlemektir. Eğer mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek, çalışanların sağlık

ve güvenliklerini sağlayacak şekilde olası bir patlamanın zararlı etkilerini azaltacak tüm önlemleri almak, alınan tedbirlerin düzenli aralıklarla gözden geçirilmesini sağlamak, proses güvenliğinin ana yol haritasıdır.

### 1.3. LPG Dolum Tesislerinde Güvenlik

Patlama risklerinin değerlendirilmesinde 29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği’ne uygun şekilde risk analizi çalışmaları yapılırken, patlayıcı ortamdaki kaynaklanan özel risklerin değerlendirilmesi gerekmektedir. [8] Bu noktada; statik elektrik de dahil olmak üzere bilhassa elektriksel tutuşturucu kaynaklarının bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri oldukça iyi analiz edilmelidir. Nitekim, patlayıcı ortam için açık ateş ardından, en büyük risk grubu elektriksel ekipmanlardır. Bu bağlamda bir LPG dolum tesisinde elektrik tesisatlarının ve bileşenlerinin kullanılacakları alanlara uygun nitelikte seçilmesi bir önceliktir.

#### 1.3.1. Patlayıcı Atmosfer Zone Sınıfları

Patlayıcı ortamlar: atmosfer şartları altında tutuşma oluştuktan sonra yanmanın tüm yanmamış karışıma yayıldığı gaz, buhar, sis veya toz halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımıdır. [9]

Dolum tesislerinde kullanılacak elektriksel ekipmanların bütünü, patlamadan korunma dokümanı ile müşterek şekilde belirlenmiş zone sınıflarına uygun olarak seçilmelidir. IEC EN 60079-10-1:2021 Standartları patlayıcı gaz ve buhar kaynaklı ortamlarda zone tayinini belirlemede kullanılmaktadır.

Endüstriyel tesislerde muhtemel patlayıcı alanlardaki kimyasal maddelerin başta yanma/yanıcılık eğilimleri olmak üzere, yayılma hızları, havalandırma vd atmosfer koşullarına da bağlı tehlike sınıflandırması açısından ilgili standart hükümleri sahada gerekli tespitlerin yapılması ardından fenni raporlama yapılır.

Büyüklüğü ne olursa olsun herhangi bir tesiste, ekipmanla ilişkili olanlar dışında çok sayıda ateşleme kaynağı olabilir. Bu bağlamda, güvenliği sağlamak için uygun önlemler gerekli olacaktır. [10] Ekipman kategorileri, normal çalışma koşullarındaki muhtemel patlayıcı ortamların meydana gelme olasılıklarına patlama potansiyeline bağlı olarak belirlenir. Tesis çalışma proses ve işletme koşullarına ait emniyet yönetimi için iş ekipmanlarının genel konumlarının yanı sıra olası arıza, planlı bakım, onarım, revizyon vb gibi teknik faaliyetleri de dikkate alınarak değerlendirmeler yapılır.

Yüksek tehlike sınıfında yer almakta olan LPG ikmal tesisleri, genel olarak benzin ve dizel yakıtların proses genelinde meydana getirebileceği (buhar haline oranla) çok daha büyük patlama potansiyeline sahiptir.

Patlamadan korunma dokümanında teknik ve organizasyonel tedbirlere mutlaka yer verilmelidir. Ülkemizde 2016 yılından bu yana yürürlükte olan “Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik” gereğince muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılan teçhizatların ve koruyucu sistemlerin güvenli şekilde piyasa arzı hususunda gerekli temel sağlık ve emniyet kuralları ile piyasa gözetimine ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir. [11]

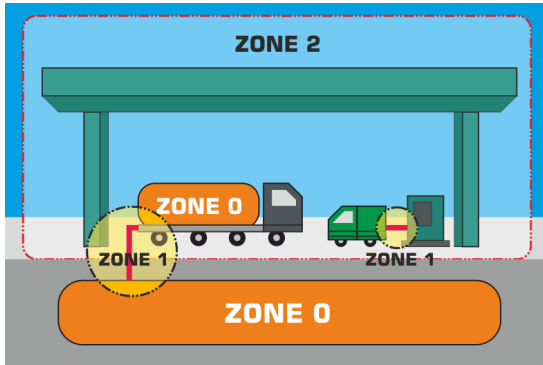
Mezkur yönetmelik kapsamında, patlayıcı atmosferlerde kullanılacak ürünlerin AT Tip inceleme modülüne sahip olması

gereklidir. Ayrıca; prosedür esaslarına bağlı olarak, Üretim Kalite Güvencesi, Ürün Doğrulama, Tipe Uygunluk, Ürün Kalite Güvencesi, İç Üretim Kontrolleri, Birim Doğrulama gibi modüllerden gerekli olan tercih edilebilir.

Akaryakıt ve LPG istasyonları aşağıdaki iki standarda uyum sağlamak zorundadır.

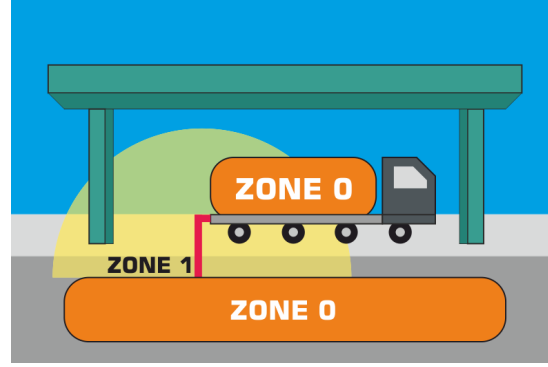
1. Motorlu kara ve deniz taşıtlarına akaryakıt ikmalinin yapıldığı sabit istasyonlar ile ilgili emniyet gereklerini kapsayan **TS 12820 Akaryakıt İstasyonları Emniyet Gereklikleri Standartları**
2. Motorlu kara taşıtlarına sıvılaştırılmış petrol gazlarının (LPG) ikmalinin yapıldığı istasyonlar ile ilgili kuruluş ve emniyet gereklerini kapsayan **TS 11939 LPG İkmal İstasyonları Emniyet Gereklikleri Standartları**

### 1.3.2. Zone Sınıfları Tayini



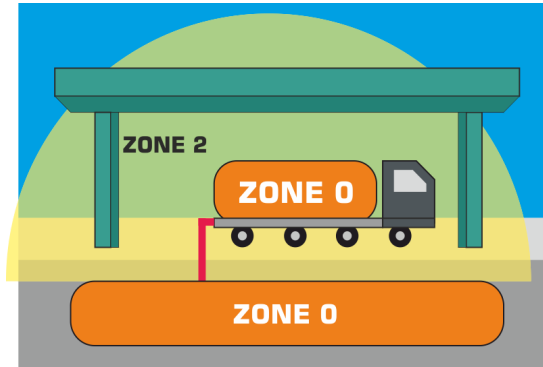
Şekil.2 LPG İstasyonu Bölge 0 Haritası [12]

**Bölge 0:** Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süre ya da sık sık oluştuğu yerler.



Şekil.3 LPG İstasyonu Bölge I Haritası [12]

**Bölge 1:** Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın normal çalışma koşullarında ara sıra meydana gelme ihtimali olan yerler.



Şekil.4 LPG İstasyonu Bölge II Haritası [12]

**Bölge 2:** Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışarak normal çalışma koşullarında patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan yerler ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yerler

Bölge (zone) sınıflandırmaları, ilgili yasal düzenlemelerin ve standartların belirlediği niteliklere uygun proses koşulları analiz edildikten sonra yapılabilir. Yerinde tespit ve inceleme yapılmadan hazırlanacak zone haritası asla kabul edilebilir nitelik taşımaz

LPG dolun tesisleri ve otogaz istasyonları genelinde zone sınıflarına göre elektriksel ekipman seçimi yapılmalıdır. Bu noktada

zone sınıflarının doğru tanımlanması en önemli adımdır. Patlamadan korunma dokümanında yapılan muhtemel bir zone haritalandırması hatası sonucu, elektriksel ekipmanların ve tesisatın yanlış kurulum-kullanımına bağlı olarak denetim ve analiz süreçleri de yanlış ilerler. Ancak, konunun uzmanı fenni muayene uzmanı elektrik mühendisleri tarafından durum önlenabilir.

### 1.3.3. Exproof Ekipman Muayenesi

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği kapsamında yer almakta olan periyodik test kontrolleri yapmaya yetkili kişilerin EKİPNET kayıt numaraları muayene öncesi kesinlikle sorgulanmalıdır. Periyodik fenni muayene yapmaya yetkili kişiler ancak kendi meslek disiplinlerine uygun ekipman kontrollerini gerçekleştirebilirler. Dolayısıyla, elektrik tesisat ve bileşenlerine yönelik yapılacak periyodik teknik kontroller için elektrik fen adamlarının görev alması esastır. [13]

İşyerlerinde kullanılan tüm ekipmanların, 25/4/2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği’ne uygunluğu garanti altına alınmadan kullanılması engellenmelidir.

Dolum tesislerinde zone 0 , zone 1 , zone 2 bölgelerine uygun elektriksel ekipmanların kullanımı da ex ekipman fenni muayenesi sırasında mutlaka değerlendirilmelidir. Ex ekipman periyodik kontrolleri ülkemizde TS EN IEC 60079-17 (Patlayıcı ortamlarda elektrik tesisatlarının muayenesi ve bakım bölümü kapsamında) standart maddelerine ve genel içeriğine uygun yapılır. [14]

Ex ekipman periyodik fenni muayeneleri için TS EN IEC 60079’un bu bölümü alevlenebilir gazlar, buharlar, sisler, tozlar,

elyaflar veya uçan parçacıkların tehlikeye sebep olabileceği tehlikeli alanlar içindeki elektrik tesisatlarının muayene ve bakımı ile doğrudan ilgili faktörleri kapsar ve bunlarla ilgili kullanıcılara uygulanır. LPG dolum tesislerinde PKD kapsamında hazırlanan zone sınıflarına uygun olarak tercihi sağlanmış elektriksel ex ekipmanlar kullanım alanlarına, kullanım amaçlarına, proses koşullarına ve muayene uzmanının tecrübesine dayalı karar ve kanaatine bağlı olarak,

- Gözle muayene,
- Yakın muayene,
- Detay muayene

olmak üzere üç farklı tipte fenni denetimle değerlendirilir.

Kimyasallı çalışma ortamlarındaki elektrik exproof ekipmanlarının fenni muayenesini gerçekleştirecek muayene uzmanlarının,

- *Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Patlamaya Karşı Koruma Temel İlkeleri - IEC 60079-0*
- *Patlayıcı Ortamlarla İlişkili Elektrikli Tesisatların Görsel ve Yakından Periyodik Muayenesi - IEC 60079-0, IEC 60079-10-1, IEC 60079-10-2, IEC 60079-14*
- *Patlayıcı Ortamlarla İlişkili Elektrikli Tesisatların Görsel ve Detaylı Muayenesi - IEC 60079-10-2, IEC 60079-14*

Standart bölüm ve konu içeriklerine geniş anlamda hakim olması gereklidir. İlgili IEC 60079-17 muayene uzmanlığı eğitimi alınmadan exproof (ex ekipman) periyodik kontrolü gerçekleştirilemez. Ayrıca, eğitim almanın da tek başına yeterli olmadığı iyi bilinmektedir. Çünkü, büyük endüstriyel tesislerde exproof (ex ekipman) malzeme çeşitliliği oldukça fazladır. Bu sebeple hem elektrik tesisat ve ekipmanları konusunda geniş tecrübeye hem de ATEX kapsamında derin bilgiye sahip olmak gerekir.

Her fenni muayenenin, işletmenin güvenlik politikasına ve emniyetli

çalışmasına katkı sağladığı unutulmamalıdır.

## 2. LPG Dolum Tesislerinde Elektriksel Güvenlik Yönetimi ve Risk Analizi

LPG dolum tesisleri ve otopaz istasyonları genelinde bulundurulması zorunlu belgeler aşağıda genel olarak özetle verilmiştir. [15]

- Vaziyet Planı (Ölçekli, Onaylı)
- TSE 11939-TSE Hizmet Yeterlilik Belgesi
- Boru Tesisat Projesi
- Elektrik Tesisat Projesi
- Tehlikeli Maddeler Zorunlu Sorumluluk Sigortası
- İş Yeri Açma ve Çalışma Ruhsatı
- Basınçlı Kaplar Periyodik Kontrolleri
- Elektrik Tesisatının Periyodik Kontrolü
- Paratoner Ölçüm Raporu
- Topraklama Ölçüm Raporları (tank, dispenser, motor, pompa, boru, vana)
- Katodik Koruma Ölçüm Raporları
- Çalışanların Yetkili İşletme Personeli Sertifikaları
- Tank Sertifikaları ve Tankların Test ve Sızdırmazlık Raporları
- Emniyet Valflerinin Test Raporları
- Sorumlu Müdürlük Sertifikası
- Diğer Eğitim Belgeleri

İlgili belgeler kapsamında elektrik tesisatı ehemmiyeti net bir şekilde görülmektedir. Projelendirme ile başlayan belge sorgusu, elektriksel fenni muayene raporları ile bir bütün teşkil etmektedir. Ancak, ex-proof ekipman fenni kontrolleri yukarıdaki belge listesinde yer almasa da, LPG İstasyonu Sorumlu Müdür kontrol kayıt defterlerinde bulunmaktadır. Bu bağlamda, istasyon gaz dedektörü, sesli veya ışıklı uyarı sistemleri için yapılan aktivasyon kontrollerinde,

*“Dispenser kaide zemininden ve tank sahasından en fazla 20 cm uzaklıkta exproof en az bir adet sabit ve taşınabilir gaz dedektörü konulmalıdır.”*

ifadesi yer almaktadır. Yanı sıra;

*“LPG İkmal istasyonunda bulunan elektrikli cihazlar ve tesisat exproof mudur? ”* denetim maddeleri arasında yer almaktadır. Yine,

*“LPG ikmal istasyonunda bulunan elektrikli cihazlar ve tesisat ark sızdırmaz (exproof) olmalıdır. (TS 11939 Madde 4.8.4)”* şeklinde ex ekipman denetimlerine vurgu yapılmıştır.

LPG tesislerinde muhtemel elektriksel risk analizi çalışmaları, proses güvenliği kadar elektriksel güvenlik yönetiminin de miladı niteliğindedir. Yangın, parlama ve patlama gibi iş kazaları istatistikleri incelendiğinde ulusal ve global çapta elektrik kaynaklı risk potansiyelinin ne derece yüksek bir öneme sahip olduğu bilinmektedir.

LPG dolum tesisindeki bir Mesul Müdür, elektrik tesisatı ve bileşenleri kapsamında oldukça çok (yıldırımdan korunma tesisatı, topraklama tesisatı, jeneratör tesisatı, acil durum aydınlatması ve genel aydınlatma, enerji dağıtım panosu ısı risk (termografik görüntüleme) analizi, elektrik tesisatı genel uygunluk kontrolleri, statik elektriğe karşı koruma, iç yıldırımlık sistemleri, katodik koruma tesisatı, yangın algı-ihbar ve alarm sistemleri, rcd artık akım koruma cihazları, elektrik motorları, kablolar vb gibi) çeşitli elektriksel unsurlar dahilinde güvenli çalışma devamlılığından sorumludur.

Nitekim, aşağıda yer alan yıllık denetim kriterlerinin dışında kayıt defterinde olası belirtilmeyen diğer hususlarda TS 11939, TS 1445, TS 1446 ve TS 1449 standartları hükümlerine uygun hareket edilmelidir.

Standartlarda yaşanabilecek revizyonların sorumlu müdürler tarafından düzenli takip edilmesi de ayrıca gerekmektedir.

LPG ikmal tesislerinde genel yıllık kontrol esasları aşağıda yer almaktadır. Buna göre;

- *İstasyonlarda yıldırım tehlikesine karşı, TS EN 62305'e uygun yıldırımdan korunma sistemi olmalıdır. (TS 11939 Madde 5.5.7)*

- İstasyon yetkilileri yangın söndürücülerin periyodik bakımlarını yetkili firmalara yaptırmalı ve kayıtlarını düzenli tutmalıdır. (TS 11939 Madde 5.5.4)
- İstasyonda herhangi bir yangında aktif hale geçebilen Madde 5.5.1 ve Madde 5.5.2'de tarif edilen sistemlerden oluşan otomatik yangın alarm ve emniyet sistemi bulunmalıdır. (TS 11939 Madde 5.5.6)
- İstasyonun zeminin tamamı düzgün (asfalt, beton, kilit taşı, dolgu toprak vb.) olmalı, araçların giriş-çıkış yönleri belli olmalı, araç giriş-çıkışı için gerekli emniyet tedbirleri alınmış ve aydınlatma yapılmış olmalıdır. (TS 11939 Madde 5.8.3)
- İstasyon sorumlu müdürleri istasyonun emniyetli çalışması için gerekli işletme, muayene ve bakım talimatlarını hazırlamalı ve uygulamalıdır. Bu talimatlar acil durdurma sistemleri, gaz algılama sistemleri ve yangın güvenliği sistemlerini mutlaka içermelidir. (TS 11939 Madde 5.7.4)

Büyük endüstriyel kimya tesisleri gibi LPG dolun tesislerinde de periyodik (günlük, haftalık ve yıllık olmak üzere) elektriksel kontrollerin ihmaline imkan verilemez. Bu hususta, patlayıcı ortamlar için elektriksel tehlike kaynaklarının daima kontrol altında tutulması gerekir. Dolun tesislerinde genel olarak,

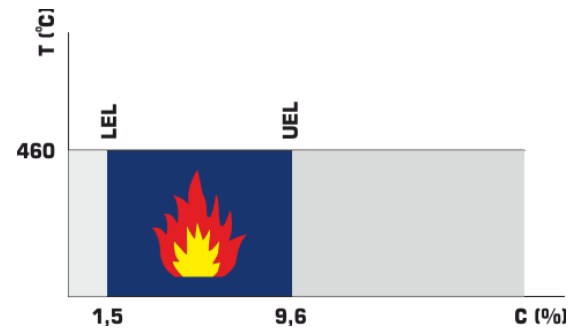
- Elektrik panolarındaki ikaz lambaları sağlam mıdır?
- Elektrik panolarında güç ve kumanda şeması mevcut mudur?
- Elektrik tesisatında aktif kaçak akım rölesi var mıdır?
- Elektrik kabloları koruma kılıfı içerisinden mi çekilmiş, boru girişleri köpük ile kapatılmış mıdır?
- Tank sahası üzerinden geçen havai enerji nakil hattı var mıdır?
- LPG İkmal istasyonunda bulunan elektrikli cihazlar ve tesisat exproof mudur?

şeklinde LPG İstasyonu Sorumlu Müdürü tarafından periyodik teknik denetimler ve değerlendirmelerin yapılması gereken bazı hükümler bulunur. Ancak Sorumlu Müdür, elektriksel ekipmanların genel çalışma ve proses güvenlik prensiplerine dair detaylı bilgiye sahibi olmalıdır. İş Ekipmanlarının

Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği gereğince Sorumlu Müdürün elektriksel fenni kontrolleri gerçekleştirme gibi bir zorunluluk söz konusu değildir. Bu durum, olası farklı meslek disiplinindeki (makine mühendisi, kimya mühendisi gibi) LPG Sorumlu Müdürlerinin ya da kendisi haricinde periyodik kontrolü gerçekleştiren muayene uzmanından detaylı veri akışının sağlanmasına engel teşkil etmez.

LPG gibi oldukça yüksek hassasiyete sahip kimyasallı çalışma ortamlarında tetikleme kaynakları arasında ilk sıralarda yer alan elektriksel tehditlerin, elektriksel periyodik denetimler ve işletme genelinde yapılacak detaylı risk değerlendirmeleri ile senkron şekilde güvenlik kalkanına dahil edilmesi gereklidir. Söz konusu bir kimya endüstrisi ise, farklı meslek disiplinlerinin müşterek güvenlik bilinci ve aynı paydada buluşması ile etkin güvenlik kültürü tesis edilebilir.

Elektriksel Güvenlik Yönetimi (EGK) ise, bilhassa muhtemel patlayıcı atmosferlerde kullanılan / depolanan / işlenen / taşınan vb gibi kimyasalların LEL (alt patlama limiti) ve UEL (üst patlama limiti) gibi teknik bilgilerinin de analizine ihtiyaç duyar.



Şekil.5. LPG LEL ve UEL Sınır Değerleri [16]

Uluslararası terminoloji kapsamında,

LEL : Lower Explosive Limit



- Alt Yanma/Patlama Sınırı
- UEL : Upper Explosive Limit
- Üst Yanma/Patlama Sınırı

olarak ifade edilir. Genel olarak yanıcı bir maddenin tutuşması için normal koşullarda 0.1-0.3 mJ gibi çok küçük bir enerji miktarı yeterlidir. Patlayıcı atmosferlerde elektrik kaynaklı yangınların (patlamaların) sebebi bu kadar açık ve nettir. Küçük bir enerjiyle, büyük endüstriyel kazaların ya da patlama olaylarının başrolüne yerleşmek bu derece kolay bir süreçtir.

Nitekim, Kimya Mühendisleri Odası KMO İstanbul Şubesi'nin tespitlerine göre, 2020 yılında, Türkiye'de en az 493 endüstriyel yangın ve patlama meydana gelirken, bu olayların 441'i endüstriyel yangın, 52'si ise kayıtlarda endüstriyel patlama olarak sınıflandırılmıştır. Söz konusu raporda yer alan endüstriyel yangın ve patlamalardan sadece %14'ünün, tutuşturma kaynağı tespit edilmiştir. [17]

**Tablo.1. 2020 Yılında Yaşanan Endüstriyel Yangın ve Patlamaların Tutuşma Kaynakları**

| No | Tutuşma Kaynakları   | Yüzde |
|----|----------------------|-------|
| 1  | Elektriksel Kıvılcım | %67   |
| 2  | Yıldırım             | %3    |
| 3  | Aşırı Isınma         | %12   |
| 4  | Açık Alev            | %4    |
| 5  | Kimyasal Tepkime     | %3    |
| 6  | Mekanik Kıvılcım     | %10   |

Kimya Mühendisleri Odası KMO İstanbul Şubesi'nin tespitlerine göre, 2021 yılında, Türkiye'de en az 394 endüstriyel yangın ve patlama meydana gelmiştir. Bu olayların 358'i endüstriyel yangın, 36'sı kayıtlarda endüstriyel patlama sınıfındadır. [18]

Tutuşturma kaynakları bilinen yangın ve patlamaların dağılımı incelendiğinde, elektriksel kıvılcım kaynaklı olanlar %53 (yanı sıra %2 de yıldırım etkisi kaynaklı) olmak üzere yaklaşık %55 gibi büyük bir oranla ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

Tutuşturma kaynağı tespit edilen yangın ve patlamalarda, elektriksel kıvılcım kaynaklı olanlar ön plana çıkmaktadır. Elektrik tesisatlarının periyodik bakımlarının ve kontrollerinin yapılmaması, elektrikli çalışmalarda iş güvenliği kurallarının ihlal edilmesi, elektrik kaynaklı yangınların artmasına sebep olmaktadır. Mekanik kıvılcım ve aşırı ısınma kaynaklı olanlar kazalar, elektriksel kıvılcım kaynaklı yangın ve patlamaları takip etmektedir.

Yanıcı olmayan maddelerin/malzemelerin gaz, buhar ya da tozları patlayıcı atmosfer oluşturamaz. Böylelikle de patlama olayı gerçekleşmez. Yanmakta olan bir gazın da patlama ihtimali yoktur. Ancak, yanıcı gazların tamamı, havada ihtiyaç duydukları oranlara eriştiklerinde patlayıcı atmosferler oluştururlar. Yanma için gerekli tetikleme sıcaklığına imkan tanıyan bir kıvılcımın da etkisi ile söz konusu gazın tamamı bir anda yanmak suretiyle patlama gerçekleşir.

Genel olarak havada;

- %78.1 oranında Azot,
- %20.9 oranında Oksijen,
- %1 oranında ise Argon vd gazlar

bulunur. [19]

LPG dolmuş tesisleri ve otogaz istasyonları genelinde proses koşullarına bağlı olarak bir yanma olayı için öncelikli ihtiyaç duyulan 'oksijen' konusunda sorun ya da yetersizlik söz konusu değildir.

Yanma üçgeni kapsamında değerlendirme yapılırsa (yanıcı + ısı kaynağı + oksijen)

ve bunların ideal / kimyasal reaksiyon oranları gibi koşulların sağlanması durumunda çok kolay şekilde süreç başlar. Yanıcı madde miktarının tükenmesi, oksijen yetersizliği (ancak boğma yöntemi gibi müdahale ile) ya da fazlalığı sonucu tepkime dengesinde değişiklik oluşur ve yangın son bulur.

Amerika'nın Ulusal Yangından Korunma Kurumu NFPA verilerine göre, endüstriyel yangınların beş temel sebebi vardır. Bu sebepler, yanıcı tozlar, sıcak işler, yanıcı sıvılar ve gazlar, hatalı ekipman ve makineler, elektriksel tehlikeler olarak belirlenmiştir. Elektriksel tehlikelerin nedenleri ise, zarar görmüş kablolar, aşırı yüklenmiş prizler, devreler, aşırı uzun ve eklemeli uzatma kabloları, statik boşalma olarak sınıflandırılır. [20]

Ülkemizde çıkan yangınlarda da, ilgili bu beş temel sebebi sıklıkla görmek mümkün.

LPG ikmal tesisinde fonksiyonel güvenlik açısından, elektriksel risklerin etkin şekilde analizine yönelik destek sağlayacak MSDS (malzeme güvenlik bilgi formu) ve proses akış şeması gibi verilere de mutlaka hakim olunması gerekir.

Kimyasal verilerin büyük önem taşıdığı bir işletme genelinde; elektrik tesisatlarının ilk projelendirme, ardından kurulum, devreye alınması, işletilmesi süreçlerine ek olarak planlı bakım, kestirimci bakım, revizyonlar gibi rutin ve olası acil müdahale gerektiren durumlara uygun tasarımlar yapılmalıdır.

Patlama olasılıklarına karşı doğru ekipman tercihi ve tesis içi yerleşimlerinin yanı sıra, işletme devreye alındıktan sonra bakım ve revizyon gibi maliyetlerinde uzun vadede gözetilerek etkin planlama sağlanmalıdır.

Elektriksel periyodik kontroller yapılırken sıkça zaman karşılaşılan durumlar arasında exproof ekipman etiketi uygunsuzlukları ve ex ekipmana erişim (özellikle yakın ve detay muayene kapsamında) sorunları ilk sıralarda gelmektedir. Elektriksel exproof ekipman fenni kontrol aşamasında, söz konusu ekipmana ait ürün etiketinin net okunabilir nitelikte olması istenir. Çünkü, ekipmanın hangi koruma sınıfında olduğu ve hangi zone bölgesinde kullanıldığı en önemli muayene kriterleri arasında gelir.

Ex ekipmanın etiketinin okunamaması gibi durumlarda, öncelikle malzeme temininin yapıldığı tarihteki ürün sipariş-temin kayıt tutanaklarına ulaşılmalıdır. Çokça tesisteki işletme koşullarına bağlı etiket silinmeleri ile karşılaşmak mümkündür. Bu durumda; exproof malzeme muayenesi, silik etiket sorunu gibi bir gerekçe gösterilerek süreç asla iptal edilmemeli ve ertelenmemelidir. Patlayıcı bir ortamda daha önceden olası hatalı tercih edilmiş ekipmanların bu tip bir kanaat sonucu kullanımına razı gelmek, muhtemel patlamalara dair sorumluluk almak demektir. Fenni muayene uzmanının görevleri arasında, işletmenin emniyetli bir şekilde çalışmasını sürdürmesine destek sağlamanın yer aldığı unutulmamalıdır. Aksi halde; işletmelerdeki iş ekipmanlarını periyodik kontrollere ihtiyaç duyulacak bir duruma ve konuyla ilgili yönetmelik, yasal düzenlemelere herhangi bir hacet kalmaz.

Kimya tesisindeki genel exproof ekipman koruma sınıfları doğruluğunun ardından, cihaz/ekipman/malzeme gövde ve işletme topraklaması kontrolleri, olası hasar tespiti, personele yönelik teknik eğitim yeterliliği ve proses işletme koşulları bilgi güncelliği, proses değişikliği ve çok detaylı analizlerin yapılması elektriksel

güvenlik yönetiminin temel unsurları arasında gelir.

Elektriksel bakımlar kapsamında önleyici ve kestirimci müdahalelerde etiketleme ve kilitleme sistemlerinin (EKED/LOTO gibi) proses güvenliği açısından ehemmiyeti büyüktür. Sadece can ve ekipman güvenlik kriterleri açısından değil, muhtemel bir patlamadan korunma amacıyla da yetkisiz, yersiz (vakitsiz-izinsiz) ve yeterlik sahibi olmayan müdahaleler kaynaklı proaktif bir emniyet kalkanıdır. Kimya tesislerinde bir proses güvenliği olarak, enerjinin kontrol altında tutulması ihmale gelmez. Bakım ve onarım gibi çeşitli elektriksel (tesisat, cihaz ya da makine ekipmanları dahil) müdahale gerektiren çalışmalar süresince kullanılan el aletleri ATEX direktifleri hükümlerine uygun seçilerek kıvılcımlara karşı önleyici aksiyonlar alınmalıdır.

### 3. Elektriksel Güvenlik Yönetimi

LPG ikmal tesisleri genelinde can ve mal güvenliğini sağlamak amacıyla elektriksel risklerin öncelikle tespitinin detaylı olarak yapılması gerekir. Akabinde mevcut tesisin işletme, planlı bakım ve periyodik kontrol gibi süreçleri kapsamında aksiyon planları alınır. Genel iş sağlığı ve güvenliği risk analizinin yanı sıra yangın risk analizi ve proses güvenliği açısından sürekli olarak işletilebilirlik değerlendirmeleri yapılarak emniyetli çalışma ortamları yaratılmalıdır.

Elektriksel tehlike kaynaklarına karşı tesis ilk projelendirme aşamasından başlayarak devreye alındıktan sonra sistemin güvenli çalışması adına sürdürülebilirliği bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Muhtemel bir yangın ve/veya patlama ihtimallerine karşı ikincil güvenlik yönetiminden önce birincil (önleyici) mühendislik çözümlerine ağırlık verilmelidir.

Kimyasallı çalışma ortamları genelinde söndürme sistemlerine yönelik her ne kadar daha fazla dikkatler toplanmış olsa da öncelik önlemektir. Nitekim; Atex 153 Direktifi, Atex Ekipman Direktifi Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Aletler Grup ve Kategorileri vd Atex Standartları patlayıcı kimyasallı çalışma ortamlarında önleme politikalarını esas alır.

TS EN 60079-10-1 Patlayıcı Gaz Atmosfer Tehlikeli Bölgelerinin Sınıflandırılması, ülkemizde referans Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik, Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik hükümleri de kimyasal olduğu kadar elektriksel bir mevzuat muhteviyatına sahiptir.

Tehlikeli madde bulunduran kuruluşlarda büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve muhtemel kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en aza indirilmesi için, yüksek seviyede, etkili ve sürekli korumayı sağlamak için alınması gerekli önlemler ile ilgili usul ve esasları belirleme amacıyla “Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik” hazırlanmıştır. [21]

Yönetmelik kapsamında muhtemel kaza tehlikelerinin belirlenmesi ve tehlikelerden kaynaklı risklerin detaylı değerlendirilmesi amacıyla kaza senaryo dokümanları da hazırlanmalıdır. Bilhassa LPG gibi patlama potansiyeli yüksek kimyasallı çalışma ortamlarına sahip dolum, depolama, ikmal tesislerinde elektriksel risk yönetimi büyük önem taşımaktadır.

### SONUÇ

Elektriksel güvenlik yönetimi, muhtemel patlayıcı çalışma ortamlarında endüstriyel

kazaların önlenmesi için tesis genelindeki tüm elektrik tesisatlarının ve bileşenlerinin emniyetli işletilmesini esas alır. Atmosfer patlama potansiyeline sahip olduğu sürece, patlayıcı kimyasalların proses genelindeki elektrik tesisatı ile olan yakınlığı, yalıtımı, uygunluğu, kullanım koşulları, kullanıcı bilgi, beceri ve yetkileri, kontrol, denetim ve bakım prosedürleri vb gibi çok sayıda değişkenin eş zamanlı değerlendirilmesi gerekir. ATEX Direktiflerinin etkin rolü ile patlayıcı atmosferlerde elektriksel emniyet sağlanması hususunda hiçbir engel yoktur. IEC 60079 Standartlarının bütününe hakim elektrik fen adamları, LPG ikmal tesisinde mesleki disiplin ve tecrübelerinin katkısı da ihmal edilmeksizin elektriksel güvenlik yönetimini sağlayabilir.

#### **KAYNAKLAR**

1. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Eğitim ve Sorumlu Müdür Yönetmeliği
2. <https://www.aygaz.com.tr/>
3. Mavi Bilge Akademi – Patlayıcı Ortamlarda Elektriksel Güvenlik Eğitim Notları
4. <http://daggaz.com.tr/product/lpg-kokulandırma-sistemleri-201712141608250>
5. <https://www.aygaz.com.tr/tupgaz/lpgnin-teknik-ozellikleri/>
6. <https://www.ttb.org.tr/msg/dergi/eylul23/lpg.pdf>
7. Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik
8. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği
9. Yasin PEKEROĞLU – İş Sağlığı ve Güvenliği Sözlüğü, Mavi Bilge Yayınları, 2015
10. TS EN IEC 60079-10-1:2021 Standartları, Türk Standartları Enstitüsü
11. Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik
12. Mavi Bilge Akademi – LPG Dolum Tesislerinde Güvenlik Eğitim Notları
13. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
14. TS EN IEC 60079-17:2021 Standartları, Türk Standartları Enstitüsü
15. TMMOB Makine Mühendisleri Odası – LPG Otogaz İstasyonu Sorumlu Müdür Kontrol Kayıt Defteri

16. Mavi Bilge Akademi – Patlamadan Korunma Dokümanı Hazırlama Eğitim Notları
17. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi – Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar Raporu 2020
18. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi – Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar Raporu 2021
19. <https://egethm.csb.gov.tr/hava-ve-bilesenleri-i>
20. <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/Press-Room/News-release/s/2022/>
21. Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik