

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**PATLAMA RİSKİ OLAN ORTAMLARDA
ELEKTRİK TESİSATININ
İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Alper Yasin ÖZÇELİK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)

ANKARA-2014

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**PATLAMA RİSKİ OLAN ORTAMLARDA
ELEKTRİK TESİSATININ
İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Alper Yasin ÖZÇELİK

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)

Tez/Araştırma Danışmanı
Berk ATLI

ANKARA-2014

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

ONAY

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı **Alper Yasin ÖZÇELİK**'in, **Berk ATLI** danışmanlığında tez başlığı “**Patlama Riski Olan Ortamlarda Elektrik Tesisatının İş Güvenliği Açısından İncelenmesi**” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 11/06/2014 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**” olarak kabul edilmiştir.

KOMİYON BAŞKANI
Dr. Serhat AYRIM
Müsteşar Yrd.

ÜYE
Kasım ÖZER
Genel Müdür

ÜYE
Doç. Dr. Yasin Dursun SARI
Öğretim Üyesi

ÜYE
Dr. Havva Nurdan Rana GÜVEN
Genel Müdür Yrd.

ÜYE
İsmail GERİM
Genel Müdür Yrd.

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

Kasım ÖZER
Genel Müdür

TEŞEKKÜR

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nde uzman yardımcısı olarak, üç yıllık çalışma hayatımı tamamlamamın ardından uzmanlık tezimi hazırlamış bulunmaktayım.

Gerek çalışma hayatımda gerekse uzmanlık tezimin hazırlanması sürecinde katkılarından dolayı Genel Müdürümüz Sayın Kasım ÖZER'e, Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın Dr. H.N. Rana GÜVEN'e, Sayın İsmail GERİM'e ve Sayın Ahmet ÇETİN'e, İSGÜM Müdürü Sayın Halil POLAT'a, İSGÜM Müdür Yardımcıları Sayın Nihat EĞRİ, Cemil AGAH ve Bülent GEDİKLİ'ye, teknik katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Berk ATLI'ya ve gerek teknik gerekse manevi desteğinden dolayı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı eşim Funda ÖZÇELİK'e teşekkür ederim.

ÖZET

Alper Yasin ÖZÇELİK, Patlama Riski Olan Ortamlarda Elektrik Tesisatının İş Güvenliği Açısından İncelenmesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara, 2014

Hammadde ve enerjiye olan ihtiyaca bağlı olarak üretim yöntemleri ve çalışma ortamları da çeşitlenmiştir. Madenler, akaryakıt istasyonları, kimya fabrikaları gibi birçok çalışma ortamı bu ihtiyacın ürünüdür. Bahsi geçen bu yerlerde işin doğası gereği patlayıcı bir ortamda çalışılmak zorundadır. Asıl önemli olan ise bu işyerlerinde patlama riskini çalışanlar, işverenler ve sosyal taraflarla işbirliği içinde eğitim olanaklarını ve günümüz teknolojisini kullanarak ortadan kaldıracabilmektir.

Elektrik kaynaklı patlamaları önlemek için topraklama tesisatından kablolamaya, uygun aydınlatma armatürlerinden prizlere kadar birçok tesisat elemanı ortama kıvılcım vermeyecek özellikte olmalı, ayrıca periyodik olarak ehliyetli kişiler tarafından bakım ve onarımları yapılmalıdır. Gerekli teknik altyapının yanında sahada faaliyet gösteren çalışanlara da konu ile ilgili düzenli eğitimler ve bilgilendirme toplantıları gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışma kapsamında ilgili sanayi dallarında elektrik kaynaklı patlamanın önlenmesi ve çalışanların korunması için çözüm önerileri getirilmiş, çalışanların konu ile alakalı farkındalık düzeyleri uygulanan anketlerle tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Patlama Riskli Ortamlar, Patlama Korumalı Ekipmanlar, İş Güvenliği

ABSTRACT

Alper Yasin OZCELIK, Examination of Electrical Installation in Potentially Explosive Atmospheres in Terms of Occupational Safety, Ministry of Labour and Social Security, General Directorate of Occupational Health and Safety, The Thesis for Occupational Health and Safety, Ankara, 2014

Production methods and working environment have diversified depending on the need of raw material and energy sources. Therefore many workplaces such as mines, gas stations and chemical factories are the result of this situation. Although these kind of plants have potentially explosive atmospheres due to the nature of their operation characteristics, people have to work in those workplaces. The main point is to create cooperation between employees, employers and stakeholders to prevent explosion with the use of today's technology and training.

To prevent the explosion originated from electrical installation, parts such as grounding, wiring, lighting components, plugs have to be non-sparking and explosion protected. Also, their maintenance have to be carried out by authorized staff. Besides technical properties, training seminars have to be organized regularly and periodically for the employers on the field.

In this study, several solutions are offered in order to protect workers and prevent explosions originated from electrical installation in the related branches of the industry, the awareness level of workers was determined with the help of questionnaires.

Key words: Potentially Explosive Atmospheres, Explosion Protected Equipment, Occupational Safety

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	3
- PATLAYICI ORTAM	3
- PATLAYICI MADDELER (GAZ, SIVI VE TOZ).....	4
- ATEŞLEME KAYNAKLARI	6
- PATLAMA RİSKİ BAKIMINDAN TEHLİKELİ ORTAMLARIN SINIFLANDIRILMASI	7
- ELEKTRİKLİ ALETLERDE KULLANILAN KORUMA TİPLERİ.....	10
- ELEKTRİKLİ ALETLERDE KULLANILAN KORUMA YÖNTEMLERİ.....	13
- MEVZUAT	27
GEREÇ VE YÖNTEMLER	33
BULGULAR	34
TARTIŞMA.....	59
SONUÇLAR.....	63
- ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	64
KAYNAKLAR.....	66
ŞEKİL LİSTESİ	67
TABLO LİSTESİ	69
ÖZGEÇMİŞ.....	70
EKLER	71

SİMGE VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ATEX: Patlayıcı Ortam (Atmosphere Explosive)

CENELEC: Avrupa Ekonomik Topluluğu Standartlaşma Komisyonu (European Committee for Electrotechnical Standardization)

EC: Avrupa Topluluğu (Europe Community)

EN: Avrupa Standardı (Euro Norm)

Ex: Patlama (Explosion)

Ex-Proof: Patlama Korumalı (Explosion Proof)

IEC: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commission)

İSG: İş Sağlığı ve Güvenliği

KKD: Kişisel Koruyucu Donanım

Kst: Toz Patlama Sabiti

LEL : Alt Patlama Sınırı (Lower Explosion Level)

MESG: Maksimum Deneysel Emniyet Aralığı (Maximum Experimental Safe Gap)

MSDS: Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (Material Safety Data Sheet)

NEC: Ulusal Elektrik Kodları (National Electrical Codes)

NEMA: Ulusal Elektrik Üreticileri Birliği (National Electrical Manufacturing Association)

NFPA: Ulusal Yangın Birliği (National Fire Protection Association)

TÜPRAŞ: Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Şirketi

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

UEL: Üst Patlama Sınırı (Upper Explosion Level)

GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde madenlerden akaryakıt istasyonlarına, petrol ve kimya tesislerinden un fabrikalarına kadar birçok sanayi kuruluşunda gerek işin doğası gerekse de diğer durumlardan dolayı (bakım, arıza) sızan veya ortaya çıkan gazlar patlayıcı bir ortama zemin hazırlar. Patlama riski olan ortamlarda yürütülen faaliyetler dikkat ve titizlikle yürütülmelidir. Eğer ortamın havasında bulunan patlama riski taşıyan maddelerin oranı tehlikeli bir seviyeye ulaşırsa, ortamda meydana gelen en ufak bir kıvılcımda bile patlama tehlikesi söz konusudur.

Sosyal Güvenlik Kurumu'nun (SGK) yayınladığı 2009-2012 yılları arasındaki istatistiklere göre patlama sonucu çıkan kazalarda toplam 1405 kişi iş kazası geçirmiştir. Bu sebeple söz konusu ortamlarda çalışanların bilinçli, kullandıkları ekipmanlar ile elektrik tesisatı ve ekipmanları ise patlamaya sebebiyet vermeyecek şekilde patlamaya karşı korumalı olmalıdır.

Patlayıcı ortamın tarihçesine ve yapılan çalışmalara bakıldığında maden sektöründe başlayan çalışmaların zaman içerisinde teknolojinin gelişmesiyle beraber diğer sektörlerde yansıdığı görülmüştür. 19. yy. başlarından itibaren artan enerji ihtiyacı nedeniyle özellikle kömür ve petrol üretiminde gözlenen artışın etkisiyle elektrik enerjisi kullanımı da artmıştır. Özellikle maden ocaklarındaki metan gazı tehlikesi göz önünde bulundurularak, bu alanlarda kullanılacak elektrikli cihazların yaratabileceği tehlikeler üzerinde araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.

1900'lerin başlarında elektrik kabloları gaz borularının içerisinde geçirmeye başlanmış ve böylelikle günümüzdeki sistemin temelleri atılmıştır. Aynı tarihlerde İsviçre'de Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) kurulmuş ve bu komisyon sayesinde riskli ortamlar için güvenli cihazlar tasarlayan ve üreten yeni bir iş kolu oluşmaya başlamıştır.

1931' de, gazlar için Sınıf I, tozlar için Sınıf II ve Sınıf III adlandırılması yapılmıştır. 1935 yılında ise Sınıf I alt bölmelere ayrılarak A,B,C ve D grupları meydana getirilmiştir.

Aynı sene Alman standardı olan "Tehlikeli Ortamlarda Elektriksel Tesisatın Korunması" başlıklı standart yayımlanmıştır. 1938 yılında bu standart "Elektriksel Tesisat Gereksinimleri" ve "Elektriksel Cihazların Tasarım Gereksinimleri" olarak alt bölümlere ayrılmıştır. 1956 yılında kendinden emniyet kavramı Ulusal Elektrik Kodları (NEC) literatürüne girmiş, yine aynı yıl Bölge 2 tanımlaması Kuzey Amerika'da yapılmıştır. 1960'larda Avrupa Birliği (EC) ve Avrupa Ekonomik Topluluğu Standartlaşma Komisyonu (CENELEC) kurulmuştur. 1972 yılında Bölge (Zone) sistemi tanımlanarak 1975 yılında ilk Avrupa standartları oluşturulmuş ve "Patlamadan Korunma Yönetmeliği" yayımlanmıştır. 1978 yılında CENELEC tarafından yayınlanan Avrupa Standartları'nın ilk versiyonunda tesisat gereksinimleri yer almıştır.

Elektrik sanayisinin gelişmesine takiben, elektrikli cihazların maden ocaklarında ve sanayi tesislerinde kullanımı için kurulan özel laboratuvarlarda deneyler yapılmaya başlanmıştır. Bu gelişmelerle birlikte birçok ülkede, maden ve diğer sanayi dalları için belirli standartlar hayata geçirilmiştir. 1996 yılına kadar patlayıcı ortam ve bu ortamlarda kullanılacak ekipmanlarla ilgili olarak her Avrupa ülkesinin ayrı standartları olmasına rağmen 1 Temmuz 2003' ten itibaren Patlayıcı Ortam Standartları (ATEX) Avrupa Birliği tarafından uygulanması zorunlu hale getirilmiştir. Türkiye'de ve dünyada "patlayıcı ortam" ve bu tip ortamlarda kullanılan elektrik aletleri hakkında İngilizce tabiri olan Explosion-Proof (Patlamaya Karşı Korumalı) kelimesi yerleşmiştir.

İş sağlığı ve güvenliğinin temel ilkesi riskleri kaynağında yok etmek, eğer yok edilemiyorsa çalışanları risklerden izole ederek korumaktır. Bu kapsamda patlayıcı ortamlarda çalışırken elektrik kaynaklı risklerden korunmak içinde aynı yol izlenmelidir. Kullanılan elektrik tesisatı uluslararası standartlara uygun olmalı, düzenli bakım ve onarım faaliyetleri gerçekleştirilmeli, çalışanlar eğitimlerle bilgilendirilmelidir.

Bu çalışmada patlama riski olan ortamlara sahip işyerlerinde elektrik tesisatı ile ilgili aldıkları önlemler konusunda durum tespiti yapılmış ve çalışanların söz konusu tehlikeler hakkında sahip olduğu bilgi ve farkındalık düzeyi anketlerle belirlenmiştir.

GENEL BİLGİLER

Sosyal Güvenlik Kurumu'nun (SGK) yayımladığı 2009-2012 yılları arasındaki istatistiklere göre patlama sonucu çıkan kazalarda toplam 1405 kişi iş kazası geçirmiştir. Söz konusu kazaların yıllara göre dağılımı Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Patlama kaynaklı iş kazası geçiren çalışanların yıllara göre dağılımı
(SGK istatistikleri 2009-2012)

Yıl	İş Kazasına Uğrayan Çalışan Sayısı
2009	275
2010	324
2011	405
2012	401
Toplam	1405

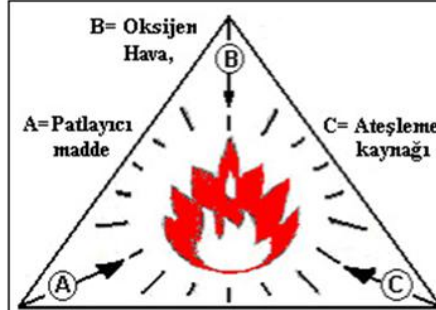
Olası kazaları önlemek amacıyla patlamayı oluşturan etmenler detaylı bir şekilde incelenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Bu bölümde patlayıcı ortam, patlayıcı maddeler, ateşleme kaynakları, patlayıcı ortamların sınıflandırılması, elektrikli aletlerde kullanılan koruma tipleri ve yöntemleri ile Avrupa ve ülkemizde yürürlükte olan yasal düzenlemeler hakkında bilgi verilmiştir.

PATLAYICI ORTAM

Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımların bulunduğu ortama patlayıcı ortam denir. Diğer bir deyişle bir ortamda patlama olması için

patlayıcı madde, oksijen (hava) ve ateşleme kaynağı olmalıdır. Bunlardan herhangi biri olmazsa ortamda patlama olayı gerçekleşmemektedir. Şekil 1'de patlama olayını gösteren patlama üçgeni bulunmaktadır. [1]



Şekil 1. Patlama üçgeni [1]

PATLAYICI MADDELER (GAZ, SIVI VE TOZ)

Patlamaya sebep olan maddeler gaz, sıvı ve toz olarak üçe ayrılır. Her bir maddenin kendine has patlama noktası ve karakteristiği bulunmaktadır.

Gazlar

Hava ile temas ettiklerinde tehlikeli hâle gelip herhangi bir ateş kaynağı ile patlamaya sebep olabilmektedir. Gazların oluşturduğu karışımların patlama veya parlama oluşturmayacak minimum konsantrasyon sınırına Alt Patlama Sınırı(LEL), maksimum sınırına ise Üst Patlama Sınırı(UEL) denir. LEL değerleri alınacak önlemlerde dikkat edilmesi gereken kriterlerdendir. Söz konusu değerler gazların tehlike derecesi hakkında bilgi vermektedir. LEL değeri en düşük olan gazın patlama riski daha fazladır. Tablo 2' de sanayide sıkça kullanılan gazların üst ve alt patlama sınırları bulunmaktadır.[1]

Tablo 2. Sanayide kullanılan bazı gazların patlama karakteristikleri [1]

Bazı Gazların Hava ile Karışımı					
Gaz	Formül	LEL	UEL	Patlama Isısı	Minimum Patlama Enerjisi
Metan	CH ₄	4.4-5	15-16,5	595	280
Propan	C ₃ H ₈	1.7-2.1	10-10,9	470	250
Bütan	C ₄ H ₁₀	1.4-1.8	9,3-10.6	365	
Hexan	C ₆ H ₁₄	1,0	8,1	265	
Nonan	C ₉ H ₂₀	0.7	5,6	205	
Etilen	C ₂ H ₄	2.3-2.9	32,4-33.5	425	
Benzol	C ₆ H ₆	1.2	8	555	200
Hidrojen	H ₂	4	77	560	11
Asetilen	C ₂ H ₂	1.5	78	305	19

Sıvılar

Sıvılar sıcaklığa bağılı olarak buharlaşıp havaya karışarak patlama için gerekli olan ortam şartlarını hazırlayabilir. Örneğin petrol ürünleri (benzin, mazot vb.) buharlaşıp ufak bir kıvılcımda patlamaya sebep olabilir. Sıvıların buharlaşmasını sağlayan en düşük sıcaklığa Parlama Noktası denir. Gazlarda kullanılan LEL tabiri gibi Parlama Noktası da sıvıların tehlike derecelerini belirler. Sıvılar Parlama Noktalarına göre tehlike sınıflarına ayrılır.

Katılar (Toz)

Çekirdek büyüklüğü yaklaşık 500 µm altında olan ve havada belli bir süre süzülen katı maddeler toz olarak kabul edilmektedir. Tozların hava ile karışımı “toz bulutu” halinde veya ince tabaka şeklinde gerçekleşmektedir. Genellikle ince bir film şeklinde tesis üzerine yapışık şekilde dururlar. Tesisin ısınmasından veya dışarıdan gelen her hangi bir ısı kaynağı ile yanıcı tozun çok küçük bir bölümü akkor hale gelerek patlamaya neden olabilir ve patlayan bu toz diğer tozları havaya üfleyerek “patlayıcı bir toz bulutu” oluşmasını sağlar. Bu bulut daha da şiddetli patlar ve patlayan bulut yeni toz bulutları oluşmasına sebep olacağı için toz patlaması zincirleme bir reaksiyona ve diğer bir deyim ile “yürüyen bir patlama”ya dönüşebilir.

Toz patlamaları gaz patlamalarından çok daha tehlikeli ve tahrip edicidirler. Katı maddelerin, lif, yonga, kırpıntı veya toz şeklinde olanları tehlike arz etmekte ve patlayıcı ortam oluşturmaktadır. Un fabrikaları, silolar toz patlamalarının sık görüldüğü yerlerdendir. Tozlara karşı tehlike derecelerine göre önlem alınmalıdır. Tehlike derecesini belirleyen unsurlar:

- Çekirdek iriliği (M)
- Minimum patlama enerjisi (MEE)
- Azami patlama basıncı (EP) ve

-Patlama şiddeti, hava ve toz karışımının kapalı bir kapta ürettiği azami basınç değişimidir.

Diğer bir tabir ile basıncın zamana göre azami yükselme değeridir. Tozlar için en önemli tehlike ve tahribat belirleyici değer Toz Patlama Sabiti (Kst)' dir.[1] Tablo 3'de çeşitli patlayıcı tozlar ve özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 3. Patlayıcı tozlar ve özellikleri

Toz cinsi	M, [µm]	Pmax, [bar]	Kst, [bar m s-1]	MEE [mJ]
Aktif kömür	Bis 10	7,3	72	500000
Yeşil mercimek unu	27	9,1	109	100
Çamur çöktürücü (76 % organik bileşenli)	89	7,5	71	50
Alüminyum	Bis 10	11,4	625	0,1

ATEŞLEME KAYNAKLARI

Patlamanın üçüncü bileşeni hava ve patlayıcı maddeden sonra ateşleme kaynaklarıdır. Patlayıcı özellikte bulunan maddelerin hava ile karıştıktan sonra patlamaları için ortamda ateş kaynağı bulunmalıdır. Söz konusu ateş kaynağı genellikle elektrik kaynaklıdır. Aydınlatma armatürleri, elektrik prizleri ve anahtarları, elektrikle çalışan makinelerin faaliyetleri sırasında çıkan kıvılcımlar (taşlama makinesi vb.) gibi ateşleme kaynakları patlamaya sebep olabilirler. Patlamaları önlemek için bu ekipmanlar iyi tanınmalı ve uygun yerlere uygun ekipmanlar kullanılmalıdır. Aşağıdaki kısımda bazı elektrik kaynaklı ateşleme kaynakları incelenmiştir.

Elektrik Ark ve Kıvılcımı

Şalterler açılıp kapandığında, elektrostatik olarak yüklü elemanlar deşarj olduklarında, kablolar hasar gördüklerinde, herhangi bir kısa devre anında meydana gelen dengeleme akımı gibi sebeplerdir.

Sıcak Yüzeyler

Elektrikli aletlerin çalışmalarından dolayı yüzeyleri ısınır, patlama riski olan ortamlarda tehlike arz eder.

Statik Elektrik

Statik elektriklenmeden kaynaklı ani yük boşalmaları büyük kazalara ve yangınlara sebep olabilir. Sürtünme ve hava akımı gibi olaylar sonucu yalıtkan maddelerin yüzeylerinde serbest elektronların toplanması sonucu oluşan bir olaydır. Herhangi bir şekilde yalıtkan yüzeylere biriken elektronlar iletilebildiği veya toplanmaları önlediği takdirde statik elektrik sonucu ark olayı yaşanmaz. Bu olaylarda birinci etken havanın nemidir. Nemli hava elektronları ileteceğinden yalıtkan yüzeylerdeki elektron birikmesi oluşmaz.

Patlama riski olan tesis ve ortamlarda statik elektriklenmeyi önlemenin yolu anti statik malzeme kullanmaktan, çalışanlara anti statik özellikte KKD (Kişisel Koruyucu Donanım)

dağıtmaktan ve işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhası yerleştirilmesinden ve iyi bir topraklama tesisatından geçmektedir. Anti statik malzemelerin ana özelliği yüzey dirençlerinin düşük olmasıdır. Bu sayede yüzeyde bulunan elektronlar iletilerek birikmeden dağılmış olur.

Yıldırım Düşmesi ve Elektrikli Hava Şartları

Yıldırım çok yüksek enerji içerdiğinden düştüğü yerde yalnızca patlayıcı ortamı ateşlemekle kalmaz, tesiste mekanik tahribata ve yangına neden olabilir. Ayrıca elektrikli hava şartları elektrostatik yüklenmelere yol açar. Örneğin üstü çinko kaplı bir saman deposu veya hububat silosu bu nedenle yanabilir. İyi bir topraklama yapılarak metal yüzeylerin yeryüzü ile aynı potansiyelde olması sağlanmalıdır.

Parazit Akım, Katodik Koruma

Elektrikli raylar ve diğer topraklı elektrik besleme akımı taşıyan benzeri tesislerde, örneğin katodik koruma uygulanan ekipmanlarda parazit akımları oluşur. Bu akımlar topraklama noktaları arası gerilim farkı yaratabilir ve bu gerilim farkı da ark çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle patlayıcı madde taşıyan borularda paslanmaya karşı katodik koruma uygulanırken, topraklama noktaları arası gerilim farkı oluşmasını engellemek için eş potansiyel topraklamaya dikkat edilir.

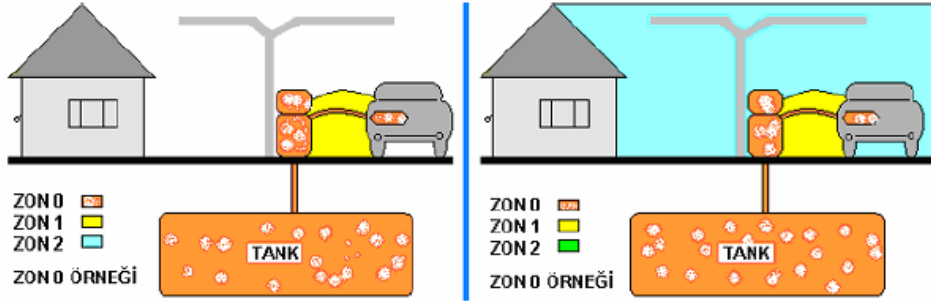
PATLAMA RİSKİ BAKIMINDAN TEHLİKELİ ORTAMLARIN SINIFLANDIRILMASI

Patlayıcı ortamlar tehlikeli madde bulunma oranına, ihtimaline ve süresine göre sınıflara ayrılır. Çalışma ortamları birbirinden farklı düzeyde patlama tehlikesine sahiptir. Patlayıcı ortamların sınıflandırılmasıyla, bir anlamda kullanılan teçhizat da sınıflandırılmış olmaktadır. Bu sayede uygun teçhizat uygun tehlike sınıfına göre kullanılmaktadır.

Patlayıcı ortamların sınıflandırılmasında dünyada iki yöntem kullanılmaktadır. Birincisi Avrupa çıkışlı olup Türkiye’de de kullanılan Bölge Sistemi, ikincisi ise Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ’nde kullanılan Bölüm (Division) sistemidir. Her iki sistemde farklılıklar olsa da ikisi de patlayıcı ortamların sınıflandırılmasında kullanılan kabul görmüş yöntemlerdir. [1]

Bölge (Zone) Sistemi

Bölge Sisteminin temeli AB'nin çıkardığı ATEX 137 direktifine dayanmaktadır. Söz konusu direktifte ortam patlama risk düzeyine göre Bölge 0, Bölge 1, Bölge 2 olarak üçe ayrılır. Ülkemizde yürürlükte olan yasal mevzuatta da bu yöntem benimsenmiştir. Şekil 2'de bir akaryakıt istasyonunun bölge sistemine göre sınıflandırılmış hali gösterilmektedir.



Şekil 2. Bir akaryakıt istasyonunun bölge sistemine göre sınıflandırılmış hali. [1]

a.Bölge 0

Gaz, buhar ve sis halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık olduğu yerler Bölge 0 kapsamına girer. ATEX 100a'ya göre bu bölgede Kategori 1'e giren aletler ile kendinden emniyetli sistemler kullanılabilir.

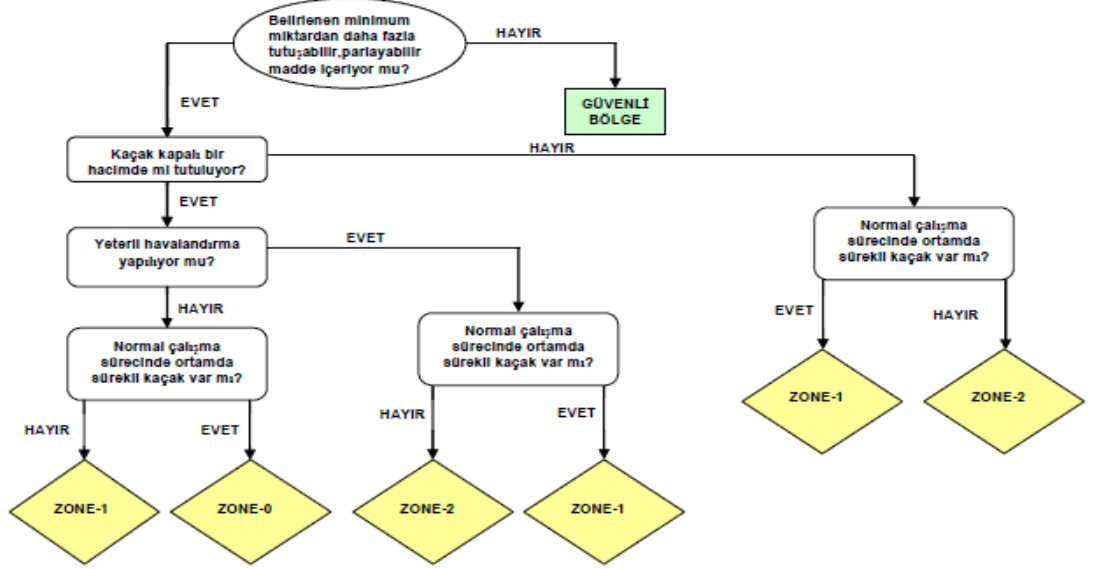
b.Bölge 1

Normal çalışma icabı patlayıcı ortam oluşturma ihtimali az olan, yalnızca arıza ve anormal çalışma koşullarında ve tesadüfen patlayıcı ortam oluşabilen veya oluşma ihtimali olan yerler Bölge 1 kapsamına girer. Kısaca, patlayıcı ortam oluşma ihtimali az olan ve oluştuğunda da kısa süren yerler Bölge 1 olarak adlandırılmaktadır. Bölge 0'ın yakın çevresindeki yerler bu gruba girer. ATEX 100a'ya göre Kategori 1 ve 2'ye giren aletler Bölge 1'de kullanılabilir.

c. Bölge 2

Normal çalışma icabı veya arıza, kaza, tamir, bakım gibi hallerde de patlayıcı ortam oluşma ihtimali çok az olan veya oluşa bile çok kısa süren yerler Bölge 2 kapsamına girerler. ATEX 100a'ya göre Kategori 1,2 ve 3'e giren aletler Bölge 2'de kullanılabilir.

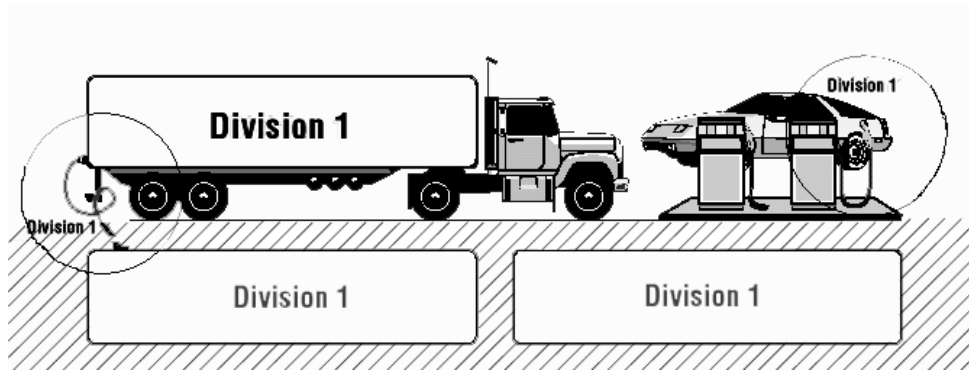
Bölge sisteminin uygulamasına örnek olması için Şekil 3'te TÜPRAŞ Riskli bölge tespit diyagramı verilmiştir.



Şekil 3. Riskli bölge tespit diyagramı [2]

Bölüm (Division) Sistemi

ABD'de kullanılan sistem patlayıcı ortamla beraber patlayıcı maddeleri sınıflara, bölümlere ve gruplara göre ayıran bir sistemdir. Bölüm Sistemi, Bölge Sistemi'nden farklı olarak patlama riski olan ortamları ikiye ayırmakta olup bu sistemde sınıflandırma NEC'e göre yapılmıştır. İşleyiş olarak öncelikle patlayıcı maddeleri sınıflara, ardından gruplara ve daha sonra da bölümlere ayırır. Şekil 4'te bir akaryakıt istasyonunun Bölüm Sistemi'ne göre sınıflandırılmış hali yer almaktadır.



Şekil 4. Bir akaryakıt istasyonunun bölüm sistemine göre sınıflandırılmış hali [1]

a. Bölüm 1

Normal çalışma esnasında patlayıcı ortam oluşan veya oluşma ihtimali yüksek olan yerler Bölüm 1 kapsamındadır.

b. Bölüm 2

Normal çalışma esnasında patlayıcı ortam oluşma ihtimali az olan veya anormal hallerde (tamir bakım, arıza, kaza gibi) patlayıcı ortam oluşan yerler Bölüm 2 kapsamındadır.

ELEKTRİKLİ ALETLERDE KULLANILAN KORUMA TİPLERİ

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli cihazların dışarıya alev sızdırmaması için çeşitli önlemler alınmıştır. Söz konusu önlemler kullanılan ekipmana göre koruma tipleri adı altında sınıflandırılmıştır.

d-Tipi Koruma (Alev Sızmaz Koruma)

En çok kullanılan koruma yöntemidir. Ark veya ısı üreten elektrikli ekipman (transformatör, kesici, yol verici gibi) basınca dayanıklı bir muhafaza içerisine yerleştirilir. Patlayıcı gaz, flanş ve kapak aralıklarından her an içeri sızabilir ve yol verme esnasında çıkan elektrik arkı bu gazı patlatabilir. d-tipi muhafaza sayesinde, içinde patlayan gaz, dış kısımda hazır bekleyen ve patlama kıvamında olan gazı ateşleyemez. Çünkü patlama anında sızan alev soğur ve ısısı da dış ortamdaki gazı patlatmaya yetmez.

e-Tipi Koruma (Artırılmış Emniyet)

Normal çalışması icabı ark çıkarmayan fakat buna rağmen patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemesi için ilave önlem alınan bir uygulamadır. Başka bir deyişle, bu sayede cihazın emniyeti bir miktar daha artırılmış olur. Bu sebeple, yol verici ve devre kesici gibi ark çıkaran aletlerde uygulanamaz.

Klemens kutuları, kablo bağlantıları, sincap kafes asenkron motor ve küçük transformatör gibi normal çalışmaları esnasında ark çıkarmayan ve tehlikeli derecede ısınmayan aletlerde uygulanabilir. Bu aletlerde ancak arıza veya yanlış kullanım esnasında ark çıkma ihtimali vardır. Bu nedenle e-tipi korunmuş bir motorun sargıları içerisine termostat yerleştirilir. Isı belli bir dereceye gelince motorun yol vericisi devreyi açarak aşırı ısınmaya müsaade etmez.

p-Tipi Koruma (Basınçlı Tip Koruma)

Basınçlı koruma anlamına gelir. Patlayıcı gaz veya buharın girmesi istenilmeyen bölge dışarıya karşı basınç altında tutularak patlayıcı gazın tehlikeli bölgeye girmesi önlenir. Çok dar bir kullanım sahası vardır. Örneğin, bilezikli asenkron motorların fırça bölümü bu yöntem ile korunur. Fırçaların bulunduğu bölme basınçlı hava ile üflenerek patlayıcı gazın bu bölgeye girmesi önlenir. Yani basınçlı hava ile tehlikeli bölgenin basıncı bir miktar yüksek tutulur.

q-Tipi Koruma (Kumlu Koruma)

Kumlu veya tozlu koruma anlamına gelir. Cihazın gaz girmesi istenmeyen bölmeleri kuvars kumu veya tozu ile doldurularak patlayıcı gaz veya buharın bu bölmelere girmesi önlenir. Dar bir kullanım sahası vardır. Transformatörler ve elektronik devrelerde uygulanabilir. Kum hem gazın sıcak yüzeylere girmesine ve hem de sıcak elektronik yüzeylerin soğumasına yardımcı olmaktadır.

o-Tip Koruma (Yağlı Koruma)

Ark veya ısı çıkaran aletler yağa daldırılarak patlayıcı ortamdan izole edilirler. Çok büyük transformatör ve kesiciler ile soğutma zorunluluğu olan dirençlerde uygulanmaktadır. Küçük ve taşınabilir aletlerde kullanılmamaktadır.

m-Tipi Koruma (Döküm Koruma, Kapsüllü Koruma)

Isı veya ark üreten aletler veya parçaları, reçine gibi bazı kimyasal maddelerin içine gömülerek ortamı tehlikeye düşürmeleri önlenir. Döküm maddenin çalışmaya mani olmadığı lamba balastları, elektronik baskı devreleri, solenoid valf gibi yerlerde rahatlıkla kullanılır. Ölçü, kumanda kontrol gibi otomasyon devrelerinde yaygındır.

n-Tipi Koruma (Ark Çıkarmaz)

Bölge 2 seviyesindeki patlayıcı ortamlar için ön görülmüş bir koruma yöntemidir. nA, nC, nR, nP ve nL olarak adlandırılan beş ayrı kategorisi mevcut olup, bunların anlamı:

a. nA (Ark Çıkarmaz/Non-sparking)

Normal çalışmalarında ark çıkarmayan aletler bu tip koruma yöntemi ile patlayıcı ortama karşı korunabilirler. Ex-e tipi korumanın hafifletilmiş şeklidir.

b. nC (Yanmaya neden olmayan/Non-incendive)

Normal çalışmalarında ark çıkaran aletler, nC tipi korunarak Bölge 2 ortamlarda kullanılabilir. Ex-d tipi (alev sızmaz) korumanın hafifletilmiş veya değişik bir versiyonudur. Ark veya kıvılcım çıkaran veya aşırı ısınan kısımlar patlayıcı ortamdan tecrit edilerek, patlayıcı gaz veya buharın kolayca ateşlenmesi önlenir. Küçük hacimli olan ve aşırı ısınmayan elektrikli cihazlara uygulanabilir.

c. nL (energy limited)

Sensör gibi enerji seviyesi düşük olan cihazlarda uygulanır. Koruma seviyesi kendinden emniyetli sistemlerin sağlamış olduğu koruma seviyesinden düşüktür.

ç. nP

Tutuşmayı önlemek amacıyla mahfazanın iç basıncının, ortam basıncından büyük olmasını sağlayan koruma yöntemidir. Normal çalışma esnasında ark veya kıvılcım çıkaran aletlerde kullanılabilir.

d. nR (Sınırlı hava geçiren/Restricted breathing)

Patlayıcı ortamda bulunan gazların cihazlara girişini sınırlandırmak için kullanılan bir yöntemdir. Ölçüm cihazlarında, bilgi sistemlerinde ve ekipmanlarında kullanılır.

i-Tipi Koruma, Kendinden Emniyetlilik

Bir elektrik devresinin tamamı veya belirli bir kısmında normal çalışma veya arıza anında çıkan ark veya ısı patlayıcı ortamı ateşleyecek güçte değil ise bu devreye kendinden emniyetli devre denir. Burada söz konusu olan yalnızca teçhizat değil, teçhizatın bağlı olduğu elektrikli devrenin tümüdür.

Elektrik arkının çıkaracağı enerjinin çok düşük olması gerektiğinden bu tip koruma ancak kumanda, ölçü ve otomasyon devreleri gibi düşük voltajda çalışan aygıt ve devrelerde uygulanabilir.

Kendinden emniyetliliği sağlayan; bu devreyi besleyen güç kaynağıdır. Güç ünitesi d-tipi mahfazaya veya tehlikesiz yere yerleştirilmiştir. Kendinden emniyetli çıkışa ise hemen her tip alet bağlanabilir. Yalnız bu aletler kondansatör ve bobinler gibi enerji depolayan tip olmamalıdır.

Kullanıcı tarafından korunmamış aletlerle karıştırılmaması için kendinden emniyetli alet ve devre (kablo dâhil) açık mavi renktedir. Örneğin basit bir start-stop butonu kendinden emniyetli devreye bağlanabilir. Kendinden emniyetli ekipmanlar diğer patlamaya karşı korunmuş devre ve yerlerde kullanılamaz. Çünkü kendinden emniyetli cihazlar diğer tip korunmuş aletlerle yan yana kullanılmaktadır.

ELEKTRİKLİ ALETLERDE KULLANILAN KORUMA YÖNTEMLERİ

Bu kısımda patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik motorları, transformatörler ve prizler gibi bir elektrik tesisatı için hayati önem taşıyan ekipmanlarda uygulanan koruma yöntemleri incelenmiştir.

Elektrik Motorları

Elektrik motorları yapısı gereği sürekli bakım istemezler. Teknik olarak da yük altında devir sayıları sabit, elektronik devreyle devir sayısı kolayca ayarlanabilir, verimi yüksek, maliyetleri düşük olmasından dolayı sanayide kullanılan elektrik motorlarının büyük çoğunluğu asenkron motorlardır. Bu motorlar tam kapalı olup normal çalışmalarında ark çıkarmazlar. Ancak dış yüzeyleri ısınabilir.

Elektrik motorlarının büyük çoğunluğu Bölge 1 patlama riskli ortamlarda kullanılır ve bundan dolayı kıvılcım oluşmasını önlemek için yardımcı önlemler alınmalıdır. Bu tip motorlara uygulanan dört çeşit koruma tipi mevcuttur. Bunlar d-tipi "alev-sızdırmaz", e-tipi "artırılmış emniyetli", p-tipi "basınçlı" ve n-tipi "ark çıkarmaz" koruma yöntemleridir. p-tipi, d-tipi ve e-tipi koruma Bölge 1 veya Bölge 2'de kullanılabilir. Diğer koruma tipi olan n-tipi ise sadece bölge-2 de kullanılmaktadır. Ayrıca elektrik motorlarının sarımlarına termostat yerleştirilerek motorun belli bir sıcaklık değerini geçtiğinde durmasını sağlayıp aşırı ısınmadan dolayı ortamı tehlikeye sokmasının önüne geçilebilir.

Elektrik makinelerindeki olası kıvılcım kaynaklarını özetleyen gösterim Tablo 4. de verilmiştir. Bu tablo, patlama riskli ortamlarda kullanılan ekipmanların tasarım, test, yapı ve montaj kriterleri için bir kaynak oluşturmaktadır.

Tablo 4. Elektrik makinelerindeki olası kıvılcım kaynakları [3]

ARKLAR		SICAK YÜZEYLER	
<u>BAŞLANGIÇ</u>	<u>ÇALIŞMA</u>	<u>BAŞLANGIÇ</u>	<u>ÇALIŞMA</u>
1* Modüler yapı dahilinde devreden akım [makine tasarım]	7* Uzun süreli etkilere bağlı yalıtım hataları * termal etkiler, * vibrasyon, * deşarj, * yorgunluk [makine bakım]	14* Stator ve rotordaki aşırı sıcaklık oluşum sayısı [süreç kontrolü, yanlış uygulama]	17* Havalandırma veya soğutma sistemi sorunları [makine tasarım]
2* Kirlili veya hasarlı sargılar ve geçici gerilim [makine bakım]	8* Gerilim yükselmesi [sistem kontrolü]	15* Yük/Moment, Uzun ivmelenme zamanı [yanlış uygulama]	18* Yağlama sistemi arızaları [süreç kontrolü, bakım]
3* Şase içindeki serseri akım [makine tasarım ve bakım]	9* Küçük elektriksel temizlik [makine bakım]	16* Rotorun arızalanarak durması, stator ve rotordaki yüksek sıcaklık [süreç kontrolü]	19* Dengesiz gerilim [sistem kontrolü]
4* Hava boşluğundaki deşarjlar [makine tasarım]	10* Gevşek uçlar [makine tasarım ve bakım]	23* Hatalı kullanılan ekipman [ekipman tasarım ve kontrol] Bu durum 7,12,13,16,21,22 no lu kaynaklara neden olabilir.	20* Beklenmeyen harmonikler [sistem kontrolü]
5* Sargı sonu hareketi [makine tasarım ve bakım]	11* Toz parçacıkları, elektrostatik şarj oluşumu [montaj, makine tasarım, bakım]		21* Aşırı yüklenme koşulları [yanlış uygulama, süreç kontrolü]
6* Sargı Alanı Sistemi [makine tasarım ve bakım]	12* Mil gerilimi [makine tasarım, bakım]		22* Çevre koşulları [çevresel kontrol]
Not : 2 ve 3 nolu kaynaklar ayrıca çalışma koşullarına da uygulanmaktadır.	13* Mekanik temizlik ve ovalamak [makine tasarım ve bakım]		

a.Ex-d tipi korumalı elektrik motorları

En yaygın kullanılan koruma yöntemidir. Bütün motorlara uygulanabilir. Ex-d tipi korunan motorun gövdesi I.grup gazlarda (metan) 10 atmosfer, II.grup gazlarda ise 15 atmosfer statik basınca dayanıklı olmak zorundadır. Bu yüzden motorun ağırlığı ve maliyeti artar. Gövdenin flanş yüzeyinin, alev soğutacak kadar geniş imal edilmesi gerekir.

Dönen kısımlarda verilen toleranslar çok düşüktür ve keçelerin sık sık bakımdan geçmesi gerekir.

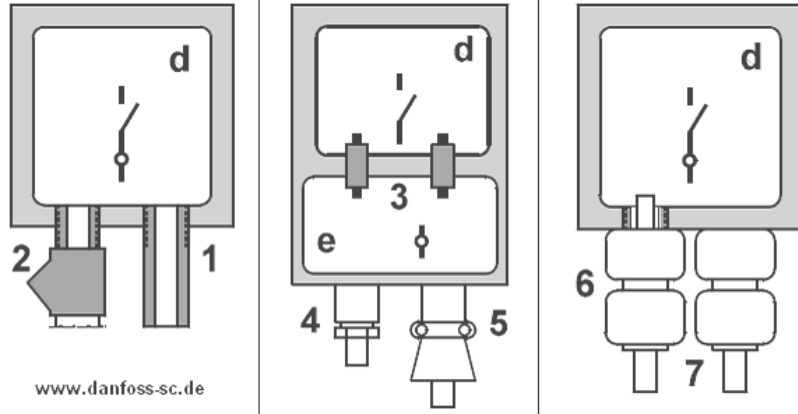
d-tipi korunmuş motorların temel karakteristikleri aşağıdaki gibidir. [4]

1. Alev yolu içerir.
2. Kuvvetlendirilmiş gövde, bağlantı kutusu ve son koruyuculara sahiptir.
3. Motor bileşenleri arasındaki birleşme yüzeyi daha büyüktür.
4. Dış çevreye ark akışı oluşmasını önlemek amacıyla motor mili ile yataklar arasındaki açıklık azaltılmıştır.
5. Tüm komponentler için basınç testi yapılır. (gövde, son koruyucular, bağlantı kutuları ve bağlantı kutusu gövdesi)
6. Mecburi üçüncü yetkili sertifikasyon gerektirir.
7. Patlamaya karşı korunmuş kablo girişleri kullanılmalıdır.

Pompalar, fanlar, eziciler, konveyör sistemleri, miller, vinçler ve diğer alev sızdırmayan motor uygulama gerektiren işletmelerde patlama korumalı motorlar kullanılır. Bazı uygulamalarda ise motor d-tipi ve e-tipi korumanın her ikisini de içermek durumundadır. Bu durumda motor "ex-de" olarak etiketlenir. de-tipi motor ile d-tipi motorun tek farklı bağlantı kutusudur. e-tipi korunmuş bir bağlantı kutusu, kıvılcım ve sıcaklık artışı gibi patlama nedenlerini önleyici yapıdadır. Ex-de tipi motorun özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Bağlantı kutusu bileşenleri ve kablo bağlama ekipmanları sıkıca bağlanmalıdır, hiçbir şekilde hareket etmemelidir.
2. Arkları ve kıvılcımları önleyici özel bağlantı blokları kullanılır. (artırılmış emniyetli klemens grupları)
3. Çift topraklama sağlanmalıdır. (stator muhafazası ve bağlantı kutusu gövdesi)

Şekil 5' de bağlantı giriş tipleri görülmektedir.



Şekil 5. d-tipi korunmuş motorda bağlantı tipleri [1]

Burada sırasıyla; 1: boru girişi, 2: konduit bariyeri uygulaması, 3:e-tipi ayrı bir bağlantı ile giriş, 4:basit kablo bağlantısı, 5:esnek kablo bağlantısı, 6:d-tipi kablo bağlantısı ve 7:d-tipi zırhlı kablo bağlantısını göstermektedir. Aslında kablo başlıkları basınca ve alev sızma deneyine dayanıklı olsa da, alev sızmaz özelliğin bozulabilme ihtimali sebebiyle kullanıcının aletin içerisine girip bağlantı yapması uygun bulunmamaktadır. Özellikle şalt cihazları ve transformatör gibi enerji dağıtım ekipmanlarında, e-tipi bir bağlantı üzerinden bağlantı yapılmaktadır.

b. Ex-e tipi korumalı elektrik motorları

Normal çalışması icabı ark çıkarmayan fakat buna rağmen patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemesi için ilave önlem alınan “sincap kafesli asenkron” elektrik motorlarında gerçekleştirilen bir uygulamadır. Bu aletlerde ancak arıza veya yanlış kullanım esnasında ark çıkma ihtimali vardır. Bu nedenle e-tipi korunmuş bir motorun sargıları içine termostat yerleştirilir. Sıcaklık belli bir dereceye gelince motorun yol-vericisi devreyi açarak aşırı ısınmaya müsaade etmez.

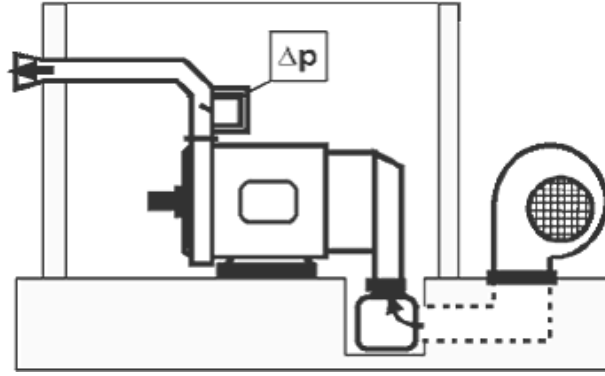
Yapısı gereği d-tipi korumaya göre daha hafif ve ucuz maliyetli olması dolayısı ile imalatçılar tarafından tercih edilen e-tipi korunmuş motorların, bu avantajlarına rağmen sargıların daha itinalı, izolasyon sınıfı yüksek ve termistörlerle korunmuş olmaları gerekmektedir. Sargıların yanmasını ve dolayısı ile herhangi bir kısa devreyi önlemek için sargılar içine termistör yerleştirilir. Bu termistörler kumanda devresine bağlanmalıdır.

Motorlara kısa aralıklarla peş peşe yol verilirse rotor sargıları ısınabilir ve patlayıcı ortam tehlikeye girebilir. İmalatçılar motorların peş peşe yol verme sayılarını

sınırlamaktadırlar. Bu olay büyük motorlarda önemlidir. e-tipi korunan bir motorun rotor sıcaklığı da dikkate alındığında ısı grubu yüksek tipleri yapılamamaktadır.

c.Ex-p, tipi korumalı elektrik motorları

Ex-e tipi korumanın teknik olarak mümkün olmadığı, ex-d tipi korumanın ise uygulanmasının çok zor olduğu durumlarda sadece büyük ve fırçalı motorlarda uygulanır. İşletme maliyetleri ve bakım giderlerinin yüksek olmasından dolayı çok yaygın olmayan bir uygulamadır.



Şekil 6. p-tipi korunmuş motor uygulaması [1]

Patlayıcı gaz veya buharın girmesi istenmeyen bölge dışarıya karşı basınç altında tutularak patlayıcı gazın tehlikeli bölgeye girmesi önlenir. Çok dar bir kullanım sahası vardır. Örneğin bilezikli asenkron motorların fırça bölümü bu yöntem ile korunur. Şekil 6' da bu uygulama gösterilmektedir. Fırçaların bulunduğu bölme basınçlı hava uygulanarak patlayıcı gazın bu bölgeye girmesi önlenir.

d. Ex-n Ark Çıkarmayan (Non-Sparking) Motorlar

Ex-n tipi koruma ex-e tipi korumanın hafifletilmiş şeklidir. Ex-e den farkı, 5 saniye olan kalkış zamanının ve kalkma akımının nominal akıma oranı 10 olması şartının aranmamasıdır.

Motor sargılarına termistör konulması şartı yok ise de günümüzde normal motorlara da termistör konulmakta ve korumaya alınmaktadır. Bu tip motorlar Bölge 2 de kullanılmaktadırlar. Megavat düzeyindeki çok büyük motorlarda ark olaylarına rastlandığı için ex-e veya ex-n tipi koruma uygulamak tavsiye edilmemektedir.

e. Motor Soğutma Pervanesi

Motorların soğutma pervanelerinin herhangi bir nedenle gövde veya kapağa çarparak mekanik yönden ark çıkartarak patlayıcı ortamı tehlikeye atma durumu mevcuttur. Bunun için

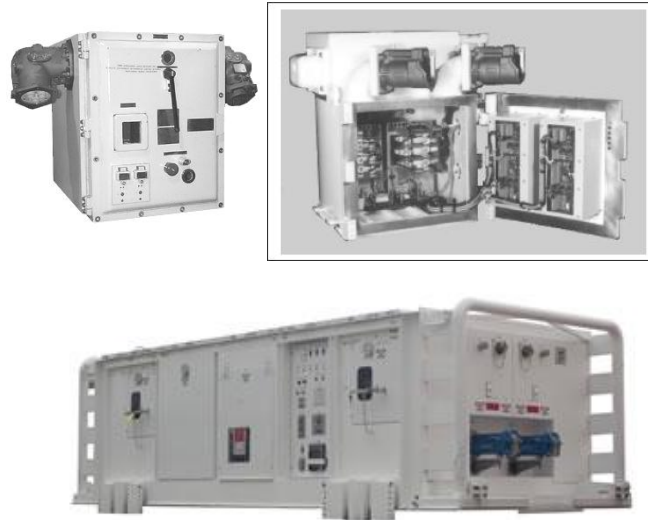
standart koyucu pervaneye ve gövdeye olan uzaklığına bazı kısıtlamalar getirilmiştir (TSE'nin TS EN 60079-0 :2008 sayılı standartta detaylar mevcuttur).

Devre Kesici ve Yol Vericiler

Devre kesici ve yol verici gibi şalt cihazları çalışma prensibinden dolayı ark çıkaran aletlerdir. Bu nedenle ancak d veya p tipi koruma uygulanır. En yaygın uygulama d-tipi koruma şeklidir. Yeraltı madenlerinde neme karşı korunma gerekçesi ile yol verici veya devre kesici gibi şalterlerin tamamı d-tipi korunmuş gövde içerisine yerleştirilmektedir.

İşletme şartları hafif ve nemi az olan diğer sanayi kollarında ise yalnızca ark çıkaran kısmın p-tipi korunması yani basınca dayanıklı özel muhafazaya alınması, diğer kısımların ise toz ve neme karşı korunmuş olması yeterli görülmektedir. Bu tip aletler daha hafif ve kullanışlı olmaktadır. Korunmamış normal bir motor yol vericisi 20-40 kg gelirken aynı güçteki, d-tipi korunmuş bir şalter 300-500 kg arası gelmektedir.

Örneğin, maden tipi olan motor yol vericileri 2 motoru kumanda edebilecek kapasitede olup 520 kg gelirken, petrokimya için üretilen aynı tip alet 4-8 adet motora kumanda edebilecek boyuttadır ve 76 kg kadardır. Şekil 7' de, madenler ve petrokimya sanayi için üretilmiş olan, d-tipi korumalı motor yol vericilerinin resmi görülmektedir.



Şekil 7.Patlama korumalı devre kesici örnekleri [1,20]



Şekil 8.de-tipi korunmuş motor yol vericisi [5]

Bunlara ek olarak Şekil 8'de gösterildiği gibi de-tipi koruma da tercih edilen yöntemler arasına katılmıştır. Şalt cihazlarının kablo girişleri e-tipi korunmuş bağlantı kutuları üzerinden yapılabilir. Gerçekte klemens ve kablo girişi gibi kesimler normal çalışma icabı ark çıkarmazlar.



Şekil 9. Küçük boyutlu devre kesici örnekleri. [7,8]

Şekil 9'da küçük boyutlu devre kesici örnekleri görülmektedir. Burada buton normal bir patlama korumalı kutu üzerine yerleştirilmiştir. Butonun basma düğmesinin mekanik aksamı patlama korumalıdır. Ark çıkaran elektrikli kısım ise patlama korumalı bir kutu içerisinde bulunduğu için ekipman patlayıcı ortamda kullanılabilir hale gelmektedir

a. Vakum-SF6 Kesiciler

Vakumlu Kesiciler kesme hücresi, yüksek vakumlu silindir biçimli seramik bir kap ve biri sabit diğeri hareketli iki kontakten oluşur. Kontaklar ayrılırken ark üzerinden geçen akım sıfır noktasına kadar akar. Akımın sıfır noktasında ark söner. Ark bölgesi dışında yüksek vakum bulunduğundan patlayıcı madde buharı hızla o bölgeye kaçar ve ortam hızla yalıtkan

duruma geçer. Böylece ark söndürülür. Bu kesiciler düşük gerilim kademelerinde (7.5kV-12kV) kullanılır. Şekil 10' da bir vakumlu kesici görülmektedir.



Şekil 10. Vakumlu kesiciler [9]

Şekil 11' deki SF₆ gazlı kesici ise hacimlerin küçük olması nedeni ile kapalı mekânlarda kullanılmaktadır. Çalışma prensibi sabit basınçtaki SF₆ (sülfür hekzaflorür) hareketli kontaktaki piston vasıtasıyla sıkıştırılarak ark üzerine üflenmesi ve arkın söndürülmesi esasına dayanır. SF₆ gazının ısıyı çok çabuk dağıtmasından dolayı sıcaklık hızla düşer. Ark soğur ve söner. Bu kesicilerin ark çıkaran kısmı tamamen kapalıdır ve patlayıcı ortamdan izole edilmiştir.



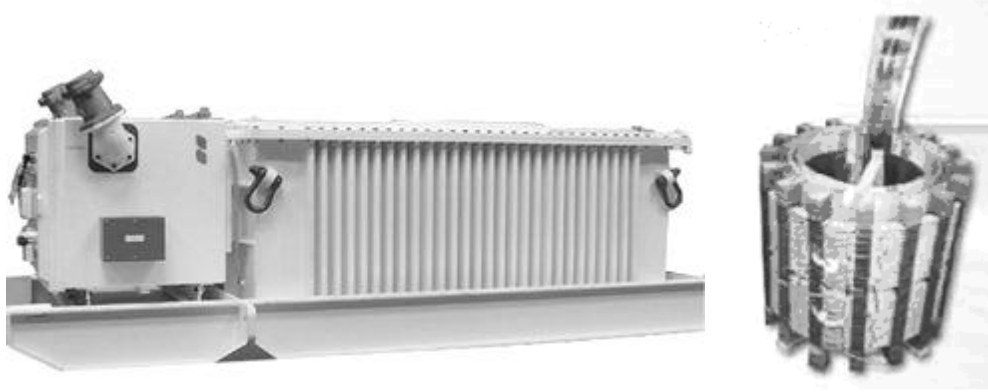
Şekil 11. SF₆ gazlı kesici [9]

b. Küçük Anahtarlar

Küçük boyuttaki anahtarlar d-tipi olarak imal etmek daha kolaydır. Çünkü küçük hacimli muhafazalara standartlar bazı ayrıcalıklar tanımaktadır. Tahribat daha az ve patlama anında üretilen basınç kuvveti çok daha düşüktür.

Transformatörler

Maden sanayi dışında patlayıcı ortamlara karşı önlem almak zorunda olan kimya ve petrol sektöründe güç transformatörlerini patlayıcı ortamdan izole etmek mümkündür. Transformatör patlayıcı ortamın bulunduğu bölgenin uzağına yerleştirilerek, enerji buradan kablo ile nakledilmektedir. Grizulu madenlerde ise, trafoyu uzak tutmak her zaman mümkün olmayabilir. Küçük madenlerde, enerji dışarıdan iletilebilirse de uzun yeraltı tünelleri bulunan madenlerde anti grizu transformatörlerin kullanılması zorunludur. Şekil 12’de madenlerde kullanılan bir dağıtım transformatörü ve nüve yapısı görülmektedir. d-Tipi, o-Tipi ve q-Tipi koruma yöntemleri uygulanmakla beraber en yaygın olanı d tipi korumadır.



Şekil 12. Patlama korumalı dağıtım transformatörü ve nüve sargısı [10]

Genel Amaçlı Patlama Korumalı Cihaz ve Ek Kutular

Sanayide kablo eklemek ve içerisine cihaz yerleştirmek için geliştirilmiş genel amaçlı patlama korumalı kutular mevcuttur. Şekil 13’ de patlama korumalı kablo bağlantı kutuları bulunmaktadır. Cihaz bir kablo bağlama elemanı (ek kutusu) olarak kullanıldığı gibi içerisine istenirse kontaktör, sigorta veya kesici konularak bir motora yol vericisi veya herhangi bir şalt kutusu şeklini alabilmektedir. Bu gibi genel amaçlı patlama korumalı kutular kullanıcılara çok kolaylık ve esneklik sağladığı için yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar.



Şekil 13. Patlama korumalı kablo bağlantı kutuları[1]

d-tipi korunan kutularda, tıpkı motor şasilerinde olduğu gibi alev yolları mevcuttur. Kutu içerisinde oluşabilecek kıvılcım bu alev yollarından soğuyarak dışarıya iletilir. Bu kutular motor yol verme, kumanda, bağlantı kutusu gibi farklı uygulamalarda kullanılmaktadır.

Dışlarının mavi renge boyanmış ve üzerlerine kendinden emniyetli devre kablolarına ait olduklarının belirtilmesi yeterli olmaktadır. Bu bağlantı kutuları ortamı tehlikeye düşürecek ark veya ısı oluşumuna neden olmazlar.



Şekil 14. i-tipi ve e-tipi korunmuş genel amaçlı kutu tasarımları [11]

e-tipi korunmuş kutularda ise, yukarıda bahsedilen ısı yayılım tabloları önemli bir kriterdir. Buna ek olarak e-tipi korunmuş bir kutu içerisinde kullanılabilecek klemens sayısı, hangi yüzeyine maksimum kaç adet ve hangi kesitte kablo bağlantı rakoru takılabileceği gibi detaylarda dikkate alınması gereken hususlardandır.

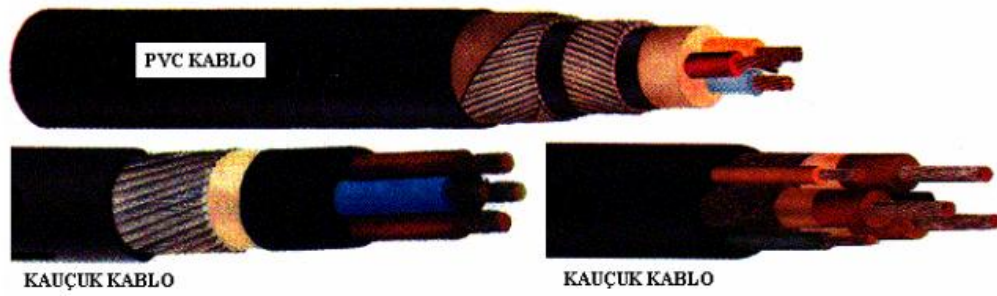
Kablolar ve Bağlama Elemanları

Elektrik tesisatının ana direği kablolama ve bağlama elemanlarıdır. Patlayıcı ortamlarda yapılan elektrik tesisatlarında aydınlatma armatürlerini, elektrik motorlarını, trafoları patlama korumalı yapılsa bile eğer kablolama teknik olarak uygun değilse(hasarlı, çok parçalı vb.) ortamda büyük bir tehlike var demektir.

Aşağıdaki kısımda kablo ve bağlantı elemanlarının hangi teknik özelliklere sahip olması gerektiği tanımlanmıştır.

a.Kablolar

Kablolar yapıları icabı normal çalışma şartlarında ark çıkarmazlar. Ancak herhangi bir nedenle kopar veya kasten kesilir ise ark çıkarabilirler. Ex-koruma olarak, kablolarda iki önlem alınır. Birincisi dış kılıfın zırlı yapılarak kesilme, kopma ve ezilmenin korunması, ikincisi de yanmanın önlenmesidir. Standartlar, patlama korumalı, hiç yanmayan tip silikon kablo şartı koşmamaktadır. Sadece yandıklarında alevi iletmeyecek yapıda olmaları, başka bir deyişle yanmayı geciktirici olmaları yeterli görülmektedir. Şekil 15'te patlayıcı ortamlarda kullanılan kablolara örnek verilmiştir.



Şekil 15. Patlayıcı ortamlarda kullanılan kablolar [1]

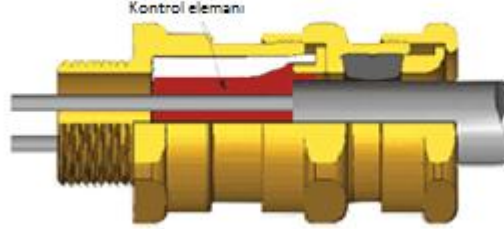
Kablolar patlama korumalı cihazlara bağlanırken, cihazın patlama korumalı özelliğini bozmamalıdır. Bu nedenle ex-d tipi cihazlar, patlama korumalı sertifika tip deneylerinde kablo başlığı ve bağlı kablo örneği ile beraber denenmektedir. Kablo girişi ayrı bir bölme olarak tasarlanır.



Şekil 16. Rakor uygulamaları [11]

Şekil 16' da farklı rakor uygulamaları görülmektedir. Kablo rakorlarının su geçirmezliğine dikkat edilmelidir. Çoğu kez, rakor içerisine reçine dökülerek izolasyon ve su

geçirmezliği sağlanmaktadır. Şekil 17'de ise madencilikte kullanılan bir kabloun kesiti bulunmaktadır.



Şekil 17. Madencilikte kullanılan bir kabloun kesiti [1]

b. Geçmeli Tip Ekleme (Fiş-Priz)

Geçmeli tip fiş-priz şeklindeki kablo bağlama tertibatı yer altı ve yer üstü madenlerinde 10 kV' a kadar uygulanmaktadır.



Şekil 18. Patlayıcı ortamlarda kullanılan geçmeli tip fiş-priz örnekleri [7]

Kumanda devrelerinde kullanılan Ex-d tipi kablo başlıklarının çoğu pirinç veya bronz gibi paslanmaz malzemeden yapılmıştır. Normal şartlarda kolayca çekilerek açılmamalı ve ark çıkmasına neden olmamalıdır. Bu nedenle patlama korumalı kablo başlıkları diğer uygulamalara kıyasla daha detaylıdır.

Fiş-priz sistemini uygulayabilmek için şebekenin yapısı farklı olmak zorundadır. Kablolarda 3 fazın yanı sıra bir de pilot damarı mevcuttur. Bu gibi fiş-priz sistemi uygulanan şebekelerde pilot koruma tabir edilen özel bir koruma yöntemi uygulanmak zorundadır. Böylece rast gele çıkarmalara karşı önlem alınmaktadır.

Fişin pilot ucu diğer faz pimlerinden daha kısadır ve fiş açılırken önce pilot pimi çıkar ve elektriğin kesilmesini sağlar. Kesici veya motor yol vericisi pilot devre tamamlamadan (kabloların fiş-prizleri birbirlerine bağlanmadan) kesiciyi veya kontaktörü kapatmayacak şekilde kumanda edilmelidir. İş güvenliğini artırmak için sigorta korumalı prizler geliştirilmiştir. Bu uygulama örnekleri Şekil 19' da verilmiştir.



Şekil 19.Sigorta korumalı fiş-priz örnekleri [7]

Aydınlatma Armatürleri

En fazla çeşidi olan elektrikli ekipmanlardan biridir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan aydınlatma armatürleri hakkında bu kısımda bilgi verilmiştir.

a.Akkor flamanlı armatürler:

Akkor flamanlı ampuller normal çalışmaları icabı ark çıkarmazlar. Ark çıkaran kısım anahtarlarıdır. Patlayıcı ortamda tehlikeye sebep olan flamanın dolayısıyla ve ampulün cam yüzeyinin 2000°C' yi aşan sıcaklığıdır. En önemli sorun ampulün cam yüzeyinin ve duyu kenarlarının yüzey sıcaklığıdır. Bu sıcaklığı azaltmak için ampulün biraz daha büyük imal edilmesi yeterli olmaktadır. Bu ise piyasada konutlar için mevcut olan ampullerin kullanılamaması anlamına gelir. Bu durumda, ya özel ampul imal edilmesi veya normal ampullerin kullanılabilmesi için tedbir alınması gerekir. Bu bakımdan ampullerde üç tip koruma uygulanır.

1. d-Tipi korunmuş akkor flamanlı aydınlatma armatürü:

Ampul özel imal edilmiş bir cam fanus ile kaplıdır. Bu cam 10 veya 15 atmosfer statik basınca ve ayrıca darbelere dayanıklı olarak imal edilmiş olmalıdır. Cam fanusun üzerinde de ex işareti bulunmalıdır.



Şekil 20. Akkor flamanlı aydınlatma armatür uygulamaları [7]

2. e-Tipi korunmuş akkor flamanlı aydınlatma armatürü:

Özel fanus imali yerine özel ampul imal edilirse e-tipi koruma uygulanabilir ve armatür daha ucuza imal edilebilir. Ampul biraz büyükçe imal edilerek yüzeyin genişlemesi ve böylece yüzey sıcaklığının düşmesi sağlanır. Bu durumda cam fanusun basınca dayanıklı olması gerekmez. Yalnızca darbelere karşı önlem alınır. Bu maksatla cam fanusun üzerine bir çelik ızgara geçirmek yeterli olmaktadır. Ayrıca toz ve neme karşıda önlem alınmalıdır.

3. d- ve e-Tipi karışık korumalı akkor flamanlı aydınlatma armatürleri:

Ampul değişimi esnasında elektriğin kesilmesi şarttır. Bu maksatla gerilim altında ampulü değiştirebilen armatür geliştirilmiştir. Değişim esnasında ark ampulün dip kısmında çıkar. Yaylı bir mekanizma ile kontağın duyun dışında ufak hacimli başka bir bölmede oluşması sağlanır. Ampulün üzerine cam fanus geçirilir ve tel kafesle de darbelere karşı korunmalıdır

b. Floresan tüplü armatörler:

Floresan lambaların normal çalışmalarında ark çıkaran kısmı başlatıcıdır. Akkor flamanlı lambalarda olduğu gibi tüpün yüzey sıcaklığı da sorundur. Başlatıcının özel korumaya ve floresan tüpünde basınca ve darbelere dayanıklı özel bir tüp içerisine konulması gerekir veya özel bir floresan tüp imal edilerek başlatıcı ve yüzey sıcaklığı sorunu ortadan kaldırılabilir. Bu yönü ile floresan armatürler de iki şekilde korunmuş olarak piyasaya sürülmektedir.

1. d-Tipi korunmuş floresan tüplü armatürler:

Birinci tip uygulamada, başlatıcı ve floresan tüp iki ayrı d-tipi korunmuş muhafaza içerisine yerleştirilir. Floresan tüp ise basınca dayanıklı özel imal edilmiş bir cam tüp içerisine

konulur. Bu t p denenmiş ve basınca dayanıklı olduğunu ispat eden sertifikaya sahip olmalıdır. Yuvarlak tüp şeklinde olduğundan cam fanusa kıyasla daha kolay imal edilir, basınç ve darbelere daha dayanıklıdır. d-tipi korunmuş floresan armat rler Türkiye'de daha yaygın kullanım sahasına sahiptir.

2. e-Tipi Korunmuş Floresan Armat rler

İkinci tip uygulamada ise, başlatıcı ve yüzey sıcaklığı sorununu çözmek için akkor flamanlı armatürlerde olduğu gibi özel floresan lamba imal edilmiştir. Bu floresanlarda başlatıcı görevini t p içine yerleştirilmiş olan şerit halindeki bir direnç üstlenir. Floresan ampul bu direnç yardımı ile start alır. Bu nedenle bu tip floresan lamba tüplerinin ucunda tek pim vardır. Tek pimli özel floresan kullanılarak yapılan bir ex-korumalı armatürde, ark çıkaran kısım olmadığı için e-tipi koruma uygulanabilir. Bu durumda basınca dayanıklı bir koruyucu tüpe gerek yoktur.

c. Cıva buharlı armat rler

Sadece d-tipi koruma uygulanabilir. Akkor flamanlılarda olduğu gibi ampul, basınca dayanıklı cam bir fanusa konulurken, başlatıcı ayrı bir metal kaba yerleştirilmektedir. Armat r n  st kısmı d-tipi korunmuş, başlatıcı gövdesini ve altında cam fanusa yerleştirilmiş olan cıva buharlı ampulü oluşturur. Bu yönü ile ağır ve dolayısı ile pahalıya mal olduklarından pek yaygın değildirler.

MEVZUAT

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik tesisatı ile ilgili gerek Avrupa'da gerekse ülkemizde bir çok yasal düzenleme mevcuttur. Bu bölümde, Türkiye ve Avrupa'da geçerli mevzuat hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Çeşitli yönetmelik ve standartlarda yapılan değişikliklerle patlayıcı ortamlarda kullanılacak elektrikli ekipmanların ortamı tehlikeye sokmayacak nitelikte olması zorunlu hale getirilmiştir. Avrupa Birliği'nin kısaca ATEX olarak bilinen "Directive 94/9/EC of the European Parliament and the Council of 23 March 1994 on the Approximation of the Laws of The Member States Concerning Equipment and Protective Systems Intended For Use in Potentially Explosive Atmosphere" direktifinde patlama riski bulunan ortamlarda kullanılan teçhizatların ortamı tehlikeye sokmayacak özellikte olması gerektiği belirtilmiştir.

Avrupa Birliği Mevzuatı

1 Temmuz 2003'ten itibaren tüm Avrupa ülkeleri tek bir yasa ve standarda kavuşmuştur. ATEX 100a olarak tabir edilen Avrupa Parlamentosu talimatları 1 Temmuz 2003 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Ex-koruma ile ilgili hukuki dayanağı, ATEX 100a ve ATEX 137 oluşturmaktadır. ATEX 100a ex-korumalı aletlerin imalatı ile ilgili olup genellikle imalatçıları kapsamaktadır.

Avrupa Parlamentosu Aralık 1999 yılında kullanıcıları kapsayan “Directive 99/9/EC” talimatını da yayınlıyarak ekipmanlar konusundaki anlaşmazlıkları bitirmiş ve böylece Avrupa’da birlik sağlamıştır. Bu talimat, ortaklık anlaşmasının 137. maddesine dayanılarak çıkarıldığı için ATEX 137 olarak da anılmaktadır. ATEX 137, bölge tarifleri gibi birçok teknik hususu içermektedir.

ATEX 100a sayesinde getirilen yenilikler aşağıda sıralanmıştır.

1. Patlayıcı ortamda kullanılan elektrikli ve mekanik tüm aletleri kapsamaktadır. Patlayıcı ortamlarda kullanılan mekanik aletlerin de ex sertifikası bulunmak zorundadır. Örneğin daha önce bir pompanın yalnızca elektrik motorunun ex sertifikası bulunması yeterli olmakta iken bu direktiften sonra tümüne sertifika alma zorunluluğu getirilmiştir.
2. Aletlerin yanı sıra koruyucu sistemleri de kapsamaktadır. Patlamayı önlemek veya yayılmasını engellemek için yapılan tüm sistemler ATEX 100a'ya uyumlu olmak zorundadır. Bu tip tertibatlar patlama korumalı sertifika alacak ve CE belgesi ile damgası bulunacaktır.
3. Tüm patlayıcı ortamları kapsamaktadır. 2003'e kadar madenler daima bir talimat ile ayrı tutulmakta olup ATEX 100a ile bu ayırım ortadan kalkmıştır.
4. Ekipmanları kullanma ortamlarına göre kategorilere ayırmıştır.
5. Bölge ayrımı eskisi gibi Bölge 0, 1, 2 şeklinde olup, tozlarda Bölge 10, 11, 12 yerine Bölge 20, 21, 22 gelmiştir. Tehlikeli bölge girişlerine üçgen şeklinde ex-tehlike işareti konulması zorunlu hale getirilmiştir.
6. Cihazın etiketlemesinden kullanılacağı bölgenin belli olması sağlanmıştır.
7. 1 Temmuz 2003'ten sonra kullanılacak ekipmanlarda ATEX 100a' ya uygunluk şartı getirilmiştir.
9. Ekipmanlar patlama gruplarına, sıcaklık gruplarına ve koruma tiplerine göre sınıflandırılmıştır.
10. Patlama korumalı ekipmanlara Avrupa Norm(CE)'una uyumluluk belgesi alınması mecburiyeti getirilmiştir.

11. Değişik imalatçılardan sertifikalı cihazlar temin edilip yeni bir cihaz, makine veya sistem oluşturuluyor ve bu cihaz ticari piyasaya sürülüyorsa yeni bir sertifika ve CE uyumluluk belgesi almak yani ATEX 100a' ya uymak zorunluluğu getirilmiştir.
12. Uyumluluk belgesi AB tarafından belirlenmiş onaylanmış kuruluşlar tarafından verilmekte olup ve tüm Avrupa ülkelerinde geçerlidir.

Türkiye'deki Mevzuat

Ülkemizde bu konuyla alakalı olarak Avrupa mevzuatına paralel birçok yasal düzenleme gerçekleştirilmiştir. Bu düzenlemeleri yaparken ülkemiz koşullarına uygun bir şekilde uyumlaştırılmıştır. Gerçekleştirilen bu düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır;

- i. 20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu,
- ii. Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik,
- iii. Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik
- iv. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- v. TS EN 60079-0 :2008 Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 0: Genel özellikler

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ülkemizdeki çalışma hayatının daha güvenli yürütülebilmesi ve İSG hizmetlerinin belli bir standart çerçevesinde verilebilmesi için önemli bir hukuki dayanak olmuştur. Söz konusu Kanun'un ilgili maddeleri aşağıda sıralanmıştır.

Madde 4– (1) İşveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olduğunu söylemektedir.

Ayrıca Madde 30 – (1) Aşağıdaki konular ile bunlara ilişkin usul ve esaslar Bakanlıkça çıkarılacak yönetmeliklerle düzenlenir:

a) İlgili bakanlıkların görüşü alınarak, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, sürdürülmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla; işyeri bina ve eklentileri, iş ekipmanı, işin her safhasında kullanılan ve ortaya çıkan maddeler, çalışma ortam ve şartları, özel risk taşıyan iş ekipmanı ve işler ile işyerleri, özel politika gerektiren grupların çalıştırılması, işin özelliğine göre gece çalışmaları ve postalar hâlinde çalışmalar, sağlık kuralları bakımından daha az çalışılması gereken işler, gebe ve emziren kadınların çalışma şartları, emzirme odaları ve çocuk bakım yurtlarının kurulması veya dışarıdan hizmet alınması ve benzeri özel düzenleme

gerektirebilecek konular ve bunlara bağlı bildirim ve izinler ile bu Kanunun uygulanmasına yönelik diğer hususlar

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın çıkarmış olduğu 30 Nisan 2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" ilgili alandaki çalışma hayatını düzenleyen temel düzenlemelerden biridir.İş veren ve çalışanların yükümlölükleri, patlayıcı ortamların sınıflandırılması ve patlamadan koruma dokümanına kadar bir çok husus belirlenmiştir. Yönetmeliğin ilgili maddeleri aşağıda verilmiş olup tam hali tezin ekinde mevcuttur;

Patlamaların önlenmesi ve patlamadan korunma;

Madde 5– (1) İşveren, patlamaların önlenmesi ve bunlardan korunmayı sağlamak amacıyla, yapılan işlemlerin doğasına uygun olan teknik ve organizasyona yönelik önlemleri alır. Bu önlemler alınırken aşağıda belirtilen temel ilkelere ve verilen öncelik sırasına uyulur;

- a) Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,
- b) Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,
- c) Çalışanların sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak önlemleri almak.

(2) Birinci fıkrada belirtilen önlemler, gerektiğinde patlamanın yayılmasını önleyecek tedbirlerle birlikte alınır. Alınan bu tedbirler düzenli aralıklarla ve işyerindeki önemli değişikliklerden sonra yeniden gözden geçirilir.

Patlama riskinin değerlendirilmesi;

Madde 6 – (1) İşveren, 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğine uygun risk değerlendirmesi çalışmalarını yaparken, patlayıcı ortamdan kaynaklanan özel risklerin değerlendirmesinde aşağıdaki hususları da dikkate alır:

- a) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığı,
- b) Statik elektrik de dâhil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri,
- c) İşyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri,
- ) Olabilecek patlama etkisinin büyüklüğü.

(2) Parlama veya patlama riski değerlendirilirken patlayıcı ortamların oluşabileceği yerlere açık olan veya açılabilen yerler de dikkate alınarak bir bütün olarak değerlendirilir.

İşyerinin güvenli hale getirilmesi;

MADDE 7 – (1) Kanunun 5 inci maddesinde yer alan risklerden korunma ilkelerine ve bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen hususlara uygun olarak çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için işveren:

- a) Çalışanların ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliği için tehlike arz eden patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yerlerde güvenli çalışma şartlarını sağlar.
- b) Yapılan risk değerlendirmesi sonucuna göre, çalışanların sağlık ve güvenliği için tehlike arz eden patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan yerlerde, çalışma süresince uygun teknik önlemleri alarak, bu kısımların gözetim altında tutulmasını sağlar.

Patlamadan korunma dokümanı;

MADDE 10 – (1) İşveren, 6 ncı maddede belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, ikinci fıkrada belirtilen hususların yer aldığı 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) İşyerinde Ek-1'e göre sınıflandırılmış yerler,
- ç) Ek-2 ve Ek-3'te verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,
- 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, 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.

İşyerleri ve iş ekipmanları için özel gerekler

Madde 11 – (1) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan işyerlerinde, işverenler aşağıda belirtilen hususlara uymakla yükümlüdür:

- a) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan yerlerde 26/12/2003 tarihinden önce kullanılmak üzere üretilen veya işyerinde kullanılan iş ekipmanları Ek-2'de belirtilen asgari gerekleri karşılamak zorundadır.
- b) Patlayıcı ortam oluşabilecek kısımları bulunan işyerleri bu Yönetmelikte belirtilen şartlara uygun olarak kurulur.
- c) Patlayıcı ortam oluşabilecek kısımları bulunan işyerlerinde herhangi bir değişiklik, eklenti veya tadilat yapıldığı hallerde, işveren bu yönetmelik hükümlerine uyumun devam etmesini sağlar.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın çıkardığı "Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği " Ek 2 Yapı Alanları İçin Asgari Sağlık ve Güvenlik Şartları başlığı altındaki 27. madde de "Yapı alanında, yanıcı veya patlayıcı maddelerin depolandığı depo alanlarında ve patlayıcı ortam oluşan çalışma alanlarında bakım, onarım işleri dahil her türlü çalışmalarda 30/4/2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik hükümleri ve iş ekipmanları ve koruyucu sistemlerin kullanımında 30/12/2006 tarihli ve 26392 4 üncü mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelik (94/9/AT) hükümlerine uygun çalışılır." ibaresi yer almaktadır.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın çıkardığı "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik" te patlayıcı ortamlarda kullanılan teknik teçhizat ve koruyucu sistemlerle alakalı asgari gereklilikler tespit edilmiştir.

TSE'nin çıkarmış olduğu TS EN 60079-0 :2008 Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 0: Genel özellikler standardı, patlayıcı ortamlardaki elektrikli ekipmanların sahip olması gereken genel özellikleri tarif etmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik tesisatının nasıl olması gerektiği ve bu ortamda faaliyet gösteren çalışanların konu hakkındaki farkındalık seviyelerini tespit etmektir.

ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Bu araştırma kapsamında ismi gizli tutulan 7 firmada patlayıcı ortama sahip işletmelerin kullandıkları elektrik tesisatları ve aldıkları teknik önlemler incelenmiştir. Ayrıca 4 çalışan anket ön değerlendirmesine alındıktan sonra 55 çalışana konuyla alakalı farkındalık düzeylerinin tespit edilebilmesi amacıyla anketler uygulanmıştır. Bu çalışmada, çalışanların patlayıcı ortamlarda nelere dikkat etmesi ve bu tip tehlikeli yerlerde kullanılan elektrik tesisatının hangi özelliklere sahip olması gerektiği ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

ARAŞTIRMA METODU

Araştırma için hazırlanan "Patlayıcı Ortamlar İçin Elektrik Tesisatı Kontrol Listesi" kullanılarak her bir işyeri için durum tespiti yapılmış olup çalışanların farkındalık düzeylerinin tespiti için uygulanan anket çalışmasında verilerin analizi Microsoft Excel 2010 programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

UYGULAMA

Bu bölümde, tez kapsamında incelenen firmaların patlayıcı ortamlarda kullandıkları elektrik tesisatı ile çalışanlara uygulanan anket sonuçları hakkında bilgi verilmiştir. İncelenen firmaların etik kurallar gereği adları verilmemiş olup A,B,C,D,E,F,G olarak belirtilmiştir. Firmalardaki patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik tesisatının mevcut durumunun tespiti amacıyla Ek 2'de yer alan kontrol listesi her bir firma için uygulanmış olup elde edilen bulgular bu bölümde paylaşılmıştır.

Radyatör Parçaları İmalathanesi (İşletme A)

İmalat esnasında kullanılan kimyasallar patlayıcı ortama zemin hazırlamaktadır. Bu kapsamda havalandırma sistemi kurulmuş olmakla beraber ortamın patlayıcılık özelliği tam anlamıyla bertaraf edilememiştir. Bu sebeple, elektrik tesisatı patlama korumalı olmalıdır.

Yapılan inceleme sonucunda, çalışma ortamı muhtemel patlama ihtimallerine göre bölgelere ayrılmıştır. Kimyasalların bulunduğu depo ve boyahane Bölge 0; üretim alanı Bölge 1; idari bina ise Bölge 2 olarak belirlenmiştir.

Patlayıcı ortamla alakalı işaretlemeler yapılmış olmakla beraber kolay görünen yerlere yerleştirilmemiştir. Olası tehlikelerin önlenmesi amacıyla, bu işaretlemelerin çalışanların veya ziyaretçilerin rahat görebileceği yerlere yerleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Çalışma ortamında statik elektrik tehlike arz etmektedir. Bu sebeple işletmeye, çalışanlara anti statik KKD dağıtılması, işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhası yerleştirilmesi tavsiye edilmiştir.

Bölge 0 ve Bölge 1'de kullanılan aydınlatma armatürleri patlama korumalı tiptedir. Bu sayede olası bir kıvılcımda veya aşırı ısınmada aydınlatma armatürü kaynaklı bir patlamanın önüne geçilmiştir.

Ortamda mevcut olan elektrik prizleri, patlama korumalı özellikte olmamaları sebebiyle kullanım sırasında ortama kıvılcım saçarak patlamayı tetikleyebilir. Bu sebeple kullanılan prizlerin patlama korumalı olanlarla değiştirilmesi önerilmiştir.

Elektrik kabloları ve kablo rakorları patlama korumalı tiptedir. Kabloların zırhlı ve yanmaya karşı dayanıklı tipte olması dışarıdan gelen darbelere karşı kablonun hasar görmesini ve olası arızada kablonun tutuşmasını engellemiştir.

Elektrik ana ve tali panolarının patlama korumalı olup olası bir arıza anında kıvılcım yaymayan özellikte olduğu tespit edilmiştir.

Üretimde kullanılan elektrik motorları çalışma esnasında ısınıp patlamaya sebep olabilir. Bu yüzden kapalı mahfaza içine alınıp uygun bir soğutma sistemiyle soğutulması tavsiye edilmiştir.

Bölge 0'da Kategori 1, Bölge 1'de Kategori 1 veya 2, Bölge 2'de ise Kategori 1,2 veya 3 ekipman kullanılmaktadır. Elektrikli ekipmanların bakımı, tesisin topraklama ölçümü ve yıldırımdan korunma tesisatının direnç değerlerinin ölçümü her yıl periyodik olarak yetkili kişilerce yapılmaktadır. Çalışanlara patlayıcı ortamlar için gerekli eğitimler düzenli olarak verilmekte olup eğitimler ve talimatlar görsel ağırlıklı materyallerle (video, animasyon vb.) desteklenmelidir.

Boru Fabrikası (İşletme B)

Çalışma ortamındaki riskler, patlayıcı ortamın kalıcılığı, tutuşturucu kaynakların aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri, kullanılan kimyasal maddeler ve bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri göz önüne alınarak belirlenmiştir.

İşyerinde kullanılan tüm kimyasallara ilişkin Malzeme Güvenlik Bilgi Formları (MSDS) temin edilmiş, yapılan risk analizlerinde kimyasalların özellikleri dikkate alınmış, patlama riskini belirlemek ve değerlendirmek amacıyla NFPA 704 kodlama sistemine göre kullanılan tüm kimyasalların Yanıcılık (Nf), Reaktiflik (Nr) ve Sağlık (Nh) değerleri bulunmuştur.

Tablo 5. NFPA 704'e göre sınıflama özeti

Sınıflama Özeti

Sağlık-H (Mavi)		
4	Tehlike	Kısa süreli maruziyette ölümcül olabilir. Özel olarak dizayn edilmiş koruyucu ekipman gerektirir.
3	İkaz	Korozif veya toksiktir. Deri ile temastan ve solumaktan sakınılmalıdır.
2	İkaz	Eğer solunursa veya temas edilirse zararlı olabilir.
1	Uyarı	Tahriş edici olabilir.
0		Görölmüş bir tehlikesi yoktur.
Tutuşucu-F (Kırmızı)		
4	Tehlike	Tutuşucu gaz veya aşırı derece yanıcı sıvıdır.
3	İkaz	Parlama noktası 100°F' den aşağı olan yanıcı sıvıdır.
2	Uyarı	Parlama noktası 100°F ile 200° F arasındaki yanıcı sıvıdır.
1		Eğer ısıtılırsa kolay yanıcıdır.
0		Kolay yanıcı değildir.
Tepkimeye Giren-R (Sarı)		
4	Tehlike	Oda sıcaklığında patlayıcı materyaldir.
3	Tehlike	Kapalı durumda ısıtılması veya su ile karıştırılması halinde patlamaya neden olabilir.
2	İkaz	Dengesiz veya su ile karışması halinde şiddetli reaksiyon olabilir.
1	Uyarı	Isıtıldığı halde veya su ile karışım halinde şiddetli reaksiyon olmaz.
0	Dengeli	Su ile karıştığında reaktif değildir.
Özel Not Anahtarı - S/N (Beyaz)		
W		Su Reaktifi
Oxy		Yükseltgen

İşyerinde bulunan kimyasalların depolanma alanları NFPA 704 kodlarına göre işaretlenmiş, kimyasalların tehlikesi hakkında hızlı bilgi edinilmesi sağlanmıştır. Çalışanlara işe girişlerde ve işin yürütümünde verilen eğitimler ile birlikte işyeri ortamında bulunan tehlike ve riskler ile bunlara karşı alınacak önlemler konusunda bilgi verilmektedir. Çalışma ortamı, patlayıcı ortam oluşma sıklığı ve bu ortamın devam etme süresi esas alınarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 6. İşyeri ortamının sınıflandırılması

Birimler	Sınıflandırma	Açıklama
✓ Gaz tüpleri depoları ✓ Boya işlemi yapılan alanlar ✓ Boya işlemi sırasında kullanılan kimyasalların depolandığı alanlar ✓ Boya depoları	Bölge 0	Gaz, buhar ve sis halindeki parlayıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortamın sürekli olarak veya uzun süre ya da sık sık olduğu yerler
✓ Bakım ve onarım yerleri ✓ Kazan daireleri ✓ Mazot tankları	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
✓ İdari bina ✓ Sosyal tesisler ✓ Yıkama ✓ Sevkiyat ✓ Tuvalet	Bölge 2	Gaz, buhar ve sis halindeki parlayıcı maddelerin hava ile karışımından oluşan patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yerler

Ayrıca patlayıcı tozların bulunduğu ortamlara göre sınıflandırılması Tablo 7'de belirtilmiştir.

Tablo 7. İşyeri ortamının tozlara göre sınıflandırılması

Birimler	Sınıflandırma	Açıklama
✓ Freze tezgâhı ✓ Bakım-onarım yerleri	Bölge 20	Havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların, sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler
✓ İç dış kaplama ünitesi	Bölge 21	Havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler
✓ İdari bina ✓ Sosyal tesisler ✓ Yıkama ✓ Sevkiyat ✓ Tuvalet	Bölge 22	Havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali olmayan ya da böyle bir ihtimal olsa bile patlayıcı ortamın çok kısa bir süre için kalıcı olduğu yerler

İşyerindeki elektrik tesisatı yılda bir defa yetkili elektrik mühendisleri tarafından kontrol edilmekte ve bakımları yapılmaktadır. Kontrol sırasında Bölge 0 ve Bölge 1'de bulunan makinelerin patlama korumalı olup olmadığı, kablolanın durumu, aydınlatma armatürleri incelenmiş ve inceleme sonucunda herhangi bir tehlike tespit edilmemiştir.

Ayrıca tesisin topraklama sistemi, topraklama çubuğunun yeri, çeşidi, boyutu, derinliği, topraklama iletkenlerinin cinsi, bağlantı noktalarının durumu, topraklama direnci, dokunma gerilimi gibi hususlara dikkat edilmiştir. Topraklama, elektrikle çalışan cihazlarda elektrik kaçağı olması durumunda insanları ve makineleri korumak amacıyla yapılmaktadır. Bu yüzden hayati öneme sahiptir. Topraklama ölçüm sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

- İşletme topraklaması $R_B < 2 \text{ ohm}$

Koruma topraklaması R_A koruma düzeneğine bağlı olarak:

- Dengelenmiş şebekelerde $R_A < 2 \text{ ohm}$
- Alçak gerilim ve yüksek gerilim bağlama tesisleri birleştirildiğinde $R_A < 1 \text{ ohm}$
- Parafudr topraklama direnci $R_A < 5 \text{ ohm}$

Ayrıca paratoner ve yıldırıma karşı koruma tesisatının periyodik kontrolü yapılmaktadır. Paratoner tipi aktif paratonerdir. Oksijen tüpleri ayrı bir yerde depolanmıştır. Bu sayede açık ateş kaynağından uzak tutulmuştur. Bütün panolarda kaçak akım rölesi konulmuştur.

İşyerinde Bölge 0 ve Bölge 1 patlayıcı ortamlarda bulunan elektrikle çalışan her türlü makine, ekipman ve aydınlatma sistemleri patlama korumalı özelliktedir. Elektrik dağıtım panolarının önünde anti statik kauçuk paspas yerleştirilmiştir. Çalışanlara anti statik özellikte KKD'ler dağıtılmıştır. Tablo 8' de işletmenin elektrik tesisatı için hazırladığı kontrol planı mevcuttur.

Tablo 8. İşletmenin elektrik tesisatı için hazırladığı kontrol planı

Faaliyet	Periyot	Yetkili
Elektrik Tesisatının Kontrolü	Yılda Bir	Elektrik Müh.
Topraklama Tesisatının Periyodik Kontrolü	Yılda bir	Elektrik Müh.
Paratonerin Kontrolü	Yılda Bir	Elektrik Müh.

Boru İmalatı (İşletme C)

İmalat esnasında kullanılan kimyasallar ve tezgâhlar patlayıcı ortama zemin hazırlamaktadır. Bu sebeple kullanılan elektrik tesisatı iş sağlığı ve güvenliği açısından patlama korumalı özellikte olmalıdır.

Yapılan inceleme sonucunda, çalışma ortamı muhtemel patlama ihtimallerine göre bölgelere ayrılmıştır. Kimyasalların bulunduğu depo, gaz tüpleri boyahane Bölge 0; kazan daireleri, mazot tankları, kumlama alanı Bölge 1; idari bina, sosyal tesisler ve yemekhane ise Bölge 2 olarak belirlenmiştir.

Patlayıcı ortamla alakalı işaretlemeler kolayca görünebilen yerlere yapılmıştır. Çalışma ortamında statik elektrik tehlike arz etmektedir. Bu sebeple çalışanlara anti statik KKD dağıtılmış olup, işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhası yerleştirildiği tespit edilmiştir.

Bölge 0 ve Bölge 1'de kullanılan aydınlatma armatürleri patlama korumalı tiptedir. Bu sayede olası bir kıvılcımda veya aşırı ısınmada aydınlatma armatürü kaynaklı bir patlamanın önüne geçilmiştir.

Ortamda mevcut olan elektrik prizleri patlama korumalı özellikte olup kullanım sırasında ortama kıvılcım saçarak patlamayı tetiklemesi engellenmiştir. Elektrik kabloları ve kablo rakorları patlama korumalıdır. Kabloların zırhlı ve yanmaya karşı dayanıklı tipte olması dışarıdan gelen darbelere karşı kablonun hasar görmesini ve olası arızada kablonun tutuşmasını engellemektedir.

Elektrik ana ve tali panolarının patlama korumalı olup olası bir arıza anında kıvılcım yaymayan özellikte olduğu tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan elektrik motorları çalışma esnasında ısınıp patlamaya sebep olabilir. Bu yüzden kapalı mahfaza içine alınıp uygun bir soğutma sistemi kurulduğu tespit edilmiştir.

Bölge 0'da Kategori 1, Bölge 1'de Kategori 2, Bölge 2'de ise Kategori 3 ekipman kullanılmaktadır. Elektrikli ekipmanların bakımı, tesisin topraklama ölçümü ve yıldırımdan korunma tesisatının direnç değerlerinin ölçümü her yıl periyodik olarak yetkili kişilerce yapılmaktadır. Çalışanlara patlayıcı ortamlar için gerekli eğitimler düzenli olarak verilmekte olup eğitimler ve talimatlar görsel ağırlıklı materyallerle (video, animasyon vb.) desteklenmelidir.

Tekstil Atölyesi (İşletme D)

İmalat esnasında kullanılan kimyasallar ve tezgâhlar patlayıcı ortama zemin hazırlamaktadır. Bu sebeple kullanılan elektrik tesisatı iş sağlığı ve güvenliği açısından patlama korumalı olmalıdır.

Yapılan inceleme sonucunda çalışma ortamı muhtemel patlama ihtimallerine göre bölgelere ayrılmıştır. Gaz tüpleri depoları, boya işlemi yapılan alanlar, boya işleminde kullanılan kimyasalların depolandığı alanlar Bölge 0; bakım onarım bölümü, tezgâhların bulunduğu alan Bölge 1; idari bina, sevkiyat yerleri Bölge 2 olarak belirlenmiştir.

Patlayıcı ortamla alakalı işaretlemeler yapılmış olmakla beraber kolay görünen yerlere yerleştirilmemiştir. Olası tehlikelerin önlenmesi amacıyla çalışanların veya ziyaretçilerin rahat görebileceği yerlere yerleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Çalışma ortamında statik elektrik tehlike arz etmektedir. Bu sebeple çalışanlara anti statik KKD dağıtılıp, işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhası yerleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Bölge 0 ve Bölge 1'de kullanılan aydınlatma armatürleri patlama korumalı tiptedir. Bu sayede olası bir kıvılcımda veya aşırı ısınmada aydınlatma armatürü kaynaklı bir patlamanın önüne geçilmiştir.

Ortamda mevcut olan elektrik prizleri patlama korumalı özellikte olmayıp kullanım sırasında ortama kıvılcım saçarak patlamayı tetikleme tehlikesi mevcuttur. Bu sebeple patlama korumalı prizlerin kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Elektrik kablo rakorları patlama korumalı tiptedir. Kabloların ise zırlı ve yanmaya karşı dayanıklı tipte olması dışarıdan gelen darbelere karşı kablonun hasar görmesini ve olası arıza durumlarında kablonun tutuşmasını engellemektedir.

Elektrik ana ve tali panoları patlama korumalı olup olası bir arıza anında kıvılcım yaymayan özellikte olduğu tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan elektrik motorları çalışma esnasında ısınıp patlamaya sebep olabilir. Bu yüzden kapalı mahfaza içine alınıp uygun bir soğutma sistemi kurulduğu tespit edilmiştir.

Bölge 0'da Kategori 1, Bölge 1'de Kategori 2, Bölge 2'de ise Kategori 3 ekipman kullanılmaktadır. Elektrikli ekipmanların bakımı, tesisin topraklama ölçümü ve yıldırımdan korunma tesisatının direnç değerlerinin ölçümü her yıl periyodik olarak yetkili kişilerce yapılmaktadır. Çalışanlara patlayıcı ortamlar için gerekli eğitimler düzenli olarak verilmekte olup eğitimler ve talimatlar görsel ağırlıklı materyallerle (video, animasyon vb.) desteklenmelidir.

Tekstil Atölyesi (İşletme E)

İmalat esnasında kullanılan kimyasallar ve tezgâhlar patlayıcı ortamı oluşturmaktadır. Bu sebeple kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı tipte olmalıdır.

Yapılan inceleme sonucunda çalışma ortamı muhtemel patlama ihtimallerine göre bölgelere ayrılmıştır. Gaz tüpleri depoları, boya işlemi yapılan alanlar, boya işleminde kullanılan kimyasalların depolandığı alanlar Bölge 0; bakım onarım bölümü, tezgâhların bulunduğu alan bölge 1; idari bina, sevkiyat yerleri Bölge 2 olarak belirlenmiştir.

Patlayıcı ortamla alakalı işaretlemeler yapılmış olmakla beraber kolay görünen yerlere yerleştirilmemiştir. Olası tehlikelerin önlenmesi amacıyla çalışanların veya ziyaretçilerin rahat görebileceği yerlere yerleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Çalışma ortamında statik elektrik tehlike arz etmektedir. Bu sebeple çalışanlara anti statik KKD dağıtılıp, işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhası yerleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Bölge 0 ve Bölge 1'de kullanılan aydınlatma armatürleri patlama korumalı tiptedir. Bu sayede olası bir kıvılcımda veya aşırı ısınmada aydınlatma armatürü kaynaklı bir patlamanın önüne geçilmiştir.

Ortamda mevcut olan elektrik prizleri patlama korumalı özellikte olmayıp kullanım sırasında ortama kıvılcım saçarak patlamayı tetikleme tehlikesi mevcuttur. Bu sebeple patlama korumalı prizlerin kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Elektrik kablo rakorları patlama korumalı tiptedir. Kabloların ise zırhlı ve yanmaya karşı dayanıklı tipte olması dışarıdan gelen darbelere karşı kablonun hasar görmesini ve olası arıza durumlarında kablonun tutuşmasını engellemiştir. Ancak bazı kabloların deforme olduğu tespit edilmiş olup hasarlı kabloların değiştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Elektrik ana ve tali panolarının patlama korumalı olup olası bir arıza anında kıvılcım yaymayan özellikte olduğu tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan elektrik motorları çalışma esnasında ısınıp patlamaya sebep olabilir. Bu yüzden patlayıcı ortamdan uzağa yerleştirildiği tespit edilmiştir.

Bölge 0'da Kategori 1, Bölge 1'de Kategori 2, Bölge 2'de ise Kategori 3 ekipman kullanılmaktadır. Elektrikli ekipmanların bakımı, tesisin topraklama ölçümü ve yıldırımdan korunma tesisatının direnç değerlerinin ölçümü her yıl periyodik olarak yetkili kişilerce yapılmaktadır. Çalışanlara patlayıcı ortamlar için gerekli eğitimler düzenli olarak verilmekte olup eğitimler ve talimatlar görsel ağırlıklı materyallerle (video, animasyon vb.) desteklenmelidir.

Boya İmalathanesi (İşletme F)

İmalat esnasında kullanılan kimyasallar ve tezgâhlar patlayıcı ortamı oluşturmaktadır. Bu sebeple kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı tipte olmalıdır. Yapılan inceleme sonucunda çalışma ortamı muhtemel patlama ihtimallerine göre bölgelere ayrılmıştır. Gaz tüpleri depoları, boya işlemi yapılan alanlar, boya işleminde kullanılan kimyasalların depolandığı alanlar Bölge 0; bakım onarım bölümü, kazan dairesi, laboratuvarlar Bölge 1; idari bina, sevkiyat yerleri, sosyal tesisler Bölge 2 olarak belirlenmiştir.

Patlayıcı ortamla alakalı işaretlemeler kolayca görülebilen yerlere yapılmıştır. Çalışma ortamında statik elektrik tehlike arz etmektedir. Bu sebeple çalışanlara anti statik KKD dağıtılmış olup, işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhası yerleştirildiği tespit edilmiştir.

Bölge 0 ve Bölge 1'de kullanılan aydınlatma armatürleri patlama korumalı tiptedir. Bu sayede olası bir kıvılcımda veya aşırı ısınmada aydınlatma armatürü kaynaklı bir patlamanın önüne geçilmiştir.

Ortamda mevcut olan elektrik prizleri patlama korumalı özellikte olup kullanım sırasında ortama kıvılcım saçarak patlamayı tetiklemesi engellenmiştir. Elektrik kabloları ve kablo rakorları patlama korumalı tiptedir. Kabloların zırhlı ve yanmaya karşı dayanıklı tipte olması dışarıdan gelen darbelere karşı kablonun hasar görmesini ve olası arızada kablonun tutuşmasını engellemektedir.

Elektrik ana ve tali panolarının patlama korumalı olup olası bir arıza anında kıvılcım yaymayan özellikte olduğu tespit edilmiştir. Üretimde kullanılan elektrik motorları çalışma esnasında ısınıp patlamaya sebep olabilir. Bu yüzden kapalı mahfaza içine alınıp uygun bir soğutma sistemi kurulduğu tespit edilmiştir.

Bölge 0'da Kategori 1, Bölge 1'de Kategori 2, Bölge 2'de ise Kategori 3 ekipman kullanılmaktadır. Elektrikli ekipmanların bakımı, tesisin topraklama ölçümü ve yıldırımdan korunma tesisatının direnç değerlerinin ölçümü her yıl periyodik olarak yetkili kişilerce yapılmaktadır. Çalışanlara patlayıcı ortamlar için gerekli eğitimler düzenli olarak verilmekte olup eğitimler ve talimatlar görsel ağırlıklı materyallerle (video, animasyon vb.) desteklenmelidir.

Tank Sahası İnşaatı (İşletme G)

Otoyollar, kara yolları, şehir içi yollar, diğer araç veya yaya yollarının inşaatını yürüten bir işletme incelenmiştir. Firma, sıvılaştırılmış doğal gaz için tank sahası inşa etmektedir. İlk olarak çalışma ortamı muhtemel patlayıcı ortam oluşma ihtimaline göre sınıflandırılmıştır. Söz konusu sınıflandırma Tablo 9' da belirtilmiştir.

Tablo 9. Patlayıcı ortam sınıflandırması

Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Bölümlerin Adı	Açık Alan	Kapalı Alan	Patlayıcı Ortam Kaynağı		Bölge Sınıfı
			Gaz / Sis / Buhar	Toz	
1 LNG tankı	☐	X	x xx	○	0
2 LNG tankı tel çit içi	x	☐	x xx	○	1
3 LNG tankı tel çit dışı	x	☐	x xx	○	2

LNG'nin malzeme bilgi formunda belirtildiği üzere renksiz, kokusuz, boğucu ve son derece parlayıcı bir gaz olması sebebiyle Tablo 13'deki sınıflandırma yapılmıştır. LNG tankının bulunduğu alan Bölge 0 (patlama ihtimali yüksek), tankı çevreleyen tel çitin içi Bölge 1 (patlama ihtimali var), çitin dışı ise Bölge 2 (patlama ihtimali düşük) olarak sınıflandırılmıştır.

Ortam sınıflandırmasından sonra kullanılan maddelerin listesi yapılarak yanıcı özelliklerine göre sıralanmışlardır. Bu işlemin yapılmasının amacı kullanılan maddeleri tehlikelerine göre ayırarak faaliyet sırasında alınacak önlemleri belirlemektir. Söz konusu sınıflandırma Tablo 10' da belirtilmiştir.

Tablo 10. Madde ve malzeme listesi

MADDE VE MALZEME LİSTESİ			
MADDE VE MALZEMELER		Yanıcı	Yanıcı değil
1	Sıvılaştırılmış doğal gaz	X	☐
2	Oksijen kaynağı	X	☐
3	Taş yünü	X	☐
4		☐	☐
- Burada bölümde kullanılan her türlü madde ve malzeme listelenecek ve yanıcı olup olmadığı belirtilecektir. - Ortamda bulunan ve bu tabloda belirtilecek olan tüm kimyasalların Güvenlik Bilgi Formları (MSDS) bu dokümanın ekinde yer alacaktır.			

Yanıcı maddeler belirlendikten sonra sıvı ve gazların patlama karakteristiğiyle alakalı bir çizelge hazırlanmıştır. Bu işlemin yapılmasının amacı kullanılan yanıcı sıvı ve gazları tehlikelerine göre ayırarak faaliyet sırasında alınacak önlemleri belirlemektir. Söz konusu çizelge Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Yanıcı sıvı ve gazlar

YANICI SIVI VE GAZLAR							
MADDELER		APL ¹	ÜPL ²	En Düşük Tutuşma Sıcaklığı (°C)	Parlama Noktası (°C)	En Yüksek Patlama Basıncı (bar)	Alev Hızı (m/sn)
1	Sıvılaştırılmış doğal gaz	%4	%15	595	-188	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
¹ APL : Alt Patlama Limiti, maddenin hava ile karışımının patlamaya neden olabilecek min. konsantrasyonu (maddenin patlama aralığının alt konsantrasyonu)							
² ÜPL : Üst Patlama Limiti, maddenin hava ile karışımının patlamaya neden olabilecek min. konsantrasyonu (maddenin patlama aralığının üst konsantrasyonu)							

Yanıcı sıvı ve gazlar belirlendikten sonra kullanılan ekipmanlar ile alakalı bir çizelge hazırlanmıştır. Bu işlemin yapılmasının amacı ekipmanların sebep olabileceği tehlikelere göre ayırarak faaliyet sırasında alınacak önlemleri belirlemektir. Söz konusu çizelge Tablo 12' de gösterilmektedir.

Tablo 12. Kullanılan ekipmanlar

KULLANILAN EKİPMANLAR							
EKİPMANLAR		Üretim tarihi	Elektrikli	Elektriksiz	Risk Değerlendirme Sonucu	Açıklamalar	Değerlendirme
1	Açma kapama anahtarı	-	-	X	Pirinç malzeme kullanılması kararı alındı	Pirinç malzeme kıvılcım çıkartmamasından dolayı tercih edildi	Açma kapama esnasında statik elektriklenmenin önüne geçildi
2	-	-	-	-	-	-	-
3							
Kullanılan elektrikli ekipmanların patlama korumalı olup olmadıkları belirtilecektir.							
Silindirler, pnömatik ve hava kullanan ekipmanlar elektriksiz ekipmanlar olarak değerlendirilecektir.							

Kullanılan teçhizatlar belirlendikten sonra tutuşturucu kaynaklar ile alakalı bir çizelge hazırlanmıştır. Bu işlemin yapılmasının amacı tutuşturucu kaynakları sebep olabileceği tehlikelere göre ayırarak faaliyet sırasında alınacak önlemleri belirlemektir. Söz konusu çizelge Tablo 13'te gösterilmektedir.

Tablo 13. 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 durumları	Diğer
Açık alev	X	-	X	-	X	-	-	X	X	X	X
Araç	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X	X
Statik elektrik	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	X

Çalışma ortamı, kullanılan malzemeler, yanıcı sıvı ve gazlar, ekipmanlar ve tutuşturucu kaynaklar incelendikten sonra patlamanın önlenmesi için alınacak teknik koruyucu önlemler sıralanmıştır.

Alınan önlemler üç ana başlık altında sıralanmıştır.

- I. Patlayıcı Ortamın Oluşmasının Önlenmesi
- II. Patlayıcı Ortamın Tutuşmasının Önlenmesi
- III. Patlamanın Etkisini Azaltmaya Yönelik Önlemler

I. Patlayıcı Ortamın Oluşmasının Önlenmesi

Patlayıcı ortamın oluşmasının önlenmesi için alınması gereken tedbirlerin kontrolü için hazırlanmıştır. Bu başlık altında havalandırma sistemi, yanıcı sıvı yayılımının önlenmesi, yanıcı gaz veya toz birikiminin engellenmesi, kimyasalların uygun depolanması gibi teknik önlemler incelenmiştir.

II. Patlayıcı Ortamın Tutuşmasının Önlenmesi

Bu kısımda patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek amacıyla kontrol edilmesi gereken sıcak yüzeyler, alev ve sıcak gazlar, mekanik kıvılcımlar, yıldırımdan korunma tesisatı, elektrik kaynaklı tutuşmalar, statik elektrik, elektrikli ekipmanların tasarımı ve kurulumu gibi patlayıcı bir ortamı tutuşturabilecek kaynaklar için önlem alınıp alınmadığı kontrol edilmiştir.

Söz konusu tesiste sıcak yüzeylere, alev ve sıcak gazların oluşumuna karşı önlem alınamamıştır. İşin doğası gereği bu faktörler sürekli oluşmaktadır. Mekanik kıvılcımlara karşı ise koruma aparatı kullanılarak kıvılcımların ortama yayılması engellenmiştir. Yıldırım etkilerine karşı ise yıldırımdan korunma tesisatı kurulmuştur. Paratoner olarak aktif paratoner seçilmiştir. Söz konusu kontrol listesine topraklama tesisatı için bir madde eklenmesi faydalı olacaktır.

III. Patlamanın Etkisini Azaltmaya Yönelik Önlemler

Bu kısımda patlama olduğunda tesisin patlama basıncına ve darbelere karşı dayanıklılığını ölçmek, patlama basıncını hafifletmek ve alevin yayılımını önlemek amacıyla gerekli önlemlerin alınıp alınmadığı incelenmiştir. Yukarıda bahsi geçen teknik koruyucu önlemler kontrol listesi Tablo 14'te belirtilmiştir.

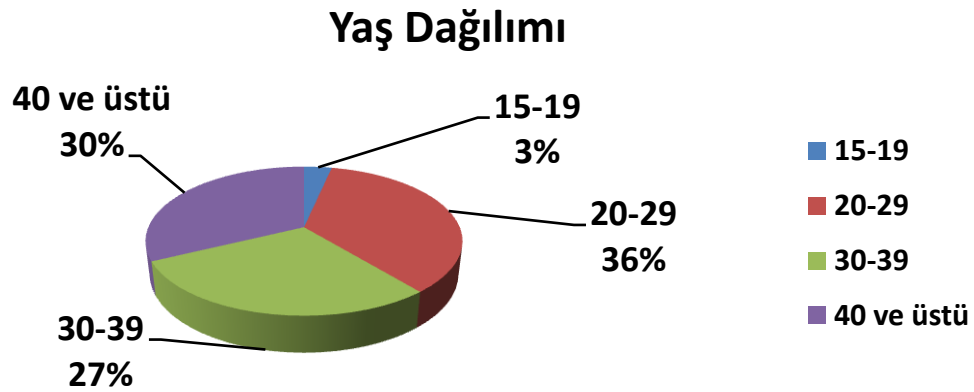
Tablo 14. Teknik koruyucu önlemler

TEKNİK KORUYUCU ÖNLEMLER			
PATLAYICI ORTAMIN OLUŞMASININ ÖNLENMESİ			
Havalandırma sistemi var mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Açık hava
Yanıcı sıvı yayılımı önleniyor mu?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Yanıcı gaz veya toz birikimi önleniyor mu?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Kimyasallar uygun koşullarda depolanıyor mu?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Bunların dışında alınan önlem varsa açıklayınız.			
PATLAYICI ORTAMIN TUTUŞMASININ ÖNLENMESİ			
Sıcak yüzeylere karşı önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Uygulanamaz
Alev ve sıcak gazlara karşı önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Uygulanamaz
Mekanik kıvılcımlara karşı önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Yıldırımın etkilerine karşı önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Elektrik kaynaklı tutuşmalara karşı önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Statik elektriğe karşı önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Elektrikli ekipman tasarımı ve kurulumu uygun mu?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Elektriksiz ekipman tasarımı ve kurulumu uygun mu?	Evet ☐	Hayır ☐	Pirinç malzeme kullan tabelası yok
Bunların dışında alınan önlem varsa açıklayınız.			
PATLAMANIN ETKİSİNİ AZALTMAYA YÖNELİK ÖNLEMLER			
Tasarım ve inşa patlama basıncı ve darbelerine dayanıklı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Evet
Patlamayı bastırmaya yönelik önlem alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Hayır
Patlamanın yönlendirilmesi veya basıncın tahliyesi için gerekli önlemler alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Hayır
Patlama basıncını hafifletmeye yönelik önlemler alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Hayır
Alevlerin transferi ve patlamanın yayılmamasına yönelik önlemler alındı mı?	Evet ☐	Hayır ☐	Hayır
Bunların dışında alınan önlem varsa açıklayınız.			
Burada gaz dedektör sistemleri, ikaz ve alarm sistemleri gibi önlemler var ise belirtilebilir.			
Teknik önlemler yapılan risk değerlendirmesi sonuçları kullanılarak da yazılabilir.			

Teknik koruyucu önlemler incelendikten sonra sırasıyla saha işaretlemeleri, çalışanların eğitimleri, yazılı talimatlar, bilgilendirme gibi organizasyonel önlemler, ekipman sistem kontrol periyodu ve kontrol yapacak ekipler belirlenmiştir.

İşletmelerde yapılan teknik incelemelerden sonra çalışanlara patlayıcı ortamlar ile ilgili farkındalık düzeylerini tespit edebilmek amacıyla anketler uygulanmıştır. Aşağıdaki kısımda anket sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

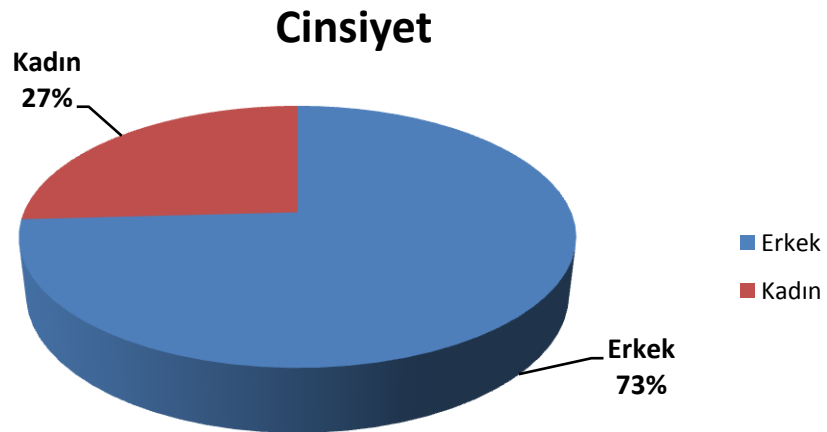
1. Çalışanların yaş aralıkları sorulmuş olup anket sonucu aşağıda değerlendirilmiştir.



Şekil 21. Çalışanların yaş dağılımı

Şekil 21'e göre patlayıcı ortamda çalışanlarda yaş aralığı %36 ile en fazla 20-29 arasında çıksa da 40 yaş ve üstü ile 30-39 yaş aralığında bulunanların sayısı birbirine yakındır.

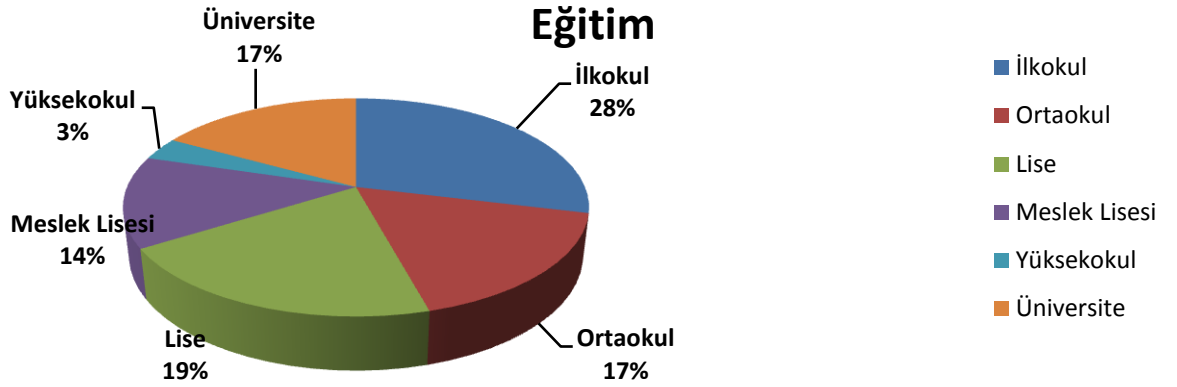
2. Çalışanlara cinsiyetleri sorulmuş olup dağılımları Şekil 22'de gösterilmiştir:



Şekil 22. Çalışanların cinsiyetlerine göre dağılımı

Şekil 22' ye göre çalışanların %73'ü erkek, %27'si ise kadındır.

3. Çalışanlara eğitim durumları sorulmuş olup dağılımları Şekil 23'te gösterilmiştir:

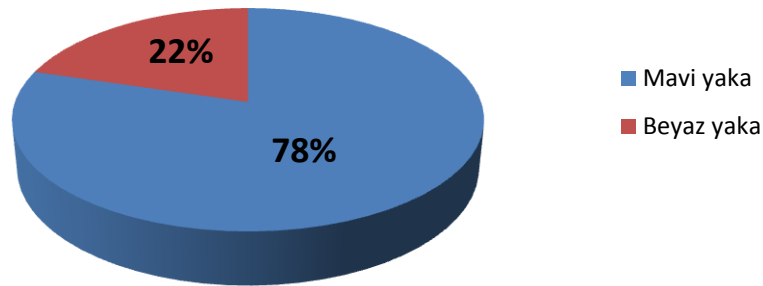


Şekil 23. Çalışanların eğitim durumlarına göre dağılımları

Şekil 23' e göre çalışanların eğitim durumları incelendiğinde %28'inin ilkokul, %19'unun lise, %17'sinin üniversite ve ortaokul, %14'ünün meslek lisesi ve %3'ünün yüksekokul mezunu olduğu görülmektedir.

4. Çalışanlara unvanları sorulmuş olup dağılımları Şekil 24'te gösterilmiştir:

Çalışan Profili

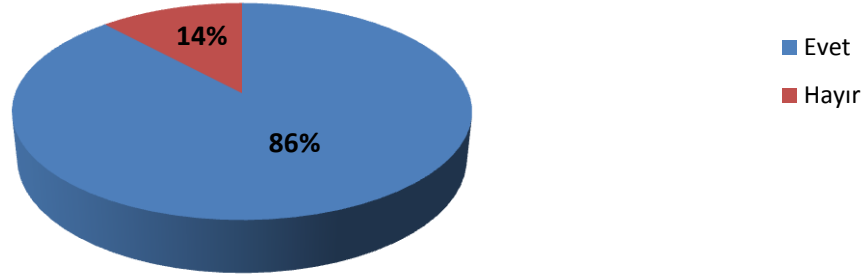


Şekil 24. Çalışan profili

Şekil 24' e göre çalışanların %78'i mavi yaka (işçi, usta, ustabaşı), % 22'si beyaz yaka (mühendis, üretim şefi) olarak faaliyet göstermektedir.

5. Çalışanlara patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte olmalıdır önermesi sorulmuştur:

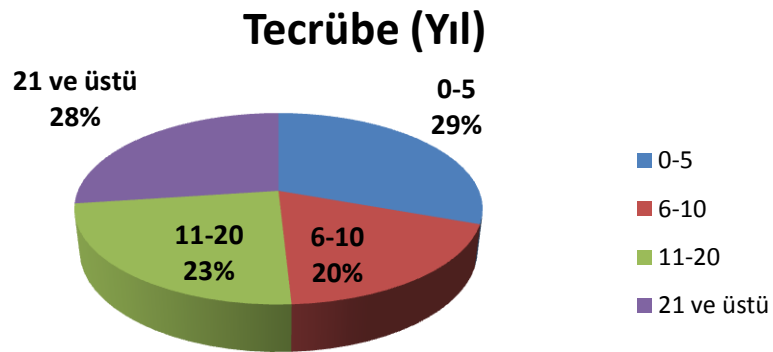
Patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte



Şekil 25. Patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte olmalıdır

Şekil 25' te çalışanların %86'sı patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte olmalıdır.

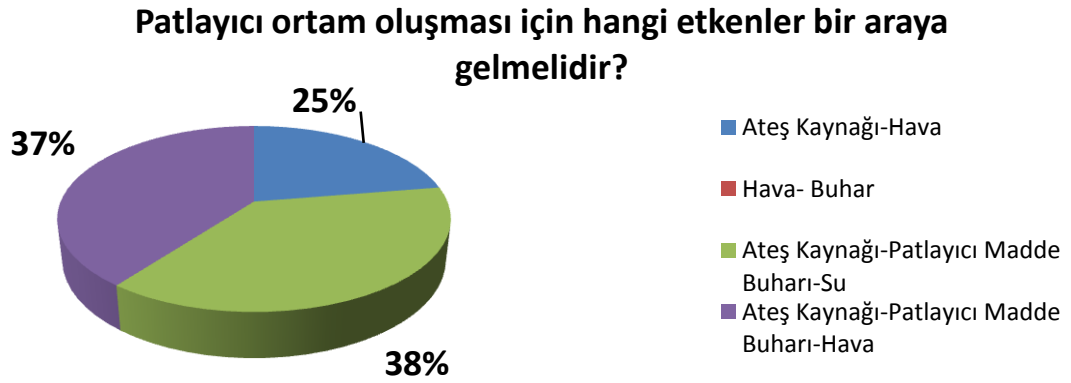
6. Çalışanlara kaç yıldır patlayıcı ortamlarda çalıştıkları sorulmuş olup sonuçlar Şekil 26' da gösterilmiştir:



Şekil 26. Çalışanların tecrübeleri

Çalışanların % 29' u 0-5 yıl, ikinci sırada ise % 28' lik oranla en az 21 yıl, % 23'ü 11-20 yıl arası, %20'si 6-10 yıl arası tecrübeye sahiptir.

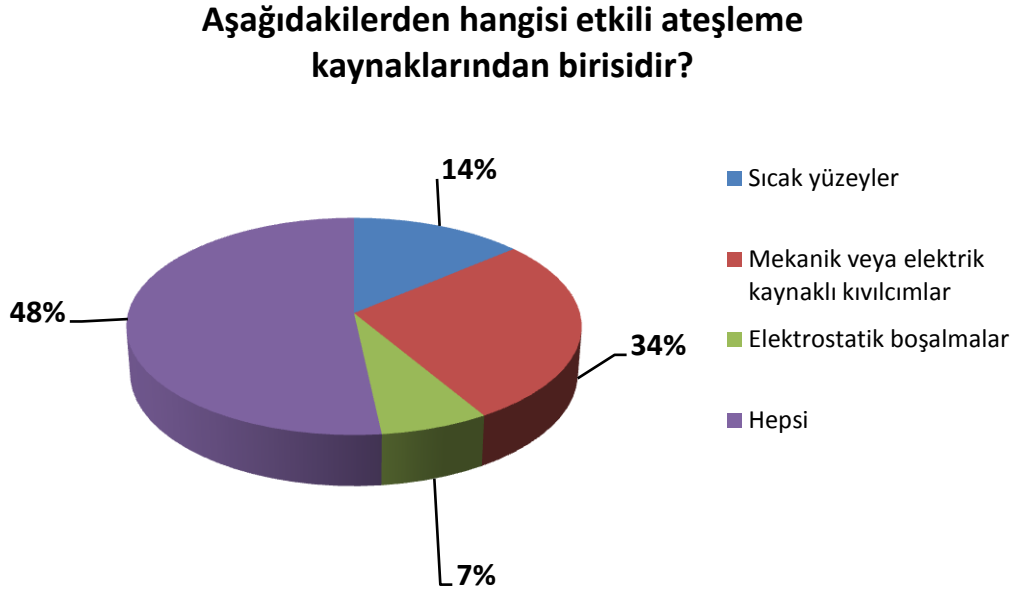
7. Çalışanlara patlayıcı ortam oluşması için hangi etkenler bir araya gelmelidir diye sorulmuş olup sonuçlar Şekil 27'de gösterilmiştir:



Şekil 27. Patlayıcı ortam oluşması için hangi etkenler bir araya gelmelidir?

Çalışanların % 38'i patlayıcı ortam oluşması için ateş kaynağı- patlayıcı madde buharı-suyun bir araya gelmesi gerektiğini, %37' si ateş kaynağı-patlayıcı madde buhar-havanın, % 25'i ateş kaynağı-havanın birlikte patlayıcı ortamı oluşturduğunu belirtmiştir.

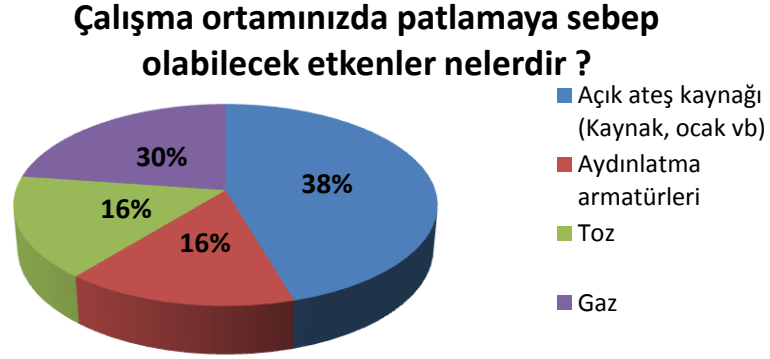
8. Çalışanlara etkili ateşleme kaynakları sorulmuş olup sonuçlar Şekil 28' de gösterilmiştir:



Şekil 28. Etkili ateşleme kaynakları

Katılımcıların %48'i bütün seçenekleri etkili ateşleme kaynağı olarak seçmişlerdir. Cevaplar arasında ikinci sırada %34 ile mekanik veya elektrik kaynaklı kıvılcımlar, üçüncü sırada %14 ile sıcak yüzeyler, dördüncü sırada % 7 ile elektrostatik boşalmalar gelmektedir.

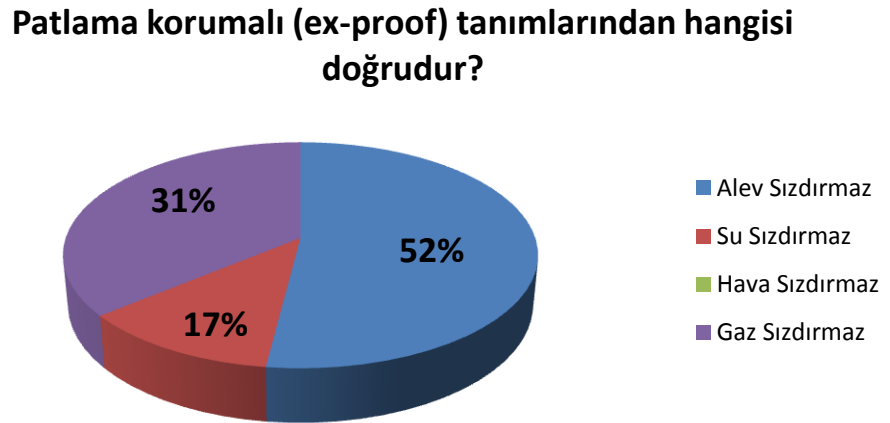
9. Çalışanlara çalışma ortamlarında patlamaya sebep olabilecek maddeleri belirtmeleri istenmiş, sonuçlar Şekil 29'da gösterilmiştir:



Şekil 29. Çalışma ortamınızda patlamaya sebep olabilecek etkenler nelerdir?

Çalışanların %38'i açık ateş kaynaklarını (kaynak, ocak vb.) çalışma ortamlarında patlamaya sebep olabileceğini düşünmektedir. İkinci sırada ise %30 ile aydınlatma armatürleri gelmekte, toz ve gaz ise eşit derecede tehlikeli olarak kabul edilmektedir.

10. Çalışanlara patlama korumalı tanımı sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 30'da gösterilmiştir:



Şekil 30. Patlama korumalı (ex-proof) tanımı

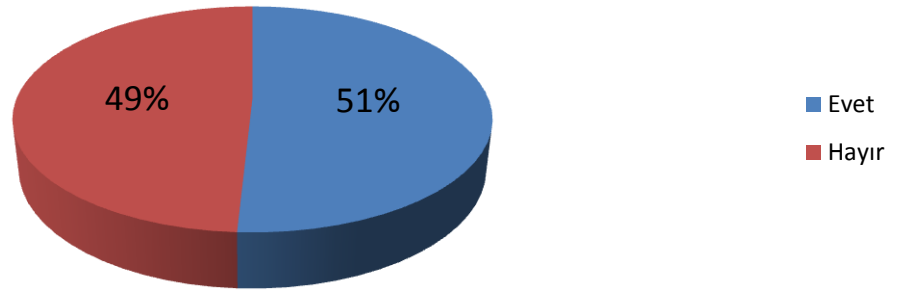
Çalışanların %52'si patlama korumalı, %31'i gaz sızdırmaz; % 17'si ise su sızdırmaz olarak yanıtlamıştır. Yedi kişi, birden çok cevabı işaretledikleri için değerlendirilmeye alınmamıştır.

11. Çalışanlara patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte olmalıdır önermesi sorulmuştur:

Bütün katılımcılar elektrik tesisatının patlama korumalı özellikte olması gerektiğini belirtmiştir.

12. Çalışanlara statik elektrik patlama sebeplerinden biri değildir önermesi sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 31'de gösterilmiştir:

Statik elektrik patlama sebeplerinden biri değildir.

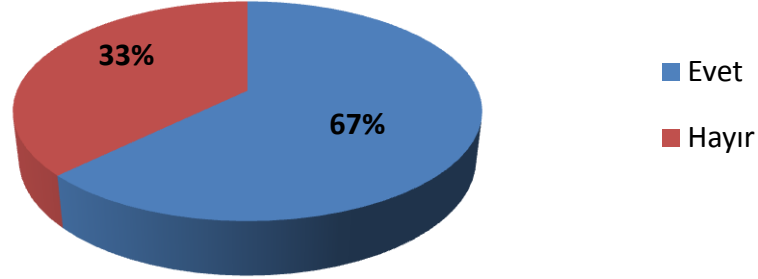


Şekil 31. Statik elektrik patlama sebebidir önermesi

Katılımcıların %51'i statik elektriği patlama sebebi olarak görmemekte olup %49'u ise statik elektriğin patlamaya neden olabileceğini belirtmiştir.

13. Çalışanlara "Patlayıcı ortamlarda çalışanların sağlık ve güvenliklerinin yeterli derecede korunduğunu düşünüyor musunuz?" sorusu sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 32'de gösterilmiştir:

Patlayıcı ortamlarda çalışanların sağlık ve güvenliklerinin yeterli derecede korunduğunu düşünüyor musunuz?

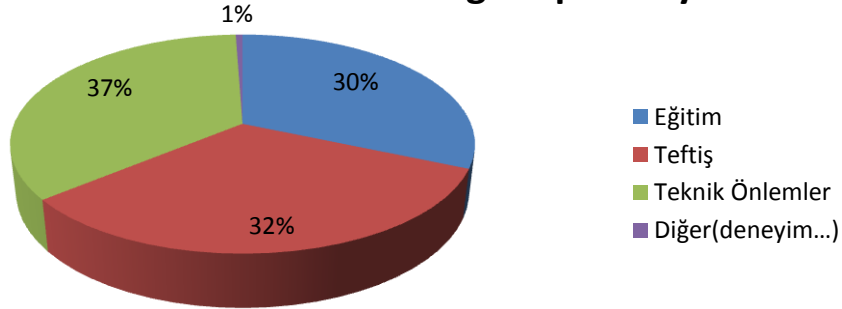


Şekil 32. Patlayıcı ortamlarda çalışanların sağlık ve güvenliklerinin yeterli derecede korunduğunu düşünüyor musunuz?

Katılımcıların % 67'si patlayıcı ortamlarda çalışanların yeterli derecede korunduğuna, % 33'ü ise korunmadığını düşünmektedir.

14. Çalışanlardan, patlayıcı ortamlarda sağlık ve güvenlikleri yeterli derecede korunmuyor ise aşağıdaki önlemleri önem derecesine göre puanlamaları istenmiştir. Sonuçlar Şekil 33'te gösterilmiştir:

Eğer korunmuyorsa aşağıdaki önlemleri önem derecesine göre puanlayınız.

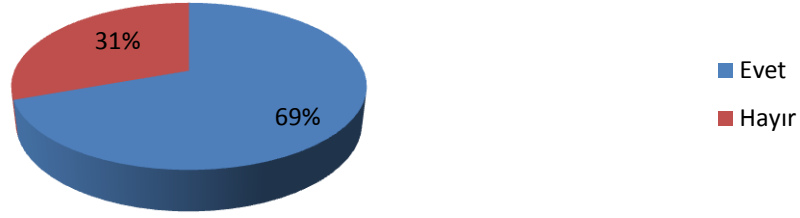


Şekil 33. Aşağıdaki önlemleri önem derecesine göre puanlayınız.(1(çok kötü)- 5 (çok iyi))

Anket sonucunda teknik önlemler %37 ile birinci sırada, teftiş %32 ile ikinci sırada, eğitim %30 ile üçüncü sırada, diğer(deneyim) %1 ile dördüncü sıradadır.

15. Çalışanlara patlayıcı ortamlarda çalışma ile alakalı eğitim alıp almadıkları sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 34'te gösterilmiştir:

Patlayıcı ortamda çalışmayla alakalı bir eğitim aldınız mı?



Şekil 34. Patlayıcı ortamda çalışmayla alakalı bir eğitim aldınız mı?

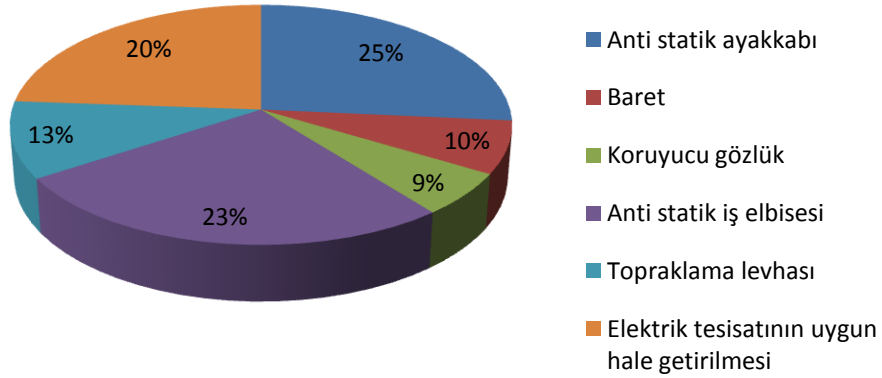
Patlayıcı ortamda çalışanların %65'i patlayıcı ortamda çalışma ile alakalı eğitim almış, %35'i almamıştır.

16. Çalışanlara "Kişisel koruyucu donanımları kullanmanız gerektiğine inanıyor musunuz?" sorulmuştur.

Çalışanların hepsinin kişisel koruyucu donanımları kullanmaları gerektiğini düşündüğü görülmüştür.

17. Çalışanlara "Statik elektriği önlemek için sizce hangi önlemler alınmalıdır?" sorusu sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 35'te gösterilmiştir.

Statik elektriği önlemek için sizce hangi önlemler alınmalıdır?

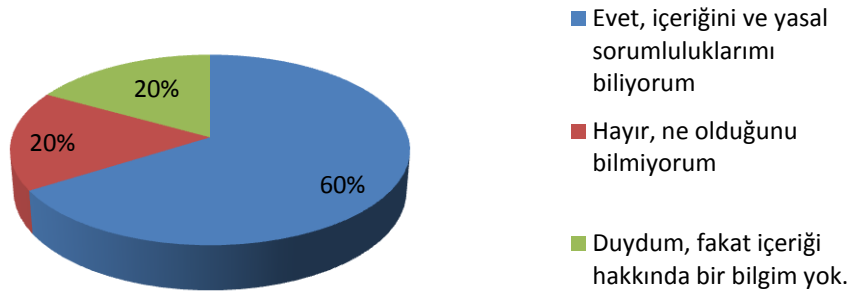


Şekil 35. Statik elektriği önlemek için sizce hangi önlemler alınmalıdır?

Çalışanlara statik elektriği önlemek için gerekli önlemleri seçmeleri istendiğinde toplam oyların % 25'ini anti statik ayakkabı, %23'ünü anti statik iş elbisesi, %20'sini elektrik tesisatının uygun hale getirilmesi, %13'ünü topraklama levhası, %10'unu baret,% 9'unu koruyucu gözlük almıştır.

18. Çalışanlara "6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'ndan haberdar mısınız?" sorusu sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 36'da gösterilmiştir.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'ndan haberdar mısınız?

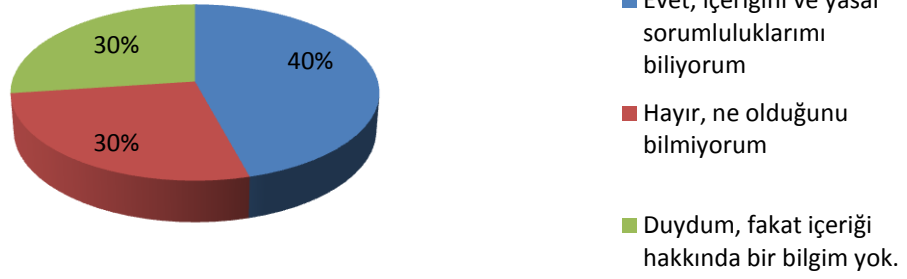


Şekil 36. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'ndan haberdar mısınız?

Çalışanların %60'ı içeriğini ve yasal sorumluluklarını bildiğini, %20'si yasayı duyduğunu ama içeriği hakkında bilgisi olmadığını, % 20'si ise yasayı hiç duymadığını belirtmiştir.

19. Çalışanlara "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" ten haberdar mısınız?" sorusu sorulmuştur. Sonuçlar Şekil 37'de gösterilmiştir.

**Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden
Korunması Hakkında Yönetmelik" ten haberdar
mısınız?**



Şekil 37. "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" ten haberdar mısınız?

Çalışanların %40'ı içeriğini ve yasal sorumluluklarını bildiğini, %30'u yönetmeliği duyduğunu ama içeriği hakkında bilgisi olmadığını, yine % 30'luk bir kesim ise hiç duymadığını belirtmiştir.

TARTIŞMA

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik tesisatıyla alakalı dünya çapında çeşitli literatür çalışmaları mevcuttur. Bu çalışmalar incelendiğinde yapılan tez çalışmasına benzer makalelere ve tez çalışmalarına rastlanılmış, bu çalışmaların ortak ve ayrışan noktaları incelenerek özetlenmiştir.

Bu çalışmalardan biri olan Parlak E. [16] öncelikle patlayıcı ortam oluşumunun engellenmesini, eğer engellenemiyorsa motor, pompa, transformatör gibi elektriksel cihazların ortamdaki uzağa yerleştirilmesini, bu yöntem de mümkün değilse kullanılan elektrikli ekipmanların patlama korumalı özellikte olması gerektiğini belirtmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında da iş sağlığı ve güvenliğinin temel yaklaşımı olan riski kaynağında yok etme, edilemiyor ise kontrol tedbirleri uygulama ve bu kontrol tedbirleri uygulanırken toplu koruma önlemlerine önem verilmesi adımları takip edilmiştir. Bu kapsamda patlayıcı ortamın oluşmasını engellemek için havalandırma yöntemleri gibi teknik önlemlerin önemi belirtilmiş, Parlak E.'nin çalışmasına paralel şekilde eğer ortamın oluşması engellenemiyorsa elektrikli ekipmanların ve tesisatın ortamdaki uzağa yerleştirilmesi, ortamda elektrikli ekipmanın kullanılması gerekiyorsa da patlama korumalı özellikte olması gerektiği hususları vurgulanmıştır.

Ayrıca Parlak E.'nin çalışmasında elektrikli ekipmanlarda uygulanabilecek d-tipi, e-tipi, p-tipi , q-tipi , o-tipi , m-tipi , n-tipi , i-tipi koruma tiplerine değinilmiş, çalışanlara gerekli eğitimlerin verilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu tez çalışmasında ise elektrikli aletlere uygulanabilecek koruma tipleri belirtilmiş olmakla beraber detaylandırılıp elektrik motorlarında d-tipi "alev-sızdırmaz", e-tipi "artırılmış emniyetli", p-tipi "basınçlı" ve n-tipi "ark çıkarmaz"; transformatörlerde d, o ve q tipi; aydınlatma armatürlerinde akkor flamanlılarda d-tipi, e-tipi, d ve e-tipi; floresan tüplü

armatürlerde ise e-tipi; cıva buharlılarda d-tipi korunma tiplerinin uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Çalışanlara verilecek eğitimlerde yazılı talimatlardan ziyade görsel (video, animasyon) materyallerin kullanılmasının bilgilerin kalıcılığını sağlamak ve farkındalığı arttırmak anlamında daha faydalı olacağının altı çizilmiştir. .

Bir başka çalışma J. M. Ellis [17] tarafından yapılmıştır. J. M. Ellis bu çalışmada ekipman seçiminde bölge, sıcaklık ve tutuşma hassasiyeti olmak üzere üç kriterin incelenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bölge konusunda patlayıcı ortamı risk seviyesine göre Bölge 0 (patlama riski yüksek), Bölge 1 (patlama riski muhtemel) ve Bölge 2 (Patlama riski düşük) olarak ayırmaktadır. Bölge 0'da kullanılacak elektriksel ekipmanlar kendinden emniyetli, Kategori 1 ekipman olması gerektiği, ayrıca Bölge 0'da kullanılan ekipmanların Bölge 1 ve 2' de; Bölge 1'de kullanılan ekipmanların ise Bölge 2'de de kullanılabileceği belirtilmiştir. Buna ilaveten Bölge 1'de kullanılan ekipmanlar da normal çalışma veya arıza anında ark çıkarmayarak ortamı tehlikeye sokmayacak nitelikte Kategori 2; Bölge 2'de kullanılan ekipmanların ise Kategori 3 olması, sıcaklıkta, kullanılan ekipmanın yüzey sıcaklığı ortamdaki patlayıcı gazı patlatacak seviyeye çıkmamasının önemi belirtilmiştir. Birçok yanıcı gaz genellikle 200°C ve üstünde tutuştuğundan dolayı kullanılan ekipmanların sıcaklık seviyelerine göre T1(450°C), T2(300°C), T3(200°C), T4(135°C), T5(100°C), T6(85°C) şeklinde sıralandığı belirtilmiştir. Gazların tutuşma hassasiyetine göre üç farklı sınıfa ayrıldığı, bu sınıfların IIA(az hassas), IIB(hassas), IIC(çok hassas) olduğu ve kategori 1 veya 2 ekipmanların kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada, J.M. Ellis' in çalışmasında olduğu gibi patlayıcı ortamlar bölge 0,1 ve 2 olarak üçe ayrılmış, bölge 0 da kategori 1; bölge 1 de kategori 2; bölge 2 de kategori 3 ekipmanların kullanılması gerektiği, d, e, p, n, i, o, q koruma tipleri detaylandırılmıştır. J.M. Ellis' in çalışmasından farklı olarak bu çalışmada statik elektrik sonucu oluşabilecek elektro statik boşalmalarını önlemek için çalışanlara anti statik KKD dağıtılması, işletmelerin anti statik malzemeden yapılmış ekipmanları kullanması, anti statik topraklama levhası kullanılması, işletme topraklamasının 2 ohm'u aşmaması gerektiği belirtilmiştir.

Cole M. ve arkadaşlarının [18] yapmış olduğu çalışmaya göre ABD'deki patlayıcı ortamlar için kablolama alev sızdırmayan kablo rakorları veya konduit (kabloyu metal boru içinden geçirme) yöntemi kullanılarak ekipmanlara bağlantıların düzgün, dışarıya kıvılcım vermeyecek şekilde yapılması, aydınlatma armatürlerinin üreticinin talimatlarına göre monte edilmesi gerektiği, aksi halde armatürün aşırı ısınıp ortamı tehlikeye sokabileceği, akkor flamanlı lambalar yerine kullanılan floresan lambaların enerji tüketimi, ışık şiddeti gibi

alanlarda üstün olmasına rağmen patlama riskli ortamlar için risk taşıdığı belirtilmiştir. Floresan lambalar, akkor flamanlı lambalara göre daha az ısınmasına rağmen, ısıdan dolayı ark çıkardıkları, Bölüm 1 ortamlardaki lambalar çıkan arkı dışarıya yaymayacak şekilde tasarlandıkları ancak bölüm 2 de kullanılırlarsa tehlikeye sebebiyet verebilecekleri belirtilmiştir. Bu sebeple bölüm 2 de kullanılan floresan lambalarının, balastları ve lambaları birbirlerinden ayrı olan armatürlerin kullanılabileceği tavsiye edilmiştir. Ayrıca elektrik motorlarının normal çalışmada veya arıza, bakım gibi durumlarda ortamı tehlikeye sokmayacak şekilde tasarlanması, sarımlarda sıcaklığın kontrol edilmesi, motorlarda bulunan kaçak akım koruma rölesi ve kontrol ünitelerinin tehlikeli ortamlar için uygun olduğunun sertifikalandırılmasının önemi belirtilmiştir. Ayrıca inverterli elektrik motorlarında harmoniklerden, düşük hızda sabit torklu çalışmadan dolayı rotor ve statorun aşırı ısınmasının engellenmesi için soğutma işleminde kullanılması amacıyla vantilatörlere ihtiyaç duyulduğu ve bu vantilatörlerin de ortamı tehlikeye sokmayacak şekilde olması gerektiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada aynı doğrultuda kablolanmanın patlama korumalı kablo rakorları kullanılarak yapılması ve ortama kıvılcım yaymayacak nitelikte olması gerektiği belirtilmiştir. Kabloların darbelere karşı korunması için zırhlı, yanmaya karşı dayanıklı tipte olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca akkor flamanlı lambalarla floresan lambaları karşılaştırmak yerine, patlayıcı ortamlarda kullanılan bu iki armatürden akkor flamanlıda d,e,de tipi; floresanda d ve e tipi korumanın uygulanabileceği belirtilmiştir. Elektrik motorlarının sarımlarına termostat yerleştirilerek motorun belli bir sıcaklık değerini geçtiğinde durmasını sağlayıp aşırı ısınmadan dolayı ortamı tehlikeye sokmanın önlenebileceği vurgulanmıştır.

Kramer H.[19]' nin yapmış olduğu çalışmalara göre, yalıtılmış iletken parçalar ve elektrostatik şarjların meydana geldiği plastik yüzeylerde elektrostatik boşalmanın gerçekleştiği belirtilmiştir. Elektriğe karşı iletken parçaların statik elektrik yüklenmesini önleyebilmek için iletkenliği 3 pF'dan büyük olan bütün iletken parçaların topraklanması gerektiği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada ise elektrostatik boşalmaları önlemek için 2 ohm' un altında bir işletme topraklamasının yapılması, işletmenin belirli yerlerine anti statik topraklama levhalarının yerleştirilmesi, çalışanlara anti statik KKD dağıtılması ve kullanılan malzemelerin anti statik özellikte olması gerektiği belirtilmiştir.

Ayrıca bu tez çalışmasında yukarıda bahsedilen çalışmalardan farklı olarak patlayıcı ortamlarda çalışan 55 kişinin konu ile alakalı farkındalık düzeylerini tespit etmek amacıyla

anket uygulanmıştır. Anket sonuçları değerlendirildiğinde statik elektrik, patlayıcı ortamı meydana getiren faktörler, patlama korumalı tanımlarıyla alakalı bilgilendirilmenin faydalı olabileceği gözlemlenmiştir. Bu bilgilere ilaveten "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" in Ek 2'de yer alan Patlamadan Korunma Yöntemleri madde 2 ye göre var olan statik elektrikle alakalı ibareye "uygun topraklama tesisatı kurulur ve anti statik topraklama levhası işletmenin belirli noktalarına yerleştirilir." ifadesinin eklenmesinin uygun olacağı düşünölmektedir.

SONUÇLAR

Patlayıcı ortamlar metal, maden, inşaat, kimya gibi bir çok sektörde mevcuttur. Bu sebeple alınacak önlemler büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında, patlayıcı ortama sahip 7 işyerinde Ek-2'de yer alan kontrol listeleri kullanılarak işletmelerdeki elektrik tesisatı ve patlayıcı ortamlara karşı alınan önlemler hususunda durum tespiti yapılmıştır. Bunun yanı sıra, bu işletmelerde konuyla alakalı farkındalık düzeylerinin tespiti için 55 çalışana anket uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre;

- Bu çalışma kapsamında ziyaret edilen tüm işyerlerinin ilgili mevzuat gereğince risk değerlendirmesi yaptıkları, yapılan risk değerlendirmelerinin elektrik kaynaklı tehlikeleri inceleyen kısımlarında aydınlatma armatürleri, prizler, elektrik motorları gibi görünen ekipmanların değerlendirildiği ancak statik elektrik, kabloların hasar durumu, topraklama konularına değinilmediği,
- Tüm işyerlerinin patlamadan korunma dokümanı hazırladıkları ancak beş işletmede tehlike durumunda çalışanların tehlikeli bölgeden anında ve güvenli bir şekilde uzaklaşabilmeleri için tahliye sistemi kurulmadığı,
- Dört işletmede patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik prizlerinin patlama korumalı tipte olmadığı bunun yerine normal tipte priz kullanıldığı,
- Üç işletmede statik elektrik için gereken önlemlerin alınmadığı bu sebeple işletmelerin risk altında olduğu,
- Üç işletmede hasarlı kabloların olduğu bu kabloların değiştirilmezse ileride kazalara sebebiyet verebileceği,
- Üç işletmede patlayıcı ortamlara dair işaretlemelerin yetersiz kaldığı ve bunun bu bölgelerde güvensiz davranışlara sebebiyet verebileceği,
- Verilen eğitimlerde görsel materyallerden çok yazılı materyallere yer verildiği,

- Çalışanlara periyodik olarak eğitim verilse de patlama korumalı ekipman, statik elektrik ve patlayıcı ortamı meydana getiren faktörler konusunda farkındalık düzeyinin artırılması gerektiği,
- İşletmelerin patlayıcı ortamlarda oluşabilecek kazaları önleyebilmesi için teknolojik gelişmeleri takip etmesi ve etkili eğitim programlarıyla çalışanlarını eğitmesi gerektiği, yapılan saha ziyaretleri kapsamında elektrik tesisatıyla alakalı tespit edilen eksiklikler ve hazırlanan kontrol listeleriyle beraber işletmelere iletilmiştir.

Saha incelemesi kapsamında elektrik tesisatıyla alakalı tespit edilen eksiklikler için hazırlanan çözüm önerileri aşağıda belirtilmiştir.

ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yapılan saha incelemesi sonucunda işletmelerin patlayıcı ortamlarda kullandıkları elektrik tesisatları ile çalışanların konu hakkındaki farkındalık düzeylerini inceleyen bu çalışmanın neticesinde geliştirilen çözüm önerileri aşağıda sıralanmıştır.

- Hazırlanan risk değerlendirmeleri ve patlamadan korunma dokümanları güncel tutulmalı statik elektrik, topraklama, patlama korumalı ekipmanların bakımı gibi hususlar da araştırılmalıdır.
- Öncelikli olarak elektrik tesisatı patlayıcı gazın hiç olmadığı veya en az olduğu yerlere kurulmalıdır.
- Patlayıcı gaz ve tozlar, havalandırma gibi teknik önlemlerle ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- Patlayıcı ortamda elektrik kullanılması gerekiyorsa kullanılan ekipman kıvılcım çıkarmayan patlama korumalı tipte olmalı, yasal olarak gerekli sertifikalara ve teknik özelliklere sahip olmalıdır.
- Statik elektriği engellemek amacıyla çalışanlara anti statik KKD dağıtılmalı, uygun yerlere anti statik topraklama levhası yerleştirilmelidir.
- Elektrik kablolarının bağlantı noktalarında oluşabilecek arkları engellemek amacıyla kablolar mümkün olduğunca eksiz ve tek parça olmalıdır.
- Tehlike sınıfı ile kullanılacak elektrikli cihazların nitelikleri birbirine uygun olarak seçilmelidir.
- Tehlikeli bölgelerde bulunan elektrikli cihazların bağlantıları ve birbirine uygunluğu incelenmelidir.

- Topraklama ve yıldırımdan korunma tesisatının değerleri periyodik olarak her yıl yetkili kişiler tarafından ölçülmelidir.
- Elektrik tesisatı ve ekipmanların bakımı periyodik olarak yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır.
- Tehlike durumunda çalışanların tehlikeli bölgeden anında ve güvenli bir şekilde uzaklaşabilmeleri için tahliye sistemi kurulmalıdır.
- Çalışanlara patlayıcı ortamlarda dikkat edilmesi gereken konular hakkında periyodik olarak oto kontrol geliştirmeye yönelik görsel materyal ağırlıklı eğitimler verilmelidir.
- İşletmede yazılı talimatlar yerine afiş, broşür gibi görsel malzemelere ağırlık verilmelidir.
- Çalışanların patlayıcı ortamlarla alakalı bilgi ve farkındalık düzeyi ile çalışma şekilleri periyodik olarak incelenerek gelişmeler kaydedilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1]Sarı M. Kemal; Patlayıcı Ortamlar ve Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektrik Aygıtları Hakkında Genel Bilgi, 1. Basım, Ankara, 2011
- [2]TÜPRAŞ, Patlayıcı Ortamlarda Çalışmalarda Güvenlik Eğitim Notları, 2008
- [3]Dymond, J.H. , MISTRY, B. , "Design of Increased Safety Electrical Machine: Development Activities and Certification Testing", Transactions on Industry Applications, Vol. 37, No. 4, Jy/August (2001)
- [4]Grundos, "Explosion-proof motors – ATEX", Ürün Tanıtım Kataloğu, (2004)
- [5]Stahl, "Ex-proof Motor Yol Verme Ekipmanları", Ürün Tanıtım Broşürü, (2005)
- [6]Siemens, Motor Specifications, Ürün Teknik Kataloğu, (2003)
- [7]Eksen Mühendislik, Genel Ürün Kataloğu , (2008)
- [8]Stahl, "Ex-proof Pako Şalter", Ürün Teknik Dokümanı, (2005)
- [9]Elimsan, "Vakumlu Kesiciler", Ürün Teknik Dokümanı, (2013)
- [10]Allenwest Wallacetown, "Flameproof Mining Transformers", Ürün Teknik Dokümanı, (2008)
- [11]Elmas, E. , "Tempa Sistem Personel Eğitim Notları ", (2006)
- [12]20/6/2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
- [13]30 Nisan 2013 tarihli ve 28633 sayılı Resmi Gazete, Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik,
- [14]30 Aralık 2006 tarihli ve 26392 sayılı Resmi Gazete, Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik
- [15]5 Ekim 2013 tarihli ve 28786 sayılı Resmi Gazete, Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- [16]Parlak E. Patlama Riskli Ortamlarda Kullanılacak Ekipman Seçimi ve Patlama Korumalı (Ex-Proof Malzemeler) (tez). Kocaeli: KÜ Fen Fak; 2008
- [17]Ellis J. M, . Selection and installation of electrical apparatus in explosive gas atmospheres, other than mines. Power Engineering Journal. 2000; 10: 218-6.
- [18]Cole M, Driscoll T, Martin K, Paes R, . Maintenance in hazardous locations installation, operation, and maintenance considerations for electrical equipment. IEEE Magazine; 2012; 120:51-11
- [19]Kramer H, .Mechanical apparatus for use in potentially explosive atmospheres formed by gases, vapours and mists. Chemical Engineering and Processing; 1995;34:245-253
- [20]<http://www.smcelectrical.com>

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1.** Patlama Üçgeni (Sayfa 4)
- Şekil 2.** Bir akaryakıt istasyonunun bölge sistemine göre sınıflandırılmış hali (Sayfa 8)
- Şekil 3.** Riskli bölge tespit diyagramı (Sayfa 9)
- Şekil 4.** Bir akaryakıt istasyonunun bölüm sistemine göre sınıflandırılmış hali (Sayfa 9)
- Şekil 5.** d-tipi korunmuş motorda bağlantı tipleri (Sayfa 16)
- Şekil 6.** p-tipi korunmuş motor uygulaması (Sayfa 17)
- Şekil 7.** Patlama korumalı devre kesici örnekleri (Sayfa 18)
- Şekil 8.** de-tipi korunmuş motor yol vericisi (Sayfa 19)
- Şekil 9.** Küçük boyutlu devre kesici örnekleri (Sayfa 19)
- Şekil 10.** Vakumlu kesiciler (Sayfa 20)
- Şekil 11.** SF6 gazlı kesici (Sayfa 20)
- Şekil 12.** Patlama korumalı dağıtım transformatörü ve nüve sargısı (Sayfa 21)
- Şekil 13.** Patlama korumalı Kablo Bağlantı Kutuları (Sayfa 22)
- Şekil 14.** i-tipi ve e-tipi korunmuş genel amaçlı kutu tasarımları (Sayfa 22)
- Şekil 15.** Patlayıcı ortamlarda kullanılan kablolar (Sayfa 23)
- Şekil 16.** Rakor uygulamaları (Sayfa 23)
- Şekil 17.** Madencilikte kullanılan bir kablonun kesiti (Sayfa 24)
- Şekil 18.** Patlayıcı ortamlarda kullanılan geçmeli tip fiş-priz örnekleri (Sayfa 24)
- Şekil 19.** Sigorta korumalı fiş-priz örnekleri (Sayfa 25)
- Şekil 20.** Akkor flamanlı aydınlatma armatür uygulamaları (Sayfa 26)
- Şekil 21.** Çalışanların yaş dağılımı (Sayfa 49)
- Şekil 22.** Çalışanların cinsiyetlerine göre dağılımı (Sayfa 49)
- Şekil 23.** Çalışanların eğitim durumlarına göre dağılımları (Sayfa 50)
- Şekil 24.** Çalışan Profili (Sayfa 50)
- Şekil 25.** Patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte olmalıdır (Sayfa 51)
- Şekil 26.** Çalışanların Tecrübeleri (Sayfa 51)
- Şekil 27.** Patlayıcı ortam oluşması için hangi etkenler bir araya gelmelidir? (Sayfa 52)
- Şekil 28.** Etkili ateşleme kaynakları (Sayfa 52)
- Şekil 29.** Çalışma ortamınızda patlamaya sebep olabilecek etkenler nelerdir? (Sayfa 53)
- Şekil 30.** Patlama korumalı tanımı (Sayfa 53)

Şekil 31. Statik elektrik patlama sebebidir önermesi (Sayfa 54)

Şekil 32. Patlayıcı ortamlarda çalışanların sağlık ve güvenliklerinin yeterli derecede korunduğunu düşünüyor musunuz ? (Sayfa 54)

Şekil 33. Aşağıdaki önlemleri önem derecesine göre puanlayınız.(1(çok kötü)-5 (çok iyi)) (Sayfa 55)

Şekil 34. Patlayıcı ortamda çalışmayla alakalı bir eğitim aldınız mı? (Sayfa 55)

Şekil 35. Statik elektriği önlemek için sizce hangi önlemler alınmalıdır? (Sayfa 56)

Şekil 36. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'ndan haberdar mısınız? (Sayfa 57)

Şekil 37. "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" ten haberdar mısınız? (Sayfa 58)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Patlama kaynaklı iş kazası geçiren çalışanların yıllara göre dağılımı (Sayfa 3)

Tablo 2. Sanayide kullanılan bazı gazların patlama karakteristikleri (Sayfa 4)

Tablo 3. Patlayıcı tozlar ve özellikleri (Sayfa 6)

Tablo 4. Elektrik makinelerindeki olası kıvılcım kaynakları (Sayfa 14)

Tablo 5. NFPA'ya göre sınıflama Özeti (Sayfa 36)

Tablo 6. İşyeri ortamının sınıflandırılması (Sayfa 37)

Tablo 7. İşyeri ortamının tozlara göre sınıflandırılması (Sayfa 38)

Tablo 8. İşletmenin elektrik tesisatı için hazırladığı kontrol planı (Sayfa 39)

Tablo 9. Patlayıcı ortam sınıflandırması (Sayfa 44)

Tablo 10. Madde ve malzeme listesi (Sayfa 45)

Tablo 11. Yanıcı sıvı ve gazlar (Sayfa 45)

Tablo 12. Kullanılan ekipmanlar (Sayfa 46)

Tablo 13. Tutuşturucu kaynaklar (Sayfa 46)

Tablo 14. Teknik koruyucu önlemler (Sayfa 48)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Alper Yasin ÖZÇELİK

Doğum Yeri: Samsun

Doğum Tarihi : 13.04.1987

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Samsun Anadolu Lisesi (2005)

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü (2010)

Università degli Studi di Trieste, İtalya (Erasmus Değişim Öğrencisi 2008-2009)

Yüksek Lisans: Hacettepe Üniversitesi-İşletme Tezsiz Yüksek Lisans (2012-Halen)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar

- Tora Petrol Ürünleri Mühendisliği Elektrik ve Elektronik San. Tic.A.Ş. (2009 – 2010)

- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
(2010 -Halen)

İletişim Bilgileri

E-mail: ayozcelik@csgb.gov.tr

Tel: 0312 257 16 90

EKLER

Ek-1 (Çalışanlara uygulanan anket soruları)

Anket Soruları

1. Yaşınız ☐ 15-19 ☐ 20-29 ☐ 30-39 ☐ 40 ve üstü
2. Cinsiyetiniz ☐ Kadın ☐ Erkek
3. Bulunduğunuz işte kaç yıllık tecrübeye sahipsiniz?
☐ 0-5 yıl ☐ 6-10 yıl ☐ 11-20 yıl ☐ 21 ve üstü
4. Eğitim durumunuz
☐ İlkokul ☐ Ortaokul ☐ Lise
☐ Meslek Lisesi ☐ Yüksekokul ☐ Üniversite
5. Unvanınız ve çalıştığınız bölüm
6. Patlayıcı ortam oluşması için hangi etkenler bir araya gelmelidir?
☐ Ateş Kaynağı-Hava
☐ Hava- Buhar
☐ Ateş Kaynağı-Patlayıcı Madde Buharı-Su
☐ Ateş Kaynağı-Patlayıcı Madde Buharı-Hava
7. Aşağıdakilerden hangisi etkili ateşleme kaynaklarından birisidir?
☐ Sıcak yüzeyler
☐ Mekanik veya elektrik kaynaklı kıvılcımlar
☐ Elektrostatik boşalmalar
☐ Hepsi
8. Sizce çalışma ortamınızda patlamaya sebep olabilecek etkenler nelerdir ? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)
☐ Açık ateş kaynağı (Kaynak, ocak vb)
☐ Aydınlatma armatürleri

☐ Toz

☐ Gaz

9. Aşağıdaki patlama korumalı (ex-proof) tanımlarından hangisi doğrudur?

☐ Patlama korumalı

☐ Su Sızdırmaz

☐ Hava Sızdırmaz

☐ Gaz Sızdırmaz

Lütfen 10, 11 ve 12. maddelerdeki önermeleri evet-hayır şeklinde işaretleyiniz.

10. Patlama riski yüksek olan yerlerde kullanılan elektrik tesisatı patlama korumalı özellikte olmalıdır.

☐ Evet

☐ Hayır

11. Statik elektrik patlama sebeplerinden biri değildir.

☐ Evet

☐ Hayır

12. Patlayıcı ortamlarda çalışanların sağlık ve güvenliklerinin yeterli derecede korunduğunu düşünüyor musunuz?

☐ Evet

☐ Hayır

13. Eğer 12. soruya cevabınız hayır ise aşağıdaki önlemleri sizce önem sırasına (1-5 arası 1(en kötü) 5(en iyi)) göre puanlayınız.

Eğitim

Teftiş.....

Teknik önlemler (Elektrik altyapısının uygun hale getirilmesi).....

Diğer (Lütfen yazınız).....

14. Patlayıcı ortamda çalışmayla alakalı bir eğitim aldınız mı?

☐ Evet

☐ Hayır

15. Kişisel koruyucu donanımları kullanmanız gerektiğine inanıyor musunuz?

☐ Evet

☐ Hayır

16. Statik elektriği önlemek için sizce hangi önlemler alınmalıdır? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

☐ Anti statik ayakkabı ☐ Baret ☐ Koruyucu gözlük ☐ Anti statik iş elbisesi

☐ Topraklama levhası ☐ Elektrik tesisatının uygun hale getirilmesi

17. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'ndan haberdar mısınız?

☐ Evet, içeriğini ve yasal sorumluluklarımı biliyorum

☐ Hayır, ne olduğunu bilmiyorum

☐ Duydum, fakat içeriği hakkında bir bilgim yok.

18. "Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik" ten haberdar mısınız?

☐ Evet, içeriğini ve yasal sorumluluklarımı biliyorum

☐ Hayır, ne olduğunu bilmiyorum

☐ Duydum, fakat içeriği hakkında bir bilgim yok.

Görüş ve önerileriniz:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Katılımınız için teşekkür ederiz.