

PATLAMA RİSKLİ ORTAMLARDA KULLANILAN EKİPMANLARIN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

¹Esin BOZAN

²Nuran YÖRÜKEREN

¹AREVA T&D Enerji End. A.Ş

²Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü

esinbozan@gmail.com

nurcan@kocaeli.edu.tr

ÖZET

Günümüzde gerek maden sanayi gerekse petrokimya sanayi başta olmak üzere pek çok yüzey sanayi kollarında potansiyel patlayıcı ortamlar ile karşılaşmaktadır. Bu ortamlarda kullanılacak elektriksel ekipman seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli hususlar mevcuttur. Bu konuda başta uluslar arası standartlar olmak üzere Türkiye’de uygulanan bir takım standartlar mevcuttur. Bu çalışmada, söz konusu ortamlarda kullanılan elektriksel ekipmanların çalışma koşulları ve enerji verimliliğine etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Patlama riskli ortamlar ve bu ortamlara uygun koruma tipleri, patlama riskli ortamlarda kullanılan elektriksel aygıtlar.

1.GİRİŞ

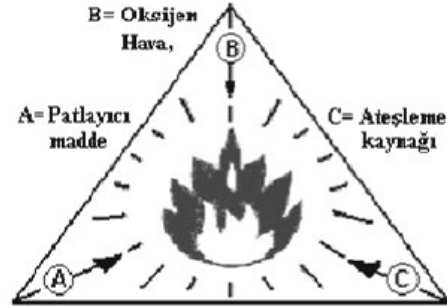
Patlama riskli ortamları tanımlamak için öncelikle bazı temel tanım ve kavramları bilmek gereklidir. Bu tanım ve kavramlar aşağıda açıklanmıştır.

Patlama, yanabilir bir maddenin oksijenle ani bir biçimde kimyasal bir reaksiyona girmesi sonucu yüksek miktarda enerjinin açığa çıkmasıdır. Literatürde patlayıcı bu oluşuma ‘Alev Üçgeni’ denir. Şekil 1’de gösterilen Alev Üçgenini oluşturan üç unsur şöyle sıralanabilir :

- Patlayıcı madde; Patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı gaz, buhar veya toz,

- Hava; Oksijen,
- Enerji (kıvılcım); patlamayı ateşleyecek bir kıvılcım veya güç kaynağı.

Yaygın olarak bilinen patlayıcı gazların en başında, doğal gaz, evlerde kullanılan tüp gaz (LPG, Liquid Petroleum Gas) ve kaynak işlerinde kullanılan hidrojen ve asetilen gazları gelir. Bu ve benzeri gazlar hava ile karışıklarında patlayıcı hale gelirler ve herhangi bir tetikleyici kıvılcım ile patlayabilirler. IEC ve EN gazları iki patlama grubuna ayırmış ve metan gazını (grizulu madenleri) I.gruba dahil etmiştir. Diğer bir söz ile EN maden sanayi ile diğer sanayi dallarını ayırmıştır.



Şekil 1. Alev Üçgeni

Grup I : METAN

Grup II A : Propan, bütan, aseton, keroson, hexan, trimat, hylamin, vs..

Grup II B : Etilen, karbon monoksit, hidrojen sülfid, etil-, -metil, -eter, vs..

Grup II C : Hidrojen, Asetilen ve karbon di sülfid

Bilinen, “yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı” sıvıların başında ise benzin, benzol, mazot, tiner gibi petrol ürünleri ve türevleri gelir. Yanıcı sıvılar buharlaşarak hava ile karışıp patlayıcı ortam oluştururlar. Sıvıların buharlaşması ortam sıcaklığına bağlıdır. Diğer bir tehlike unsuru ise tozdur. Tozların havanın oksijeni ile karışımı, ya “toz bulutu” halinde veya ince tabaka şeklinde mümkündür. Tozlar 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. Patlayan bu çok küçük porsiyon diğer tozları havaya üfleyerek “patlayıcı bir toz bulutu” oluşmasını sağlar.

Ateşleme, değişik kaynaklarla sağlanabilir:

- Elektrik ark ve kıvılcımı,
- Sıcak yüzeyler (statik ısı ile patlama),
- Mekanik sürtünme ile çıkan kıvılcım,
- Her nevi statik elektriklenme,
- Açık alev, sıcak gaz ve akkor haldeki parçacıklar ,
- Adiyabatik basınç, şok dalgası,
- Yıldırım düşmesi ve elektrikli hava şartları,
- Parazit akım, katodik koruma,
- Ultrasonik ses dalgaları,
- Radyo dalgaları,
- Mikro dalgalar,
- Kıızıl ötesi ışık (IR),
- Görünür ışık,
- Ultra viole ışınları,
- Röntgen ve gama ışınları,
- Bazı kimyasal reaksiyonlar,

Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek için alınan tedbirler iki bölümde incelenmektedir.

Patlamaya karşı birincil koruma terimi, tehlikeli ve patlayıcı atmosferin oluşumunu engelleyici bütün önlemleri kapsar. Bu önlemler şu şekilde sıralanabilir; yanabilir maddelerin kullanımından kaçınmak,

etkisizleştirme (ortama nitrojen, karbondioksit vb. gaz ekleme), yoğunluğu sınırlama ve doğal ya da yapay havalandırma.

Eğer patlama tehlikesi patlamaya karşı birincil koruma önlemleri kullanılarak tamamen uzaklaştırılamıyorsa ya da sadece kısmen uzaklaştırılabiliyorsa bu durumda patlayıcı atmosferin ateşlenmesini önleyici önlemler alınmalıdır. Tehlikeli yerler bu yüzden patlayıcı atmosferin oluşma ihtimaline bağlı olarak bölgelere (zon) ayrılırlar. Patlayıcı ortamları zonlara ayırmada iki görüş hakimdir. Birincisi kömür sanayinde öncü olan Batı Avrupa Görüşü yani “bölge (zon) sistemi”, diğeri de petrol sanayinde öncü olan Kuzey Amerikan Görüşü yani ‘‘saha (division) sistemi’’ ve uygulamasıdır. Aşağıda verilen Tablo 1’de standartlara göre çalışma koşulları özetlenmiştir.

Tablo 1. Standartlara Göre Çalışma Koşulları

| Normal Çalışma Koşulları | | | |
|--------------------------|---|---|---|
| | Sürekli veya uzun süreli tehlikeli ortamlar | Arada bir ve kısa süreli tehlikeli ortamlar | Tehlikesiz veya zayıf ihtimal olan ortamlar |
| Kuzey Amerikan (NEC/CEC) | Saha 1 | | Saha 2 |
| Avrupa (CENELEC/IEC) | Bölge 0 | Bölge 1 | Bölge 2 |

2.KORUMA TİPLERİ

Patlama riskli ortamlarda sadece bu ortama uygun patlama korumalı cihazlar kullanılabilir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli aletlerin ortamı tehlikeye düşürmemesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntem ve metotlar aletin yapısına göre farklıdır. Bu bölümde koruma yöntemleri özelliklerinin yanı sıra bu yöntemler ile ilgili yasal düzenlemeler ve uygulamalar detaylı olarak incelenmektedir.

1. Yabancı madde girişine karşı genel koruma

- Güvenlik sınıfları
- Su, toz, nem, dokunma gibi etkenlere karşı alınan önlemler (IP)
- Mekanik darbelere karşı koruma sınıflarını (IK)

2. d-tipi Koruma (alevsizmaz koruma)

Bu yöntemde ark üreten ekipman, basınca dayanıklı bir muhafaza içine yerleştirilir. Patlayıcı gaz kapak ve flanş aralıklarından içeri girer ve gaz muhafaza içinde patlar. Patlama esnasında çıkan alev kapak ve flanş aralıklarından soğuyarak dışarı çıkar.

3. e-tipi Koruma (artırılmış emniyetli)

Artırılmış emniyet anlamına gelen Almanca “Erhöchte Sicherheit” kelimesinin baş harfinden kısaltılmıştır. İngilizce “Increased Safety” olarak adlandırılan bu koruma tipi, normal çalışma icabı ark çıkarmayan fakat buna ilave önlem alınan bir uygulamadır.

4. p-tipi Koruma (basınçlı koruma)

Basınçlı koruma anlamında olup patlayıcı gaz veya buharın girmesi istenmeyen bölgeye basınçlı hava üflenerek gazın bu bölgeye girmesi engellenir. d-tipi korumanın olduğu yerlerde tatbik edilir.

Örneğin; bilezikli ASM lerin fırça bölümü bu yöntemle korunur.

5. q-tipi Koruma (kumlu koruma)

Kumlu veya tozlu koruma anlamına gelen q-tipi koruma, ekipmanın gaz girmesi istenmeyen bölümlerine kuvars kumu veya tozu doldurulması ile sağlanmaktadır. Kum, hem gazın sıcak yüzeylere girmesine ve hem de sıcak elektronik yüzeylerin soğumasına yardımcı olmaktadır.

6. o-tipi koruma (yağlı koruma)

Yağlı koruma anlamında olup ark ve ısı çıkaran ekipmanlar yağa daldırılarak patlayıcı ortamdan izole edilmesi prensibine dayanmaktadır. Önceleri transformatörlerde ve kesicilerde kullanılmakta iken patlama esnasında gazın patlamasından daha çok tahribat yaptıkları için standarttan çıkartılıp günümüzde kullanımı yasaklanmıştır.

7. m-tipi koruma (kapsüllü koruma)

Kapsüllü koruma olarak tanımlanan m-tipi koruma ile ısı veya ark üreten ekipmanların reçine gibi bazı kimyasal madde içine gömülerek ortamı tehlikeye düşürmesi önlenir. Döküm maddenin çalışmaya engel olmadığı lamba balastları, elektronik baskı devreleri, selenoid valf gibi yerlerde rahatlıkla kullanılır.

8. i-tipi koruma (kendinden emniyetli)

Kendinden emniyetli (intrinsically safety) anlamına gelen i-tipi korunmakta olan aygıt, bir devrenin bir kısmında veya tamamında normal çalışma ve arıza anında oluşabilecek ark veya ısı patlayıcı ortamı ateşleyecek güçte değildir. Kumanda, ölçü ve otomasyon devreleri gibi düşük voltajda çalışan ekipmanlarda uygulanabilir. Ex-ia tipi, sürekli gazlı ortamda yani Bölge-0 da dahi kullanılabilir, ortam içinde aletin kapağı açılıp tamirat yapılabilir.

9. n-tipi koruma (bölge-2 koruma)

n-tipi olarak tanımlanan bu uygulamalar sadece Bölge-2 de kullanılan koruma tipleridir. Son yıllarda, IEC ve CENELEC çalışmalara katılan ABD uzmanlarınca gündeme getirilip standartlara konulmuş ve Avrupa normlarında

1999'dan sonra yer almıştır. Amerikan standartlarına benzer şekilde nA, nC, nR, nP ve nL olarak adlandırılan beş ayrı kategorisi mevcuttur.

10. tD-tipi toza karşı koruma

Avrupa'da genellikle güç mühendisliği ekipmanları ile ilgili en önemli yöntem olarak bilinmektedir. EN 50281-1-1 standardında "toz geçirmez" koruma olarak tanımlanan tD-tipi korumanın iki seviyesi vardır. Birinci seviye toz-geçirmezlik (dust-tight) olup iletken tozlu ortamlarda Bölge-20, Bölge-21 ve hatta Bölge-22 de kullanılmaktadır. İkinci seviye olan tozdan-korunmuşluk (dust-protected) ise yalıtkan tozlu ortamlarda ve sadece Bölge-22 bölgesinde uygulanmaktadır.

11. pD-tipi basınçlı koruma

Bu koruma tipi, p-tipi korumanın prensiplerine dayanmaktadır. pD-tipi korunmuş bir ekipman sadece Bölge-21 ve Bölge-22 de kullanılabilir, Bölge-20 de kullanılamaz.

12. iD-tipi kendinden emniyetli koruma

Tozlu ortamlara özgü bir koruma tipi olan iD-tipi koruma, gazlı atmosferlerin korunma yöntemlerinden olan i-tipi korumaya oldukça benzemektedir.

13. mD-tipi kapsüllü koruma.....

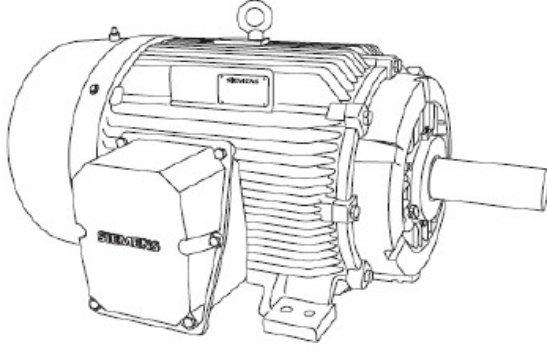
mD-tipi koruma, IEC 60079-18 standardınca tanımlanan m-tipi korumanın tozlu ortama uygulaması olup sahip olması gereken özellikler IEC 62241-18 standardınca belirlenmiştir. Döküm koruma (moulded protection) olarak ta anılmaktadır.

3.PATLAMA RİSKLİ ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİKSEL AYGITLAR

Patlama riskli ortamlarda kullanılacak elektriksel aygıtlar özel olarak tasarlanmaktadır. Bu aygıtlarda kullanılan koruma yöntemleri, ekipmanın kullanılacağı ortam özelliklerine ve tesisin enerji prensiplerine göre belirlenmektedir. Patlama riskli ortamlarda kullanılan elektriksel ekipmanlar başlıca elektrik motorları, güç/dağıtım transformatörleri, devre kesiciler ve yol vericiler, aydınlatma aygıtları, genel amaçlı ekipmanlar, kablolar ve bağlantı ekipmanları ve diğer yardımcı aygıtlar olarak sıralanabilir.

Elektrik motorlarının büyük çoğunluğu Bölge-1 patlama riskli ortamlarda kullanılır ve bundan dolayı patlama riskli ortamda kıvılcım oluşmasını önlemek için yardımcı önlemler alınmalıdır. Büyük makinelere uygulanabilen dört çeşit koruma tipi mevcuttur. Bunlar e-tipi 'artırılmış emniyetli', d-tipi 'alev-sızdırmaz', p-tipi 'basınçlı' ve n-tipi 'ark çıkarmaz' dır. 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.

Ex-d tipi korunan motorun gövdesi I.grup gazlarda 10 atmosfer, II.grup gazlarda ise 15 atmosfer statik basınca dayanıklı olmak zorundadır. Bu ise motorun ağırlığını artırır. Pompalar, fanlar, bloverlar, eziciler, konveyör sistemleri, miller, vinçler ve diğer ex-proof motor uygulama gerektiren işletmelerde alev-sızdırmaz motorlar kullanılır. Bazı uygulamalarda ise motor d-tipi ve e-tipi korumanın her ikisini de içermek durumundadır. Daha ziyade Alman imalatçılar tarafından tercih edilen bir yöntemdir. 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.



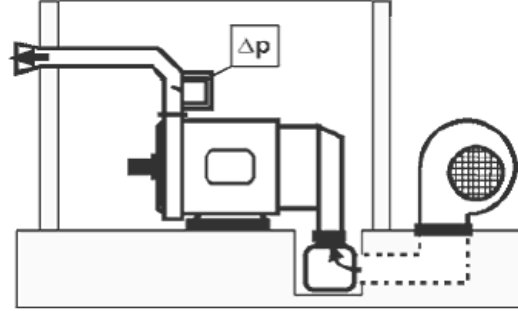
Şekil 2. Patlama Riskli Ortam İçin Dizayn Edilmiş Motor

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 sargılarının daha itinalı, izolasyon sınıfının yüksek ve termistörlerle korunmuş olması gereklidir. Sargıların yanmasını ve dolayısı ile herhangi bir kısa devreyi önlemek için sargılar içine termistör yerleştirilir. (Şekil 2’de görüldüğü gibi)

Bunun dışında e-tipi korunan motorlarda gövde, d-tipi korumadaki gibi dayanıklı olmak zorunda değildir ancak TS EN 50019 standardında belirlenen bir darbe deneyine dayanmak zorundadır. Ayrıca, En az IP55 seviyesinde yabancı cisim girişine karşı korunmuş olmalıdır. Yağmur suyuna karşı dayanıklı olmalıdır, yani motor dış ortam koşullarında çalıştırıldığında içersine su girmemelidir. Bu ise belli seviyede bir contalama ön gördüğünden motoru pek de ucuz kılmamaktadır. Unutulmaması gereken diğer bir nokta ise, iletkenler arası mesafe ve yalıtkanlara uzaklık standartlarda belirlenen mesafelerden az olmamalıdır. Bununla beraber sargı telleri ve kullanılan vernik izolasyon ve ısıl yönden dayanıklı ve kaliteli olmak zorundadır.

Elektrik motorlarında p-tipi basınçlı koruma, Ex-e tipi korumanın mümkün olmadığı ve Ex-d tipi korumanın da çok külfetli olduğu hallerde

uygulanmış bir yöntemdir. İri cüsseli büyük ve fırçalı motorlarda uygulanır. Üfleme mekanizması motorun soğumasına da yardımcı olacağından bazı avantajları da vardır. Fakat yine de en son akla gelen bir uygulamadır. Çünkü pahalı ve üfleme sisteminin ayakta tutulması ve bakımı nedeni ile işletme giderleri yüksektir. Büyük motorlarda tercih edilir. Son zamanlarda bazı şalt istasyonu gibi komplike tesislerde Şekil 4’de gösterildiği gibi uygulanmakta ve ekonomik olmaktadır. Gaz kaçaqları sürekli üfleme ile karşılanmakta ve Ex-p tipi korunan tesis sürekli temiz tutulmaktadır. Herhangi bir basınç düşümünde korunan sistemin elektriği kesilerek tehlike önlenmektedir. Ex-p tipi korunan motorun bu gibi basınç ve gaz ölçü sistemleri kendinden emniyetli i-tipi olmak zorundadır.

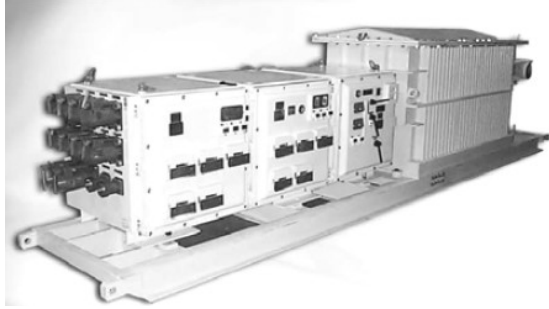


Şekil 4. Komplike tesis

Sürekli çalışan üfleme sisteminin yanı sıra bu gibi özel ölçü sistemleri Ex-p tipi koruma yöntemini pahalandırmaktadır.

Tozlu ortamda hangi motorun kullanılacağına karar verirken, muhtemel patlamayı önlemek için ortamdaki tozun patlama sıcaklığını bilmek önemlidir. Dağınık bulut halindeki tozlu ortamın patlama sıcaklığı, kullanılacak olan motorun etiket değerinde belirtilen değerden en az 1/3 katı daha fazla olmalıdır. 5 mm tabaka halinde bulunan tozlu ortamlarda ise patlama sıcaklığı değeri motor sıcaklık değerinden asgari 75 °C daha fazla olmalıdır. Toz tabakasının normal çalışma boyunca 5 mm’yi geçmemesini sağlamak ve izlemek tamamen kullanıcının sorumluluğu altındadır.

Yüzey sanayi olarak tanımlanan kimya ve petrol sektöründe güç transformatörlerini patlayıcı ortamdan izole etmek mümkündür. Transformatör patlayıcı ortamın teşekkül ettiği bölgenin çok daha uzağına yerleştirilerek, enerji buradan kablo ile nakledilmektedir. Bu nedenle ticari piyasada, madenler dışında ex-proof transformatöre rastlanmamaktadır. Grizulu madenlerde ise, buna her zaman imkân yoktur. Küçük madenlerde, dışarıdan doğrudan enerji iletilebilirse de uzun yer altı tünelleri bulunan madenlerde Şekil 5’de verilen ex-proof transformatörlerin kullanılması zorunludur.



Şekil 5. Ex-Proof Transforömötör.

Transformatörler yapıları icabı normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları halde hemen tamamı d-tipi korunmuş basınca dayanıklı mahfaza içersine yerleştirilirler. Bu ise transformatörün ağırlığını ve maliyetini artırır. Normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları için e-tipi korunabilecekleri aklı gelirse de hiçbir ülkede buna müsaade edilmemektedir. Elektrik motorlarında, Alman uzmanlar e-tipi korumaya müsaade ettikleri halde, transformatörlerde böyle bir uygulamaya geçit vermemektedirler. Sebebi transformatörlerin patladığında çok tehlikeli olmaları ve genelde sürekli gözetimde olmalarıdır. Motorlarda ise, çoğunlukla işletici motorun yanı başındadır ve motor güçleri de transformatörler kadar büyük

değildir. Bazı transformatörlerde, o-tipi yağlı koruma uygulanmaktadır. Resmen yasak olmamakla birlikte yağlı korunmuş transformatörler piyasaya sürülmemektedir. Kumla korunmuş q-tipi transformatörler de mevcuttur. Daha ziyade Fransa’da yaygın olup günümüzde pek rastlanmamaktadır. Günümüzde yağlı trafo yerine kuru tip (reçineli) trafoların kullanımı yayılmaya başlamıştır.

Devre kesici ve yol verici gibi şalt cihazları normal çalışmaları icabı ark çıkaran aletlerdir. Bu nedenle ancak d, p, veya o-tipi korunabilirler. En yaygın uygulama d-tipi koruma şeklidir. o-tipi korumadan günümüzde kaçınılmaktadır. Tıpkı dağıtım transformatörlerinde olduğu gibi, yağlı aletler patladığında çok daha fazla hasara neden oluşturmaktadır.

Bunlara ek olarak de-tipi koruma da son günlerde 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. Ancak tamir ve bakım esnasında dokunulmaları gerekir ki, bu hallerde de elektrik kesilmeden çalışamaz. Bu yöntem şalt cihazlarını biraz daha hafif ve ucuz hale getirmektedir. İşletme şartları hafif ve nemi az olan diğer yüzey sanayi kollarında ise yalnızca ark çıkaran kısmın d-tipi korunması, diğer kısımların ise toz ve neme karşı korunmuş olması yeterli görülmektedir. Bu tip aletler daha hafif ve kullanışlı olmaktadır. Bu durumda şalterlerin ark çıkaran kontak kısmı d-tipi diğer kısımları da e-tipi korumaya alınmaktadır. Genel olarak, II.Grup gazlı ortamlarda, şalt cihazları patlayıcı sahanın dışına alınır veya araya duvar çekilerek patlayıcı maddelere karşı engel oluşturulur. Yani II.grup gazlı ortamlarda ex-proof şalterlere motorlar kadar ihtiyaç duyulmaz.

Patlama riskli ortamlarda kullanılan çok değişik cinsten aydınlatma armatürleri mevcuttur. Bunların her birine uygulanacak koruma yöntemleri de farklıdır. Akkor flamanlı ampuller normal çalışmaları icabı ark çıkarmazlar. Patlayıcı ortamı tehlikeye düşüren, flamanın 2000°C’ yi aşan ısı ve ampulün cam yüzeyinin sıcaklığıdır. Flaman sıcaklığının sorun teşkil etmemektedir. Ampul kırıldığında flamanın

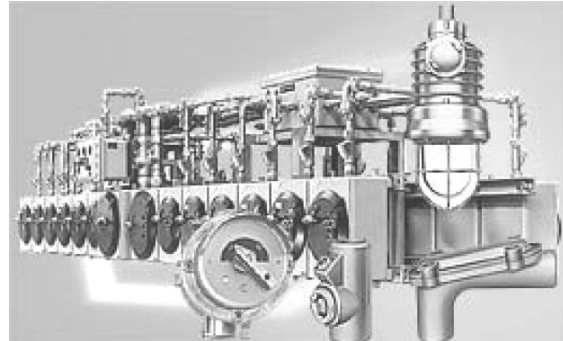
hemen soğuyarak patlamaya neden olmadığı deneylerle ispat edilmiştir. En önemli sorun ampulün cam yüzeyinin ve duyu kenarlarının yüzey ısısıdır. Bu ısıyı azaltmak için ampulün biraz daha büyük imal edilmesi yeterli olmaktadır. d-tipi korunmuş akkor flamanlı armatürlerde, bu tip korumanın gereği olan basınca dayanıklı muhafazayı bir cam fanus oluşturur ve ampul bu fanus içerisine yerleştirilir. Bu cam 10 veya 15 atmosfer statik basınca ve ayrıca darbelere dayanıklı olarak imal edilmiş olmalıdır. Ampul değiştirmek için elektriğin kesilmiş olması gerekir. Bu tip armatürlere, piyasada mevcut ve konutlarda kullanılan ticari ampuller takılabilir. Özel fanus imali yerine özel ampul imal edilirse e-tipi koruma uygulanabilir ve armatör daha ucuza imal edilebilir. Ampul biraz büyüğe imal edilerek yüzeyin genişlemesi ve böylece yüzey sıcaklığının düşmesi sağlanır. Bu durumda cam fanusun basınca dayanıklı olması gerekmez, sadece darbelere karşı önlem alınması yeterlidir. Bunun için cam fanusun üzerine bir çelik ızgara geçirmek yeterli olmaktadır. Ayrıca toz ve neme karşıda önlem alınmalıdır. Özel ampul dolayısı ile, bu tip armatürler pek kullanım sahası bulamamıştır.

Floresan lambaların normal çalışmalarında ark çıkaran kısmı starterleridir. Akkor flamanlı lambalarda olduğu gibi tüpün yüzey sıcaklığı da sorun teşkil etmektedir. Starterin özel korumaya ve floresan tüpünde basınca ve darbelere dayanıklı özel bir tüp içerisine konulması gerekir veya özel bir floresan tüp imal edilerek starter ve yüzey sıcaklığı sorunu ortadan kaldırılabilir.

Cıva buharlı armatürler, akkor flamanlı armatürlerde olduğu gibi ampul, basınca dayanıklı cam bir fanusa konulurken, starter ayrı bir metal kaba yerleştirilmektedir. Armatürün üst kısmı d-tipi korunmuş, starter gövdesini ve altında cam fanusa yerleştirilmiş olan cıva buharlı ampülü oluşturur.

Bu yönü ağır ve dolayısı ile pahalıya mal olduklarından pek yaygın değildirler. Floresan ampullerde olduğu gibi starter gerektirmeyen cıva buharlı ampullerde e-tipi koruma tatbik edilebilir. Daha hafif olmalarına rağmen özel ampule ihtiyaç duyduklarından pek ucuza mal olmazlar. Bu nedenle yaygın kullanım alanı bulamamışlardır.

Kablolar yapıları icabı normal çalışma şartlarında ark çıkarmazlar. Ancak herhangi bir nedenle kopar veya kasten kesilir ise ark çıkarabilirler. Patlama riskli ortamlarda kullanım için koruma olarak, kablolarda iki çeşit önlem alınır. Birincisi dış kılıfın zırlı yapılarak kesilme, kopma ve ezilmenin korunması, ikincisi de yanmanın önlenmesidir. Standartlar, ex-korumalı sahada hiç yanmayan tip silikon kablo şartı koşmamaktadır. Sadece yandıklarında alevi iletmeyecek yapıda olmaları, başka bir deyişle yanmayı geciktirici (fire retardant) olmaları yeterli görülmektedir. Kablolar ex-proof cihazlara bağlanırken, cihazın ex-proof özelliğini bozmamalıdır. Bu nedenle ex-d tipi cihazlar, ex-proof sertifika tip deneylerinde kablo başlığı ve bağlı kablo örneği ile beraber denenmektedir. Kablo girişi ayrı bir bölme olarak tasarlanır. Bu tasarım sonucu alet iri ve cüsseli hale gelse dahi, kullanıcının hata yapacağı ve olayı önemsemeyeceği dikkate alınarak kablo giriş bölmeleri ayrı dizayn edilir. ABD uygulaması ise tamamen farklıdır. Ex-proof olayı bütün algılanarak kablo bağlantısı da ex-d tipi gövde içersinde imiş gibi düşünülür ve bu nedenle borulu (kondiut) bağlantı ön plana çıkmıştır. Aşağıda verilen Şekil 6'de bu sisteme bir örnek verilmiştir.



Şekil 6. Ex-proof Ortam İçin Kablo Dizaynı

Günümüzde yüzey sanayisinde yaygın kullanım alanı bulan ve telefon cihazlarında e-tipi ve i-tipi koruma

uygulanmaktadır. Batarya kısmı e-tipi korunur. Tam otomatik elektronik telefonlarda ise i-tipi koruma uygulanır. Patlayıcı ortamlarda kullanılan telsizlerin tamamı i-tipi korunmuştur. Uzun ve kısa dalga frekansında çalışan tipleri vardır. İhtiyaç ve kullanım şartına göre seçilirler. Örneğin, grizulu yer altı madenlerinde kullanılan çok özel telsiz sistemleri mevcuttur ve bunlar harici şebekede çalışmazlar. Cep telefonlarının da i-tipi korunmuş tipleri imalatçı firmalarca piyasaya sürülmüştür.

Ölçü aletleri özel itina ile kullanıldıklarında ex-koruma gerektirmezler. Patlayıcı ortamdaki bir panonun kapağını açıp gerilim veya akım ölçmenize normalde müsaade edilmez. Gerilimi kesmeniz gerekir. Arıza takip ediliyor ve gerilim altında çalışması zorunlu ise, özel önlemler almak gereklidir.

Yukarıdaki elektriksel ekipmanlara ek olarak, ölçülen değerleri toplayan ve bilgisayara aktaran Ex-ia korumalı PLC' ler mevcuttur. PLC' lerin kendinden emniyetli besleme cihazları olup, çoğu kez bu besleme cihazları temiz sahaya yerleştirilerek PLC' ler ve bağlı detektörler uzaktan beslenirler.

4. SONUÇ

İşletmelerde patlama riskli ortamlar için alınan en öncelikli önlem tehlikeli madde kaçağını engellemek ve tehlikeli ortam oluşmasına mani olmaktır. Kaçakların engellenmesinin diğer bir amacı ise verimin düşmesini önlemektir. Çünkü hammadde kaçağı işveren için maddi kayıp teşkil etmektedir. Ancak işletme şartları gereği kaçağın önlenmesi kaçınılmaz ise, bu durumda ortamdaki ateşleme kaynaklarını ortamdaki uzaklaştırmak gereklidir. Örneğin motor, pompa, transformatör gibi elektrikse cihazlar patlama riskli ortamın uzağına yerleştirilerek bu ekipmanlar kablo veya boru sistemi ile ilgili komponentlere bağlanır.

İşletme tesisinde yer sıkıntısı var ise veya çalışma koşulları gereğince ateşleme kaynağı teşkil edecek bileşen riskli ortamdaki uzaklaştırmıyorsa bu durumda yukarıda bahsedilen ex-proof ekipmanlar kullanılmalıdır.

Bazı tesislerde, Amerikan uygulaması etkisi ile, ekipman bağlantılarında kondiut yani boru sistemi kullanıldığı görülmüştür. Boru sisteminde tüm bağlantı elemanları ve kablolar metal borular içerisinden geçirilerek tesis içerisinde çıplak kablo ve bağlantı noktaları bulunmasının ve buna bağlı olarak patlama riski oluşumunun engellenmesi amaçlanmaktadır. Ancak son yıllarda, gelişen kablo teknolojileri sayesinde riskli ortamlarda güvenle kullanılacak zırlı ve yanmaz özellikli kabloların imalatı ile hantal yapıları boru sistemi kullanımına rağbet giderek azalma göstermiştir. Gerek Avrupa Birliği uyumu gerekse de boru sisteminin maliyetinin yüksek ve işçiliğinin zor olmasından dolayı günümüzde kablo ile bağlantı sistemine geçiş yapılmaktadır. Bu sistemde yanmaz özellikli zırlı kablolar, özel seçilmiş ex-proof özellikli kablo rakorları ile ilgili aygıta bağlanır. Hatta bu kablolar yer altına döşenerek çalışma ortamında ferah bir atmosfer sağlanarak havalandırmanın etkisi artırılmaktadır. Kablo montaj işlemi hem maliyeti düşük, hem işçiliği kolay bir uygulama olmakla beraber, ortamdaki boru kalabalığını kaldırdığı için çalışma ortamında patlayıcı gaz veya buhar birikmesi önler. Buna bağlı olarak atmosferdeki patlama tehlikesi azaltılmış olmaktadır.

Verilen örnekler sanayi kollarında sıklıkla karşımıza çıkabilecek ihtiyaçlara hitap etmektedir. Ancak Türkiye' de patlama riskli ortamların önemi son günlerde anlaşılmaya başlanmıştır. Ne yazık ki işverenlerimiz benzer bir kaza yaşanmadan bu önlemleri almamaktalar. Bu çalışma ile, ilgili sanayi dallarında çalışan meslektaşlarımızın bilgilendirmesi ve patlama riskli ortamlarla ilgili bilincin yaygınlaşması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

1. BOZAN, E. , ‘‘ Patlama Riskli Ortamlarda kullanılacak Ekipman seçimi ve patlama korumalı (ex-proof malzemeler) ‘‘ , Yüksek Lisans Tezi, 2008 .
 2. SARI, M.K. , ‘‘ Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Elektrik Aygıtları ve Patlayıcı Ortamlar Hakkında Genel Bilgi’’, *Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları*, 2004.
 3. STAHL, ‘‘ Patlayıcı Ortamlar Personel Eğitim Notları ‘‘, 2006.
 4. TÜPRAŞ, ‘‘ Patlayıcı Ortamlarda Çalışmalarda Güvenlik Eğitim Notları ‘‘, 2008.
 5. ÖZBAY, H.,’’Tehlikeli Bölgede Güvenlik (Intrinsic Safety)’’,I.Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi ,1999.
 6. EMO,’’Güvenlik ve Koruma Sınıfları’’,Eğitim Notları 2007.
 7. WEG, low Voltage Hazardous Area Motors’’,Ürün teknik dökümanı, 2004.
-