

Patlayıcı Ortamlarda Elektrik Şebekesi ve Elektrik Tesisatı Tasarım ve Kurulumu

Electrical Network in Explosive Atmosphere and Planning, Selection, and Erection Electrical Equipment in Explosive Atmospheres

Yazan

Elektrik Yük.Müh. M. Kemal SARI

E-Posta : kemalsari45@gmail.com veya kemal.sari@emo.org.tr

Türkiye Taşkömürü Kurumundan emekli

Autor:

Dipl. Ing M.Kemal SARI

e-mail: kemal.sari@emo.org.tr

Retired from Turkish Hard Coal Enterprise

ÖZET:

Aşağıdaki yazımızda patlayıcı ortam elektrik şebekelerinin tasarım esasları izah edilmekte ve bu şebekelerin kurulumunda nelere dikkat edileceği cihaz bazında detaylıca açıklanmaya çalışılmaktadır. Ayrıca koruma tiplerine göre ilaveten ne gibi önlemler alınması gerektiği ve mekanik aksamlarda da nelere özen gösterileceği belirtilmektedir.

Abstract

In this letter we explain how to design, select and install electrical equipment in explosive atmosphere. We also explain additional requirement for different type of electrical and mechanical apparatus by the erection in explosive atmospheres.

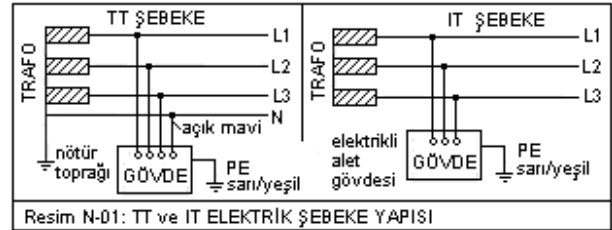
1.0. ŞEBEKE TASARIMI

1.1 MADENLER, GRUP I

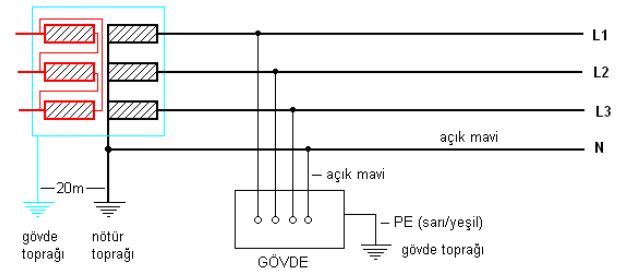
Patlayıcı ortamlarda elektrik şebekesinin nasıl tasarlanacağı ana hatları ile IEC 60079-14 de yazılıdır. Bu standart grizulu yer altı madenlerini kapsamaz. Madenler için geçerli bir standardın varlığı tarafımızdan bilinmemektedir. Dünyada ve Türkiye'deki yaygın ve olması gereken uygulama usulleri aşağıda izah edilmeye çalışılmıştır.

Grizulu maden ocaklarında Dünyada yaygın uygulanan elektrik şebekesi IT şebekedir. Bunun anlamı şekil "N-01" de görüldüğü gibi transformatörlerin nötrünün izole edilmiş olmasıdır. Bu seçimin nedeni ise, her hangi bir toprak kaçağı anında yüksek akım doğmasını önlemek veya diğer bir söz ile

toprak kaçak akımını sınırlamaktır. Her ne kadar arıza anında elektrik kısa zamanda kesiliyor ise de yüksek akımların bu kısa zamanda grizu (metan) gazını patlatabileceği kesindir. Fakat, mili amper seviyesindeki bir kaçak akımı gazı patlatmaya fırsat vermeden kesmek çok daha olasıdır. Çünkü IT şebeke faz toprak kısa devresinde mili amper seviyelerinde çok düşük akımlar akmaktadır. Çok düşük akımların kendinden emniyetli tabir edilen ve konumuz olmadığı için detayına (IEC 60079-11) giremeyeceğimiz bir yöntem ile güvenli hale getirilmesi mümkündür.



Resim N-01: TT ve IT ELEKTRİK ŞEBEKE YAPISI

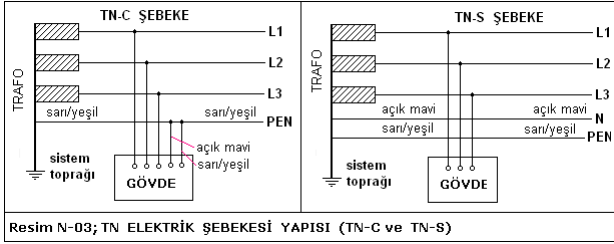


Resim N-02: TT ELEKTRİK ŞEBEKESİ TOPRAK YAPISI

Elektrik şebekesi denince akla bir trafo ve bu trafodan yayılan kollar (elektrik dağıtımı) akla gelir. Konunun anlaşılabilmesi için Türkiye'de elektrik dağıtım kuruluşlarınca (TEDAŞ) uygulanan TT ve TN şebeke uygulamaları resim "N-02" ve

“N-03” de gösterilmiştir. Elektrik Mühendislerince TT şebeke yapısı bilinen bir gerçek olmakla birlikte, yaygın olmayan IT şebekeye, hastane ameliyat haneleri ile grizulu maden ocaklarında dışında pek rastlanma maktadır. Grizu gazı içermeyen diğer madenlerde ise yer üstü elektrik şebekesinin aynıysa tatbik edilmektedir.

TT şebekede transformatörün nötrü ve gövdesi ayrı ayrı noktalarda toprağa bağlanmakta ve arada en az 20 m mesafe bırakılması istenmektedir. Burada maksat nötr ile toprak arasında en az 1 Ohm kadar bir direnç olmasını sağlamaktır. Böylece bir toprak kaçağı anında akım sınırlanmakta ve 400 Volt bir şebekede toprak kaçak akımı 230 Amperi geçmemektedir. Böylece kesicilerin kesme gücü makul seviyelerde kalmakta ve kaçak anlarında kesiciler parçalanmamaktadır.



TN şebekelerde nötr ile gövde doğrudan bitişik olduğu için kaçak anında çok yüksek akımlar akmaktadır. Bu akımlara dayanabilecek kesicilerin (termik manyetik şalter =TMŞ) kesme kapasiteleri yüksek dolayısı ile iri yapılı ve pahalı olmaları dezavantajlarıdır. Resim “N-03” deki gibi TN-S şebeke kullanılır ise artık akım koruması çalışacağından kullanımı daha elverişli hale gelmektedir. TT şebekenin kötü tarafı ise teorisinde olduğu gibi toprak ile nötrün ayrı kalmasını sağlamanın zorluğudur. Kullanıcının nötr ile toprak hattını birleştirmesi (sıfırlama yapması) önlenememektedir. Trafo tek bir kullanıcıya ait ise TT şebeke sorunsuz uygulanabilir.

Türkiye’de izoleli şebeke Devlet işletmelerinde ve Devletin devralınan büyük özel sektör madenlerinde görülmektedir. Özel kömür madenlerinin hemen tamamı alev sızmaz elektrik ekipmanı kullanmadığı gibi grizulu ortam şebekeleri de emniyetli değildir. Şebeke yapısı yönetmeliklere aykırıdır denilemez. Çünkü herhangi bir yönetmelikte “grizulu madenlerdeki elektrik şebekesi izoleli olacaktır” gibi bir ibare bulunduğu tarafından bilinmemektedir. 1473 sayılı iş yasasına göre, 1984 yılında yayınlanan “maden emniyet nizamnamesi” nde bu yönde bir ifade yoktur.

Küçük madenlerin, isteseler dahi izoleli şebeke uygulamaları pek kolay değildir. Çünkü:

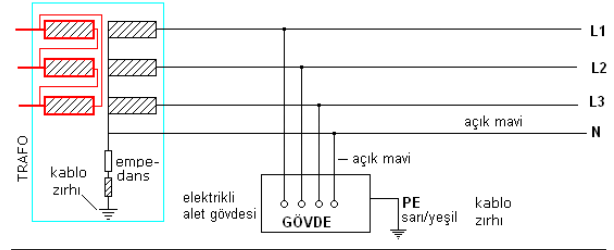
- 1) Yer üstü ve yer altı şebekesi aynıdır. Yer üstünde bulunan bir trafodan tüm işletme beslemektedir
- 2) İzoleli şebekenin koruma yöntemi farklıdır. Yerli piyasada uygun kesici bulma şansı yoktur. İthal kesicilerin mali yükünü kaldıracak güçte değildirler. Aynı şekilde alev sızmaz ekipman maliyetini de kaldıracak güçleri yoktur.

1.1.1 İZOLE ŞEBEKEDEN KORUMA YÖNTEMLERİ

Elektrikte bilinen üç koruma yöntemi vardır: aşırı yük, kısa devre ve toprak kaçağı. Aşırı yüke karşı koruma termik röleler

ile yapılmaktadır. Çoğu devreler elektronik olduğu için ölçülen akım değeri ayarlanan değeri belli bir süre geçtiğinde elektrik kesilmektedir. Toprak kaçağı durumunda ise trafonun nötrü izoleli olduğu için toprağa karşı bir akım akmayacaktır. TT şebekede olduğu gibi aşırı akım yöntemi ile toprak kaçağı durumunda kesiciyi açtırmak mümkün değildir. Çünkü kesicinin duyargaları bir akım algılamamaktadır ve gerçekte de toprağa karşı akan bir akım yoktur. Bu durum grizuyu patlatmayabilir. Fakat insanlar için tehlikesizdir denilemez. İnsan vücudu çok küçük akımlardan etkilenir. Ayrıca toprak kaçağı tesisin çalışmasını durduracağından algılanarak bertaraf edilmelidir. IT şebekede toprak arızası izolasyon ölçümü ile belirlenir. Özel izolasyon röleleri ile faz toprak arası direnç sürekli izlenir. İzolasyon direnci belli bir seviyenin altına indiğinde tesis durdurulur. Direnç 25 kΩ’ma geldiğinde 1.uyarı, 15 kΩ’a geldiğinde ise ikinci uyarı verilir. 10 kΩ’da kesiciye aç komutu gider ve elektrik kesilir. Bu tip tesislerin en büyük dezavantajı küçük izolasyon zayıflamalarında tesisi durdurmaları ve arıza yerinin bulunmasının kolay olmayışıdır.

Alman kömür madenlerinde çoğunlukla izolasyon direnci ölçme metodu kullanılır. İngiliz madenlerinin bir kısmı ile Türk madenlerinde toprağa akan akımı (kaçak akım veya artık akım) sınırlı şebeke uygulanmaktadır. Resim “N-01” de görülen çıplak nötr hattına resim “N-04” de görüldüğü gibi bir empedans bağlanmıştır. Bu empedans kaçak halinde toprağa akan akımı sınırlamaktadır.



Resim N-04: YARI İZOLELİ, NÖTRÜ YÜKSEK DİRENÇLİ IT ŞEBEKENİN UYGULANMASI TTK (Türkiye Taşkömürü Kurumu)

TTK (Türkiye taşkömürü Kurumu) ve Ankara-Çayırhan özel sektör madenlerinde uygulanan bu yarı izoleli şebekede trafonun nötrü çıplak değildir. Üzerinde toprak kaçağı durumunda akımı 750mA e sınırlayan bir empedans mevcuttur. Bu tip şebekeye “nötr dirençli TT şebeke” de denilebilir. Koruma devreleri 100 mA’ e ayarlanmıştır. Her hangi bir kaçak veya izolasyon zayıflaması durumunda, 100mA kaçakta elektrik kesilmektedir.

1.2. DİĞER SANAYİ KOLLARI GRUP II ve GRUP III

Maden dışında patlayıcı ortam bulduran petrol ve kimya sanayi gibi diğer sanayi kollarında uyulması gereken kurallar IEC60079-14 de yazılıdır. IEC uluslar arası bir kuruluş olduğu ve yaptırım gücü olmadığı için bu standart tavsiye niteliğindedir. Ulusal kuruluşlar isterler ise bu standarda mecburi uyum zorunluluğu getirebilirler. Türkiye’de ise mecburiyet yoktur.

IEC 60079-14 ün 3.sürümü IEC tarafından 2002 yılında yayınlanmış ve bu sürüm 2008 yılında TSE tarafından TS EN 60079-14 adında Türkçe olarak yayınlanmıştır. Türkçede patlayıcı ortamlarla ilgili terimler tam oturmuş olmadığından

yalnız başına tercümesinden faydalanmak okuyucuları yanlış yola sürükleyebilir. Onun için daima İngilizce orijinal ile birlikte ele alınmalıdır. Bu standardın 2007 de yayınlanan 4.sürümünde çok şeyler değiştirilmiş ve özellikle tozlar da kapsama alınmıştır. Kablolı tesisat uygulamasının yanı sıra Kuzey Amerikan borulu uygulamalarını (conduit) kapsayan yeni 5. sürümü de yoldadır, uzmanlarca görüşülmektedir.

IEC 60079-14 de şebeke şekli önerilmemekte, olmaması gereken sakıncalı şebekeden söz edilmektedir. Madde 6.2 de "TN sistem kullanılıyor ise patlayıcı ortamlardaki bölümünün TN-S" olması istemektedir. TN-S şebeke yapısı genel anlamı ile resim N-03 de görüldüğü gibidir. Özetle nötrü ile toprak iletkeni birbirine bağlı diğer bir tabir ile sıfırlanmış şebeke TN-C patlayıcı ortamlarda yasaktır.

Türkiye'de yaygın olan TT şebekede, aşırı akım korumasının yanı sıra artık akım koruması da (kaçak akım) uygulanmaktadır. IEC 60079-14'de TT uygulaması halinde toprak direncinin yüksek olmaması şartı koşulmakta, fakat yüksek toprak direncinin ne anlama geldiği belirtilmemektedir. Artık akım kullanılan şebekelerde bazı uzmanlara göre 1666 Ω (50/30 mA) bile yüksek değildir. Artık akım koruması 300 mA ile sınırlı ise toprak direnci (50/300 mA=) 166 Ω un altında olabilmektedir. Emniyet faktörleri de dikkate alındığında 500mA artık akımda 50 Ω altındaki bir değer karşımıza çıkmaktadır. Bildiğimiz kadarı ile Federal Alman uygulamalarında TT şebekede 50 Ω altı aranmaktadır. Yazımız konusuna girmediği için topraklama tekniğinin detaylarına girilmeyecektir. Dünyanın diğer ülkelerine baktığımızda 5 Ω altındaki bir toprak direnci yeterli kabul edilmektedir. Kısaca TT şebekede 5 Ω üzerindeki toprak direnci yüksek sayılabilir. İdeal toprak direnci ise 1 Ω ve altıdır. TT şebekeden beslenen, tehlike bölgesi 1 de (zone 1) bulunan bir elektrik aletinin toprak direnci 1 Ω altında olmalıdır (artık akım ile korunuyor olmasına rağmen). Patlayıcı ortam elektrik tesisi bulunan bir üretim tesisinde toprak direnci ölçerken bu hususa dikkat edilmelidir. **Özetle şebeke şekli ne olur ise olsun TT uygulamalarında toprak direnci 1 Ohm altında ve TN-S uygulamalarında ise toprak empedansı Z<1 Ohm olmalıdır.**

Normal şebekelerde olduğu gibi çıplak iletken bölümlerine müsaade edilmemekte ve çıplak iletken parçalarının patlayıcı ortam ile teması yasaklanmaktadır. Yalnız bu şart kendinden emniyetli sistemlerde aranmamaktadır. Kendinden emniyetli devre ve şebekeler yazımızın ilerleyen bölümlerinde ele alınacaktır.

İzoleli IT şebeke kullanılması ihtiyaridir. Kullanılıyor ise madenlerde olduğu gibi izolasyon denetimi yapılmalıdır.

Toprak sisteminde eş potansiyel bağlama istenmektedir. Tüm iletken bölümler bir noktada birleştirilmeli cihazlar veya aletler arası potansiyel farkı doğmasına izin verilmemelidir.

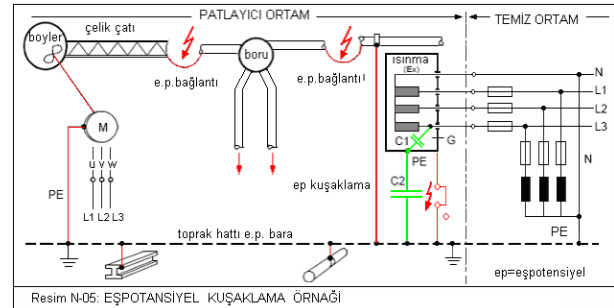
Normal tesislerin aksine, SELV ve PELV gibi çok düşük gerilim bölümleri açıkta olamaz. İnsanı tehdit etmeyen düşük gerilimlerin patlayıcı ortamı tehdit etmeyeceği anlamı çıkarılamamalıdır. Bazı kömür madenlerinde 220 Volt yerine 24 Volt aydınlatma kullanılması gibi uygulamalar çok yanlışır. İnsanı çarpmayan düşük gerilim patlayıcı ortamı gayet rahat çarpabilir.

SELV, insan açısından güvenilir düşük gerilim anlamına gelir ve 50 Voltun altı topraklanmamış şebekelerde SELV sayılır. PELV ise SELV ile aynı anlamda olmakla birlikte, PELV de şebeke topraklıdır. 50 Voltun altında topraklanmış şebekeler PELV sayılır. Bu tip şebekelere kendinden emniyetli devrelerde rastlanmaktadır ve konuya yazımızın ilerleyen bölümlerinde girilecektir. Normal şebekelerde ister SELV isterse PELV olsun patlayıcı ortam açısından bir ayrıcalık tanınmamaktadır.

Tesis kurulumunda tehlikeli bölge tanımlamalarına ve yazımız devamında izah edilecek olan, alet seçimi, tehlikeli bölge tanımlamaları gibi hususlara dikkat edilmelidir. Ayrıca IEC 60079-17 de belirtilen tamir bakım konuları da göz önünde bulundurulmalı, aletler kolayca müdahale edilebilecek şekilde yerleştirilmelidir.

1.3 TOPRAKLAMA ve EŞ POTANSİYEL KUŞAKLAMA

Patlayıcı ortamlarda topraklama diğer ortamlara kıyasla daha itinalı yapılmak zorundadır. Normal tesis topraklamasının yanı sıra eş potansiyel kuşaklama da tesis edilmek zorundadır. Resim N-05 de örnek bir topraklama ve eş potansiyel kuşaklama görülmektedir. Topraklamada gaye arıza (toprak kaçağı) anında koruyucu elemanların (devre kesicilerin) elektrik devresini açarak tahribatın önlenmesidir. Eş potansiyel kuşaklama da ise gaye, arıza anında aletler arası gerilim oluşmasını önlemek veya minimize etmektir. Patlayıcı ortamlarda eş potansiyel kuşaklama merkezi temiz bölgede veya zone 2 sahalarda kurulur. Toprak direnci düşük tutularak arızanın getireceği muhtemel tahribatlar önlenmeye çalışılır. Konumuz topraklama olmadığından fazla detaya girilmeyecektir.



1.4 YILDIRIMA KARŞI KORUMA

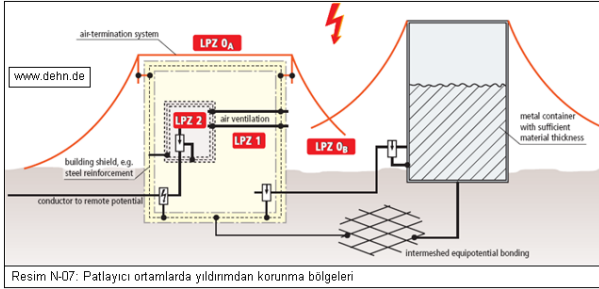
IEC 60079-14 yıldırım ve atmosferik elektriklenmelere karşı önlem alınmasını ve IEC 62305 e uygun paratoner kurulmasını istemektedir.

Yıldırım düşmesi ile çok büyük bir enerji açığa çıkmakta, doğrudan tesise isabet etmese de, elektromanyetik etkisi dahi tehlikeli olmaktadır. Patlayıcı madde depolanan tüm tesislerde paratoner konulması yönetmelikler gereği mecburidir. Patlayıcı tesislerin yıldırımdan korunmaları diğer sanayi uygulamalarından daha itinalı yapılmak zorundadır. Bu sorunun çözümü, bol bol veya kaplama alanı geniş paratonerler kurmak değildir. Tesisin yüksek bölümleri, metalik sivri noktaları, yakalama uçları ile donatılmalı ve gerekiyor ise bazı yerlere direkler dikilerek metal teller ile bir birlerine bağlanmalıdır. Bir fikir vermesi için yazımızda bazı yıldırımdan

korunma tesislerinin resmi verilmiş olup, konumuz olmadığı için fazla detaya girilmeyecektir (bak resim N-06 ve N-09). Yıldırımdan korunmada radyo aktif paratonerler kaldırılmış yerine ise benzeri bir uygulama getirilmemiştir. Yıldırımdan korunmada ana felsefe mümkün olduğunca Faraday kafesi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Önerimiz patlayıcı ortamlarda “yıldırım ve atmosferik etkenlerden korunma tesisini” konuyu bilen uzman kuruluşlara yaptırılması yönünde olacaktır. Yıldırımdan korunma görüldüğü kadar basit değildir. Tesis harap olduktan sonra pişmanlık fayda etmez. Hiçbir önlem almadan yıldırımın tahribatını Tanrının gazabı olarak algılamak doğru bir davranış olamaz.



Resim N-06: Yeni nesil yıldırımlıklar (www.dehn.de)

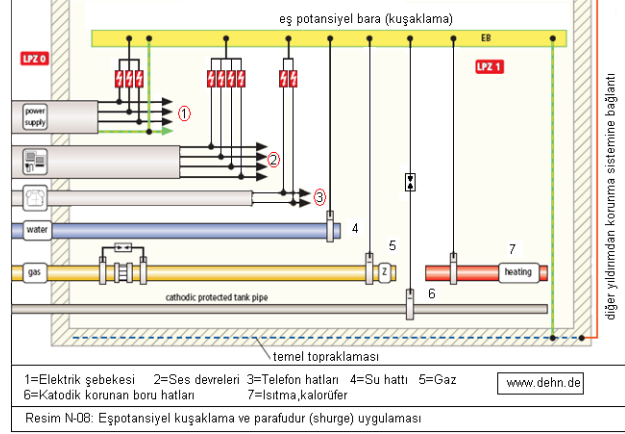


Resim N-07: Patlayıcı ortamlarda yıldırımdan korunma bölgeleri

Paratoner ve yakalama çubukları dışında, elektrik tesisine atmosferik olaylar (şimşek çakması) dolayısı ile yüksek gerilim girmemesi için de tedbir alınır. Kendinden emniyetli devrelerde alçak gerilim (AG) yıldırımlıkları (parafudur) konulması mecburidir. Resim “N-07” de yıldırım etki bölgeleri (yıldırım zonları) görülmektedir. Bu etki bölgelerine göre tesise ani akım darbelerine karşı koruma (parafudur, surge) konulması gerekmektedir. LPZ1 ve LPZ 2 bölgelerden etkilenen elektrik hatlarına konulan transient akım sigortasının değeri daha düşük olabilmektedir. Kısaca yıldırım etki bölgeleri parafudur (surge) seçmemize yardımcı olmaktadır. Açık havada giden telefon hatlarının santral çıkışına yıllardır konulan yıldırım sigortaları bilinen örneklerden biridir. Kendinden emniyetli devrelerde bu gibi korumalar zorunludur. Çünkü KE aletlerin bazıları çok tehlikeli bölgelere yerleştirilmektedir. Yıldırım tehlike bölgesi LPZ 0 sahalarına koruma teli yerleştirilerek yıldırımın etkisi azaltılmaya çalışılır.

Topraklama bölümünde de bahsettiğimiz gibi yıldırıma marşı korumanın bir ayağı da topraklamadır. Patlayıcı ortam bulunduran tesislerde eş potansiyel kuşaklama şarttır.

Resim “N-07” ve “N-08” da örnek eş potansiyel kuşaklamalar resmedilmiştir. Resim “N-08” de değişik tip kablolar ile uygulanacak yıldırım koruma sigortaları (parafudur, surge) sembolize edilmiştir. Güç, ses ve telefon devrelerinde ayrı ayrı alçak gerilim yıldırım sigortaları kullanılır. AG tesiste yıldırım koruma uygulaması konumuz olmadığı için detaya girilmeyecektir.



1=Elektrik şebekesi 2=Ses devreleri 3=Telefon hatları 4=Su hattı 5=Gaz
6=Katodik korunan boru hatları 7=Isıtma,kalorifer
Resim N-08: Eşpotansiyel kuşaklama ve parafudur (surge) uygulaması



Resim N-09: Modern bir tesiste yeni usullere göre yapılan PARATONER yıldırımdan korunma örneği

1.5 STATİK ELEKTRİKLENMEYE KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

Patlayıcı ortam tesislerinde statik elektriklenmelere karşı önlem alınması zorunludur. ATEX 137 madde 6-b de bu konuda işverenin tedbir alması istemektedir. IEC 60079-14 tavsiye niteliğinde olmakla birlikte, IEC 60079-0’da statik elektriklenme ile ilgili kısıtlayıcı maddeler (madde 7.4) mevcuttur. Bu standart ise patlayıcı ortamlarda kullanılan aletleri kapsamakta, tehlikeli ortamda bulunan diğer yapı parçalarından söz etmemektedir.

Statik elektrik sürtünme ve hava akımı gibi olaylar sonucu yalıtkan maddelerin yüzeylerinde serbest elektronların toplanması sonucu oluşan bir fenomendir. Her hangi bir şekilde yalıtkan yüzeylere biriken elektronlar iletilebildiği veya toplanmaları önlenmediği takdirde statik elektrik sonucu ark olayı yaşanmaz. Bu olaylarda birinci etken havanın nemidir. Nemli hava elektronları ileticeğinden yalıtkan yüzeylerdeki elektron birikmesi oluşmaz. Kuru hava ise elektriklenme için bire birdir. Bu konuda kesin bir nemlenme sınırı yoktur. Genellik ile bağlı nem %85 in üstünde ise statik elektriklenme yaşanmaz. Bazı hallerde %65 nem elektriklenmeyi önlemeye yetmektedir. Statik elektriklenmeyi çözmenin yolu anti statik malzeme kullanmaktan geçer. Anti statik malzemelerin ana

özelliği yüzey dirençlerinin düşük olmasıdır. Bu sayede yüzeye biriken elektronlar iletilerek birikmeden dağılmış olur.

Belli incelikteki boya tabakalarının elektron biriktirmesini altlarındaki metal tabaka önlemektedir. Bu maksatla IEC 60079-0 exproof malzemelerin boya kalınlıklarına sınırlama getirmiştir. Metal yüzeylere atılan boya kalınlıklarının grup IIA ve IIB aletlerde 2 mm den kalın olması yasaklanmaktadır. Aynı konu IEC 60079-14 de patlayıcı ortamda bulunan tüm yapı parçaları için istenmektedir. Grup IIA ve IIB ekipman bulunduran ortamlardaki yapı parçalarının boya kalınlıkları 2 mm den fazla olamaz. Grup IIC hidrojen grubu ortamlarda ise çok daha ince boya (0,2 mm) kalınlığı ön görülmektedir. Bu kadar ince boya pek koruyucu da olmayabilir. Bizce en doğrusu IIC hidrojen grubu ortamlarda mümkün olduğunda boyasız, galvanizli veya paslanmaz yapı malzemeleri kullanılmasıdır.

Patlayıcı ortamlarda kullanılan metal olmayan malzemeler anti statik olmak zorundadır. Anti statik malzemelerin ana özelliği yüzey direncinin $10^9 \Omega$ altında olmasıdır. Bu direncin ölçümü basit değildir, standartların ön gördüğü bir yöntem ile belirlenir, basit bir avometre ile ölçülemez. Özel yüzey direnci ölçü aletleri mevcuttur.

Statik elektriklenmeye karşı iki şekilde önlem alınmaktadır. Birincisi tesiste iyi bir topraklama ve eş potansiyel kuşaklama yapılması, ikincisi ise anti statik malzeme ve giysi kullanılmasıdır. Çalışanlara antistatik elbise kullandırmak pratikte pek kolay uygulanan bir konu değildir. Suni maddeden yapılmış elbiselerden kaçınılmalı, pamuklu ve keten oranı yüksek elbiseler tercih edilmelidir. Özellikle suni yün ve suni madde oranı yüksek olan kazak süveter gibi elbiseler asla kullanılmamalıdır.

Yüzey direnci yüksek olmasına rağmen yalıtkan yüzeyler çok geniş değil ise ve altlarında iletken metal veya etrafında metal çerçeve var ise biriken elektronlar bu metaller tarafından çekilerek nötralize edilmektedir. Bu nedenlerle IEC 60079-0 anti statik olmayan plastik maddelerin belli ölçülerde aletlerin dış kısımlarda kullanılabilmesine olanak tanımaktadır.

AZAMI AÇIK YÜZEY MİKTARI IEC 60079-0 Tablo 6				
Grup I	Grup II teçhizatları			
	Koruma seviyesi	Grup IIA mm ²	Grup IIB mm ²	Grup IIC mm ²
	EPL Ga	5.000	2.500	400
	EPL Gb	10.000	10.000	2.000
	EPL Gc	10.000	10.000	2.000

AZAMI ÇAP veya KALINLIK IEC 60079-0 Tablo 7				
Grup I	Grup II teçhizatları			
	Koruma seviyesi	Grup IIA	Grup IIB	Grup IIC
	EPL Ga	3 mm	3 mm	1 mm
	EPL Gb	30 mm	30 mm	20 mm
	EPL Gc	30 mm	30 mm	20 mm

Aşağıdaki tabloda IEC 60079-0 da müsaade edilen düz ve dairesel yüzey alanları görülmektedir. Buradan çıkan sonuç, suni maddelerin aletlerde kısmen ve parçalar halinde kullanılmasının tehlikeli olmayacağı yönündedir. Patlayıcı ortam tesislerindeki yapı malzemelerinin örneğin kapı ve pencere gibi plastik doğramaların yüzeyleri de aşağıdaki tabloya uygun

olmalıdır. Bu tablodaki yüzeyler çok küçüktür. En büyük yüzey 10.000 mm² dir ki, 10x10 cm lik bir kareye eşdeğer gelmektedir. Buna göre patlayıcı ortam tesislerinde plastik doğrama kullanılması olası değildir.

Müsaade edilen azami boya (metal olmayan kaplama) kalınlıkları IEC 60079-0 Tablo 8				
Grup I	Grup II teçhizatları			
	Koruma seviyesi	Grup IIA	Grup IIB	Grup IIC
	EPL Ga	2 mm	2 mm	0,20 mm
	EPL Gb	2 mm	2 mm	0,20 mm
	EPL Gc	2 mm	2 mm	0,20 mm

Grup III tozlar IEC 60079-0'daki tablo 6, 7 ve 8'e dahil edilmemiştir. Çünkü tozların iletken olanı da bulunmaktadır ve ayrıca tozlar kendileri de statik elektrik taşımaktadırlar. Yalıtkan tozlu ortamlarda (grup IIB) 500 mm² den büyük plastik yüzey arzu edilmemekte ve harici gövde parçasının da 8 mm den kalın olması halinde anti statik yapıda olması gerekmektedir.

IEC 60079-0 da verilen değerler elektrik ve mekanik aletler için olmakla birlikte aynı verileri patlayıcı ortamlarda bulunan yapı elemanları için kullanabiliriz. Örneğin sürekli patlayıcı ortamda bulunan bir çelik kabın veya putrelin boyası 0,2 mm den kalın olamaz. Genellikle silolar ve patlayıcı madde kapları boyasızdır. Boya konusunda hata yapan ve patlama yaşayan kuruluşlar az değildir. Çünkü, elektrikli aletlerin tehlikeli olacağı bilinen bir gerçek olmakla birlikte, masum bir boyanın tehlikeli olabileceği herkesin aklına gelmeyebilir. Ayrıca denetleyiciler de, daha ziyade elektrikli aletlere bakmaktadırlar. Örneğin, toz halindeki kimyasal maddelerin (ilaç) paketlendiği bir silonun hatalı boya sonucu patladığı şahit olduğum olaylardan biridir.

Özetle STATİK ELEKTRİK patlayıcı ortamların GİZLİ ve GÖRÜNMEYEN bir DÜŞMANI gibidir. Sebepsiz yangın olaylarında İtfaiyenin “elektrik kontağı” deyip geçmesi gibi, kaynağı tespit edilemeyen patlamaların tamamı, statik elektriklenme sonucu çıkan ark olayına bağlanmaktadır

1.6 KATODİK KORUMA

Metal parçaları paslanmaktan korumak için kullanılan katodik koruma patlayıcı ortamlarda tehlikelidir değil midir? Çok düşük gerilimler ile çalışan bu yöntem genel anlamı ile tehlikesizdir denilemez. Gerilimin düşük olması insanı çapmaması, patlama açısından güvenli olduğu anlamına gelmez. Özellikle “dış akım kaynaklı katodik koruma” yöntemi akım taşıyan canlı yüzeyler oluşturduğundan ve yerine göre tesise yüksek akımlar pompaladığından kesinlikle tehlike teşkil etmektedir. Tehlike bölgesi 0 olan yerlerde katodik koruma asla uygulanamaz.

Hemen akla, yer altı LPG ve akar yakıt tankları ile akaryakıt boru hatları gelmektedir. Bu tank ve boru hatları katodik koruma yöntemi ile korunamaz mı? Borular rahatlıkla korunabilir. Çünkü boru içlerinde ve etrafında zone 0 oluşma ihtimali çok zayıftır. Tankların iç kısımlarında boş kalan alanlar tehlike bölgesi 0 oluşturmaktadırlar. Bu gibi tanklarda pil yöntemi ile aktif madde kullanılan “galvanik anotlu katodik koruma” yöntemine izin verilmektedir.

1.7 GENEL KONULAR

1.7.1 ACİL DURDURMA, ELEKTRİK KESME, AYIRMA

Patlayıcı ortamın yani tehlikeli bölgenin elektriği temiz bölgede bulunan bir anahtar vasıtası ile kesilebilmelidir. Bu olay benzin ve LPG istasyonlarında uygulanmaktadır. Havalandırma aspiratörü gibi oluşan patlayıcı buharı dışarı atan, genel anlamı ile patlayıcı ortam oluşmasını önleyen tesislerde acil açma sistemi uygulanamaz. Bu gibi aletler jeneratör takviyesi ile elektrik kesildiğinde dahi çalışabilmelidir. Eğer durdurma anahtarı bir şalt cihazının devresine bağlanıyor ise mantar başlı acil durdurma anahtarı kullanılmalıdır. Acil durdurma anahtarı insanların rahatça müdahale edebileceği bir yere konulmalıdır. Rafineri ve Petrokimya tesisleri gibi çok büyük kuruluşlarda, sözü edilen acil durdurma tertibatının anlamı yoktur. Çünkü elektriğin kesilmesi büyük maddi zarar ve ziyana neden olabilir.

IEC 60079-14 madde 8.1 de “patlayıcı ortamı besleyen elektriğin nötr hattı da kesilmelidir” denilmektedir. Bu madde beraberinde bazı uygulama güçlükleri getirmektedir. IEC 60079-14’ün üçüncü (eski) sürümünde böyle bir koşul yoktur. Endüstriyel tesislerde kullanılan elektrik şebekesinde nötr hattı kesilmemektedir ve kullanılan sigorta ve kesiciler üç kutupludur. IEC 60079 -14 madde 8.2 deki yeni açıklamaya göre patlayıcı ortamları besleyen ve patlayıcı ortam içerisinde bulunan otomatik sigorta ve kesicilerin tamamı 4 kutuplu olmak zorundadır. Benzin ve LPG istasyonlarındaki acil stop düğmesine basıldığında elektrik kesilir, fakat nötr hattı kesilmez. Çünkü Türkiye’de kullanılan elektrik şebekesinde 4 kutuplu sigorta ve şalter yoktur ve elektrik şebekesi ile ilgili yönetmelikler nötr hattının kesilmesini şart koşturmamaktadır. IEC 60079-14’e konulan söz konusu bu madde teorik olarak doğru olmakla birlikte pratik uygulaması zordur.

Elektrik devrelerini ve cihazları tamir ederken kolaylık sağlanması maksadı ile her devreye, gruba veya cihaza ayrı ayrı sigorta veya şalter konulmalı, planlama safhasında bu yönden tasarruflu davranılmamalıdır. Ayrıca mümkün ise her devreye ayrı isimler verilerek ayırıcı veya kesiciler üzerine yazılmadığı. IEC 60079-14 de neden bu gibi ikazlar yapılmakta ve detaya girilmektedir, anlaşılamamaktadır. Çünkü bu standart, normal ortamlar için geçerli olan standartların tamamlayıcısı niteliğindedir ve yukarıdaki istek hemen her tesiste uygulanan bir gerçektir.

Çoğunlukla ölçü, kumanda ve kontrol devrelerinde kullanılan kendinden emniyetli aletlerin acil durumlarda elektriklerinin kesilmesi istenmeyebilir. ZONE 0 daki KE devrenin temiz havada bulunan müşterek cihazı Ex-ia özelliğine sahip olmak zorundadır. KE devreyi besleyen cihaz temiz bölgede olduğu için sertifikasız da olabilir düşüncesi ile hata yapılmakta ve sertifikasız alet seçilerek, devrenin kendinden emniyetliliği ihlal edilmektedir. Elektrik kesildiğinde ölçmeye devam etmesi gereken devre veya aletler özel batarya ile beslenmeli ve enerjilerinin devamlılığı sağlanmalıdır.

IEC60079-14 de vurgulanan önemli noktalardan biri de “ZONE 0” dan geçen kablolarda ek yapılmasının yasak olduğu ve izolasyonun sürekli izlenmesi yönündedir. İzolasyon izleme şartı son sürümlerde kaldırılmış, ek

yapılması zorunlu ise, bulunulan ortamın koşullarına göre ek yapılmalıdır denilmektedir.

1.7.2 DOKÜMANTASYON

Tehlikeli ortamlarda kullanılan aletler tehlikesiz ortamlarda kullanılanların uymak olduğu standart ve yönetmeliklere aynen uymak zorundadırlar.

Bir tesisin öncelikle IEC60079-10a göre tehlikeli bölgelerinin (zone 0, 1, 2) tanımlanması gerekir. Elektrikli aletler öncelikle tehlikesiz bölgeye konulmalıdır. Bu olmuyor ise en tehlikesiz bölgeye Zone 2 veya Zone 1 e yerleştirilmelidir.

IEC 60079-14 madde 4.2 ye göre patlayıcı ortamlarla ilgili bir dokümantasyon oluşturulması gerekmektedir. Avrupa ülkelerinde ve dolayısı ile Türkiye’de geçerli ATEX yönetmeliğine göre bu dokümantasyonun oluşturulması zorunludur. Patlayıcı ortamlarla ilgili dokümantasyon tehlikeli bölgelerle ilgili risk analizini içermelidir. Bu analizde zone tanımları yapılmış olacak ve tehlikeli bölgelerde kullanılacak aletlerin özellikleri belirtilmiş olacaktır. Dokümantasyon içerisinde kullanılan aletlerin sertifikaları da bulunmalıdır. Sertifikasız veya imalatçı tarafından verilen deklarasyonu bulunmayan aletler patlayıcı ortamlarda kullanılmaz. Yalnızca kendinden emniyetli devrelerde “pasif cihaz” adı verilen bazı aletler sertifikasız olarak kullanılabilir. Bu aletler nelerdir kendinden emniyetli bölümünde ele alınacaktır.

Bir tesis ilk defa devreye alınırken dokümantasyona önem verilmeli, mümkün olduğunca belgeler toplanarak bir yerde dosyalanmalıdır. Yeni yönetmelikler bu belgelendirme ve dokümantasyon işlerinin bilgisayar ortamında da yapılmasına olanak tanımaktadır.

1.7.3 IEC UYUMLULUK GÜVENCESİ, SERTİFİKA

IEC uyumluluk belgesi, diğer bir söz ile exproof veya alev sızmazlık sertifikası olmayan hiçbir alet patlayıcı ortamlarda kullanılmaz. İmalatçının deklarasyonu yeterli değildir.

IEC standardının istediği kalite güven sistemi ile Avrupa uygulaması olan ATEX in istediği kalite güvence uygulaması aynı değildir. IEC uluslar arası kuruluştur ve fazla bir yaptırım gücü yoktur. Bu nedenle ATEX de ön görülen “deklarasyon” yöntemi kabul edilmemektedir. İmalatçıların mekanik ve kategori 3 aletler için (IEC de EPL-c koruma seviyesi) verdikleri deklarasyon kabul görmemekte, üçüncü bir kuruluşun IEC standartlarına uygunluğuna dair bir belge istenmektedir. ATEX uygulamasındaki kategori 1 ve 2 aletlere veriler AT-tip testi sertifikasının aynı ve benzeri bir kalite güvence yöntemi ön görülmüştür. Kısaca, patlayıcı ortamlarda kullanılan aletler IEC usullerine göre, IEC tarafından test yapma ve sertifika verme yetkisi verilmiş olan kuruluşlardan belge almış olmak zorundadırlar. İmalatçının kendi deklarasyonu hiçbir zaman yeterli kabul edilmemektedir.

1.7.4 İKİNCİ EL, KULLANILMIŞ ALETLER

IEC ikinci el aletlerin yeni tesislerde kullanılmasına müsaade etmemektedir. Bu konuda standart içerisinde bazı istisnai açıklamalar bulunmakta ise de, konunun uzmanları bu gibi

olaylarda fazla esnek davranmamaktadırlar. Ancak ikinci el olup, IEC standartlarının son şekline göre sertifikalı, standart açısından demode olmamış aletlere müsaade edilmektedir. Bu konuda tavsiyemiz 2003 yılından önce veya en kötü halde 1996 dan önce sertifikalı aletlerin asla yeni tesislerde kullanılmaması yönündedir. ATEX 137 bu konuda sıkı davranmakta ve 2003'e kadar kurulu tesislerin elden geçirilmesini istemektedir. Bu konu özellikle kendinden emniyetli devrelerde sorun yaratmaktadır.

1.7.5 PERSONEL KALİFİKASYONU

Patlayıcı ortamlardaki tesislerin kurulması, işletilmesi ve bakımı ancak konuyu bilen yeteri bilgi ve beceriye sahip, konu hakkında eğitim almış kişilerce yapılabilir. Bu elemanlar tehlikeli bölge tanımlamaları, alet koruma seviyeleri (kategorileri), alet koruma tipleri, tesis kurulumu, elektrik şebeke seçimi ve saire gibi IEC standartları hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar. Bu gibi eğitim ve bilgilendirmelerin ne şekilde olacağı IEC 60079-14 ek-f de yazılıdır. Ayrıca kişilerin IEC tarafından yetkilendirilmiş kuruluşlardan "exproof tesislerde çalışmaya yetkin" olduklarına dair belgeleri (diplomaları) bulunmalıdır.

IEC 60079-14 yetkili kişinin elektrik mühendisi olması gerekir şeklinde tam İngilizce kelime karşılığını kullanmamakla birlikte Elektrik Mühendisliği kalifikasyonunu tarif etmekte ve birinci bendinde "general understanding of relevant electrical engineerin" tabirini kullanmaktadır. Tam yetkili kişinin elektrik mühendisliği formasyonunu almış olması istenirken diğer alt kategorideki elamanlarda yalnızca "patlayıcı ortam ve kullanılan ekipmanlar" hakkında bilgili olmaları yeterli kabul edilmektedir. Burada doğru olan yetkili kişilerin IEC tarafından tanınmış kuruluşlarca eğitilip belge verilmesidir. Rast gele kişilerce exproof tesisatın gereği gibi ayakta tutulması mümkün değildir. IEC usullerinin Dünyada yayılmaya başlamasından sonra bu konu (personel kalifikasyonu) IEC standartlarına son yıllarda alınmıştır.

1.7.6 ELEKTROMANYETİK RADYASYONA KARŞI TEDBİR

IEC 60079-0 madde 6.6 da exproof aletlerin ürettikleri manyetik enerji kısıtlanmakta ve aşağıdaki tabloda verilen değerler ile sınırlanmaktadır. Patlayıcı ortamı dışarıdan tehdit eden manyetik ışınımına karşı ne önlem alınacak, örneğin cep telefonu baz istasyonları gibi? IEC 60079-14 patlayıcı ortamda tesis kurulması durumunda aşağıdaki tabloda verilen aynı değerlere uyulmasını istemektedir. Buna göre patlayıcı ortam içersinde elektro manyetik gücü 6 Wattı veya 2 Wattı aşan her hangi bir kaynak (verici) bulundurulamaz ve dışarıdan gelen manyetik enerji seviyeleri de bu değerleri aşmamalıdır. Cep telefonlarının kendi yaydıkları manyetik enerji ise en kötü şartlarda 1-2 wattı geçmemekte ve bu açıdan tehlike oluşturmamaktadır. Yalnız elektrikli cihaz olmaları dolayısı ile exproof sertifikalı olmaları şarttır. Baz istasyonlarının manyetik çıkış güçleri genelde 25-30 watt civarındadır. En kötü halde büyük istasyonlarda 60 wattı geçmemektedir. Buna göre baz istasyonlarının patlayıcı ortam tesislerinin tam tepesine kurulmaları doğru bir seçim değildir. 50-100 metre gibi yakın cıvara yerleştirmesi daha uygun olacaktır. Hücresel yayın yapan GSM vericilerinin uzakta bulunması manyetik enerji radyasyonu açısından mahsurlu olmaktadır. Çünkü

mesafe arttıkça verici güçlerinin büyümesi zorunlu hale gelmektedir.

Tablo 4: 9 kHz ile 60 GHz arası, sürekli veya aralıklı radyo frekansı yayan cihazların elektro manyetik güç sınır değerleri

Ekipman grubu	Güç sınır değeri, Watt	Termik etki süresi, μ s
Grup I	6 W	200
Grup IIA	6 W	100
Grup IIB	3,5 W	80
Grup IIC	2 W	20
Grup III	6 W	200

Tablo 5: Radar ve benzeri kısa süreli darbeleri yayın yapan aletlerde manyetik enerji sınır değerleri

Ekipman grubu	Manyetik enerji sınır değerleri Z_{th} , μ J
Grup I	1500
Grup IIA	950
Grup IIB	250
Grup IIC	50
Grup III	1500

1.7.7 LAZER ve BENZERİ OPTİK IŞIĞA KARŞI KORUMA

Yaygın kullanımları ve özel önlemleri dolayısı ile optik aletlerin koruması ayrı bir IEC standardında toplanmış olup (IEC 60079-28), patlayıcı ortamlar da kullanılan ve sabit olarak yerleştirilen optik cihazların uygunluk sertifikaları bulunmak zorundadır. IEC 60079-14 e göre patlayıcı ortama dışarıdan girebilen her nevi tehlikeli ışıklara karşı tedbir alınması gerekmektedir. Tehlikeli ortama mercek ile güneş ışığı yansıtıldığında patlamaya neden olabilir. Komplike bir tesiste metal parçaların mercek gibi ışığı patlayıcı ortama gönderip göndermediğine dikkat edilmelidir. Özellikle dairesel ve parabolik yansıma ekranları olan aydınlatma armatürlerine dikkat edilmelidir.

Lazer ve benzeri sürekli dalga yayan ekipmanlarda aşağıda verilen sınır değerler aşılmamalıdır		
EKİPMAN GRUBU	Sürekli ışın yayma	En az 5 s aralar ile ışın yayma
Grup I, Ma ve Mb	20 mW/mm ² veya 150 mW	0,1 mJ/mm ²
Grup III, Da ve Db	5 mW/mm ² veya 35 mW	0,1 mJ/mm ²
Grup III, Dc	10 mW/mm ² veya 35 mW	0,5 mJ/mm ²

Günümüzde sanayide klasik aydınlatmanın yanı sıra yeni çıkan LED aydınlatma ve data nakli işlerinde de fiber kablolar kullanılmaktadır. Bu aletlerin yaydıkları ışıklar da belli şartlarda tehlikeli olabilmektedir ve önlem alınmalı, mümkün olduğunca patlayıcı ortamdan uzak tutulmalıdırlar.

Lazer ışığı daha ziyade toz tabakalarını tehdit etmektedir. Onun için aşağıdaki tabloda sınır değerler tozlar için verilmiştir.

Tablo: Sürekli veya darbeli (pulsed) ışık yayan aletlerin sınır değerleri			
EKİPMAN GRUBU	Sürekli ışın yayma	En fazla 5 s aralar ile ışın yayma durumunda	Tehlike bölgesi
Grup III, Da,Db	5 mW/mm ² veya 35 mW	0,1 mJ/mm ²	Zone 20, 21
Grup III, Dc	10 mW/mm ² veya 35 mW	0,5 mJ/mm ²	Zona 22

1.7.8 ULTRASONİK SESE KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

IEC 60079-14 e göre tesis kurarken IEC 60079-0 da ön görülen ve tüm exproof aletleri kapsayan hususlara dikkat edilmeli ve bunlara göre tedbir alınmalıdır.

Ultrasonik ses dalgası yayan aletler de elektrikli aletlerde olduğu gibi, aynı şekilde tehlike yaratmaktadır. Doğrudan tehlikeli ortamda bulunan ultrasonik aletlerin uygunluk sertifikaları bulunmak zorundadır. Tehlikeli bölgenin dışında bulunup da tehlikeli alana ses yayan aletler de ise dikkatle davranılmalı ve bunların tehlikeli alana yaydıkları enerji seviyeleri aşağıda tabloda verilen değerleri aşmamalıdır.

EKİPMAN GRUBU	Sürekli dalga yayma	Aralıklarla (puls) dalga yayma
Tüm gruplar Ga, Gb, Gc (IIa, IIb, IIc) Da, Db, Dc (IIa, IIIb, IIIc)	0,1 W/cm ² ve 10 MHz	0,1 W/cm ² ve 2 mJ/cm ²

Tablo: Hafif metal alaşımların sınır değerleri (ağırlığa göre)			
Grup I		%15	den fazla (kütle itibarı ile) alüminyum + magnezyum + titanyum + zirkonyum veya
		%7.5	den fazla magnezyum + titanyum + zirkonyum
Grup II	Ga	% 10	Al, +Mg, +Ti, +Zr
		% 7,5	Mg, +Ti, +Zr,
	Gb	% 7.5	Mg, +Ti, +Zr , Al ye sınır yok
Gc		Sınırlama yok, yalnız fan kanat ve kapak gibi çarpma ihtimali olan yerler Ga gibi	
Grup III	Da	% 7,5	Mg, +Ti, +Zr
	Db	% 7,5	Mg, Ti, Zr
	Dc		Sınırlama yok, yalnız fan kanat ve kapak gibi çarpma ihtimali olan yerler Db gibi
Al = Alüminyum, Mg = Magnezyum, Ti = Titanyum, Zr = Zirkonyum			

1.7.9 HAFİF METALLERİN KULLANILMASI

IEC 60079-0 da hafif metallerin exproof aletlerde kullanımı ile ilgili kısıtlayıcı maddeler bulunmaktadır. Bu veriler patlayıcı ortamlarda bulunan yapı ve yapı parçaları için de geçerlidir. Patlayıcı ortamlarda yukarıdaki tabloda verilen

değerleri aşan hafif metal alaşımlarının kullanılması tehlike yaratmaktadır. Çünkü hafif metaller sürtünme ile kolayca kıvılcım üretebilmektedir.

EPL-a seviyesinde kullanılan hafif metal alaşım oranları %10 u aşamaz. Örneğin %5 Al yanında %2 Mg, %2 Zr ve % 2 Ti kullanılamaz. Çünkü toplamı %11 yapmaktadır. Patlama koruma seviyesi EPL-c olan Zone 2 tehlike alanlarında sınırlama getirilmemektedir. Alüminyum alaşımlı bir çok exproof alet mevcuttur. Bu aletlerin çoğu zone 2 ortamlar için imal edilmiştir. Madenler ve Zon 0 ve Zon 1 ortamlarda saf alüminyumdan mamul alet kullanılması yasaktır. Kısa ve öz olarak hafif metaller patlayıcı ortamlarda hiç kullanılmamalıdır. Örneğin yapı aksamında alüminyum ve PVC doğrama kullanılması doğru değildir.

1.7.10 HAREKETLİ ve TAŞINABİLİR veya KIŞISEL ALETLER

Bu konu, tehlikeli ortamlarda çalışanlarca sorulan soruların başında gelmekte ve çok sık sorulmaktadır. Kaynak motoru, kaynak trafosu, kompresör, forklift, kaldırma kova veya asansörleri ve saire gibi hareketli makineler, sürekli veya belli aralıklar ile patlayıcı ortamda kullanılıyorlar ise bu tip makinelerin exproof ve kullanılan ortamın tehlike seviyesine (EPL a.b.c gibi) uygun olmaları gerekir. EPL-c veya ATEX e göre kategori 3 seviyesindeki bir forkliftin EPL-b veya EPL-a alanlarda kullanılması yasaktır ve risk içermektedir. ATEX e göre kategori 3 seviyesinde exproof alet üretmek ve belgelendirmek çok basittir. Kategori 1 veya 2 için Onanmış bir kuruluşun sertifika alınması gerekir ki, bu işlem hem pahalı ve hem de zaman alıcıdır. Kategori 3 alet için ise üreticinin bir yazı (deklarasyon) vermesi yeterli olmaktadır. Forkliftlerde çok rastlanan bu konu kullanıcıları yanıltmaktadır. Üretici ve satıcı firmalar iş yeri sahiplerinin bilgisizliğini kullanmakta ve haksız kazanç sağlamaktadırlar. Kullanıcı "exproof mu exproof" diye malı satın almakta ve "hangi exproof" sorusunu sormamaktadır. Ticari kazanç hırsı dolayısı ile bu gibi hatalara çok sık rastlanmaktadır.

Hareketli malzemelerin özel önlem ile geçici olarak kullanılması için exproof olmalarına gerek olmayabilir. Yönetmelik ve usullere uyan büyük kuruluşlarda geçici çalışma için iş güvenliği teşkilatından yazılı müsaade alınır ve geçici çalışma belgelendirilir. Gerekliyse üretim durdurulur. Üretimi durdurmadan veya iş güvenliği teşkilatından müsaade almadan belli aralıklarla (rutin olarak) yapılan çalışma ve faaliyetler geçici kabul edilmez. Örneğin, tozlu sahaya girip çıkan forkliftler, taşınan uzatma kabloları (fiş-prizler), elektrik tesisatında yapılan kontroller gibi. Arızalanan bir kabloya izolasyon testi yapılması, tehlikeli sahada geçici kaynak yapılması ve bu kaynak için kullanılan aletlerin exproof olmalarına gerek yoktur. Sık sık tamirat yapan büyük kuruluşlar insan faktörünü en aza indirmek ve fazla risk almamak için geçici tamirat çalışmalarında dahi özel imal edilmiş exproof tamir bakım malzemeleri kullanmaktadırlar.

Çalışanların beraberinde taşıdıkları ve exproof sahada sık sık kullandıkları el aletlerinin dahi exproof olması istenmektedir. Genel istek bu yöndedir. Fakat bazı aletlerin exproof olmaları kullanımlarını güçleştirmektedir. Örneğin elektrikli matkap veya birezinin exproof olmasını ağırlık dolayısı ile elde kullanmak mümkün değildir. Kaynak makinelerinin exproof olmala-

rının pek fazla anlamı yoktur. Çünkü kaynak olayı zaten arklı çalışma olduğu için özel önlem alınması gerekir. İzolasyon test cihazlarında exproof olanları var ise de yüksek gerilim vermeden yalıtım testi yapmak imkansızdır. Bu gibi durumlarda özel önlem alınması şarttır. Elektrikli multimetrelerin kendinden emniyetli devrelerde kullanılması exproof olabilir. Çünkü kendinden emniyetli aletler elektrikleri kesilmeden tamir edilebilmekte kapakları açılabilir.

Sıkça sorular sorulardan biri de kişilerin üzerlerinde taşıdıkları cep telefonu ve kol saatleri üzerindedir. Kol saatleri düşük gerilim ile çalışmalarına rağmen tehlikesiz denilemez. Ancak mekanik saatler tehlikesiz kabul edilmektedir. Tehlikeli ortamlarda çalışanlar exproof cep telefonu ve exproof kol saati kullanmalı veya parlayıcı ortamlara giriş çıkışlarında bu gibi aletlerini yanlarında taşımamalıdır.

Özel çalışma (HOT WORK) müsaadesi ve bu gibi durumlarda yapılması gerekenlerin başında gaz veya buharın sürekli ölçülerek takip edilmesi ve tehlike durumunda çalışmanın durdurulması gerekir.

1.8.0 ALET SEÇİMİ

1.8.1 GEREKLİ ÖN BİLGİLER

Patlayıcı ortamlarda kullanılacak elektrikli aletlerin seçimi için aşağıdaki bilgilerin elde olması gerekir. Özellikle yeni planlanan tesislerde bu bilgiler olmadan tasarım yapılamaz.

- Tehlikeli bölgelerin tanımlanması, risk analizi ve bu analizin tesis teknik resimlerine işlenmiş ve varsa iş güvenliğince onaylanmış kopyası.
- Kullanılacak aletlerin koruma seviyeleri, kategorileri veya EPL seviyeleri
- Tehlikeli bölgelerin gaz veya toz grupları, II A, II B, II C veya III A, III B, III C gibi.
- Tehlikeli bölgede müsaade edilen en yüksek alet dış yüzey sıcaklığı, diğer bir söz ile aletlerin ısı sınıfı, T1- T6 gibi
- Tozlu ortam var ise toz filmi veya toz bulutunun minimum patlama sıcaklıkları ile ateşleme enerjileri.
- Harici etkiler ve ortam sıcaklıkları

1.8.2 TEHLİKELİ BÖLGE, KORUMA SEVİYESİ ve KORUMA TİPİNE ve ALET GRUBUNA GÖRE SEÇİM

Tehlikeli bölge tanımlaması (zon tarifleri) patlayıcı ortamların en önemli ve en hassas noktasıdır. Yaşanan patlamaların büyük çoğunluğu insan hatasından sonra yanlış bölge tanımlamalarından kaynaklanmaktadır. Tehlikeli bölge tanımı IEC 60079-10'a göre ve konuyu çok iyi bilen uzmanlarca yapılmalıdır. Yazımız kapsamında olmadığı için konunun detayına girilmeyecektir.

Aşağıdaki tabloda hangi tehlike bölgelerinde, hangi koruma seviyesindeki aletlerin kullanılacağı gösterilmiştir. IEC de kategori tabiri bulunmamaktadır. Tabloda hem ATEX ve hem de IEC ye göre zone ve EPL tabirlerine yer verilmiştir. EPL: Ekipman koruma seviyesi G= gas, D= Dust. 2010 sonrası tozlar Grup III olarak karşımıza çıkmaya başlamıştır ve üç alt gruba ayrılmaktadır. Grup III A = İletken tozlar, Grup III B = Yalıtkan tozlar ve Grup III C = liftler

Koruma seviyeleri ile alet tipleri arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda görülmektedir. Bilindiği gibi her alet, her istenilen koruma seviyesine göre imal edilememektedir. Örneğin kategori I de veya IEC ye göre EPL-a da ancak kendinden emniyetli Ex-i veya Ex-m tipi korunmuş aletler üretilebilmektedir.

TEHLİKE BÖLGESİNE GÖRE SEÇİM				ALET GRUPLARINA GÖRE SEÇİM	
	ATEX	IEC	2010 sonrası	Gaz, buhar veya toz alt grupları	Müsaade edilen alet grupları
ZON	Kategori	EPL			
0	G1	Ga	II a	II A	IIA, IIB, IIC
1	G1, G2	Ga, Gb	II a, IIb	II B	IIB, IIC
2	G1, G2, G3	Ga, Gb, Gc	II a, IIb, IIc	IIC	IIC
20	D1	Da	III a	III A	IIIA, IIIB, IIIC
21	D1, D2	Da, Db	III a, III b	III B	IIIB, IIIC
22	D1, D2, D3	Da, Db, Dc	III a, III b, III c	III C	IIIC

1.8.3 GAZ, BUHAR veya TOZUN ATEŞLEME SICAKLIĞI ve ORTAM SICAKLIĞININ DİKKATTE ALINMASI

Risk analizinde belirtilen gaz, buhar veya tozun azami statik patlama sıcaklığına uygun cihaz seçilmelidir. Aletlerin etiketindeki T1- T6 gibi ısı grupları risk analizinde belirtilen değerlere uygun olmak zorundadır.

Tanımlanan sıcaklık	Patlama sıcaklığı	Müsaade edilen ısı grubu
Risk analizinde dolayısı ile tehlikeli bölge tanımlamasında ön görülen azami exproof alet dış yüzey sıcaklığı ve sıcaklık sınıfı (grubu)	Gaz, buhar veya tozun statik patlama sıcaklığı	Kullanılacak exproof aletlerde müsaade edilen ısı grupları
T1	> 450 °C	T1 T2, T3, T4, T5, T6
T2	> 300 °C	T2, T3, T4, T5, T6
T3	> 200 °C	T3, T4, T5, T6
T4	> 135 °C	T4, T5, T6
T5	> 100 °C	T5, T6
T6	> 85 °C	T6

Cihazların buldukları ortam sıcaklıkları da önemlidir. Aletlerin etiketinde belirtilmemiş ise, o aletin çalışma ortam sıcaklığı -20°C - + 40°C demektir. Farklı sıcaklıklar etikette belirtilmek zorundadır. Proses veya IR (kızıl ötesi) ışınları dolayısı ile yüzey sıcaklıklarında artma ihtimali var ise tedbir alınmalı veya ikaz levhaları konulmalıdır.

Kablo rekorlarında genelde ısı grupları belirtme imkanı yoktur. Rekorlar normalde -20°C - +80°C ye dayanıklı imal edilmektedir. Daha yüksek sıcaklıklar için hem kablo ve hem de başlık (rekor) uygun seçilmelidir.

Patlayıcı ortamlarda kullanılacak aletlerin ısı grupları seçiminde aşağıdaki tablodaki verilere dikkat edilmeli ve tabloda gösterildiği gibi düşük ısı gruplarının yüksek grupları kapsadığı unutulmamalıdır.

1.8.4 TOZLAR

Tozlar aletlerin üzerini bir film tabakası gibi kapladıklarından üretilen sıcaklığın dışarı atılmasına mani olmaktadır. Tozlu ortamlarda kullanılan aletlerin dayandıkları maksimum statik patlama sıcaklıkları iki farklı metotla belirlenmekte olup, söz konusu bu metotlar IEC 61241-2-1 de (60079-31 de) yazılıdır. Metot A da 5 mm, metot B de ise 12.5 mm kalınlığında toz tabakası ile deney yapılır.

Toz tabakasının sıcaklığı ile toz bulutunun patlama sıcaklığı aynı değildir. Toz bulutu ortamında aletin dış yüzey sıcaklığı daha yüksek olabilir, çünkü ısının dışarı atılmasına engel olan bir toz tabakası yoktur. Patlayıcı ortamlarda kullanılan aletlerin ısı grupları toz tabakasına göre belirlenmekle birlikte, belirlenen ısı grubu (azami dış yüzey sıcaklığı) toz bulutunun patlama sıcaklığının 2/3 ünü aşmamalıdır. Örneğin kömür tozunun statik patlama sıcaklığı 320 °C dir . %25 emniyet faktörü ile 240 °C bulunur. 5 mm kömür tabakası oluşabileceği var sayımına göre bulunan statik patlama sıcaklık 200 °C dir. Buradan çıkan sonuç, grizulu maden ocaklarında kullanılan aletlerin ısı gruplarının T3 olması gerektiğidir. Grizu gazının statik patlama sıcaklığı 600 °C dir. %25 emniyet payı ile 450 °C bulunmaktadır ki, T1 ısı grubu yeterli olmasına rağmen kömür tozu dolayısı ile 200 °C alınmaktadır. Grup I madenler için IEC60079-0 madde 5.3.2.1 kömür tozu için 150 °C sınırını şart koşmaktadır.

IEC 60079-14 madde 5.6.3 de toz kalınlıkları ve sıcaklık belirlenmeleri ile ilgili detaylı bilgi ve grafikler verilmektedir. Bu veriler uygulamaya yönelik bir standarttan ziyade akademik bir çalışmayı hatırlatmaktadır. Pratikte bu kadar detayı bilmek her zaman mümkün olamamaktadır. En kötü hale göre hesap yapılır ise, ısı grubu çok aşağılara T6 ya (85 °C ye) kadar düşmektedir. Bu kadar ince ölçü ve hesapları her firma yapmamaktadır. Ayrıca her sertifika veren laboratuvar da bu kadar detayı ölçecek kapasitede değildir ve çoğu da fazla uğraşmadan sertifika vermektedirler. Bu nedenle kullanılan exproof aletlerin kendi kalitelerinin yanı sıra hangi kuruluşlardan sertifika aldıkları da önem kazanmaktadır. Güvenilir sertifika veren kuruluş sayısı bir elin parmak sayısı kadar dahi değildir.

2.0. ELEKTRİK TESİSİNDE

ALINACAK KORUMA

2.1 GENEL

Yazımızın ilk başında bahsettiğimiz şebeke dizaynı IEC 60079-14 madde 7 de ele alınmakta olup, burada bazı spesifik konulara değinilecektir. Patlayıcı ortam dışında normal sahalardaki elektrik tesislerinde ne gibi önlemler alınıyor ise aynı patlayıcı ortamlarda da uygulanmaktadır. Elektrik iç tesisat ve YG yönetmelikleri bu sahalar için de geçerlidir.

Arıza durumunda kendiliğinden tekrar kapanan tesisattan kaçınılmaktadır ki, bu tip uygulama YG kesicilerde görülmekte olup, patlayıcı ortamlarda söz konusu olamaz. Faz kayıplarında motorlarda aşırı ısınma ihtimali olduğundan, patlayıcı ortamda çalışan elektrikli aletlerde faz koruması mecburidir. Faz kaybında veya fazlar arası gerilim farkı %10 üzerinde gerilim kaybında elektrik kesilecek şekilde tasarım yapılmalı veya gerilim kaybını önleyecek UPS (kesintisiz güç kaynağı) veya otomatik regülasyon benzeri önlemler alınmalıdır.

2.2 ELEKTRİK MOTORLARI

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik motorları bilinen şekilde korunması gerekir iken standart koyucu koruma yöntemini detaylıca açıklamış ve bunun dışına çıkılmasını yasaklamıştır. Motorlarda üç şekilde koruma istenmektedir.

a) Akıma bağlı çalışan termikler ile koruma: Bu maksat ile kullanılan termik röleler ayarlanan anma akımının 1.05 misli ile 1.2 katı arasında devreyi 2 saat içerisinde açmalıdır. Yani termik karakteristiği bu özellikte olmalıdır. Termik ayar, hiçbir zaman 1 i, anma akım değerini aşmamalıdır.

Patlayıcı ortam dışındaki kullanımlarda termik ayar, motor akımının 1.2 misline kadar getirilebilmektedir. Buradan çıkan sonuç: patlayıcı ortamlarda nominal akımının üstün ayara izin yoktur

b) Termistör ile koruma: Motor kurulumunun ikinci yöntemi ise, motor sargılarına yerleştirilen termik elemanlar ile sıcaklığın ölçülerek aşırı ısınma durumlarında motorun durdurulmasıdır.

Bizce hem termik ve hem de termistör yöntem birlikte kullanılmalıdır. Zaten Ex-e tipi korunan motorlarda termik korumanın yanı sıra termokupol veya termistörler ile ısı ölçümü ve sargı sıcaklığı arttığında motorun durdurulması şarttır. Günümüzde küçük-büyük her motorun stator sargılarına termistör yerleştirilmektedir. Kullanıcı detaydan kaçındığı için çoğu kez motor klemensindeki termistör ucunu kullanmamaktadır.

c) Faz koruması: Motorlar iki faza kaldığında aşırı ısınmalara neden olduğundan, exproof motorlarda faz koruması tavsiye edilir. Ex-e tipi motorlarda e-tipi korumanın yapısı icabı faz koruması mecburidir.

Sanayi kullanımlarında ihmal edilen termistör ve faz korumasının exproof alanlarda zorunlu olduğu unutulmamalıdır.

2.3 TRAFOLAR

Güç transformatörlerinin maden dışındaki sanayi kollarındaki patlayıcı ortamlarda kullanılması söz konusu değildir. Bazı hallerde küçük güçlü trafoların kullanımı zorunlu olabilir. Bu durumda trafonun kendisi exproof olmak zorundadır. IEC 60079-14 trafoların sekonder tarafındaki kısa devre akımına karşı korunmasını istemektedir ki, bilinen sanayi tip korumalardan farkı yoktur. Korumanın primerde mi, yoksa sekonderde mi olacağı konusunda her hangi bir tavsiye veya şart bulunmamaktadır.

Madenlerde kullanılan trafoların çoğu primerden korunmaktadır. Bunun nedeni kesicilerin büyük oluşu ve trafonun naklinin imkansız hale gelmesidir. Sekondere akım algılayıcı röleler yerleştirilmekte ve her hangi bir aşırı akım durumunda primerdeki YG kesicisine açma sinyali verilmektedir. Aynı yöntem TEDAŞ tarafından da uygulanmaktadır. Çünkü büyük trafoların AG kesicileri trafodan pahalıdır. Bu durumda trafonun yanması dahi göze alınmaktadır.

2.4 DİRENÇLİ ISITICILAR

Dirençli ısıtıcılar aşırı akım korumalarına ilaveten toprak arıza ve toprak kaçığı akımlarına karşı aşağıdaki şekillerde korunmalıdırlar

- TT ve TN-S şebekelerde artık akım anahtarı (RCD) kullanılmalıdır. Kullanılan anahtarların kaçak değeri 100 mA den fazla olamaz. Tercihen 30 mA olmalıdır. Bu demektir ki, sanayi ve konutlarda kullanılan 300 mA'lık RCD kullanılmaz. Kaçak akım değeri 30 mA den en fazla 100 mA'e çıkarılabilir.
- Nötrü izoleli IT şebekelerde aşırı akım korumasına ilaveten izolasyon izleme cihazı da kullanılmalıdır. İzolasyon izleme cihazları izolasyon değeri 50 Ω/V değerinin altına düştüğünde elektriği kesilmelidir. Buradan çıkan anlam, 400 Volt şebekede izolasyon direnci ($400 \times 50 = 20.000$) 20 k Ω değerinin altına düştüğünde elektriğin kesilmesi zorunluluğudur.

Eğer ısıtıcılar pano ve motor gövdeleri gibi su yoğunlaşmasına karşı kullanılıyor ise izolasyon izleme cihazına gerek görülmemektedir. Dirençli ısıtıcılar aşırı dış yüzey ısısına karşı korunmalıdırlar. Çünkü exproof ortamlarda dış yüzey ısısı sınırlıdır. Bu işlem:

- Isıtıcı cihazın veya bitişik çevresinin sıcaklığı
- Çevre sıcaklığı ve ilaveten cihazın bir veya daha fazla diğer parametresi
- Sıcaklık dışında cihazın iki veya daha fazla diğer parametresi (değişkeni)

ölçülerek yapılır. Diğer parametre denince, seviye, akış, elektrik akımı, tüketilen güç akla gelmektedir.

Her ısıtıcı cihazı bağımsız çalışmalı ve elektriği ya doğrudan veya dolaylı olarak kesilebilmelidir. Bu tip cihazların elektriği kesildiğinde tekrar kendiliğinden devreye girmemeli, bir çalışan tarafından manuel olarak devreye alınmalıdır ki, olay çalışanlarca görülebilsin.

2.5.0 KABLO SİSTEMLERİ

2.5.1 ALÜMİNYUM KABLO ve İletkenler

Patlayıcı ortamlarda alüminyum iletkenli kablolar kullanılıyor ise, bağlama elemanları da alüminyum olmak zorundadır. Alüminyum ile bakırın bir birlerine bağlandığı yerlerde özel malzeme kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. Patlayıcı ortamlarda kullanılan alüminyum kablo kesiti 16 mm² den küçük olamaz. Türkiye'de geçerli elektrik iç tesisler yönetmeliği konutlarda kullanılan kabloları aydınlatmada 1.5 mm² priz ve motor devrelerinde 2.5 mm² ile kısıtlamakta, alüminyumdan söz etmemektedir. Aynı yönetmelik yapı bağlantılarında yani binaların dışarıdan elektrikle beslenmelerinde en az 6 mm² Cu veya 10 mm² Al iletken veya

kablodan söz etmektedir. Piyasada 10 mm² den küçük kesitli alüminyum iletkene rastlanmamaktadır.

Alüminyumun patlayıcı ortamlarda kullanılması yasak olmasına rağmen kablolarda bir kısıtlama getirilmemektedir. Kabloların dış yüzeylerinin plastik bir kılıf ile kaplı olmaları darbelerde ark çıkarmalarını önlemektedir. Bu nedenle alüminyum kablolarına müsaade edilmiş olabilir.

Alüminyum kablo veya iletkenlerin kendinden emniyetli devrelerde (KE) kullanılması yasaktır. Bunun nedeni KE devrelerin açık olabilmeleri ve KE cihazların zone 0 gibi çok tehlikeli ortamlarda bulunuyor olmalarıdır.

2.5.2 BAKIR KABLolar

Kablolar patlayıcı ortamlarda çalışanları çok ilgilendirmekte ve bu konuda "exproof veya alev sızmaz kablo" olur mu olmaz mı gibi sorular fazlaca gündeme gelmektedir. Öncelikle IEC 60079-14'ün madenleri, dolayısı ile grup I ekipmanları kapsamadığı unutulmamalıdır.

IEC 60079-14, çabuk aşınan tip olarak bilinen "düşük uzama mukavemetli" kabloların exproof alanda kullanılmasını yasaklamaktadır. Bu tip kablolar boru (conduit) içerisinde kullanılmasına müsaade edilmektedir. Standart koyucu çelik zırlı kablodan söz etmemekte, darbeler ve ortamın fiziksel ve kimyasal şartlarına uyum ve dayanıklılık istemektedir.

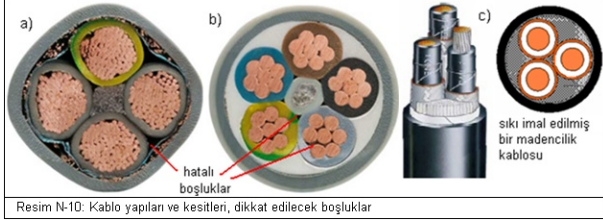
Kabloların dış yüzey sıcaklıkları ile iç iletken bakır sıcaklıkları aynı şey değildir ve farklı fiziksel verileri ifade etmektedirler. Bu nedenle kabloların dayanacağı azami sıcaklık ile dış yüzey sıcaklıkları bir birine karıştırılmamalıdır. Standart kablolar 70°C sıcaklığa dayanacak şekilde imal edilirler ki, bu değer iç iletken bakırın hararet seviyesini vermektedir. Bu durumda kabloların dış yüzey sıcaklığının ancak T₆ = 85 °C'de sorun olma ihtimali bulunmaktadır ki, T₆ ısı grubu ortamlarda dikkate alınarak durumları irdelenmelidir. Normal ortam sıcaklıklarında (40 °C) içi 70 °C ye kadar ısınan bir kablonun sorun olması ve özel tedbir alınması söz konusu değildir. Ancak ortam sıcaklıkları 60-70 °C'yi aşan hallerde özel tedbir alınması gündeme gelebilir.

Türkiye Taşkömürü Kurumunun özel şartname ile "alev sızmaz kablo" adı altında temin ettiği kablolar sanki genel geçerliliği olan antigiruzu veya exproof kablolar imiş gibi algılanmakta ve bazı yetkililerce özel madenler de aynı cins kabloları kullanmaya zorlanmaktadır. Unutulmamalıdır ki alev sızmaz veya exproof kablo adı altında sertifikalı bir kablo Dünyanın hiçbir ülkesinde mevcut değildir. Aletlerde olduğu gibi örneğin "exproof motor" benzeri ticari piyasada "exproof kablo" satılmaktadır. Diğer bir söz ile kablolar ATEX kapsamında değildir ve AT tip testi sertifikasına sahip olmak zorunda değildirler.

2.6.1 SABİT TESİSAT KABLolar

Patlayıcı ortamlarda kullanılan sabit tesisat kabloları çalıştıkları çevre koşullarına uygun olmalı ve buldukları ortamın fiziksel ve kimyasal şartlarına dayanıklı tipten seçilmelidir. Bu maksatla, izolasyon maddesi olarak termoplastik, termoset veya elastomer malzemeler kullanılır. Kablolar düzgün dairesel kesitli, dolgu ve yatak maddesi

haddeden geçirilmiş (extruded) sıkışık olmalı ve nem tutucu (higroskopik) malzeme kullanılmamalıdır. Burada bilinen kablo türlerinde kullanılan plastik malzemelerin (elastomer, termoplastik ve termoset) hemen tamamı sayılmış olup, buna göre kullanılan malzeme açısından yasak olan bir kablo cinsi yoktur denilebilir. Yalnızca mineral izoleli kabloların çelik zırlı olması istenmektedir. Mineral izoleli kablolar denilince bu gün kullanılmayan yağlı kağıt izoleli kablolar aklı gelmektedir.



Patlayıcı ortamda bulunan cihaz kendi çalışması veya bulunduğu ortam dolayısı ile geniş aralıklı bir ısı değişimine uğruyor ise, zaman içerisinde kablo damarları arasındaki kılcal boşluklardan nem yürüyerek elektrikli cihazın içersine su olarak girebilmektedir. Bu gibi ortamlar bir nevi pompa gibi çalışmaktadır. Ayrıca bu gibi kılcal kablo boşlukları nemden ziyade patlayıcı gaz veya buharın elektrikli alet içersindeki kivilcimli ortama girmesi ve patlamaya neden olması olasıdır. Özellikle temiz bölgede bulunan kumanda odası gibi, patlayıcı ortama onlarca kablo ile bağlı olan odalar, patlayıcı ortam haline gelebilmektedir. Örneğin temiz bölgeden ZONE 0 ortamında bulana sensör dedektör gibi ölçü aletlerine uzanan kablolar uygun seçilmez ise, ZONE 0'daki patlayıcı gazın kumanda odasına girmesi ve tehlike yaratması olasıdır.

2.6.2 HAREKETLİ TESİSAT KABLOLARI

Hareketli ve taşınabilir elektrikli aletlerin kabloları poliklorofren veya benzeri sentetik elastomer malzemedendir olmalıdır. Kısaca sürtünmeye dayanıklı kauçuk kablolar kullanılması zorunludur. İletkenler ince çok telli esnek yapıya sahip olmalı ve 1 mm² kesitten küçük olmamalıdır. Eğer koruyucu olarak bir damar gerekiyor ise bu damar ayrı renkte (sarı-yeşil) izole edilmeli ve diğer faz damarları ile aynı izolasyon çemberi içersinde bulunmalıdır. Yani kablunun dışında koruma maksadı ile ayrıca bir damar çekilmemelidir. Eğer kablunun dışında zırh veya metal örgü koruyucu var ise bu örgü yalnız başına koruyucu iletken olarak kullanılamaz.

Toprağa karşı gerilimi en fazla 250 Volt ve çektiği akım da 6 amperi geçmeyen seygar aletlerde kullanılan kablolar:

- Sıradan klorofren veya eşdeğeri sentetik elastomer
- Sıradan lastik (kauçuk) kaplı veya
- Eşdeğeri robust dayanıklı yapıda alabilmektedir.

Bu tip kablolar küçük seygar aletlerde müsaade ediliyor ise de, el lambası, ayak pedalı, varil pompaları gibi yüksek çekme mukavemeti gerektiren yerlerde kullanılmaları sakıncalıdır.

Çıplak iletkenler haberleşme maksadı ile de olsalar ve üzerlerinde çok küçük gerilim taşısalar dahi, patlayıcı ortamdan geçiş yapmaları sakıncalıdır. Böyle bir geçiş zorunlu ise iletkenin patlayıcı ortam bölümü izoleli olmak zorundadır.

Patlayıcı ortamların yanından veya üzerlerinden geçen çıplak hava hatlar bu kapsamda değildir.

Alev iletme yönünden kablolar IEC 60332-1-2 ye uygun olmak zorundadırlar. Bu standart dikey yangınlarla ilgili deney yöntemlerini içermekte ve yangını iletmemeye açısından ise IEC 60695-4 e atıfta bulunmaktadır. Kısaca patlayıcı ortamlarda kullanılan kablolar ALEVİ İLERLETMEYEN ve yandıklarında sönen cinsten olmak zorundadır. Özetlersek exproof ortamlarda kullanılan kablolar istenen darbelere dayanıklılık ve alevi iletmemeye şartından ibarettir. Bu şartı da en iyi karşılayan çelik tel zırlı halojensiz kablolarıdır.

2.7 KABLO BAŞLIKLARI, REKORLAR

Kabloların cihazlara bağlanmasında istenen en önemli özellik her hangi bir şekilde çekildiklerinde akım ileten canlı kısma çekme yükünün aktarılmasıdır. Her kablo ve kablo rekoru bu özelliğe sahip değildir. Her ne kadar dış görünüşleri normal rekorlar ile aynı ise de, exproof aletlerde kullanılan rekorlar farklıdır. Kablo başlıklarının imalat ve testleri ile ilgili IEC 60079-0 madde 16.3 ve ek-A da 7 sayfa aşan izahat bulunmaktadır ve bu izahatlar tavsiye değil zorunlu uyum niteliğindedir.

Kabloların yapısına göre farklı rekorlar kullanılmaktadır. Zırlı kablolar paslanmaz çelikten veya pirinçten mamul başlıklar tatbik edilirken, zırhsız kablolar plastik rekorlar uygulanmaktadır. Metal rekorlar kablunun çekme yükünü zırha bindirecek şekilde tasarlanmıştır. Zırhsız kablolar lastik conta, kelepçe veya dolgu maddesi gibi değişik yöntemler ile çekme yükü kablo kılıfına iletmeye çalışılmakta ve çekme yükü sürtünme ile yenilmeye çalışılmaktadır. Bu çekme yükünün ne kadar olacağı rekor ile kabloyu tutan kısmın ne kadar yüke dayanacağı ve nasıl test edileceği IEC 60079-0 ek-A da yazılıdır ve aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

KABLO REKORLARI TESTİ				
Contalı veya kelepçeli plastik rekorlara 6 saat çekme deneyi				
Kablo yapısı	Çekme kuvveti. Newton	Ortam sıcaklığı	Kablo sıcaklığı	Uzama
Yuvarlak	20xkablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	6 mm
Yassı	6x kablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	6 mm
Zırlı kablolar için metal rekorlar				
Zırlı kablo	80xkablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	Sıfır, grup I ekipmanlar
Zırlı kablo	20xkablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	Sıfır, Grup II ve III

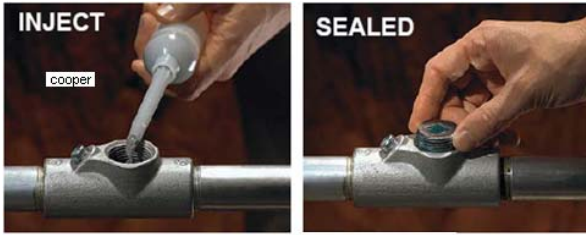
Plastik rekorlar 20 °C ortam sıcaklığında en az 6 saat süre ile çekme dayanımı testine tabi tutulurlar. 6 saatlik deney sonucunda kablo 6 mm den fazla kaymış olmamalıdır. Kablunun sıcaklığı ve bağlandığı ünite ve dolayısı ile rekorun kendi sıcaklığı 75 °C de olmalıdır. 75 °C ortam değil servis yanı çalışma sıcaklığıdır. Böyle bir sıcaklıkta 16 mm çaplı bir kablunun 6 saat süre ile dayanması gereken çekme kuvveti yuvarlak kablolar 320 N (yaklaşık 32 kg kuvvet) yassı kablolar ise 96 N (yaklaşık 10 kg kuvvet) kadardır. Yassı kablolar kolayca yerinden çekilemedikleri için standart

koyucu avantaj tanımış ve 20 katı yerine 6 katı kuvvetle yetinmiştir.

Basit contalı rekorların bu çekme kuvvetine dayanması mümkün değildir. Kelepçe ile tutturularak kaymaları önlenmelidir. İmalatçı kataloglarına bakıldığında kelepçeli ve kelepçesiz rekor seçenekleri görülecektir

Grup I, yani maden ocaklarında kullanılan çelik zırhlı kablolarla takılan metal rekorlar çaplarının 80 misli bir yük ile çekme deneyine alınırken, Grup II ortamlarda kullanılan metal rekorlar çaplarının 20 misli yükte çekme deneyine tabi tutulmaktadır. Örneğin madenlerde kullanılan 24 mm çaplı bir sinyal kablusunun 1920 yani yaklaşık 2 kN (200 kg) yüke dayanması gerekirken, aynı kablunun grup II ortamlarda 480 N yaklaşık 0.5 kN (50 kg) yüke dayanması yeterli kabul edilmektedir. Buradan çıkan sonuç madenlerde kullanılan kabloların zıhlarının ve bağlantı rekorlarının daha dayanıklı olması zorunludur. Ayrıca grup I rekorlar ile grup II rekorların bu nedenlerle farklı oldukları ve grup II rekorların madenlerde kullanılmayacağı hususu unutulmamalıdır.

Plastik rekorlarda olduğu gibi metal rekorlar da çekme deneyine tabi tutulacaklar fakat 20 veya 6 misli yük ile 2 saat çekildiklerinde hiçbir kayma görülmemektedir. Çünkü çelik zırha geçmeli olan rekorun zırhı uzamadığı sürece kayma şansı yoktur. Rekorların su ve toza karşı IP koruma seviyeleri Grup I ve II için en az IP 54, tozlar için de en az IP 63 olmaları gerekmektedir.



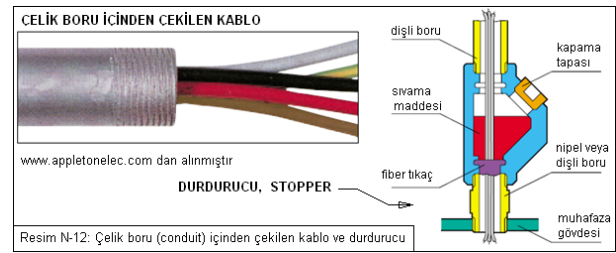
Resim N-11: Conduit, Borulu tesiste durdurucuların tıkanması

2.8 BORULU SİSTEMLER, CONDUIT

Kablolu sistem ile ABD de uygulanan klasik borulu sistem arasında temel düşüce farklılıkları bulunmaktadır. Avrupa anlayışı exproof özelliğini alette bireysel olarak arar iken, klasik ABD uygulamasında exproofluk tesisin tamamında aranmaktadır. Patlayıcı ortam bulduran bir tesis bir bütün olarak ele alınmakta ve ona göre uygunluk belgesi verilmektedir. Aslında hiç de yanlış bir düşünce değildir. Uygulama açısından zor ve maliyeti yüksek olduğu için, Avrupa uygulaması ABD yi bastırılmış ve kuzey Amerika ülkeleri de exproof tesislerindeki aletleri bireysel (münferit) ele almaya başlamışlardır. Avrupa uygulamasında exproof aletin içersine kullanıcının müdahale etmesi istenmemektedir. Klasik ABD uygulamasında ise aletlere kullanıcı müdahale edebilmektedir. Bunun içindir ki ABD elektrik motorlarının klemensleri yoktur, motor sargı uçları açıktadır. Kesicilerinde de terminal kutusu yapmaya gerek duymamaktadırlar. Çünkü boru ile sabit bağlantı yapılmaktadır. Kullanılan borular ise basınca dayanıklı özel imalat borulardır. Klasik ABD uygulamasının bir özelliği de exproof alet ve conduitların statik basınç deneylerinde emniyet katsayısını 4 olarak alınmalarıdır. IEC uygulamasında Ex-d tipi aletler patlamada meydana gelen basıncın

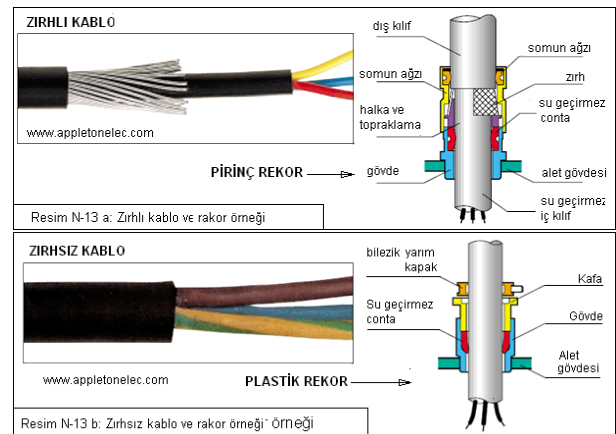
1.5 misli statik basınca tabi tutulurken division sisteminde 4 misli basınca dayanım istenmektedir. Örneğin hidrojenin ürettiği basınç 8 atmosfer kadardır. 1.5 katı 12 atmosfer yaparken 4 katı 32 atmosferi geçmektedir. Bu nedenle ABD yapımı exproof aletler çok daha iri ve çüsselidirler.

IEC 60079-14 condiut uygulamasına karşı çıkmamakta, uygulandığı takdirde uyulması gereken asgari koşulları belirtmektedir. Bu konuda IEC içersinde çalışmaları mevcuttur. IEC 60079-14 boruların dayanacağı basınçlar hakkında bir sınırlama getirmemektedir. Çünkü boruların patlayıcı ortamlara giriş ve çıkış noktalarında bir komput ile kapatılmasını istemektedir. Ayrıca alet giriş ve çıkışlarına da durdurucu boru elemanları konularak döküm reçine ile doldurulmaları şarttır. Bu durumda borular içersinde patlayıcı gazın yürüme şansı yoktur ve ayrıca patlama durumunda boru içersinde arka arkaya olabilecek patlamalar ile basınç artma (pressure pilling) ihtimali de ortadan kalkmaktadır.



Kabloların soğuması ve çıkan enerjinin dışarıya atılması için boruların tamamen kablo ile doldurulması kabul edilmemekte ve %40 boşluk bırakılması istenmektedir. Uzun mesafe borularında su girmesine karşı drenaj açıklıkları istenmektedir. Borular paslanma ihtimali olan bir ortamda ise önlem alınmalı veya paslanmaz boru kullanılmalıdır. Plastik borular conduit olarak kabul görmemektedir. Çünkü kablo kendisi zaten plastikten mamuldür, üzerine ikinci bir plastik koruyucu geçirilmenin bir anlamı yoktur.

Condiut toprak iletkeni olarak kullanılıyor ise iletimin devamlılığına dikkat edilmeli ve vidalı bağlantılarda gerekli önlemler alınmalıdır.



Durdurucuların doldurulması ile ilgili bir fikir vermesi için şekil N-11 de doldurma işlemi resmedilmiş ve ayrıca resim N-12 de borudan kablo geçişi ile durdurucuların iç yapısını anlamak için bir kesit resmi verilmiştir.

Kablo rekorları ile ilgili bir bilgi vermesi maksadı ile şekil N-13a ve N-13b de zırlı ve zırhsız kabloları yerleştirilen rekorların kesitleri kabaca resmedilmiştir.

2.9 TESİSTE DİKKAT EDİLECEK ÖZEL NOKTALAR

Boru, kablo ve saire gibi patlayıcı ortamdan transit geçen tesisler geçtikleri patlayıcı ortamın kurallarına uyacaklardır. Örneğin temiz ortamdan gelip patlayıcı ortamın içersinden geçerek başka bir temiz ortama giden kablo exproof özelliğine sahip olmak zorundadır. Kablonun o tesise ait olmayışı muaflik getirmez.

Çok damarlı ince telli kablolar pabuç veya yüksük ile birleştirilerek ince tellerin dağılması önlenmelidir. Yalnızca lehim yöntemi ile ince tellerin dağılmasını önlemek yeterli kabul edilmemektedir. .

Kullanılmayan kablo uçları boşa sallanmamalı, boş uçlar ya boş terminale sıkılı olarak bırakılmalı veya uygun bir şekilde izole edilmelidir. Elektrikli aletler üzerinde kullanılmayan kablo girişleri var ise uygun tapalar ile kapatılmalıdır. Bu tapalar da rekorlarda olduğu gibi özel yapım ve exproof olmak zorundadır. Resim N-14 de görüldüğü gibi boştaki kablonun ucu rast gele sallanmamalıdır.

İçersinde tehlikeli madde bulunduran depo, tanker ve boru gibi metalik tesislerin yanlarından geçen kablo zırları tesadüfi de olsa temasa karşı korunmalıdır. Kablo zırhı üzerinden akabilecek kaçak akımların patlayıcı ortam için tehlike oluşturma ihtimali bulunmaktadır. Bunun için kabloların metalik dış kılıfları üzerinde plastik koruyucu kılıf bulunması yeterli olmaktadır. Tesiste kurulu kabloların dış kılıflarının sağlamlığına dikkat edilmelidir.



2.9.1 KABLO EKLERİ

Patlayıcı ortamlarda kabloları ek yapılması arzu edilen bir uygulama değildir. Mecburi durumlarda exproof ek elemanı kullanılması zorunludur. Eğer ek yerindeki kablonun mekanik zorlamalara maruz kalması söz konusu değil ise epoksi reçine veya özel bir komput ile kapatılarak eklenmeleri kabul edilebilir. Kullanılan reçinenin alevi iletmeyen cinsten olması yeterlidir.

Kablolar tehlikeli bölgeleri ayıran duvarlardan geçiyor ise geçiş için açılan delik uygun bir şekilde harç veya benzeri bir

madde ile kapatılmalıdır. Kablo geçişleri için boru, hortum, kanal, çukur ve saire kullanılıyor ise patlayıcı ortamın yayılmasını önlemek için tedbir alınmalı ve borular tıkanmalı veya çukurlar kum ile doldurulmalıdır.

Kablo güzergahları seçilirken, üzerlerinde toz toplamamasına dikkat edilmeli ve tozsuz araziden çekilmesine özen gösterilmelidir.

3.0 KORUMA TIPLERİNE GÖRE ALINACAK ÖZEL ÖNLEMLER

3.1 Ex-d TİPİ KORUNMUŞ ALETLERDE ALINACAK İLAVE TEDBİRLER

Ex-d tipi aletlerde yapılan en önemli hataların başında Ex-d tipi bir parçanın (komponent) normal Ex-d gövde olarak kullanılmasıdır. Exproof parçaların üzerinde Ex-d II U işaret bulunmaktadır. U harfi o elemanın exproof parça olarak üretilmiş olduğunu göstermektedir. Exproof parçaları bir araya getirerek yeni bir ürün elde edilmesi üreticiler veya IEC tarafından yetkilendirilmiş servislerce yapılabilmektedir. Parçaların bir araya getirilmesi ile elde edilen ürünün ayrı bir sertifikası ve AT-tip testi bulunması zorunludur. Bu hileye exproof malzeme satıcıları sıkça başvurmakta ve ucuz aldıkları komponentleri bir araya getirerek exproof alet olarak satıp haksız kazanç sağlamaktadırlar.

Özel bir gaz ortamı için imal edilen aletler ancak bu ortamda kullanılabilirler. Örneğin etiketinde ve sertifikasında Ex II B + H2 yazan aletler hidrojen ortamına IIC aletlerin usullerine göre yerleştirilmelidirler.

Ex-d tipi korunmuş aletler, duvar, çelik yapı, direk, boru ve saire gibi tesis paçalarından belli bir mesafede monte edilmeli, doğrudan duvara veya çelik yapıya dayandırılmamalıdır. Bu mesafe IIB grubu gazlarda en az 10 mm diğer gruplarda ise 40 mm olmalıdır. Mesafe bırakmanın amacı, tesis yapılarından gelebilecek su, yağ veya yanıcı sıvı gibi akıntılara karşı exproof aleti korumaktır. Bu madde ise montaj işlerini zorlaştırılmaktadır. Örneğin duvara monte edilebilen bir exproof prizinin altına önce özel bir çerçeve yerleştirilmesi zorunludur.

Exproof malzeme satıcıları satış listelerinde özel montaj parçalarını da sunmalarına rağmen çoğu alıcı gereksiz görerek temin etmemekte ve sonuçta yapılan montaj usulüne uygun olmamaktadır. Exproof aletleri duvardan 3-4 cm kadar uzaklaştıran bir çerçeve gereklidir. Kurulu tesislerde görülen büyük hatalardan biri de bu noktadadır.

Ex-d tipi aletlerin bağlantı yüzeyleri paslanmaya ve korozyona karşı imalatçının katalogunda belirttiği şekilde korunmalıdır. Bağlantı yüzeylerinin boyanması yasaktır. Ancak komple montajdan sonra dış yüzey boyanabilir. Bağlantı yüzeyleri uygun gresler ile yağlanmalıdır. Contalamak için silikon, ancak imalatçı müsaade ediyor ve kılavuzunda da bu konuda bir açıklama ve izahat var ise tatbik edilebilir.

3.1.2 KABLO GİRİŞLERİ

Kablolar Ex-d tipi alete doğrudan girmiyor ise, bağlantı terminali Ex-d veya Ex-e tipi imal edilmiş olmalıdır. Ex-d tipi gövdenin kablo girişi Ex-e tipi olabilmektedir. Standart

koyucu Ex-d tipi alete kablo ile doğrudan girişi yasaklamamış olmasına rağmen kablo girişinin Ex-d yapım şartlarına yani IEC 60079-0 ve -1 e uygun imal edilmesini istemekte, dolaylı olarak ayrı bir terminal bölümü yapımını zorlamaktadır. Kablo rekorları bulunulan ortama ve kullanılan kabloya uygun olarak seçilmek zorundadır.

3.1.3 CONDUIT

Eğer borulu (conduit) bağlantı kullanılacak ise kablo girişi buna uygun seçilmeli ve ayrıca imalatçının kullanma kılavuzuna dikkat edilerek imalatçının hangi şartlarda borulu bağlantıya müsaade ettiğine bakılmalıdır. Borulu bağlantıda alet çıkışına durdurucu elaman konulması ve özel reçine ile doldurulması unutulma malıdır.

Kullanılan borular bütün olarak çekilmiş veya dikiş kaynaklı yüksek mukavemetli çelikten yapıli ve vida bağlantılı olmak zorundadır. Borular ve boru bağlantıları ve dışı plastik kaplı spiraller ISO 10807 uygun imal edilmiş olmalıdırlar. IEC 60079-14 3.sürümünde IEC 6064-2-1 veya IEC 60614-2-5 e göre imal edilen boruların d-tipi mahfazalarda kablo koruyucu olarak kullanılmasını yasaklar iken, son 4.sürümünde konuyu Ex-d tipi koruma ile ilgili IEC 60079-1 standardına bırakmıştır. IEC 60079-1'in son sürümünde conduit bağlantıları da kapsama alınmış ve nasıl test edilecekleri adı geçen standartta detaylandırılmıştır.

3.1.4 MOTORLAR

Ex-d tipi korunmuş motorları exproof ortama monte ederken ilave bir önlem almaya gerek yoktur. Yalnız konverterli veya yumuşak yolverici ile çalışırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

3.1.5 FREKANS KONVERTERİ ve YUMUŞAK YOLVERİCİ

- 1.) Motorlar frekans konverteri veya yumuşak yolvericileri ile birlikte denenip test edildi ve sertifikalarında da bu durum belirtiliyor ise, imalatçının kılavuzuna göre monte edilip çalıştırılabilir.
- 2.) Eğer konverter veya yumuşak yolverici sonradan ilave edilmek isteniyor ise motorun aşırı ısınması bir şekilde kontrol edilmelidir. Bu kontrol işi sargılara gömülü termo kupollar ile yapılabileceği gibi motor gövdesi üzerine konulan bir sensör ile de gerçekleştirilebilir. Bazı hallerde motor milinin dış gövdeden daha önce ısındığı unutulmamalı ve bu gibi durumlarda ısınmayı milden algılamamanın yolları aranmalıdır. Yapılan bu gibi ilaveler belgelendirilip meliğe göre tutulan exproof dokümanları (patlamadan korunma dokümanları) içersine konulmalıdır.
- 3.) Frekans konverteri kullanılan Ex-d tipi motorun terminal kutusu Ex-e tipi korunmuş ise frekans konverterin üreteceği yüksek gerilim darbeleri dolayısı ile e-tipi kutunun yüzeyel kaçak mesafelerine (creepage distance) ve aşırı ısınma durumuna dikkat edilmelidir.

Özet ve sonuç olarak "exproof sahada motorlara yumuşak yolverici veya konverter ilave etmeden önce imalatçıya danışılmalıdır.

3.2 . Ex-e TİPİ ALETLERDE ALINACAK İLAVE ÖNLEMLER

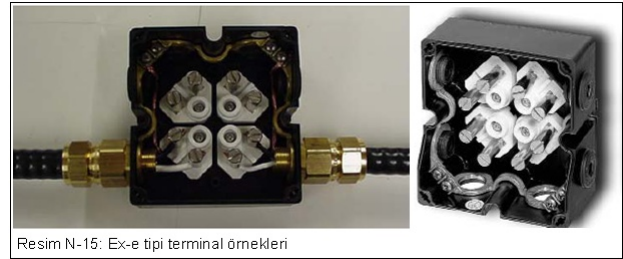
Ex-d tipi korunan muhafazalarda olduğu gibi parça (komponent) U işaretli aletler kullanılamazlar. Kullanılan Ex-e tipi muhafazanın kompleksi için sertifikası bulunması zorunludur.

Ex-e tipi gövdelerin yabancı madde girişine karşı koruma seviyeleri (IP) IP 54 den aşağı olamaz. İçersindeki parçalar izoleli ise elektrikli kısımları açıkta değil ise IP 44 seviyesinde korunmasına müsaade edilebilmektedir.

3.2.1 KABLO GİRİŞLERİ

Ex-e tipi aletlerin gövdelerine imalatçının kılavuzunda belirtilmediği ve imalatçı tarafından müsaade edilmediği takdirde kablo girişleri için ilave delikler açılmaz. Kablo giriş delikleri IEC 60079-0 a uygun açılmalıdır. Dış sayısının 5 den az olamayacağı ve civata ile tutturulan kablo başlıklarına müsaade edilmediği vs gibi hususlara dikkat edilmelidir. Gerekli sızdırma seviyesini (IP) sağlamak için exproof gövde ile rekor arasında conta konulabilir. Eğer delik açılan gövde kalınlığı 6 mm den büyük ise contasız bağlamanın sakıncası yoktur. Bu gibi hususlar imalatçının kılavuzunda belirtilmiş olmalıdır. Kullanılan kablo başlıkları IEC 60079-0 a uygun imal edilmiş Ex-e veya Ex-d sertifikalı olmalıdır. Sanayi tipi rekorların kullanılmayacağı unutulmamalıdır.

Ex-e tipi kablo girişlerinde kullanılan terminaller de sertifikalı olmak zorundadır. Terminal kutuları kablo bağlama elemanları (terminaller) ile birlikte sipariş edilmelidir. Elde mevcut terminal kutuları kullanılacak ise veya her hangi bir değişiklik yapılacak ise kullanılan terminallerde IEC 60079-0 da belirtilen yüzeyel ark ve yüzeyel kaçak mesafelerine dikkat edilmelidir. İşletmelerde bu konuda çok hata yapılmakta, rast gele klemensler kullanılmaktadır. Resimde N-15 de görüldüğü gibi Ex-e tipi terminal kutusunda kullanılan klemensler ticari piyasada kullanılanlardan farklıdır.



Ex-e tipi aletler daha ziyade kablo bağlantıları için terminal kutuları olarak kullanılmaktadır. Terminal kutuları donatılırken sıcaklığın dışarı atılmasına özen gösterilmeli ve kutu içersinde ısınmaya neden olabilecek miktarda kablo fazlalıkları bırakılmamalıdır. Genelde terminal kutusunun çaprazı kadar (diagonali) kablolar boşluk bırakılır ve Ex-e kutular ısı deneye tabi tutulurken diagonal uzunluğu kadar kablo fazlasının üreteceği ısı hesaba katılmaktadır.

Bir terminal ucuna 6 dan fazla kablo bağlanması yasaktır. Fazla kabloların üst üste bağlanması tavsiye edilmez ve ayrıca farklı kesitteki kablolar bir araya geliyor ise iyice sıkılındığına dikkat edilmelidir.

Ex-e tipi koruma normal şartlarda ark çıkmayan veya ark çıkmayacağı kabul edilen yerlerde uygulanabildiği için terminal kutuları içerisindeki klemenslerin montajı ve kabloların itinalı bir şekilde yerleştirilip sıkılanması önem arz etmektedir. Onun için, dış görünüşleri sanayide kullanılanların aynı ise de, terminallerin kendileri özeldir. Gevşek monte edilen ve gövdesi veya bağlanan kablolar elle sallandığında ark çıkaran terminal kutuları nizami değildir ve exproof açısından tehlike saçmaktadır.

3.2.2 SİNCAP KAFES ASENKRON MOTORLAR

Ex-e tipi imal edilebilen tam kapalı sincap kafes asenkron motorlar yapıları icabı normal koşullarda ark çıkarmazlar. Ancak aşırı ısınmaları tehlikeli olabilir. Bunu önlemek için motorun aşırı ısınması sargılar içine gömülü olan termistörler ile kontrol edilmektedir. Motorun aşırı yüklenmesi, ayrıca motorun çektiği akım da termik röleler ile takip edilmekte ve belli oranları aştığında motoru durdurmaktadır.

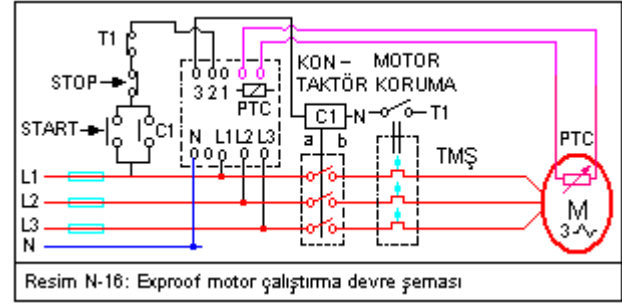
Ex-e tipi motorların T5 ve T6 ısı grubunda olanı yoktur. Çünkü rotor sıcaklığının bu ısı seviyelerini ($T5=100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T6=85\text{ }^{\circ}\text{C}$) aşma ihtimali yüksektir.

Sincap kafes asenkron motorun özelliği yol alırken fazla akım çekmesi ve bu arada aşırı ısınma ihtimalidir. Ex-e motora sertifika verirken tam yükte motor kısa devre edilerek ne kadar sürede ön görülen ısı grubuna ulaştığı tespit edilmektedir (tE zamanı ölçümü) Standart koyucu bu tE süresinin 5 saniyeden kısa olmasını istememektedir. Yani motor kısa devre olduğunda ne kadar uzun sürede ısınır ise o kadar makbuldür. Bu nedenle Ex-e tipi korunan motorların etiketlerinde tE zamanı yazılı olmak zorundadır. Ex-e tipi motorun koruma düzeneği (yol vericisi) her hangi bir arıza durumunda veya motorun bloke olması halinde etiketteki tE zamanı dolmadan önce motoru durdurarak aşırı ısınmaya fırsat vermemelidir.

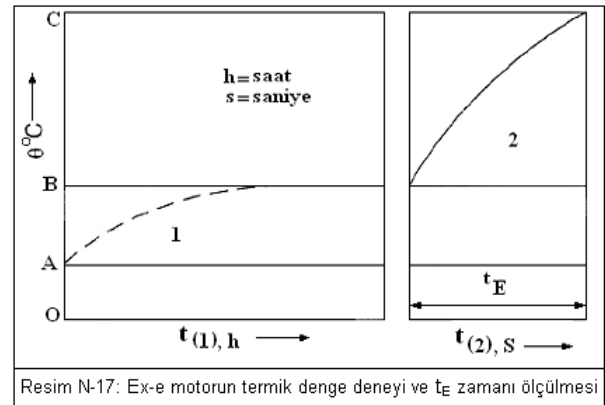
Ex-e tipi motorların Ex-d tipi motorlardan farkı sargılarındaki termistörlerin motorun yol verme tertibatına bağlanma zorunluluğudur. Endüstride sıkça yapılan hatalardan biri de bu noktadadır. Normal kullanımdan farklı olduğu için, elektrikçilerce termistör ve bağlantıları gereksiz ve anlamsız kabul edilmekte devreye alınmaları ihmal edilmektedir. Ayrıca termistör için ilave kablo çekilmesi ve rekorları ile birlikte düzgün ve nizami bir şekilde bağlanmaları biraz lüzumsuz ve fazla bir külfet olarak algılanmaktadır. İşverenlerin de ucuz ve dolayısı ile tecrübe ve bilgisi olmayan eleman çalıştırma yönündeki tercihleri hataları daha da artırmaktadır.

Normal sanayi kullanımında motorların kontaktör çıkışına yalnızca bir termik bağlanması ile yetinilmektedir. Ex-e tipi motorlarda faz kaybı ve aşırı gerilim düşümü tehlikeli ısınmalara neden olabileceğinden, motorun yol verme tertibatına FAZ KORUMA rölesi bağlanması da mecburidir. Ayrıca termik yerine, motoru sıkışma ve kasılma gibi hallerde kısa devreye karşı koruyan ve piyasada motor kuruma tabir edilen şalterler tercih edilmelidir. Bu şalterler motorları hem termik (aşırı yük) ve hem de manyetik (kısa devre) olarak korumaktadırlar. Basit bir motorun koruma devresi resim N-15 deki gibi olmalıdır. Bu durumda motorun kendisi Ex-e korunmalı olabilirken yol verme ünitesi, ya temiz bölgede

bulunmalı veya Ex-d tipi korunmuş bir gövde içersine yerleştirilmelidir.

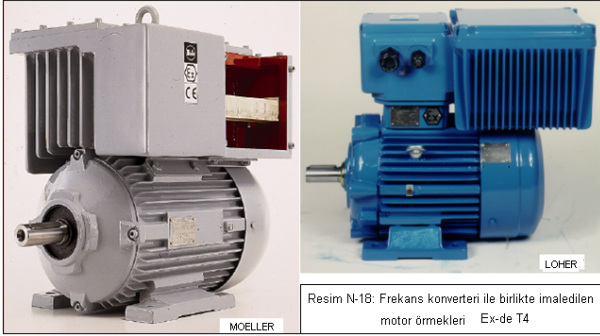


Kısa aralıklara sık sık yol verme olayı motorların aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Ex-d tipi motorlarda olduğu gibi Ex-e tipi motorlarda da sık sık devreye alabilme özelliği motor kılavuzunda imalatçısı tarafından belirtilmiş olmalıdır. Kısaca bu maksat için imal edilmeyen motorların exproof ortamlarda kısa aralıklarla sık sık yol verilmesi tehlikeli olabilmektedir. Fakat iş hayatında bu olay bazen kaçınılmaz olmaktadır. Örneğin aşırı yüklü ve etrafa dökülen malzemenin yarattığı sürtünmeler dolayısı ile kalkınmakta zorlanan bant konveyör veya elevatör motorları gibi. Aşırı ısınma sargıların yanmasına neden olacağından normal ortamlarda da arzu edilmez. Bu gibi ağır şartlarda çalışan motorlar özel yapım olmalı ve kalkınma momenti yüksek seçilmelidir. Örneğin maden ocaklarında kullanılan zincirli konveyörler her zaman kömürler ile sıkışık halde yol aldıklarından, elektrik motorları da özel yapım ve kalkınma momenti yüksek tipten motorlardır. Rotor sargıları ve rotor oluk yapıları farklı olduğu için yüksek kalkınma momentli motorları her imalatçı üretememektedir. Bu sorun hidrolik kaplin kullanılarak çözümlenebilir. Bu yüksek kalkınma momentli motorlar kadar verimli olamamaktadır.



Yüksek gerilim motorlarında Ex-e tipi pek tavsiye edilmemektedir. Bu motorlara sık sık yol verilmesi daha da tehlikeli olabilmektedir. Ayrıca motorların statorları ile rotorları arasında bazı hallerde statik ark meydana gelmekte ve patlayıcı ortam için tehlikeli olmaktadır. Bu nedenle büyük motorlara yalnızca Ex-d tipi koruma şeklinde müsaade edilmektedir. Yol alması uzun süren ve tE süresini %80 aşan ve ayrıca bu esnada gerilim kaybı %15 geçen çalışma şartlarında kullanılan motorların da Ex-d tipi olarak seçilmesi tavsiye edilir. Eğer Ex-e tipi motor seçilecek ise uzun yol alma süreleri gibi ağır çalışma koşullarında tehlikeli olup olmadığı imalatçı tarafından garanti edilmeli ve motor kılavuzunda ve

özellikle Onanmış Kuruluştan alınan sertifikasında bu husus belirtilmiş olmalıdır.



3.2.3 KONVERTER ve YUMUŞAK YOLVERİCİ

Ex-e tipi motorlarda konverter kullanılıyor ise motor ile konverter birlikte denenmiş olmalıdır. Bu durum motorun sertifikasında ve imalatçı kılavuzunda teyit edilmiş olmalı ve exproof dokümanları içersine de yerleştirilmelidir. Yumuşak yolvericiler sonradan da ilave edilebilir. Bu durumda motorun ısınmasını önleyen tedbir alınmalıdır. Ex-e tipi motorlarda stator sargılarında termistör bulunmaktadır. Bu termistörlerin bağlandığı röle bir şekilde yolverme ünitesine bağlanarak motor aşırı ısınmalara karşı korunmalıdır.

Ex-d tipi motorlarda frekans konverterinin sonradan kullanımına müsaade ediliyor ise de Ex-e tipi motorlarda müsaade edilmemektedir. Yalnızca yumuşak yolvericiler sonradan bazı hususlara dikkat edilerek kullanılabilir. Bunun sebebi ise yumuşak yol vericilerin yüksek gerilim üretmemeleri, düşük gerilim ile motora yol aldirmalarıdır. Frekans konverterlerinde değişen frekanslar dolayısı ile gerilimin artma ihtimali bulunmaktadır.

Prensip olarak bilinmesi gereken ve tavsiyemiz standart koyucunun bazı istisnalarını dahi dikkate almadan tüm exproof motorlarda düz mantık uygulanması yönündedir. Motorlar hangi tipte korunurlar ise korunsunlar (Ex-d, Ex-e veya Ex-n) tüm motorlarda

- 1) Motor kofrasında bulunan termistörler özel bir kablo ile yolverici kutusuna kadar uzatılarak özel termistör rölesine bağlanacak ve aşırı ısınma durumunda motorun durması sağlanacaktır.
- 2) Basit termiklerin yerine motor koruma tabir edilen “termik manyetik” koruyuculu şalterler kullanılacaktır.
- 3) Faz koruma tabir edilen ve gerilim düşümünü de kontrol eden röleler kullanılacaktır.
- 4) Frekans konverteri ve yumuşak yolverici rast gele kullanılmayacak, ancak exproof motor ile birlikte sertifikalı ise ve imalatçı kılavuzunda belirtiliyor ise kullanılacaktır. Bu gibi durumlarda imalatçıya danışılmadan hiçbir tadilat yapılmayacaktır.

Piyasada kullanılan exproof motorların çoğunun bağlantısı yukarıda izah ettiğimiz gibi nizami değildir. Çalışan elektrikçiler normal sanayiden geldikleri ve exproof ortam çalışmalarının yanı sıra çoğu vakitleri normal ortamda geçtiği için exproof sahada da aynı alışkanlıklarını devam

ettirmektedirler. Bu gibi hataların meydana çıkarılması denetim (inspektion) yaparken kolay değildir. Tüm motorların kapaklarını açıp termistörlerinin olup olmadıklarını ve yolverme şalterlerine bağlı olup olmadıklarını kontrol etmek ve hatta çalışıp çalışmadıklarını denemek zaman alıcıdır.

3.3 AYDINLATMA ARMATÜRLERİ

Aydınlatma armatürleri imalatçının kullanma kılavuzunda izah ettiği şekilde devreye alınarak çalıştırılır. Çoğu armatürde ilave bir önlem almaya gerek yoktur. Yalnız floresan ampul ve elektronik balast kullanılan tüm armatürler T5 ve T6 ısı grubu ortamlar ile ortam sıcaklığı 60 °C'yi aşan yerlerde kullanılmazlar. Ayrıca pimli veya vidalı lambaların bağlantı soketleri yalıtkan malzeme üzerine iletken bir film kaplanarak üretilmiş ise bu tip ampuller imalatçının kılavuzunda belirtilmediği sürece kullanılamazlar.

4.0. KENDİNDEN EMNİYETLİ KORUMA YÖNTEMİNDE ALINACAK İLAVE ÖNLEMLER

Kendinden emniyetlilik diğer exproof koruma yöntemlerinden çok farklıdır. Ana düşünce ark çıkaran kaynağın ortamı patlatma kabiliyetini yani enerjisini sınırlama prensibine dayanmaktadır. Diğer koruma yöntemlerinde olduğu gibi ark kaynağını izole etme prensibi değildir. Bu nedenle ark çıkarabilen elektrikli yüzeyler açıkta çıplak da olabilmekte, bağlantı kablolarında kısa devre olduğunda çıkan arkın enerjisi etrafında bulunan tehlikeli ortamı patlatabilecek kabiliyette olmadığından, açıkta adi ekleme de yapılabilmektedir. Bu nedenlerle KE cihaz ve devreleri kurarken ve işletirken uyulması gereken kurallar da diğer koruma yöntemlerinden çok farklıdır.

4.1.0 KORUMA SEVİYESİ b ve c OLAN TEHLİKE BÖLGESİ 1 ve 2 SAHALAR

Aşağıda patlamaya karşı koruma seviyesi (EPL) b ve c olan, ATEX e göre kategori 2 ve 3 aletlerin kurulumunda dikkat edilmesi gereken konular izah edilmeye çalışılacak olup, bu kategorideki aletler ancak tehlike bölgesi 1 ve 2 (zone 1 ve zone 2) sahalarına monte edilebilmektedir. Kategori 1 aletlerin tehlike bölgesi 0 sahalarına montajında alınması gereken tedbirler daha sıkı ve farklı olduğundan ayrı bir başlıkta ele alınacaktır.

Tehlike bölgesi 1 ve 2 sahalarına monte edilen KE cihazlar IEC 60079-11 e uygun bir sertifikaya sahip olmalı ve etiketlerinde Ex-ib veya Ex-ic işaretleri bulunmalıdır. Etkisiz veya pasif elemanların işaretli ve sertifikalı olmaları istenmemekle birlikte bu tip cihazlar da IEC 60079-11 e uygun tesis edilmek zorundadırlar. Kısaca kullanıcı IEC 60079-11 deki kuralları bilmek ve ona göre davranmak zorundadır.

4.1.1.BİRLEŞİK (MÜŞTEREK) CİHAZLAR

KE devre ile iç içe olan müşterek veya birleşik cihazlar var ise bu cihazlar tercihen temiz bölgede bulunmalıdır. Eğer birleşik cihaz da patlayıcı ortamda ise söz konusu bu cihaz bulunduğu ortamın şartlarına göre tesis edilmiş olmak zorundadır. Birleşik devreler etiketteki parantez ile belirtilmektedir.

Müşterek veya birleşik cihaza, sargıları içersine gömülü termistörlerin devresi KE olan exproof bir motoru veya kumanda devresi KE olan ve temiz havada duran bir kesiciyi örnek verebiliriz. Ayrıca kendisi exproof olmayıp, temiz bölgede duran ve kendinden emniyetliliği sağlayan besleme üniteleri de birleşik cihaz olarak kabul edilirler ve KE değerlendirilmesine IEC 60079-11 e tabidirler.

Müşterek cihazın exproof olmayan terminaline bağlanan KE devrenin gerilimi birleşik cihazın geriliminden büyük olamaz. Yani KE devre sehven diğer cihaza bağlansa bu cihaza zarar vermemelidir. Tersi durumda, birleşik cihazın gerilimi KE devreye bağlanırsa KE devrenin barrier tabir edilen korumaları bulunduğundan pek zarar görmez. Ayrıca KE devreyi besleyen güç kaynağının kısa devre akımı 1.5 kA den büyük olmamalıdır ki, arıza durumunda fazla bir akım çıkmasın ve müşterek cihaza zarar vermesin. Çünkü KE devreler kısa devreye mukavimdirler ve kısa devre olduğunda exproof ortamı tehlikeye düşürmezler.

Müşterek cihazın işletme gerilimi düşük ise KE devre ile karışma ihtimali yüksektir. Standart koyucu IEC 60079-14 ün 4.sürümünde ilave maddeler getirerek bu durumu önlemeye çalışmıştır. Bu maksatla, müşterek cihazın etiketindeki gerilim 250 voltun altında ise KE devreyi monte ederken aşağıdaki yöntemlerden birinin kullanılması istenmektedir.

- 1) Müşterek cihazın gerilimi 50 VAC veya 120 VDC'yi aşmıyor ise SELV veya PELV sistem var demektir ki, tesis bu sistem usullerine göre değil KE devre yöntemlerine göre monte edilmelidir.
- 2) IEC61558-2-6'ya uygun bir ayırıcı izolasyon trafosu kullanılarak KE devre korunmalıdır
- 3) Eğer müşterek cihaz IEC 60950 ve IEC 61010-1 e uygun imal edilmiş ise bu tip cihazların terminaline doğrudan bağlantı kurulabilir.
- 4) KE devre doğrudan pil veya bataryalar ile beslenebilir.

KE cihaz veya devre toz ve suya karşı en az IP20 seviyesinde korunmuş olmalıdır. KE cihaz ve devre belli bir renk ile diğerlerinden ayırt edilebilmelidir. Çoğu ülke renk ayırımı olarak ACIK MAVİ rengi kullanmaktadır.

Sanayi tesislerinin aksine KE devrelerde SELV veya PELV devrelere tanınan ayrıcalıklar tanınma maktadır. Elektrik devresinin insan açısından güvenli olması ile patlayıcı ortam açısından güvenilir olması aynı değildir.

4.1.2 HANGİ CİHAZLAR PASİF veya ETKİSİZ ELEMANDIR

Bazı cihazlar enerji depolamadıklarından KE açısından "basit, etkisiz veya pasif" eleman olarak kabul edilirler. Bu tip aletlerin sertifika almalarına ve üzerlerinde etiketlerinin bulunmasına gerek yoktur. Exproof olayını anlaşılması güç hale getiren ve konuyu detaylı olarak bilmeyenleri şaşırtan bir konudur. Örneğin basit bir anahtar (siviç, botun, düğme) müstakil olarak kullanıldıklarında exproof açısından çok tehlikelidirler. Çünkü sürekli ark çıkarmaktadırlar. Aynı cihaz KE devreye bağlandığında tehlikeli olmaktan çıkmaktadır. Çünkü KE devre kısa devre veya açık devre olduğunda ortamı patlatabilecek güçte enerji barındırmamaktadır. Aşağıda adı geçen cihazlar da pasif eleman olarak kabul görmektedirler:

- a) Anahtarlar, terminal kutusu, omik direnç, bazı yarı iletken elemanlar
- b) İçersindeki endüktans ve kapasitans değeri bilinen enerji kaynakları
- c) Gücü 100 mA ve 25 mW (mili watt) aşmayan küçük güç kaynakları.

Bu gibi elemanların endüktans ve kapasitansları kablolarla olduğu gibi KE değerlendirmesinde dikkate alınmak zorundadır. İçersindeki kapasitans ve endüktansı KE devreyi etkilemeyen küçük güç kaynaklarının sertifikasız kullanımına müsaade edilmesi pek kabul edilebilir bir olay değildir. Muhtemelen kol saati gibi elektronik cihazların kullanımı için ön görülmüş olabilir diye düşünebiliriz. Fakat kol saatinin elektronik devresi olduğundan sertifikasız olarak patlayıcı ortamlarda kullanılması yasaktır.

4.1.3 KABLolar

KE devrede kullanılan kabloların izolasyon test gerilimi en az 500 VAC veya 750 VDC olmalı ve daha düşük izoleli kablolar kullanılmamalıdır. Kullanılan kabloların damar iletken çapı en az 0,1 mm olmak zorundadır. Bu çap çok ince telli kablolar için de geçerlidir.

KE devrelerde kullanılan kabloların Cc, Lc, ve Lc/ Rc sembolleri ile gösterilen empedans ve kapasitans gibi elektriki verilerinin bilinmesi gerekir. KE devre tasarımında gerekli olan bu veriler

- a) Ya imalatçı kataloglarından alınır
- b) Veya bir parça kablo numunesi alınarak ölçüm yöntemi ile belirlenir.
- c) Veyahut bilinen yöntemler ile imal edilen 2 veya 3 damarlı zırlı veya zırsız kabloların dataları 200 pF/m, 1 µH/m, 30µH/Ω olarak alınabilir.

FISCO veya FNICO sistemi kullanılması durumun da kablo parametreleri IEC60079-27 ye uygun olmak zorundadır.

4.1.3.1 İLETKEN EKRANIN TOPRAKLANMASI

Aşağıda belirtilen özel durumlar dışında iletken ekranlı KE devre kablolarının ekranı mümkün ise tehlikeli olmayan temiz bölgede bir tarafından topraklanmalıdır. Ekranın iki taraflı topraklanması yasaktır. Ekranın değişik noktalarda topraklanması durumunda, topraktaki potansiyel farklılıklar dolayısı ile kablonun ekranı üzerinden ortamı patlatabilecek güçte elektrik akımı dolaşma ihtimali vardır.

Eğer topraklı bir KE devre, ekranlı bir kablonun içersinden geçiyor ise söz konusu bu kablonun ekranı KE devrenin topraklandığı noktada toprağa bağlanmalıdır. Kablonun diğer ucunda ekran toprağa bağlanmayacaktır. Pratikte bu duruma uymak zordur. Elektrikçiler alışkanlıkları dolayısı ile metal rekor kullanılarak yapılan bağlantılarda farkında olmadan kabloların her iki ucunu da topraklamaktadırlar. Aslında duyurga tarafında yapılan bağlantılarda kablonun ekranı rekora getirilmemelidir. Bu durumda ise bağlantı mekanik yönden sağlam olmamaktadır.

Bir KE devre veya KE devrenin alt devreleri topraklı ise ve bu devre ekranlı bir kablodan geçiyor ise, söz konusu kablondan ekranı eş potansiyel kuşaklamaya yine aynı şekilde bir noktadan bağlanmalıdır.

Aşağıdaki hallerde kablo ekranının bir noktada topraklanmasından taviz verilebilir.

- a) Eğer kablo ekranının direnci yüksek veya endüktif enterferans (etkileşim) olayına karşı özel önlem alınması isteniyor ise kablo ekranı aşağıdaki hususlara dikkat edilerek (tel zırlı kablolar da olduğu gibi) birçok noktada topraklanabilir.
 - İzoleli toprak iletkeni sağlamdır ve normalde 4 mm² olması gerekirken 16 mm² veya üzeri yapıda olup, pabuçlu bağlantıya müsait durumdadır.
 - İzoleli toprak hattı ile toprak arası izolasyon gerilim 500 V üzerindedir.
 - Kablondan bir ucu tehlikesiz bölgede topraklanmış durumdadır.
- b) İyi bir eş potansiyel kuşaklama yapılmış ve kablondan tehlikeli ve tehlikesiz bölgede bulunan uçları arası potansiyel oluşma ihtimali yok ise kabloya birçok noktada topraklama yapılabilir.
- c) Küçük kondansatör kullanılarak (örneğin 1nF 1500 V seramik kondansatör gibi) çoklu nokta topraklaması yapılabilir. Bu durumda toplam kapasitör miktarı 10 μ F aşamamalıdır.

Kablo ekranının bir tarafta topraklanması olayı bazı meslektaşlarımıza anlamsız gelebilir. Yalnız unutulmamalıdır ki, burada söz edilen EKTRAN elektrik devresine, nötr hattına bağlanarak akım iletimine katkısı bulunan ekrandır. Ekran zırlı gibi kullanılıyor ve baskı devre terminaline bağlanmıyor ise her iki taraftan da topraklanmasının mahsuru yoktur.

4.1.3.2 ÇELİK ZIRHIN TOPRAKLANMASI

Kullanılan KE devre kablosunun çelik zırlı var ise bu zırlı kablondan her iki ucunda eş potansiyel kuşaklamaya bağlanmalıdır. Kablo ekranının aksine kablo dışındaki koruyucu zırlı her şekilde topraklanmalıdır. Yer altı maderlerinde kullanılan çelik zırlı kablolarda olduğu gibi metal rekorlar ile kablondan her iki ucunda topraklama yapılmış olur.

4.1.3.3 KABLO ve İLETKENLERİN YERLEŞTİRİLMESİ

4.1.3.3.1 GENEL

KE devreler düşük gerilimli oldukları için yakın çevrelerinde bulunan hava hattı veya tek damarlı kablolu iletkenlerin harici elektrik ve manyetik alanlarından etkilenebilirler. Bu etkileşimi önlemek için KE devre kabloları ya ekranlı olmalı veya enerji taşıyan diğer kablolardan belli bir mesafeye yerleştirilmelidirler.

KE devre kabloları diğer exproof alet kablolarında olduğu gibi darbeler ve yangına dayanıklı oldukları gibi buldukları ortamın fiziksel ve kimyasal şartlarına da uygun olmak zorundadırlar. Bunların dışında, KE devre kabloları diğer kablolar ile karıştırılma malı ve sehven de olsa diğer devrelerin elektriklerinin KE devreye girmesini önleyecek

tedbirler alınmalıdır. Bu maksatla renk ayırımı yapılmalı ve KE kabloların dış kılıf rengi açık mavi seçilmelidir. IEC 60079-14 kullanılan kabloların çelik zırlı olması halinde dış rengi serbest bırakılmaktadır. Çünkü UK ve USA gibi bazı ülkeler renk kotuna uymamaktadırlar. Bizce renk kotu önemlidir. Zırlı veya zırlısız KE devrelerde kullanılan kabloların tamamının dış rengi açık mavi olmalı ve diğerlerinden ayırt edilebilmelidir. Aynı zamanda KE devrede kullanılan aletlerin tamamının dışı açık mavi renge boyanmalı ve PASSİF ELEMEN ların üzerine yalnızca KE devrelerde kullanılabileceği yazılı olarak belirtilmelidir. Bu konu fahiş hatlara neden olmakta, KE için etkisiz eleman olan bir anahtar Ex-d tipi bir alete start butonu olarak bağlanmaktadır.

Renk ayırımına, kontrol kabinleri, şalter kutuları panel, tablo ve panolarda özellikle çok dikkat edilmeli ve mavi renkli olan nötr hattı ile KE devre bir birlerine karıştırılmamalıdır. KE ve normal devrelerin yan yana olduğu panolarda KE devre özel seperatörlerle ayrılmalı ve çalışan elektrikçilerin devreleri bir birlerine karıştırmaması için tedbir alınmalıdır

4.1.3.3.2 İLETKENLER

KE devre iletkenleri diğer devre iletkenleri ile aynı kablo içerisinde olamaz. Çoklu bir kablo içerisinde hem KE ve hem de KE olmayan devre iletkenleri bulunamaz. KE devre için ayrı bir kablo çekilmesi zorunludur. Ancak KE devre diğer devrenin analizi için kullanılmak zorunda ise (güç kablolarındaki kumanda ve pilot devreler gibi) KE devre diğer devre ile aynı kablo içerisinde bulunabilir.

Genel prensip olarak KE devre iletkenleri diğer devre iletkenlerinden ayrı çekilir ve aynı demet içerisinde bulundurulmazlar. Araya ayırıcı bir seperatör konulmalıdır. Ancak KE devre iletkeni ekranlı ise birlikte çekilmelerinin, boru veya kanal içerisinde birlikte yürütülmesinin bir mahsuru yoktur.

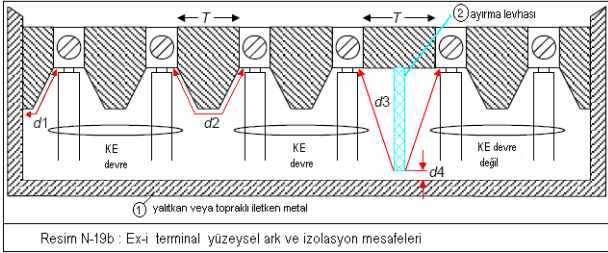
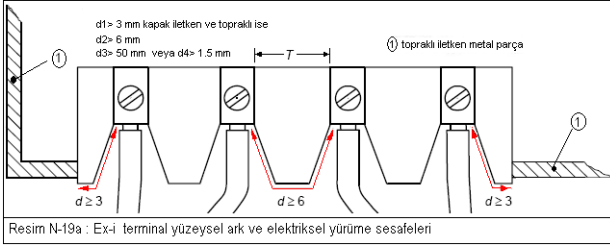
Çok damarlı bir kablo içerisinde birden fazla KE devre bulunmasının bir mahsuru yoktur. Standart koyucu KE devrelerin bir birlerini etkilemeyeceğini kabul etmektedir. Tehlikeli ortam patlama riski açısından doğru olabilir. Fakat teknik olarak doğru değildir. Ayrı KE devreler ayrı kablolar ile çekilmeli birbirlerine karıştırılmamalıdır.

4.1.3.3.3 ÇOKLU KABLOLARDA KULLANILMAYAN DAMARLAR

Çoklu kablo içerisinde kullanılmayan damarlar var ise bu damarlar kablondan her iki ucunda birbirlerinden ve topraktan ayrılarak izole edilmelidir. Müşterek (associated) devrelerde olduğu gibi eğer aynı kablo içerisinde topraklı olan diğer bir devre var ise, bu durumda boşa duran kablo damarları KE devrenin topraklandığı noktada bir ucunda toprağa bağlanmalı, diğer ucunda ise bir birlerinden ayrılarak izole edilmiş şekilde bırakılmalıdır.

KE devrelerde kullanılan kabloların izolasyonu en az 500 Volta dayanmalıdır. IEC 60079-14 de izolasyon testinden ve kabloların dayanacağı test geriliminden söz edilirken kabloların işletme geriliminden bahsedilmemektedir. Bildiğimiz kadarı ile kablolar işletme gerilimlerinin 2.5 katı bir gerilim ile denenirler. Piyasada işletme gerilimi 300 Voltun altında kablo

olmadığına göre, 500V teste ticari piyasada bulunan kabloların tamamı dayanabilmektedir.



4.1.4 KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRENİN TERMİNALLENMESİ

Kendinden emniyetli devre ile kendinden emniyetli olmayan devreler çok sık yan yana kullanılmaktadırlar. Çalışan elektrikçilerin her iki devreyi bir birine karıştırmaması ve dolayısı ile KE devrenin bozulmaması için önlem alınmalıdır. Bu önlem aşağıda izah edildiği gibi iki şekilde alınabilir.

- KE devrenin bağlandığı terminaller diğerlerinden en az 5 cm aralık bırakılarak dizilir. (Resim N-19b de görüldüğü gibi)
- Araya yalıtkan veya topraklı iletken bir levha konularak tedbir alınabilir. Bu durumda kullanılan levha küçük olmamalı mümkün ise gövdenin kanarına 1.5 mm mesafeye kadar yanaşabilecek şekilde iyi bir ayırma yapılmalıdır.

Terminale bağlanan canlı iletken uç ile topraklı metal gövde arasında en az 3 mm mesafe olmalıdır. KE terminalleri seçerken bu hususa dikkat edilmelidir. Piyasada mevcut klemensler bu mesafeye uymaktadırlar. Birbirinden farklı iki ayrı KE devre var ise bu devrelerin terminalleri arası da en az 6 mm mesafe bulunmalıdır. KE devrelerin de birbirlerine karıştırılması arzu edilmez. Fakat bu devrelerin kendi içindeki karışıklık patlayıcı ortamı tehlikeye atmaz.

KE kabloların bağlandığı terminaller diğerlerinden ayırt edilebilmeli ve açık mavi renkli terminaller kullanılmalıdır.

KE devreler için fiş priz kullanılacak ise diğerlerinden farklı olmalı ve KE fişi diğer devre fişlerine girmemelidir. Buradan çıkan anlam, KE devrelerde mecbur olmadıkça fiş-priz kullanılmaması yönündedir.

4.1.5 KE DEVRELERİN TOPRAKLANMASI

KE devre ya topraktan izoleli olarak tesis edilir veya çalışması icabı topraklanması gerekiyor yalnızca bir noktada ve eş

potansiyel kuşaklamanın bağlandığı noktada topraklanır. Devrenin bundan sonraki devamında TN-S şebekede olduğu gibi asla toprağa bağlanmazlar. Aksi halde topraktan dönen akımın hangi yolları takip edeceği bilinmez Bu nedenledir ki akım taşıyıcı iletken KE kablo ekranları bir noktada topraklanır.

Eğer KE devre bir KE trafosu marifeti ile galvanik olarak ayrılmış ise birden fazla noktada topraklama yapılabilir. Topraktan izoleli KE devrelerde statik elektriklenme dolayısı ile deşarj tehlikesi oluşmamasına özen gösterilmeli ve bu maksat ile toprağa 0.2 MΩ büyük direnç ile bağlantı yapılması mahsurlu değildir.

Galvanik ayarımı bulunmayan KE emniyet bariyerlerinin (zener) toprak terminali ya

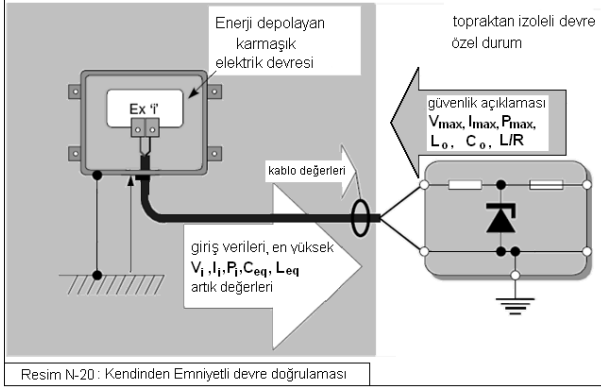
- Eş potansiyel kuşaklamaya en kısa yoldan bağlanmalı veya
- İletkenliği yüksek olan bir noktada topraklanmalıdır (TN-S şebekede) Toprak hattının çevrim (loop) direnci 1 Ω altında olmalıdır.

4.1.6 KENDİNDEN EMNİYETLİLİĞİN İNCELENMESİ ve DOĞRULANMASI

Kendinden emniyetli devre oluşturulması kolaydır ve günümüzde KE bariyerlerin ucuzlaması dolayısı ile cazip halede gelmiştir. KE devreyi oluşturmak kolay olduğu gibi patlayıcı ortamı riske atmakta o kadar kolaydır. KE devre tasarımı konuyu bilen uzmanlarca yapılmalıdır. Eğer geniş kapsamlı bir scada, ölçü veya otomasyon sistemi oluşturulacak ise (FISCO) ya tesis büyük kuruluşlara yaptırılmalı veya exproof konusunda (KE konusunda) akredite olmuş veya onanmış bir kuruluştan belge istenmelidir. Bu konuda kısıtlayıcı veya zorlayıcı bir yönetmelik yoktur. IEC "uzman belgeli" kişilerce tasarım ve uygulama istemektedir. Sonuçta işveren istediği gibi uygulama yapabilmektedir. Sanayiye farkında olmadan bolca hata yapılan konulardan biri de KE devre tasarım ve kurulumu konusudur. Ticari gaye ile her exproof ekipman satıcısı KE malzeme satmakta ve kendine göre bir tasarım veya kurgu yaparak satışını gerçekleştirip parasını cebine atmaktadır. Bildiğimiz kadarı ile Türkiye'de faaliyet gösteren hiçbir satıcının belge verme yetkisi yoktur ve alıcı da zaten sormamaktadır. Sorumluluk ve risk kullanıcıda kalmaktadır. Kullanıcı da genellikle satıcıyı konuyu bilen zannederek güvenmekte, tesisini rast gele kurmaktadır. Exproof bir tesisi inceleme esnasında bu gibi hataların tespiti de zordur. Çünkü KE ölçü duyarları minyatür yapıda olduklarından "ben buradayım" demezler. Yerlerinin bulunması zor olduğu gibi normal devreler ile karışık olabildiklerinden bağlantı devrelerinin düzgün olup olmadıklarının tespiti etmek zaman alıcıdır. Ayrıca KE devreyi koruyan zener bariyerler temiz ortamda bulduklarından, yalnızca patlayıcı ortamı dolaşan bir inspektörün (denetleyicinin) KE devrenin detaylarını görmesi imkansızdır.

KE devre çoğunlukla ölçü ikaz alarm gibi küçük gerilimle cihaz ve devrelerde kullanılmaktadır. Patlayıcı ortam konusunda her nevi risk dönüp dolaşıp kullanıcıda kalmaktadır. İmalatçı veya satıcı bir şekilde "müşteri böyle istedi" veya "benim önerdiğim gibi kullanmamış" diyerek kendini kenara atabilmektedir. Bizim kullanıcılarımıza önerimiz imalatçıdan belge istemeleridir. İmalatçıların sattıkları

aletlerin paketinde kullanma kılavuzu bulunmakta ve bu kılavuzda nasıl kullanılacağı yazılıdır. Bir iki elemandan oluşan basit devreler için kılavuz yeterli olabilir ve çoğu firmalar örnekler de vermektedirler. KE devre ve eleman sayısı arttığında olay değişmekte ve konuyu bilen uzmanlık gerektirmektedir



KE devre elemanları nasıl seçilir ve nasıl tasarım ve uygulama yapılır yazımızın konusu olmadığından konuya devam edilmeyecektir. Yalnız bir fikir vermesi için KE devrelerin nasıl doğrulandığı şekil N-20 de resmedilmiştir.

4.2 KORUMA SEVİYESİ “EPL-a” OLAN ALETLERİN KURULMASI

Patlama riski yüksek olan tehlike bölgesi 0 (zone 0) sahalarda kullanılan Ex-ia sertifikalı, “a” koruma seviyesinde (EPL) imal edilmiş KE alet ve devreleri kurarken diğer tehlike bölgesi 1 ve 2 de (EPL-b ve c) uygulanan tedbirlere ilaveten aşağıda izah edeceğimiz hususlara da dikkat edilmelidir.

EPL-a koruma seviyesinin tanımı biraz karışık ve anlaşılması zordur. İstenen ana özellik koruma seviyesinin yüksek olmasıdır. Bu maksatla aynı anda iki arıza meydana geldiğinde exproof koruma özelliğinin kaybolmaması istenmektedir. Örneğin Ex-ib seviyesinde korunan bir dedektör Ex-d tipi bir exproof gövde içersine yerleştirildiğinde EPL-a seviyesinde korunmuş sayılır.

Öncelikle tehlike bölgesi 0 (zone 0) da kullanılan KE aletler IEC 60069-11 e uygun imal edilmiş olmalı ve etiketlerinde EPL-a seviyesinde korunduklarını belirten “Ex-ia” işareti yazılı olmalıdır. KE devrede kullanılan etkisiz elemanlar, kablolar, devrenin azami kapasitans ve endüktansı yine aynı standartta ön görülen “ia” şartlara uygun seçilmelidir. Çünkü ia seviyesinde istenen azami toplam empedans diğerlerinden daha düşüktür. Alınması gereken emniyet faktörü yüksektir ve dolayısı ile akım seviyeleri düşüktür. IEC 60079-11 de akım seviyeleri tablo halinde verilmektedir. Dolayısı ile Ex-ia seviyesinde kullanılan bariyerler daha hassas ve daha pahalıdır.

Standart koyucu yakına kadar “ia” ve “ib” seviyesi için galvanik izolasyon istiyor idiyse de son sürümlerinde bundan taviz vermiştir. Ex-ib seviyesinde korunan KE aletlerde galvanik izolasyona yani trafolu güç kaynağına gerek kalmamıştır. Böylece KE bariyerler ucuzlanmış ve küçülerek minyatürleşmiştir. Ancak yine de “ia” seviyesinde galvanik

izolasyon istenmektedir. Bu izolasyon temiz bölgede bulunan bir trafo ile yapılabildiği gibi KE güç kaynağında veya KE bariyerde de uygulanmaktadır. Genellikle KE güç kaynakları trafodur.

KE devreler düşük gerilim ile çalıştıkları için topraktan gelen küçük gerilimli dalgalanmalardan etkilenbilmektedirler. Bu nedenlerle bizim kullanıcılara tavsiyemiz ucuza kaçmadan KE devrelerde daima galvanik izoleli güç kaynakları kullanmaları doğrultusunda olacaktır. İster Ex-ia, isterse Ex-ib olsun tüm KE devreler galvanik izoleli ve topraktan ayrılmış (izolele edilmiş) olmalıdır.

Ex-ia devrenin zor tarafı devrenin kurulumunda değil yukarıda izah edilen “kendinden emniyetliliğin doğrulanması” ve tasarlanmasında ve kullanılan aletlerin seçimindedir.

Tesisin kuruluşu, kablolar, topraklama ve saire yukarıda izah edildiği gibi “ib” ve “ic” seviyeleri ile aynıdır.

IEC 60079-26 Zone 0 bölgedeki bir aleti besleyen kablonun ya conduit içersine alınmasını veya toprak kaçacağına karşı korunmasını istemektedir. Bunun sebebi EPL-a tarifinde iki ayrı bağımsız korumanın istenmesidir.

İki ayrı ve bağımsız koruma uygulaması her alette mümkün değildir. Buna birkaç örnek verelim:

- 1) Yaklaşım ve konum anahtarları gibi endüktif vericiler (transmitter) Ex-ib koruma tipinde imal edilip reçine içersine gömüldüklerinde (Ex-ma tipi koruma) çift korumaya sahip olmuş olurlar ve aletin tamamı EPL-a seviyede korunmuş olur.
- 2) Ex-ib olarak imal edilen LED lambalar Ex-d gövde içersine yerleştirildiklerinde iki bağımsız korumaya sahip olmuş olurlar ve EPL-a sayılırlar
- 3) Ex-d gövdeye yerleştirilen Ex-ib korumalı ölçü sensörleri de EPL-a sayılır.
- 4) Ex-ib aletlere kumlu koruma Ex-q tatbik edildiğinde EPL-a seviyesine terfi ederler
- 5) Ex-mb olarak imal edilen elektro vanalar Ex-d tipi gövde içersine alındıklarında aynı şekilde “a” koruma seviyesine çıkmış sayılırlar.
- 6) Ex-e tipi artırılmış emniyetli korunan aletler basınçlandırılmış kap içersine (Ex-px) alındıklarında bir birden bağımsız iki ayrı korumaya sahip olmuş olurlar.

5.0. BASINÇLANDIRILMIŞ KAPLAR Ex-p

Ex-p korumalı basınçlandırılmış mahfazalar pek yaygın olmadıkları gibi kurulum ve işletilmeleri de zor ve uzmanlık isteyen bir konudur. Bu konuda kurulum ve işletme esnasında dikkat edilecek çok nokta mevcuttur. Yaygın olmadığı için okuyucularımıza da bir katkısı olmayacağı düşüncesi ile bu konu pas geçilmiştir.

6.0. Ex-n TİPİ KORUNAN ALETLERDE ALINACAK İLAVE ÖNLEMLER

Diğer aletlerde olduğu gibi etiketinde “U” işareti olan ve o aletin komponent olarak üretildiğini belirten muhafazalar düzgün sertifikaları ve etiketleri olmadıkça patlayıcı ortamlarda kullanılamazlar.

Ark çıkarmayan nonsparking aletler piyasada 4 alt grupta bulunmaktadırlar. Bunlar:

Ex-nA: Ex-e tipi korumanın hafifletilmiş şeklidir. Ark çıkarmayan ve dış yüzeyi fazla ısınmayan aletlerdir. Elektrik motorları bir örnek olarak verilebilir.

Ex-nC: Ex-d tipi korumanın hafifletilmiş şeklidir. Ark çıkaran kısımların tam kapalı kaba konularak arkın sızması önlenmektedir. Büyük güçlü şalter ve kesicilerde değil ufak güçlü akımı 16 amperi ve hacmi 20 cm3 aşmayan anahtarlar da uygulanmakta ve piyasada hermetik kapalı olarak adlandırılmaktadır.

Ex-nR: Havalanması sınırlı olan ve dolayısı ile patlayıcı gazın girmesi sınırlandırılmış olan aletlerdir. Aydınlatma armatürlerinde tatbik edilmektedir.

Ex-nL: Ex-ib tipi korumanın hafifletilmiş bir şeklidir. Enerjisi sınırlanmış devrelerdir ve günümüzde kendinden emniyetlilik uygulamasının “c” kategorisi olarak IEC 60079-11 de yerini almıştır ve Ex-ic ile eşdeğerdir. IEC 60079-15 kapsamından çıkarılmıştır.

Ex-nP: Bilinen basınçlı korumanın (Ex-p) basitleştirilmiş ve uygulama şartları hafifletilmiş bir versiyonudur. IEC 60079-2 de Ex-pz adı altında basınçlı korumanın üçüncü kategorisi olarak bu standart kapsamına alınmıştır

MOTORLAR

Ex-n tipi nonsparking aletler ancak tehlike bölgesi 2 ortamlarda kullanılabilirlerdir. Standart koyucu bu aletleri de IEC 60069-0 de ön görülen rutin testlere tabi tuttuğundan Ex-n tipi aletler ucuz olmaktan çıkmışlar diğer tip aletler ile aynı seviyeye yavaşmışlardır. Bu aletleri ucuz kılan yapım özelliklerinden ziyade “onanmış kuruluştan” AT-tip testi sertifikası istememeleri, imalatçının kendi açıklamasının (deklarasyon) yeterli olmasıdır. Bu durumda kullanıcı olarak Ex-c seviyesinde korunan alet yerine Ex-b seviyesinde korunan alet almak daha güvenli olmaktadır.

Tesisat kurulumunda diğer tip aletlerden farkı yoktur. Kullanılan kablo rekorları Ex-n tipi de olabilmekte, aynı topraklama ve cotalama usullerine uyulmaktadır.

İşletme gerilimi 1000 Voltu aşan Ex-n tipi korunmuş elektrik motorları çalışma koşulu S1 ve S2 dışında örneğin S3,S4 olmalı ve motorun yol alması esnasında patlayıcı ortamın motora sirayet etmemesi gerekir. Çünkü büyük ve yüksek gerilimle motorlarda kalkınma esnasında statordan rotora statik elektrik arki atlama ihtimali vardır.

Frekans konverteri veya yumuşak yol verici kullanan Ex-n tipi motorlara bir istisna tanınmamıştır, Ex-e tipi ile eşdeğer tutulmaktadır. Ex-e tipi korumada olduğu gibi konverter veya yumuşak yolverici motor ile aynı gövdede olacak, birlikte denenmiş ve müşterek sertifikalı olacaklardır. Bu aletlerin sonradan takılması durumunda motor sargılarındaki termistörler devreye alınarak motorun aşırı ısınmasına karşı önlem alınacaktır.

Motorların çalışma şekilleri nelerdir kısaca aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

MOTORLARIN ÇALIŞMA ARALIKLARI

S1	Uzun süreli çalışma	Motor sabit yük altında ısı dengeye ulaşana kadar çalışmaktadır. Durma aralıkları motorun çalışma ısısına ulaşması kadar uzundur.
S2	Kısa süreli çalışma	Motor sabit yükte çalışmakta fakat ısı dengeye varmadan durdurulmaktadır. Durma süresi ise motorun ortam sıcaklığına kadar soğumasına yeterli olmaktadır.
S3	Kesikli periyodik çalışma	Peş peşe, sabit yükte, aynı aralıkta çalışma ve aynı aralıkta durma şeklinde periyodik çalışma durumudur. Motor çalışma süresince hiçbir zaman ısı dengeye ulaşamaz ve kalkınma akımı motorun ısınmasını etkileyecek düzeyde değildir.
S4	Ağır kalkınmalı, kesikli periyodik çalışma.	S3 de olduğu gibi sabit yükte kesikli periyodik çalışma şeklidir. S3 den farkı yol alma süresi uzundur ve kalkınma akımı ısınmayı etkileyecek boyuttadır. Yol alması uzun ve zor olan motorlardır.
S5	Aralıklı periyodik çalışma, elektrikli frenlemeli	Sabit yük altında periyodik çalışma durumudur. Motor hem yüklü ve hem de boşta çalışma durumundadır. Elektrik frenlemeli olan motor durmaksızın çalışma durumundadır.
S6	Değişken yük altında sürekli çalışma	Aynı aralıklarla periyodik olarak sabit yük altında veya boşta hem yol alma ve hem de çalışma durumunda olan ve çalışmasına hiç ara verilmeyen motorlar.
S7	Elektrikli frenleme ile sürekli çalışma	Sabit yük altında periyodik aralıklarla yol alma, çalışma ve elektrikli frenleme uygulanan hiç dinlenmeyen motorlar
S8	Periyodik değişken yük ve devir sayısında aralıksız çalışma	Ara vermeksizin ve durmaksızın değişken yük ve devir sayılarında peş peşe aralıksız çalışma koşulu

IEC nin motor çalışma periyotları ile ilgili Amerikan NEMA tarifi farklıdır. NEMA çok fazla ayırım yapmamakta, sürekli aralıklı ve özel çalışma gibi üç kısma ayırmaktadır.

7.0 YARARLANILAN KAYNAKLAR LİTERATÜR

1	IEC 60079-0, IEC60079-14 gibi IEC 60079- serisi standartlar
2	Practical electrical equipment and installation in hazardous areas Geoffrey Bottrill, Derec Cheyne, G. Vijaraghavan
3	Explosion protection in Europe, Jürgen Kühlmey
4	EX DIGEST, Cooper Crouse-Hinds, www.crouse-hinds.com
5	Hazardous location Guide, Coope Crouse-Hnds
6	2008 Code Digest, Cooper Crouse-Hnds

7	Elektrische Betriebsmittel und Installationen für explosionsgefährdete Bereiche Thuba Ltd. İsviçre, www.thuba.com
8	ANSI/ISA-12.01.01-1999, Definiton and information pertaining to electrical apparatus in hazardous (classified) location
9	NFPA 70, National Electrical Code (NEC) edition 2008
10	ATEX Guidelines 2009, http://ec.europa.eu/enterprise/atex/guide.htm
11	SEW Explosion proof drivers, www.sew-eurodrive.com
12	SIEMENS, Principle of explosion protection. Edition 4. 2005
13	DEHN+ SÖHNE, Überspannungsschutz Hauptkatalog 2008/2009, www.dehn.de