PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI
ve PATLAYICI ORTAMLAR HAKKINDA GENEL BİLGİ

Yazan: Elektrik Yük. Müh. M. Kemal Sarı

ÖZET

Bu yazı patlama tehlikesi olan grizulu maden ocakları, petrol rafinerileri, kimya sanayi, gaz sanayi gibi patlayıcı ortam bulunan ve özel elektrik aletleri kullanmak ve elektrikle ilgili özel önlemler almak zorunda kalan iş yerlerinde çalışan ve çalışacak meslektaş-larımıza genel bir bilgi vermek amacı ile hazırlanmıştır. Yazımızda patlayıcı ortamın ne olduğu, bu konudaki uluslar arası görüşler ile elektrik aygıtlarında alınan önlemler yani koruma tipleri ile bazı önemli aygıtlardaki uygulamalar açıklanmaktadır. Bu konuda ülkemizde büyük bir eksiklik bulunduğu için sunduğumuz yazı kısa da olsa yararlı olacağı umudundayız.

Yazımızda. Avrupa ve Amerikan görüş ve uygulamaları ile aralarındaki farklardan kısaca bahsedilmektedir. Ayrıca Avrupa'daki son gelişmeler ve uygulamalar izah edilmektedir.

1. KISA TARİHÇE

Maden sanayi bilinen en eski sanayi kollarından biri olduğu için patlayıcı ortamlarla ilk karşılaşma kömür madeni ocaklarında olmuştur. Bu nedenle patlayıcı ortamlarla ilgili tedbirlerin (exproof teknolojisinin) öncülüğünü maden sanayi yapmıştır. Bu nedenle yazımızda sık sık madenlerden söz edilmektedir.

Maden sanayinin tarihçesi çok eski zamanlara inmekle beraber elektriğin sanayideki geçmişi en çok 100-150 yıl kadardır. 1800'lerin sonlarına ve 1900'lerin başlarına doğru artan enerji ihtiyacı ile kömür ve petrol üretimi hızla artmaya başlamıştır. Bu arada diğer sanayi kollarında kullanılan elektriğin üstün özellikleri fark edilerek maden ocaklarında ve petrol rafinerilerinde elektrik enerjisi kullanımına başlanmıştır. Elektriğin maden ocaklarına inişi 1900 yıllarına rastlar. Uzun bir geçmişi olan maden ocaklarında grizunun tehlikesi bilindiğinden, kullanılacak elektrik aygıtlarının da tehlike yaratıp yaratmayacağı hemen dikkate alınarak gerekli önlemler alınmıştır. Yani elektriğin maden ocağında kullanımı bir dinamite veya lambaya benzemez. Önce kullanılıp sonra önlemleri alınmamıştır. Başlangıçtan itibaren hemen tedbirler düşünülmüş, bir dinamit veya lamba kadar madenciyi uğraştırmamıştır. Ne var ki , ilk zamanlar grizulu maden ocağının kendi özel şartlarında denemeler yapılmış, bu günkü gibi genel geçerliliği olan özel deney yöntemleri uygulanmamıştır. Zamanımızda deney yöntemleri geliştirilip kolaylaştırılmış ve standart hale getirilmiştir. Bu konuda ülkemizde de TSE tarafından yayınlanan standartlar mevcuttur

2. PATLAYICI ORTAMLAR ev SINIFLANDIRILMASI

2.1. TANIM

Patlayıcı (yanıcı) nitelikteki gaz, toz veya buharın hava ile karışarak patlayıcı kıvama geldikleri yerlere patlayıcı ortam denir. Patlayıcı ortamın kısa tarifi budur.

Patlayıcı ortam oluşması ve tehlike yaratabilmesi için üç unsurun bir araya gelmesi gerekir. A. Yanıcı gaz buhar veya toz, B: Hava (Oksijen) C: Enerji, patlamayı ateşleyecek bir kıvılcım veya güç kaynağı. Bu üç unsurdan biri devre dışı edilebilirse patlama tehlikesi kalmaz.

2.2. SINIFLANDIRMA ZON' LARA AYIRMA

Patlayıcı bir ortamda elektrik aygıtı kullanmak zorunluluğu var ise, bu aygıt işletmeyi tehlikeye düşürmemelidir. Özel imal edilmiş ve geçerli sertifikası olan bir alet kullanıl-malıdır. Her patlayıcı ortamda aynı aletimi kullanmalıyım ve nereler patlayıcı ortamdır?. Bunları kimler tayin eder?, gibi sorulara girmeden önce patlayıcı ortamları biraz açalım.

İşletme şartları her iş yerinde ve her sanayi dalında aynı değildir. Her tehlikeli ortama aynı tip aleti yerleştirmek ve tek bir sistem uygulamak ekonomik olmaz. Bu nedenle uzmanlar PARLAYICI ORTAMLARI SINIFLARA AYIRMIŞLAR ve her ortam için farklı bir uygulama öngörmüşlerdir. Bu bakımdan konunun iyice kavranması faydalı olacaktır. Diğer bir deyiş ile:sürekli patlayıcı kıvamda gaz olan bir yere konulacak elektrik aygıtı ile çalışma gereği patlayıcı ortam teşekkül eden bir yere ve yine arıza hallerinde patlayıcı ortam oluşan bir yere konulacak elektrik aygıtları aynı olamaz. En azından ekonomik olmaları için patlayıcı ortamları sınıflara ayırmak gerekir. Bu sınıflara ZON adı verilir.

ZONLARA AYIRMADAKİ GÖRÜŞLER VE UYGULAMALAR ÜLKEDEN ÜLKEYE FARKLIDIR Bu gün dünyada iki görüş hakimdir. Birincisi kömür sanayinde öncü olan **BATI AVRUPA GÖRÜŞÜ** diğeri de petrol sanayiinde öncü olan **KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ** ve uygulamasıdır.

2.3. KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ ve UYGULAMASI:
DIVISION SİSTEMİ

Amerikan görüşü ANSI/NFPA 70 ve NEC standartlarında belirlenmiştir. NEC = National Electrical Code Article 500 (madde 500) de sınıflandırma yapılmıştır. NEC evvela patlayıcı maddeleri sınıflara ayırır, sonra bu maddeleri gruplara ve aha sonra da bölümlere (DİVİSION) ayırır. Kısaca USA standartları patlayıcı ortamları iki bölüme ayırmaktadır.

DIVISION 1 : Normal çalışma (koşullarında) esnasında patlayıcı ortam oluşan ve oluşma ihtimali yüksek olan ve uzun süren yerler DIVISION 1 kapsamındadır.

DIVISION 2 : Normal çalışma esnasında patlayıcı ortam oluşma ihtimali az olan yerler. Ancak anormal hallerde (tamir bakım, arıza, kaza gibi) patlayıcı ortam oluşan ve oluşma ihtimali olan ve kısa süren yerler DIVISION 2 kapsamındadır.

NEC patlayıcı maddelere göre de sınıf ayrımı yapmaktadır. Bunlara CLASS adı veriler.

CLASS I : Patlayabilir gaz ve buharlar

CLASS II : Patlayabilir tozlar; kömür tozu un ve şeker tozu gibi.

CLASS III : Uçucu tozlar. Normalde tozdan daha iri maddeler. Pamuk tozu, hızar tozu, tekstil liftleri gibi. Bu maddeler patlayıcı değil daha ziyade yanıcı ve yangın tehlikesi içeren maddelerdir.

NEC ayrıca aşağıdaki patlayıcı madde gruplarını da tarif etmiştir.

GROUP A : Bu gruba asetilen gazı dahil edilmiştir. Bu gazın hidrojen gazından daha üst gruba alınmasının nedeni "bakır asetilenin" sürtünme ile kolayca ateş almasıdır.

GROUP B : Bu grupta hidrojen gazı vardır.

GROUP C : Alkoller ve eterler

GROUP D : Metan, propan, oktan, dekan vs..

GROUP E,F,G : Toz gruplarıdır.

Aynı patlama özelliğine sahip maddeler aynı gruba alınırlar. Patlama için gerekli olan enerji miktarları ölçülerek grubu tespit edilir. Artık günümüzde bu ölçümler yapılmış bilinen gazlar gruplara ayrılmıştır. Molekül yapıları veya ağırlıkları aynı olan gazlar aynı grupta olabilir. Genelde aynı isimdeki gazlar aynı patlama grubundadır.

GROUP E : Metal tozları. İletken olan ve iletkenliği 100 Ωcm olan tozlar.

GROUP F : Kömür tozu gibi karbon içeren tozlardır.

GROUP G : Direnci yüksek olan plastik tozları ve benzerleri.

NEC 1984 F grubunu iptal etmiş iletken ve yalıtkan adı altında E ve G gruplarını tanımlamıştır. Çünkü iletken olan grafit tozu aynı zamanda karbondan ibarettir.

CLASS I								CLASS II			
GROUP A		GROUP B		GROUP C		GROUP D		GROUP E		GROUP G	
Div. 1	Div. 2	Div. 1	Div. 2	Div. 1	Div. 2	Div. 1	Div. 2	Div. 1	Div. 2	Div. 1	Div. 2

2.4. BATI AVRUPA GÖRÜŞÜ ve UYGULAMASI ZON SİSTEMI

Bu gün Batı Avrupa AET olarak bir araya gelmiş ve EN (euro norm) adı altında standartlar yayınlamaktadır. EN standartları üye ülkeler için bağlayıcı olmaktadır. Ülkemiz de AT ye girme çabasındadır. Bu nedenle patlama ile ilgili EN standartları ve AET uygulamaları bizim için önem kazanmaktadır.

Batı Avrupa görüşü IEC ile aynıdır. (IEC = International Electrical Commission). IEC 79-10 ve EN50.014 zonları tarif etmekte ve patlayıcı ortamları üç ayrı bölüme ayırmaktadır.

ZON 0 : Normal çalışma koşullarında patlayıcı ortam oluşan (ve oluşma ihtimali yüksek olan) ve oluştuğu an uzun süren yerler ZON 0 kapsamına girer.

Patlayıcı madde kaplarının içi ve patlayıcı işleyen aparatların (buharlaştırıcı, reaksiyon kapları gibi) iç kısımları gibi yerler bu gruba girer. Grizulu kömür madeni ocakları da ZON 0 kapsamındadır.

ZON 1 : Normal çalışma icabı patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali az olan ve olduğunda da kısa süren yerler bu gruba girer.

Ancak arıza gibi anormal durumlarda patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali olan yerler de bu gruba girer.

Zon 0' ın yakın çevresi, patlayıcı madde pompa istasyonları, vana ve klape yakınları gibi yerler bu gruba gerer.

ZON 2 : Normal çalışma icabı patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali olmayan ve ayrıca arıza, kaza, tamir, bakım gibi hallerde de patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali çok az olan ve bu gibi hallerde de çok kısa sürme ihtimali olan yerler Zon 2 kapsamına girerler.

Yalnızca kaynaklı boru bağlantıları bulunan tesis veya tesisin kısımları, doğal gaz ve petrol boru hatları bu gruba girer.

Tozlar için ayrı bir ZON tarifi (EN50.028) yapılmış olup, gaz ve buharların aynısıdır.

ZON 10: Normal çalışma icabı patlayıcı toz ve lif ortamı oluşan ve oluşma ihtimali yüksek olan ve uzun süren yerler.

ZON 11: Normal çalışma icabı patlayıcı toz ve lif ortamı teşekkül etme ihtimali az olan ve oluştuğunda da kısa süren yerler.

ZON 12: Normal çalışma icabı patlayıcı toz veya lif oluşma ihtimali olmayan ve ancak arıza ve kaza gibi anormal hallerde oluşabilen ve bu durumların da çok kısa sürme ihtimali olan yerler bu gruba girer.

Ayrıca tıbbi ortamlar da Zon G ve Zon M gibi iki sınıfa ayrılmaktadır.

GAZ GRUPLARI:

IEC ve EN gazları iki patlama grubuna ayırmış ve metan gazını (grizulu madenleri) I.gruba dahil etmiştir. Diğer bir söz ile EN maden sanayi ile diğer sanayi dallarını ayırmıştır.

PATLAMA GRUBU I : METAN

PATLAMA GRUBU II A : Propan, bütan, aseton, kereson, hexan, trimat, hylamin, vs..

PATLAMA GRUBU II B : Etilen, karbon monoksit, hidrojen sülfit, etil-, -metil, -eter, vs..

PATLAMA GRUBU II C : Hidrojen, Asetilen ve karbon di sülfit

Gaz grupları ile ilgili Amerikan ve Avrupa uygulamasının kısa özet tablosu

PATLAYICI GAZ ÖRNEĞİ	KUZEY AMERIA NEC ARTICLE 500, CEC SECTION 18	CENELEC/IEC CENELEC, EN 50014, IEC 79-0
ASETİLEN	A veya IIC	IIC
HİDROJEN	B veya IIC	IIC
ETİLENLER	C veya IIB	IIB
PROPANLAR	D veya IIA	IIA
METANLAR	D grubu (grizulu madenler) veya I	I

2.5. AMERİKAN DIVISION SİSTEMİ ile AVRUPA ZON SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

CEN (canadian electrical code) 1988 de ve NEC (national electrical code) 1996 da yaptığı değişiklikler ile ZON sistemine de müsaade etmişlerdir. Kanada da yeni yapılan tesisler ZON sistemine uymak zorundadır. Amerika da şimdilik bir mecburiyet yoktur. Bir zamanlar metrik cıvatada direndiklerdi gibi DIVISION sisteminde de direnmektedirler. Fakat bütün dünya ZON sisteminde birleşmiştir.

Her ne kadar DIVISION sisteminin sonu gözüküyor ise de ülkemizde ABD yapımı birçok rafineri, petro-kimya ve doğal gaz tesisi bulunmakta olup hemen tamamı DIVISION

sistemine göre dizayn edilmişlerdir. Bu nedenle meslektaşlarımızın her iki sistem hakkında da bilgi ve fikir sahibi olmaları gerekir.

<table>
<tr><td></td><td>NORMALDE sürekli veya uzun süreli TEHLİKELİ ORTAM</td><td>NORMALDE orta tehlikeli, arada bir ve kısa süreli TEHLİKELİ ORTAM</td><td>ANORMALDE tehlikeye girmeyen ORTAMLAR</td></tr>
<tr><td rowspan="2">KUZEY AMERIKA (NEC/CEC)</td><td colspan="2">Division 1</td><td rowspan="2">Division 2 veya Zone 2</td></tr>
<tr><td>Zone 0</td><td>Zone 1</td></tr>
<tr><td>CENELEC/IEC</td><td>Zone 0</td><td>Zone 1</td><td>Zone 2</td></tr>
</table>

DIVISION ve ZON SİSTEMLERİ ARASINDAKİ FARK NEDİR,

Yukarıda division ve zonların tarifini yaptık. Tarifler hemen hemen aynıdır. Yalnızca division iki bölümlü ve zon ise üç bölümlüdür. Zon 1, divisionda yer almamaktadır. Esas farklılık tariflerde değil elektrik veya elektronik sistemlerin dizayn ve kullanımdadır. Division sistemi “explosion proof” metodunu kullanırken, ZON sistemi “explosion protected” metodunu kullanmaktadır.

Ana görüş farkı ise, “ex-proof” sistemde (division sistemi) bir tesisin tamamı düşünülür iken “ex-protected” sistemde ise (ZON sistemi) tesise konulan komponentler ayrı ayrı dikkate alınmaktadır. Bu nedenlerle ABD de bir elektrik aygıtının ex-proof olup olmadığını onaylayan herhangi bir otorite yoktur. UL (underwriters laboratories) ve FM (factory mutuall) tabir edilen özel kuruluşlar vasıtası bir tesisin tamamı hakkında karar verilir.

Explosion proof (DIVISION sistemi) teorisinde patlamaya neden olan üç unsur (patlayıcı gaz, oksijen=hava, kıvılcım=ateşleme kaynağı) bir arada düşünülmekte ve meydana gelecek herhangi bir patlamanın, kapalı bir mekanda kalıp etrafa yayılmasını önlemek şeklindedir (fazla detaya girmeden genel hatları ile). Patlama kaynağı ağır bir aluminyum veya çelik döküm bir muhafaza (gövde) içersine alınarak muhtemel patlama gövde içersinde kalır ve dışarı sızarken alev soğuyarak patlama çevredeki ortama yayılmaz. Zon sisteminde kullanılan d-tipi koruma yöntemine benzemektedir. Bu nedenle CONDIUT denilen özel bir borulama sistemi kullanılmakta ve kablo ve klemens kutuları gibi bir çok aletler bu boruların içersinden geçirilmektedir. Şalter, pano, buton, siviç ve saire gibi elektrik aletlerinin gövdesine de bu kondiutlar sıkıca irtibatlandırılmaktadır. Condiutların belli yerlerine patlamanın ilerlemesini önlemek için engeller (tıkaçlar) konulmaktadır.

Diğer bir söz ile bir rafineride bulunan tüm elektrik aygıtları (tehlikeli bölgede bulunan) CONDIUT lar ile beraber bir bütün teşkil etmektedir.

ZON sisteminde kullanılan d-tipi korumalı bir şalter ancak kondiut sistemine bağlanabilir. Amerikan uygulamasında elektrik motorunun (sincap kafes ASM) istenilen ısı seviyesinde kaldığı sürece condiut sistemine bağlanması mümkündür. Motorun herhangi bir otorite tarafından test edilip sertifika almış olmasana gerek de yoktur. Zaten hiçbir alet için ayrı bir sertifika da istenmemektedir.

ABD uygulamasında, tesisin tümü için bir “listed and labeled” denilen (listelenmiş ve markalanmış) sertifika alınır. Bu sertifikalar özel kuruluşlarca verilir ve bilinenler UL (underwrites laboratories) ve FM (factory mutual) dır.

Explosions protected sistemde (ZON sistemi) patlamaya neden olan üç unsur (patlayıcı gaz, oksijen=hava, kıvılcım=ateşleme kaynağı) ayrı ayrı düşünülmekte ve patlamanın üçüncü ayağı olan kıvılcım=ateşleme kaynağı, izole edilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle ark çıkaran veya ısı yayan kaynaklar (elektrik veya mekanik) ayrıca test edilip, patlayıcı ortamı tehlikeye düşürüp düşürmedikleri denenmekte ve yetkili otoriterlerce sertifikalandırılmaktadır. Exproof sistemde (DIVISION) koruma tipleri (d, e, i, q, o tipi ve saire gibi) yoktur. Ex-korumalı sistemde (ZON) verilen sertifikalar, (sertifika şartlarına uyulduğu sürece) o aletin patlayıcı ortamı ateşleme yeceği anlamına gelir. Yukarıda söylendiği gibi ateşleme kaynağı bir nevi elimine edilmiş sayılır.

Her iki sistemde de (DIVISION ve ZON) patlamayı tehlikeye düşüren herhangi bir zayıf nokta yoktur. Amerikan exproof sistemi (genel tanımı ile) daha robust kaba ve pahalıdır. Avrupa ex-korumalı sistemi ise karmaşık ve daha ucuz olup fazla teknik bilgi gerektirmektedir. Kullanıcı hatalı davranıp tehlikeli olabilir. Yazımızın ilerleyen bölümlerinde de bahsedeceğimiz gibi her sertifikalı alet istenilen rast gele ortamlarda (ZON) kullanılamaz. Bu nedenle patlayıcı ortamlarda çalışan meslektaşlarımızın konu ile ilgili geniş bilgi sahibi olmaları gerekir.

Son zamanlarda UL ve FM ler de kendi özel test şartlarını yayınlamışlar ve bir çok yönleri ile Avrupa sistemine benzer gibi görülüyorlar ise de ana felsefi farklılık kabaca yukarıda izah ettiğimiz gibidir. Çoğu kez Amerika’dan dışarıya satılan ekipmanların üzerinde EN normlarına göre test edilip sertifikalandırıldığı yazar ve hatta bazı hallerde UL de sertifika verir. Bunlar rekabet nedeni ile yapılan ticari girişimlerdir.

USA DİVİSİON sistemi (explosion proof) ile EN ve IEC nin ZON (explosions protected) sistemleri bir birleri ile uyuşmazlar. İki sistemi birbirine bağlıyamazsınız. Üzerinde Ex işareti var diye Avrupa’dan gelen her aleti bir Amerikan rafinerisinde istediğiniz yerde devreye alamazsınız. Konuyu incelemeniz gerekir. Çünkü ZON sistemi aletleri belli zonlara göre yapılır. 2000 den önce imal edilmiş aletlerin üzerlerinde de kategorileri yazmayabilir. Her şeyden önce Avrupa ex-korumalı aletlerinin kablo bağlantıları Amerikan aletlerine ve condiut sistemine uymaz.

İşletmelerde çalışan meslektaşlarımız konu ile ilgili gelişmeleri, eski ve yeni yöntemleri bilmek zorundadırlar. Çünkü işletmelerinde, yıllar önce alınmış ve serviste olan aletler ile yeni satın alınan ekipmanlar yan yana kullanılmaktadır. Eski aletleri atamayacağınıza göre kullanım usullerini de bilmek zorundasınız.

2.6. SINIFLANDIRMAYI KİM veya HANGİ KURULUŞLAR YAPAR

Ne Amerikada ve ne de Avrupada ZON veya DİVİSİON ları belirleyen bir otorite yoktur. İmalatçı veya kullanıcı (işletmeci) ZON ları kendi belirler. Bir tesisin nereleri ZON 0, 1 veya 2 olduğuna tesisin tümünü yapan ve projelendiren karar verir. Diğer bir söz ile komplike bir tesisin tehlike alanlarını mal sahibi kendi belirler (dolayısı ile sorumlu uzman mühendisi). Devlet veya kamu nerede devreye girer? İnsan sağlığı ve iş güvenliği

ile ilgili hususlarda kamu otoritesi devreye girer ve mal sahibi (işletmeci) bu hususlara uymak zorundadır.

Rafineri doğal gaz santralı gibi yerlerde çalışan meslektaşlarımız çok iyi bilir ki, tesisle beraber bir ZON (DİVİSİON) haritası verilmiştir. Tesisin nerelerinin hangi ZON lara girdiği bu haritada belirlenmiştir.

Avrupa parlamentosu 16 Kasım 1999 da yayınladığı bir talimat ile (directive 99/92/EC) patlayıcı ortam tehlikesi bulunan iş yerlerinde alınacak asgari iş güvenliği ve işçi sağlığı şartlarını belirlemiştir. Bu talimatta Zonların genel tarifi yapılmakta ve nerelerin hangi zonlara girdiğinin belirlemesi işverence (mal sahibine) bırakılmaktadır. Dolayısı ile ZON bölgelerinin tespiti, mühendislere ve mühendis odalarına kalmaktadır.

Amerikan uygulamasında da Ulusal yangınla mücadele kuruluşunun (NFPA) talimatları ve çalışanların güvenliği ile ilgili yasalar (OSHA) dikkate alınmaktadır. Division ların belirlenmesi aynı şekilde iş verene veya işverenin uzmanına bırakılmaktadır.

Bu konu ile ilgili talimat, yönetmelik ve yasaların hemen tamamında yuvarlak laflar vardır. "çalışanların güvenliği ile ilgili önlem alınacak" gibi. İş veren zonları belirlemede şeklen tam serbest gibi gözüküyor ise de o kadar da değil. Bir olay olduğunda işverenin her zaman başı sıkıntıdadır (dolayısı ile sorumlu mühendisin).

Avrupa ülkelerinde bu konularla ilgili meslek kuruluşlarının yayınları ve tavsiyeleri vardır. Öncelikle kimya mühendisleri odası tehlike bölgeleri hakkında talimat ve tavsiyeler yayınlamaktadırlar.

2.7. SINIFLANDIRMADAKİ AMAÇ ve GÖRÜŞ FARKLILIKLARI

Bir petrol rafinerisinin, kimya tesisinin veya patlayıcı ortam oluşabilen herhangi bir fabrikanın bir kısmında sürekli patlayıcı ortam var ise o tesisin her yerinde ex-korumalı tipten aygıt kullanmak doğru ve ekonomik olmaz. Patlayıcı ortamın oluşma durumuna göre tedbir alınmalıdır. Bu açıdan patlayıcı ortamları sınıflandırmanın amacı ekonomiktir. Daha ucuz ve basit yöntemlerle gerekli korumayı sağlamaktır. Örneğin bir benzin dolum istasyonunun yakın çevresi patlamaya maruz ise de 10-20 m ilerisinde hiçbir tehlike yoktur.

Avrupa uygulamasına göre ZON 1 ve ZON 2 sahalarda kullanılan ark ve ısı çıkaran aletler (elektrik ve mekanik, yeni EC talimatı 94/9, mekanik aletleri de aynı kapsama almıştır) yetkili otoriterlerce test edilip sertifikalandırılmak zorundadır. Bu ortamlarda sertifikasız alet kullanılamaz. ZON 0 da kullanılan aletlerin üzerinde bu zon için imal ve test edildiklerini belirten işaret olmalıdır. EN ex-korumalı aletleri kategorilere ayırmıştır. Konuya ilerde girilecektir.

Bir tesisin nereleri hangi ZON'a girer ve bu yerlerde ne türden aygıt kullanılır? Bu konulara meslek kuruluşları karar verir (Mühendis odaları gibi). Almanya da Kimyacılar odasının yayınladığı bir EX-RL kitapçığı mevcuttur. Bu konular ülkemizde henüz düzene konulmamıştır. Yabancı uygulamalar örnek alınmaktadır.

Tesislerden belli uzaklığa monte edilen elektrik aygıtlarında ise herhangi bir önlem almaya gerek yoktur. Bu emniyet mesafeleri Tablo 1'de görülmektedir. Buradaki veriler Federal Almanya uygulamalarıdır. Bu konuda ülkeden ülkeye çok farklı uygulamalar bulunmaktadır. Ayrıca bu tablo 25 yıl önce yayınlanan bir makaleden alınmış olup günümüzdeki geçerliliği konusunda garanti verilemez.

TABLO 1: Trafo ve Şalt binalarının patlayıcı tesislerden uzaklıkları		
Elektrik Tesisi	Patlayıcı ortam	Emniyet Mesafesi
Kapalı trafo ve şalt binaları	Patlayıcı açık hava tesisleri ile duvarla ayrılı her türlü patlayıcı ortam duvarından	10 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	Her nevi patlayıcı ortamdan	15 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	Her nevi patlayıcı ortamdan	25 m mesafede inşa edilir
Kapalı trafo ve şalt binaları	Patlayıcı parlayıcı ve yanıcı gaz ve sıvılaştırılmış gaz kompresörlerinden	40 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	(Yukarıdaki gibi)	60 m mesafede inşa edilir
Kapalı trafo ve şalt binaları	Kolay alevlenebilen sıvıların bulunduğu depo, ara depo, boru geçişleri gibi tesislerden	40 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	(yukarıdaki gibi)	60 m mesafede inşa edilir
Kapalı trafo ve şalt binaları	Önceki gibi, yalnız propan, propilen gibi sıvılaştırılmış gazlar için geçerli.	80 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	(yukarıdaki gibi)	100 m mesafede inşa edilir

Resim 1 ve resim 2 de iki ayrı tesisin tehlikeli kabul edilen mesafeleri görülmektedir. Resim 1 de bir tank görülmektedir. Bu tankın tepesinde emniyet için bir tahliye veya blöf valfı bulunmaktadır. Alman uygulamasına göre bu valfın 5 m etrafı ile 3 m yüksekliği birinci derecede (Zon 0) tehlikeli kabul edilirken Rus uygulamasına göre ise çok daha geniş bir saha aynı statüye alınmakta yani birinci derecede tehlikeli bölge kabul edilmektedir.

Resim 1: Bir petrol tankının tehlikeli kabul edilen yerleri

Resim 2 de bir dolum tankeri veya dolum istasyonu görülmektedir. Örneğin benzin dolum istasyonları gibi. Alman uygulamalarına göre tankın 3 m yüksekliği ve 5-15 m etrafı

tehlikeli kabul edilirken Rus uygulamasında ise tankın 20 m etrafı tehlikeli bölge olarak kabul edilmektedir.

Bu resimler de yine 25 yıl öncesine aittir. Günümüz uygulaması nedir tarafımdan bilinmemektedir ve konumuz da dolum istasyonları olmadığı için konu araştırılmamıştır. Vurgulamak istediğimiz görüş ve uygulama farklılıklarıdır. İleride bahsedeceğimiz gibi günümüzde Avrupa ülkelerinde bir birlik sağlanmıştır ve tüm dünyada bu yönde birleşmeye devam etmektedir.

Resim 2: Bir dolum tankerinin tehlikeli kabul edilen bölgeleri

2.8. PATLAMA SICAKLIĞI ve ISI GRUPLARI

Patlayıcı gazlar bir kıvılcım ile patlayabildikleri gibi, ortamdaki aletlerin yüzey sıcaklıklarından da ateş alabilirler (spontan patlama). Örneğin metan gazı 650 °C de patlar. Bu nedenle kullanılan elektrik ve mekanik teçhizatların yüzey sıcaklıklarına da dikkat edilmelidir. Konunun uzmanları dikkat edilmesi gereken ısı gruplarını tarif etmişler ve bu ısı grupları standartlarda da yerini almıştır. Isı grupları tayin edilirken emniyet faktörü de dikkate alınarak gerçek ateş alma sıcaklıklarının biraz altında tarif edilmişlerdir. Örneğin metan gazının patlama sıcaklığı 450 °C olarak verilmiştir. En zor ateş alan gaz metandır, diğerleri daha düşük sıcaklıkta da patlarlar.

TABLO 2: Patlama ısıları ve ısı grupları, ESKİ TARİFLER								
ATEŞLEME ISISI		ISI SINIFI						
CCCP RUSYA	BRD ALMANYA	CCCP RUSYA		BRD ALMANYA		USA		
		eski	yeni	yeni	eski	NEC		ISA, UL, ANSI
450°C	450°C	A	T1	T1	G1	A	280°C	280°C
300-450°C	300-450°C		T2	T2	G2	B	280°C	280°C
175-300°C	200-300°C		T3	T3	G3	C	180°C	160°C
120-175°C	135-200°C		T4	T4	G4	D	280°C	215°C
	100-135°C		T5	T5	G5			
	85-100°C							

Isı gruplamasında kuzey amerikan görüşü ile uluslararası görüş (IEC) ve Avrupa görüşü aynıdır ve NEC 505 de son değişikliği ile IEC de olduğu gibi 6 ısı grubu tarif etmiştir. Yalnız bu gruplar da aralarında alt bölümlere ayrılmıştır. NEC in eski uygulamalı

farklıdır ve tablo 2 de görülmektedir. Yeni ısı sınıflandırmaları ve uluslararası kabul ile NEC'in son uygulaması tablo 3 de görülmektedir.

Tablo 3: NEC , IEC ve EN ye göre kabul gören ısı grupları YENİ TARİFLER														
MAKSIMUM YÜZEY SICAKLIKLARI (°C)	450	300	280	260	230	215	200	180	165	160	135	120	100	85
KUZEY AMERİKA ISI KOTLARI	T1	T2	T2A	T2B	T2C	T2D	T3	T3A	T3B	T3C	T4	T4A	T5	T6
EN ve IEC ISI SINIFLARI	T1	T2					T3				T4		T5	T6

Bu ısı değerleri aygıtların maksimum yüzey sıcaklıklarıdır. Aşıldığında ortam tehlikeye girer. Bunun için gerekiyorsa önlem alınmalıdır, soğutma veya geniş yüzeyli alet seçimi gibi. Tablo 2 de eski değer ve görüşler de belirtilmiştir. Çünkü işletmelerde eski ekipmanlar da bulunmaktadır.

3. PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK ALETLERININ KORUMA TİPLERİ

Yukarıda anlatabildiğimiz kadarı ile Amerikan görüşünde ark çıkaran aletler kalın ve güçlü alüminyum veya çelik kaplara yerleştirilir. Patlama olayı bu kesime sıkıştırılarak etrafa yayılması önlenir şeklindedir. Kısaca exproof aparatlar iri görünümlü ağır ve robust aletlerdir. Genel kanı ve bilgi bu yöndedir. Avrupalılar farklı düşünüyor da onların ki hafif mi?. Hayır onlarda da aynı şekilde d-tipi korumalı aletler ağır ve iridir.

İlk yapılan koruma tipi de d-tipidir. Sonraları yeni tipler ve teknolojiler geliştirilmiştir. Şimdi bu tipleri sırası ile ve kısaca inceleyelim.

3.1. d-TİPİ KORUMA, EN 50018, IEC 60079-1, TS 3380

En çok kullanılan ve yaygın bir koruma yöntemidir. Bu yöntemde ark üreten alet (örneğin kesici veya yol verici) .basınca dayanıklı bir muhafaza içersine yerleştirilir. Patlayıcı gazın muhafazanın içersine girmesine müsaade edilir (kapak ve flanş aralıklarından gaz girer önlemek de mümkün değildir). Muhafazanın içersine giren gazın patlamasına da müsaade edilir (zaten önlemek mümkün değildir). Patlama esnasında çıkan alevin basınçlı kabın dışındaki atmosferi ateşlemesine müsaade edilmez. Resimde görüldüğü gibi basınca dayanıklı muhafazanın içersindeki gaz patlar (oksijenle reaksiyona geçer) ve dışarısındaki gaz ateş almaz.

Fiziksel olarak bu olay nasıl mümkündür. İçerde patlayan gazın basıncı ile dışarıya alev sızabilir. D-tipi muhafaza öyle yapılmıştır ki kapak ve flanş aralarından sızan alev soğur ve ısısı da dış ortamdaki gazı patlatmaya yetmez. Bu nedenle flanş aralık ve yüzeyleri belli genişlikte imal edilmek zorundadır. Bu ölçüler tabloda görüleceği gibi standartlarla belirlenmiştir.

Sızan alevin soğuyarak dışarıdaki gazı patlatmama olayına ALEVSIZDIRMAZ tabir edilir ve bu tabir standartlara da geçmiştir. Alevsızmaz tabirinin İngilizce karşılığı FLAMEPROOF ve Almanca'sı ise SCHLAGWETTERGESCHÜTZ olarak geçmektedir. Meslektaşlarımız bu tabirlere sıkca rastlayabilirler.

Resimde görüldüğü gibi d-Tipi mahfazanın deney yöntemi prensip olarak çok basittir. Muhafazanın içine ve dışına patlayıcı kıvamda gaz (örneğin %6 metan hava karışımı) verilir. Sonra mahfazanın içersi araba bujisi ile ateşlenir. İçerdeki gaz ateşlenince dışarı sızmamalıdır. Bunlar basınç ve gaz ölçümleri ile denetlenir. Bu deney peş peşe 6 kere yapılır. Bu 6 deneyin hiçbirinde alev dışarı sızmamalıdır. Deney 6 dan fazla yapılmaz çünkü flanş yüzeyleri ısınarak alevi sızdırabilir

Aslında deneyler metan gazı ile değil eş değeri olan hidrojen gazı ile yapılır. Çünkü mekan gazını uniform olarak havada dağıtmak zordur.

Bu özelliği sağlamak için mahfaza açıklıkları belli özelliklerde yapılmış olmalıdır. Açıklık yüzeyi 25mm den küçük olamaz. Bu ölçüler standartlaştırılmış ve Tablo 4'de verilmiştir. Burada uygulama zorluğu hareketli yüzeylerdedir. Mil yataklarında belli açıklıklar istenmektedir. Örneğin metana karşı koruma da 0.6 mm'nin üstüne çıkılmaz. Bu açıklıklar metanın patlaması anındaki boyutlardır ki, aletin normal halinde daha da küçük olmalıdır. Örneğin flanş açıklıklarında 0.9 ve hatta 1 mm'ye kadar müsaade edilirken, bu demek değildir ki aletin normal halinde de bu açıklık ölçülecektir. Normal halde aletin flanş yüzeylerindeki açıklık hiç bir yerde 0.3 mm'nin üstünde olmamalıdır. Filer çakısı ile kontrol edildiğin de 0.3'lük çakı içeri girmemelidir. Herhangi bir paslanma ve iğne başı kadar açıklığa dahi müsaade edilmez. Bu nedenle flanş yüzeyleri daima yağlı tutulur. Son zamanlarda pası önlemek için teflon kaplamalı flanş yüzeyleri uygulanmaktadır, ki pasa karşı daha da elverişlidir. Yalnız teflon yüzeyler çizilip tahrip edilmemelidir.

Bu kadar küçük açıklıkları patlama anında yakalamak basit değildir. Bu nedenle d-tipi korumalı aletlerin gövdesi robust olur. Gövde metan gazı için 10 atmosfer statik basınca dayanmak ve bu basınçta deforme olmamak zorundadır.

TABLO 4: Patlama sınıfları ve flanş açıklıkları						
PATLAMA SINIFI				AÇIKLAK (mm)		
USA NEC500	CCP VII-3	BRD, VDE eski	yeni	CCCP VII-3	BRD, VDE eski	yeni
Grup D	1	1	II-A	1.0	0.6	0.9
Grup D	2	1	II-A	0.65-1.0	0.6	0.9
Grup C	3	2	II-B	0.35-0.65	0.4-0.6	0.5-0.9
Grup B	4a	3a, 3b	II-C	0.35	0.4	0.5
Grup A	4	3c	II-C	0.35	0.4	0.5
-	4	3a	-	0.35	0.4	-

Gaz gruplarına göre statik basınç değerleri

GAZ GRUPLARI	Basınç, bar
Grup I	8-10
Grup II A	10
Grup II B	12
Grup II C	15

Gaz gruplarına göre flanş ve mil açıklıkları, asgari alev yüzeyi (L) ve dikey açıklık (w)

ALEV YÜZEYİ CİNSİ ve GENİŞLİĞİ **(L)** mm	Gaz gruplarına göre aralıklar **(w)** mm			
	I	II A	II B	II C
DÜZ BİLEŞENLER				
9,5	--	0,3	0,2	--
12,5	0,4	0,3	0,2	--
25	0,5	0,4	0,2	--
SİLİNDİRİK BİLEŞENLER				
12,5	0,4	0,3	0,2	0,15
25	0,5	0,4	0,2	0,15

3.2. e-TİPİ KORUMA, En 50019, IEC 60079-7, TS 3385

Artırılmış emniyet anlamına gelen Almanca “Erhöhte Sicherheit” kelimesinin baş harfinden kısaltılmıştır. Normal çalışması icabı ark çıkarmayan fakat buna rağmen ilave önlem alınan bir uygulamadır. Aygıtın emniyeti bir miktar daha artırılır. Bu anlamı ile yolverici ve devre kesici gibi ark çıkaran aletlerde uygulanamaz. Klemens kutuları, kablo bağlantıları, sincap kafes asenkron motor ve küçük transformatör gibi normal çalışmaları esnasında ark çıkarmayan ve tehlikeli derecede ısınmayan aletlerde uygulanabilir. Bu aletlerde ancak arıza veya yanlış kullanımda ark çıkma ihtimali vardır. Bu nedenle e-tipi korunmuş bir motorun sargıları içersine termostat yerleştirilir. Isı belli bir dereceye gelince motorun yolvericisi devreyi açarak aşırı ısınmaya müsaade etmez.

Bu tip korunmuş aletin gövdesinin basınca dayanıklı olmasına ve flanş açıklıklarının minimum değerlerde tutulmasına da gerek yoktur. Bu nedenle korunmamış aletlerden pek farkı yoktur. IP tipi korumalar uygulanarak su ve nem girmesinin önlenmesi yeterli olabilir.

Bu konuda ülkeler arası görüş farklılıkları vardır. İngilizler kablo bağlantılarını e-tipi olarak kabul etmemektedirler. Bu nedenle İngiliz yapımı kesicilerin gövdeleri Alman yapımına göre daha iri ve ağır olmaktadır.

Kabloların doğrudan kesici veya kontaktörün içersine bağlanması kabul edilmemektedir. Kullanıcının hata yapabileceği varsayımı ile kablo girişleri e-tipi korunmuş bir terminal kutusuna getirilmekte ve kullanıcıya (işletmeci) yalnızca hazır kutunun terminallerine bağlantı yapmak kalmaktadır.

3.3. p-TİPİ KORUMA, BASINÇLI TİP KORUMA, EN 50016, IEC 60079-2

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

Son zamanlarda bazı şalt istasyonu gibi komplike tesislerde de uygulanmakta ve bazı hallerde ekonomik olmaktadır.

3.4 q-TİPİ KORUMA, KUMLU KORUMA EN 50017, IEC 60079-5

Kumlu veya tozlu koruma anlamına gelir. Aletin gaz girmesi istenmeyen bölmeleri kuvars kumu veya tozu ile doldurularak patlayıcı gaz veya buharın bu bölmelere girmesi önlenir. Dar bir kullanım sahası vardır. Transformatörlerde uygulanabilir. Daha ziyade Fransa da yaygındır.

Elektronik devrelerde de kullanılmaktadır. Kum hem gazın sıcak yüzeylere girmesine ve hem de sıcak elektronik yüzeylerin soğumasına yardımcı olmaktadır.

3.5. o-tip KORUMA, YAĞLI KORUMA EN 50015, IEC 60079-6

Ark veya ısı çıkaran aletler yağa daldırılarak patlayıcı ortamdan izole edilirler. 70'li yıllara kadar yaygın kullanım alanı bulmuştur. Transformatörlerde ve kesicilerde kullanılmakta idi. Bu yöntem standarttan çıkarılmamış olmasına rağmen kullanımı yasaklanmıştır. Çünkü yağlı cihazlar herhangi bir hata anında patladıklarında gazın patlamasından çok daha fazla tahribat yapmaktadır. Günümüzde yeni kurulan tesislerin hiç birinde, ne yağlı trafo ve ne de yağlı kesici görülmemektedir.

Çok büyük transformatör ve kesiciler ile soğutma zorunluluğu olan dirençlerde uygulanmaktadır. Küçük ve taşınabilir aletlerde tatbik edilmemektedir.

3.6. m-TİPİ KORUMA, EN 50028, IEC 60079-18

Isı veya ark üreten aletler veya parçaları reçine gibi bazı kimyasal madde içine gömülerek ortamı tehlikeye düşürmesi önlenir. Döküm maddenin çalışmaya mani olmadığı lamba balastları, elektronik baskı devreleri, solenoid valf gibi yerlerde rahatlıkla kullanılır.

3.7. i-TİPİ KORUMA, KENDİNDEN EMNİYETLİLİK

İngilizce INTRINSICALLY SAFE kelimesinden kısaltılmıştır. Kendinden yani doğuştan emniyet anlamına gelir.

Bir elektrik devresinin tamamı veya belirli bir kısmında normal çalışma veya arıza anında çıkan ark veya ısı patlayıcı ortamı ateşleyecek güçte değil ise bu devreye

kendinden emniyetlidir denir. Burada söz konusu olan yalnızca aygıt değil, aygıtın bağlı olduğu elektrikli devrenin tümüdür.

Elektriki arkın çıkaracağı enerjinin çok düşük olması gerektiğinden bu tip koruma ancak kumanda, ölçü ve otomasyon devreleri gibi düşük voltajda çalışan aygıt ve devrelerde uygulanabilir. Arıza ve anormal hallerde de emniyetli olacağına göre en güvenilir koruma yöntemidir. Sürekli gazlı ortamda (ZON 0) dahi kullanılabilir. Patlayıcı ortam altında aletin kapağı açılıp tamirat yapılabilir. d-Tipi koruma; sızmak isteyen alevin soğutulması prensibine dayandığından sürekli gazlı ortamda kapağı açılıp tamir edilemediği gibi sürekli gazlı ortamda da çalıştırılamaz. Çünkü bağlantı yüzeylerinden sızmak isteyen alev bu yüzeyleri birkaç peş peşe patlamadan sonra ısıtacağından, sızmak isteyen alev soğutulamaz hale gelir. Bu nedenledir ki d-tipi alet 6 kere peş peşe testi başarmasına göre denenir. Kendinden emniyetli aygıtlarda deney sayısı 100'ün üstündedir.

Kendinden emniyetliliğin icadını ve öncülüğünü İngilizler yapmıştır. 1911 de çıkartılan maden yasasına ve getirilen yeni tedbirlere rağmen madenlerde kazaların önü alınamamıştır. 1912-13 yılarında peş peşe zuhur eden ve her birinde 400-600 kişinin ölümüne neden olan kazaların sonunda, zamanın İngiliz hükümeti olaya doğrudan el koymuş ve Akademisyenleri (Üniversite hocalarını) yardıma çağırmıştır. Son olayda patlamanın yoğun olduğu bölge löklanşe bataryaları ile sinyal verilen bir maden çıkışında meydana geldiğinden şüphe ve incelemeler bu sinyal tertibatı üzerine yoğunlaşmıştır. Sonuçta sinyal çanlarının patlamaya neden olduğu ve önlenmesi içinde ne gibi tedbirler alınacağı belirlenmiştir, ki böylece kendinden emniyetlilik doğmuştur.

Kendinden emniyetlilik başlı başına bir bilim ve teknoloji dalı olup, burada detayına girmemiz mümkün değildir.

Kendinden emniyetliliği sağlayan; bu devreyi besleyen güç kaynağıdır. Bu güç kaynağı kendisi kendinden emniyetli olabileceği gibi, d-tipi korunmuş da olabilir. Bu takdirde çıkışı kendinden emniyetlidir. Alternatif akım güç kaynaklarının hemen tamamı bu şekildedir. Kendinden emniyetliliği sağlayan güç ünitesi d-tipi mahfazaya veya tehlikesiz yere yerleştirilmiştir.

Kendinden emniyetli çıkışa ise hemen her tip alet bağlanabilir. Yalnız bu aletler enerji depolayan tip olmamalıdır. Kondansatör ve bobinler enerji depoladıklarından bunların kendinden emniyetli devreye bağlanması rast gele olamaz. Hangi cihazların nasıl bağlanacağı imalatçı tarafından belirlenmiştir. Bu nedenle kendinden emniyetli aletin üzerine "yalnız kendinden emniyetli devre içindin" ibaresi yazılır. **Ayrıca kullanıcı tarafından korunmamış aletlerle karıştırılmaması için kendinden emniyetli alet ve devre (kablo dahil) açık mavi renktedir**. Örneğin basit bir start-stop butonu rahatlıkla kendinden emniyetli devreye bağlanabilir. Kullanıcı kendinden emniyetli aleti alıp diğer ex-korunmuş devre ve yerlerde kullanamaz. Çünkü kendinden emniyetli alet normal yani korunmamış aletle tıpa tıp aynı olabilir. Bu hususa çok dikkat edilmelidir. Çünkü kendinden emniyetli cihazlar diğer tip korunmuş aletlerle yan yana kullanılmaktadır. Örneğin güç devresi ex-korumalı iken (d-tipi korunmuş) kumanda devresi kendinden emniyetli olabilir.

Resim 4: Hidrojen ortamında kendinden emniyetliliğin sınırı. Endüktif bir devrede bu sınırın ateşleme akımı ve endüktiviteye göre değişim eğrisi

a= alevli patlama bölgesi 1= Ateşleme, patlama sınırı
2= Kendinden emniyetlilik sınırı 3= Görülebilme sınırı

Resim 5: Hidrojen ortamında kendinden emniyetliliğin sınırı. Kapasitif bir devrede bu sınırın ateşleme akımı ve sığaya göre değişim eğrisi

2= kendinden emniyetliliğin sınırı a= sığanın güç sınırı
1= ateşleme, patlama sınırı b= sığa kapasitesinin sınırı

Kendinden emniyetli devrenin çıkardığı arkın enerjisi, etrafındaki gazı patlatmayacak kadar zayıf olduğuna göre, gazların bir alt enerji seviyesi olup olmadığı akla gelmektedir. Örneğin metan veya hidrojeni ateşleyebilecek bir alt seviye var mıdır ki, bu seviyenin altında enerji çıkaran devreler otomatikman kendinden emniyetli sayılsın. Böyle bir enerji seviyesi maalesef bulunamamıştır. Çünkü ark olayı çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Ayrıca ark çıkarmayan bir gerilim seviyesi de yoktur. Yani şu gerilimin altındaki devre ark çıkarmaz ve dolayısı ile otomatikman kendinden emniyetli sayılır gibi bir voltaj değeri de vermek mümkün değildir. Yalnız üst sınır standartlarca belirlenmiştir ve 24 Voltun üstünde kendinden emniyetli devre yok gibidir.

Bazı literatürlerde gazlara göre minimum ateşleme enerjisi verilmektedir. Bunun yukarıda ki koru ile ilgisi yoktur.

Ark çıkarma yönünden en kötü kontak maddesi yumuşak metaller ve bilhassa çinko ve kadmiyumdur. Bu nedenle İngiliz literatüründe “cadmium safe” tabiri yer almıştır.

İngiliz BS kendinden emniyetlilik ile ilgili ilk standardını 1945 de yayınlamış, KE güç kaynakları ile ilgili ikinci standardını da 1956 da yayınlamıştır. 1961 yılında “Alman maden deney merkezi BVS” kendi özel KE test cihazını ve test yöntemlerini açıklayınca İngiliz KE güç kaynakları bu test cihazında sınıfta kalmışlardır. Sebebi de “minimum ark enerjisine” takılıp kalmalarıdır. Almanlar cadmium disk kullanmakta idiler. Uluslararası rekabeti sağlamak için İngiliz test otoriteleri de “cadmium safe” tabirini ortaya atmışlar ve pazarladıkları cihazların kataloglarına yazmışlardır.

Kendinden emniyetli literatürde “ateşleme eğrileri” nden söz edilir ve grafikleri verilir. Bu eğrilerin gayesi yeni alet dizayn edenlere yol göstermektir. Resim 4 ve 5’de hidrojen gazının ateşleme eğrileri görülmektedir. Dizayn edilecek devrenin toplam endüktans veya kapasitansı bu eğrinin üstüne çıkmamalıdır.

4: YABANCI MADDE GİRİŞİNE KARŞI KORUMA, IP, IEC 529, EN 60529

Patlayıcı ortamlarla ilişkisi olmayan bu koruma yöntem ve tipleri ex-koruma ile karıştırılma malıdır.

Su, toz, nem, dokunma gibi etkenlere karşı alınan önlemleri içerir. Simgesi IP dir. “international protection” kelimesinden kısaltılmıştır. IP işaretten sonra gelen rakamların anlamı aşağıda tabloda kısaca özetlenmiştir.

IP işaretinden sonra gelen birinci rakamın anlamı:
0: Koruma yok, hiç bir önlem alınmamış
1: Büyük ve sert cisimler girebilir. El girebilecek kadar açıklık vardır.
2: Orta büyüklükte cisimler girebilir. Ancak büyük takımlarla dokunulabilir. El girmez amma parmak girebilir.
3: Açıklık 2.5mm kadardır. Yani 2.5 mm’ye kadar ufak cisimler girebilir.
4: Açıklık 1 mm kadardır. 1 mm’nin üstündeki cisimler giremez. Elle dokunulabilir. parmak girmez.
5: Hiçbir cisim giremez. Yalnız ince toz alet içersine girebilir, toza karşı korunmamıştır. El ve takım ile dokunulabilir.
6: Alet içersine toz dahi giremez. Toza karşı tam korunmuştur.

IP işaretinden sonra gelen ikinci rakamın anlamları:
0: Koruma yok
1: Alet bir miktar korunmuştur. Dik damlayan sular doğrudan alet içersine giremez.
2: 15° açıyla gelen yağmur suları aletin içersine giremez.

3: 60° açıyla gelen yağmur ve püskürtme sular aletin içersine giremez.
4: Her nevi açıdan gelen yağmurlama ve sıçrayan sular alet içersine giremez.
5: Tazyikli suya karşı korunmuştur. Belli bir tazyikle alete çarpan sular içeri giremez.
6: Dolma suya karşı korunmuştur. Alet su içersine daldırılır veya kısa süre su altında kalırsa içersine su girmez.
7,8: Basınçlı suya karşı korunmuştur. Alet üzerinde belirtilen basınç da su altında çalışabilir dalgıç pompalar gibi.

TABLO 5: IP Koruma Tipleri

	Dokunmaya ve Yabancı Cisimlere karşı korumu		SUYA KARŞI KORUMA							
	Dokunma koruması	Yabancı cisim girmesi	0	1	2	3	4	5	6	7, 8
0	Korumasız	Korumasız								
1	Geniş bir yüzeye dokunma	Büyük ve sert cisimlere karşı koruma								
2	Parmakla dokunma	Orta boyda yabancı cisimlere karşı koruma								
3	2.5 mm çaptan büyük takımlarla dokunma	Ufak ve sert cisim girişine karşı koruma	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34	IP35	IP36	IP37
4	1 mm çaptan büyük takımlarla dokunma	Ufak ve sert cisim girişine karşı koruma	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44	IP45	IP46	IP47
5	Her nevi takım ile dokunulabilir	Toza karşı koruma Toz giremez	IP50	IP51	IP52	IP53	IP54	IP55	IP56	IP57
6	Her nevi takım ile dokunulabilir	Her nevi toza karşı koruma, toz giremez	IP60	IP61	IP62	IP63	IP64	IP65	IP66	IP67

AMERİKAN UYGULAMASI

Yabancı cisim, su ve toz girmesine karşı uygulanan IP koruma tipleri Kuzey Amerika'da NEMA kodları ile tanımlanmıştır ve uluslar arası uygulamadan farklıdır ve her zaman bire bir kıyaslanamaz. Konu aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

NEMA-Kodu	Bölüm *)	Koıuma	Kıyaslanabilir IP karşılığı
1	İçeri	Düşen pislik (cisim)	IP10
2	İçerin	Damlayan su, düşen pislik	IP11
3	Dışarı	Rüzgarla gelen toz, Yağmur ve dolu; harici buzlanma hasarı yok	IP54
3R	Dışarı	Yağmur ve dolu; harici buzlanma hasarı yok	IP14
3S	Dışarı	Rüzgarla gelen toz, Yağmur ve dolu; harici buzlanma yok	IP54
4	İçeri Dışarı	Rüzgarla gelen toz, Yağmur, Su sıçraması ve su püskürmesi; Harici buzlanma hasarı yok	IP56
4X	İçeri Dışarı	Rüzgarla gelen toz, Yağmur, Su sıçraması ve su püskürmesi; Harici buzlanma hasarı yokx korozyon koruması	
5	İçeri	Toz, Düşen pislik, Damlayan ve korozyon yapmayan sıvı	IP52
6	İçeri Dışarı	Püsküren ve fışkıran su (hortum), Suya geçici daldırma Harici buzlanma hasarı	IP67
6P	İçeri Dışarı	Hortum suyu, Uzun süreli suya daldırma Harici buzlanma hasarı yok	IP67
7	İçeri	Patlamaya karşı korumalı bölümler için Class I, Division 1, Groups A, B, C, D	
8	İçeri Dışarı	Patlamaya karşı korumalı bölümler için Class I, Division 2, Groups A, B, C, D	
9	İçeri	Patlamaya karşı korumalı bölümler için Class II, Division 1, Groups E, F, G	
10	Madenler	Madenlerde iş güvenliği ve işçi sağlığı teşkilatının şartları Code of Mine Safety and Health Administration	
12, 12K	İçeri	Anaforla gelen toz, Düşen pislik, Damlayan korozyon yapmayan sıvı	IP52
13	İçeri	Toz, Püsküren su, Yağ, korozyon yapmayan sıvı	IP54

*) Yabancı cismin girebileceği bölümü gösterir. **İçeri**, aletin içersine girebilir, **dışarı** ise aletin içine giremez dışarıda kalır anlamına gelir.

5.0. PATLAYICI ORTAMLAR ÜZERİNE SON GELİŞMELER ve HUKUKİ DAYANAK

1961yılında Almanların yeni standart yayınlamaları ve uluslar arası rekabet nedeni ile ex-koruma alanında yarışma bir nevi hızlanmıştır. Uluslararası Elektroteknik Komisyonu IEC konu üzerine eğilmeye başlamış ve konu ile ilgili ilk standardını 1979 da yayınlamıştır.

Diğer taraftan Avrupa ekonomik topluluğu standartlaşma komisyonu CENELEC de TC31 adında ex-koruma ile ilgili bir komisyon kurulmuş ve bu komisyon da ilk standardını 1975 yılında yayınlamıştır.

Bir yandan IEC diğer yandan CENELEC yeni standartlaşma çalışmaları yaparken uluslar arası düzeyde fikir birliğine varılmış ve yavaş yavaş ex-koruma alanındaki karmaşa kalkmaya başlamıştır.

1996 yılına kadar her Avrupa ülkesinin ayrı yasa, standart ve yönetmelikleri var idi ve bağlayıcı olan bunlar idi. 1 Temmuz 2003 den itibaren tüm Avrupa ülkeleri tek bir yasa ve standarda kavuşmuştur. ATEX 100a tabir edilen yeni Avrupa parlamentosu talimatları

(directive) 1 Temmuz 2003 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Artık herkes ATEX den söz eder olmuş ve exprotection, exproof, flameproof gibi sözler unutulmaya başlanmıştır. Firmalar kataloglarında ATEX 100a'ya uyumlu tabirini kullanmaktadırlar.

Ex-koruma ile ilgili hukuki dayanağı ATEX 100a, ve ATEX 137 oluşturmaktadır. Bunların neleri kapsadıkları ileriki bölümlerimizde izah edilmeye çalışılacaktır.

Standartlar ve uygulama bu talimatlara uygun olmak zorundadır. Ortak Pazar Ülkeleri kendi ulusal yasa, standart, yönetmelik talimat ve saire gibi konu ile ilgili tüm mevzuatlarını ATEX 100a ve ATEX 137'ye uyumlu hale getirmişlerdir.

5.1. ATEX 100a ve ATEX 137 NE GİBİ YENİLİKLER GETİRMEKTEDİR.

1980' e kadar nasıl yürür idi:

Sertifikalar ulusal bazda verilmekte ve bir ülkenin verdiği sertifika diğerinde geçerli olmamakta idi. EN normları mevcut olmasına rağmen mecburiyet yok idi ve ulusal standartlar geçerliliğini koruyordu.

Testleri Almanya' da BVS ve PTB yapmakta ve sertifika vermekte idi. Bu sertifika yetkili mercilerce onaylandıktan sonra geçerlilik kazanmakta idi.

Ex aletlerin deney ve sertifika işlerini: İngiltere de madenler için SMRA diğer sanayi kolları için BASEEFA, yapmakta idi ve Enerji bakanlığına bağlı bir kuruluş idi. İngiltere'deki organizasyon merkezi bir yapıya sahiptir ve tamamı HSE'ye bağlıdır. (Health and Safety Exicutive).

1980 den 2003' kadar:

Avrupa normları gelişmeye başlamış ve uyum mecburiyeti konulmuştur. Her ülke kendi standardını EN ye uygun hale getirmek zorunda kalmıştır. Fakat Avrupa normuna uyumluluk belgesini (conformite) her ülkenin kendi milli kuruluşu veriyor idi. Ayrıca yayınlanan EC talimatları mecburi hale getirilmiş ve ülkelerin ulusal yasaları bunlarla uyumlu hale getirilmeye başlamıştır.

Sertifika işlemi merkezi hale gelmiş, fakat uygulama ve işletme ulusal bazda kalmıştır. Hangi ortamlarda ne gibi alet kullanılacağı ulusal olarak tayin edilmeye devam edilmiştir. ZON 0 dışındaki aletler için yetkili mercilerden onay almaya gerek kalmamıştır.

Avrupa Parlamentosu 23 Mart 1994 yılında ATEX 100a tabir edilen ve resmi adı "directive 94/9/EC" olan bir talimat yayınlamıştır. Bu talimat ortaklık anlaşmasının 100a maddesine dayanılarak çıkarıldığından (serbest ticaret ve serbestçe mal alış verişi ile ilgili madde) ve patlayıcı ortamın Fransızca tabiri olan atmosphere explosev kelimesinde kaynaklanan ATEX 100a tabiri ile anılmaktadır.

ATEX 100a (directive 94/9/EC) ex-korumalı aletlerin imalatı ile ilgilidir ve imalatçıları kapsamaktadır. Ana metin 16 maddeden ibaret olmasına rağmen ekleri ile birlikte uzunca bir metin oluşturmaktadır. Ülkeler arası yanlış yorumlamaları önlemek için bir de izahat ve açıklama eklenmiştir ve bu hali ile 133 sayfadan oluşmaktadır.

Avrupa Parlamentosu Aralık 1999 yılında kullanıcıları kapsayan “directive 99/9/EC” talimatını da yayınlayarak ex konusundaki son tereddütleri de gidermiş ve böylece Avrupa’da tam bir birlik sağlanmıştır.Bu talimat Ortaklık anlaşmasının 137.nci maddesine dayanılarak çıkarıldığı için ATEX 137 olarak da anılmaktadır. İşyeri güvencesi ve işçi sağlığını kapsayan bu talimat iş verenleri yani kullanıcıları ilgilendirmektedir. Zon tarifleri de bu talimatta yapılmıştır.

1 TEMMUZ 2003 den sonra:

ATEX100a ile ekipman koruma tipleri ve sertifikalandırma tek tip hale gelmiştir. Ulusal bazda onaya gerek kalmamıştır. Artık bir Ortak Pazar ülkesinin verdiği sertifika diğer Ortak Pazar ülkesinde de aynen geçerlilik kazanmıştır. Örneğin Finlandiya’dan alınan bir sertifika Almanya’ da aynen geçerli olmaktadır. Alman yetkililere onaylatmaya gerek yoktur.

ATEX137 (99/92/EC) ile uygulama ve işletme de tek tip hale getirilmiştir. İş yeri güvenliği ile ilgili olan ATEX 137 ulusal uygulamaları kaldırmış ve tüm Avrupa’da birlik sağlamıştır.

ATEX 137 ile bir çok yönetmelik ve talimatlar tek bir yönetmelik haline getirilmiş ve örneğin Almanya’da konu ile ilgili (yangın, patlama ve saire gibi) 128 yönetmelik 10’a inmektedir.

Birincil (primer) ve tali (sekonder) korumalar, koruma yöntemleri ZON tarifleri tek düzen haline gelmektedir.

Primer koruma en etkin ve yapılması gereken ilk uygulamadır. Buradaki hedef patlama kaynağının ortamdan uzak tutulmasıdır. Örneğin ark çıkaran şalt cihazlarının patlayıcı ortamdan uzak, temiz bir sahaya konulması veya araya engelleyici duvar çekilmesi gibi.

Primer korumanın teknik olarak mümkün olmadığı yerlerde korumalı tip aletler seçilerek patlama güvenliği sağlanır. Örneğin pompa motorunun uzağa alınması mümkün olmadığı gibi.

İŞLETMECİLERE GETİRİLEN YENİLİK ve KÜLFETLER:

01.07.2003 den itibaren kurulacak tesisler için

2.2 Tehlike analizi raporu (ZON’lara ayırma gibi)
2.3 Patlamaya karşı koruma analizi (ex-koruma önlemleri dokümanı)
2.4 Kullanılan aletlerin 94/9/EC talimatına uyumluluk raporu

Bulunmak zorundadır.

01.07.2003 de önce kurulan tesisler için

b) 31.12.2005 e kadar tehlike analizi raporu
c) 31.12.2005 e kadar Patlamaya karşı koruma analizi (ex-koruma önlemleri dokümanı)

Hazırlanmış olacaktır. Bu demektir ki eski tesislerde yeni talimata uyumlu hale getirilecektir.

İMALATÇILARA GETİRİLEN YENİLİK ve KÜLFETLER :

01.07.2003 den itibaren imal edilen ve Avrupa'da satılan (yerli veya yabancı) tüm tesis ve aletler 94/9/EC talimatına uyumlu olmak zorundadır.

ATEX 94/9/EC 1996 dan itibaren geçerlidir. Uyum mecburiyeti ise 01.07.2003 den itibaren başlamıştır. Üretici firmalar zaten uyumlarına sağlamış durumdadırlar.

ATEX 100a'nın yürürlülük tarih ve zamanlamaları yukarıdaki resimde görülmektedir.

5.2 ATEX 100a TEKNİK BAZDA NE GİBİ YENİLİKLER GETİRMEKTEDİR:

ATEX 100a'nın (diriective 94/9/EC) girişindeki izahat bölümünde gerekli açıklamalar yapılmaktadır.

Unutulmamalıdır ki, ATEX 100a tamamen imalat konusunu kapsamaktadır. Konu ile ilgili literatür karıştıran ve firma kataloglarına bakan meslektaşlarımız ilk bakışta patlayıcı ortamlarla ilgili Avrupa Normlarının yürürlükten katlığı hissine kapılabilirler. Avrupa Normları aynen geçerliliklerini korumaktadırlar ve ATEX 100a'ya uyumlu olmak zorunda-dırlar. Zaten standartların çıkarılış nedeni ve hukuki dayanağı ATEX 100a dır.

Getirilen en önemli yenilikler:

1. Maden ve diğer sanayi kolları gibi bir ayırım yapılma makta tüm patlayıcı ortamları kapsamaktadır. 2003'e kadar madenler daima ayrıca bir talimat ile anılar ve ayrı tutulur idi, Madenlerin ayrıcalığı kalkmıştır.

2. Aletleri kullanma ortamlarına göre kategorilere ayırmıştır (ZON'lara). İlk defa kategorilerden bahsedilmeye başlanmıştır. Bunların ne oldukları yazımızın ileriki bölümlerinde izah edilecektir.

3. Ex korumalı aletlere Avrupa Normuna uyumluluk belgesi alınması mecburiyeti getirilmiştir. Bir Ex alet yalnızca ex-koruma standartlarına değil diğer geçerli EN normlarına da uygun imal edilmek zorundadır ve CE belgesi taşımak mecburiyetindedir. Ex-korumalı aletleri pahalı hale getiren maddelerden biri de budur.

4. Patlayıcı ortamda kullanılan elektrik ve mekanik tüm aletleri kapsamaktadır. Bu güne kadar yalnızca elektrikli aletlerden söz edilir idi. Bundan böyle patlayıcı ortamlarda kullanılan mekanik aletlerin de ex sertifikası bulunmak zorundadır. Örneğin bu güne kadar bir tulumbanın yalnızca elektrik motorunun ex sertifikası bulunması yeterli olmakta idi. Bundan böyle tümüne sertifika almak zorunluluğu getirilmiştir.

5. Koruyucu sistemleri de kapsamaktadır. Patlamayı önlemek veya yayılmasına mani olmak için yapılan tüm sistemler ATEX 100a'ya uyumlu olmak zorundadır. Yani sertifika alacak ve CE belgesi ve damgası bulunacaktır. Örneğin madenlerde kullanılan su püskürtme sistemleri gibi.

6. Montaj ve işletmeyi kapsamamakla beraber bir işletmeci kendi kullanımı için herhangi bir alet veya sistem (makine) yapıyor ise yine de ATEX 100a'ya uymak ve gerekli bürokrasiyi yerine getirmek zorundadır. Bu durumda makineyi ticari piyasaya sürmemesine rağmen imalatçı durumuna girmektedir.

7. Değişik imalatçılardan sertifikalı cihazlar temin edilip yeni bir cihaz, makine veya sistem oluşturuluyor ise ve bu cihaz ticari piyasaya sürülüyor ise aynı şekilde yeni bir sertifika ve CE uyumluluk belgesi almak yani ATEX 100a'ya uymak zorundadır.

8. Uyumluluk belgesi (conformity) yetkili organlarca (notified bodies) verilecek ve tüm Avrupa ülkelerinde geçerli olacaktır. Yetkili organların listesi verilmiştir. Bunlar bu güne kadar sertifika veren teşkilatlardır.

5.3. ALET KATEGORİLERİ

Kullanımdaki karmaşayı önlemek için ATEx 100a patlayıcı ortamlarda konulan aletleri gruplarına göre kategorilere ayırmaktadır. Bunlar kısaca:

Grup I: Girzulu maden ocaklarını ve var ise yer üstü tesislerin, kısaca maden sanayini kapsamaktadır ve ZON 0'a girmektedir.

Kullanılan aletlerin yüzey sıcaklığı metan ve kömür tozuna göre dizayn edilecektir. Kömür tozu var ise 150 °C yok ise 450 °C olabilmektedir.

Kategori M1:
Bu kategorideki aletler sürekli veya aralıklı oluşan patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmeyecek şekilde dizayn edilirler, yüksek bir koruma düzeyine sahiptirler. ZON 0 ortamında rahatlıkla çalışabilecek düzeydedirler.

ATEX ayrıca; aletin korumasında herhangi bir bozulma olduğunda ikinci bir önlem alınmasını ve yine bir birinden bağımsız iki arıza aynı anda meydana geldiğinde emniyetliliğin korunması şartını koşmaktadır.

Etiketinde M1 işareti olan bir alet en az 2 arızada tehlike yaratmayacak şekilde dizayn edilecektir. Ayrıca ikinci bir emniyet önlemi alınmalıdır. ATEX ifadesinde bu şekilde yuvarlak sözler kullanılmaktadır. Pratikte grizu ölçülerek tehlike halinde (gizunun %1.5 seviyesini aşması) elektriğin kesilmesi ve çalışanlara alarm verilmesi ile gerçekleştirilmektedir.

Kategori M2:
Patlayıcı ortam oluştuğunda bu kategorideki aletlerin elektriğinin kesilmesi gerekmektedir. Elektrik hemen kesilemeyeceği için kısa süre de olsa patlayıcı ortama maruz kalacaklardır. Bu nedenle normal çalışmaları esnasından ortamı tehlikeye düşürmeyecek şekilde dizayn edilirler. Ayrıca ağır ve değişken çalışma şartlarına uyumlu, robust bir yapıya sahip olacaklardır.

Grizilu bir maden işletmesinde metanın havadaki oranı %1.5 seviyesini aştığında madenin ilgili bölümünün elektriği kesilir. Buna göre uygun ölçüm tertibatı yapılmak zorunludur. Kullanılan metan ölçü aleti, batarya beslemeli ve kendinden emniyetli tip ve Ex-ia kategorisinde olacaktır ki sürekli gazlı ortamda çalışabilsin.

Grup II : Maden sanayi dışındaki sanayi kollarını kapsar. Aletlerin yüzey sıcaklıkları kullanılan ortama göre farklı olabilmektedir. Tehlike bölgeleri üç ayrı ZON'a ayrılmıştır (Zon 0, 1 ,2).ve üç ayrı kategoride alet kullanılabilmektedir. Ayrıca kategori rakamlarının sonuna gaz ise G toz ise D harfi konulur.

Kategori 1G veya 1D :
M1 de olduğu gibi bu kategorideki aletler sürekli ve arada bir oluşan patlayıcı ortamda çalışabilecek şekilde dizayn edilirler ve yüksek bir koruma seviyesine sahiptirler. ZON 0 (ZON 10) ortamında rahatlıkla çalışabilecek düzeydedirler.

Aynı şekilde; aletin korumasında herhangi bir bozulma olduğunda ikinci bir önlem alınmasını ve yine bir birinden bağımsız iki arıza aynı anda meydana geldiğinde emniyetliliğin korunması istenmektedir.

"İkinci bir önlem" ve "aynı anda iki arıza" nın ne olabileceğini, pratik bir örnek bulamadığımdan tam olarak açıklayamıyorum. Bilinen şudur ki, ZON 0 da ancak kendinden emniyetli, Ex-ia tipi aletler kullanılabilir, Ex-ib tipi dahil diğer koruma tiplerinin hiç biri kullanılamaz.

Kendinden emniyetli aletlerin **a** ve **b** kategorilerinin ne olduğunu anlamak mümkündür. Bunlar emniyet faktörleri ile ilgilidir. Konumuz olmadığı için derinlemesine izahat yapılmayacaktır. Ex-ia tipi aletlerin emniyet katsayısı 1.5 alınır ve daha düşük akımlarda emniyetlidirler. Ex-ib tipi aletlerin emniyet katsayı 1 alınır ve daha yüksek

akımlarda da çalışırlar. Kendinden emniyetli bir devrede aynı anda bir veya birkaç arıza birden meydana gelebilir. Bunlar yapılan emniyet bariyerlerine konulan zener diod sayısı ile belirlenir. Ex-ia tipi bir bariyerde üçten fazla zener barier (diod?) vardır. Biri veya ikisi arızalansa emniyetlilik devam etmektedir.

Ex-d tipi (flameproof) bir muhafaza 6 adet peş peşe patlamaya karşı denenmektedir. Bu olay emniyet seviyesinin yüksekliği olarak kabul edilmemektedir.

Kategori 2G veya 2D:
Bu kategorideki aletler, normal çalışmalarında olduğu gibi arıza hallerinde de ortamı tehlikeye düşürmeyecek şekilde dizayn edilirler. Etiketlerinde 2G (2D) olan aletler ZON 1 (ZON 11) ortamında rahatlıkla kullanılabilirler.

Kategori 3G veya 3D:
Bu kategorideki aletler normal çalışmalarında ortamı tehlikeye düşürmeyecek şekilde dizayn edilmişlerdir. ZON 2 (ZON 12) ortamlarında kullanılabilmektedirler.

Üst kategorideki aletler alt kategoride de kullanılabilirler, fakat tersi geçerli değildir. Kategorisi 1 olan bir alet ZON 1 ve 2 de de rahatlıkla kullanılabilir. Fakat kategorisi 2 olan bir alet ZON 0 da kullanılamaz.

6.0 TÜRKİYEDEKİ MEVZUAT

Patlayıcı ortamlarda kullanılan aletlerle ilgili başlı başına bir yönetmelik veya tüzük mevcut değildir. İş güvenliği ve işçi sağlığı ile ilgili mevzuatın içersinde yer almaktadır. İki ayrı tüzük mevcut olup, birincisi "maden ve taş ocakları ile açık işletmelerde alınacak işi sağlığı ve iş güvenliği tedbirleri hakkında tüzük" dür ve kısa adı ile MADEN EMNİYET NİZAMNAMESİ olarak bilinmektedir. En son şekli ile 22.10.1984 tarih ve 18553 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. 1950'lerin felsefesine göre hazırlanmış olup, 1984 yılında da elektrikle ilgili pek yeni bir şey getirememiştir. Nizamname bazı aygıtları tarif etmekte, d-, e-, i- tipi gibi aletleri kendince tanımlamaya çalışmaktadır. Halbuki bu gibi konuları "standartlara uygun olması gerek" gibi ifadelerle geçiştirmesi gerekir idi. TSE'nin konu ile ilgili standart yayınlamamış olması bir neden olabilir. Bu tüzük grizu ve kömür tozu bulunan madenlerde 'alev sızdırmaz" tipte elektrik aleti kullanılmasını ve Bakanlığın yetki verdiği bir test istasyonundan sertifika almış olmasını (madde 289) emretmektedir. Bu koşulun nedeni ise Zonguldak Kömür madenlerinde alev sızmaz aletleri test edip sertifika veren bir istasyonun kurulmuş olmasıdır.

Patlayıcı ortamlarla ilgili ikinci tüzük "parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışan iş yerlerinde ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzük" dür ve son şekli ile 24.12.1973 tarih ve 14752 nolu resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. 30 yılı aşkın geçmişi olan bu tüzük hiç tadilata uğramamıştır. Yine maden emniyet nizamnamesinde olduğu gibi 1950'lerin felsefesine göre hazırlanmış olup, daha ziyade Amerikan uygulaması ağır basmaktadır.

Maden emniyet nizamnamesinde olduğu gibi bu tüzük de bazı koruma tiplerini izaha çalışmaktadır (Alev geçirmez = d-tipi koruma, basınçlı gaz ile üflenecek veya asal gaz

gibi ifadeleri ile p-tipi korumayı tarife çalışmaktadır). Ayrıca etanş aletlerden bahsetmekte ve bu tip aletlerin kullanımına müsaade etmektedir. ETANŞ tabiri IP54 veya yukarısı koruma anlamına gelir ve o aletin nemli yerlerde kullanılabileceğini ifade eder. Patlayıcı ortam kullanımı ile ilgisi yoktur. Bu tipik bir Amerikan uygulamasıdır ve yine Amerikan uygulamasında olduğu gibi ZON tarifi ve ayırımından bahsetmemektedir. Kondiut kullanımına öncelik vermiş, kablolara da bir açık kapı bırakmıştır. Ülkemizde petrol, petro-kimya ve gaz sanayinin Amerikan ağırlıklı olduğunu unutmamak gerek.

Bence her iki tüzük de elektrik aletlerinin detaylı izahatından vazgeçmeli ve bu gibi detayları standartlara bırakmalıdır. Yapılması gereken öncelikle ZON tarifidir. Bu gün TSE patlayıcı ortamlarla ilgili Avrupa Normlarının hemen tamamını yayınlamış ve standartlaşma açısından (AET'ye giriş hazırlığı dolayısı ile olsa gerek) boşluk bırakmamıştır. Yalnız bu standartlar mecburi değil ihtiyaridir. TSE'nin konu ile ilgili yayınladığı standartların tam listesi yazımız ekinde verilmektedir. Ayrıca TSE'nin Ex-korumalı aletleri test eden İzmir'de bir laboratuarı da mevcuttur ve sertifika vermektedir.

7. PATLAMAYA KARŞI KORUNMUŞ ALETLERİN ETİKETLERİ

Patlayıcı ortamı olan işletmelerde çalışan meslektaşlarımız çok iyi bilirler ki ex-korumalı aletin etiketi farklıdır ve bir aletin ex-korumalı olup olmadığı etiketinden anlaşılır. Bu etiketleme şekli konu ile ilgili standartlarda belirlenmiştir ve aşağıdaki gibidir.

Etiketin üzerinde imalatçı firmanın isim, seri no, tip işaretler gibi verileri dışında; CE işareti, altı köşeli Ex işareti, gaz grubu, kategori ve ısı grupları belirtilmek zorundadır. Bunların sıralamasına uyulma mecburiyeti yoktur.

Örnek bir etiket

ATEX 100a'ya göre ETİKET EN 50014'e göre ETİKET

8. ÖNEMLİ ELEKTRİK ALETLERİNDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ

8.1 ELEKTRİK MOTORLARI

Elektrik motorlarının tamamı aynı yapıda değildir ve değişik tipleri mevcuttur. Motorun yapısına ve tipine göre ayrı ayrı koruma yöntemi uygulanmaktadır. En yaygın yöntem ve hemen her tip motorda kullanılabileni d-tipi korumadır.

Fırçaları olan, doğru akım ve bilezikli asenkron motorlarında ancak d-tipi koruma uygulanabilir. Bazı haller de p-tipi koruma da uygulanır. Bu durumda fırçaların bulunduğu kollektör kısmı basınçlı hava ile sürekli üflenilerek patlayıcı gazlardan temiz tutulması sağlanır.

Sanayide kullanılan elektrik motorlarının %95'inden fazlası sincap kafes tipi asenkron motorlardır. Bunların patlayıcı ortama karşı korunması iki şekilde yapılır.

a) **d-tipi koruma**: d-tipi korunan motorun gövdesi I.grup gazlarda (metan) 10 atmosfer, II.grup gazlarda ise 15 atmosfer statik basınca dayanıklı olmak zorundadır. Bu ise motorun ağırlığını artırır. Gövdenin mukavim ve flanşların alevi soğutacak kadar geniş imal edilmesi gerekir. Dönen kısımlarda verilen toleranslar çok düşüktür ve keçelerin sık sık bakımdan geçmesi gerekir. Pahalı fakat güvenli bir yöntemdir.

b) **e-tipi koruma**: e-tipi korunmuş motorun gövdesinin 10 veya 15 atmosfere dayanıklı olması gerekmez. Buna mukabil sargıları termistörlerle korunmuş olmalıdır. Daha itinalı bir sargı ve yol verme tertibatı gerektirir. Motor daha hafif olacağı için daha ucuza imal edilir. Bu uygulama yalnızca sincap kafes asenkron motorlarda tatbik edilebilir. Çünkü bu motorlar normal çalışmaları icabı ark çıkarmazlar. Sargıların yanmasını dolayısı ile herhangi bir kısa devreyi önlemek için sargılar içine termistör yerleştirilmiştir. Bu termistörler kumanda devresine bağlanmalıdır. Aksi halde korumanın hiç bir anlamı kalmaz. Tamire gönderilip tekrar sarılan motorlarda termistörler unutulmamalıdır ve gereksiz denilmemelidir, aksi halde koruma ortadan kalkmış olur.

d-tipi korunmuş motorlarda ise bunları düşünmeye gerek yoktur. Bu yapısı ile d-tipi korunmuş motorlar exproof konusunda bilgili işçi ve mühendislerin az olduğu ülkemizde daha emniyetli bir tercih olacağı kanısındayız.

D-tipi ve e-tipi karışık kullanılabilir. Motorların yalnızca kablo bağlantı yeri (klemens kutusu) e-tipi, motor gövdesi ise d-tipi korunmuş olarak imal edilir.

7.2 DEVRE KESİCİ ve YOL VERİCİLER

Devre kesici ve yol verici gibi şalt cihazları normal çalışmaları icabı ark çıkaran aletlerdir. Bu nedenle ancak d, p, veya ö-tipi korunabilirler. En yaygın uygulama d-tipi koruma şeklidir.

Ö-tipi korumadan günümüzde kaçınılmaktadır. Çünkü yağlı aletler patladığında yangın gibi çok daha fazla hasara neden olmaktadır. Bu nedenle yeni tesislerde yağlı şaltere rastlanma maktadır. Eski tesislerde yağlı şalterler (korunmuş veya korunmamış) halen faal çalışmaktadır.

D-tipi korunmuş aletin gövdesi 10 veya 15 atmosfer gibi büyükçe bir statik basınca dayanmak zorunda olduğu için, sonuçta bu şalterler bir demir yığınına dönüşmektedir. Korunmamış normal bir motor yol vericisi 30-60 kg gelirken aynı güçteki korunmuş bir şalter 150-350 kg gelmektedir. Bu ise patlayıcı ortama karşı korunmanın getirdiği külfeti ve emniyetin bedelini izah etmeye yeterlidir.

Kesme kapasitesini tutturabilmek için şalterin gövdesi istenildiği kadar büyük seçilememektedir. Baralar arası mümkün olduğunca yakın tutulmak zorundadır.

Yeraltı madenlerinde robustluk ve neme karşı korunma gerekçesi ile yol verici veya devre kesici gibi şalterlerin tamamı d-tipi korunmuş gövde içersine yerleştirilmektedir.

D ve e-tipi karışık kullanılabilir. Şalt cihazlarının kablo girişleri e-tipi yapılabilir. Gerçekte klemens ve kablo girişi gibi kesimler normal çalışma icabı ark çıkarmazlar. Ancak tamir ve bakım esnasında dokunulmaları gerekir ki bu hallerde de elektrik kesilmeden çalışılamaz. Zaten bu tip aletler mekanik olarak öyle dizayn edilmişlerdir ki kapakları

açıldığında cereyanları otomatikman kesilir. Ancak giriş kablosunun cereyanı kesilmeyebilir. Bu kesime müdahale edilecekse bir önceki şalterden elektrik kesilmelidir. Bu yöntem şalt cihazlarını biraz daha hafif ve ucuz hale getirmektedir. Ne var ki İngiliz uzmanlar aynı görüşte değildir. Onlar klemens kutularının da d-tipi imal edilmesinde direnmektedirler. Bu görüş yalnızca madenler için geçerlidir. Bu nedenle İngiliz malı şalterler ile Alman malı şalterleri bir birlerine akuple etmek zordur.

İşletme şartları hafif ve nemi az olan diğer sanayii kollarında ise yalnızca ark çıkaran kısmın d-tipi korunması yani basınca dayanıklı özel muhafazaya alınması diğer kısımların ise toz ve neme karşı korunmuş olması yeterli görülmektedir. Bu tip aletler daha hafif ve kullanışlı olmaktadır. Bu durumda şalterler yalnızca tek tip korunmuş olmamaktadır. Şalterin ark çıkaran kontak kısmı d-tipi diğer kısımları da e-tipi korumaya alınmaktadır.

Genel kaide olarak, II.Grup gazlı ortamlarda şalt cihazı mümkün metre hiç kullanılmaz. Patlayıcı sahanın dışına alınır veya araya duvar çekilerek patlayıcı maddelere karşı engel oluşturulur.

Kumanda devresi bulunan şalterlerin bu kısımları da i-tipi yani kendinden emniyetli dizayn edilebilir. Bu durumda kumanda bağlantıları daha basit olabilir. Çünkü kendinden emniyetli devre üzerinde cereyan altında da çalışılabilir. Kendinden emniyetlilik başlı başına bir konudur. Bu hallerde çok şeye dikkat edilmesi gerekir.

Vakum ve SF6 gazlı Şalterler:

Bu şalterlerin ark çıkaran kısmı tamamen kapalıdır ve gazlı ortamdan izole edilmiştir. Otomatikman korunmuş sayılabilirler mi?. Bu konuda uzmanlar (aynen trafolarda olduğu gibi) bir ayrıcalık tanımamaktadır. Normal kuru şalterlerde olduğu gibi d ve e-tipi koruma uygulanmaktadır. Vakum (veya SF6) hücre d-tipi korunmuş bir muhafaza içensine yerleştirilmektedir. Bu şalterlerin kontakları patladığında tehlikeli olduğu görüşü hakimdir.

Küçük boyutta Ex-d korumalı şalt panoları piyasada mevcuttur. Orta ve büyük boyuttaki şalt panolarına Ex-p tipi koruma uygulanmaktadır. Günümüzde II. Grup gazlı sahalarda yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

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

7.3 TRANSFORMATÖRLER

Transformatörler de d-, ö-, ve q-tipi koruma uygulanabilirse de en yaygın olanı ve günümüzde uygulananı d-tipi korumadır.

Maden sanayii dışında patlayıcı ortamlara karşı önlem almak zorunda olan kimya ve petrol sektöründe güç transformatörlerinin patlayıcı ortamdan izole edilmeleri mümkündür. Transformatör patlayıcı ortamın teşekkül ettiği bölgenin çok daha uzağına yerleştirilerek enerji buradan kablo ile nakledilebilir. Grizulu madenlerde ise buna her zaman imkan yoktur. Küçük madenlerde dışarıdan doğrudan enerji iletilebilirse de uzun yer altı tünelleri bulunan madenlerde antigrizu transformatörlerin kullanılması zorunludur.

Transformatörler yapıları icabı normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları halde hemen tamamı d-tipi korunmuş basınca dayanıklı mahfaza içersine yerleştirilirler. Bu ise şalterlerde olduğu gibi transformatörün ağırlığını ve maliyetini artırır.

Normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları için e-tipi korunabilecekleri akla gelirse de hiç bir ülkede, uzmanlar buna müsaade etmemektedirler. Elektrik motorlarında Alman uzmanlar e-tipi korumaya müsaade ettiği halde transformatörlerde böyle bir uygulamaya geçit vermemektedirler. Sebebi de transformatörlerin patladığında çok tehlikeli olmaları ve genelde sürekli gözetimden uzak olmalarıdır. Motorlarda ise, çoğunlukla işletici motorun yanı başındadır ve motor güçleri de trafolar kadar büyük değildir. Aynı görüş yukarıdaki bölümlerde de bahsettiğimiz gibi vakumlu şalterlerde de hakimdir.

Yağlı trafolarda, ö-tipi yani yağlı koruma uygulanmaktadır. Şalterler bölümünde de bahsettiğimiz gibi günümüzde yağlı aletler sanayiden elini çekmekte kullanıcı tercih etmemektedir. Bu nedenle resmen yasak olmamakla birlikte yağlı korunmuş ex-transformatörler imalatçılar tarafından piyasaya sürülmemektedir.

Kumla korunmuş q-tipi transformatörler de mevcuttur. Daha ziyade Fransa'da yaygın olup günümüzde pek rastlanmamaktadır.

Günümüzde yağlı trafo yerine kuru tip (reçineli) trafoların kullanımı yayılmaya başlamıştır. Buna rağmen d-tipi korunmaktadırlar e veya m-tipi korumaya rastlanmamaktadır.

Küçük güçteki trafolar dahi d-tipi korumalı imal edilmektedir. Kumanda devrelerinde kullanılan çok küçük trafolardan m-tipi korunmuş olanlar mevcuttur.

Güç trafoları elektrik kesilmesi zorunluluğu nedeni ile kesicileri ile mekanik olarak birleşik vaziyette imal edilirler. Bu ise trafoları daha ağır (nakliyesi zor) ve pahalı hale getirmektedir.

7.4. KABLOLAR:

Kablolar yapıları icabı normal çalışma şartlarında ark çıkarmazlar. Ancak herhangi bir nedenle kopar veya kasten kesilirse ark çıkarabilirler. Nizamnameler anormal halleri dikkate almadıklarına göre kablolarda patlamayı korumadan söz edilemez. Fakat piyasada "alev sızmaz = flameproof" kablolar mevcuttur. Konu ile ilgili standartlar yayınlanmıştır.

Ex-koruma olarak, kablolarda iki önlem alınır. Birincisi diş kılıfın zırhlı yapılarak kesilme, kopma ve ezilmenin zorlaştırılması, ikincisi de yanmanın önlenmesidir. Standartlar ex-korumalı sahada hiç yanmayan tip (silikon) kablo şartı koşmamakta, yandıklarında alevi ilerletmeyecek yapıda olmaları (çıra gibi yanmamaları) yeterli kabul edilmektedir.

7.5 AYDINLATMA AYGITLARI

Çok değişik cinste aydınlatma armatörü mevcuttur. Bunların her birine uygulanacak koruma yöntemleri de farklıdır. Ayrı ayrı incelememiz gerekir.

1) AKKOR FLAMANLI ARMATÖRLER

Akkor flamanlı ampuller normal çalışmaları icabı ark çıkarmazlar. Ark çıkaran kısım anahtarlarıdır ki buda şalter konusuna girer. Bu durumda acaba patlayıcı ortamı tehlikeye düşüren nedir diye sorarsak akla gelen flamanın 2000°C'yi aşan ısısı ve ampulün cam yüzeyinin sıcaklığıdır. Flaman sıcaklığının sorun teşkil etmediği ve ampul kırıldığında hemen soğuyarak patlamaya neden olmadığı deneylerle ispat edilmiştir. 2000-3000°C gibi bir ısının sorun teşkil etmemesi bir çok meslektaşıma ilk bakışta mantıksız gibi geliyorsa da bu bir gerçektir. En önemli sorun ampulün cam yüzeyinin ve duy kenarlarının yüzey ısısıdır. Bu ısıyı azaltmak için ampulün biraz daha büyük imal edilmesi yeterli olmaktadır. Bu ise piyasada konutlar için mevcut olan ampullerin kullanılamaması anlamına gelir. Bu durumda ya özel ampul imal edilmesi veya normal ampullerin kullanılabilmesi için tedbir alınması gerekir. Bu bakımdan ampullerde iki tip koruma uygulanır.

Örnek lamba ve özel duy

a) **d-tipi korunmuş akkor flamanlı aydınlatma armatörü:**

Yeni imal edilmiş bu tip bir armatörün etiketinde ExI-d veya ExII-d yazılı olması gerekir. Ampul özel imal edilmiş bir cam fanus ile kaplıdır. Bu cam 10 veya 15 atmosfer statik basınca ve ayrıca darbelere dayanıklı olarak imal edilmiş olmalıdır. Rasgele imal edilmiş sıradan bir cam fanus kullanılamaz. D-tipi korumanın istediği basınca dayanıklı muhafazayı cam fanus oluşturur. Ampul değiştirmek için elektriğin kesilmiş olması gerekir. Bu tip armatörlere, piyasada mevcut ve konutlarda kullanılan ticari ampuller takılabilir. Cam fanusun üzerinde de Ex işareti bulunmalıdır.

b) **e-tipi korunmuş akkor flamanlı aydınlatma armatörü**

Özel fanus imali yerine özel ampul imal edilirse e-tipi koruma uygulanabilir ve armatör daha ucuza imal edilebilir. Ampul biraz büyükçe imal edilerek yüzeyin genişlemesi ve böylece yüzey sıcaklığının düşmesi sağlanır. Bu durumda cam fanusun basınca

dayanıklı olması gerekmez. Yalnızca darbelere karşı önlem alınır yani fanusun üzerine bir çelik ızgara geçirilir ve ayrıca toz ve neme karşıda önlem alınır. Özel ampul dolayısı ile pek kullanım sahası bulamamıştır.

c) **d- ve e-tipi karışık korumalı akkor Flamanlı aydınlatma armatürleri**

Ampul değişim esnasında elektriğin kesilmesi şart ise de buna pratikte pek uyulmamaktadır. Bu maksatla gerilim altında ampulü değişebilen armatür geliştirilmiştir. Değişim esnasında ark ampulün dip kısmında çıkar. Aşağıdaki resimlerde izaha çalışıldığı gibi yaylı bir mekanizma ile kontağın duyun dışında, ufak hacimli başka bir bölmede oluşması sağlanır. Bu bölme de kolayca d-tipi korumalı yapılabildiğinden problem çözülmüş olur. Ampul kısmının üzerine aynı şekilde cam fanus geçirilir ve tel kafesle darbelere karşı da korunmuş olmalıdır. Bu tip armatürlerin üzerlerinde d- ve e-tipi korundukları belirtilmektedir. Normal ticari ampuller kullanılabildiğinden ve değişimi de pratik olduğundan yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

2) FLORESAN TÜPLÜ ARMATÖRLER

Floresan lambaların normal çalışmalarında ark çıkaran kısmı STARTER' dir. Akkor flamanlı lambalarda olduğu gibi tüpün yüzey sıcaklığı da sorun teşkil etmektedir. Starterin özel korumaya ve cam tüpünde basınca ve darbelere dayanıklı özel bir tüp içersine konulması gerekir veya özel bir tüp imal edilerek starter ve yüzey sıcaklığı sorunu ortadan kaldırılabilir. Bu yönü ile flüoresan armatörler de iki şekilde korunmuş olarak piyasaya sürülmektedir.

a) **d-tipi korunmuş floresan armatörler**:

Starter ve tüp ayrı ayrı d-tipi korunmuş muhafaza içersine yerleştirilir. Son zamanlarda güç faktörünü düzeltmek için kondansatör de istendiğinden starterle kondansatör birlikte aynı d-tipi bir muhafazaya yerleştirilmiş olarak imal edilmektedir. Floresan tüp ise basınca dayanıklı özel imal edilmiş bir cam tüp içersine konulur. Bu tüp denenmiş ve basınca dayanıklı olduğunu ispat eden sertifikaya sahip olmalıdır. Yuvarlak tüp şeklinde olduğundan cam fanusa kıyasla daha kolay imal edilir, basınç ve darbelere de daha dayanıklıdır.

D-tipi korunmuş floresan armatörler Türkiye'de daha yaygındır. Çünkü evlerde kullanılan ticari tüplerin kullanılmasına mani bir durum yoktur.

b) **e-tipi korunmuş floresan armatörler**.

Yüzey sıcaklığı sorununu çözmek için akkor flamanlılarda olduğu gibi özel imal edilmiş tüp kullanılır. Bu tüpler ark çıkaran starteri de devreden çıkaracak şekilde imal edilmiş olup tüpün içine şerit halinde direnç yapıştırılmıştır. Ampul direnç yardımı ile start alır. Yani starterin görevini tüp içersindeki şerit direnç üstlenmiştir. Armatörün su ve neme karşı korunmasından başka bir tedbir almaya gerek yoktur. D-tipi korunmuş olanlara kıyasla daha hafif ve ucuzdur.

Bu tip floresan ampullerin özelliği ve ticari tiplerden farkı tek pimli oluşlarıdır. Bu nedenle teminleri kolay değildir. İthal edilip stokta bulundurulması gerekir.

3) CIVA BUHARLI ARMATÜRLER:

Ancak d-tipi koruma tatbik edilebilir. Floresanlarda olduğu gibi ampul, basınca dayanıklı cam bir fanusa konulurken, starter ayrı bir metal kaba yerleştirmiştir. Üstte d-tipi korunmuş starter gövdesi ve altında da cam fanusu bulunan bir armatür oluştururlar. Bu yönü ağır ve dolayısı ile pahalıya mal olduklarından pek yaygın değildirler.

Flüoresan ampullerde olduğu gibi starter gerektirmeyen cıva buharlı ampuller de imal edilmiştir. Bu tip ampuller kullanılan armatürlere e-tipi koruma tatbik edilebilir. Daha hafif olmalarına rağmen özel ampule ihtiyaç duyduklarından pek ucuza mal olmazlar. Bu nedenle yaygın kullanım alanı bulamamışlardır.

Sodyum (natrium) buharlı sarı ışık yayan lambaların patlayıcı ortamlarda kullanılmaları ise tamamen yasaktır. Çünkü bu ampuller kırıldıklarında etrafa akkor halde sodyum parçacıkları saçtıklarından patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmektedirler.

LED diyotlar kullanılarak imal edilen sinyalizasyon lambaları da mevcuttur. Bunlar e veya ib-tipi olabilmektedirler.

7.6 TELEFONLAR:

Telefonlar d-, e- ve i-tipi korunmuş olarak imal edilebilirler. D-tipi koruma yöntemi ile imal edilen telefon cihazları 10 veya 15 atmosfer statik basınca dayanıklı bir gövde içersine yerleştirilmek zorunda olduklarından çak ağır olurlar ve bu özellikleri ile çok kullanışsızdırlar. Bu tip telefon cihazları en az 25 kg gelmektedirler. 50-60 kg ağırlığında olanları da vardır. Böyle bir cihazın taşınması ve montajı kolay değildir. D- ve e-tipi karışık olarak uygulananlar biraz daha hafiftir.

Günümüzde yaygın kullanım alanı bulan ve modern teknolojiyi içeren telefon cihazlarında e- ve i-tipi koruma tatbik edilmektedir. Batarya kısmı e-tipi korunur. Tam otomatik elektronik telefonlarda ise i-tipi koruma uygulanır ki bu tip telefon cihazlarının ağırlığı 3 kg ile 13 kg arası değişmektedir.

Tamamen kendinden emniyetli teknolojiye göre imal edilen telefon cihazları da mevcuttur. Bu cihazların kendinden emniyetliliğini sağlayan zener bariyerlerdir. Bu bariyerler otomatik telefon santralının yanına ve gazsız ortama yerleştirilirler. Telefon cihazları gerekli konuşma enerjilerini içerlerindeki bir bataryadan alırlar ve tetikleme yöntemi ile uzaktan şarj edilirler. Bu yapıları ile Ex-ia veya ib tipi korunmuş telefon cihazları normal telefon şebekelerine bağlanamazlar.

Telefonların enerji harcayan bölümleri zil tertibatlarıdır. Günümüzde çok az enerji gerek-tiren ve düşük gerilimle çalışan “piezzo kristal” zil kullanan telefon cihazları da mevcuttur.

7.7 TELSİZLER

Patlayıcı ortamlarda kullanılan telsizler de mevcuttur. Bunların tamamı i-tipi korunmuştur. Uzun ve kısa dalga frekansında çalışan tipleri vardır. İhtiyaç ve kullanım şartına göre seçilirler. Prensip olarak metrolarda kullanılan telsizlere benzerler. Yegana farkları patlayıcı ortama karşı korunmuş olmalarıdır.

Grizulu yer altı madenlerinde kullanılan çok özel telsiz sistemleri mevcuttur. Bunlar harici şebekede çalışmazlar. Diğer sanayi kollarında ise hem normal telsiz şebekesinde ve hamde ex-sahada çalışabilen Ex-i tipi korunmuş telsizler mevcuttur.

Cep telefonlarının da Ex-i korunmuş tipleri imalatçı firmalarca piyasaya sürülmüştür.

7.8 MEGAFON ve SES DÜZENEKLERİ

Exproof sahadaki beli noktalar arası konuşmayı sağlayan hoperlör sistemleri de mevcuttur. Genellikle faaliyetlerin birçok yerde birden duyulması gereken işletmelerde tavsiye edilir. Bu işler için öngörülen hoperlörler i-tipi imal edilirler. Kendinden emniyetliliği sağlayan güç ünitesi ya d-tipi muhafazaya konulur veya tehlikesiz kısma yerleştirilerek hoperlörlere bağlantı kablo ile gerçekleştirilir.

Enerjisini kendisi üreten SES TAKATLİ konuşma tertibatları da mevcuttur. Basit ve pratik olduklarından yaygın kullanım alanı bulurlar. Konuşma ağızlığındaki mekanizma çevrilerek (manyeto yapılarak) karşı tarafın zili çaldırılır. Konuşma esnasındaki gerekli enerji sesin şiddetinden üretilir. Graham Bell'in ilk icat ettiği telefonlar gibidir.

7.9 ÖLÇÜ ALETLERİ ve İZOLASYON MEGERLERİ

Ölçü aletleri özel itina ile kullanıldıklarından ex-koruma gerektirmezler. Patlayıcı ortamdaki bir panonun kapağını açıp gerilim veya akım ölçmenize normalde müsaade edilmez. Gerilimi kesmeniz gerekir. Arıza takip ediyorsanız ve gerilim altında çalışmak zorunda iseniz, özel önlem almanız gerekir. Bu işi ise patlayıcı ortamdaki gazı ölçerek yaparsınız. Ya kendiniz gaz dedektörü bulundurur veya ilgili departmanın elemanını çağırarak gaz ölçümünü yaptırır ve ölçücü elemanı işiniz bitene kadar hazır bekletirsiniz. Normal çalışma bu şekildedir. Elimdeki avometre ex-korumalıdır, bir şey olmaz demeniz riziko almanız demektir.

Piyasada kendinden emniyetli tipte imal edilmiş avometreler mevcuttur ve korumasız tipine kıyasla çok da pahalıdır.

Bazı Avrupa ülkeleri ölçü aletlerinin tehlikeli ortamda taşınırken sorun teşkil ettiğini, nizamnamelere aykırı olduğunu ve bu nedenle ex-korumalı ölçü aleti taşımak ve kullanmak gerektiğini ileri sürerler. Bu nedenle ex-korumalı İZOLASYON MEGERİ dahi yapılarak piyasaya sürülmüş ve çok da satmaktadır. Konuyu derinlemesine bilmeyen meslektaşlarımız ex-korumalı meger kullandığında her şeyin normal olduğunu zannederler. Halbuki bu megerler taşınma esnasında ve ucuna alet bağlanmadığı hallerde ex-korumalıdır. Düğmesine basıp veya kolu çevirdiğinizde üretilen gerilim dinamitin fitili olabilir. Kısaca megeri kullanırken özel önlem almanız gerekir. Bir kabloda kısa devre arıyorsanız ve bu kablonun bir ucu da patlayıcı ortamda ise , elimdeki meger ex-korumalı diye rahat davranamazsınız.

Bence ex-korumalı meger ticari oyundan ve kandırmacadan başka bir şey değildir. Ex-korumalı ve hatta Ex-i korumalı avometrenin bir anlamı olabilir. Çünkü kendinden emniyetli Ex-ia tipi devrelerin gerilim altında kapakları açılıp tamir edilebilmektedirler.

7.10 OTOMASYON ve İZLEME SİSTEMLERİ, PLC'ler

a) DEDEKTÖRLER

Patlayıcı gazları ölçen dedektörler 5-10 sene öncesine göre hem ucuzlamış ve hem de boyutça küçülmüşler ve rekabet dolayısı ile de kullanımları ekonomik hale gelmiştir. Bu gün irili ufaklı bir çok firma tesisine gaz kaçağı izleme sistemleri kurdurmaktadır. Ex-korumalı alet kullanımı yanında ikinci bir tedbir olarak kabul görmekte ve güvenliği artırmaktadır.

Kişilerin yanında taşıyabileceği küçük dedektörler olduğu gibi sabit izleme sistemleri için de dedektörler mevcuttur. Sabit izleme sisteminde kullanılan dedektörlerin hemen tamamı 4-20 mA çıkışlıdırlar. Voltaj çıkışlı dedektörler piyasadan kaybolmuş gibidir. Kullanılan koruma yöntemi Ex-ia tipidir ve ZON 0'da kullanılabilmektedirler.

4-20mA çıkışlı sabit sensörlere örnek

Yanıcı gazlarda katalitik yanmalı "catalitic combastable" tip dedektörler tercih edilir ve her nevi yanıcı gaza göre kalibre edilmeleri mümkündür. Bu sensörlerde ortamdaki gazın küçük bir porsiyonu alınarak bir direnç üzerinde yakılır ve çıkardığı enerjiye göre ısınan direncin omaj değerine göre ortamdaki gazın oranı belirlenir.

Yanıcı olmayan karbon monoksit (CO, zehirli bir gazdır) hidrojen sülfür (H2S) gibi gazlarda elektro kimyasal metot kullanılır. Sensöre gelen gaz bir kimyasal madde ile reaksiyona girer ve ürettiği akıma göre ortamdaki gazın oranı belirlenir. Bu nedenle bu tip sensörlerde iki damarlı kablo da kullanılabilir. Enerji, besleme kablosu ile sinyal dönüş kablosu aynıdır.

Kızıl ötesi ışın (IR= infra red) prensibine göre çalışan sensörler de mevcut olup bunların numune tüplerindeki örnek gaz ile ortamdaki gazdan geçek ışığın kırılmasına göre ortamdaki gazın yüzde oranına karar verilir. Bu tip IR sensörler uzun ömürlü olup pek bakım ve kalibre gerektirmezler. Doğal gaz boru hatları, pompa istasyonları ve LPG tankları gibi "kuş uçmaz kervan geçmez" yerlerde tercih edilirler. Bu tip dedektörler de kendinden emniyetli korumaya sahiptirler. Aşağıda örnek IR dedektörleri görülmektedir.

b) PLC'ler

Ölçülen değerleri toplayan ve bilgisayara aktaran Ex-ia korumalı PLC'ler mevcuttur. En yaygın kullanılan data nakil sistemi Profibus-PA dır. Profibus-PA tamamen kendinden emniyetli Ex-ia korumalı olarak geliştirilmiştir. PLC'lerin kendinden emniyetli besleme cihazları olup çoğu kez bu besleme cihazları temiz sahaya yerleştirilerek PLC'ler ve bağlı dedektörler uzaktan beslenirler. Aşağıda örnek bir sistem dizayrı görülmektedir.

EK-1: TSE TARAFINDAN YAYINLANAN

PATLAYICI ORTAMLARLA İLGİLİ STANDARTLAR

1	TS 373 11.04.1966 Patlayıcı Ortamlar İçin Kendinden Emniyetli Elektrik Malzemesinin Denenmesi
2	TS 3380 26.04.1979 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar-Alev Geçirmez Koruncaklar-
3	TS 3381 26.04.1979 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar-Basınçlı Koruncaklar
4	TS 3382 26.04.1979 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar-Tutuşma Sıcaklığı Deney Yöntemi
5	TS 3383 26.04.1979 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar Toz Malzeme Doldurulmuş Koruncaklar
6	TS 3384 26.04.1979 Patlayıcı Gaz ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar Yağa Batırılmış Aygıtlar
7	TS 3385 26.04.1979 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar "e" Tipi Korumalı Elektrik Aygıtları
8	TS 3489 19.03.1998 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar - Yüzey Sıcaklıkları- En Büyük Değerlerin Sınıflandırılması
9	TS 3490 15.10.1980 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar-İşaretleme

	Kuralları
10	TS 3491 15.10.1980 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar-Tehlikeli Bölgelerin Sınıflandırılması
11	TS 3492 15.10.1980 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar-Kendinden Güvenlikli Elektrik Cihazları ve Bu Cihazlarla Birlikte Bulunan Diğer Cihazların Yapılışı ve Denenmesi
12	TS 3493 15.10.1980 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar -Hava ile Gaz veya Buhar Karışımlarının en Büyük Deneysel Güvenlik Aralıklarına ve en Küçük Ateşleme Akımlarına Göre Sınıflandırılması
13	TS 11815 28.09.1995 Patlayıcı Maddelerin Kalite Özelliklerine İlişkin Prensip ve Metotlar (Stanag 4170)

14	TS 10086 EN 50033 01.04.1997 Patlayıcı Ortamlar İçin Elektrikli Cihazlar - Grizuya Duyarlı Maden Ocakları İçin Baş Lâmbası
15	TS EN 50055 16.04.1999 Patlayıcı Gazların Araştırılması ve Ölçülmesi İçin Elektrikli Cihazlar--%5 (v/v)'e Kadar Metanı Gösteren Grup I Cihazları İçin Performans Özellikleri Direktif : 94/9/EC
16	TS EN 50056 16.04.1999 Patlayıcı Gazların Araştırılması ve Ölçülmesi İçin Elektrikli Cihazlar-% 100 (v/v)'e Kadar Metanı Gösteren Grup Cihazları İçin Performans Özellikleri Direktif : 94/9/EC
17	TS EN 50015 22.04.2003 Potansiyel Patlayıcı Atmosferlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Yağa Daldırma "O" , Direktif : 94/9/EC
18	TS EN 50016 03.09.1996 Potansiyel patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları-Basınçlı Cihazlar "p"
19	TS EN 50017 26.04.2003 Potansiyel Patlayıcı Atmosferlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Toz Doldurma "q" , Direktif : 94/9/EC
20	TS EN 50018 03.09.1996 Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları-Aleve Karşı Korumalı Mahfazalar "d"
21	TS EN 50019 03.09.1996 Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları Arttırılmış Güvenlik "e"
22	TS EN 50020 03.09.1996 Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları-Kendine Özel Güvenlik "i" ,
23	TS EN 50028 03.09.1996 Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları- M Kapsül Mahfazaları
24	TS EN 50039 03.09.1996 Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları "i" Sistemi Öz Güvenlik
25	TS EN 50054 16.04.1999 Patlayıcı Gazların Araştırılması ve Ölçülmesi İçin Elektrikli Cihazlar-Genel Kurallar ve Deney Metotları , Direktif : 94/9/EC
26	TS EN 50057 16.04.1999 Patlayıcı Gazların Araştırılması ve Ölçülmesi İçin Elektrikli Cihazlar- %100 Alçak Patlayıcılık Sınırına Kadar Gösteren II Gurubu Cihazların Performans Kuralları Direktif : 94/9/EC
27	TS EN 50058 16.04.1999 Patlayıcı Gazların Araştırılması ve Ölçülmesi İçin Elektrikli Cihazlar. % 100 (v/v) ye kadar Gazı Gösteren II Gurubu Cihazların Performans Kuralları. Direktif : 94/9/EC
28	TS EN 60079-10 03.09.1996 Patlayıcı Gaz Atmosferleri İçin Elektrikli Cihazlar Bölüm 10:Tehlikeli Alanların Sınıflandırılması
29	TS EN 50050 03.09.1996

	Elektrikli Cihazlar-Potansiyel Patlayıcı Atmosferde Kullanılan-Elle Kullanılan Elektrostatik Püskürtme Ekipmanı
30	TS EN ISO 10807 04.11.1997 Boru Hattı - Esnek, Öndüleli,Metalik Hortum Takımları- Patlayıcı Ortamdaki Elektrik Kablolarının Korunmasında Kullanılan
31	TS IEC/TR 60079-13 03.03.1998 Patlayıcı Gaz Ortamında Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Bölüm 13:Basınçlandırma ile Korunan Odaların veya Binaların Yapılışı ve Kullanılması Direktif : SFS 5005(84) EQV* SS421 0823(85) NEQ* NPR 10079-13(83)EQV
32	TS IEC 60079-0 19.03.1998 Patlayıcı Gaz Ortamında Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Bölüm 0:Genel Kurallar
33	TS EN 60079-14 06.10.1998 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektirkli Cihazlar-Bölüm 14: Tehlikeli Alanlarda Elektrik Tesisatı (Maden Kuyuları Dışında)
34	TS EN 60079-17 06.10.1998 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektirkli Cihazlar Bölüm 17-Tehlikeli Alanlarda (Maden Kuyuları Dışında) Elektrik Tesislerinin Muayenesi ve Bakım
35	TS IEC/TR 60079-15 06.10.1998 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar Bölüm 15-"n" Tipi Korumalı Elektrikli Cihazlar
36	TS IEC/TR 60079-16 06.10.1998 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar Bölüm 16-Analizleme Binalarının Korunması İçin Yapay Havalandırma
37	TS IEC 60079-18 02.02.1999 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar Bölüm: 18 "m" Tipi Koruma (Kapsül İçine Alma)
38	TS IEC 60079-19 02.02.1999 Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar Bölüm 19: Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan (Maden Kuyuları ve Patlayıcılar Dışında) Cihazların Onarım ve Büyük Bakımları
39	TS IEC 60309-3 02.02.1999 Fişler, Prizler, Ara Fiş-Prizler- Sanayide Kullanılan Bölüm 3: Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Fişler, Prizler, Ara Prizler ve Cihaz Fişleri İçin Özel Kurallar
40	TS EN 1127-1 16.04.1999 Patlayıcı ortamlar - patlama önleme ve koruma Bölüm 1: Temel Kurallar ve metodoloji, Direktif : 94/9/EC, 98/37/EC
41	TS EN 1755 27.03.2002 Endüstriyel Taşıtlarda Emniyet - Muhtemel Patlayıcı Ortanlarda Çalışma - Yanabilir Gaz, Buhar, Duman ve Atıkların Kullanımı Direktif : 94/9/EC, 98/37/EC
42	TS EN 1834-1 11.03.2002 İçten Yanmalı Motorlar Gidip Gelme Hareketli- Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Motorların Tasarımı ve Yapımı İçin Güvenlik Kuralları- Bölüm 1: Alevlenebilir Gazlı ve Buharlı Ortamlarda Kullanılan II. Grup Motorlar Direktif : 94/9/EC
43	TS EN 1834-2 11.03.2002 İçten Yanmalı Motorlar Gidip Gelme Hareketli- Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Motorların Tasarımı ve Yapımı İçin Güvenlik Kuralları- Bölüm 2: Grizu ve/veya Alevlenebilir Tozlara Hassas Olan Yer Altındaki Çalışmalarda Kullanılan I. Grup Motorlar , Direktif : 94/9/EC, 98/37/EC
44	TS EN 1834-3 11.03.2002 İçten Yanmalı Motorlar Gidip Gelme Hareketli- Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Motorların Tasarımı ve Yapımı İçin Güvenlik Kuralları- Bölüm 3: Alevlenebilir Tozlu Ortamlarda Kullanılan II. Grup Motorlar Direktif : 94/9/EC
45	TS EN 50050 29.11.2001 Elektrikli Cihazlar-Potansiyel Patlayıcı Atmosferde Kullanılan-Elle Kullanılan Elektrostatik Püskürtme Ekipmanı
46	TS EN 50018 29.11.2001

	Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrik Cihazları- Aleve Karşı Korumalı Mahfazalar "d" , Direktif : 94/9/EC
47	TS EN 1127-2 11.11.2002 Patlayıcı Atmosferleri-Patlamayı Önleme ve Koruma Bölüm 2: Madencilikte Temel Kavramlar ve Metooloji , Direktif : 94/9/EC
48	TS EN 13463-1 11.11.2002 Potansiyel Patlayıcı Atmosferler İçin Elektrikli Olmayan Donanım-Bölüm 1: Temel Metot ve Kurallar , Direktif : 94/9/EC
49	TS EN 50014 26.03.2003 Potansiyel Patlayıcı Atmosferlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Genel Özellikler Direktif : 94/9/EC
50	TS EN 50303 25.04.2003 Grizu ve/veya Patlayıcı Özelliğe Sahip Gaz Tarafından Atmosferde Yaratılan Tehlikeli Durumda Çalışır Halde Kalması Amaçlanan Grup I, Kategori M1 Donanımı Direktif : 94/9/EC
51	TS EN 50020 15.04.2003 Potansiyel Patlayıcı Atmosferlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Kendinden Güvenlik "i" , Direktif : 94/9/EC

52	TS 9037 26.03.1991 Patlamaya Karşı Koruma Sistemleri- Kısım 1: Yanıcı Tozların Havada Patlama İndislerinin Tayini
53	TS 9038 EN 26184-2 07.04.2003 Patlamaya Karşı Koruma Sistemleri-Bölüm 2: Yanıcı Gazların Havadaki Patlama İndislerinin Tayini
54	TS 9039 26.03.1991 Patlamaya Karşı Koruma Sistemleri- Kısım 3: Toz/Hava ve Gaz/Hava Karışımları Dışındaki Yakıt/Hava Karışımlarının Patlama İndislerinin Tayini
55	TS 9040 26.03.1991 Patlamaya Karşı Korunma Sistemleri- Kısım 4: Patlamayı Baskılayan Sistemlerin Etkinliklerinin Tayini

EK-2

24.12.1973 tarih ve 14752 nolu resmi gazetede yayınlanan
"parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışan iş yerlerinde ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzüğün" ELEKTRİKLE İLGİLİ BÖLÜMÜ

İKİNCİ BÖLÜM
Elektrik tesisatında alınacak Güvenlik Tedbirleri

Madde 23 - Parlayıcı gaz veya buharların havaya karışması ile patlama tehlikesi bulunan yerlerdeki elektrik alet ve teçhizatı, tehlikeli alanın dışına kurulacak veya etanş yapılmış olacak ve bu teçhizat, alev geçirmez tipte yapılacak veya cihaz içinde devamlı olarak ortam basıncından biraz yüksek bir temiz hava basıncı sağlanacak, yahut normalin biraz üstünde bir basınçla asal gazla doldurulmuş olacak veya uygun ve yeterli şekilde havalandırılacak ve nihayet özel haller için, Çalışma Bakanlığının kabul edeceği şartlara uygun tarzda yapılmış olacaktır.

Madde 24 - Parlayıcı maddelerin bulunduğu işyerlerindeki elektrik motorları, alev geçirmez tam kapalı tipten olacaktır.

Madde 25 - Alev geçirmez cihazların kullanılmasından önce imalatçı ve satıcı müesseselerden bu cihazların gerektiği gibi olduklarına dair belgeler alınacaktır. Alev geçirmez cihazların üzerinde yapılacak

herhangi bir onarım veya değişiklik, bu cihazların ilk güvenlik durumlarını bozmayacak veya azaltmayacak şekilde yapılacaktır.

Madde 26 - Alev geçirmez cihazlar için kullanılacak iletkenler eksiz borular içinde bulunacak veya madeni kılıflı, zırhlı yahut mineral tecritli kablolar kullanılacaktır. Bu gibi aletlere iletkenlerin bağlantısı, tesisatın alev geçirmez özelliğini bozmayacak şekilde yapılacaktır.

Madde 27 - Tehlikeli bir ortama giren elektrik tesisat boruları, tehlike alanına girecekleri noktada alev geçirmez buvatlarla donatılacaktır.

Madde 28 - Mekanik bir etkiye maruz kalması muhtemel olan yerlerde, zırhlı kablolar kullanılacaktır.

Madde 29 - Alev geçirmez cihaz veya teçhizatın madeni gövdesi ile kabloların madeni kılıfları ve boruları arasındaki elektrik bağlantısı lehim kaynağı veya uygun manşonlar kullanılarak sağlanacaktır.

Madde 30 - Kablo uçları, neme karşı bu tip iletkenlere özgü alev geçirmez özel kapaklarla tecrit edilecek ve boruları veya kabloların madeni kılıfları iletken olarak kullanılmayacaktır.

Madde 31 - Binaların madeni kısımlarından geçen borular ile kabloların madeni kılıfları tecrit malzemesi ile kaplanacak veya bunlar binanın madeni kısımlarına karşı uygun şekilde korunacaktır.

Madde 32 - Tam yalıtılmış elektrik cihazları, gerilim altında oldukları sürece devamlı bir şekilde temiz hava ve asal gaz basıncı altında bulundurulacaktır.

Bu cihazların, basıncın düşmesi halinde tesisatı devre dışı bırakacak uygun koruyucu tertibatı olacak ve tesisatın basınç altında olup olmadığının her zaman kontrol edilebilmesi için de uygun bir göstergesi bulunacaktır. Güvenlikli oldukları yetkili makamlar tarafından onaylanmış aletler ve tesislerin üzerinde, güvenlik durumlarını bozacak hiç bir değişiklik yapılmayacaktır.

Madde 33 - Yukarıdaki şartlara uygun olarak korunmamış bulunan büyük elektrik motorları veya sair elektrik aletleri kapalı tipten olacak ve içine kuvvetli bir şekilde temiz hava basılacak ve bu hava açık havaya ekzoz bacalarından veya borularından atılacaktır.

Madde 34 - Çıplak hava hatları tehlike alanına girmeden son bulacak ve bu uçlarda, gerilim yükselmelerine karşı uygun koruyucu cihazlar bulundurulacaktır.

Madde 35 - Besleme hattının tehlikeli bölgeye, zırhlı veya madeni kılıflı kablolarda uzatılması gerektiği hallerde, bütün madeni kılıflar birbirleriyle irtibatlanacak ve etkili şekilde topraklanacaktır.

Madde 36 - Telekominikasyon kabloları da dahil, bütün yeraltı kabloları en az 50 santimetre derinliğe konacaktır.

Madde 37 - Sık sık bakıma ihtiyaç gösteren elektrik teçhizatını devreden tamamen ayırma olanağı sağlanacaktır.

Madde 38 - Parlayıcı bir ortamda akım kesici tertibat, kumanda ettiği makine veya cihazın hemen bitişiğinde bulunmadığı hallerde, bunların kontrol, bakım veya onarım sırasında beklenmedik bir anda, gerilim altında kalmasını önlemek için gerekli tedbirler önceden alınacaktır.

Akım kesicilerde, kontrol ettikleri cihazları belirten uygun etiketler bulundurulacaktır.

Madde 39 - Sigortalar daima tehlike bölgesi dışına konacaktır.

Ancak bunun sağlanamadığı hallerde bunlar, alev geçirmez kutular içinde bulunacak ve bu kutular gerilim kesilmeden açılmayacaktır. Sigorta buşonlarının tel sarılmak suretiyle tekrar kullanılması yasaktır.

Madde 40 - Aydınlatma devresi de dahil olmak üzere bütün elektrik tesisatı bir yılı geçmeyen süreler içinde muntazaman ehliyetli elemanlar tarafından kontrol ve bakıma tabi tutulacaktır.

Madde 41 - Suni aydınlatma tesisleri ancak etanş armatörlerle yapılacak, aksi halde ortam dışına yerleştirilmiş lambalardan yararlanılacaktır.

Madde 42 - Bütün madeni bölme ve çatı kısımları ile makine ve teçhizat uygun şekilde topraklanacaktır.

Madde 43 - Patlama tehlikesi yaratabilen tozların bulunduğu yerlerdeki yol verme reostaları, aydınlatma anahtarları ile bütün sigorta ve şalterler ve benzeri cihazlar, tehlikeli ortamın dışında kurulacaktır.

Madde 44 - Motorların durdurulup çalıştırılmasına uzaktan kumanda eden tesisat da diğer bütün elektrik tesisatı gibi, tozlara karşı korunmuş olacaktır.

Madde 45 - Elektrik motorları etanş tipten olacaktır. İşin gereği olarak bu çeşit motorların kullanılması olanağı bulunmayan yerlerde, bu motorlar alev geçirmez koruyucular içine alınacaktır.

Madde 46 - Aşırı akımlara ve kısa devrelere karşı korunmak üzere faz iletkeni ile toprak arasında bir kaçak olması halinde, devreye otomatik olarak akım kesen bir cihaz konulacak ve bu cihaz akımın % 10 artması halinde harekete geçecektir.

Madde 47 - Seyyar elektrik cihazları tehlikeli bir ortam içinde hiç bir nedenle kullanılmayacaktır.

Madde 48 - Aliminyum veya mağnezyum tozu bulunan yerlerde işçiler antistatik ayakkabılar giyeceklerdir.

Madde 49 - Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozun meydana geldiği, taşındığı, aktarıldığı ve çalışıldığı yerlerde elektrik motor ve jeneratörleri toz geçirmez etanş tipten olacak veya devamlı olarak temiz hava basılan tecritli hücrelerde bulundurulacaktır.

Motorların uzaktan kontrol edildiği hallerde kumanda düğmeleri toz geçirmez tipten imal edilmiş olacak veya toz geçirmeyen ayrı bir odada bulunacaktır.

Madde 50 - Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozların meydana geldiği, taşındığı, aktarıldığı ve çalışıldığı yerlerde sigortalar tehlikeli ortamın dışında kurulacaktır.

Buna olanak bulunmayan hallerde sigortalar toz geçirmez etanş kutular içinde bulunacak ve bu kutular ancak akım kesildikten sonra açılabilecek ve bu gibi kutular üzerinde, bu hususu belirten uyarma levha veya yazılar bulundurulacaktır.

Madde 51 - Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozların işlendiği, taşındığı veya aktarıldığı konveyörler, elevatörler, silolar veya benzeri tertibatın içini aydınlatmakta kullanılacak elektrik lambaları toz geçirmez (etanş) globların içine alınacak ve elektrik tesisatı ayrıca, çarpma, düşme gibi mekanik tehlikelere karşı uygun tarzda korunmuş ve buralarda dışarıya tesis edilmiş olan toz geçirmez (etanş) anahtarlar kullanılacaktır.

Yazan:
Elektrik Yük.Müh.
M. Kemal SARI