MUSTAFA KEMAL SARI

EXPROOF

PATLAYICI ORTAMLAR VE PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

PATLAYICI ORTAM NEDİR?
ATEX VE IEC-EX
KENDİNDEN EMNİYETLİLİK
UYGULAMA ÖRNEKLERİ

İKİNCİ BASKI
EMO YAYIN NO: GY/2011/12

TMMOB
Elektrik Mühendisleri Odası
1954

EXPROOF

PATLAYICI ORTAMLAR
ve
PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

Ocak 2011

Yazan: Elektrik Yük. Müh.
M. Kemal Sarı

TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

1954

EXPROOF

PATLAYICI ORTAMLAR ve PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

Yayıma Hazarlayan: Elektrik Mühendisleri Odası

1. Baskı, Ankara, Ocak-2011

EMO YAYIN NO: GY/2011/1

ISBN 978-605-01-0062-4

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası
Ihlamur Sokak No: 10/2 06420-Kızılay-Ankara
Tel: (0.312) 425 32 72-73 Faks: (0.312) 417 38 18
e-posta: emo@emo.org.tr http://www.emo.org.tr

Patlayıcılar, Yakıtlar Teknolojisi (622)
EMO --1.bs.--Ankara: EMO Yayınları, 2011
446 s.; 16cm x 24cm (GY/2011/1)
ISBN 978-605-01-0062-4

Dizgi ve Tasarım
PLAR
Yüksel Caddesi No: 35/12 • 06420, yenişehir-Ankara
Tel: 0312 432 01 83-93 Faks: 0312 432 54 22
e-posta: plar@ttnet.net.tr

Baskı
Mattek Matbaacılık Basım Yayın Tanıtım Tic. San. Ltd. Şti.
GMK Bulvarı Akyol İşhanı: No: 83/23 Maltepe-Ankara
Tel: 0312 229 05 02 • Faks: 0312 231 98 88

© Bu eserin yayın hakkı ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI'na aittir. Kitaptaki bilgiler kaynak gösterilerek kullanılabilir

ÖZET

EXPROOF

PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI ve PATLAYICI ORTAMLARA HAKKINDA GENEL BİLGİ

Petrol, petrol ürünleri, kimya, doğal gaz, kömür madenleri, hububat siloları. şeker fabrikaları, kereste ve mobilya fabrikaları, ekmek fırın ve fabrikaları, ilaç sanayi, gıda sanayinin bazı kolları, gibi, yanıcı parlayıcı ve patlayıcı maddeler ile uğraşan bir çok sanayi kollarında normal çalışma icabı veya arıza ve bakım gibi hallerde (gaz, toz veya yanıcı sıvı buharı gibi nedenler ile), patlayıcı ortam oluşmaktadır. Elektrik aletlerinin ısınmaları ve çalışmaları icabı çıkan ark bu ortamları tehlikeye düşürmekte ve patlamalara neden olmaktadır. Bu nedenlerle bu gibi iş yerlerinin patlayıcı ortamlarında kullanılan elektrik aletleri farklı olmak zorundadır. İşte bu olaya EXPROOF ve kullanılan elektrikli aletlere de exproof elektrikli aletler adı verilmekte ve ticari piyasada bu isimlerle tanınmaktadırlar. Aslında exproof tabiri Amerikan uygulamasından alınmış olup, Türkçesi yazımızın başlığında olduğu gibi PATLAYICI ORTAMLAR ve PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİKLİ ALETLER şeklinde olmalıdır. Exproof yerine PATLAMAYA KARŞI KORUNMUŞ veya PATLATMAZ tabirleri de kullanılabilir. Bu konuda İngiliz sanayi çevrelerinde EXPLOSION PROTECTION ve Alman sanayi çevrelerinde de EXPLOSIONSSCHUTZ tabirleri kullanılmaktadır.

Bu konuda Türkçe yazılmış kaynak yok denecek kadar azdır. Yazımızda konu ile ilgili en son teknik ve hukuki (yasa, yönetmelik gibi) gelişmelere yer verilmiş olup, okuyanlara exproof (patlayıcı ortam) hakkında kısa öz ve kapsamlı bir bilgi verilmeye çalışılmıştır. Exproof konusunda Amerikan uygulamaları çok farklı olup, bu konu yazımızda aydınlatılmaya çalışılmıştır. Her ne kadar son yıllarda Amerikalılar Avrupa uygulamalarına yanaşıyor ve IEC normlarını kabul etmeye başlamışlar ise de, sanayide kurulu olan eski tesisler faal durumdadırlar. Meslektaşlarımız maalesef eski uygulamaları da bilmek zorundadırlar. Bu nedenlerle yazımızda eski görüş ve uygulamalara da yer verilmiştir.

1995 lerde başlayan ATEX furyası ve değişimleri 2010 itibarı ile ömrünü tamamlamış gözükmektedir. ATEX adı altında Avrupa birleşiminin benzeri IECEx Schema adı altında Dünya çapında uygulanmaya başlamıştır. Yazımızda konu hakkında bilgi verilmekte ve ATEX öldü yaşasın IECEx sloganının ne kadar gerçekçi olup olmadığı hakkında bilgiler de verilmektedir.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

1945 doğumlu olan yazar Liseden sonra yüksek tahsilini Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumundan aldığı bir burs Almanya'da Berlin Teknik Üniversitesinde tamamlamış ve 1972 yılında aynı Üniversitenin Elektroteknik Fakültesinden Elektrik Yüksek Mühendisi olarak mezun olmuştur. Yazar uzun yıllar Zonguldak'taki Türkiye Taşkömürü Kurumu Maden Ocaklarında çalışmıştır.

1970 yıllarında Zonguldak'ta faaliyet gösteren kömür işletmeleri (o zamanki kısa adı ile EKİ) madenlerde kullandığı elektrik aletlerini kendisi üretme ve gerekli "exproof" testlerini de kendisi yapma girişiminde bulunmuştur. Yazar da konu ile ilgili kurulmak istenen Test İstasyonunun 1975-76 yıllarındaki kuruluş çalışmalarına katılmış ve aynı işlemleri yapan İngiliz ve Alman Test İstasyonlarının çalışmalarını izleyerek, o devre göre kolay olmayan yerli imkanlarla bir test laboratuarı kurulmasına ön ayak olmuştur.

Meslek hayatı boyunca exproof ortam ve exproof aletlerle ilgilenen yazarın konu ile ilgili bilgi ve tecrübelerini kağıda aktardığı bu yazının okurlara yararlı olacağını umarız.

ÖNSÖZ

Günümüzde birçok alanda olduğu gibi patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik tesisatı ve güvenliği alanında önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Mühendislik eğitimi esnasında okullarımızda oldukça kuvvetli teorik dersler alan öğrencilerimiz, bu derslerin günlük hayata ya da sanayiye yansımaları konusundaki pratik uygulamalarda yetersiz kalmaktadırlar.

Meslek örgütü olarak önemli bir görevimiz de, üyelerimiz olan mühendislerin meslek yaşamları boyunca edinmek zorunda kalacakları teorik ve pratik bilgiyi temin etmektir.

MİSEM kapsamında üyelerini eğitmek için gereken yapılanmayı gerçekleştirmeye çalışan Odamız bu çalışmaları sırasında bu amacına yönelik yayınlarda büyük bir eksiklik olduğunu da fark etmiştir. Yabancı dilde özellikle İngilizce yazılan birçok kaynak olmasına rağmen, Türkçe kaynak sıkıntısı açıktır.

Bu açığı ya da başka bir ifade ile ihtiyacı karşılamak amacı ile tercüme ve telif eserler yazılmasını gündemine alan Odamız, önümüzde ki dönem, bir dizi yayın hazırlama gayreti içindedir.

Mühendisler mesleklerini meslek yaşamları boyunca öğrenmeye devam ederler. Bu da öğrenme alanında süreklilik demektir. Bu nedenle mühendisçe bir yaşam, öğrenme ve üretim alanında sürekliliğe zorunlu bir yaşam olarak ele alınabilir. Bunun için de mühendislik eğitiminde temel bilgilerin sağlıklı ve tam olarak verilmesi ile sürekli eğitim ve yaşam boyu öğrenime çağdaş bir mühendislik formasyonu kazandırılması önem taşımaktadır.

Örgün eğitim kurumlarının mühendislere kazandırdığı meslek bilgisi ve formasyonu sadece bir başlangıçtır. Eğitimde asıl önemli olan, meslek alanındaki bilgilerin sürekli olarak yenileme ve güncelleme yeteneğidir. Bu yeteneğin verilmesi örgün eğitim kurumlarının asıl görevlerinden biridir. Günümüzde bilim, teknoloji ve mühendislik uygulama alanlarındaki hızlı gelişim, üretim süreçlerinde mevcut bileşenlerin kendilerini sürekli yenilemelerini ve geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Örgün eğitim kurumlarında verilen eğitim, zaman içinde atıl bilgi haline gelmekte ve yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, artan bilgi birikimine hızlı ulaşma, edinilen bilgi ve deneyimleri paylaşma ve üretim süreçlerinde değerlendirebilme becerisi için sürekli bir meslek içi eğitim şarttır.

Böylesi bir meslek içi eğitim Elektrik, Elektronik, Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendislerinin yasal örgütü Elektrik Mühendisleri Odası'nın temel görevlerinden biridir. Bu görevi MİSEM kapsamında yapmaya çalışan Odamız bu yapılanmanın en önemli yapı taşlarından birisi olan yayın konusunda da gerekeni yapmaya çalışmaktadır.

Exproof konusunda Türkçe yazılmış kaynak yok denecek kadar azdır. Yazarımız konu ile ilgili en son teknik ve hukuki (yasa, yönetmelik gibi) gelişmelere yer vermiş, okuyanlara exproof (patlayıcı ortam) hakkında kısa öz ve kapsamlı bir bilgi aktarmaya çalışmıştır. Her

ne kadar son yıllarda Amerikan standartları ile Avrupa uygulamaları benzemeye başlamış ve IEC normlarını kabul edilmeye başlasa da, sanayide kurulu olan eski tesisler faal durumdadırlar. Meslektaşlarımız maalesef eski uygulamaları da bilmek zorundadırlar. Bu nedenlerle yazarımı eski görüş ve uygulamalara da yer vermiştir.

Yazarımız ve aynı zamanda üyemiz olan Sayın Mustafa Kemal Sarı'ya teşekkür ederken, bu yayınımızın ayrıca telif ya da tercüme eser hazırlamak isteyenlere de açık bir çağrı olduğunu belirterek, bu yayının amacına uygun olmasını ve bir ihtiyacı karşılamasını dileriz.

Saygılarımızla

Cengiz GÖLTAŞ
TMMOB -Elektrik Mühendisleri Odası
42. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

Ocak 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ ii
ÖNSÖZ iii

BÖLÜM I
GENEL İZAHAT 1

1.0 KISA TARİHÇE 3

2.0 PATLAYICI ORTAM NEDİR 5
2.1 TANIM 5
2.2 PATLAYICI, PARLAYICI ve YANICI GAZ ve TOZLAR 6
2.3 ATEŞLEME KAYNAKLARI 10
2.4 PATLAMAYA KARŞI ALINAN ÖNLEMLER 12

3.0 PATLAYICI ORTAMLARIN SINIFLANDIRILMASI TEHLİKELİ BÖLGE veya ZON TANIMLAMALARI 14
3.1 BATI AVRUPA GÖRÜŞÜ ve ZONE SİSTEMI 15
3.2 KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ ve UYGULAMASI: DIVISION SİSTEMİ 2000 17
3.3 AMERİKAN DIVISION SİSTEMİ ile AVRUPA ZON SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 19
3.4 SINIFLANDIRMAYI HANGİ KURULUŞLAR YAPAR 21
3.50 TEHLİKELİ BÖLGE (ZONE) TANIMLAMALARININ ÖRNEKLERLE İZAHI 23
3.51 ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ 23
3.60 TEHLİKELİ BÖLGE (ZONE) TANIMLAMALARINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR 27
3.61 GENEL İZAHAT 27
3.62 ÖRNEKLER ve UYGULAMA FARKLARI 32
3.63 BENZİN İSTASYONLARI 34
3.64 LPG DOLUM İSTASYONLARI 36
3.65 DEĞİŞİK ÖRNEKLER 38
3.7 PATLAMA SICAKLIĞI, ISI ve GAZ GRUPLARI 40
3.8 YENİ GAZ, TOZ ve ISI GRUPLARI 2010 itibarı ile 44

BÖLÜM II
HUKUKİ DAYANAK ATEX ve IECEx 47

4.0 PATLAYICI ORTAMLAR ÜZERİNE SON GELİŞMELER 49
4.1 TÜRKİYEDEKİ MEVZUAT 50
4.2 ATEX 100 ve ATEX 137'nin GETİRDİĞİ YENİLİKLER 52
4.3 ATEX 100a TEKNİK BAZDA NE GİBİ YENİLİKLER GETİRMİŞTİR: 56
4.4 ALET KATEGORİLERİ 65
4.5 IEC Ex SCHEMA NEDİR 67
4.6 ATEX ile IECEx'in KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ AÇISINDAN KIYASLANMASI 72
4.7 PATLAMAYA KARŞI KORUNMUŞ (exproof) ALETLERİN ETİKETLERİ 76
4.8 YABANCI MADDE GİRİŞİNE KARŞI KORUMA, IP, ... 81
4.8.1 IEC ve AVRUPA UYGULAMASI 81
4.8.2 AMERİKAN UYGULAMASI 82

BÖLÜM III
KORUMA TİPLERİ 85

5.0 PATLAMAYA KARŞI ALINAN DEĞİŞİK TEDBİRLER ve KORUMA TİPLERİ 87
5.1 d-TİPİ KORUMA, ALEVSIZMAZ KORUMA (FLAMEPROOF ENCLOSURE) ALEVSIZMAZ MAHFAZA 87
5.2 e-TİPİ KORUMA, ARTIRILMIŞ EMNİYET (increased safety) 101
5.3 p-TİPİ KORUMA, BASINÇLI TİP KORUMA, (pressurisation) 106
5.4 q-TİPİ KORUMA, KUMLU KORUMA (POWDER (sand) filling) 110

5.5 O-TİPİ KORUMA, YAĞLI KORUMA (oil immersion) ... 111
5.6 m-TİPİ KORUMA, DÖKÜM veya, KAPSÜLLÜ KORUMA ... 114
5.7 n-TİPİ KORUMA, ARK ÇIKARMAZ (non-sparking) ... 116
5.8 S-TİPİ KORUMA SPECIAL TYPE OF PROTECTION Ex-s ... 120
5.9 i-TİPİ KORUMA, KENDİNDEN EMNİYETLİLİK ... 122
5.10 OPTIK KORUMA IŞIĞA KARŞI KORUMA IEC 60079-28 ... 125
5.11 TOZA KARŞI KORUMA ... 126
5.11.1 Ex-tD TİPİ KORUMA, TOZ GEÇİRMEZ KORUMA ... 127
5.11.2 Ex-pD TİPİ KORUMA, BASINÇLI KORUMA ... 129
5.11.3 Ex-iD i-TİPİ KORUMA, KENDİNDEN EMNİYETLİ KORUMA, IEC 61241-11 ... 129
5.11.4 Ex-mD m-TİPİ KORUMA, DÖKÜM KORUMA, IEC 61241-18 ... 129
5.12 MEKANİK CİHAZLAR ve KORUYUCU SİSTEMLERDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ ... 129
5.12.1 c-TİPİ KORUMA YAPISAL EMNİYETLİ ... 131
5.12.2 fr-TİPİ KORUMA: AKIŞI ENGELLEYEREK KORUMA ... 131
5.12.3 k-TİPİ KORUMA, YAĞLI KORUMA (oil immersion) ... 132
5.12.4 d-TİPİ KORUMA, ALEV SIZMAZ GÖVDE ... 132
5.12.5 ÖNEMLİ MEKANİK ALETLERDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİNE ÖRNEKLER ... 133
5.13 PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ALETLERİN TÜMÜNÜN UYACAĞI MÜŞTEREK HUSUSLAR ... 136

BÖLÜM IV
KENDİNDEN EMNİYETLİLİK ÖZ GÜVENLİK, İÇSEL GÜVENLİK ... 155

6.00 KENDİNDEN EMNİYETLİLİK ... 157
6.10 KISA TARİHÇE ... 157
6.11 KENDİNDEN EMNİYETLİLİK NEDİR? ... 158
6.12 KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRE PLANLAMANIN ESASLARI ... 160
6.13 KENDİNDEN EMNİYETLİ SİSTEMLER ... 167
6.14 ONAYLI GÜÇ KAYNAKLARI ... 169
6.15 ALTERNATİF AKIM ÇAN ve RÖLELERİ ... 171
6.16 KONDANSATÖRLER ... 171
6.17 REDRESÖRLER ... 172
6.18 ZENER DİODLAR ... 174
6.20 KE TEST ALETLERİ ve YAPILAN ARAŞTIRMALAR ... 175
6.21 GENEL İZAHAT ... 175
6.22 ENDÜKTİF DEVRELERDE MİNİMUM ATEŞLEME AKIMININ TAYİNİ ... 180
6.23 ŞÖNT KAPASİTÖRÜN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ ... 181
6.24 METAL ve YARI İLETKEN DİOD ŞÖNTLERİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ ... 183
6.25 GERİLİMİN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ ... 183
6.26 MİNİMUM ARK GERİLİM ve AKIMI, ATEŞLEME ENERJİSİ ... 184
6.27 MODERN TEST ALETLERİ ... 186
6.30 ATEŞLEME EĞRİLERİ ... 187
6.31 GENEL İZAHAT ... 187
6.32 ATEŞLEME EĞRİLERİNİN KULLANILMASI ... 188
6.33 EMNİYET FAKTÖRÜ ve ARIZA SAYISI ... 189
6.34 REZİSTİF DC DEVRELER ... 189
6.35 GERİLİM REGÜLELİ DC KAYNAKLARI ... 191
6.36 ENDÜKTANS İÇEREN DEVRELER ... 191
6.37 KAPASİTANS İÇEREN DEVRELER ... 193
6.38. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ ... 193
6.40 KENDİNDEN EMNİYETLİLİĞİN HUKUKİ YANI, SERTİFEKA ve STANDARTLAR 1995 ÖNCESİ ... 197
6.41 İNGİLTEREDEKİ GELİŞMELER ... 197
6.42 İNGİLİZ STANDARTLARI ... 199
6.43 1958 SONRASI GELİŞMELER ... 201
6.44 TÜRK SATNDARTLARI ve TÜRKİYEDEKİ DURUM, ... 202
6.50 YENİ STANDARTLARIN ETKİSİ (1995) ... 204
6.51 GİRİŞ ... 204
6.52 ALMAN TEST CİHAZININ YANKILARI ... 205

6.53 SİNYAL TRAFOSUNDA YAPILAN DÜZELTMELER 206
6.54 YENİ GÜÇ KAYNAKLARINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR 209
6.55 ÇIKIŞ VOLTAJI ÜZERİNE DÜŞÜNCELER 210
6.56 YENİ GÜÇ KAYNAKLARI 211
6.57 DİĞER DC GÜÇ KAYNAKLARI 213
6.60 KABLOLARIN KE ÜZERİNE ETKİSİ 213
6.61 GİRİŞ 213
6.62 BASİT GÜÇ KAYNAKLARI 217
6.63 ENDÜKTİF İÇ DİREÇLİ GÜÇ KAYNAKLARI 218
6.64 ZENER DİODLU GÜÇ KAYNAKLARI 218
6.65 PRATİK UYGULAMALAR 220
6.66 BS 1538'e GÖRE YAPILAN KENDİNDEN EMNİYETLİ SİNYAL TRAFOLARI 220
6.67 KABLO KAPASİTANSININ ETKİSİ 224
6.68 KABLOLARIN ENDÜKTANS ve KAPASİTANSLARI 225
6.70 1995 SONRASI GELİŞMELER ve ATEX 226
6.71 KE YÖNÜNDEN ATEX NELER GETİRMEKTEDİR 227
6.80 IEC 60079-11 e (TS EN 60079-11) KISA BİR BAKIŞ 232
6.90 KENDİNDEN EMNİYETLİ SİSTEMLER 251
6.91 ÖLÇÜ ve ALGILAMA SİSTEMLERİ 251
6.92 4-20 mA ÇEVİRİCİLER, TRANSMİTTERLER 259
6.93 KE BARİYERLER ve KE DEVRE TASARIMI 261
6.94 KENDİNDEN EMNİYETLİ OTOMASYON SİSTEMLERİ 281

BÖLÜM V
UYGULAMA ÖRNEKLERİ 293

7.00. ÖNEMLİ ELEKTRİK ALETLERİNDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ 295
7.10 ELEKTRİK MOTORLARI 295
7.20 DEVRE KESİCİ ve YOL VERİCİLER 303
7.30 TRANSFORMATÖRLER 306
7.40 GENEL AMAÇLI EXPROOF CİHAZ ve EK KUTULARI 308
7.50 KABLOLAR ve BAĞLAMA ELEMANLARI 310
7.60 AYDINLATMA AYGITLARI 318
7.70 HABERLEŞME ÖLÇÜ ve OTOMASYON CİHAZLARI 326

8.00 TEHLİKELİ BÖLGE TANIMLAMA ÖRNEKLERİ 329
8.01 FİLİTRE TESİSLERİ 329
8.02 GAZ TURBİNLERİ 330
8.03 PETROL POMPALARI, DİSPENSERLER 330
8.04 FORKLİFT ve ÇEKİCİLER 330
8.05 KOVALI ELEVATÖRLER 331
8.06 ELEKTRİK SÜPÜRGELERİ 332
8.10 BOYA KABİNLERİ 332
8.11 BOYA MADDELERİNİN PARLAMA NOKTALARI 333
8.12 BOYA HANE TASARIM ESASLARI 333
8.13 EXPROOF ELEKTRİK AKSAMI SEÇİM KURALLARI ve ZON TANIMLARI 335
8.14 STATİK ELEKTRİKLENME 339
8.15 EN 12215 340
8.16 BOYA TABANCASI 342
8.20 KALORÜFER KAZAN DAİRELERİ 342
8.30 GENEL ANLAMLI TEHLİKELİ BÖLGE TANIMLAMALARI 348
8.3.1. KOLAY YANICI SIVILARIN DEPOLANMASI 348
8.3.1.1 Varil veya küçük tanklarda depolama (ünite hacmi <2m3) 348
8.3.1.2 ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ TANKLARDA DEPOLAMA 349
8.3.1.3 BÜYÜK TANKLARDA DEPOLAMA (250 m3'den büyük) 351
8.3.1.4 GAZOMETRE TİPİ KOLAY YANICI SIVI TANKLARI 352
8.3.2. SIVILAŞTIRILMIŞ GAZLARIN DEPOLANMASI 352

8.3.2.1 LPG TÜPLERİNİN (SIVI PROPAN) DEPOLANMASI....353
8.3.2.2 AÇIK HAVA LPG TANKI....354
8.3.3. HAVADAN HAFİF OLAN YANICI GAZLARIN DEPOLANMASI....354
8.3.3.1 GAZ TÜPLERİNİN veya TÜP GRUPLARININ MÜSTAKİL BİR ODADA DEPOLANMASI....355
8.3.3.2 GAZ TÜPLERİNİN BÜYÜK BİR ODA veya HANGARDA DEPOLANMASI....355
8.3.3.3 HAVADAN HAFİF GAZ İÇEREN TÜPLERİNİN AÇIK HAVADA DEPOLANMASI....355
8.3.3.4 AÇIK HAVA GAZ DEPOLARI, BASINÇLI GAZ DEPOLARI....356
8.3.3.5 DÜŞÜK BASINÇLI GAZ TANKLARI (Kapalı saha)....356
8.3.4. KOLAY YANICI SIVILARLA ÇALIŞMA, İŞLEM YAPMA....357
8.3.4.1 DOLDUMA (dolum veya pompalı transfer merkezleri) İSTASYONLARI KARIŞTIRMA (döndürme, çalkalama) MERKEZLERİ....357
8.3.4.2 TEMİZLEME TESİSLERİ....357
8.3.4.3 KÜÇÜK DAMITMA, DESTİLASYON TESİSLERİ....358
8.3.4.4 SIVI BUHARI GERİ KAZANIMLI AÇIK HAVA BENZİN DİSPENSERLERİ....358
8.3.4.5 ÇEKİCİ TANKERLER İÇİN BÜYÜK BOŞALTMA MERKEZLERİ....360
8.3.4.6 BÜYÜK AKARYAKIT KAZANLARI (TEKERLEKLİ) BOŞALTMA NOKTALARI....360
8.3.4.7 KOLAY YANICI SIVI ve BUHAR TAŞIYAN BORULARIN, AÇIK HAVA veya BÜYÜK KAPALI ODALARDAKİ TEHLİKELİ BÖLGELERİ....361
8.3.4.8 KOLAY YANICI SIVI AYIRMA (SEPERATÖR) TESİSLERİ....363
8.3.4.9 İSKELE TESİSLERİ (TANKER GEMİLERİ İÇİN)....363
8.3.4. 10 SOLVENT GERİ KAZANIM TESİSİ (KAPALI TESİS)....363
8.3.5. YANICI ve PATLAYICI GAZLARLA ÇALIŞMA....364
8.3.5.1 SIVI GAZ TRANSFER İSTASYONLARI....364
8.3.5.2 SIVI GAZ DOLDURMA POMPALARI....365
8.3.5.3 SIVI GAZ TÜPLERİ DOLDURMA TESİSLERİ....365
8.3.5.4 SIVI GAZ TÜPLERİ GEÇİCİ BEKLETME YERLERİ, RAMPALAR....366
8.3.5.5 HAVADAN HAFİF SIVI GAZ TÜPLERİNİN BEKLEME RAMPALARI....367
8.3.5.6 YANICI GAZ BORU HATLARI (Hidrojen, LPG, doğal gaz gibi)....369
8.3.6. ATIK SU ARITMA TESİSLERİ....369
8.3.6.1 BIOGAZ ÜRETİM TESİSLERİ....369
8.3.6.2 GAZ ODASI, KOMPRESÖR ODASI, GAZ MOTORU, ISITMA FIRINI....372
8.3.6.3 KAPALI ODA GAZ DEPOLARI, GAZOMETRE....372
8.3.6.4 KÜÇÜK YAĞMURLAMA TEKNELERİ (500 m3 den küçük)....372
8.3.6.5 PİS SU KATI ATIK AYIRMA ve ATMA TESİSİ....373
8.3.7. KİMYA ve İLAÇ SANAYİ, MEDİKAL SEKTÖR....373
8.3.7.1 İMALAT ODALARI....373
8.3.7.2 KORUYUCU GAZ İLE ÇALIŞAN ALETLER (INERT GAZLI)....373
8.3.7.3 ÜRETİM TESİSİ....375
8.3.7.4 YANGIN ANINDA KULLANILAN ATIK SU DEPOSU....376
8.3.8 ROTATİF BASKI MAKİNALARI....378
8.3.9 OTOMOBİL TAMİRHANELERİ....378
8.3.10 YANICI TOZLAR....379
8.3.10.1 DEPOLAMA ve AYIRMA TESİSLERİ....379
8.3.10.2 DOLDURMA BOŞALTMA TESİSLERİ....380
8.3.11 UÇAK HANGARLARI....381
8.40 YANGIN YÖNETMELİĞİ ve ATEX....382

EKLER....349

EK 01: YANICI PARLAYICI ve PATLAYICI MADDELERİN ÖZELLİKLERİ....385
EK 02: AMERİKAN UYGULAMALARI ÖZETİ....394
EK 03: PATLAYICI ORTAMLARLA İLGİLİ STANDARTLAR....397
EK 04: TEST LABORATUVARLARI, ONANMIŞ KURULUŞLAR YETKİLİ SERTİFİKA OTORİTELERİ....403
EK 05: HİDROJEN GAZI PATLAMA EĞRİSİ....406
EK 06: EN BÜYÜK DENEYSEL AÇIKLIKLAR MESG MIXIMUM EXPERIMENTAL SAFE GAPS....407
EK 07: DIRECTIVE 94/9....408
EK 08: ATEX 137 DIRECTIVE 99/9....438

BÖLÜM I
GENEL İZAHAT

1.0 KISA TARİHÇE

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

Maden sanayinin tarihçesi çok eski zamanlara inmekle beraber elektriğin sanayideki geçmişi en çok 100 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.

Resim 01:
DAVY EMNİYET LAMBALARI

Buharlı gemilerin gelişmesi ile 1800'lerde kömüre ihtiyaç artmış ve kalorisi yüksek olan yer altı taş kömürü üretilmeye başlanmıştır. O devirlerde yer altı tünellerinin (galeri) aydınlatılması petrol lambaları ile yapılıyor idi. Açık alevli olan petrol lambası

kömürün çıkardığı metan gazını (grizu) şüphesiz patlatıyor idi. Derinlere inildikçe grizu da arttığından buna bir çare bulunması gerekiyor idi. Madencileri uğraştıran bu lambalara ilk tedbir İngiliz kimyager Sir Davy tarafından 1815 yılında getirilmiş ve kendi adı ile anılan "davy emniyet lambası" nı geliştirmiştir (bak resim 01). Bu lamba da petrol ile çalışmakta olup üzerindeki özel ızgaralar sayesinde içerdeki ateşi dışarıya vermemektedir. Bir özelliği de alevi uzayınca grizunun arttığını işaret etmesidir ki, bu durumda çalışanlar tehlikeli ortamı terk edip patlamadan kurtulmaktadırlar. Davy emniyet lambası günümüzde de halen kullanılmaktadır. 1925'lerde kurşun oksitle çalışan baş lambaları kullanımı ile madenciler petrol lambası belasından kurtulmuşlar ve madenlerdeki kazalar % 95 azalmıştır. Sonraki yıllarda cadmium-nikel akülü biraz daha hafif ve taşıması kolay olan lambalar geliştirilmiş olup bir nevi aydınlatmadan kaynaklanan patlama tehlikesi tamamen ortadan kalkmıştır. Resim 02 de bu tip lambalar görülmektedir. Günümüzde LED diyotlu aydınlatma teknolojisinin gelişmesi ile daha da hafif ve kullanışlı lambalar geliştirilmiştir. Artık aşağıdaki resim 02 a) deki gibi bele takılan ve 2 kilo gramı aşan ağırlıkta olan baş lambaları müzeye kalkmak üzeredir. Resim 02-b) de görüldüğü gibi doğrudan barete takılan ve bele bağlı aküsü olmayan 150/300 gr hafif ve uzun süre yanabilen lambalar geliştirilmiştir. Hem daha emniyetli ve hem de kullanışlıdırlar.

Resim 02: MADENCİ BAŞ LAMBALARI

Transformatör, elektrik motoru, şalt cihazları ve akkor flamanlı aydınlatma armatürleri gibi bir çok elektrik aletinin madenlerde kullanımına 1912'lerden sonra başlanmış olup, bu gün bilinen önlemlere benzer tedbirler alınmaya başlanmış ve bu gün d-tipi koruma olarak bilinen ilk alev sızmaz (flameproof) koruma tipi geliştirilmiştir. Dış camı kalın ve üzerinde ızgaralar bulunan akkor flamanlı aydınlatma armatürüne ve tam kapalı asenkron motoruna müsaade edilmiştir. Alev sızmazlık (flamaproof) ile ilgili ilk standart İngiltere'de 1926 yılında "BS229: Flameproff enclosures" adı altında yayınlanmıştır. Almanya'da ise konu ile ilgili ilk standart 1935 de (VDE 0165/1935) ve 1943 de (VDE 0170/0171/1943) yayınlanmıştır.

1900-1920'lerde elektrik sanayinin gelişmesine paralel olarak, elektrikli cihazların madenlerde nasıl kullanılabileceği özel laboratuarlarda denenmeye başlanmış ve ilk deney laboratuarları kurulmaya başlanmıştır. Bu günkü gibi uluslar arası bir birlik ve fikir alış verişi yok idi ve her ülke kendi sistemini kendisi geliştiriyor idi. Bir çok ülkede maden ve petro-kimya sanayinin sorunlarını çözmek için birbirinden bağımsız ayrı ayrı laboratuarlar ve test merkezleri kurulmuştur. Bu nedenle maden ve petro kimya sanayi için ayrı ayrı standartlar yayınlanmış olup bu ayrım günümüzde de halen devam etmektedir.

Patlayıcı ortamla çalışmak zorunda olan petrol, petro-kimya, ilaç ve gaz sanayi madenler gibi bir başlangıç süreci yaşamamış ve madenlerden bilinen tecrübeler dolayısı ile bu sanayi kollarında işin başından itibaren tedbirler alınmaya başlanmıştır. Aşağıda da bahsedeceğimiz gibi bu sanayi kollarında patlayıcı ortamlara karşı önlem almak daha kolaydır. Patlayıcı ortamların tarihçesi ve tarihi gelişmeler hakkında yazımızın ileriki bölümlerinde de bilgi verilecektir.

2.0 PATLAYICI ORTAM NEDİR

2.1 TANIM

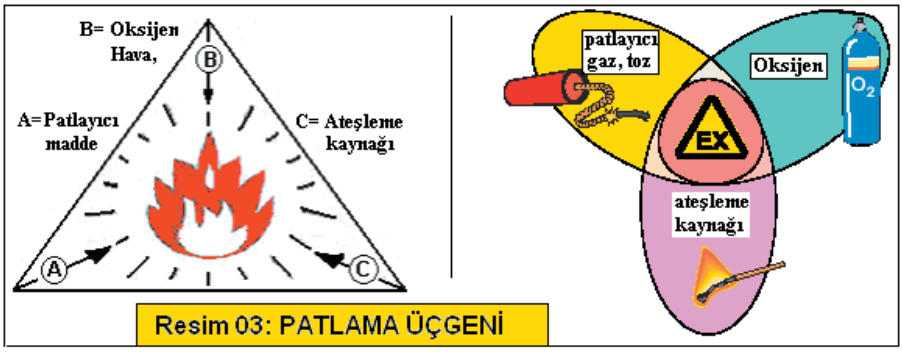
Patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı nitelikteki gaz, toz veya buharın hava ile karışarak patlayıcı kıvama geldikleri yerlere patlayıcı ortam denir. Patlayıcı ortamın kısa tarifi budur. Patlayıcı ortam oluşması ve tehlike yaratabilmesi için üç unsurun bir araya gelmesi gerekir.

A. Patlayıcı madde; Patlayıcı, parlayıcı ve 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. Patlama üçgeni olarak bilinen bu olay resim 03'de sembolize edilmiştir.



Resim 03: PATLAMA ÜÇGENİ

2.2 PATLAYICI, PARLAYICI ve YANICI GAZ ve TOZLAR

a) GAZLAR

Yaygın olarak bilinen patlayıcı gazların en başında, doğal gaz, evlerde kullanılan tüp gaz (LPG) ve kaynak işlerinde kullanılan hidrojen ve asetilen gazları gelir. Önemli patlayıcı gazlar ve özellikleri aşağıdaki tablolarda görülmektedir. Bu gazlar hava ile karıştıklarında patlayıcı hale gelirler ve herhangi bir tetikleme ile (kıvılcım) patlayabilirler. Patlama hava ile karışım oranına bağlıdır. Karışımın bir alt ve bir de üst patlama sınırı vardır. Gazlarla ilgilenenler, alt patlama sınırının İngilizce kısaltması olan LEL ölçümünden bahsederler (LEL= lower explosive limit). Tüm dünyada LEL tabiri kullanıldığı için yazımızda da aynı simge kullanılmaktadır. LEL değeri, alınacak tedbirler için çok önemli bir veridir ve gazların tehlike derecesini (patlama kabiliyeti) belirler. Aynı şekilde gazların üst patlama sınırı UEL olarak adlandırılır. (UEL= upper explosive limit)

Patlayıcı maddelerin önemli bir bölümünü karbon-hidratlar oluşturur. Karbon hidratların fiziksel özelliği karbon ve hidrojen sayısına göre değişir. Alkan adı verilen bu grubun ilk 4 karbonlu elemanı gaz, 11-18 karbonlular akar yakıt (sıvı), 19-40 karbonlular makine yağı ve daha uzun karbon zincirliler zift ve mumları oluşturur.

Tablo 01: KARBON HİDRATLARIN ALKAN GRUBU			
CH_4	metan (gaz)	C_6H_{14}	heksan (sıvı)
C_2H_6	etan (gaz)	C_7H_{16}	heptan (sıvı)
C_3H_8	propan (gaz)	C_8H_{18}	octan (sıvı)
C_4H_{10}	butane (gaz)	C_9H_{20}	nonan (sıvı)
C_5H_{12}	pentan (sıvı)	$C_{10}H_{22}$	decan (sıvı)

Önemli gazların alt (LEL) ve üst patlama sınırları (UEL) aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 02: ÖNEMLİ GAZLAR ve ÖZELLİKLERİ							
		Hava ile karışım		Saf oksijenle karışım			
Gaz	Formül	LEL % Vol.	OEL % Vol.	LEL % Vol.	OEL % Vol.	Patlama ısısı	Minimum Patlama enerjisi
Metan	CH4	4.4-5.0	15-16,5	4.8	60	595	280m³
Propan	C3H8	1.7-2.1	10-10,9	2.0	60	470	250m³
Bütan	C4H10	1.4-1.8	9,3-10.6	1.8	57.5	365	
Hexan	C6H14	1,0	8,1			265	
Nonan	C6H20	0,7	5,6			205	
Etilen	C2H4	2,3-2.9	32,4-33.5	3.0	81.5	425	
Benzol	C6H6	1,2	8,0			555	200m³
Hidrojen	H2	4	77	4.0	95.0	560	11m³
Asetilen	C2H2	1,5	78			305	19m³

b) SIVILAR

Yanıcı sıvılar, sıvı halleri ile patlayıcı ortam oluşturmazlar. Bir şekilde oksijenle karıştıklarında tehlike arz ederler. Oksijenle karışmaları için de buharlaşmaları gerekir. Sıvıların buharlaşması ortam sıcaklığına bağlıdır. Patlayabilecek kıvamda (oranda) sıvı buharı oluşturan en düşük sıcaklığa PARLAMA NOKTASI (FLASH POINT) denilir. Bu değer, gazlardaki LEL gibi, alınacak tedbirler için önemli bir veridir ve sıvıların tehlike derecesini belirler. Normal sıcaklıkta (örneğin 20 °C gibi) buhar oluşturabilen bir sıvı, 60 veya 100 °C de buhar oluşturan bir sıvıya nazaran çok daha tehlikelidir. Sıvının ekstra ısıtılıyor olmasının PLAŞH POINT ile ilgisi yoktur. İlaveten ısıtılan bir sıvı tabiî ki daha da erken buharlaşarak patlayıcı ortam oluşturacaktır. FLASH POINT ortamın ısısı ile kendiliğinden statik olarak oluşan buharlaşmanın patlayıcı kıvama gelmesi olayıdır. Diğer bir söz ile sıvı buharının LEL değerine eriştiği ortam sıcaklığına flash poin adı verilir.

YANICI ve PARLAYICI SIVILAR

TS 12820 de parlama noktası 37,8 ^{0}C ve daha yüksek olan sıvılar YANICI SIVI, parlama noktası 37,8 ^{0}C ve altında olan sıvılar ise PARLAYICI SIVI olarak tarif edilmektedir. Yalnız parlayıcı sıvı tarifine buhar basıncı 276 kPa (2068 mm cıva) ve üzerinde olan ibaresi de konulmaktadır. Buhar basıncı oluşan buharın yayılma kabiliyetini göstermektedir.

Sıvılar patlama noktalarına (flash point) göre tehlike sınıflarına ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmalar Amerikan NFPA 30 standardına göre yapılmaktadır ve Dünyaya Amerikan uygulaması hakimdir. TS 12820'de yapılan sınıflandırma da muhtemelen NFPA 30 dan alınmıştır.

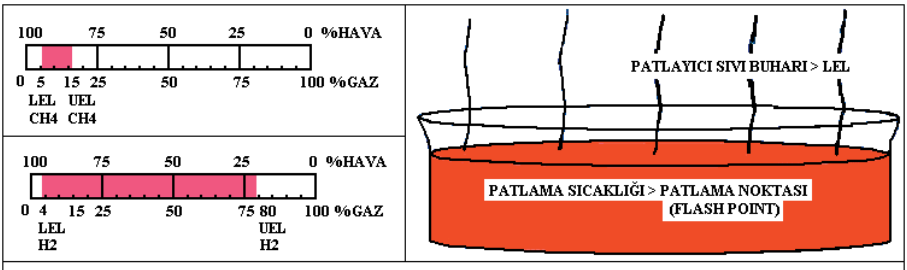
Tablo 03: YANICI SIVILARIN TEHLİKE SINIFLARI (HAZARD CLASS)				
SINIF (class)	Parlama noktası (flash point)		Kaynama noktası (boiling point)	
IA (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf<73 °F	Tb<37.8 °C	Tb<100 °F
IB (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf<73 °F	Tb>37.8 °C	Tb>100 °F
IC (parlayıcı)	Tf > 22.8 °C	Tf>73 °F	Tb<37.8 °C	Tb<100 °F
II (yanıcı)	37.8 °C<Tf< 60°C	100 °F<Tf<140 °F	II	
IIIA (yanıcı)	60 °C < Tf < 93 °C	140 °F<Tf200 °F	IIIA	
IIIB (yanıcı)	Tf>93 °C	Tf>200 °F	IIIB	
Tf= flash point, parlama noktası, Tb= boiling point, kaynama noktası				

Yanıcı sıvıların tehlike sınıflarına tipik örnekler.

IA	Dietil eter, etilen oksit, bazı hafif ham petroller
IB	Araba ve uçak benzinleri, toluen, lakuer, lakuer tiner
IC	Kısılen, bazı boyalar, solvent tabanlı bazı çimentolar
II	Mazot (diesel yakıtı), boya tineri
IIIA	Evlerde kullanılan yakıtlar, fuel oil ve kalorifer yakıtı gibi
IIIB	Yemeklik yağlar, yağlama yağları ve motor yağları

Tablo 04: TS 12820 ye göre bazı parlayıcı ve yanıcı sıvılar ve özellikleri							
	Patlama noktası Flash point		Sınıf	Kaynama noktası Boiling point		Havada asgari Tutuşma sıcaklığı	
	°C	°F		°C	°F	°C	°F
Benzin	-40 ile -46	-40ile -46	IB	38 ile 204	100 ile 400	Yaklaşık 441	Yaklaşık 825
Diesel yakıt	> 55	> 131	II				
Gaz yağı	> 38	> 100	II	151 ile 301	304 ile 574	227	(440)
Antifriz	110	230	IIIB	149	300		
Fren sıvısı	149	300	IIIB	282	540		
Şase gresi	204	400	IIIB	>427	>800	>427	>800
Dişli yağı	202	395	IIIB	>427	>800	>427	>800
Lityum-moli gres	193	380	IIIB	>427	>800	>482	>900
Yağlama yağları	149-232	300-450	IIIB				
Hidrolik direksiyon sıvısı	177	350	IIIB	>288	>550		
Beyaz gres	241	465	IIIB	>427	>800	>427	>800
Cam yıkama sıvısı Metanol/su karışımları							
%100 metanol	12	54	IB	64	148	385	725
% 50 metanol	27	80	IB				
%20 metanol	48	118	II				
%5 metanol	97	206	IIIB				

Gazlardaki patlama sınırı (LEL) ile sıvılardaki parlama noktası (flash point) resim 04'de sembolize edilmiştir. Sıvı kaptan çıkan buharın yayılma kabiliyeti buhar basıncı ile ilişkilidir. Basınç ne kadar yüksek olur ise, oluşan buhar o kadar hızla yayılır ve geniş bir alanı tehlike altına alabilir. Gazlarda ise LEL-UEL arası ne kadar açık ise o kadar tehlikelidir. Hidrojen gazında olduğu gibi hava ile çok az bir karışımda (%4) olduğu gibi %77 karışım oranında da patlayıcı hale gelebilir.



Resim 04: Gazlarda alt patlama sınhırı LEL ve sıvılarda patlama noktası FLASH POINT

c) KATI MADDELER, TOZLAR

Tozların havanın oksijeni ile karışımı ya "toz bulutu" halinde veya ince tabaka şeklinde mümkündür. Tozlar genellikle ince bir film şeklinde tesis üzerine yapışık şekilde dururlar. Tesisin ısınmasından veya dışarıdan gelen her hangi bir ısı kaynağı ile yanıcı tozun çok küçük bir bölümü akkor hale gelerek patlamaya neden olabilir. Patlayan bu çok küçük porsiyon diğer tozları havaya üfleyerek "patlayıcı bir toz bulutu" oluşmasını sağlar. Bu bulut daha da şiddetli patlar ve patlayan bulut yeni toz bulutları oluşmasına yardımcı olacağı için toz patlaması zincirleme bir reaksiyona ve diğer bir deyim ile "yürüyen bir patlama" felaketine dönüşebilir. Toz patlamaları gaz patlamalarından çok daha tehlikeli ve tahrip edicidirler.

Katı maddelerin, lif, yonga, kırpıntı veya toz şeklinde olanları tehlike arz etmekte ve patlayıcı ortam oluşturmaktadır. **Çekirdek büyüklüğü yaklaşık 500 µm altında olan ve havada belli bir süre süzülen katı maddeler toz olarak kabul edilmektedir.** Patlayıcı tozlar başlı başına ayrı bir konudur kitabımızda bu konunun detaylarına girilmeyecektir.

Tozların tehlike derecesini belirleyen önemli verileri:

- Çekirdek iriliği (M)
- Minimum patlama enerjisi (MEE)
- Azami patlama basıncı (EP) ve
- Patlama şiddeti faktörü Kst: hava toz karışımının kapalı bir kapta ürettiği azami basınç değişimidir. Diğer bir tabir ile basıncın zamana göre azami yükselme değeridir. Tozlar için en önemli "tehlike ve tahribat belirleyici değer Kst'dir.

Bazı tozlar ve statik patlama sıcaklıkları tablo 05a'de verilmiştir. Statik patlama sıcaklığı gaz ve sıvılarda olduğu gibi, her hangi bir yüzeye yerleşik olan tozun, bu yüzeyin ısısı ile (dışarıdan ateşleme olmaksızın) patlaması anlamına gelmektedir.

Tablo 05a: Patlayıcı tozlar ve özellikleri

TOZ CİNSİ	PATLAMA ISISI		TOZ CİNSİ	PATLAMA ISISI	
	BULUT	5 mm film		BULUT	5 mm film
Alüminyum	560°C	>450°C	Polietilen tozu	440°C	Eriyik
Odun kömürü	520°C	320°C	PVC tozu	700°C	>450°C
Linyit kömürü	380°C	225°C	Şeker tozu	490°C	460°C
Kakao	590°C	250°C	Kurum, is	810°C	570°C
Kahve	580°C	290°C	Nişasta	460°C	435°C
Hububat, mısır	530°C	460°C	Toner	520°C	eriyik
Methyl cellulose	420°C	320°C	Buğday	510°C	300°C
Kağıt lifi, kırpıntısı	570°C	335°C	Phenolic resin (reçine)	530°C	>450°C

Tablo 05b'de bazı tozların özellikleri görülmektedir.

Tablo 05b: Patlayıcı tozlar ve özellikleri				
Toz cinsi	M µm	Pmax bar	Kst bar.m/s	MEE mJ
Aktif kömür	<10	7,3	72	500000
Yeşil mercimek unu	27	9,1	109	100
Çamur çöktürücü (76 % organik bileşenli)	89	7,5	71	50
Mısır nişastası	10	9	200	10
Paraformaldehyd Polyoxymethylen; HO(CH2O)nH	19	9,6	405	5
Bal mumu, parafin	<20	8,4	185	5
Polyester, poliester	35	7,8	140	5
Seliloz asetat	31	7,5	116	5
İstifleme, örtü tozu (60 % anorganik bileşenli)	40	5,6	90	5
Epoxidharz, epoksi reçine	27	7,5	161	1
Polyurethan,poliüretan	29	7,8	150	1
Alüminyum	<10	11,4	625	0,1

2.3 ATEŞLEME KAYNAKLARI

"Patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı gaz, toz ve buharın" havanın oksijeni ile karıştıklarında patlayabilmeleri için bir enerji kaynağına ihtiyaç vardır. Bu enerji kaynağı genellikle elektrikli aletlerin ark çıkaran kontakları ve ısınan yüzeyleri olmakla birlikte, enerji birikimi ve biriken enerjinin boşalmasına neden olan tüm kaynaklar tehlikeli ortamı patlatabilirler. Örneğin sürtünme dolayısı ile meydana gelen statik elektrik ve yine sürtünerek kıvılcım çıkaran metal parçalar kolaylıkla tehlike kaynağı olabilir. Tehlikeli ortamı ateşleyen başlıca olay ve enerji kaynakları aşağıda sıralanmıştır: (ignition source)

- **Elektrik ark ve kıvılcımı:** Şalterler açılıp kapandıklarında, Elektrostatik olarak yüklü elemanlar deşarj olduklarında, Kablolar ezilip koptuklarında veya kısa devre oldukların da, Herhangi bir kısa devre anında meydana gelen dengeleme akımı gibi olaylarda çıkan ark ve kıvılcım ortamı tehlikeye düşürebilir.

  Elektrikli aletlerin tamamı ya ark çıkardıklarından veya ısı ürettiklerinde her zaman patlayıcı ortamı tehlikeye düşürebilirler. Bu nedenle, patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli aletlerde azami itina gösterilip gerekli tedbirler alınmalıdır. Kitabımızın devamında, konu enine boyuna incelenecektir.

- **sıcak yüzeyler:** (statik ısı ile patlama). Elektrik aletleri ısınmaları dışında mekanik aletlerin çalışmaları dolayısı ile çıkardıkları ısılar da tehlikeli olabilir. Örneğin sıkışan yatak ve rulmanların aşırı ısınmaları gibi. Bu nedenle patlayıcı ortamda çalışan yalnız ca elektrikli değil mekanik de dahil olmak üzeri, tüm ekipmanlara dikkat etmek gerekir.

• mekanik sürtünme ile çıkan kıvılcım: Hiç kimse patlayıcı gaz bulunan bir ortamda taşlama tezgahı çalıştırmaz. Taşın çıkardığı kıvılcım, patlayıcı ortamı tehlikeye düşürebilir. Sürekli kıvılcım çıkaran bir kaynağı patlayıcı ortamdan elimine etmek kolaydır. Buna karşılık, patlayıcı ortamda bulunan bir çelik konstrüksiyonda görülmeyen sürtünmeler (rüzgardan çarpışma gibi) meydana gelebilir. Gaz kaçağı olan bir vananın üzerindeki köşebentlerin rüzgardan birbirlerine çarpması beklenmedik kazalara neden olabilir.

Kömür madenlerinde, gazın patlayıcı orana gelmemesine çok dikkat edilir. Havalandırma ile gaz dışarı atılmalıdır. Aksi takdirde patlayıcı kıvamdaki gaz her halükarda patlar. Elektrik aletlerinin çalışıp çalışmaması önemli değildir. Kazmanın, çekicin, ayakkabı demirinin ucundan çıkan kıvılcımla patlar. Elbisedeki naylon parçaların sürtünmesinden doğan statik elektrikle patlar.

• her nevi statik elektriklenme: Çok tehlike yaratan bir kaynaktır. Akla gelmedik ve düşünmedik yerlerde sorun teşkil eder. Bilhassa kurulu tesislerde bakım dolayısı ile yenileme ve tadilat yaparken bolca yaşanan bir olaydır. Bu nedenle patlayıcı ortamda çalışan bazı tesisler için, sürtünme ile elektriklenmeyen malzeme temin edilir. Örneğin anti statik havalandırma vantüpleri, anti statik firen balataları, anti statik konveyör kayışları gibi. Statik elektriklenme, patlayıcı gaz altında çalışan bir tesiste, mühendisleri uğraştıran bir patlama (tehlike) kaynağıdır.

Akar yakıt ve yanıcı tozların doldurma ve boşaltma olaylarında da karşımıza çıkan patlama kaynağı yine statik elektriklenmedir.

Yukarıdakiler kadar önemli ve sıkça rastlanmamakla birlikte aşağıda sayacağımız olaylar da patlama kaynağı teşkil ederler.

• açık alev sıcak gaz ve akkor haldeki parçacıklar (hot particles): Örneğin kaynak esnasında etrafa fırlayan akkor haldeki parçacıklar patlayıcı ortamı ateşleyebilir. Bu tip partiküller bilhassa yanıcı tozlar için tehlike arz etmektedirler.

• adiyabatik basınç, şok dalgası: Tüp şeklinde olup, düşük basınçta çalışan aletler patlama kaynağı teşkil edebilirler. Örneğin floresan tüpleri, kırıldıklarında tehlikeli olabilmektedirler. Yalnız bu olay tüpün kırılış şekline bağlıdır. Adiyabatik basınç sıkışması olabilmesi için tüpün ortadan değil ucundan kırılmış olması gerekir.

• yıldırım düşmesi ve elektrikli hava şartları: Yıldırım çok yüksek enerji içerdiğinden düştüğü yerde yalnızca patlayıcı ortamı ateşleme ile kalmaz, tesiste mekanik tahribata ve yangına neden olur.

Elektrikli hava şartları, yani elektrik yüklü bulutlar metal kaplı depolarda (influenz olayı) elektrostatik yüklenmelere neden olur. Örneğin üstü çinko kaplı bir saman deposu veya hububat silosu bu nedenle yanabilir. İyi bir topraklama yapılarak metal yüzeylerin yer yüzü ile aynı potansiyelde olması sağlanır.

• **parazit akım, katodik koruma:** Elektrikli raylar ve diğer "topraklı elektrik besleme akımı" taşıyan benzeri tesislerde, örneğin katodik koruma uygulanan ekipmanlarda parazit akımları oluşur. Bu akımlar topraklama noktaları arası gerilim farkı yaratabilir ve bu gerilim farkı da ark çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle patlayıcı madde taşıyan borularda paslanmaya karşı katodik koruma uygulanırken, EŞ POTENSİYEL toprak lamaya dikkat edilir ki, topraklama noktaları arası gerilim farkı oluşmasın. Örneğin conta ile izole edilmek zorunda kalınan boru kısımlarının, cıvata ile metalik bağlantısı olmasına rağmen, bakır bir levha ile ilaveten bir birlerine bağlanmaları gibi.

Katodik koruma uygulanan bir boru tesisi patlayıcı ortamdan geçmek zorunda ise tedbir alınması gerekir. Katodik korumanın gerilimi patlayıcı ortamı tehlikeye atabilir.

• **ultrasonik ses dalgaları:** 20 kHz ve üzeri mekanik dalgalar enerji birikimine ve dolayısı ile ısınmaya neden olabildiklerinden, patlayıcı ortamı tehlikeye düşürebilirler. Bu nedenle patlayıcı ortamda çalışması icap eden ultrasonik cihazlar da, elektrikli aksamların yanı sıra, üretilen ses dalgasına da dikkat edilmelidir.

• **radyo dalgaları:** dalga buyu 10km ile 1m arası olan radyo dalgaları bazı hallerde ısınmalara neden olabilmekte ve dolayısı ile patlayıcı ortamı tehlikeye düşürebilmektedirler.

• **mikro dalgalar:** Dalga boyu 1m ile 1mm arası olan elektro manyetik dalgalar ısınmalara neden olabilmektedirler.

• **Kızıl ötesi ışık (IR):** Dalga boyu 1 mm ile 770nm arası olan elektro manyetik dalgalar. Kızıl ötesi ışınla çalışan ölçü aletleri, bil hassa odaklama yaptıklarında, yüzeylerin ısınmasına neden olabilirler.

• **Görünür ışık:** Dalga boyu 770nm ile 390nm arası olan elektro manyetik dalgalar.

• **ultra viole ışınları:** Dalga boyu 390 ile 10 nm arası elektro manyetik dalgalar.

• **röntgen ve gama ışınları:** Dalga boyu 10nm'nin altında olan elektro manyetik dalgalar

• **bazı kimyasal reaksiyonlar:** Isı üreten bazı kimyasal reaksiyonla da patlayıcı ortamı tehlikeye düşürebilir.

2.4 PATLAMAYA KARŞI ALINAN ÖNLEMLER

"Patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı gaz, toz ve buhar" ile çalışmak veya bu maddeleri işlemek zorunda olan iş yerlerinde alınması gereken ilk ve en önemli tedbir, patlayıcı ortam oluşmasını önlemektir. Bu konuda meslek kuruluşlarının tavsiyeleri olduğu gibi "iş güvenliği ve işçi sağlığı" ile ilgili mevzuatın zorlayıcı yaptırım şartları da mevcuttur.

Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek için alınan tedbirler iki bölümde incelenmekte olup birinci ve en önemli olanı PRİMER TEDBİRLER dir.

a) BİRİNCİL (PRİMER) ÖNLEMLER

Hedef, patlayıcı ortam oluşmasını önlemektir. Diğer bir ifade ile, patlama üçgenindeki "A=patlayıcı madde" ve "B=oksijen" ayaklarını bertaraf etmektir.

Exproof alet kullanımından önce, patlayıcı ortamlarla ilgili olarak yapılması gereken ilk ve en önemli tedbir BİRİNCİL ÖNLEMLERİ almaktır. Kullanılan sanayi prosesine göre alınacak tedbirler çok çeşitli ve değişkendir. En çok kullanılan, yaygın yöntemleri, ana başlıkları ile aşağıda izah edilmektedir.

1. En çok kullanılan yöntem, üçgenin Enerji ayağını (C) patlayıcı ortamdan uzak tutmaktır. Örneğin transformatör ve şalt merkezleri gibi enerji tesisleri, kompresör ve ısı merkezleri patlayıcı ortam oluşan veya oluşma ihtimali olan yerlerden çok daha uzağa yerleştirilirler. Prensip, ateşleme kaynağını patlayıcı ortamdan uzak tutmaktır. Patlayıcı ortamdaki aydınlatma armatürü ve motorların kumanda anahtar ve düğmelerinin patlayıcı ortamın dışına alınması da çok sık kullanılan bir yöntemdir. Örneğin LNG veya LPG kazan dairelerinin aydınlatma armatürü anahtarlarının kazan dairesi kapısının dış kısmına yapılması gibi. Anahtar, kontaktör, şalter gibi ark çıkaran aletlerin tehlikeli ortam dışına alınması (proses icabı uygulanabiliyor ise) çok daha doğru ve akılcı bir yöntemdir. Unutmayınız ki, çalıştırılan her alet operatör tarafından izlenebilmelidir. Örneğin bir pompayı çalıştıran operatör pompanın dönen kısımlarını görebilmelidir. Bu genel bir prensiptir. Yani ark çıkaran ateşleme kaynaklarının dışarı alınması her zaman ve her yerde uygulanamayabilir.

2. Havanın oksijenini bir şekilde azaltarak, patlama noktasının altına düşürmek de mümkündür. Bir adı da "inertising" olan bu yöntem bazı proseslerde uygulanabilmekte ve ortama, prosesi etkilemeyen bir nevi ölü gaz (inert gas) pompalanarak, patlayıcı ortam oluşması önlenebilmektedir. Örneğin azot gazı, karbon monoksit veya su baharı pompalanarak oksijen oranı düşürülmektedir. Genelde, havadaki oksijen oranı %10'un altına düştüğünde patlama ihtimali kalmamaktadır.

3. Kullanılan patlayıcı madde oranının "alt patlama sınırının" altında veya "üst patlama sınırını" yukarısında tutulması bazı proseslerde mümkündür. Bu tip proseslerde benzeri bir önlem alınması çok faydalı olabilmektedir.

4. Havalandırma yapılarak patlayıcı gaz veya buharın uzaklaşması sağlanabilir veya patlayıcı kıvama gelmesi önlenebilir. Prosesin durumuna göre havalandırma kendiliğinden tabii bir şekilde olabileceği gibi vantilatörlerle zoraki havalandırma da yapılarak patlayıcı ortam oluşması önlenebilir. Çok yaygın olarak uygulanır ve genelde HAVALANDIRMA bir prosesin olmazsa olmazıdır. Oluşan patlayıcı ortam bir şekilde dışarı atılmalı veya oluşması önlenmelidir.

Grizulu kömür madenlerinde zorunlu olan bir uygulama yöntemidir. Madenler, hem çalışanların oksijen ihtiyacı ve hem de oluşan metan gazının dışarı atılması için havalandırılmak zorundadır. Havalandırma hesaplarında her iki durum da dikkate alınır.

5. Bazı patlayıcı ve yanıcı sıvıların içersine ilave madde katılarak patlama noktası (flash point) yükseltilmekte ve böylece patlayıcı buhar oluşması önlenmektedir.

6. Patlamaya dayanıklı veya patlama tahribatını önleyici dizayn ile de önlem alınabilir. Bu tip önlemler patlamayı tamamen önlemek için değil, tahribatını azaltmak için yapılır.

- basınç tahliye vanaları (relief valve) ile patlama anında oluşan basıncın tehlikesiz sahaya yönlendirilmesi sağlanabilir.

- patlamayı bastırma (explosion suppression) tertibatları ile, patlama olur olmaz patlama enerjisini soğutmak ve ilerlemesini önlemek için yapılan tertibatlar mevcuttur. Bilhassa toz patlamasına karşı uygulama alanı bulmaktadır.

7. Patlayıcı gaz veya buhar oluşması "buhar bariyeri" denilen özel tertibatlarla önlenmektedir. Bu yöntem sıvı yakıtlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

b) İKİNCİL (SEKONDER) ÖNLEMLER

Primer önlemler alınamıyor veya bu önlemlere rağmen patlayıcı ortam ihtimali halen mevcut veya devam ediyor ise, İKİNCİL önlemlere baş vurulur. Yani bu ortamlarda tehlikesiz çalışabilecek alet veya ekipman seçimi yapılır. Diğer bir söz ile exproof alet kullanılır. Konumuz da budur ve bundan sonraki bölümlerde ağırlıkla İKİNCİL ÖNLEMLER işlenecek ve ele alınacaktır.

3.0 PATLAYICI ORTAMLARIN SINIFLANDIRILMASI TEHLİKELİ BÖLGE veya ZON TANIMLAMALARI

Çalışma ve işletme şartları her iş yerinde ve her sanayi dalında aynı değildir. Her tehlikeli ortama aynı tip aleti yerleştirmek ve tek bir sistem uygulamak ekonomik olmamaktadır. Bu nedenle konunun uzmanları, patlayıcı ortamları tehlike derecesine göre sınıflara ayırmışlardır. Emniyet, güvenlik, işletme ve bakım kolaylığı ve bilhassa ekonomik nedenlerle her ortam için farklı bir uygulama öngörmüşlerdir. Diğer bir deyiş ile, sürekli patlayıcı kıvamda gaz olan bir yerde alınacak tedbirler ve konulacak elektrik aygıtları ile, "tesadüfen, arada bir ve çok kısa süreli" patlayıcı ortam teşekkül eden bir yerde alınacak önlemler ile çalıştırılacak elektrik aygıtları aynı olamaz. En azından ekonomik olmaları için patlayıcı ortamları sınıflara ayırmak gerekir. Bu sınıflara BÖLGE veya ZON adın verilir. Uluslar arası adı ZON olduğu için Türkçe'si yerine ZON tabiri kullanılacaktır.

Patlayıcı ortamları zonlara ayırmada iki görüş hakimdir. Birincisi kömür sanayinde öncü olan BATI AVRUPA GÖRÜŞÜ ve ZON SİSTEMİ, diğeri de petrol sanayinde öncü olan KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ ve DIVISION SİSTEMİ ve uygulamalarıdır.

Bu gün Batı Avrupa AET (EEC) 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 patlayıcı ortamlar ile ilgili EN standartları ve AET uygulamaları bizim için önem kazanmaktadır.

Batı Avrupa görüşü IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu) ile aynıdır. (IEC= International Electrical Commission) ve Kuzey Amerika Ülkeleri ve bilhassa ABD hariç, tüm dünya ülkeleri ZON sistemi etrafında birleşmişlerdir.

3.1 BATI AVRUPA GÖRÜŞÜ ve ZONE SİSTEMI

ZON'ların tarifi IEC 60079-10 ve EN 50014 de yapılmıştır. En son şekli ile ATEX 137 de (Avrupa Parlamentosu talimatı 99/92) düzenlenmiştir ve IEC'den farkı yoktur.

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.

ATEX 100a'ya göre ZON 0'da kategori 1 aletler kullanılabilir. Kategoriler ATEX bölümünde tekrar ele alınacak olup, bu gruptaki aletler yüksek güvenlik ve emniyet özelliğine sahiptirler. Ancak kendinden emniyetli ve a-seviyesindeki sistemler (devreler) ZON 0 da kullanılabilir (Ex-ia sertifikalı sistemler gibi).

ZON 1: Normal çalışma icabı patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali az olan (veya hiç olmayan), yalnızca arıza ve anormal çalışma koşullarında ve tesadüfen patlayıcı ortam oluşabilen veya oluşma ihtimali olan ve yine oluştuğunda da kısa süren yerler bu gruba girer.

Kısaca, patlayıcı ortam oluşma ihtimali az olan ve oluştuğunda da kısa süren yerler ZON 1 olarak tanımlanmaktadır. Zon 0'ın yakın çevresi, patlayıcı madde pompa istasyonları, vana ve klape yakınları pompa istasyonları gibi yerler bu gruba girer. Mevcut patlayıcı ortamların %95'inden fazlası bu gruba girmektedir. ATEX 100a'ya göre 2.kategorideki aletler zon 1 de kullanılabilir. Hemen hemen ex-sertifikalı tüm aletler bu kategoriye girmektedir.

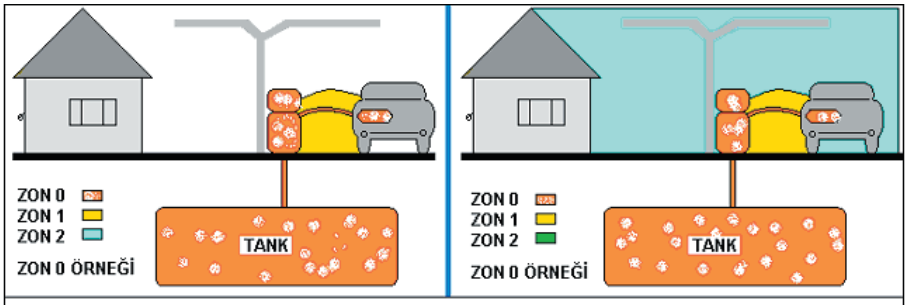
ZON 2: Normal çalışma icabı patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali olmayan ve ayrıca arıza, kaza, tamir, bakım gibi hallerde de patlayıcı ortam teşekkül etme ihtimali çok az olan ve bu gibi hallerde de çok kısa süren (sürme ihtimali) olan yerler Zon 2 kapsamına girerler.

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

ATEX 100a ya göre 3.kategorideki aletler zon 2 de kullanılabilmektedir. Bu kategorideki aletlerin ex-sertifikaları olmakla birlikte diğer kategoriler gibi sıkı şartlara bağlı değillerdir. Koruma tipi "Ex-n" olan aletler zon 2 de kullanılabilir. "n" işareti "non-sparking" terimini çağrıştırmaktadır ve standartların son versiyonlarında ABD'li uzmanların da etkisi ile "non-sparking" uygulamaları IEC standartlarının içersine alınmaya başlanmıştır. Koruma tipleri yazımız ileriki bölümlerinde izah edilecektir.

Resim 3-01 de zon ayrımının iyi anlaşılması için bir örnek verilmiş olup yazımızın ileriki bölümlerinde akar yakıt dolum istasyonlarındaki zon tarifleri ayrıca izah edilecektir. Burada görüldüğü gibi pompa ile araç arası zon 1 olarak kabul edilmektedir.

Tozlar için ayrı bir ZON tarifi (EN50.028) yapılmış olup, gaz ve buharların aynısıdır. Burada toz Zonları Zon 10, 11 ve 12 olarak adlandırılmış ise de 1999 yılında yayınlanan ATEX137 bu isimlendirmeyi Zon 20, 21 ve 22 olarak değiştirmiştir. İçerik aynıdır, değişen isimdir.



Resim 3-01 ZON tanımlamalarına bir örnek

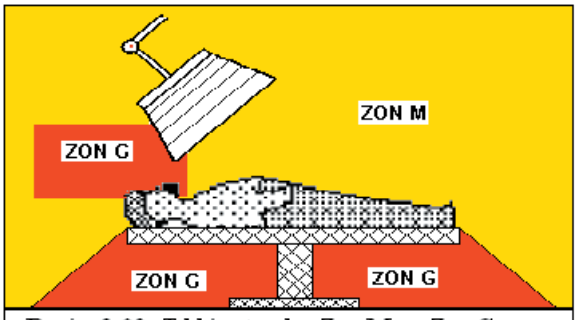
ZON 20: Normal çalışma icabı patlayıcı toz ve lif ortamı oluşan ve oluşma ihtimali yüksek olan ve uzun süren yerler.

ZON 21: Normal çalışma icabı patlayıcı toz ve lif ortamı teşekkül etme ihtimali az olan ve oluştuğunda da kısa süren yerler.

ZON 22: 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.

MEDICAL ROOM

Ayrıca tıbbi ortamlar da (resim3-02 de görüleceği gibi) Zon G ve Zon M adı altında iki sınıfa ayrılmaktadır.



Resim 3-02: Tıbbi ortamlar Zon M ve Zon G

ZON G: "Kapalı medikal gaz sistemi" olarak bilinir. Sürekli veya tesadüfi, patlayıcı karışım (patlayıcı ortamdan farklı olarak) üretilen, iletilen, veya küçük miktarlarda uygulanan yerleri kapsar. Bu gibi yerlerin her taraftan kapalı olması gerekmez, ufak köşe ve oyuklar bu kapsama girer.

ZON M: "Medikal ortam" olarak bilinir. Ağrı kesici madde veya tıbbı deri temizleme, dezenfekte, antiseptik ilaç kullanımı gibi olaylarda, küçük miktarda ve kısa süreli patlayıcı ortam oluşan ve oluşma ihtimali olan yerleri kapsar.

Zon sisteminde patlayıcı gazlar G ve tozlar da D harfi ile belirlenir. Tıbbi ortamlardaki zon tarifi ile karıştırılmamalıdır. Gazlar IEC ve EN de aşağıdaki gruplara ayrılmaktadır.

GAZ GRUPLARI: 2000

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, MADENLER

PATLAMA GRUBU II A: Propan, bütan, aseton, keresin, heksan, trimat, hylamin, vs. Metandan ibaret olan doğal gaz da bu gruba dahildir.

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

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

3.2 KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ ve UYGULAMASI: DIVISION SİSTEMİ 2000

Amerikan görüşü ANSI/NFPA 70, 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 daha 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 lif ve tozlar. Normalde tozdan daha iri maddeler. Pamuk lifi, 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.

Tablo 3-01: NEC'e göre gaz ve toz grupları			
CLASS I	Asetilen	GROUP A	Division 1
			Division 2
	Hidrojen	GROUP B	Division 1
			Division 2
	Alkoller ve eterler v.s.	GROUP C	Division 1
			Division 2
	Metan, propan oktan dekan v.s.	GROUP D	Division 1
			Division 2
CLASS II	Metal tozları <100 Ω/cm	GROUP E	Division 1
			Division 2
	Kömür tozları >100 Ω/cm	GROUP G	Division 1
			Division 2

Gazların patlaması için gerekli olan minimum enerji miktarları MIE (minimum ignition energy), minimum ateşleme akımı MIC (minimum ignition current) ve maksimum deneysel emniyet aralığı (sızma aralığı) MESG (maximum experimentel safe gap) ölçülerek grup tespiti yapılır. Aynı patlama özelliğine sahip maddeler aynı gruba alınırlar. Molekül yapıları veya ağırlıkları aynı olan gazlar aynı grupta olabilir. Genelde aynı isimdeki gazlar aynı patlama grubundadır. Bilinen gazlarda bu gibi ölçümler yapılarak grupları tespit edilmiştir.

GROUP E: Metal tozları. İletken olan ve iletkenliği 100 Ω/cm 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 (bak tablo 3-01). Çünkü iletken olan grafit tozu aynı zamanda karbondan ibarettir ve yanıcıdır.

Gaz grupları ile ilgili Amerikan ve Avrupa uygulamasının kısa özet tablosu aşağıda tablo 3-02 de görülmektedir.

Tablo 3-02: EN, IEC ve NEC gaz gruplarının karşılaştırılması		
PATLAYICI GAZ ÖRNEĞİ	KUZEY AMERIKA NEC ARTICLE 500, CEC SECTION 18	CENELEC/IEC 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 veya I	I

3.3 AMERİKAN DIVISION SİSTEMİ ile AVRUPA ZON SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

CEC (canadian electrical code) 1988 de ve NEC (national electrical code) 1996 da yaptığı değişiklikler ile ZON sistemine de müsaade etmeye başlamışlardır. 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. Bildiğimiz kadarı ile 2001 itibarı ile ABD de IECEx Schema sistemine dahil olarak zaman içersinde ZON sistemine geçmeye karar vermiştir. Her iki sistemin basit bir karşılaştırması tablo 3-03 de görülmektedir.

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 felsefesine göre dizayn edilmişlerdir. Bu nedenle konu ile ilgilenenlerin, her iki sistem hakkında da bilgi ve fikir sahibi olmaları gerekmektedir.

Tablo 3-03: ZON ve DIVISION karşılaştırma tablosu

	NORMAL ÇALIŞMA ŞARTLARINDA		
	sürekli veya uzun süreli TEHLİKELİ ORTAMLAR	orta tehlikeli, arada bir ve kısa süreli TEHLİKELİ ORTAMLAR	tehlikeye girmeyen ve ihtimal zayıf olan ORTAMLAR
Kuzey Amerika (NEC ve CEC)	Division 1		Division 2 veya Zone 2
	Zone 0	Zone 1	
IEC ve EN	Zone 0	Zone 1	Zone 2

DIVISION ve ZON SİSTEMLERİ ARASINDAKİ FARK NEDİR

Yukarıda division ve zonların tarifini yaptık. Tarifler hemen hemen aynıdır. Yalnızca division, patlayıcı ortamları iki bölüme ve zon ise üç bölüme ayırmaktadır. Zon 1, divisionda yer almamaktadır. Esas farklılık tariflerde değil elektrik veya elektronik sistemlerin dizayn ve kullanımdadır. Division sistemi “explosion prof= patlatmaz” metodunu kullanırken, ZON sistemi “explosion protected= patlamaya karşı korunmuş” 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 alüminyum

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 tekniği kullanılmakta ve kablo ve klemens kutuları gibi bir çok aletler bu boruların içersinden geçirilmektedir. Şalter, pano, buton, düğme ve saire gibi elektrikli aletlerin gövdesine de bu kondiutlara sıkıca irtibatlandırılmaktadır. Condiutların belli yerlerine patlamanın ilerlemesini önlemek için engeller (tıkaçlar, durdurucular) 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 da gerek yoktur. Bildiğimiz kadarı ile hiçbir alet için ayrı bir sertifika da istenmemekte, sertifika tümü için verilmektedir. ABD uygulamasında, tesisin tümü için bir **"listed and labeled"** denilen (listelenmiş ve markalanmış) sertifikası 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 ateşlemeyeceği 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 teknik elemanların 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 Avrupa normlarına göre 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 bağlayamazsınız. Üzerinde Ex işareti var diye Avrupa'dan gelen her aleti bir Amerikan rafinerisinde istediğiniz her yerde devreye alamazsınız. Konuyu incelemeniz gerekir. Çünkü, ZON sistemi aletleri belli zonlara göre yapılır. 2000 yılından önce imal edilmiş aletlerin üzerlerinde kategorileri de yazmayabilir. Her şeyden önce Avrupa ex-korumalı aletlerin kablo bağlantıları Amerikan aletlerine ve condiut sistemine uymaz.

Conduit sistemi d-tipi korumaya benziyor ise de d-tipi korunmuş bir aleti borulu (condiut) sisteme bağlayamazsınız. Çünkü IEC 60079-1 e göre patlama basıncının 1.5 katı statik basınçla denenen bir Ex-d motor, UL standartlarına göre patlama basıncının 4 misli bir statik basınç ile test edilmek zorundadır. Bu nedenledir ki, UL standardına gere sertifika alan bir şalter gövdesi, IEC'ye göre Ex-d sertifikası alan gövdeden çok daha robust ve iridir. Örneğin Ex-IIC grubunda sertifika alan bir alet 20 bar bir basınçla denenirken UL ye göre iki misli yani 40 atmosfer basınçla denenmesi gerekmektedir. Amerikan sisteminde kullanılan borularda yüksek basınca dayanıklı olmak zorundadır. Onun için "buru mu boru" düşüncesi ile condiut yerine su borusu kullananların dikkatini çekeriz. Teoriye tam olarak uymamaktadırlar. Çünkü standart su boruları 25 atmosfer basınca dayanacak şekilde imal edilirler. Bunun içindir ki, NEC 1996 yılında ZON sistemine kapısını açarken, bazı hatalar yaptığını fark etmiş ve 1999 yılında yaptığı değişiklik ile, ZON sistemine göre sertifika alan aletlerin DIVISION sisteminde kullanılmasını yasaklamıştır.

İşletmelerde çalışan teknik elemanlar 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.

3.4 SINIFLANDIRMAYI 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 mal sahibinin sorumlu uzman mühendisi veya iş güveliğinden sorumlu mühendisi tehlikeli bölgeleri tanımlamak zorundadır. Zaten her iş yerinde yangınla ilgili bir risk analizi yapılmak zorunludur. ZON tanımlaması da bu kapsamda ele alınmak zorundadır. Patlama riski yangın riski ile iç içedir. Patlayıcı bölgenin daha geniş bir kısmı yangın tehlike ZON'udur. Diğer bir söz ile patlama riski olan bir yere aynı zamanda yangınla mücadele edilmesi gereken bir bölgedir.

Devlet veya kamu nerede devreye girer? İnsan sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili hususlarda kamu otoritesi devreye girer ve mal sahibini (işletmeci) bu hususlar da uyarabilir.

Rafineri doğal gaz santralı gibi "patlayıcı parlayıcı ve yanıcı" madde ile çalışan büyük tesislerin bir ZON (DİVİSİON) haritası mevcuttur. Bu gibi tesislerde çalışanlar nerelerin hangi ZON lara girdiğini bu haritaya bakarak tespit ederler. Yıllar içinde yapılan tadilatlar dolayısı ile ZON haritası da değişebilir veya değiştirme mecburiyeti doğar. Bu hallerde sorumluluk ilgili ve yetkili (konuyu bilen) teknik elemanlara düşer.

Avrupa parlamentosu 16 Kasım 1999 yılında 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 işverene (mal sahibine) bırakılmaktadır. Dolayısı ile ZON bölgelerinin tespiti, mühendislere ve mühendis odalarına (meslek kuruluşlarına) 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 tamamı "çalışanların güvenliği ile ilgili önlem alınacaktır" gibi geniş anlamlı yuvarlak laflar içermektedir. İş veren tehlikeli bölgeleri (zonları) belirlemede şeklen "hür" gibi gözüküyor ise de o kadar da serbest değildir. Bir olay olduğunda ve olaylar mahkemeye yansıyıp, hukukun karar vermesi beklendiğinde, hakimler bilir kişilerin düzenlediği raporlara göre karar vermektedirler. Bir iş yerinde ex-proof açısından risk analizi yaparken benzeri iş yerlerine bakmak ve aynı konuda analiz yapan uzmanların veya uzman kuruluşların fikrini almak ve bilgilerine başvurmak gerekmektedir. Kısaca risk analizi yapan kişinin dünyada benzeri kuruluşların neler yaptığını bilmesi ve geniş tecrübe ve bilgi birikimine sahip olması zorunludur. Avrupa ülkelerinde bu konularla ilgili meslek kuruluşlarının yayınları ve tavsiyeleri vardır. Öncelikle kimya mühendisleri odası tehlike bölgeleri hakkında talimat ve tavsiyeler yayınlamaktadırlar. Ayrıca IEC 60079-10 konu ile ilgili tavsiye ve örnekler içermektedir.

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 ayrıca bir işaret olmalıdır. İleride bahsedeceğimiz gibi ATEX, ex-korumalı aletleri kullanım ortamlarına göre kategorilere ayırmış, yani kullanılacağı ZON'ları belirlemiştir.

BENZİN ve LPG LNG gibi halka açık dolum istasyonlarının, tehlikeli bölge belirlemeleri (yukarıda bahsettiğimizin aksine) işverene bırakılmamıştır. Bu gibi halka açık yerler için özel standart ve yönetmelikler mevcuttur. Ayrıca bazı tesislerle ilgili asgari emniyet mesafeleri de verilmiştir. Bu gibi veriler değişik tüzük ve yönetmelikler içersindedir ve toplu halde bir bilgi bulmak mümkün değildir. Daha ziyade yangınla mücadele

mevzuatının içersinde yer almaktadır. Zaten exproof olayı da yangınla mücadelenin bir parçasıdır.

3.50 TEHLİKELİ BÖLGE (ZONE) TANIMLAMALARININ ÖRNEKLERLE İZAHI

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 elektrik aleti kullanma zorunluluğu yoktur ve bu doğru da olmaz. Patlayıcı ve parlayıcı maddelerle uğraşan iş yerlerini, tehlike derecelerine göre bölgelere (ZON'lara) ayırmadan önce, tehlikesiz yerlerin (ortamın) nereler olduğunu bilmekte yarara vardır. Çünkü ilk hedef, zorunlu olmadıkça, patlayıcı oluşan yerlere hiç yaklaşmamaktır. Örneğin bir benzin dolum istasyonunun yakın çevresi patlamaya maruz ise de 10-20 m ilerisinde hiçbir tehlike yoktur ve buralara yerleştirilecek aletlerde herhangi bir önlem almaya da gerek yoktur.

Parlayıcı, patlayıcı ve yanıcı maddelerin depolanması, nakli ve kullanımı ile ilgili çok çeşitli yönetmelikler mevcuttur. Bunların hemen tamamı yangınla mücadele mevzuatında (tüzük, yönetmelik, talimat gibi) yer almakta olup, içerlerinde bazen "patlayıcı ortamlarla" ilgili zon ayırımları bulunmaktadır. Zaten yazımız konusu "exproof" da yangınla mücadelenin bir parçasıdır.

Parlayıcı, patlayıcı ve yanıcı maddelerin depolanması, nakli ve dağıtımı ile ilgili uluslar arası yönetmeliklerin hemen tamamı "patlayıcı ortamlarla" ilgili zon ayrımlarına temkinli yanaşmakta ve kesin tavır koymamaktadırlar. Evvela zonların tarifi yapılmakta ve buna dikkat edilerek gerekli önlemlerin alınması istenmektedir. Örnek olarak bazı asgari mesafeler verilse dahi, ana düşünce tarifte saklı olduğu için sorumluluk tesisi dizayn edende kalmaktadır.

Zon ayrımları yapan yönetmelikler "asgari emniyet mesafesi" nden de bahsedilmektedirler. Örneğin bir benzin deposunun konutlara 50 metre mesafede olması gibi. Alınacak exproof önlemleri açısından bu asgari emniyet mesafelerinin bilinmesinde yarar vardır. Emniyet mesafeleri depoların büyüklüğüne bağlı olup verilen uzunluklar ülkeden ülkeye çok farklıdır. Aşağıda bilgi için bazı örnekler verilmektedir.

3.51 ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ

Patlayıcı ortam oluşan tesislerin (Zonların) belli uzaklığına monte edilen elektrik aygıtlarında herhangi bir önlem almaya gerek yoktur. Bu uzaklıklar EMNİYET MESAFESİ olarak adlandırılır ve tablo 3-04 de trafo ve şalt tesisleri ile ilgili emniyet mesafeleri görülmektedir. Burada verilen değerler Federal Almanya uygulamaları olup 25 yıl önce yayınlanan bir makaleden alınmıştır. Günümüzdeki geçerliliği garanti edilmemekle birlikte bir fikir vermesi bakımından faydalı olacağı kanısındayız. Ayrıca unutulmamalıdır ki emniyet mesafeleri uygulamaları ülkeden ülkeye çok farklıdır.

Tablo 3-04: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

Tablo 3-04 de verilen emniyet mesafeleri standart değildir, yani bir bağlayıcılığı yoktur. Çünkü ZON ayrımları işverenin inisiyatifine bırakılmıştır. Ancak akaryakıt dolum istasyonu gibi topluma açık yerlerle ilgili "asgari emniyet mesafeleri" standartlarca belirlenmiştir ve uyum mecburiyeti vardır. Türkiye'de geçerli olan konu ile ilgili standartlara göre belirlenen asgari emniyet mesafeleri tablo 3-05 ve tablo 3-06 da görülmektedir.

a) BENZİN İSTASYONLARI

Tablo 3-05: TS12820'ye göre halka açık akar yakıt istasyonlarında uyulması gereken ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ, (Mart 2002)				
(Ölçüler metredir)	Yer altı tankı	Pompa Dispenser	Tank havalandırma borusu	Tank dolum ağzı
İdari bina, tesis içi	4	6	6	10
Komşu arsa sınırı	10	10	10	10
Kara yolu (şehir içi)	6	6	6	10
Kara yolu (şehirler arası)	25	6	6	10
Hastane okul (arsa sınırı)	50	50	50	50
Umuma açık yerler *)	6	10	20	30
*) Otel, motel, lokanta, kafeterya, çay salonu, kuaför gibi halka açık yerler (iş yerleri)				

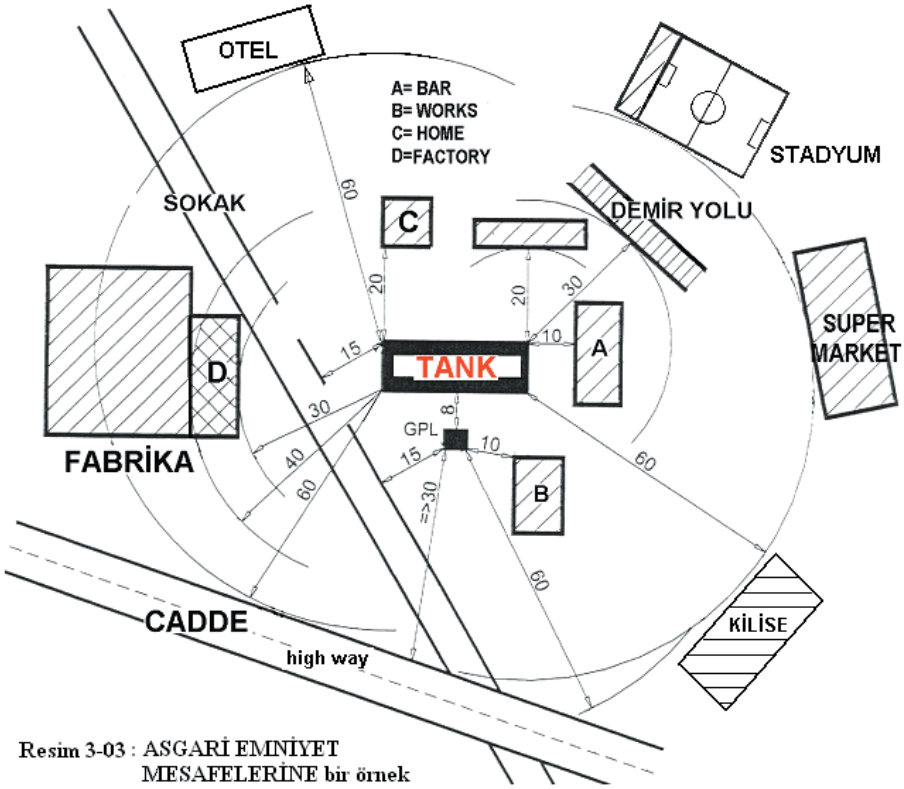
Tablo 3-06: TS12820'ye göre özel akar yakıt istasyonlarında uyulması gereken ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ Mart 2002					
(Ölçüler metredir)	Yer üstü tankı	Yer altı tankı	Pompa Dispenser	Tank havalandırma borusu	Tank dolum ağzı
İdari bina, tesis içi	15	4	6	6	10
Komşu arsa sınırı	30	10	10	10	10
Kara yolu (şehir içi) Arsa sınırı	10	6	6	6	10
Kara yolu (şehirler arası) Arsa sınırı	50	25	6	6	10
Hastane, okul	50	50	50	50	50
Umuma açık yerler *)	30	6	30	30	30
*) Otel, motel, lokanta, kafeterya, çay salonu, kuaför gibi halka açık yerler (iş yerleri)					

Elektrik tesisleri ile ilgili olarak "elektrik kuvvetli akım tesisleri yönetmeliği'ne atıf yapılıyor ise de bu yönetmelikte "patlayıcı ortamdan uzaklıkla ilgili bir veri yoktur. Kastedilen elektrik emniyet mesafeleridir. Örneğin bir benzin istasyonunun üzerinden geçen hava hattının elektrik emniyet mesafesi yeterli olmaktadır. Patlayıcı ortam nedeni ile ilaveten bir mesafe vermeye gerek yoktur. Çünkü benzin buharı yere çökmektedir. Fakat yangın anında 7 metre yukardan geçen hattın hali ne olur bilinmez. Bence benzin istasyonlarının üzerinden enerji nakil hattı geçirilmesi veya enerji nakil hatlarının altına benzin veya LPG istasyonu yapılması hiç doğru değildir.

Özel akar yakıt istasyonları ile umuma açık akar yakıt istasyonları arasında pek az fark vardır. Özel benzinliklerde yer üstü tankına da müsaade edilmektedir.

Emniyet mesafeleri TS 12663'de de verilmiştir. TS 12820 (2002), TS 12663'ü yürürlükten kaldırmamıştır her ikisi de günümüzdü geçerlidir. TS 12820 de bazı hatalar düzeltilmiş ve emniyet aralıklara daha geniş tutulmuştur. Örneği bir okuldan mesafe 50 m olarak değil okulun arsa sınırından 50 m olarak belirlenmiştir. TS 12663'e göre okul binasından 50m hesaplanması gerekirken TS 12820'ye göre okulun bahçesinden itibaren 50 m mesafe alınması ön görülmüştür. Bunların nedenleri ise yangın durumunda etrafa verilen zararın azaltılmasıdır. Patlayıcı ortam oluşması ile ilgisi yoktur. Mesafeler, yangınla mücadele sorunları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 3-07: TS12663 e göre benzin istasyonlarında uyulması gereken ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ Nisan 2000					
(ölçüler metre)	Yer üstü tankı	Yer altı tankı	Pompa Dispenser	Tank havalandırma borusu	Tank dolum ağzı
Bina	15	4	6	6	
Komşu bina	30	10	60	60	
Kara yolu (şehir içi)	15	10	6	6	
Kara yolu (şehirler arası)	50	25	6	6	
Hastane, okul	50	50	50	50	
Umuma açık yerler *)	30	10	30	30	



Resim 3-03 : ASGARİ EMNİYET MESAFELERİNE bir örnek

b) LPG DOLUM İSTASYONLARI

Akar yakıt istasyonlarında tank hacmine göre bir ayırım yok iken, LPG dolum istasyonlarının "asgari emniyet mesafeleri" LPG tankının büyüklüğüne göre değişmektedir. Ayrıca terminoloji de aynı değildir. Komşu arsa nedir, komşu iskan binası nedir belirlenmemiştir veya meçhuldür. Tablo 3-08 de TS 11939 da verilen emniyet mesafeleri görülmektedir.

Tablo 3-08: TS 11939 a göre LPG dolum istasyonlarında uyulması gereken ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ Ocak 2001

	LPG tankı, Yer altı		LPG tankı, Yer üstü		LPG, Dispenseri
Tank hacmi	3-10m^3	10-40m^3	3-10m^3	10-40m^3	
Bina	5	10	7.5	15	5
Komşu arsa sınırı	5	10	7.5	15	5
Yol, kara veya demir yolu	5	10	7.5	15	5
Önemli bina: Okul, hastane	40	40	50	50	50

Akar yakıt, LPG ve doğal gaz tanklarının meskun mahalden uzaklıkları, bina içersi veya dışı kullanımı ve saire gibi yapım ve kullanımı ile ilgili "binaların yangından koruma yönetmeliğinde" bağlayıcı şartlar mevcut olup konumuz olmadığı için detayına girilmeyecektir.

Resim 3-03'de emniyet mesafeleri ile ilgili muhtemelen bir İTALYAN uygulaması görülmektedir. Bu resimde, konuta 20 m mesafede müsaade edilebiliyor gibi gözüküyor ise de kesin karar vermek için yeterli değildir, başka uygulamalara da bakmak gerekir.

Asgari emniyet mesafeleri patlayıcı maddenin sınıfına, depo büyüklüğüne ve alınacak önlemlere göre değişmektedir. Örneğin arada koruma duvarı var ise mesafeler daha da küçülmektedir. Burada verilen değerler AI sınıfı (benzin) veya LPG için olup kesin ve detaylı bilgi için ilgili standart ve yönetmeliklere bakmak gerekir. Konumuz olmadığı için detayına girilmeyecektir. Yalnız yukarıda da bahsettiğimiz gibi konu çok değişik yönetmelik ve standartlarda yer alabilmekte olup özellikle yangınla mücadele mevzuatını iyi bilmek gerekmektedir.

3.60 TEHLİKELİ BÖLGE (ZONE) TANIMLAMALARINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

3.61 GENEL İZAHAT

ZON tanımlamaları ve bazı örnekler TS EN 60079-10 da mevcuttur. Burada verilen bilgiler tavsiye niteliğinde olsalar dahi uzmanlara bir yol göstermektedir. ZON'ların bir tanımlaması yapıldıktan sonra havalandırma ile ilgili bilgi verilmekte ve hangi hallerde cebri havalandırma ile ZON veya tehlikeli bölge seviyesinin değiştirilebileceği izah edilmektedir. Genel anlamı ile, iyi havalandırma yapılan bir yerde tehlikeli bölge seviyesi düşürülebilmektedir. Örneğin, ortamdaki gazın yoğunluğu alt patlama seviyesinin (LEL) altına düşürülebiliyor ise o ortam ZON 0 yerine ZON 1 veya ZON 2 olarak tanımlanabilmektedir. TS EN 60079-10 da tehlikeli bölge yerine kuşak tabiri kullanılmaktadır.

Her hangi bir tesisin ZON tanımlamasını yapmadan önce o tesisteki prosesi çok iyi bilmek ve kullanılan malzemeleri de çok iyi tanımak gerekir. Kullanılan malzemelerin verilerine (MSDS) bakılmalı ve tesiste birden fazla malzeme kullanılıyor ise en tehlikelisi dikkate alınmalıdır. Yapılması gerek ilk iş, kullanılan malzemenin gaz veya buharının havaya göre yoğunluğu ile alt patlama sınırı veya parlama noktasını (flash point) belirlemektedir. Bir proseste hem havaya yükselen (yoğunluğu havadan hafif olan) ve hem de dibe çöken (yoğunluğu havadan ağır olan) malzemeler aynı anda kullanılmamalı mümkün ise ayrı mekanlarda prosese tabi tutulmalıdır. Ayrıca parlama noktası 22 ^{0}C nin altında olanlar ile üstünde olanlar proses el veriyor ise ayrı mekanlarda işleme tabi tutulmalıdır. Çünkü alınacak önlemler farklı olmaktadır. Proses elvermiyor ise hem uçucu olan ve hem de dibe çöken malzeme kurallarına göre tedbir alınmalıdır.

Bundan sonra aşağıdaki sorulara cevap verilmelidir.

1) Patlayıcı gaz, toz veya buharın emisyon (yayılma) seviyesi nedir?

a) Sürekli patlayıcı gaz vardır. Patlayıcı ortam sürekli mevcuttur.

b) Patlayıcı ortam normal çalışma koşullarında mevcuttur.

c) Patlayıcı ortam, arıza, tamir bakım gibi anormal çalışma koşullarında mevcuttur ve kısa sürelidir.

2) Hangi tip açıklıklar mevcuttur? (Açıklık=Kaçak, boşalma veya sızma noktası anlamında kullanılmaktadır)

a) Sürekli açık, gaz veya buhar etrafa sürekli yayılabiliyor

b) Normal çalışma koşularında açıklık mevut. Normal çalışma icabı etrafa gaz yayılabiliyor. Çalışma olmayınca etrafa gaz yayılma durumu yok.

c) Hava geçirmez şekilde yapılmıştır. Etrafa gaz yayılması söz konusu değildir.

d) Ancak tehlike durumlarında etrafa gaz yayılabilmektedir. Açıklıklar tehlike durumlarında açılır ve ancak bu gibi durumlarda etrafa gaz veya buğu yayılabilir.

3) Havalandırma nasıldır? Çok iyi, iyi, zayıf

4) Havalandırma seviyesi nasıldır? Yüksek, orta, zayıf

HAVALANDIRMA

Havalandırma alınacak önlemler açısından çok önemlidir ve ihmal edilemez. Örneğin "nasıl olsa exproof malzeme kullanıyorum" mantığı ile havalandırmadan, diğer bir söz ile oluşan patlayıcı ortamı dışarı atıp bertaraf etmekten vazgeçilemez. Mümkün ise oluşan veya oluşma ihtimali olan patlayıcı ortamı bertaraf etmenin yolları aranmalı ve uygulanmalı dır. Örneğin nasıl olsa exproof malzeme kullanıyorum mantığı ile bir boya kabini havalandırmasız çalıştırılamaz. Mecburi olan bu havalandırmayı uygular iken biraz itinalı davranılır ise ZON tanımı daha avantajlı hale getirilebilir. Bu gibi işlemlerde hedef, tesisi (ortamı) mümkün olduğunca "temiz bölge" veya tehlikeli bölge 2 (ZON 2) olarak tanımlamaktır.

TS EN 60079-10 **boşalma kaynakları** (source of relaes) aşağıdaki gibi sınıflara ayırmaktadır.

Sürekli boşalma derecesi veren kaynaklar:

a) Sabit bir çatı tankında bulunan ve atmosfere kalıcı havalandırması olan yanıcı bir sıvının yüzeyi gibi

b) Atmosfere devamlı olarak veya uzun sürelerle açık olan yanıcı bir sıvının yüzeyi (su / yağ ayrıştırıcısı gibi)

Ana (primary) boşalma derecesi veren kaynaklar:

a) Normal çalışmada yanıcı madde yayması beklenen pompa, kompresör vana keçeleri gibi

b) Kaplarda bulunan ve normal çalışmada su tahliye edilirken atmosfere yanıcı madde yayması mümkün olan su tahliye noktaları gibi

c) Normal çalışmada atmosfere yanıcı madde yayması beklenen numune alma noktaları gibi.

d) Normal çalışmada atmosfere yanıcı madde yayması beklenen tahliye vanaları, havalandırma vanaları ve diğer açıklıklar gibi

Tali (secondary) boşalma derecesi veren kaynaklara örnekler:

a) Normal çalışmada yanıcı madde yayması beklenmeyen pompa, kompresör ve vana keçeleri gibi

b) Normal çalışmada yanıcı madde yayması beklenmeyen flanşlar, bağlantılar ve boru bağlantı parçaları gibi.

c) Normal çalışmada atmosfere yanıcı madde yayması beklenmeyen numune alma noktaları gibi.

d) Normal çalışmada atmosfere yanıcı madde yayması beklenmeyen tahliye vanaları, havalandırma vanaları ve diğer açıklıklar gibi.

AÇIKLIKLAR: Patlayıcı madde boşalması yaşanan açıklıklardır ve 60079-10 da aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır

Muhtemel boşalma kaynağı olan açıklıklar

Bölgeler (ZON) arasındaki açıklıklar muhtemel boşalma kaynağı olarak görülmelidir. Yayılmanın derecesi aşağıdaki hususlara bağlıdır:

- Bitişik bölgenin kuşak tipi
- Açılma periyotlarının sıklığı ve süresi
- Conta (keçe) ve ek yerlerinin etkinliği
- İlgili bölgeler arasındaki basınç farkı

A tipi açıklıklar: Normal şartlarda boşalma beklenen açıklıklardır. Örnek:

- Erişim veya altyapı sistemleri olan açıklıklar, örneğin duvarlardan ve yer döşemesinden geçen hava kanalları ve borular
- Odalarda ve binalarda bulunan ve sık sık veya uzun süreli olarak açılan sabit havalandırma açıklıkları ve benzeri B ve C tipindeki açıklıklar.

B Tipi açıklıklar: Normal olarak kapalı duran (otomatik kapama gibi), seyrek olarak açılan ve sıkı kapanan açıklıklar

C Tipi açıklıklar: Tip B'ye uygun olarak normal durumda kapalı duran ve seyrek olarak açılan, ilave olarak çevresi boyunca bir sızdırmazlık cihazıyla (örneğin conta) donatılmış olan açıklıklar veya bağımsız kapama cihazlarına sahip olan seri haldeki iki Tip B açıklığı,

D Tipi açıklıklar:Tip C'ye uygun olarak normal durumda kapalı duran ve sadece özel usullerle veya acil durumlarda açılabilen açıklıklar.

Tip D açıklıkları, altyapı tesislerinin geçişlerinde (örneğin hava kanalları, borular) olduğu gibi etkin şekilde sızdırmaz hale getirilir veya tehlikeli bölge bitişiğindeki bir Tip C açıklığı ile seri halde bulunan bir Tip B açıklığının birleşimi olabilir.

Açıklıklara göre ZON, tehlikeli bölge, kuşak tanımlaması tablo 3-09 da özetlenmiştir.

Tablo: 3-09: Açıklık tipine göre tehlikeli bölge (ZON, kuşak) tanımlaması

Açıklığın çıkışındaki tehlike bölgesi (kuşağı) ZON	Açıklık tipi	Boşalma kaynağı olarak kabul edilen açıklıkların boşalma derecesi
ZON 0 Bölge 0 Kuşak 0	A B C D	Sürekli (sürekli)/birinci derece (primary) Tali, secondary Yayılma yok
ZON 1 Bölge 1 Kuşak 1	A B C D	Birinci derece (primary) birinci derece (primary) / secondary, tali Tali, secondary / yayılma yok Yayılma yok
ZON 2 Bölge 2 Kuşak 2	A B C D	Tali, secondary / (yayılma yok) Yayılma yok Yayılma yok Yayılma yok
Not: Parantez içinde gösterilen boşalma dereceleri için açıklıkların çalıştırma sıklıklarına dikkat edilmelidir.		

HAVALANDIRMA DERECELERİ

TS EN 60069-10 da havalandırma ile ilgili bilgiler örnekleri ile birlikte verilmekte olup, işletmecilerden ziyade patlayıcı tesis projelendirenlerin çok işine yarayacağı kanaatindeyim. Yazımızda kullanıcıları ilgilendiren bazı hususları izah etmekle yetineceğiz.

Havalandırma derecelere ayrılarak, boşalma durumlarına göre ZON değerlendirmesi yapılmaktadır. Havalandırma derecelendirilirken, oluşan patlayıcı ortamı temizleme derecesine bakılmaktadır.

VH= Yüksek havalandırma: Sızan maddenin anında dışarı atıldığı ve patlayıcı ortam teşekkülüne imkan tanımayacak kadar iyi olan havalandırma şeklidir. Havalandırmanın hızı ile ilişkisi yoktur. Sızan veya sızma ihtimali olan maddeyi atabilme kabiliyeti ile ölçülür. Pratikte küçük ve kapalı hacimlerin havalandırmasında uygulanabilir. Ayrıca sızmanın az olduğu veya muhtemelen çok az olacağı yerlerde uygulanabilir.

VM= Orta havalandırma: Ne iyi ve ne de düşük havalandırması olan yerler orta havalandırılan bölgelerdir. Boşalmanın (sızmanın) derecesine göne ZON 1 veya ZON 2 olarak tanımlanabilirler.

VL= Düşük, zayıf havalandırma: Boşalmanın kontrol edilemediği ve patlayıcı ortam oluşmasının önlenemediği havalandır şeklidir. Havalandırma olmayan tüneller bu gruba girer. Hava girişine engel konulmamış acık hava tesisleri bu gruba girmez.

Havlandırma ve boşalma derecesine göre tablo 3-10'daki gibi bir tehlikeli bölge değerlendirmesi yapılabilir.

Tablo 3-10: Havalandırma derecesine göre tehlikeli bölge (ZON, kuşak) tanımlaması

	HAVALANDIRMA DERECESİ						
Boşalma derecesi	YÜKSEK			ORTA			DÜŞÜK
	iyi	orta	kötü	iyi	orta	kötü	İyi, orta veya kötü
Sürekli	(ZON 0 NE) Tehlikesiz a)	(ZON 0 NE) ZON 2 a)	(ZON 0 NE) ZON 1 a)	ZON 0	ZON 0 + ZON 1	ZON 0 + ZON 1	ZON 0
Ana Primary	(ZON 1 NE) Tehlikesiz a)	(ZON 1 NE) ZON 2 a)	(ZON 1 NE) ZON 2 a)	ZON 1	ZON 1 + ZON 2	ZON 1 + ZON 2	ZON 1 veya ZON 0 c)
Tali b) Secondary	(ZON 2 NE) Tehlikesiz a)	(ZON 2 NE) Tehlikesiz a)	ZON 2	ZON 2	ZON 2	ZON 2	ZON 1 veya ZON 0 c)

Not: "+" etrafında anlamına gelmektedir

a) ZON 0 NE, ZON 1 NE, ZON 2 NE: Normal şartlarda ihmal edilebilir yayılma sınırına sahip teorik ZON ları, (kuşakları) gösterir

b) Tali boşalma tarafında oluşturulan ZON 2 bölgesi ana veya sürekli boşalma derecelerine atfedilebilecek olanı aşabilir. Bu durumda daha büyük olan mesafe kullanılmalıdır.

c) Eğer pratikte havalandırma çok zayıf ve yayılma sürekli gaz ortamı oluşacak şekilde ise (havalandırma yok durumuna yaklaşık ise) ZON 0 kullanılır

Burada dikkati çeken husus, kesin bir veriye ulaşmanın TS EN 60079-10 yardımı ile mümkün olmadığıdır. Havalandırma şöyle olursa ve boşalma (sızma) şu kadar olursa gibi ideal değerlerden söz edilmektedir. Tehlikeli bölge (kuşak veya ZON) tanımlaması tamamen ilgili uzmana bırakılmaktadır. Buradan çıkan sonuç: Her iş yeri kendi şartlarına göre kendi tanımlamasını kendisi yapmak zorundadır.

TS EN 60079-10 resim 3-04-a) da bir pompa örneği verilmekte ve burada yatayda 3 metre, dikeyde de 1 metre mesafeden bahsedilmektedir. Yerine göre bu mesafeler dikeyde 30-50 cm yatayda da 1-3 m olabilir.

Örnek: Akaryakıt pompası:

Havalandırma tipi: tabi, pompa odasının genel havalandırması iyi

Pompa çukurunun havalandırması düşük, zayıf

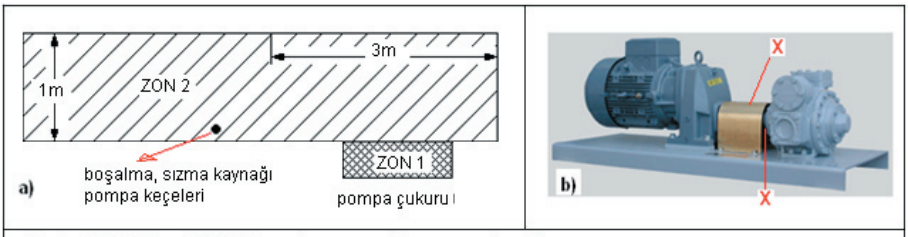
Boşalma kaynağı: pompa keçeleri

Pompalanan malzeme: akar yakıt

Parlama noktası (flash point): proses (çalışma) ve ortam sıcaklığının üstünde

Buhar yoğunluğu: havadan ağır

Böyle bir yerde resim 3-04-a) deki gibi bir tanımlama yapılabilir. Buhar yoğunluğu havadan ağır olduğuna göre pompa çukuru tehlikeli olabilir. Resimde de bu çukur Zon 1 olarak tarif edilmiştir. Her pompanın çukuru olmayabilir.

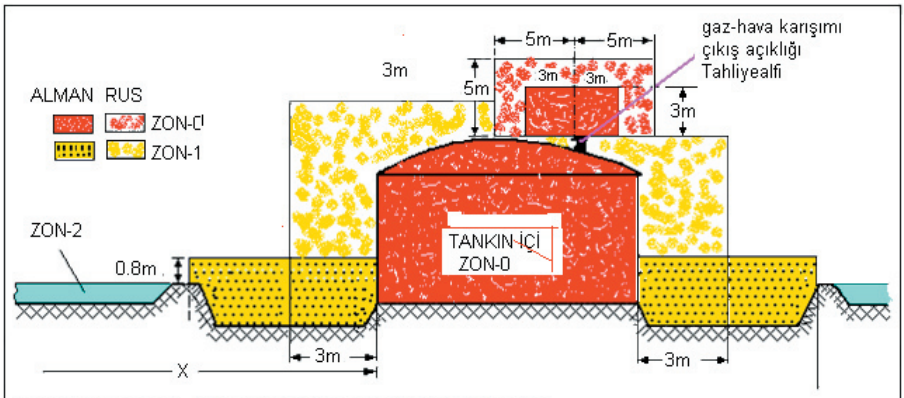


Resim 3-04: Genel ZON tanımlamasına bir pompa örneği

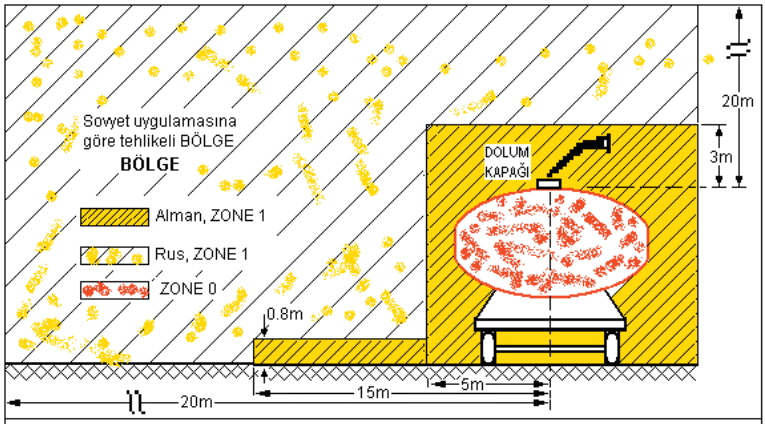
Resim 3-04-b) de gerçek bir pompanın resmi görülmektedir. Resimde X ile işaretli noktalar pompa keçelerinin bulunduğu muhtemel kaçak noktalarıdır. Buna göre X işaretli noktaların yatayda 3 metre ve dikeyde de 1 metre etrafları tehlikeli bölge 2 olarak tanımlanabilir. Unutmayınız bu tanımlamalar pompa odasının havalandırmasına bağlıdır. Elektrik motoru ve pompa bölge 2 de bulunduklarına göre exproof kategori 3 seviyesinde korunmuş olmak zorundadırlar. Yeni uygulamalara göre "patlama koruma seviyesi" EPL Gc olmalıdır. EPL Ga veya Gb olmalarının da bir mahsuru yoktur. Daha yüksek seviyede korunmuş olurlar.

3.62 ÖRNEKLER ve UYGULAMA FARKLARI

Resim 3-05 ve 3-06 da iki ayrı tesisin tehlikeli kabul edilen mesafeleri görülmektedir. Resim 3-05 deki bir tank örneğidir. Bu tankın tepesinde emniyet için bir tahliye veya blöf valfı bulunmaktadır. Alman uygulamasına göre bu valfın 3 m etrafı birinci derecede (Zon 0) tehlikeli kabul edilirken Rus uygulamasına göre ise bu mesafe 5 metre olarak alınmaktadır.



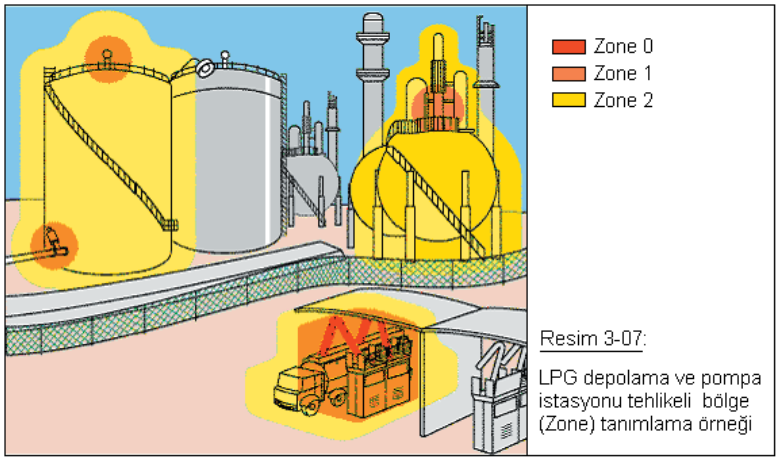
Resim 3-05: Bir benzin tankının tehlikeli kabul edilen bölgeleri



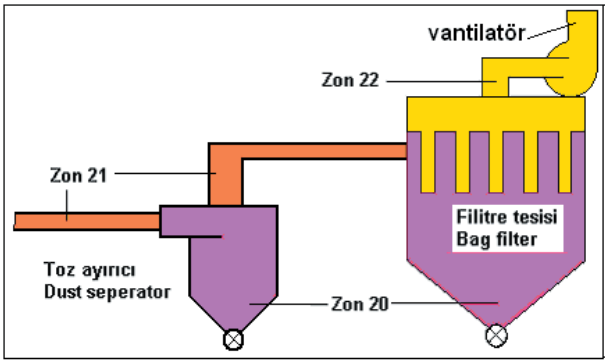
Resim 3-06: Bir tankerin tehlikeli kabul edilen bölgeleri

Resim 3-06 da bir dolum tankeri veya dolum istasyonu görülmektedir. Örneğin benzin doldurma boşaltma 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 mesafeler ülkeden ülkeye farklılık arz ettiği gibi, patlayıcı maddenin sınıfına, tahliye valfının yapısına, tankın yapısına, alınan önlemleri (aralara konulan duvar ve tankın içine konulan "inert" gazı gibi) göre de değişmektedir.

Resim 3-07 de bir "LPG depolama, doldurma, boşaltma ve dağıtım istasyonu"nun resmi görülmekte olup tehlikeli kabul edilen bölgeler renk kotları ile belirlenmiştir. Metre cinsinden kesin boyutlar verilmemiştir. Çünkü boyutlandırma yukarda bahsettiğimiz nedenlerle çok farklı olabilmektedir. Dolum veya boşaltım hortum veya borularının içi Zon 0 olarak tanımlanmıştır. Tankerin etrafı ile tesisteki venaların etrafı da tehlike bölgesi 1 olarak alınmış ve daha sonraki bölgeler de zon 2 olarak mütalaa edilmişlerdir.



Resim 3-07:
LPG depolama ve pompa istasyonu tehlikeli bölge (Zone) tanımlama örneği



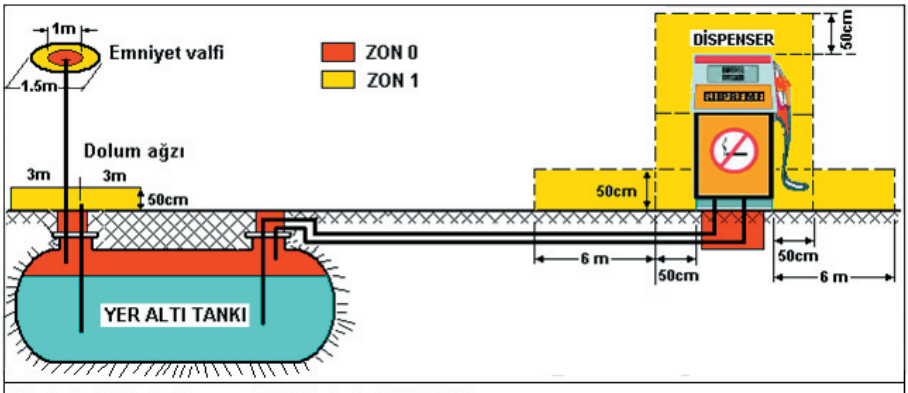
Resim 3-08:

Bir yanıcı TOZ FİLİTRE TESİSİ tehlikeli bölge (Zone) tanımlama örneği

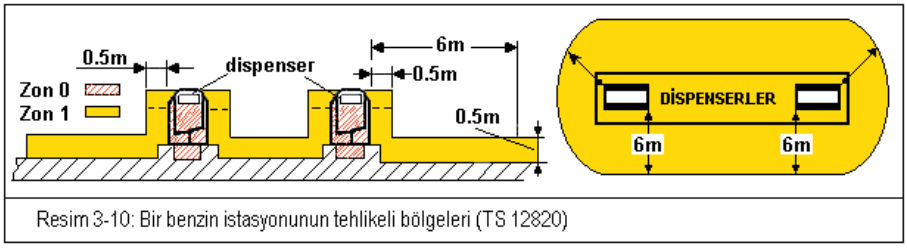
Resim 3-08 de bir patlayıcı toz tesisinin resmi ve tehlikeli kabul edilen bölgeleri görülmekte olup, aynı şekilde kesin boyutlar verilmemiştir. Bu mesafeler tozun ve işleme tesisinin türüne göre değişmektedir. Tozun bulunduğu bölge zon 20 olanak tanımlanırken toz emiş boruları zon 21 olarak kabul edilmişlerdir. Tozun temizlenip dışarı atıldığı siklon tesisi ise zon 22 olarak alınmaktadır. Bu toz örneğinde vantilatör yok ise, yani havalandırma kötü ise Zon 22 olarak alınan bölgenin Zon 21 olarak alınması gerekebilir. Ayrıca vantilatör yok fakat toz algılama sensoru var ise yine bölge (zon) 22 olarak alınabilmektedir.

3.63 BENZİN İSTASYONLARI

Benzin istasyonlarının tehlikeli bölgeleri TS12820'de tanımlanmış olup, resim 3-09 ve 3-10 de özetlenmiştir. Benzin tankının içi ile dispenser etrafındaki çukurluklar (var ise) ZON 0 olarak kabul edilirken dispenserin yerden 50cm yüksekliği ile 6 m etrafı ZON 1 olarak tanımlanmıştır. Resimde görüldüğü gibi, dolum ağzındaki çukurluklar ve blöf vanasının etrafında 1 metre çaplı küre içi ZON 0 olarak tanımlanırken, 1.5 m yari çaplı küre içi ise Zon 1olarak alınmıştır. Deposu yer üstünde bulunan benzin istasyonu olmadığından yer üstü tankına ait bir örnek verilmemiştir.



Resim 3-09: Benzin istasyonu tehlikeli bölgeleri (TS 12820)



Resim 3-10: Bir benzin istasyonunun tehlikeli bölgeleri (TS 12820)

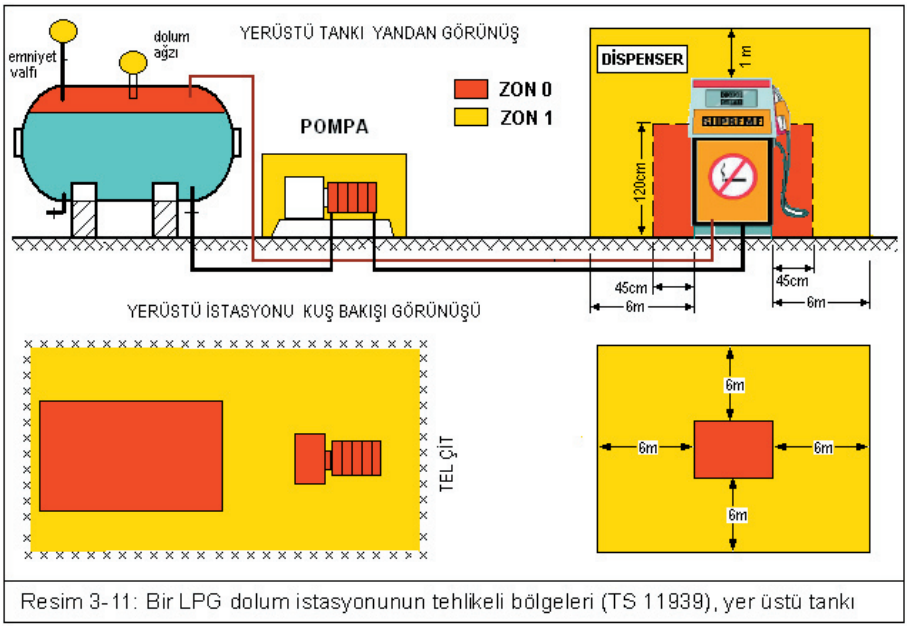
TS 12820 2006 yılında değiştirilmiş ve Sanayi Bakanlığınca mecburi standart olarak 24.04.2007 tarihinde 26527 nolu resmi gazetede yayınlanmıştır. Yayın tarihinden çok daha önce ATEX ile ilgili yönetmelik geçerli olduğu halde söz konusu standartta ATEX'e atıf yapılmamış, fakat ATEX kapsamındaki IEC 60079 serisi standartlara atıf yapılmış ve hatta tehlikeli bölge tanımlarının IEC 60079-10'a uygun olarak tanımlanacağından dahi söz edilir iken ATEX den ve ATEX e uyumlu sertifika ve saire gibi detaydan söz edilmemiştir.

Brüksel'de ATEX ile ilgili soruları cevaplandıran ATEX daimi komitesi (ATEX standing commitee) mevcuttur. Bu komite, Avrupa ülkelerinin farklı uygulamalarını önlemek için kritik konuları görüşerek karara bağlar ve aldığı kararları da AB ülkelerine ve tüm ATEX notified body'lerine bildirir. 2003 yılının başlarında petrol ve LPG gibi akaryakıt pompa istasyonlarının durumu görüşülmüş ve 7. Şubat 2003 de karara bağlanmıştır. Buna göre akaryakıt pompa tertibatları kategori 1 olarak kabul edilecek ve bir NOTİFİED BODY'nin sertifika vermesi ve kalite denetimi yapması istenecektir. Bu durumda Türkiye'de nasıl oluyor da TS 12820, 2006 yılında yeniden düzenlenirken Avrupa standart ve uygulamaları değil de Amerikan standardı esas alınıyor bilemiyoruz. Belki tarafımızdan bilinmeyen bazı hususlar olabilir.

TS 12820'nin son sürümünde asgari emniyet mesafeleri ve yapılara uzaklıklar tamamen değiştirilmiştir. Tablo 3-05 ve tablo 3-06'da görülen mesafeler artık geçerli değildir. Örneğin okul ve hastane gibi umuma açık yerlere olan 50-60 metrelik mesafeler buhar olmuştur. Bu gibi tesislerden söz edilmemektedir. Nerede ise okula bitişik benzin istasyonu yapabilmek mümkündür. Tehlikeli bölge tanımlamaları (ZONE) aynı kalmış ve hiçbir değişikliğe gidilmemiştir. Her ne kadar IEC 60079-10 dan bahsediliyor ise de tehlikeli bölge tanımlamaları standart içersindeki çizelge 3 de eksiksiz yapılmıştır. Örnek olarak verilen şekil 2 deki tehlike bölge tanımlaması çizelge 3 ile çelişmektedir. Uzak dolum noktasının 3 metre etrafı tehlike bölgesi 1 alınır iken aynı mesafe çizelge 3'de 6 metre olarak verilmektedir. Eğer şekil 2 deke tesisten başka bir şey kastediliyor ise neden mesafe 6 metre değil de 3m dir?

Tankerden depoya akaryakıt boşaltma esnasındaki tehlike bölgeleri de sıkı doldurma bağlantısında 1.5 metre alınırken, gevşek doldurma bağlantısında 3 metre olarak alınmaktadır. Tankın dolum ağzı ve tahliye borusu ağzının etrafı da tehlikeli bölge olarak

tanımlanmıştır. Önceki sürümde akaryakıt doldurulan depoya katodik koruma istenmez iken yeni sürümde katodik koruma şark koşulmaktadır. Ayrıca eğer 3 m^3 den büyük çukurluklar var ise dedektör konulması ve akaryakıt buharı alt patlama sınırını (LEL) %25 aştığında alarm vermesi istenmektedir. Akaryakıt buharı, örneğin benzin buharı, ölçen dedektör tarafımdan hiçbir yerde görülmemiştir. Muhtemelen "katalitik yanma" prensibine göre çalışan sensörler ile ölçülebilir. Çünkü katalitik yanma prensibine göre çalışan detektörler her nevi yanıcı gaz veya buharı ölçebilmektedirler.



Resim 3-11: Bir LPG dolum istasyonunun tehlikeli bölgeleri (TS 11939), yer üstü tankı

3.64 LPG DOLUM İSTASYONLARI

LPG istasyonları ile ilgili kurallar TS11939'da verilmiş olup, bu standart Amerikan NFPA /ANSI 58-1998 den yararlanılarak hazırlanmıştır. ATEX yönetmelikleri yürürlükte olmasına rağmen hiç kimsenin aklına Direktif 94/9 ve 99/9 gelmemektedir. Muhtemelen sertifika alamayan yerli sanayi korumak için görmemezlikten gelinmektedir. LPG tanlarının emniyet mesafelerinden bahsetmiş idik. Deponun katodik koruma altına alınması istendiği gibi, alarm tertibatı ve gaz detektörü de istenmektedir. LPG dispenseri yanına yere yakın 10-20 cm yükseklikte gaz algılayıcı kurulması ve tehlike anlarında alarm vermesi ve aynı anda elektriği de kesmesi istenmektedir. İstasyonun belli yerlerine acil stop butonları konulması şarttır. Konumuz olmadığı için yangın güvenliğinden söz edilmeyecektir.

LPG istasyonları ile benzin istasyonları yan yana kurulabilir mi? Bizce bunların teknik olarak yan yana olmaları doğru değildir. Bu konuda bir kısıtlama olup olmadığı tarafı-

mızdan bilinmemekle beraber, çoğu uygulamanın tamamen ayrı istasyonlar şeklinde olduğu görülmektedir. LPG istasyonlarında topraklama benzin istasyonlarından çok daha önemlidir. Araçlar topraklamadan gaz aktarılması yasaktır. Ne var ki çoğu pompacı topraklamaya önem vermemekte, yüksek dirençli toprak hattı ve kablo bağlantıları yarı kopuk ve gevşek topraklama maşaları ile çalışmakta veya aracı hiç topraklamadan pompalamaya devam etmektedir.

LPG istasyonları exproof yönünden düzgün tesis ediliyor mu? Çoğu meslektaşımız Amerikan condiut sistemine alışık olduklardı için, montajların hatalı olduğunu zannetmektedir. Bu gibi tesislerin genelinde hata yoktur, çünkü bir standarda uygun olarak tesis edilmek zorundadırlar. Hata, kablo bağlantısı, rekor veya condiut ise nipel, durdurucu ve uygun boru ve esnek spiral kullanımı gibi ince detaylarda görülmektedir. Bu gibi hataları anlamak için de konuyu çok iyi bilmek ve tecrübeli olmak gerekmektedir.

Araç LPG dolum tesislerinin tehlikeli bölge tanımları TS 11939 da izah edilmekte olup, resim 3-11 de resmedilmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

DİSPENSER:

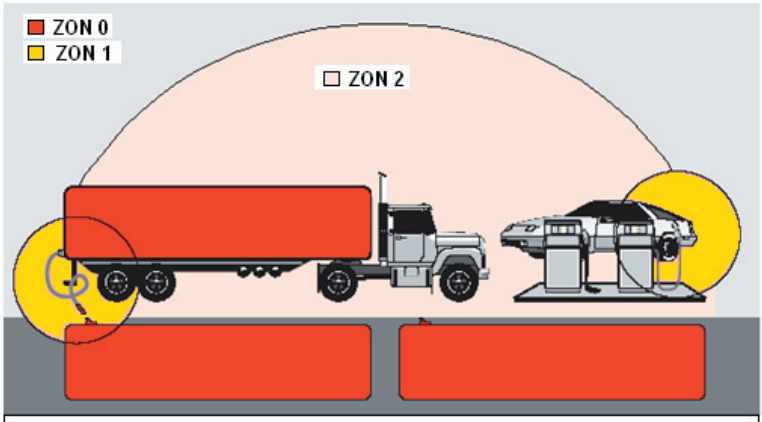
Dispenserin içi ile yatayda 45 cm ve dikeyde de 120 cm etrafı ZON 0 olarak kabul edilir iken; yatayda 6 metre etrafı ile tepesinden 1 metre yüksekliği ZON 1 olarak kabul edilmektedir. Burada Zon 0 ve Zon 1 tariflerinde bir karışıklık var gibi gözükmektedir. Zon 0 olarak tarif edilen bölge Zon 1 ve Zon 1 olarak tarif edilen bölge de Zon 2 olmalıdır. Aksi halde dispenserin 45 cm yakınında hiçbir elektrik aleti yerleştirilemez. Oysa dispenserin hemen üzerinde aydınlatma ve elektrikli sayıcılar mevcuttur. Ayrıca yabanca uygulamalarda da dispenser etrafı Zon 1 olarak kabul edilmektedir.

TANK:

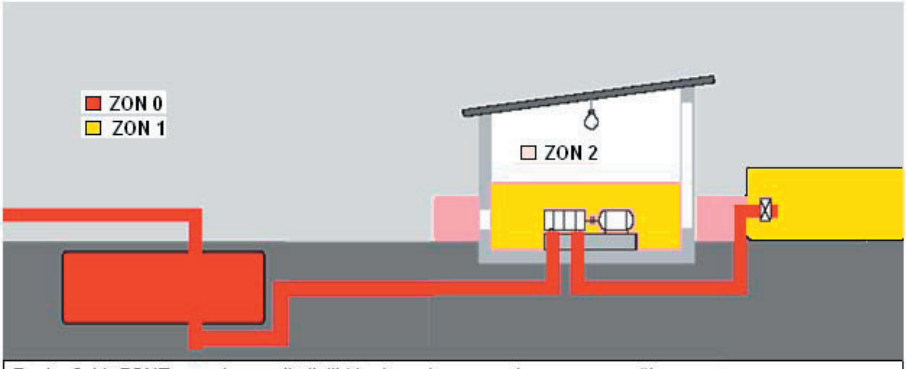
Tankın içi ZON 0 olarak izah edilirken, üzerindeki dolum ağzı ile emniyet valfı etrafı ZON 1 olarak kabul edilmekte fakat herhangi bir ölçü verilmemektedir. Yerine göre 1 metre alınmasında bir sakınca yoktur. Yer altı veya yer üstü tanklarının hemen yanında bir de pompa bulunmaktadır. LPG bağlantıları bu motor üzerinden geçmektedir ve bağlantı noktalarında sıvı LPG nin sızma ihtimali vardır. Bu nedenle LPG pompası tehlikeli bölge 1 (zon 1) dedir ve exproof olmak zorundadır. Pompa ve tankın etrafı tel çit ile çevrilmektedir. TS 11939'da her hangi bir açıklama yok ise de tel çit içersi tehlike bölgesi zon 1 veya zon 2 olarak tanımlanmalıdır. Tel çit içersinde elektrik motorundan başka katodik koruma tertibatı bulunmaktadır. Motor yol vericisi tel çitin dışında temiz bir bölgededir. Katodik korumanın exproof olması gerekirken hiçbir tesiste exproof katodik koruma uygulanma maktadır. Ayrıca katodik koruma exproof dokümanlarında sıkca bahsedilen bir tehlike kaynağıdır ve exproof tesislerde zorunlu olmadıkça istenmemektedir. LPG tanklarında uygulanan galvanik katodik korumanın gerilimi 1,5-3.0 volt gibi gerilim açısında düşük bir değerdir ve tehlikesiz olarak da kabul edilebilir gibi gözükmekte ise de bazı hallerde akımın 10 Amperi aştığı da görülmektedir.

3.65 DEĞİŞİK ÖRNEKLER

Aşağıda muhtelif zon ayrımı örnekleri bir fikir vermesi için alınmış olup, bunların hiç birinin benzin ve LPG istasyonlarında olduğu gibi kesin ve bağlayıcı yanı yoktur. Ülkeden ülkeye, kullanılan maddeden maddeye ve hatta firmadan firmaya değişebilmektedir.



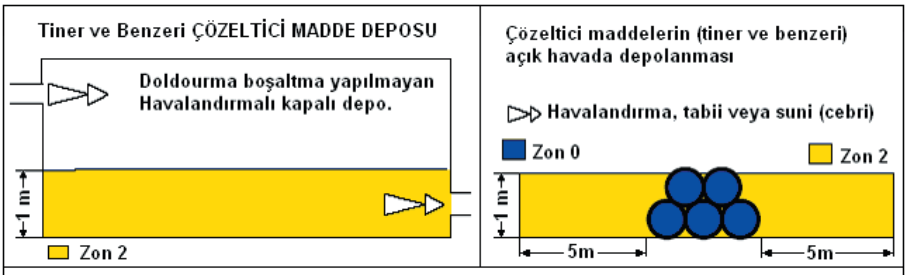
Resim 3-13: ZONE tanımlaması ile ilgili bir akaryakıt dolum istasyonu örneği



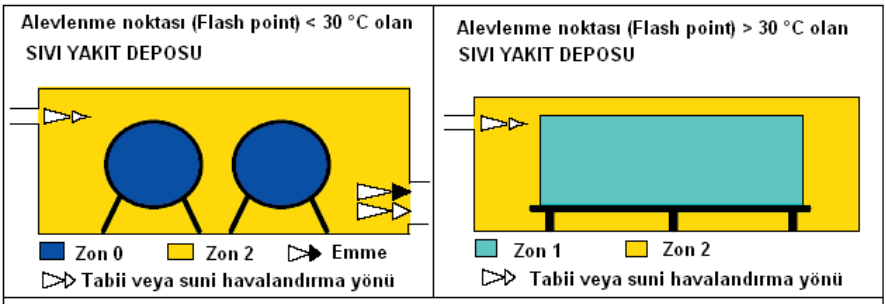
Resim 3-14: ZONE tanımlaması ile ilgili bir akaryakıt pompa istasyonu örneği

Resim 3-13 verilen tanker ve dolum örneğinde, tankerin doldurma yaptığı noktada 1 metre çaplı bir hacim tehlike bölgesi 1 olarak kabul edilirken tankerin etrafı bölge 2 0larak alınmaktadır. Bunun pratik anlamı, tanker ile boşaltma yapılan yerin yakın civarında elektrikli alet bulundurulmaması ve tankerin statik elektriklenmeye karşı topraklanmasıdır. Resim 3-14 de bir akaryakıt pompa istasyonu örneği verilmiştir. Pompanın bulunduğu odanın belli bir seviyesi zon 1 olarak alınırken üst seviyesi zon 2 olarak alınmaktadır. Buradaki mesafeler pampa odasının havalandırma şekline ve pompalanan maddenin uçuculuğuna bağlıdır. Büyük akaryakıt depolama tesislerinde bu gibi ara pompalara sıkça rastlanmaktadır.

Aşağıda parlayıcı ve patlayıcı madde depolamaları ile ilgili bazı örnekler verilmektedir. Buradaki veriler tamamen tavsiye niteliğindedir. Gerçek uygulama deponun havalandırmasına ve yapısına göre değişebilir. Kesin karar tehlikeli bölge tanımlaması yapan uzmana ait olmakla birlikte uygulamada pek farklılık yaşanmaz. Bu gibi görüşlere uluslar arası düzeyde uyulmaktadır. Basit gibi görülen bu gibi depolarda bazı emniyet kurallarına dikkat etmemek felaketle sonuçlanabilir.



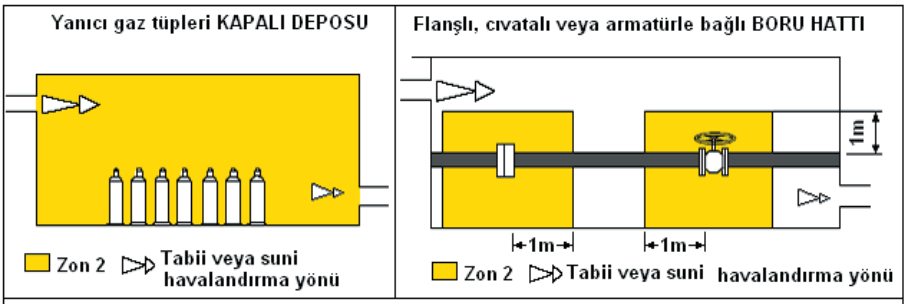
Resim 3-15: Tiner ve benzeri çözelti depolama örneği



Resim 3-16: Sıvı yakıt depoları tehlikeli bölge (ZONE) örnekleri

Burada havalandırma IEC 60069-10 da izah edildiği gibi, patlayıcı ortam oluşmasını önleyecek düzeyde olmalı, çıkan buhar dışarı atılmalıdır. Ayrıca havalandırmanın şekline dikkat edilmelidir. Tiner buharı alta çöktüğü için havalandırma üstten alta doğru yapılmaktadır. Böyle bir deponun üstünde baca gibi bir açıklık olmasının teknik anlamda faydası yoktur. Tiner veya benzeri madde kapalı damacana veya kutularda olmalarına rağmen deponun yerden1 m yüksekliği tehlikeli bölge 2 olarak kabul edilmektedir Aynı madde açık havada depolanır ise 5 metre çapında ve yerden 1 metre yükseklikteki bir alan tehlikeli bölge 2 olarak kabul edilmektedir.

Resim 3-17 de bir LPG tüp depolama örneği ile vana örnekleri görülmektedir. Gaz tüpleri kapalı depoda iseler deponun tamamı zon 2 olarak kabul edilmektedir. Tabii ki deponun havalandırması olmalıdır. Havalandırması bulunmayan yerlere tüp konulmaz. En doğrusu tüp dağıtıcılarında görüldüğü bu gibi LPG tüplerinin açık havada depolanmasıdır.



Resim 3-17: Tüp depolama yeri tehlikeli bölgeleri ile vana ve ek yeri etrafı ZONE tanımları

Gaz veya akaryakıt boru eki veya vanalarının 1 m etrafı tehlikeli bölge 2 olarak kabul edilmektedir. Borular kapalı odalardan geçiyorlar ise uygun havalandırması olmak zorundadır. Bu örneğe çok sık rastlanmakta ve bazı hallerde vananın 1 metre etrafı bölge 1 olarak da kabul edilmektedir. Bu karar iş yerinin veya değerlendirmeyi yapan uzmanın borudaki maddeyi ve işletmedeki çalışma yoğunluğunu dikkate alarak verilmesi gerekir. Bölge 1 de kullanılan aletler daha pahallıdır ve çok daha itinalı çalışılması gerekmektedir.

Patlayıcı maddenin dibe çöktüğü ortamlarda sıkça rastlanan bir hata da tavandaki aydınlatma armatürlerinin exproof seçilmiş olmasıdır. Halbuki tehlikeli bölge analizinde tavan temiz bölge olarak gözükmektedir. Örneğin tiner ve boya maddesi depolayan bir ambarda aydınlatma anahtarlarının exproof olması normal iken, tavandaki armatürün exproof olması biraz lüks gözükmektedir. Yalnız bazı depolarda raflar halinde tavana kadar istifleme yapılmaktadır. Bu gibi yerlerde tavandaki armatürün exproof olması normaldir. Ayrıca depolanan patlayıcı madde basınç altında ise ve herhangi bir neden ile delinir veya vanasına dokunulduğunda patlayıcı maddenin tavana kadar fışkırma ihtimali var ise, bu durumda tehlikeli bölge kapsama çok daha geniştir ve ister istemez deponun tavanındaki aydınlatma armatürlerinin exproof olması gerekir. Depoda basınç altında yanıcı parlayıcı ve patlayıcı madde var ise tehlikeli bölge analizi farklı olur ve yukarıdaki resimlerdeki gibi yerden 1 metre mesafenin tehlikeli bölge olarak alınması yanlıştır. Bu gibi durumlarda depolamanın açık havada yapılması tavsiye edilir. Kapalı mekanda ise deponun tamamı tehlike bölgesi 1 veya 2 olarak alınır. 1 ve 2 arası karar havalandırmaya ve havalandırmanın hızına bağlıdır. Her ne kadar IEC 60079-10 ince hesaplar ön görüyor ise de hiçbir uzman fazla ince eleyip sık dokumaz, emniyetli tarafta kalmak adına basınçlı tüp depolanan bir depoyu komple zone 1 olarak alır. Resim 3-17 deki gibi zon 2 almayabilir.

3.7 PATLAMA SICAKLIĞI, ISI ve GAZ GRUPLARI

Patlayıcı gazlar bir kıvılcım ile patlayabildikleri gibi, ortamdaki aletlerin yüzey sıcaklıklarından da ateş alabilirler (statik 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 3-11 de ülkelerin geçmişte kullandıkları ısı grupları görülmekte olup, günümüzde bütün ülkeler IEC etrafında birleşmiştir. Geçmişte kullanılan bu ısı gruplarını da bilmekte yarar vardır. Çünkü bir çok tesiste 30-40 belki de daha eski aletler kullanılmaktadır. Tablodaki BRD (Bundes Republik Duetschlanad) Federal Almanya ve CCCP de eski Sovyetler Birliği ve yine USA (United State of America) Amerika Birleşik Devletleri anlamına gelmektedirler. Günümüzde halen bu ülkeler kimya sanayisinde önder ülkelerdir ve patlayıcı ortamlar ile yoğun çalışmaları ve yine kendilerine öz geliştirdikleri teknolojileri mevcuttur.

TABLO 3-11: 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							

Tablo 3-12: NEC, IEC ve EN ye göre kabul gören ısı grupları TARİFLER, 2005

ISI GRUBU IEC ve EN	Aletin maksimum yüzey sıcaklığı	Patlayıcı ortamın Patlama sıcaklığı	ISI GRUBU NEC	
T1	450 °C	>450°C	T1	450 °C
T2	300 °C	>300 <450 °C	T2	300 °C
			T2A	280 °C
			T2B	260 °C
			T2C	230 °C
			T2D	215 °C
T3	200 °C	>200 <300 °C	T3	200 °C
			T3A	180 °C
			T3B	165 °C
			T3C	160 °C
T4	135 °C	>135 <200 °C	T4	135 °C
	120 °C		T4A	120 °C
T5	100 °C	>100 <135 °C	T5	100 °C
T6	85 °C	> 85 <100 °C	T6	85 °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 çok eski uygulamalı farklıdır ve tablo 3-11 de görülmektedir. Yeni ısı sınıflandırmaları ve uluslararası kabul ile NEC'in son uygulaması tablo 3-12 de verilmiştir.

Isı gruplarının aletlerin çalışabildikleri ortam sıcaklığı ile ilişkisi yoktur. Bu ısı değerleri aygıtların maksimum yüzey sıcaklıklarıdır. Aşıldığında ortam tehlikeye girer demektir. Bunun için gerekiyorsa önlem alınır, soğutma veya geniş yüzeyli alet seçimi gibi. Tablo 3-11 de eski değer ve görüşler de verilmiştir. Çünkü işletmelerde eski ekipmanlar da halen faal halde bulunmaktadır.

a) GAZLARIN ISI GRUPLARINA GÖRE DAĞILIMI

Bilinen gaz ve buharların ısı grupları tablo 3-13 de verilmiştir. Bu konuda meslek kuruluşlarının detaylı verileri mevcuttur. Buradaki bir örnek olarak alınmıştır.

Tablo 3-13: Önemli gazlar ve ısı grupları

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	Metan					
IIA	Aseton Etanlar Etil aseton Amonyaklar Benzol Asetik asit Karbon monoksit Metanol Propanlar Toluenler	Etil alkol I-amil asetatlar n-bütanlar n-bütil alkol	Petrol Mazot Uçak benzini Foil oil n-heksanlar	Aset aldehitler Etil eter		
IIB	Şehir gazı	Etilen				
IIC	Hidrojen	Asetilen				Karbon-di sülfit

BAZI ÜLKELERİN GAZ GRUPLARI ve KARŞILAŞTIRILMASI

Bazı ülkelerin eski uygulamaları tablo 3-14 de özetlenmiştir.

Tablo 3-14: Gaz grupları karşılaştırma tablosu

IEC CENELEC AVUSTURALYA	İNGİLTERE BS4683	ALMANYA & JAPONYA VDEO171 RIIS-TR-TR-79-1	U.S.A. NEC (national electric code)	Temsil eden örnek gaz			
II	IIA	II	IIA	1		D	Propan
	IIB		IIB	2		C	Etilen
	IIB		IIC	3n	3a	B	Hidrojen
	IIB				3b	None	Karbon Disulfid
	IIB				3c	A	Acetylene

IEC= uluslararası elektroteknik komisyonu
CENELEC= Avrupa norm kuruluşu, Avrupa normu
U.S.A.= ABD

Burada eski gaz gruplarına özelikle yer verilmiştir. Örneğin VDE0171 bu gün geçerli değil ise de çalışan tesislerde bu standarda göre sertifika almış aletler mevcut olabilir.

b) SIVI YAKITLARIN PARLAMA NOKTALARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI, FLASH POINT

Yanıcı sıvılar (Otomobil yakıtları gibi) parlama (flash point) ve kaynama (boiling point) noktalarına göre sınıflara ayrılmıştır. Parlama noktası: verilen sıcaklıkta ve normal atmosfer basıncında yanıcı sıvı yüzeyinin patlayıcı buhar ürettiği anlamına gelir. Tablo 3-15 de NFPA 30'a göre yapılan ve uluslar arası geçerli olan sınıflandırma görülmektedir. Burada tehlikeli olan Flash point'i düşük olanlardır. Özellikle normal yaşam sıcaklığının (+20 ^{0}C) altında olan akaryakıtlar çok daha tehlikelidir. Aslında LPG ve LNG gibi sıvı gazlarda da parlama noktasından (flash point) söz edilebilir. Bazı kaynaklar bu gibi normal sıcaklığın altında basınçla sıkıştırılarak sıvılaştırılmış gazlar için de parlama noktası değer vermektedirler.

Tablo 3-15: TS 12820 ve NFPA 30'a göre SIVI YAKIT SINIFLARI

Tehlike sınıfı	Parlama noktası (Flaş point), F	Kaynama noktası (Boiling point), B	ÖRNEK
I A	F<22.8 °C (73 °F)	B<37.8 °C (100 °F)	Di-etil eter, etilen oksitler
I B	F<22.8 °C (73)	B>37.8 °C (100 °F)	Otomobil ve uçak benzinleri Toluenler, Laquer tineri
I C	F>22.8 °C (73)	B<37.8°C (100 °F)	Ksilenler, bazı boyalar Çimento bazlı bazı solventler
II	37.8°C>F<60 °C 100 °F>F<140 °F		Mazot (diesel yakıtı) Boya tineri
III A	60 °C >F<93 °C 140 °F >F<200 °F		Kalorifer yakıtları (fuel oil)
III B	F>93 °C (>200 °F		Sıvı mutfak yağları, motor yağları, makine yağları

BAZI ÜLKELERİN ISI GRUPLAMALARI ve KARŞILAŞTIRILMASI tablo 3-16 da özetlenmiştir.

Tablo 3-16: Isı grupları ve karşılaştırılması

IEC/CENELEC (EN) AVUSTURALYA		JAPONYA (RIIS - TR - 79 - 1)		U.S.A. (ABD) (NEC 1984)		MİNİMUM ATEŞLEME SICAKLIĞI
Sınıf	Maksimum Yüzey ısısı	Sınıf	Maksimum Yüzey ısısı	Sınıf	Maksimum Yüzey ısısı	
T1	450 °C	G1	360 °C	T1	450°C	450°C
T2	300 °C	G2	240 °C	T2 T2A T2B T2C 2TD	300 °C 280 °C 260 °C 230 °C 215	300 °C 280 °C 260 °C 230°C 215 °C
T3	200 °C	G3	160 °C	T3 T3A T3B T3C	200 °C 180 °C 165 °C 160	200 °C 180 °C 165 °C 160 °C
T4	135 °C	G4	110 °C	T4 T4A	135 °C 120 °C	135 °C 120 °C
T5	100 °C	G5	80 °C	T5	100 °C	100 °C
T6	85 °C	G6	70°C	T6	85°C	85 °C

3.8 YENİ GAZ, TOZ ve ISI GRUPLARI 2010 itibarı ile

ABD ve Kanadalı uzmanların IEC ve CENELEC standartlaşma çalışmalarına yoğun iştiraki ve yine bu ülkelerin ZON sistemine geçişi hızlandırmaları dolayısı ile "patlayıcı ortam standartlarında" dünya düzeyinde birlikteliğe gidilmeye başlanmıştır. Avrupa normları ve dolayısı ile CENELEC yerine IEC etrafında birleşmeye başlanmıştır. Zaten Avrupa normları ile IEC normları kelimesi kelimesine aynı idiler. Yapılan yenilik, standart numaralarının IEC de olduğu gibi alınması olmuştur. Birlikteliğe gidilmesinin bir nedeni de Avrupa dışındaki diğer ülkelerin ATEX direktiflerini aynen kabul etmeleri olmuştur. Dünya ticaret hacmine ve piyasalara ekonomik açıdan bakıldığında Avrupa Birliği ülkeleri toplam olarak ABD den daha güçlüdür. Avrupa topluluğu her ne kadar askeri güç değil ise de ekonomik yönden birinci güç durumundadır. Patlayıcı ortamlar (exproof) açısından bakıldığında bu ekonomik gücün bir sonucu olduğu da bir gerçektir. Teknik açıdan bakıldığında, Kuzey Amerika ülkelerinin patlayıcı ortamlarla ilgili bakış açılara çok eskidir ve günümüz teknolojileri karşısında geri kalmakta ve ekonomik olmamaktadırlar. Kuzey Amerika ülkelerinin artık DIVISION ve CONDIUT sisteminde direnmeleri kendi aleyhlerine olmaktadır. Konunun diğer bir yanı da, tüm dünya ülkelerinin aynı veya benzeri malı üretip ticari piyasada rahatlıkla rekabet edebilmeleridir. Özel mal üretildiğinde piyasa dar kalmaktadır. Patlayıcı ortam ekipmanlarında birlik sağlandığında ABD firmaları da Avrupalıların mal sattıkları ülke ve kuruluşlara mal satabilecektir. Aynı şekilde bunun terside geçerlidir. Olaya ticari açıdan bakıldığında, IEC etrafında birleşme, rekabet ve esneklik sağlanmaktadır.

"Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar Bölüm 0: Genel hususlar" adlı IEC 60079-0 nolu standardın 5.sürümü CENELEC tarafından Avrupa normu olarak kabul edilmiş ve TSE tarafından da TS EN 60079-0 nosu ile yayınlanmıştır. Bu standardın 6.sürümü (versiyonu) da yoldadır. Söz konusu bu standartta gaz ve tozlar aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

GRUP I: Grizulu maden ocakları. Bu gruba kömür tozu da dahildir.

GRUP II: Madenler dışındaki diğer sanayi kolları

GRUP III: Tozlar

Grup II kendi içinde aşağıdaki bölümlere ayrılmaktadır.

GRUP II A: Tipik gazı propandır veya propan grubu olarak da adlandırılır. Bu guruptaki gazların MESG'leri (maximum experimentel safe gap) 0,9 mm nin üstünde ve MIC oranları da (MIC=minimum ignition current) 0,9 dan büyük olan gazlardır. MIC oranı, minimum ateşleme akımının laboratuar metanının minimum ateşleme akımına oranıdır. Doğal gaz da bu grupta mütalaa edilmektedir.

GRUP II B: Tipik gazı etilendir ve etilen grubu gazlar olarak da adlandırılırlar. Bu gruptaki gazların MESG'leri 0,55 ile 0,9 mm arasıdır ve MIC oranları da 0,5 ile 0,8 arası olan gazlardır.

GRUP II C: Tipik gazı hidrojendir ve hidrojen grubu gazlar olarak da adlandırılırlar. Bu gruptaki gazları MESG'leri 0.50 mm nin altındadır ve MIC oranları da 0.45 den küçüktür.

Etiketlerdeki G=gaz ve D=toz gibi bir işaretleme kaldırılmış, tozlar Grup III adı altında bir araya toplanmıştır. Bu gruplandırmada muhtemelen ABD li uzmanların görüşü ağır basmış olabilir. Çünkü NEC"in yaptığı gruplamadaki düşünce aynen kabul görmüş ve tozlar da üç ayrı alt gruba ayrılmıştır.

GRUP III A: Yanıcı lift ve yonga gibi 500 mikrondan büyük olan ve hava ile karıştıklarında patlama tehlikesi oluşturan uçucular bu gruba girerler. NEC karşılığı Grup G olabilir.

GRUP III B: Yalıtkan tozlar (yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı). NEC karşılığı Grup F

GRUP III C: İletken tozlar (yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı). NEC karşılığı Grup E

ISI GRUPLARINDA bir değişiklik yapılmamış IEC de ön görüldüğü gibi kalmıştır. Yalnız değişik ısı grubu vurgulanmak isteniyor ise etikete doğrudan değeri yazılacaktır. Veya X işareti koyup altında veya kullanma kılavuzunda açıklama yapılacaktır.

Toz gruplarının NEC içindeki tarifi kısaca aşağıdaki gibidir ve IEC ile bire bir örtüşmemektedir.

GROUP E: Metal tozları. İletken olan ve iletkenliği 100 Ω/cm olan tozlar.

GROUP F: Kömür tozu gibi karbon içeren tozlardır.

GROUP G: Direnci yüksek olan plastik tozları ve benzerleri.

GRUP I
Maden sanayi

GRUP II
Madenler dışındaki tüm sanayi kolları

GRUP IIA	**GRUP IIB**	**GRUP IIC**
propan	etilen	hidrojen

GRUP III
Madenler dışındaki tozlar

GRUP IIIA	**GRUP IIIB**	**GRUP IIIC**
Uçucu Lift ve yongalar	Yalıtkan tozlar	İletken tozlar

Patlayıcı maddeleri gruplara ayırmanın nedeni ekonomik ve imalat kolaylığıdır. Tüm aletleri hidrojen gazına göre (grup C) üretmek doğru değildir. Belli gruptaki gazlar ve hatta patlayıcı maddelerin büyük çoğunluğu Grup II B dedir. Bu gruptaki açıklıklar (MESG) hidrojene ve hatta asetilene kıyasla daha büyüktür. İmalat tekniği açısından

fazla bir yüzey işlemesine ve itinalı imalata ihtiyaç duymamaktadır. Diğer bir söz ile patlayıcı maddeler en büyük deneysel açıklıklarına (MESG) göre gruplandırılmaktadır. Patlayıcı maddeleri gruplandırmanın diğer bir şekli de patlama için ihtiyaç duydukları minimumu enerji miktarı ile minimum ateşleme akım oranlarıdır. Daha ziyade kendinden emniyetli gaz gruplarında kullanılmakta ise de günümüzde kendinden emniyetlilik için ayrı bir grup yoktur. Çünkü patlayıcı maddelerin maksimum sızma açıklıkları (MESG) ile minimum patlama enerji ve minimum ateşleme akımı oranları aynıdır ve aynı karakteristiği göstermektedir.

	I	IIA	IIB	IIC
Tipik gaz	Metan	Propan	Etilen	Hidrojen
Ateşleme enerjisi µJ		260	60	20
MESG		> 0,9 mm	0,55 < 0,9mm	< 0,50 mm
MIC oranı		> 0,8	0,45<0,8	< 0,45

BÖLÜM II

HUKUKİ DAYANAK ATEX ve IECEx

4.0 PATLAYICI ORTAMLAR ÜZERİNE SON GELİŞMELER

1961 yılında Federal Almanya'nın patlayıcı ortamlarla ilgili yeni standart yayınlaması ve kendinden emniyetlilik ile ilgili yeni bir test cihazı açıklaması, var olan uluslararası yarışma ve rekabeti gün ışığına çıkarmış ve "exproof" ile ilgili kafaları karıştırmaya başlamıştır. Bazı ülkelerin sanayileri sıkıntıya girerken, uluslararası çalışma ve standartlaşma hızlanmaya başlamıştır. Bir taraftan, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu IEC konu üzerine eğilmeye başlamış ve diğer taraftan Avrupa ekonomik topluluğu standartlaşma komisyonu CENELEC de TC31 adında ex-koruma ile ilgili bir komisyon oluşturarak konu üzerine çalışmaya başlamışlardır. CENELEC patlayıcı ortamlarla ilgili ilk standardını 1975 de, IEC de 1979 yılında yayınlamışlardır.

Bir yandan IEC diğer yandan CENELEC yeni standartlaşma çalışmaları yaparken uluslararası düzeyde fikir birliğine varılmaya başlanmış ve ex-koruma alanındaki karmaşa kalkmaya başlamıştır. Uluslararası gelişmelerin dışında kalan Kuzey Amerika ülkeleri (ABD ve Kanada) 1996'dan itibaren kendi standartlarını değiştirmeye başlamışlar ve IEC'nin kabul ettiği esaslar çerçevesinde birleşmeye başlamışlardır. Kanada 1988 de ABD 1996 da ZON sistemini kabul etmeye başlamışlardır. ABD henüz diretiyor ise de yakın gelecekte "exproof" anlayışını tamamen değiştirecek ve IEC etrafında birleşecektir. Çünkü ABD li uzmanlar hem IEC ve hem de CENELEC komisyonlarında aktif faaliyet göstermektedirler.

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 direktifleri oluşturmaktadır. Bunların neleri kapsadıkları ileriki bölümlerimizde izah edilmeye çalışılacaktır. Patlayıcı ortamlarla (exproof) ilgili standartlar ve uygulamalar bu her iki ATEX talimatlarına 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 getirmek zorundadırlar ve de uyumlu hale getirmişlerdir.

Patlayıcı ortamlarla ilgili EN ve IEC standartları içerik olarak bire bir aynı olmalarına rağmen numaralamaları farklıdır. Son yıllarda yayınlanan harmonize EN standartlarının numaraları da IEC'ninki ile aynı olmaya başlamıştır. Bunun sebebi tüm dünya ülkelerinin IEC etrafında birleşme yolunda olduklarındandır. ATEX talimatları ile Avrupa ülkelerinde bir birliktelik sağlanmış idi. Şimdi yeni gelişen IECEx ile tüm dünya ülkelerinin aynı standart, aynı terminoloji ve kısaca aynı mevzuatı kullanmaya başladıklarını söyleyebiliriz. Bunun bir nedeni de globalleşen dünya olgusudur diyebiliriz. Yazımızın diğer kısımlarında

ve yeri geldiğinde konu hakkında bilgi verilecektir. Anlaşılan ATEX birlikteliği tüm dünya üzerinde etkisini devam ettirmekte ve teknik olarak ATEX talimatları doğrultusunda dünya çapında birleşmeye devam edilmektedir.

4.1 TÜRKİYEDEKİ MEVZUAT

a) 1475 Sayılı İŞ YASASINA GÖRE

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 (kırmızı kitap) 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, o tarihlerde, 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. 35 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 patlayıcı ortamda 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, zırhlı kablolara da bir açık kapı bırakmıştır. Ülkemizdeki petrol, petro-kimya ve gaz sanayinin hemen tamamının Amerikan ağırlıklı olduğu unutulmamalıdır.

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. Ayrıca TSE'nin Ex-korumalı aletleri test eden İzmir'de bir laboratuarı da mevcuttur ve sertifika vermektedir.

2010 itibarı ile TSE nin İzmir'deki laboratuarı da ATEX uyumlu sertifika verememektedir. Çünkü ATEX ile ilgili Notified Body statüsünü henüz alamamıştır.

b) YENİ İŞ YASASINA GÖRE

22.05.2003 tarihinde, 4857 sayılı yeni iş yasası yayınlanmış fakat eski yasa (1475) yürürlükten kaldırılmamıştır. Bu nedenle 1475'e dayanılarak çıkarılan tüzük yönetmelik ve saire gibi mevzuat yürürlükte kalmıştır. Türkiye Avrupa topluluğuna girme hazırlığında olduğu için bir geçiş dönemi yaşanmaktadır. Çalışma Bakanlığı iş hayatı ile ilgili bir dizi tüzük yayınlamıştır. Bunların içinde ATEX 137'de bulunmaktadır. 26 Aralık 2003 tarihinde ATEX 137 aynen tercüme edilerek "patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların korunması hakkında tüzük" adı altında yayınlanmış ve yürürlüğe konulmuştur.

ATEX 100a üretim ile ilgili olduğu için bu direktifin tercüme edilerek yayınlanması Çalışma Bakanlığının değil Sanayi Bakanlığının görev sahasına girmektedir. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ATEX 100 a'yı (Directive 94/9 EC) bir yönetmelik olarak 26.10.2002 tarih ve 24919 sayılı resmi gazetede yayınlatarak yürürlüğe koymuştur. ATEX 100a ***"Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (94/9/AT)"*** adı altında yayınlanmıştır. Bazı ufak hata ve eksiklikler görüldüğü için, aynı yönetmelik 2006 yılında tekrar ele alınarak 31.12.2006 tarih ve 26392 sayılı resmi gazetede yeniden yayınlanmıştır.

Directive 94/9 konuyu bilmeyen kişilerce tercüme edilmiş olabilir. Standart tercümelerinde olduğu gibi bazı kavram hataları ile karşılaşabilirsiniz. Kullanıcılara daima orijinal İngilizce metin ile çalışmalarını tavsiye ederiz. Özellikle tam anlaşılmayan bir husus ile karşılaşırlar ise orijinal metine bakmakta yarar vardır. ATEX 100a 1994 yılında yayınlandıktan birkaç yıl sonra, her ülkenin kendine göre farklı anlamlar çıkardığı, farklı yorumlarda bulunarak farklı uygulamalarda bulunduğu anlaşılmış ve 1999 yılında açıklayıcı bir metin (guidelines) yayınlanmıştır. 16 madde ve ekleri ile birlikte yaklaşık 25 sayfadan oluşan Derictive 94/9, bu kılavuz ile beraber 133 sayfayı aşan bir kitapçık haline gelmektedir. Bu nedenle Türkçe metinleri okurken ve bunlara göre herhangi bir yorum yaparken dikkatli davranılmalıdır. Aynı konuyu, başkalarının da nasıl anladığını ve nasıl yorumladığı önemlidir. Çünkü ATEX direktifleri tüm Avrupa Topluluğu ülkeleri için geçerlidir. Ayrıca herhangi bir Avrupa ülkesindeki Notified Body den alınan sertifika tüm AT ülkelerinde geçerlidir.

ATEX 100a 1994 yılında yayınlandığında 1996 yılında yürürlüğe girmesi öngörülmüş fakat buna İngiltere itiraz ederek yürürlüğün 2003'e kadar 8 yıl uzatılmasının istemiştir. Gerekçe de, getirilen yeniliklerin İngiliz sanayine 60-100 milyar sterline mal olacağıdır.

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tercümeyi yaparken acaba böyle bir şey düşünmüş müdür? 2002 de yürürlüğe konan yönetmelikte orijinalden farklı olarak yürürlük tarihi 30.06.2003 yerine 31.12.2003 olarak değiştirilmiş, yani 6 ay bir uzatma yapılmıştır. Bizim sanayicimiz için bu süre acaba yeterlimidir? Bence hiç fark etmez. Türk sanayicilerinin hangisi hangi yönetmelik veya tüzüğe ne kadar uyuyor ki. Büyük kuruluşlar dışındaki küçük sanayinin ve küçük gaz dağıtım şirketleri gibi küçük kuruluşların ATEX denilen şeyden pek fazla haberdar olduğu dahi söylenemez.

c) 2010 TARİHİ İTİBARI İLE DURUM

2010 tarihi itibarı ile eski iş yasası (1475) ve buna dayalı olarak çıkarılan eski yönetmeliklerin tamamı yürürlükten kaldırılmış durumdadır. Türkiye'de her iki ATEX yönetmelikleri aynen geçerlidir. Uyumlaştırılan standartlar da TSE tarafından AB ülkeleri ile birlikte aynı zamanında yayınlanarak yürürlüğe konulmaktadır. Mevzuat olarak İngiltere ve Almanya gibi herhangi bir Avrupa ülkesinden hiç farkımız yoktur. Fakat uygulama ne durumdadır, sanayi gerekli tadilatları yapmış mıdır? Çalışma Bakanlığı iş müfettişleri teftişlerini bu doğrultuda yürütüyorlar mı? Bu konular tarafımızdan bilinmemektedir ve yetkili makamlarca açıklanmış istatistiki bir bilgi de elimize geçmemiştir.

4.2 ATEX 100 ve ATEX 137'nin GETİRDİĞİ YENİLİKLER

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. Aynı işi İngiltere de madenler için SMRA diğer sanayi kolları için BASEEFA, yapmakta idi ve halende yeni şekli ile bu görevleri yürütmektedirler. 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 (conformity) 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.

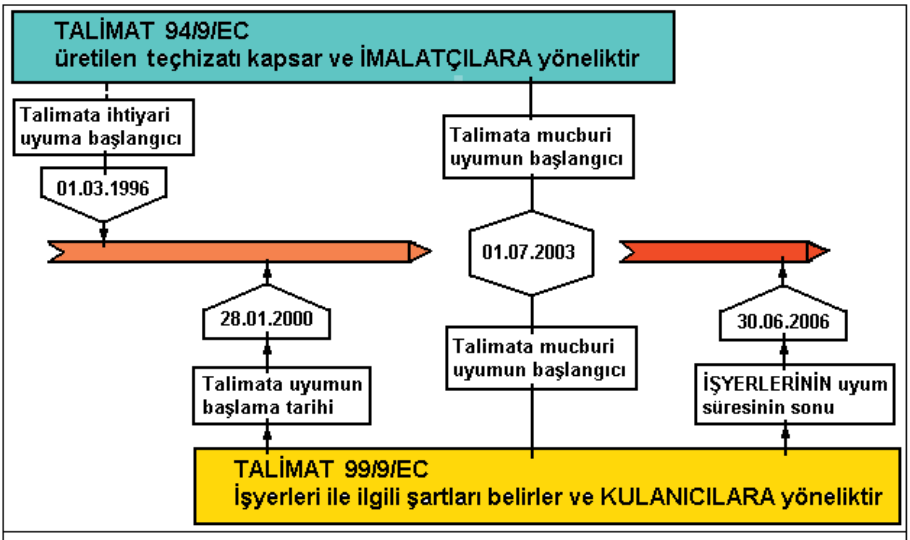
Avrupa Parlamentosu 23 Mart 1994 yılında ATEX 100a tabir edilen ve resmi adı "directive 94/9/EC" olan bir talimat yayınlamıştır. Bu talimat ortaklık anlaşmasının 100a maddesine dayanılarak çıkarıldığından (serbest ticaret ve serbestçe mal alış verişi ile ilgili madde) ve patlayıcı ortamın Fransızca tabiri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

ATEX 100a (directive 94/9/EC) ex-korumalı aletlerin imalatı ile ilgilidir ve genellikle 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 130 sayfayı aşan bir kitapçık oluşturmaktadır. İzahatları içeren (atex quidelines) kılavuzun Haziran 2009 da 3.sürümü de yayınlanmıştır.

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 ilgilendirmekte olup 1 Temmuz 2006'ya kadar geçiş süresi tanınmaktadır. ATEX 137, Zon tarifleri ve kategoriler gibi exproof ile ilgili bir çok teknik hususları da içermektedir.

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



Resim 4-01: ATEX 100a ve ATEX 137 UYUM ve YÜRÜRLÜK TARİHLERİ

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. İşçi sağlığı ve iş yeri güvenliği ile ilgili olan ATEX 137 ulusal uygulamaları kaldırmış ve tüm Avrupa'da birlik sağlamıştır. Patlayıcı ortamlar dışında, yangın ve patlama gibi iş hayatının güvenlikle ilgili tüm konularını kapsayan ATEX 137 uyum çalışmaları ile, bir çok Avrupa ülkesinin çok sayıdaki değişik tip yönetmelikleri tek bir yönetmelik haline gelmiştir.

ATEX'in İŞLETMECİLERE GETİRDİĞİ YENİLİK ve KÜLFETLER:

01.07.2003 den itibaren kurulacak yeni tesisler için

1. Tehlike analizi (risk analizi) raporu (ZON'lara ayırma ve ısı sınıflarını belirleme gibi)
2. Patlamaya karşı koruma analizi (ex-koruma önlemleri dokümanı)
3. Kullanılan aletlerin 94/9/EC talimatına uyumluluk raporu. (conformity)

İşverenlerce hazırlanmak ve iş yerinde bulundurmak zorundadır.

01.07.2003 de önce kurulan tesisler için

1. 31.12.2005 e kadar tehlike analizi raporu
2. 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. Resim 4-01 de uygulamanın zaman diyagramı görülmektedir. Bu temrin tabloları 2003 den önce yayınlanmıştır. Avrupalı uzmanların yayınlarına göre, sanayicilerin uyum işlemi 2003 de önce tamamlanmıştır.

ATEX'in İMALATÇILARA GETİRDİĞİ 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 uyumlarını çok daha önceden gerçekleştirmişlerdir. Avrupa dışına satılacak aletler farklı standartlara göre de imal edilebilir. Çoğu firma hem Amerikan ve hem de Avrupa standardına göre alet üretmekte ve pazarlamaktadır. Avrupa pazarına sürülen ekipmanın ATEX'e uyumu esastır. Avrupa pazarı dışına satılmak gayesi ile Avrupa ülkelerinde üretilen exproof ekipmanların ATEX'e uyum mecburiyeti yoktur.

ATEX'in imalatçı ve kullanıcılara getirdiği külfet tablo 4-01 deki gibi özetlenebilir.

Tablo 4-01: ATEX in imalatçılara getirdiği yenilikler	
ATEX 95/9 a göre İmalatçının yapması zorunlu olan hususlar	ATEX 99/9'a göre Kullanıcının yapması zorunlu hususlar
Kullanma koşullarının tarifi Ekipman kategorileri	Tehlikeli bölgelerin (ZON) tanımlanması Uygun aletlerin seçimi
Kategori 1 ⟷	ZON 0 / 20
Kategori 2 ⟷	ZON 1 / 21
Kategori 3 ⟷	ZON 2 / 22
Sağlığa ve emniyet şartlarına uyumluluk	Montaj ve bakım şartlarına uyumluluk
Ekipmanla ilgili ateşleme riski analizi	Çalışma yeri ile ilgili risk analizi
AT uyumluluk dokümanı (sertifika) hazırlama	Patlamadan korunma (exproof) dokümanı hazırlama
Uygun kalite kontrol (QM)	Değişim işleminin yürütülmesi

Tablo 4-02 de adı geçen direktifler (5 adet), aşağıda görüleceği gibi,yönetmelik olarak yayınlanmış olup Türkiye'de de aynen geçerlidirler.

1) 89/391 EC: İşçi Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği. 09.12.2003 tarih ve 25311 sayılı RG

2) ATEX 99/92, ATEX 137: Patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların korunması hakkında yönetmelik. 26.12.2003 tarih ve 25328 sayılı resmi gazete.

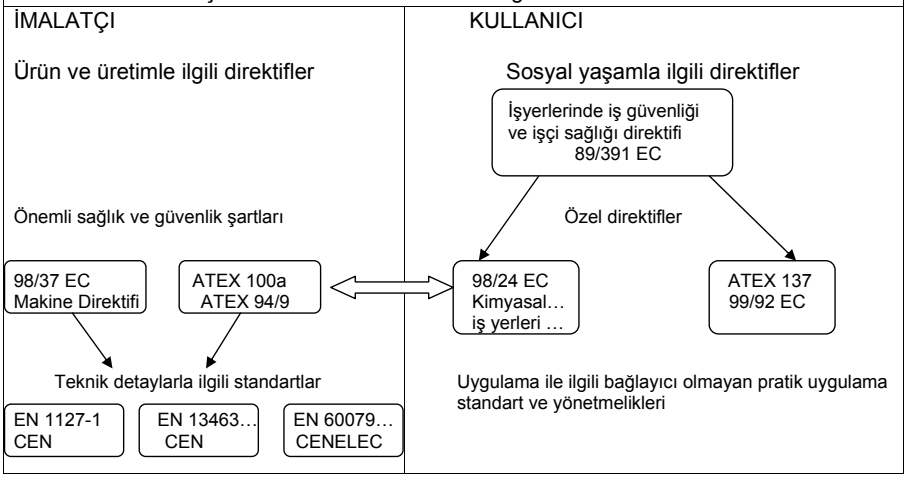
3) 98/24 EC: Kimyasal maddelerle çalışanlarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik. 26.12.2003 tarih ve 25328 sayılı resmi gazete

4) ATEX 100 a, ATEX 95: Muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılan teçhizat ve koruyucu sistemler ile ilgili yönetmelik. 31.12.2006 tarih ve 26392 sayılı resmi gazete.

5) 98/37 EC (89/392): Makine emniyet yönetmeliği. 03.03.2009 tarih ve27158 sayılı RG

İmalatçı ve kullanıcıların dikkat edeceği direktif ve standartlar tablo 4-02 de özetlenmiştir.

Tablo 4-02: İmalatçı ve kullanıcıların dikkat edeceği direktifler



4.3 ATEX 100a TEKNİK BAZDA NE GİBİ YENİLİKLER GETİRMİŞTİR:

ATEX 100a'nın (diriective 94/9/EC) kılavuzunda gerekli açıklamalar yapılarak ne gibi yenilik ve değişiklikler getirildiği izah edilmektedir. (ATEX Guide 3.edition) ATEX kılavuzu 3.sürümü haziran 2009 da yayınlanmış olup önemli gördüğümüz bazı noktalar aşağıda özetlenmiştir. ATEX daimi komisyonu (ATEX standing commitee) tarafından yayınlanan bu kılavuzun gayesi topluluk ülkeleri arasındaki yanlış anlamaları ve farklı uygulamaları önlemektir. Bu gibi konularda daimi komisyona sorular da yöneltilebilmektedir. Herhangi bir tesis hakkında tereddüt var ise daimi komisyon açıklık getirmektedir.

EC Direktifi 94/9: ATEX 100a veya ATEX 95, 01.07.2003 itibarı ile yürürlüğe girdi

EC Direktifi 99/9: ATEX 137 veya ATEX 99, 01.07.2006 itibarı ile uygulamaya geçildi.

Konu ile ilgili literatür karıştıran ve firma kataloglarına bakanlar ilk bakışta patlayıcı ortamlarla ilgili Avrupa Normlarının yürürlükten kalktığı hissine kapılabilirler. ATEX 100a bir standart değildir. Avrupa Parlamentosundan geçen bir Avrupa yasasıdır. Mevcut standartlar bu talimata uyumlu hale getirilmek zorundadır ve bir çoğu da getirilmiştir.

Getirilen en önemli yenilikler ana başlıklara ile aşağıda özetlenmiştir:

1. 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. Önemli yeniliklerden biri de bu uygulamadır. CENELEC mekanik aletlerle ilgili yeni standartlar yayınlamak zorunda kalmış ve 2009 sonu itibarı ile de bir çoğunu yayınlamıştır.

2. **Koruyucu sistemleri** de kapsamaktadır. Patlamayı önlemek veya yayılmasına mani olmak için yapılan tüm sistemler (alev bariyeri, patlama kapı veya pencereleri, alev söndürme engelleri, patlama bastırıcıları gibi) (flame arrestor, explosions relief, extinquishing bariers, explosion suppression) ATEX 100a'ya uyumlu olmak zorundadır. Bu tip tertibatlar da bundan böyle exproof sertifikası alacak ve CE belgesi ve damgası bulunacaktır. Örneğin madenlerde kullanılan su püskürtme sistemleri ve petrol sanayinde kullanılan "buhar bariyerleri" ve saire gibi.

Bu aletler her hangi bir ateşleme kaynağı olmamasına ve patlayıcı ortamı tehlikeye atmamasına rağmen ATEX kapsamındadırlar,

3. ATEX 100 maden ve diğer sanayi kolları gibi bir ayırım yapılmamakta tüm patlayıcı ortamları kapsamaktadır. 2003'e kadar madenler daima ayrıca bir talimat ile anılır ve ayrı tutulur idi. ATEX 100 madenleri de kapsarken ATEX 137 madenleri içine almamaktadır. Grizulu madenler teçhizat yönünden ATEX e uyacaklar fakat işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından başka bir yönetmeliğe tabidirler.

Konu ile ilgili 03.12.02 tarihli Avrupa direktifi (92/104/EEC) 21.02.2004 tarih ve 25380 sayılı resmi gazetede "yer altı ve yerüstü maden işletmelerinde sağlık ve güvelik şartları yönetmeliği" adı altında yayınlanarak yürürlüğe konulmuştur.

4. Aletleri kullanma ortamlarına göre kategorilere ayırmıştır (ZON'lara). **İlk defa kategorilerden bahsedilmeye başlanmıştır.** Bunların ne oldukları yazımızın ileriki bölümlerinde izah edilecektir. Böylece kullanıcıların aletleri hangi ortamlarda kullanabileceği açıkça belirtilmiş olmaktadır. ATEX den önceki kullanımda aletlerin etiketine bakılarak doğru bir yerde kullanılıp kullanılmadığını anlamak zor idi.

ZON 0 da kategori 1, alet kullanılabilecektir.

ZON 1 de kategori 2 " "

ZON 2 de kategori 3 " "

5. Zon ayrımı eskisi gibi Zon 0, 1, 2 şeklinde olacak, tozlarda Zon 10, 11, 12 yerini Zon 20, 21, 22 alacaktır. Tehlikeli bölge girişlerine üçgen şeklinde Ex-tehlike işareti konulacaktır. Tehlike işareti de önemli bir uygulamadır. Böylece çalışanların dikkatli davranması amaçlanmaktadır.

6. Etiket şekli değişecek ve aletin etiketinden, kullanılacağı yer (zone), ve ortamın cinsi (gaz G, veya toz D gibi) anlaşılabilecektir.

7. Yeni sertifikalarda özellikle kendinden emniyetli sertifika verilmesi ve kullanıcı tarafından tatbik edilmesi bu güne kadarki gibi kolay olmayacaktır. Özellikle ZON 0 kullanımları için **kendinden emniyetliliğin ispatı** gerekecek, hem imalatçı ve hem de kullanıcı elektrik devreleri hakkında detaylı bilgi vermek ve sistemini kontrol etmek zorunda kalacaktır.

8. Kullanıcı mevcut tesislerinde herhangi bir tadilata gitmek zorunda değildir. Fakat 1 Temmuz 2003'den sonra meydana gelen arızaların giderilmesinde ve yedek malzeme temininde ATEX 100a'ya uymak zorunda kalacaktır. Bu demektir ki kullanıcı da bazı tesislerini imalatçı ile birlikte gözden geçirecek ve değişmesi gereken ekipmanı değiştirecektir. Burada sorun yine kendinden emniyetli aletlerde çıkacaktır. İleride bahsedeceğimiz gibi, kendinden emniyetli alet yoktur, kendinden emniyetli devre vardır. Kullanıcı mevcut devrelerini elden geçirmek zorunda kalacaktır.

Her ne kadar bazı kaynaklar ATEX 100a ya göre kurulu tesislerde fazla bir tadilata gidilmeyeceğini söylüyor ise de, ATEX 137 ye göre kullanıcı 30 Temmuz 2006 ya kadar tesislerini elden geçirip ATEX e uyumlu hale getirmek zorundadır. Ülkemizde de aynı tarihler geçerli olmasına rağmen 2010 yılına gelmiş olmamıza rağmen henüz bir gelişme olduğunu zannetmiyoruz. Bildiğimiz kadarı ile Amerikan normlarına göre kurulu tesislerin tamamının sökülüp yenilenmesi gerekmektedir. İster Amerikan isterse Avrupa kaynaklı olsun, ATEX e uymayan eski sertifikaların hiç biri de geçerli değildir.

9. Üzerinde "Ex" yazılı her alet rahatlıkla kullanılamayacaktır. Kullanıcı kategorilere, patlama gruplarına, ısı gruplarına ve koruma tiplerine dikkat etmek zorunda kalacaktır.

10. 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 ve **CE kalite belgesi taşımak mecburiyetindedir.** Ex-korumalı aletleri pahalı hale getiren maddelerden biri de budur. CE kalite belgesi almak imalatçıları zorlayan maddelerden biridir.

11. 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.

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

13. Uyumluluk belgesi **(conformity)** yetkili organlarca **(notified bodies)** verilecek ve tüm Avrupa ülkelerinde geçerli olacaktır. Yetkili organları AET tayin etmekte olup, bu güne kadar sertifika veren resmi kuruluşların yanı sıra özel kuruluşlara da yetki belgisi (notified body) verilmektedir.

ATEX 100 ün 2009 de yayınlanan son kılavuzunda (3.sürüm) önemli görülen bazı hususlar aşağıda özetlenmiştir.

a) ATEX HEDEFİ ve dolayısı ile KAPSAMI NELERDİR:

1) Patlayıcı Ortamlar

2) (EQUIPMENT ignition source) Patlayıcı ortamlarda kullanılan aletlerin ateşleme kaynağı oluşturup oluşturmadığı

3) (Autonomous protection system) KORUMA SİSTEMLERİ. Patlama olduktan hemen sonra patlamayı söndürmek, yayılmasını önlemek veya tahribatını azaltmak gayesi ile yapılan başlı başına sistemler

4) (Safety devices). Patlayıcı ortamlarda çalışan aletlerin veya koruma sistemlerinin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlayan güvenlik aletleri veya emniyet cihazları

5) (Component) Yalnız başlarına iş görmeyen fakat exproof ekipman veya exproof koruma sistemlerinde kullanılan parçalar. (kablo rekorları gibi)

6) Patlayıcı ortamlarda kullanılan ve elektrikli olmayan alet ve koruma sistemleri

7) Patlayıcı ortam dışında bulunabilen fakat patlayıcı ortamdaki alet ve koruma sistemlerinin güvenle çalışmasına katkıda bulunan güvenlik aletleri (safety devices) de ATEX kapsamındadır.

ÜRÜN: (product) yazımızın bu bölümünde, ÜRÜN= alet, koruyucu sistem, emniyet cihazı, parça ve bunların bir birine bağlanmış şekli anlamına gelmektedir

b) KORUYUCU SİSTEMLER nedir, PROTECTIVE SYSTEMS:

1) Alev boğucu, flame arrestor

2) Patlamanın önünü açan sistemler, explosion relief sistems, patlama kapıları, patlama açıklıkları (explosion vent) gibi zayıf noktalardan basıncın dışarı çıkıp fazla tahribat yapmasını ve ana sistemi tamamen tahrip etmesini önleyen tertibatlardır.

3) Söndürme bariyerleri extinquishing barriers

4) Patlamayı bastırma sistemleri, explosion suppression systems

c) NELER GÜVENLİK ALETİ SAYILIR, SAFETY DEVİCES

1) Bir koruyucu sistemi çalıştırmak için kullanılan basınç pompası veya hidrolik pompa, regülasyon tertibatı. P-tipi korumada kullanılan pompa gibi.

2) E-tipi korunmuş elektrik motorlarının aşırı akım koruma sistemleri.

3) Gaz izleme sistemleri: hem tehlikeli bölgede ve hem de normal yerlerde detektörleri olan izleme sistemleri de ATEX kapsamındadır. Çünkü bu tip izleme sistemleri gaz seviyesi arttığında alarm sinyali vermekte ve patlayıcı ortamın tehlikesini önlemeye katkıda bulunmaktadırlar.

4) Isı, basınç, veya akış ölçümü gibi cihazlara kumanda eden tertibatlar temiz havada olmalarına rağmen ATEX kapsamındadır. Bu cihazlar patlayıcı ortamı kontrol etme ve gerektiği an tedbir alma maksatları ile kullandıkları sürece ATEX kapsamında mütalaa edilirler.

Aşağıdaki tertibatlar güvenlik aletleri olarak kabul edilmez:

1) Şalterlerin kumanda ve kontrolü ile ilgili nümerik kontrol sistemleri (patlayıcı ortamla ilişkisi olmayan)

2) Yangına karşı yapılan su püskürtme sistemleri

3) Belli bir basınca dayanabilen ve ana görevi kapı olan patlamaya karşı koruma kapıları

4) Gaz varlığı tespit edildiğinde çalışan (vantilasyon) havalandırma tertibatları

d) HANGİ ÜRÜNLER ATEX KAPSAMINA GİRER

Ekipmanlar, Aletler, Cihazlar

Koruyucu sistemler

Komponentler, parçalar

Güvenlik cihazları, koruyucu cihazlar

e) INNERTING SYSTEMS: Üç şekilde karşımıza çıkar

1) Muhtemel patlayıcı ortamın oluşmasını önlemek gayesi ile yapılan inert sistemi: ATEX kapsamına girmez. Bu tip inert uygulamasında buharın veya gazın hava ile karışması önlenmiş olur. Örneğin bir tankerin içindeki gazın üzerine hava yerine azot

gazı pompalanır ise bu işlem ATEX 95 kapsamında değildir. ATEX 99 kapsamına girebilir.

2) Bir alet olarak inert sistemi: Patlayıcı ortama yerleştirilmiş olan ve ateşleme kaynağı içeren inert sistemleri ATEX 95 kapsamındadır.

3) Ateşlemeyi önleme konsepti içersinde bulunan inert sistemleri: Bazı aletlerin ateşleme kaynağını izole etmek gayesi ile inertleme yapılmaktadır. Bu durumda innertleme aletin (ekipmanın) güvenliği ile ilgili bir parçası olup ATEX kapsamındadır. Örneğin p-tipi korunan bir sistemde patlamayı önlemek için özel bir gaz kullanılıyor ise, bu durumda yapılan inert sistemi ATEX kapsamındadır.

BOYA ATMA KABİNLERİ

İçersinde her hangi bir ateşleme kaynağı olmayan, elle veya basınçlı hava tabancası ile boya yapılan basit kapalı boya atma kabinleri ATEX kapsamında değildir. Her ne kadar boya tineri patlayıcı, hava ve oksijen de var ise de ateşleyici kaynak olmadığı için bu tip boya kabinleri ATEX kapsamında mütalaa edilmez. Sertifika almaya, özel bir imalat ve etiketlemeye gerek yoktur. Bu gibi kabinlerin patlayıcı buharını emen havalandırma sistemi var ise, diğer bir söz ile güvenli çalışması için bir tesisat kurulmuş ise, bu takdirde söz konusu boya kabini basit olmaktan çıkar ve ATEX'e tabidir. ATEX'e uygun imal edilmek ve gerekiyor ise sertifika alınmak zorunlu hale gelebilir. Bu gibi kabinler basit de olsalar ATEX 137 gereği iş yeri risk analizine dolayısı ile tehlikeli bölge tanımlamasına dahildir.

f) KULLANIM YERİ

İmalatçı imal ettiği aletin kategorisini dolayısı ile kullanılabileceği ZON u, tehlike bölgesini tanımlamak zorundadır. İmalatçı ATEX 99/92 de kullanıcılardan istendiği gibi tüm tesisin risk analizini yapmak zorunda değildir. Kendi piyasaya sürdüğü aletin veya koruyucu sistemin (çalışma koşulları kapsamında) kullanılabileceği tehlike bölgelerini belirlemek zorundadır.

89/392 nole makine direktifinin son revize edilmiş sürümünde "makinenin tehlike yaratmaması" gibi hükümler bulunmakta, dolayısı ile exproof ile ilgili yaptırımlar içermektedir. Bu bakımdan patlayıcı ortamda bulunan elektrikli olmayan makine aksamları da risk analizine tabi tutulacak ve kullanım kategorileri belirlenecektir.

ÖRNEK: Patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan bir yerdeki havayı emerek dışarı atan havalandırma sistemlerinin ark çıkaran elektrik aksamları patlayıcı ortam dışında olabilir. Yalnızca boru ve emici pervane içersinde patlayıcı ortam oluşma ihtimali vardır. Bu durumda elektrik aksamının exproof olmasına gerek yoktur. Eğer conta veya keçelerden doğru motor bölümüne bir sızma ihtimali var ise bu durumlarda motor exproof seçilir. Bu gibi tesislerde üfleyicinin kumanda sistemi ATEX kapsamındadır ve eksproof açısından risk değerlendirmesine girer. Hem makine direktifi ve hem de ATEX 94/9 gereği

kumanda sistemi exproof açısından dikkate alınmak zorundadır. Çünkü üfleyici veya emici sistem çalışmadığında risk artmaktadır.

g) HANGİ ALET veya SİSTEMLER ATEX 94/9 KAPSAMINA GİRMEZ

1) Harmonize edilmiş standartlarda yazılı olan basit cihazlar. Örneğin kendinden emniyetli devrelerde kullanılan basit aletler gibi. Buna rağmen bu aletler standardın ön gördüğü şartları yerine getirmek zorundadır.

2) Mekanik aletlerin bir çoğu ATEX kapsamı dışıdır. Bunlar genellikle insan gücü ile kullanılan el aletleri, takım, kapı, vana gibi cihazlardır.

3) Kendi içersinde ateşleme kaynağı içermeyen aletler kapsam dışı olmakla birlikte statik elektriklenme açısından dikkate alınmak zorundadırlar. Örneğin elle çalışan vanalarda (ventillerde) bazı imalatçılar ATEX e uyumlu malzeme ürettiklerini söylerken, bazıları da diğer tesislerde (exproof olmayan) kullanılandan farksız olduğunu söylemektedirler. Burada esas olan statik elektriklenmeye neden olabilecek bir aksamın bulunup bulunmamasıdır.

4) Mekanik çalışan saat tertibatları

5) Kendiliğinden kapanan kapı tertibatları

6) Aşırı basınç önleyici emniyet valfları (emniyet supapları)

MONTAJ ve BİR ARAYA GETİRME (ASSEMBLE): ATEX kapsamı dışıdır.

ATEX kapsamı aletlerin montajı ayrı bir direktif kapsamındadır. 89/391 nolu iş yeri emniyeti ile ilgili direktif dikkate alınmalıdır. Montaj sonrası bir araya getirilen sistemin güvenliğinden kullanıcı veya montajı yapan sorumludur. Ex-proof aleti imal eden sorumlu değildir. Çünkü değişik imalatçılardan alınan aletler bir araya getirilerek bir sistem oluşturulabilir. Örneğin kendinden emniyetli devre oluşturan bir ölçü veya izleme sisteminde olduğu gibi. KE ünite, zener bariyer ve sensorlar ayrı ayrı firmalardan alınmış olabilir. Bunların bir araya getirilerek bir izleme sistemi oluşturma sorumluluğu kullanıcıya aittir. Her zaman montaj ile sistem (assamble) arasında kesin bir çizgi çizilemez, kesin bir ayırım yapmak zordur. Örneğin ölçü sistemini birileri komple hazır halde de sunabilir. Bu durumda assemble geçerlidir.

Herhangi bir tesis de bir montaj veya bir araya getirmedir ve ATEX94/9 kapsamı dışıdır. Bu durumda:

1) Tesis komple olarak piyasaya sürülmemekte kullanıcı kendisi bir araya getirmektedir. Risk analizini de kendisi yapmaktadır

2) Kullanıcı değişik prosesler yapmakta ve bu işlemlerinde de ATEX uyumlu aletler kullanmaktadır.

3) Kullanıcı bir kereye mahsus ATEX uyumlu malzemelerle tesis kurmakta ve bunların en son ayarlarını da kendisi yapmaktadır.

4) İmalatçı tesis satmakta fakat tesisin en son ayar ve risk analizinden kullanıcı sorumludur ve kullanıcı kendi değişik prosesleri dolayısı ile sorumluluğu kendi üzerine almak zorundadır. Örneğin bir ex-proof tesis kuran müteahhit tesisin işletmesinden sorumlu olmadığı için, ATEX e uymak ve tesisin tamamı için bir AT uyumluluk testi sertifikası almak zorunda değildir. Amerikan UL uygulamasında olduğu gibi "tested and labeled" gibi bir belge almasına gerek yoktur.

h) ATEX KAPSAMINDA DİKKETE ALINMASI GEREKEN DİREKTİFLER

1) Elektromanyetik uyumluluk Direktif 2004/108 EC (EMC) (eskisi 89/336)

(electro magnetic compatibility) Yeni direktif 31 Aralık 2004 de yayınlanmış ve 20 Temmuz 2007 itibarı ile de eskisi hükmünü kaybederek yenisi yürürlüğe girmiştir)

Elektrikli aletlerin manyetik yapıları dolayısı ile patlayıcı ortamı tehlikeye düşürüp düşürmediği dikkate alınırken, aynı aletin manyetik uyumluluk yönünden söz konusu direktife uyup uymadığına da dikkat edilmek zorunludur. Diğer bir söz ile exproof aletler rahatsız edici manyetik alan yaymamalı ve 2004/108 nolu direktife uygun imal edilmelidir. Örneğin data iletimi olan koruma sistemleri patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemeli ve 2004/108 de ön görülen rahatsız edici manyetik alan da yaymamalıdırlar.

2) Alçak gerilim direktifi 2006/95/EC (LVD) (low voltage directive) (eski direktif 73/23 içerik aynıdır yalnızca kotlaması değiştirilmiştir)

ATEX kapsamı exproof elektrikli aletler low voltage direktifi kapsamı dışındadır. Yalnız tehlikeli bölge dışına uzanan koruma ve kumanda sistemleri 2006/95 kapsamındadır ve ATEX direktifi ile beraber irdelenmelidir. Diğer bir söz ile tehlikeli ortamın güvenliğini sağlayan "güvenlik sistemleri" alçak gerilim direktifi içersinde dikkate alınacaktır.

3) Makine direktifi 98/37 EC (mashinery directive) (eski direktif 89/392)

Makine direktifi tehlikeli ortamlarla ilgili genel anlamda açıklama yapmakta 94/9 da olduğu gibi detaya inmemektedir. Bu nedenle herhangi bir makine imalatında makine direktifinin ön gördüğü emniyet şartlarına uyulacak ve ayrıca ex-proof açısından da 94/9 a dikkat edilecektir.

4) Tehlikeli maddelerin halka açık yollarda taşınması direktifi (Directive 94/55/EC and 98/91/EC, tranfport of dangerous goods by road)

İlk bakışta bu iki direktifin ATEX 94/9 ile ne ilişkisi var gibi düşünülüyor ise de bazı hallerde tehlikeli maddelerin nakliyesi ile ATEX kesişmektedir. Öncelikle nakliye yapılan yol patlayıcı ortam içeriyor ise, her iki direktif kesişiyor demektir. Böyle bir kesişme durumu maden ocaklarında ve bu ocakların yer üstü tesislerinde her an mevcuttur. Fakat bu yollar halka açık olmadığından direktif 94/55 ve 98/91 kapsamında değillerdir.

Halka açık yollarda tehlikeli madde (yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı madde) taşıyan tanker gibi bazı araçların ancak doldurma ve boşalma noktalarında patlayıcı ortam ile

kesişmeleri söz konusu olabilmektedir. Bu gibi araçlarda ATEX açısından bir özellik aranabilir gibi gözüküyor ise de, tankerlerde ATEX sertifikası istenmez. Direktif 98/91 e uygun imal edilmesi yeterli sayılmaktadır. Burada ATEX hiç dikkate alınmaz gibi bir sonuç çıkmasın. Oluşma ihtimali olan patlayıcı ortam her halikarda dikkate alınır ve tanker imalatında buna dikkat edilir. Ama notified body den sertifika alma ve exproof işareti vurma gibi bir durum söz konusu değildir. Tehlikeli maddelerin taşınmasında en önemli risk faktörü statik elektriklenmedir ve tanker imali ve kullanımında dikkat edilen en önemli nokta statik elektriklenmeye karşı alınacak tedbirlerdir.

5) Kişisel koruyucu ekipmanlar direktifi Personal protective equipment (PPE) directive 89/686/EEC

Patlayıcı ortamlarda çalışanların kullanması için ön görülen ve herhangi bir patlama kaynağı içermeyen kişisel giyim ve koruyucu ekipmanlar ATEX 94/9 kapsamında değildir. Yalnız imalatçılar bu gibi aletleri her hangi bir patlama kaynağı üretmeyecek şekilde (özellikle statik elektrik) imal etmek zorundadırlar.

6) Basınç cihazları direktifi 97/23 (Pressure equipment directive (PED) 97/23 EC)

Basınç cihazları içersinde patlama kaynağı içeren herhangi bir cihaz yoktur. Eğer var ise ve patlayıcı ortamda kullanılacak ise ister istemez ATEX e tabidir. Koruma sistemleri de ATEX kapsamında olduğundan basınç ile çalışan alev hapsediciler (flame arrestor) basınçlı cihazlar kapsamında mıdır yoksa ATEX kapsamında mıdır sorusu akla gelmektedir. Bu tip aletlerle ilgili basınçlı cihazlar kapsamanda pek bir yaptırım yoktur. Bu nedenle bu gibi cihazlar öncelikle ATEX kapsamındadır. Özetle ATEX 94/9 basınçlı cihazlar direktifi ile pek kesişmemektedir.

7) Basit basınçlı kaplar direktifi (simple pressure vessel directive 87/404 EEC)

Daha ziyada hava veya azot depolamak için kullanılan basit basınçlı kaplar ile ATEX in kesişmesi pek enderdir. Her iki yönetmeliğinde aynı cihaza birden uygulandığı durumlar pek enderdir.

8) GAZ CİHAZLARI direktifi (gas appliances directive 90/396 EEC (GAD))

Bu direktif konut ve ticari maksadı olmayan yerlerde kullanılan gazlı cihazlar ile ilgilidir. ATEX 94/9 ise bu gibi yerleri kapsama alanına almamaktadır.

Konutlarda kullanılan gazlı cihazların tehlikeli ortam oluşturma ihtimali yok mudur? Evlerde ve ticari lokantaların mutfaklarında kullanılan gazlı cihazların normal çalışma şartlarında patlayıcı ortam oluşturma ihtimalleri yoktur. Unutmayınız, gaz yakan cihazlar tehlikeli ortam yaratma ihtimaline ve kapsamına alınmamaktadırlar. Aynen kazan dairelerindeki brülör ve gaz tribünlerinde olduğu gibi. Ancak kaza halinde (normal şartlarda değil) gaz kaçağı oluşabilme ihtimali vardır. Dikkat edilir ise doğal gaz dağıtım şirketleri konut bağlantılarını kaynaklı borularla yaptırmakta ve boruların sıva altı döşenmesine ve herhangi bir şekilde kapatılmasına izin vermemektedirler. Maksat herhangi bir kaçağın

görülebilmesidir. Mutfaklarda boru patlamasından ziyade yemeğin taşarak ateşi söndürmesi ve bu yolla etrafa yanmamış gaz yayılma ihtimali vardır. Doğal gaz kullanılıyor ise bacadan çıkabilir. LPG kullanılıyor ise mutfağın zeminine yayılır. Doğal gaz da olsa gazın ocaktan çıkış hızı yüksek ise tamamı bacadan kaçma fırsatı bulamaz ve etrafa yayılabilir. Bu gibi durumlarda kurtarıcı, gazın kokusudur. Başkaca bir önlem yoktur. Yani insan burnu dedektör görevini üstlenmektedir.

Kısaca evlerde ve lokantalarda kullanılan ve patlayıcı gaz ile çalışan cihazların ATEX sertifikası almasına gerek yoktur. Aksi halde LPG veya doğal gaz kullanılan mutfaklar devasa boyutlara ulaşabilir ve halka lüzumsuz bir maliyet getirir. Aynı şekilde, gaz kullanan lokantaların mutfaklarında da herhangi bir eksproof ekipman kullanmaya gerek yoktur. Büyük mutfaklarda exproof cihaz değil, gaz izleme sistemi kullanılması tavsiye edilmektedir.

9) Yapı malzemeleri direktifi (construction products directive 89/106 EEC) (CPD)

Bazı hallerde bu direktif ATEX ile kesişmektedir. Örneğin patlayıcı bir ortamda kullanılan ve ATEX e tabi olan alev söndürme (fire suppresion) sistemi gibi. Bu gibi tertibatlar aynı zamanda yangını da önlediklerinden yapı malzemeleri direktifi de dikkate alınmalıdır. Örneğin silolarda olduğu gibi, alev söndürücü sistem silonun ayrıca bir parçasıdır ve yapı konstrüksiyonun da dikkate alınmalıdır.

Bu arada dikkat edilmesi gereken bir husus da konuyu inceleyen NOTIFIED BODY nin her iki direktifi üzerine yetkisi olması gerektiği unutulmamalıdır.

i) KULLANILMIŞ, TAMİR EDİLMİŞ veya DEĞİŞTİRİLMİŞ (modified) İKİNCİ EL ÜRÜNLER ve YEDEK PARÇALAR

1. Eski aletler ATEX kapsamında değildir. 1 Temmuz 2003 den önce tesis edilmiş eski aletler ATEX kapsamı dışıdır. Eski olmakla birlikte modifiye edilip (değiştirilip) yeni olarak satılan (ticari piyasaya sürülen) ekipmanlar ise ATEX kapsamındadır.

Bu izahatlar ATEX 100 ile ilgilidir. Aksi halde bu maddeden eski tesislerin ATEX e uyumlu hale getirilmesine gerek yok anlamı çıkabilir. Eski tesislerin elden geçirilmesi ATEX 137 kapsamındadır. İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından ele alınmak zorundadır. Yeni risk analizleri ve Zon tanımlamaları dolayısı ile 1 Temmuz 2006 ya kadar elden geçirilmek zorundadır.

2. İkinci el aletler AB içersinde el değişiyor ise ATEX kapsamı dışındadır. Eğer AB dışından ikinci el malzeme getiriliyor ise bunlar ATEX kapsamındadır. Yani AB dışından ikinci el exproof malzeme getirilip AB ülkelerinde satılamaz

3. Fazla bir değişiklik yapılmayan ve aletin güvenliğini etkilemeyen tamirat veya değişiklikler ATEX kapsamı dışıdır.

4. YEDEK parçalar ATEX dışındadır. Eğer yedek parça adı altında satılan malzeme (ATEX direktifinde tarif edildiği gibi) bir ekipman veya komponent değil ise ATEX dışındadır. Yalnızca exproof ekipmanlar için ön görülen ve ex-proofluğu etkileyen yedekler komponent sayılır ve ATEX kapsamındadır.

4.4 ALET KATEGORİLERİ

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

Grup I: Grizulu maden ocaklarını ve var ise yer üstü tesislerini, kısaca maden sanayini kapsamaktadır. Kullanılan aletlerin yüzey sıcaklığı metan ve kömür tozuna göre dizayn edilecektir. Kömür tozu var ise 150 °C yok ise 450 °C olabilmektedir. Normalde kömür 200 °C, metan ise 600 °C tehlikeli olmaktadır. Emniyet payı dolayısı ile 150 ve 450 °C değerleri alınmaktadır.

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. Diğer bir tabir ile aletin arızalanması durumunda koruma devre dışı olmayacaktır.

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 bu önlemler; grizu ölçülerek tehlike, halinde (grizunun %1.5 seviyesini aşması) elektriğin kesilmesi ve çalışanlara alarm verilerek madenin terk edilmesi ile gerçekleştirilmektedir.

M1 kategorisi şartlarını yalnızca kendinden emniyetli korunmuş bir devre (veya alet) yerine getirebilmektedir (Ex-ia koruma seviyesinde). Bildiğimiz kadarı ile diğer koruma tiplerinde m1 kategorisinde alet yapımı imkansızdır.

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 bir yapıya sahip olacaklardır.

Grizulu bir maden işletmesinde metanın havadaki oranı %1.5 seviyesini aştığında madenin ilgili bölümünün elektriği kesilir. Buna göre uygun ölçüm tertibatı yapılması zorunludur. Kullanılan metan ölçü aleti, batarya beslemeli ve kendinden emniyetli tip ve Ex-ia koruma seviyesinde 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 20) ortamında rahatlıkla çalışabilecek düzeydedirler.

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

Bildiğimiz kadarı ile, kategori 1 şartlarını ancak kendinden emniyetli korunmuş bir devre (veya alet) yerine getirebilmektedir (Ex-ia). Bu demektir ki ZON 0'da ancak kendinden emniyetli, Ex-ia tipi aletler kullanılabilir, Ex-ib tipi dahil diğer koruma tiplerinin hiç biri kullanılamaz.

Kendinden emniyetli devreler (aletler) iki koruma seviyesinde (eski tabir kategori) (a ve b) imal edilir. Bunlar emniyet faktörleri ile ilgilidir. 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. Ayrıca güç üreten cihazlar d-tipi korunmuş muhafaza içersine konulur ki, bu ikinci bir önlem anlamına gelebilir.

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 21) ortamında rahatlıkla kullanılabilirler. Kategori 1'in kategori M1 den farkı, tehlikeli ortam oluştuğunda elektriğin kesilme şartının olmayışıdır.

Tablo 4-03: Kategoriler ve kullanım bölgeleri

KULLANIM YERİ, ZON		GRUP	KATEGORİ	KORUMA TİPİ
Madenler, sürekli patlayıcı ortamda çalışabilir		I	M1	Ex I-ia
Madenler, patlayıcı gaz oluşumunda elektriği kesilir		I	M2 + M1	Ex I-ia, ib, d, e, o,p,q ve saire
Diğer sanayi	ZON 0	II	1G	Ex IIG - ia
Diğer sanayi	ZON 1	II	2G+1G	Ex IIG - ia, ib, d,e,o,p,q ve saire
Diğer sanayi	ZON 2	II	3G+2G+1G	Ex IIG - ia, ib, d,e,o,p,q ve saire
Diğer sanayi	ZON 20	II	1D	Ex IID - ia
Diğer sanayi	ZON 21	II	2D+1D	Ex IID - ia, ib, d,e,o,p,q ve saire
Diğer sanayi	ZON 22	II	3D+2D+1D	Ex IID - ia, ib, d,e,o,p,q, ve saire

Kategori 3G veya 3D:

Bu kategorideki aletler normal çalışmalarında ortamı tehlikeye düşürmeyecek şekilde dizayn edilmişlerdir. ZON 2 (ZON 22) ortamlarında kullanılabilmektedirler. Tablo 4-03 de kategorilerin kullanılabileceği tehlike bölgeleri ve koruma tipleri görülmektedir

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.

4.5 IEC Ex SCHEMA NEDİR

IEC, International Electrotechnical Commision

IEC 1906 yılında kurulmuş uluslararası bir teşkilattır. Gayesi elektrikle ilgili konularda uluslararası birliktelik sağlamaktır. IEC de ISO (International Standart Organisation) gibi herhangi bir hükümete bağlı olmayan "non governmental" bir kuruluştur. ISO mekanik IEC de elektrikle ilgili standartlaşma ile ilgilenmektedir. Her iki kuruluşunda merkezi İsviçre'dedir ve çalışmaları paralel yürümektedir.

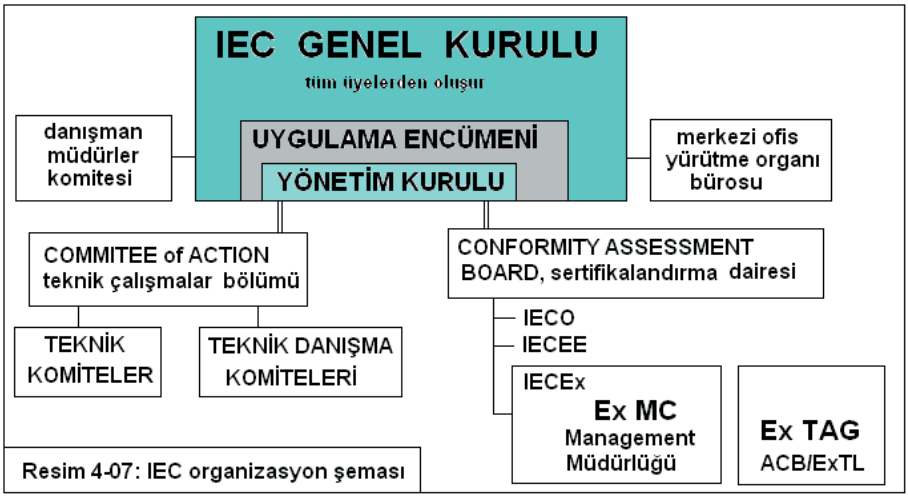
TC31

IEC patlayıcı ortamlarla ilgili (Exproof) ilk yayınına 1957 de d-tipi koruma ile başlamıştır. O zamanlar IEC yayınları tavsiyeden ileri gitmemektedir. Daha sonra bu tavsiyelerini IEC Recomendation adı altında standart şeklinde yayınlamaya başlamış fakat adına standart denmemiştir. İlk defa 1976 yılında yayınladığı tavsiyelerine standart adını vermeye başlamıştır. Bundan sonra uluslararası standart adı altında yayın yapmaya ve aynı zamanda uluslararası itibar kazanmaya başlamıştır.

IEC bünyesinde standart hazırlayan bir çok birimler (komiteler) vardır. Patlayıcı ortamlarla ilgili standartları hazırlayan teknik komite 1948 yılında kurulmuştur ve TC31 adını taşımaktadır. Muhtemelen 31. teknik kuruldur. 2010 yılı itibarı ile bu komiteye bağlı, 5 alt komite ve 8 de çalışma grubu bulunmaktadır. Bu komite ve çalışma grupları ihtiyaca göre değişmektedir.

Avrupa Ekonomik Topluluğu bünyesinde CENELEC in devreye girmeye başlaması ve uluslararası ticaretin de hızlanması ile beraber Avrupa ülkelerindeki birlikteliğe, müşterek standart oluşturma isteğine paralel olarak IEC standartlaşma çalışmaları da hızlanmaya başlamıştır. "Avrupa gibi, neden dünya düzeyinde de bir müşterek standart oluşmasın?" düşüncesi ile IEC çalışmaları da EN normlarına paralel olarak gelişmeye başlamıştır. Asıl ilerleme Avrupa standartlarından değil, Avrupa ülkelerinin dünya pazarına açılma isteklerinden kaynaklanmaktadır. 1970'li yılların sonlarında, batı Avrupa ülkeleri kömür üretimlerini düşürme ve hatta belli bir süre sonra sıfırlama kararı almışlar ve buna göre uzun vadeli programlar yapmışlardır. Bu gün, 2010 itibarı ile Avrupa'da kömür üretimi Polonya, Ukrayna ve Rusya dışında yoktur. İngiltere, Almanya, Fransa ve Belçika kö-

mür üretimlerini hemen hemen sıfırlamışlardır. Yer altı madenleri için makine üreten Batı Avrupa firmaları geleceklerini dış ülkelerde aramaya başlamışlar ve bu nedenle uluslararası satışlarını kolaylaştıracağı için IEC'yi canlandırmanın yollarını aramaya başlamışlardır.



Resim 4-07: IEC organizasyon şeması

IECEx Schema

Avrupa normları (EN) etrafında birleşme ve 1995 den itibaren de ATEX talimatlarının devreye girmesi ile Avrupa ülkelerinde exproof malzemelerin ticari piyasada serbest dolaşımında beklenmedik büyük bir başarı sağlanmıştır. Büyük üreticilerin ucuz üretim yapan küçük üreticiler tarafından bastırılacağı korkusu yaşanmamış ve ucuz ücret ödeyen, işçilikleri düşük olan ülkelerin piyasayı ele geçirmesi gibi bir olay ile de karşılaşılmamıştır. Her firma eskisi gibi malını satmaya ve cirosunu yükseltmeye devam etmiştir. Muhtemelen kaliteli mal üreten zengin ülkelerin dev firmaları daha da karlı çıkmış olmalılar ki, Dünya çapında bir birlikteliğe gitmeye yönelmişler ve uluslararası organları bu yöne teşvik etmeye başlamışlardır. Dünya Ticaret Örgütünün de (WTO) hedefleri doğrultusunda, dünya çapında geçerli olabilecek bir test ve sertifika verme girişimi başlatılmış ve ilk istekler 1989 yılında gelmeye başlamıştır. Maksat ATEX de olduğu gibi tek bir sertifika ile pazara doğrudan girmek, ülke ülke, kapı kapı dolaşmamaktır. Zaten IEC bünyesinde 1985 den itibaren faaliyet gösteren bir CB sistemi (CB=certification body) mevcuttur. Bu CB milli test otoritelerinin IEC ye uyumlu sertifika verip vermediğini denetlemektedir. Bu sistemin ATEX e benzer şekilde genişletilmesine karar verilmiş ve böylece 1999 yılından itibaren bir IECEx Şeması (Schema) oluşmaya başlamıştır. Bu şema nasıldır, bir göz atalım. IEC nin idari yapısı yaklaşık resim 4-07 deki gibidir.

Bu sisteme dahil olanların, kendi milli kalite sistemi ile birlikte, ISO/IEC 17025 (guide 65) kalite sistemine de uymaları gerekmektedir. Kalite sistemi, teknik personel ve teknik yeterlilik ExMC ler tarafından periyodik olarak kontrol edilmektedir. ExMC lerin yetki ve sorumlulukları IECEx01 ve IECEx02 nolu dokümanlarda yazılıdır. İsteyen internetten indirip inceleyebilir. Ayrıca IECEx Schema ya nasıl dahil olunur ve şartları nedir buruda detayına girilmeyecek yalnızca organizasyondan bahsedilecektir. IEC içersinde sertifika veren kuruluşlar ExACB ile yalnızca test yapan laboratuarlar ExTL ler mevcuttur. Bu kuruluşların sorunları ve istekleri ExTAG (Testing and Assessment Group) tabir edilen bir üst kurulda incelenmektedir. Bu üst kurul ise, sertifika veren kuruluşlar ACB (ACB= accepted sertification body) ile test laboratuarlarının ExTL (extesting laboratories) birer temsilcisinden oluşmaktadır (ExTAG).

IECEx Schema uygulamasının üç ana hedefi vardır:

1) Sertifika verme, IEC standartlarına uygun sertifika işlemi, ACB ve ExTL ler.

2) Yetkili servis, tamir bakım yapabilecek yetkili servisleri belirleme.

3) Personel belgelendirme, exproof konusunda çalışan personelin yeterli olup olmadığını belirleme.

Henüz tam istenilen seviyeye oluşmamış ise de 1.hedef faaliyetleri yürümektedir. 2010 yılı itibarı ile 28 üye ülkede 35 adet sertifika veren kuruluş (ExCB=Certification Body) ve 36 adet de test laboratuarı (ExTL=Test Laboratorien) mevcuttur. 2 ve 3 nolu konular daha henüz yeni kapsama alınmışlardır. 2008 yılı sonu itibarı ile 13 adet yetkili servise onay verilmiştir. IEC üyesi olan Türkiye 2009 sonunda IECEx Schema'sına dahil olmuştur. Fakat henüz ne ATEX e uygun Bürükselden yetki almış bir onanmış kuruluşu (notified body) ve ne de IEC den yetkili bir Ex laboratuarı vardır.

IECEx Schema nın uluslararası düzeyde önem kazanması, ABD nin 2001 yılında IECEx Schema ya dahil olması ile başlamıştır. ABD'li firmalarında hedefinde de uluslararası piyasada kolayca dolaşabilmek vardır.

30-40 yıl öncesinde Dünyada iki sistem yarışmakta ve rekabet halinde idi. Kuzey Amerikan Division (condiut) sistemi ile Batı Avrupanın ZONE sistemi, "Amerikan Exproof sistemi ile Avrupanın Flameproof sistemleri arası bir yarış" olarak da adlandırabiliriz. Sonuçta Batı Avrupa ZONE sistemi galip gelmiş ve kuzey Amerikan division sistemi geri adım atarak kendi içine çekilmiştir. 1988 yılında Kanada Zon sistemini kabul etmiş ve ABD de 1996 yılında konu ile ilgili mevzuatına (NEC madde 505) Zon sistemini ilave etmiştir. ABD de de Zon istemi uygulanmakla birlikte division sistemi de yasaklanmamıştır. IEC ye dünyanın büyük ülkeleri itibar etmektedir. IEC Ex normları ile EN standartları bire bir aynıdır. Güney Afrika ve Avustralya IEC'yi standartlarına doğrudan almaktadırlar. Çin, Hindistan ve Rusya gibi büyük ülkeler de IEC standartlarını esas kabul etmekte, bazı değişiklikler ile kendi milli standartlarını yayınlamaktadırlar. Kısaca Dünyanın gidişatı IEC ZON sistemi ve IEC standartları etrafında birleşmek yönündedir. Tek bir standart ve tek bir kontrol ve onay mevzuatı (sertifika işlemi) ile bütün Dünya ülkelerinde exproof

malların serbest dolaşımını sağlamak yönündedir. IECEx Schema nın gayesi budur. Anlaşılan globalleşen dünyada exproof teçhizatı da globalleştirmektir.

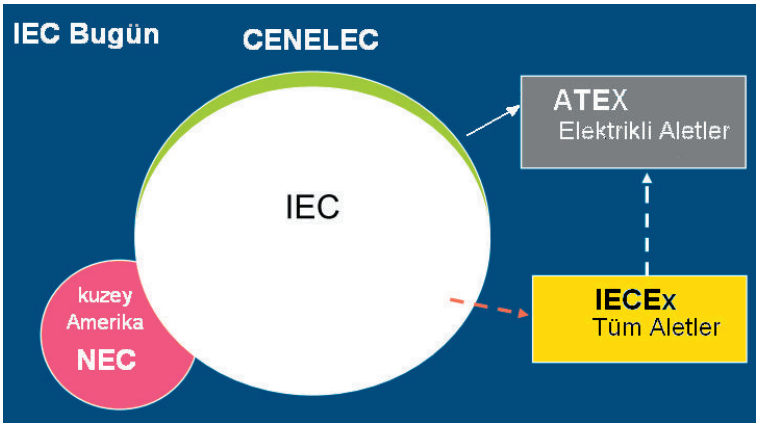
Amerikan Division sistemi tamamen ka++++++++++++++++++++++++lkmış değildir. IEC standartları içersinde erimek üzeredir. Kuzey Amerikanın uyguladığı bir çok teknikler IEC standartlarına dahil edilmiştir. Condiut sistemi de kablolama sisteminin farklı ve versiyonu olarak standart kapsamına alınmaya çalışılmakta ve komisyonlarda gündeme gelmektedir. Muhtemelen farklı bir uygulama olarak standart kapsamına alınacaktır. Örneğin tozlarla ilgili IEC 61241-1 standardına, ABD test yöntemi B-uygulaması adı altında, dahil edilmiştir.

IECEx Schema ile ATEX ortadan kalkıyor mu? Sorusu akla gelmektedir. ATEX bir yasadır standart değildir. Konu ile ilgili EN 50 0.. serisi standartlar ortadan kalkacak yerini IEC 60079 alacaktır. Nitekim EN normlarının numaralandırılması ile IEC aynıdır. ATEX ile uyumlu hale getirilen standartların tamamı EN 60079 ile başlamaktadır. İsmen EN vardır, içerik IEC'nin aynıdır. Standartlar tek bir yerde İsviçre'nin Cenevre kentinde bulunan IEC de hazırlanmaktadır. CENELEC ile IEC paralel oylama yapmakta ve hazırlanan standart tasarıları diğer üyeler ile birlikte CENELEC e de sunulmaktadır. CENELEC tasarıyı inceleyerek varsa ATEX e uymayan hususular, bunları ek olarak izah etmekte ve kendi üye ülkelerine sunarak oylamaktadır. Eğer IEC nihai tasarıyı hazırlarken CENELEC in ek izahatlarını kabul ediyor ise sorun yoktur. CENELEC in hazırladığı ve Avrupa ülkelerince oylanıp kabul edilen ekler IEC tarafından kabul görmez ise, IEC tasarısı Avrupa'nın ek izahatı olmadan üye ülkelerin oylarına sunulmaktadır. Avrupa ülkeleri de tekrardan formel bir oylama yapmakta, fakat yeni IEC standardını ekleri ile birlikte kabul etmektedir. Böylece ana standart aynı kalmakta, farklılıkları eklerde toplanmaktadır. Çünkü gelecek bir hedefte ATEX in de değiştirilmesi vardır. İstenen bir ATEX değişimi gerçekleştiğinde standart içersindeki ekleri çıkarmak yeterli olacaktır. Görüyorsunuz ki, 1995 de yayınlanmaya başlayan ve en son 2006 da geçerlilik kazanan ATEX inde değişiminden konuşulmaya başlanmış ve hatta hedefe alınmıştır.

ATEX var olduğu sürece, IECEx sertifikası olan exproof bir teçhizat veya tesisat CE kalite belgesi ve ATEX uyumluluk belgesi almadan, Avrupa ülkelerinde satılamayacak ve serbest dolaşamayacaktır. ATEX Zon tanımı ve kategori gibi bazı teknik konuları da içerdiğinden IEC ile uyumlu değildir. Gerçi metotlar tıpa tıp aynıdır ve IECEx sertifikası alan kolayca ATEX uyumluluk sertifikası da alabilmektedir. Fakat bunlar yeterli değildir. Muhtemelen IECEx Schemaası yayılıp Dünya ülkelerince kabul görmeye başladığında ATEX direktifleri de elden geçirilip IECEx Schema'ya uyumlu hale getirilecek ve teknik konulan standartlara bırakılacaktır. Teknokratların uluslararası makalelerinde ATEX in değişmesi gerektiğinden söz edilmeye başlanmıştır.

IEC ile uyumsuzluklar Rusya, Çin, Hindistan ve Brezilya gibi büyük ülkelerin standart ve uygulamalarında da mevcuttur. Bunların düzeltilmesine çalışılmakta olup, ilk adımlar atılmış durumdadır. Bizce söz konusu bu büyük ülkeler IECEx uygulamasını kabul ettiklerinde Avrupa ile birlikte Dünyanın diğer ülkeleri de IECEx uygulamasına hızla

geçeceklerdir. Exproof teçhizatın tüm dünya ülkelerinde kabul gören tek bir sertifika ile, herhangi bir ilave bürokratik işleme gerek kalmadan, gümrüklerden, ülkelerin sınırlarından rahatça geçip dünya pazarlarına ulaşabilmesi büyük firmaların rüyasıdır. Globalleşen



Dünya düzeninde kısa zamanda gerçekleşeceğe benzemektedir.

IEC ve CENELEC'in son durumu yukarıdaki resimde sembolize edilmiştir. Artık CENELEC yok gibidir. Daha doğrusu kağıt üzerinde mevcuttur. Standartlar IEC kanadında hazırlanmaktadır. Zaten IEC ve CENELEC'in önemli uzmanları her ik kuruluştada faal ve söz sahibidirler. Amerikan NEC normları da IEC'ye yanaşmaktadır ve zamanla birleşecektir. Gelecekte ATEX kalkacak yerini IECEx alacaktır. 2010 itibarı ile gidişat bu yöndedir.

IEC TC31 STANDART ÇALIŞMALARI HAKKINDA

ATEX 100 1994 ve ATEX 137 de 1999 yılında yayınlanmışlardır. ATEX 100 elektrikli aletler dışında mekanik aletler ile koruyucu sistemleri de kapsama alanına almıştır. Aradan 10-15 yıl geçmiş olmasına rağmen mekanik alet ve koruyucu sistemlerle ilgili belli başlı bir standart ve uygulama yöntemi gelişmemiştir. Uluslararası standart kuruluşlarını ATEX bağlamadığından konu ile hiç ilgilenmemişlerdir. Avrupa standart kuruluşu CENELEC, EN 13463 seri numarası ile makine aksamlarını kapsayan bazı standartlar yayınlınmış olmakla birlikte pek tutarlı olmamıştır. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi, ister makine ister elektrik olsun patlayıcı ortamlara karşı alınan tedbirlerde, genel düşünce felsefesinin aynı oluşudur. İkinci neden ise mekanik aletler ve koruyucu sistemler için Notified Body'den sertifika almaya gerek olmayışıdır. Üretici firmanın izahatı (decleration of conformity) yeterli olmaktadır. Bu durumda ne kullanıcıda ve ne de imalatçıdan standartlaşma için bir baskı gelmemektedir. Durumu gören CENELEC ve IEC TC31 yetkilileri mekanik aletler ve koruyucu sistem gibi patlayıcı ortamlar ile ilgili ne var ise (gazlar, tozlar ve saire dahil) tümünü TC31 görev alanı içersine almaya karar vermişlerdir. 2007 Yılında ISO ile yapılan toplantıda "patlayıcı ortamlarda kullanılan makine aksamı ve koruyucu sistemler" ile ilgili standart hazırlama ve yayınlama görevi IEC ye ve dolayısı ile TC31 e

verilmiştir. TC31 altında TC31M adında yeni bir komisyon oluşturularak bu komisyona bilinen Avrupa normları doğrultusunda yeni makine standartları hazırlama görevi verilmiştir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan makine ve koruyucu sistemlerle ilgili yeni standart serisi 80079 ile başlayacak, uzantı numaraları 60079 dekine benzer şekilde verilecektir ki, ileride bir birleşme, IEC 60079 kapsamına alınma gündeme geldiğinde, kolayca uygulanabilsin. Yine de hedefte bir birleşme vardır. Muhtemelen TC31 içersinde tam bir fikir birliği yoktur. Bazı uzmanlar makine aksamının da bir alt bölüm olarak 60079 a ilave edilebileceğini söylerken bazıları araya duvar çekilmesini istemektedir.

Tozlar konusunda, IEC 61241 in kaldırılarak IEC 60079 içersine alınmasına karar verilmiş ve uygulamaya başlanmıştır.

Son yıllarda hazırlanan IEC 60079 standartları "electrical apparatus for explosiv gas atmosphere" şeklinde yayınlanmamaktadır. Electric, gas ve apparatus kelimesi çıkarılarak "explosive atmospheres" şeklini almıştır. Açıklama bu yazıdan sonra yer alacaktır, "part 15: equipment protection by type of protection n" örneğinde olduğu gibi.

TC31M bazı standartlar hazırlayarak CENELEC içersinde paralel oylamaya sunmuştur. 2010 itibarı ile henüz yayınlanmış geçerli bir IEC 80079 standardı mevcut değildir.

2000'li yılların başında IEC 60079 serisi standartların anlaşılamaz ve kalabalık bir hal aldığı ve çoğu konuların her standart serisinde aynen tekrarlandığının farkına varılarak, bunların toparlanıp düzenli bir şekle sokulmasına ve standartların sadeleştirilmesine karar verilmiştir. Tozlu ortamlarında 61241'den çıkarılıp, 60079 serisi standartlar içersine alınacağı veya bu seri standartlar içersinde eritileceği kararı ile birlikte konu yeni baştan ele alınmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda ilk ele alınması gereken birinci seri standart olan IEC 60079-0 dır ve standart yeni şekli ile (versiyon 6) 2009 yılında yayınlanmıştır.

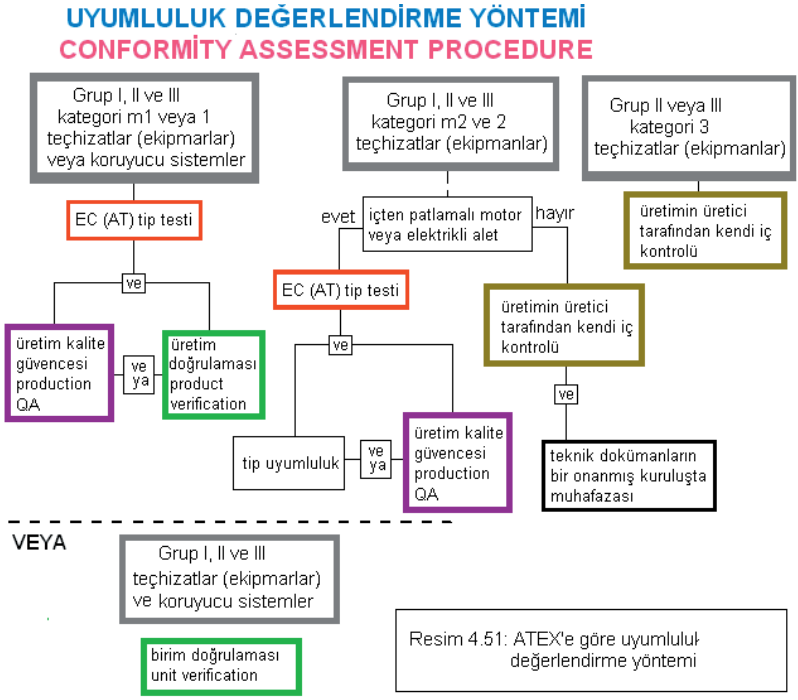
Şebeke ile ilgili 79-14 ve 79-28 ve ayrıca tamir bakımla ilgili 79-19 nolu standartların bir arada incelenmesi ve gerekiyor ise birleştirilmesi ve ayrıca KE ile ilgili ve 79-27 ve yine FISKO ile ilgili 79-25 standartların bir arada incelenmesine ve gerekiyor ise bazı kısımların 79-11 de birleştirilmesine karar verilmiştir. IEC 60079-11 in yeni sürümü hazırlanmış muhtemelen 2010 yılı içersinde yayınlanacaktır.

Özetlersek IEC patlayıcı ortamlarla ilgili 60079 serisi standartlarını tozları da aynı kapsama alarak sadeleştirme çabasındadır.

4.6 ATEX ile IECEx'in KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ AÇISINDAN KIYASLANMASI

Ex-proof malzeme üretecek firmaların ISO 9000 standartlarına göre kalite belgesi bulunmalı ve CE belgesi verebilme yetkisine sahip olmalıdırlar. ATEX'e göre kalite belgesi alacakların ISO/IEC 17025'e uygun test ve kalibrasyon laboratuarı bulunmalıdır. Bu standartların şart ve usullerinin neler olduğu ve kalite belgesi ile CE uyumluluk belgesi verebilme işleminin nasıl ve hangi şartlara bağlı olduğu uzmanlık sahamız olmadığı gibi konumuz da değildir. Exproof alet üretmenin ve bu konularda akredite olmanın ilk şartı kalite belgesine sahip olmaktır.

ATEX yönetmeliğine göre exproof malzemelerin CE belgesi olacağına göre, exproof malzeme



Resim 4.51: ATEX'e göre uyumluluk değerlendirme yöntemi

üreticisinin de CE belgesi verebilme yetkisi, yani bir kalite güvence sistemine sahip ve dahil olması şarttır. Bu madde üreticinin işini zorlaştırmakta, küçük üreticileri zora sokmaktadır.

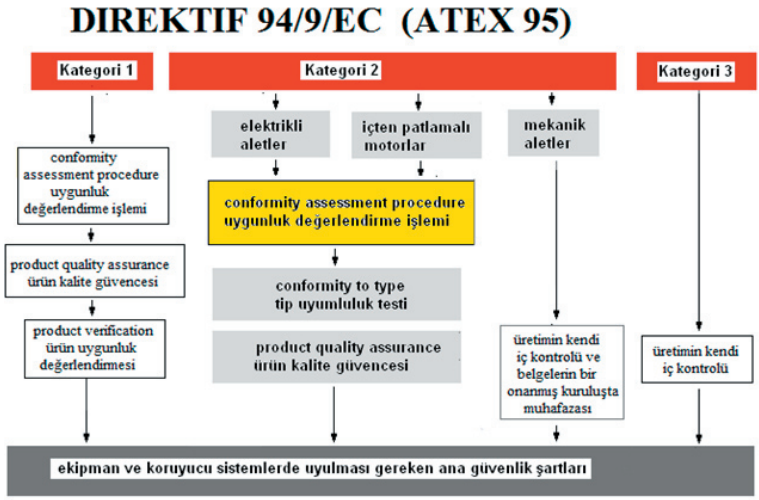
ATEX yönetmeliği ekipman kategorisine göre farklı kalite güvence metodu ön görmekte olup, bu işlemlerin nasıl yürüdüğü resim 4.51 ve resim 4.52 de bir bakışta anlaşılabilecek şekilde tablo halinde özetlenmeye çalışılmıştır. En sıkı güvence sistemi Zone 0 ortamları için imal edilen kategori 1 ekipmanlarda uygulanmaktadır. Çünkü bu tip aletler çok daha tehlikeli ortamlarda çalıştırılmak için ön görülmekte olup, imalat safhasında olduğu gibi kullanım safhasında da çok itinalı davranılması gerekmektedir. Üretici bir Onanmış Kuruluşa (notified body'ye) baş vuracak ve AT-tip testinden başka ürünü kalite güvencesi altına alacaktır. Kategori 1'e göre üretilen bir aletin kalitesi üçüncü bir kuruluş (NB= notified body) tarafından garanti edilmektedir. Kullanıcı açısından iyi bir şey ise de bunun için kullanıcı da iyi bir bedel ödemek zorundadır. Bu nedenle kategori 1 aletler endüstriyel tiplerine kıyılsa çok pahallı olurlar. Kategori 1 aletler Zone 0 ortamında kullanılmak için imal edilirler ki, bu tip alet sayısı ve sanayinin de kategori 1 alete ihtiyacı çok azdır. En çok kullanılan exproof aletler Zon 1 ortamı için planlanan kategori 2 ekipmanlardın.

Kategori 2 ekipman üreten bir imalatçı, kategori 1 aletlerde olduğu gibi, bir Onanmış Kuruluşa (notified body'ye) baş vurmak zorundadır. Onanmış Kuruluş bir numune üzerinde gerekli deneyleri yaparak AT-tip testi ve ürün doğrulama belgesi düzenleyecektir. Yani

ürünün belli standartlara ve ATEX yönetmeliğine uygun olarak imal edildiği doğrulanacaktır. Kalite güvence hizmeti ancak üretici isterse verilmektedir. Bu yöntemde exproof malzemenin exproof özelliği üçüncü bir kuruluş (Notified Body) tarafından garanti edilmektedir. Üretilen kategori 2 ekipman elektrikli veya işten patlamalı motor ile çalışan bir alet ise yukarıda izah ettiğimiz yönteme tabidir. Eğer elektrikli alet değil ise yani mekanik bir alet veya mekanik koruyucu bir sistem ise, söz konusu kategori 2 mekanik aletlerin teknik dokümanları bir Onanmış Kuruluşun arşivinde saklanmak zorundadır. İmalatçı bu işlem için bir notified body aramak zorundadır. Kullanıcı açısından bu işlem pek güvenli değildir. Kategori 2 bir mekanik aletin exproof özelliği yalnızca imalatçı tarafından garanti edilmekte olup, arada Onanmış bir Kuruluşun garantisi yoktur.

Zone 2 ortamları için ön görülen elektrikli veya mekanik tüm kategori 3 aletler için üreticinin her hangi bir onamış kuruluş aramaya ihtiyacı yoktur. Kendi üretimini kendisinin kontrol etmesi ve bir AT-uyumluluk belgesi (deklerasyonu) yazarak altını imzalaması yeterli olmaktadır. Test belgelerini de kimseye verme zorunluluğu yoktur. Kategori 1 ve 2 aletlerde Onanmış Kuruluş tarafından düzenlenen tüm belgeler diğer onamış kuruluşlara bildirilmek zorundadır ki, bu durumda imalatçının Notified Body değiştirmesi imkansız gibidir. Kategori 3 aletlerin kalitesi ve exproof güvencesi tamamen imalatçının keyfine kalmıştır. İmalatçı hatalı veya aldatıcı davranır ise ne olu? Bu durumda tüketici yasaları devreye girer ve üretici yalan beyandan ve hatalı mal piyasaya sürmekten zor durumda kalabilir, belki de imalathanesi kapanabilir.

Kategori 3 aletler Onanmış Kuruluş gerektirmediği içini imalat bürokrasisi yoktur ve imalatçı açısından genel giderleri azdır. Bu nedenle biraz daha ucuza mal olurlar. Fakat son yıllarda IEC 60079-0 da yapılan değişiklikler ile kategori 2 ve kategori 3 aletler arasında pek fiyat farkı kalmamıştır. Yıllar öncesi gibi piyasada ucuz kategori 3 alet bulmak artık imkansız hale gelmiştir. Çünkü IEC 60079-0 da ön görülen şartlar ve test yöntemleri tüm



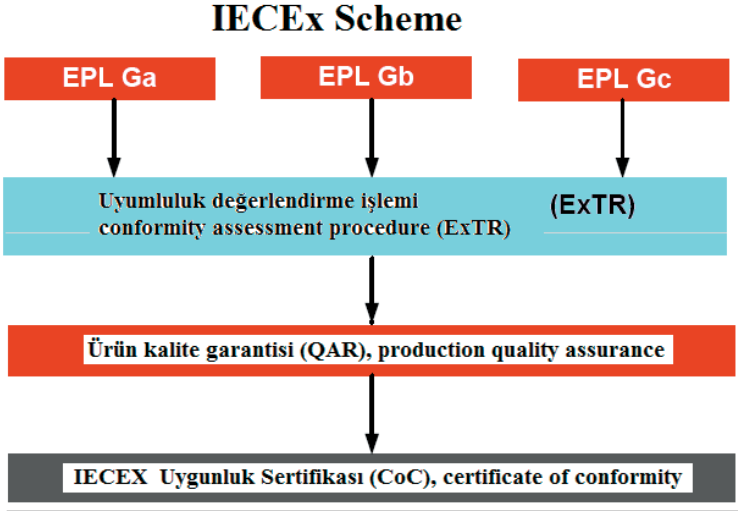
Resim 4.52: ATEX 84/9'a göre uyumluluü oeğerlendirme kalite güvence sistemi

exproof aletler için geçerlidir. Kategoriler veya yeni tabiri ile EPL'ler (patlamayı koruma seviyeleri) arası bir fark gözetilmemektedir.

Resim 4.52 de resim 4.51 de verilen tablonun farklı bir versiyonu çizilmiştir. Maksat meslektaşlarımızın bir bakışta ve kolayca, kategoriler veya EPL'ler arası kalite güvence sistemi farklılıklarını görebilmeleridir.

Yeni geliştirilen IECEx Schema da ATEX de görülen hatalar kapatılmaya çalışılmıştır. IECEx de kategorilerin yerinin EPLa, EPLb ve EPLc almaktadır. Resim 4.53 de görüldüğü gibi hangi seviyede alet üretilir ise üretilsin, ister elektrik ister ise mekanik olsun, tümü IEC tarafından yetki verilmiş bir test otoritesinin kalite güvence ve üretim kontrolüne tabidirler. Burada Onanmış Kuruluş yerine IEC tarafından belgelendirilmiş kuruluşlar gündeme gelmektedir. Kullanıcı açısından daha garantili gözükmektedir. Çünkü exproof aletlerin tamamı üçüncü bir kuruluş tarafından belgelendirilmekte ve üretimleri de belli aralıklar ile kontrol edilmektedir. Ayrıca yapılan işlemlerin tamamının da internet sitesinden ilan edilerek tüm kullanıcı ve imalatçılar, yani tüm taraflarca görülmesi sağlanmaktadır. Maksat oto kontrol yöntemi ile sistemin kendi kendini kontrolüdür. Çünkü IEC uluslararası bir kuruluştur. Yasal yaptırımı yoktur. Usullerine uymayanı dışlamaktan başka bir yaptırımı yok ise de, aletin kullanıldığı ülkenin kendi yasalarına göre bazı yaptırımlar olabilir.

Avrupa ATEX uygulamasında yetkili Onanmış Kuruluş sayısı çok fazladır ve kategori 3 aletlerde de üretici tamamen serbesttir. Ayrıca Onanmış Kuruluş sayısı çok fazla olduğu için para kazanmak uğruna bazı kuruluşlarca sıkı test yapmadan AT-Uygunluk sertifikası verildiği gözetlenmektedir. Güvensiz bir ortam oluştuğu için IECEX sistemi sıkı metotlara bağlayarak güvensizliği ortadan kaldırmaya çalışmaktadır. Bu gün exproof



Resim 4.53: IECEx Şemasına göre uyumluluk ve kalite güvence sistemi

konusunda güvenilir olan Onamış Kuruluş (Notified Body) sayısı bir elin parmakları kadar azdır. Ancak, bir zamanlar Devlet yönetiminde olan eski tarihi kuruluşlar güvenilir durumdadır.

Avrupa Topluluğunun uyumluluk ve ürünler üzerine CE belgesi iliştirme ile ilgili direktifli 13 Aralık 1990 tarihinde yayınlanmış (90/683/EC) ve 22 Temmuz 1993 tarihinde de düzeltilmiş şekli 93/465/EC piyasaya çıkmıştır. 93/465/EC direktifine göre exproof aletlerin değerlendirmesinde aşağıdaki tabloda görülen modüllere uyulacaktır.

Description	İzahat	ATEX 94/9/EC Eki	CE, 93/465/EEC MODÜL
EC type-examination	AT Tip testi	III	B
Production quality assurance	Üretim kalite güvencesi	IV	D
Product verification		V	F
Conformity to type	Tip uyumluluk kontrolü	VI	C
Product quality assurance	Ürün kalite güvencesi	VII	E
Internal control of production	Üretimin kendi iç kontrolü	VIII	A
Unit verification	Ünite değerlendirmesi	IX	G

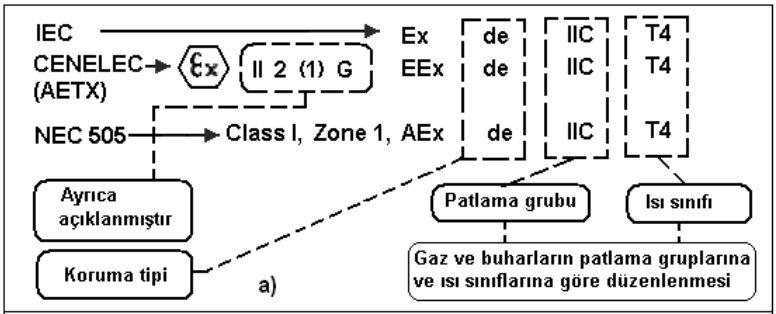
Ürünlerin incelenmesinde en az 1 ve en fazla 2 modül uygulanmaktadır. Modül A'da üretici kendisi bir inceleme yapmaktadır. Diğer modüllerin tamamının sorumluluğu bir Onanmış Kuruluşa aittir.

4.7 PATLAMAYA KARŞI KORUNMUŞ (exproof) ALETLERİN ETİKETLERİ

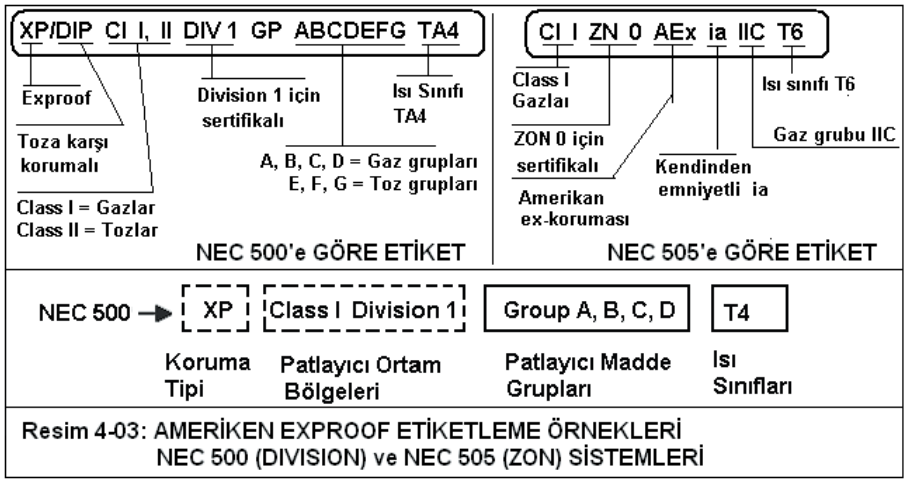
IEC 60079-0'ın son sürümünde etiketlerin nasıl olacağı ve neleri içereceği açıkça yazılmıştır. Fakat bu veriler yeni aletler için geçerlidir. Değişik iş yerlerinde çalışan okurlarımız eski ve yeni aletlerle her gün karşı karşıyadırlar. Hem eski ve hem de yeni uygulamaları bilmek zorundadırlar. Bu nedenle etiketleme ile ilgili bol bol örnek verilecek ve hatta çok eski etiketlerden de bahsedilecektir.

Patlayıcı ortamı olan işletmelerde çalışan meslektaşlarımız çok iyi bilirler ki, ex-korumalı aletin etiketi farklıdır ve bir aletin ex-korumalı olup olmadığı öncelikle etiketinden anlaşılır. Bu etiketleme şekli konu ile ilgili standartlarda belirlenmiş olmakla birlikte bazı ufak farklıklar görülebilmektedir. Bu nedenle aşağıdaki resimlerde çok çeşitli ve değişik örnekler verilmiştir.

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), Avrupa Ekonomik Topluluğu Standartlaşma Kuruluşu (CENELEC) ve Amerika Birleşik Devletleri Milli Elektrik Kotları'nın (NEC) ön gördükleri etiketleme şekilleri resim 4-02'de görülmektedir. Yazımızın diğer bölümlerinde izah ettiğimiz gibi ABD de hem ZONE ve hem de DIVISION sistemi aynı anda geçerlidir. Bu nedenle NEC de iki ayrı etiket şekli ön görülmekte olup resim 4-03 de DIVISION



Resim 4-02: IEC, CENELEC (ATEX) ve NEC 505'e göre ETİKETLER



Resim 4-03: AMERİKEN EXPROOF ETİKETLEME ÖRNEKLERİ
NEC 500 (DIVISION) ve NEC 505 (ZON) SİSTEMLERİ

sistemine göre sertifika alan aletlerin etiket şekli görülmektedir.

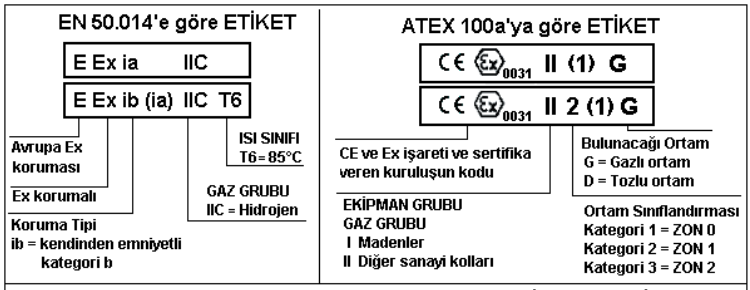
ABD ve Kanada da uygulanan DIVISION sistemine göre etiket şekli resim 4-03 de görülmekte olup, buruda kullanılan koruma tiplerinin anlamları aşağıdaki gibidir.

XP: Exproof korumalı anlamına gelir, Division 1 ve 2 de yer alan A-D gruba gazlar için kullanılır. Avrupa ve IEC'nin kullandığı d-tipi koruma (Ex-d) ile kıyaslanabilir.

IS: Kendinden emniyetli (intrinsically safe) koruma anlamına gelir. Division 1 ve 2 de yer alan A-D gruba gazlar için kullanılır.

X, Y veya Z: Basınçlı koruma anlamına gelir. X ve Y Division 1 ve Z'de Division 2'de kullanılır. Avrupa ve IEC'nin uyguladığı p-tipi koruma (Ex-p) ile kıyaslanabilir.

DIP: Toza karşı koruma (dust-ignitionproof) anlamına gelir. Division 1 ve 2'de yer alan



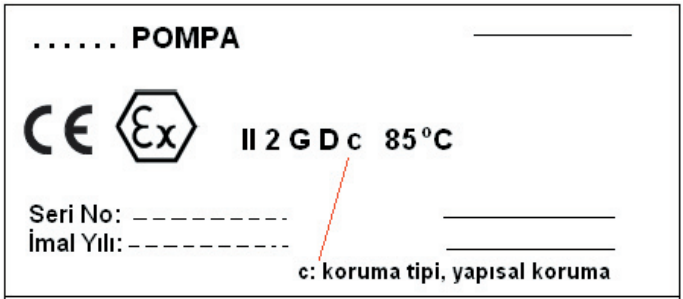
Resim 4-04: EN 50.014 ve ATEX 100a'ya UYUMLU ETİKET ŞEKLİ

Resim 4-05: ÖRNEK ETİKET (adı geçen firmaların internet sitelerinden alınmıştır)

E-G tipi tozlar için kullanılır.

IN: Ark çıkarmaz veya patlayıcı ortamı ateşlemez (non incendive) anlamına gelir ve Division 2'de tatbik edilir. Avrupa ve IEC'nin uyguladığı n-tipi koruma (Ex-n) ile kıyaslanabilir.

Avrupa, CENELEC uygulamasında, 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. ATEX 100a'dan önce uygulanan ve EN 50.014'e uygun olan etiket şekli ile 1 Temmuz 2003'den itibaren uygulanacak olan ATEX 100a'ya uyumlu etiket şekli resim 4-04 de görülmektedir. Ayrıca pratik bir etiket örneği de resim 4-05 de verilmiştir.



Resim 4-06: Mekanik alet etiketleme şekli

MEKANİK ALETLERİN ETİKETLERİ:

Mekanik aletlerin etiketi elektriklilerden farklıdır. Resim 4-06 daki örnekte görüleceği gibi mekanik aletlerde Ex veya EEx ile başlayan bölüm yoktur. Ex işaretinden hemen sonra gaz grubu kategori ve koruma tipi belirtilmektedir.

KÖŞELİ PARANTEZİN ANLAMI

[EEx ia] şeklindeki işaret bu cihaza bağlı bir cihaz daha olduğunu ve hepsinin beraber exproof sayıldığı anlamına gelir. Kendinden emniyetli bir devrede kendinden emniyetli olmayan fakat kendinden emniyetli devreyi etkileyebilen bir devre olabilir. Bu devre ya temiz ortamda olmalı veya başka bir şekilde korunmuş olmalıdır.

EEx II G (i) c IIB T3 / -(0)-x işaretinde parantez içindeki i (i) bu motora bağlı Kendinden emniyetli (=KE) bir devre olduğu anlamınadır. Muhtemelen ısı ölçen duyargalar (termo kupollar) olabilir. Herhangi bir arıza durumunda KE devre motorun devresinden etkilenebilir. X işareti özel bir ikaz olduğu yani exproofluğu korumak için özel bir şart olduğu anlamına gelmektedir.

II (2) G	II	Cihaz grubu
	2	ZON2 de kullanılabilen alet
	G	Gazlı ortamlara göre yapılmış alet
	(2)	Aletin kendinin ZON2 tehlike bölgesinde bulunmadığı, temiz bir ortamda olduğu, ZON2 deki bir aletle ilişkisi olduğu anlamına gelir.

NORMAL PARANTEZİN ANLAMI

CE 0102 II 1 G veya CE 0102 II (1) G İşaretindeki parantez köşeli parantezdeki gibidir. ATEX uygulamalarında köşeli yerine normal parantez kullanılmaktadır. Burada (1) kategori 1 seviyesinde bağlı bir cihaz olduğu anlamına gelir. Üzerinde bu işaret olan alet kendisi bağlı devrenin bulunduğu ortamda değildir. Çoğunlukla temiz havadadır. Örneğin KE güç kaynakları gibi.

Okuyucularımızın bilgilenmesi için, aşağıda çeşitli etiket örnekleri verilmektedir. Ticari piyasada ve faaliyette bulunan tesislerde çok değişik etiketlere rastlanmakta ve zihinleri karıştırmaktadır.

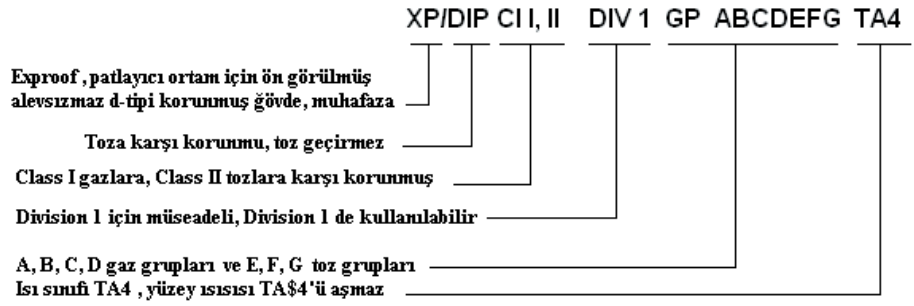
[EEx ib] IIC veya EEx ib IIC T6	EEx	Avrupa standartlarına uygun
	[…]	Bağlı veya müşterek bir alet
	ib	Kendinden emniyetli b seviyesi koruma tipi
	IIC	Patlama veya gaz grubu
	T6	Isı sınıfı, ısı grubu

PTB Nr.:Ex-86.B 2124x	PTB	Sertifikayı veren yetkili otorite
	Ex	Patlayıcı ortam için ön görülmüş alet
	85	Sertifikanın verildiği yıl
	B	Seri, B serisi
	2124	Sertifika seri nosu
	x	Özel bir şart olduğuna dair ikaz. Kullanma kılavuzuna bakılması gerekir
PTB 98 ATEX 2123x	PTB	Sertifika veren yetkili otorite
	98	Sertifikanın verildiği yıl
	Atex	atex e uygun, direktif 94/9 a uygun
	2123	Sertifika seri no
	x	Yukarıdaki gibi

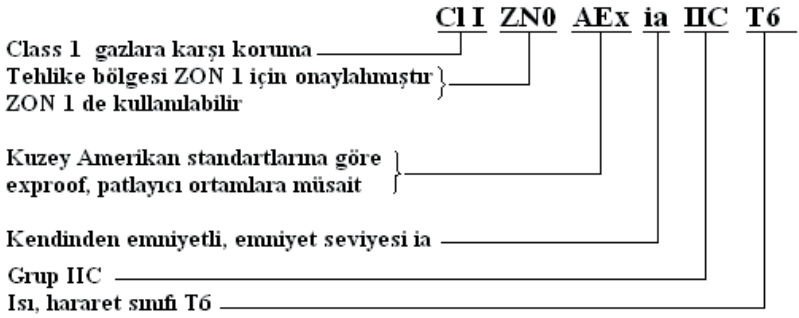
SAIT HT 45Ex EEx ia IIC T6 DMT 03 ATEX E029 x		
SAIT HT 45Ex EEx ia IIC T6 DMT 03 ATEX E029 x	SAIT HT 45	Firma isim ve tip işareti
	EEx	Avrupa normuna uygun
	ia	Kendinden emniyetli a seviyesi koruma
	IIC	Hidrojen grubu gazlı ortamlarda çalışabilir
	T6	Dış yüzey sıcaklığı 85^{0}C aşmıyor
	DMT	Sertifika veren yetkili kuruluş. Notified body
	03	Sertifikanın verildiği yıl, 2003
	Atex	Atex direktifine uygun, atex jenerasyonu alet
	E029	Notified body tanımlama nosu,
	x	Özel bir şart var. Kullanma kılavuzuna bak.

II 2 GD EEx d [ib] IIC T4

NEC 500'e göre ABD (USA) ETİKETLEME ÖRNEĞİ



NEC 505'E göre ABD (USA) ETİKETLEME ÖRNEĞİ



II 2 GD EEx d [ib] IIC T4	II	Alet grubu
	2	Alet kategorisi 2, Zon2 ortamında çalışabilir
	GD	Gaz ve Tozlara karşı korunmuş
	EEx	Avrupa normlarına göre yapılmış, ATEX uyumlu
	d	d-tipi korumu, alev sızmaz gövde
	[ib]	Aynı zamanda kendinden emniyetli ib seviyesinde bir devre içeriyor ve devre kablosu Zon1 veya Zon2 den geçiyor olabilir
	IIC	Hidrojen grubu gazlara müsait
	T4	Isı grubu T4, Dış yüz ısısı 135^{0}C aşmaz
	II	Alet grubu II
Aynı etiket şu şekilde de olabilir: II (2) G [EEx ia] IIB		

ABD de geçerli olan NEC'e (national electrical code) göre iki farlı etiket örneği aşağıda verilmiş olup, ülkemizde yaygın olan ABD yapımı tesislerde çalışan meslektaşlarımızın bilgilerine sunulmaktadır.

Çok eski aletlerin üzerinde aşağıdaki tabloda verilen işaretle re rastlanabilir.

	Madenler	Diğer sanayi
Britanya	FLP	Ex
Fransa	MS	EA
Almanya	Sch	Ex
İtalya	AD	Ex
Belçika	ADF	Ex
Hollanda	F	Ex

4.8 YABANCI MADDE GİRİŞİNE KARŞI KORUMA, IP,

IEC 60529, EN 60529

4.8.1 IEC ve AVRUPA UYGULAMASI

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. Ayrıca IP tipler tablo 4-04 de toplu halde görülmektedir.

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 anlamı:

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 4-04: 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

4.8.2 AMERİKAN UYGULAMASI

Yabancı cisim, su ve toz girmesine karşı uygulanan IP koruma tipleri Kuzey Amerika'da NEMA kodları ile tanımlanmıştır ve uluslararası uygulamadan farklıdır ve her zaman bire bir kıyaslanamaz. Konu tablo 4-05 de özetlenmiştir.

Tablo 4-05: Amerikan IP uygulaması

NEMA Kodu	Bölüm *)	Koruma	Kıyaslanabilir IP karşılığı
1	İçeri	Düşen pislik (cisim)	IP10
2	İçeri	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 yok, 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	

BÖLÜM III
KORUMA TİPLERİ

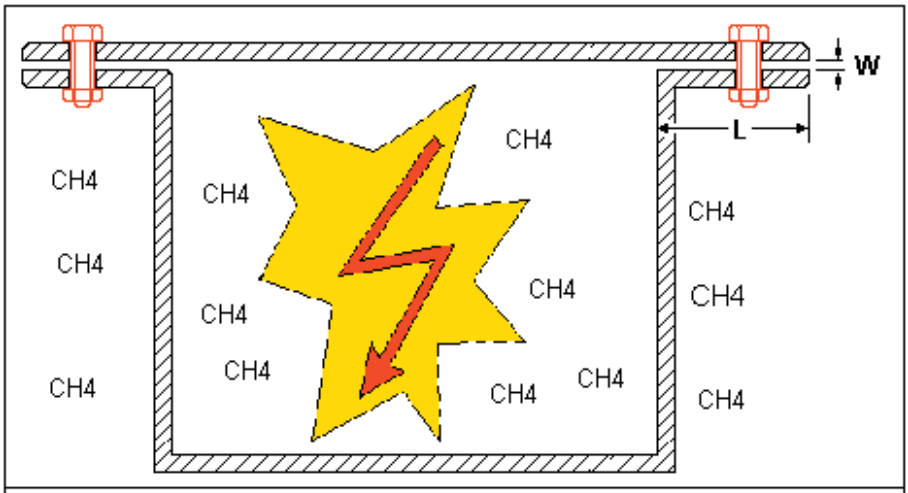
5.0 PATLAMAYA KARŞI ALINAN DEĞİŞİK TEDBİRLER ve KORUMA TİPLERİ

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli aletlerin ortamı tehlikeye düşürmemesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntem ve metotlar aletin yapısına göre farklıdır ve aşağıda teferruatlıca incelenecektir. Konu ile ilgili standartlar da ele alınacak ve tüm exproof malzemeleri kapsayan IEC 60079-0 ile IEC deki en son gelişmeler koruma tipleri bölümünün sonunda ele alınacaktır.

5.1 d-TİPİ KORUMA, ALEVSIZMAZ KORUMA (FLAMEPROOF ENCLOSURE) ALEVSIZMAZ MAHFAZA

IEC 60079-1, EN 50018, TS 3380, EN 13463

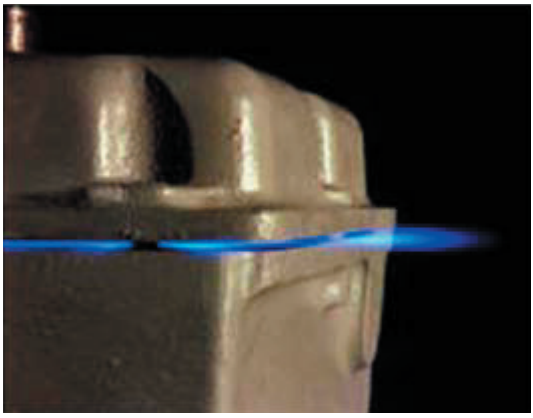
İlk uygulanan koruma yöntemi d-tipi korumadır. Diğer metot ve yöntemler sonradan geliştirilmiştir. Bu tip korumanın prensip şeması resim d-01'de görülmektedir. CH4 metan gazı varlığını sembolize etmektedir.



Resim d-01: d-Tipi Korunma Prensip Şeması

En çok kullanılan ve geniş bir tatbikat alanı olan bir koruma yöntemidir. Bu yöntemde ark veya ısı üreten alet (örneğin transformatör, kesici, yol verici gibi) basınca dayanıklı bir kap (muhafaza) içersine yerleştirilir. Patlayıcı gaz, flanş ve kapak gibi ek aralıklarından her an içeri sızabilir ve yol verme esnasında çıkan elektrik arkı bu gazı patlatabilir. D-tipi bir muhafaza öyle yapılmıştır ki, muhafazanın içensinde patlayan gaz, dış kısımda hazır bekleyen ve patlama kıvamında olan gazı ateşleyemez. Yani içerdeki alev dışarı sızmaz. Bu nedenle, ALEV SIZMAZ KORUMA olarak adlandırılır.

Fiziksel olarak bu olay nasıl mümkündür? İçerde patlayan gazın basıncı ile dışarıya alev sızabilir. D-tipi muhafazanın, kapak ve flanş gibi dış ortamla irtibatı olan bağlantı ekleri öyle yapılmıştır ki, patlama anında sızan alev soğur ve ısısı da dış ortamdaki gazı patlatmaya yetmez. Bu nedenle bağlantı aralık ve yüzeyleri belli genişlikte imal edilmek zorundadır. Bu ölçüler aşağıdaki tablolarda görüldüğü gibi konu ile ilgili standartlarda belirlenmiştir. Sızan alevin soğuyarak dışarıdaki gazı patlatmama olayına, ALEVSIZDIRMAZLIK denilir ve bu tabir standartlara da yerleşmiştir. Alev sızmaz tabirinin İngilizce karşılığı FLAMEPROOF ve Alman'cası ise SCHLAGWETTERSCHUTZ olarak bilinmektedir. Konu ile ilgilenenler bu tabirlere sıkça rastlayacaklardır.

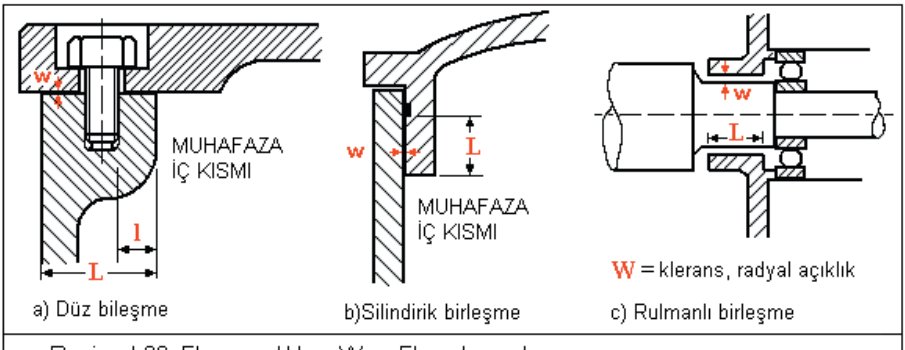


D-tipi koruma en güzel yandaki resimde canlandırılmaktadır. Kapaktan sızan alev görülmekte olup. Hedef sızan bu alevin kapak yüzeylerinde soğutularak alevin dışarıdaki gazı patlatması önlemektir.

İngiliz test otoritesi BASEEFA nın web sitesinden alınan bu resim d-tipi korumadaki ana düşünceyi canlı bir şekilde ortaya koymaktadır.

a) en küçük bağlantı uzunlukları (L) ve en büyük emniyet açıklıkları (w=i):

Alev sızmaz bir muhafazanın nasıl imal edileceği TS EN 60079-1 de detayları ile verilmiştir. Burada açıklıklar (i) ve alev yolu (L) ile ilgili bazı önemli noktalar vurgulanacaktır. Flanş (ek) boyları (L) ve en büyük emniyet açıklıkları (i, W) resim d-2'de görüldüğü gibi bağlantı şekline göre farklıdır ve standartlarda da farklı değerler verilmektedir.



Resim d-02: Flanş aralıkları, W ve Flanş boyu, L

Test gazları ile yapılan ve uzun yıllar alan deneyler sonucu gazlara ait **en büyük patlama aralığı** tespit edilmiştir. MESG (maximum experimental safe gap) tabir edilen bu aralıklar standartlarda emniyet faktörü dikkate alınarak gerçeğinden biraz düşük verilmektedir. Örneğin metan gazının azami deneysel emniyet açıklığı 1,1 mm iken (bak tablo d-01) standartlar 0.8 mm olarak vermektedir. Burada alev yolu uzunluğuna (L) dikkat etmek gerekir. L kısaldıkça MESG de küçülmektedir. Çünkü alevi soğutabilecek fazla bir yüzey kalmamaktadır. Geçerli MESG değerler tablo d-06 ve d-07 de görülmektedir. MSEG eski uygulamalarda büyük iken yeni standartlar her geçen gün, bu değerleri daha da küçültmektedirler. Örneğin 1970'lerde 0.8 mm olarak verilen (L=25mm için) bu aralık bu gün geçerli olan IEC 60079-1 de 0.5 mm olarak verilmektedir. Bunun sebebi imalatın kolaylaşması ve otomatik tezgahlar ile istenilen toleransların verilebilmesidir. Örneğin geçme kapaklı d-tipi bir kutunun kapağı, tolerans boşluğu çok küçük olduğundan, çok zor yerine oturtulabilmekte ve sökerken de çok dikkat etmek gerekmektedir. Kısaca, yüzeyler sanki bitişik gibidir. Bunun için d-tipi kutuların işlenmiş yüzeyleri daima yağlı (gresli) tutulur ki, kapak kolayca açılabilsin ve paslanmasın.

En büyük deneysel emniyet açıklığı (MESG) gibi, gazların patlayabilmeleri (oksijenle zincir reaksiyonunun başlayabilmesi) için gerekli enerji miktarı da önemlidir. Tablo d-01 de bazı önemli gazların minimum ateşleme akımları (MIC=minimum ignition current) ile MESG değerleri görülmektedir. Burada metan gazının ateşleme enerjisinin ve en büyük emniyet açıklığının IIA ve IIB grubu referans gazları olan propan ve etilenden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun anlamı metanın daha zor ateşlenir olması ve tehlike sınırının daha düşük olmasıdır. Tablo d-01 de görüleceği gibi metanın MESG en büyük emniyet açıklığı diğer gruplardan daha büyüktür. 16 mJ ateşleme enerjisi ile hidrojenin çok rahat ateşlenebilir bir gaz olduğu görülmektedir ve pratik hayatta da en tehlikeli gaz hidrojen olarak bilinmektedir.

Tablo d-01: BAZI PATLAYICI GAZLARIN ÖZELLİKLERİ

Patlayıcı madde	Patlama derecesi	Minimum ateşleme enerjisi	Minimum ateşleme akımı	Patlama açıklığı MESG *)	Patlama sınırı (hava ile% olarak, hacimsel karışım)	
	°C	µJ	mA		Alt sınır LEL	Üst sınır
Metan	595	280	85	1,14	4,4	16,5
Propan	470	250	70	0,92	1,7	10,6
Etilen	425	82	45	0,65	2,3	32,4
Etil eter	170	190	75	0,87	1,7	36,0
Hidrojen	16	16	21	0,29	4,0	77,0
Aseton	540	550	--	1,02	2,5	13,0
Amonyak	630	14.000	--	3,17	15,4	33,6
Asetilen	305	19	24	0,37	2,3	100
Heksan	240	240	75	0,93	1,0	8,1
Karbon bisülfit	95	9	--	0,34	0,6	60,0

*) Maksimumu patlama açıklığı veya en büyük patlama aralığı olarak tercüme edilen bu değerin İngilizce orijinali MESG= maximum experimetal safe gap

Tablo d-02 ile d-03 de eski uygulama ve standartlarda verilen alev yolu (L) ve alev açıklık (w=i) değerleri görülmektedir. 2010 itibarı ile IEC 60079-1 de verilen ve geçerli en son alev yolu (L) ve açıklık (i) değenleri ise tablo 5-06 ve 5-07 de verilmiştir.

Tablo d-02 de çok eski gaz grubu tarifleri de görülmektedir. Amerikan NEC uygulaması Grup A, B, C, D şeklinde iken Alman uygulaması 1, 2, 3a, 3b, 3c şeklindedir. Rus, o zamanki adı ile Sovyet uygulaması ise Almanlarınkine yakın olmakla birlikte, bir de 4. Grup mevcuttur. Tablo d-03 deki IEC nin ilk versiyonlarında verilen değerler görülmekte olup, hacim sütunu 2000 cm^3 bitmektedir. IEC 60079-1'in hazırlanmakta olan 7.sürümünde hacım sınırını 5750 cm^3 e çıkarılması teklif edilmektedir. 2010 itibarı ile henüz onaylanmamıştır. (bak tablo d-06)

Tablo d-02: BAĞLANTI AÇIKLIKLARI (w, i) (ESKİ UYGULAMALAR)						
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	-

Tablo d-03: MİNİMUM FLANŞ UZUNLUĞU (L) ve AZAMİ EMNİYET AÇIKLIĞI (i, w)										
Flanş uzunluğu, L mm (açıklık boyu, L, (mm)		Hacme göre azami açıklık (Gap) i, w, mm (hacim V cm^3)								
		V < 100			100<V2000			2000 <V		
		I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB
Düz birleşme	6<L<9,5	0,30	0,30	0,20	--	--	--	--	--	--
	9,5<L<12,5	0,30	0,30	0,20	--	--	--	--	--	--
	12,5<L<25	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	0,15
	25<L	0,50	0,50	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20
Silindirik birleşme	6<L<12,5	0,30	0,30	0,20	--	--	--	--	--	--
	12,5<L<25	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	0,15
	25<L	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20
Rulmanlı birleşme	L≤6,0	0,45	0,45	0,30	--	--	--	--	--	--
	12,5<L<25	0,60	0,50	0,40	0,60	0,45	0,30	0,60	0,30	0,20
	25<L<40	0,75	0,60	0,45	0,75	0,60	0,45	0,75	0,60	0,30
	40≤L	0,75	0,75	0,60	0,75	0,75	0,45	0,75	0,75	0,40

b) alev sızmazlığın denenmesi

Resim d-01 de görüldüğü gibi d-tipi kabın deney yöntemi prensip olarak çok basittir. Kabın içine ve dışına patlayıcı kıvamda gaz (örneğin %6 metan hava karışımı) verilir. Sonra mahfazanın içersi otomobil 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 bağlantı yüzeyleri ısınarak alevi sızdırabilir. Standartlar 3 adet deneyi yeterli görmektedir. Bazı kaynaklar ise 10 adet denemeden bahsetmektedir.

Alev sızmazlığın (FLAMAPROOF) geliştirildiği 1920-30'lu yıllarda bu deneyler zor ve külfetli idi. Çünkü metan gazı ile deney yapmak kolay değildir. Deney kazanına konulan metan gazı ve bilhassa II. Grup gazlar için kullanılan propan gazı havada eşit (uniform) dağılmıyor, metan gazı üste çıkıyor, propan gazı da dibe çöküyor idi. Eşit dağılım için karıştırıcı pervane kullanılmakta idi. 1960 (?) lardan sonra deneyler hidrojen gazı ile yapılmaya başlanmıştır. Çünkü hidrojen gazı hava ile homojen bir karışım sağlamaktadır ve hidrojenin metan ve propana eşdeğer karışım oranları deneylerle tespit edilmişti. Ayrıca deneyler özel basınçlı kaplarda (bak resim d-03) yapılmaya başlanarak, d-tipi deneyler o kadar basitleştirilmiştir ki, laboratuarda yanında sigara içilebilecek kadar emniyetli hale gelmiştir. 1960 ve 70'li yıllarda sır olan bu deney yöntemleri günümüzde standart hale gelmiş ve uluslar arası normlarda da yerini almıştır. IEC 60079-1 de test için hangi oranda gaz kullanılacağı verilmiş olup, tablo d-04 de kısaca özetlenmiştir.

Grup I aletleri alev sızmazlık testinde %38 hidrojen + hava karışımı kullanılırken, son çıkan standartlarda saf hidrojen yerine metan ile karıştırılmış hidrojen karışımı önerilmiştir. %58 metan+ %42 hidrojen birleştirilip bunun %12,5 hava ile karıştırılmış olanının test işleminde kullanılması önerilmektedir. Sonuçta test ortamında %87,5 hava + %7,25 metan + %5.25 oranında hidrojen bulunmaktadır.

Grup IIA aletler %55 hidrojen hava ve Grup IIB ekipmanlar da %37 hidrojen hava karışımı ile test edilmektedir.

Grup IIC aletler denenirken atmosfer basıncında %27 hidrojen+ hava karışımı veya %7,5 asetilen hava karışımı kullanılır. Deneyler basınca dayanıklı bir test kazanı içersinde yapılır. Resim d-03 de Zonguldak'taki eksproof test laboratuarında (Alevsızmazlık Test İstasyonu) kullanılan test kazanı görülmektedir. Kazan ile deney yapmanın kendine göre incelikleri mevcut olup, konumuz olmadığı için burada teferruatına girilmeyecektir.

d-tipi muhafazaların test gazları ve hava ile karışım oranları tablo d-04 de özetlenmiştir.

Tablo d-04: Gaz gruplarının hidrojen eşdeğerleri

GAZ GRUBU	GAZ KARIŞIMI	Hava ile karışım oranı	
İ	%58 CH4+%42 H2	%12.5	Metan grubu
IIA	H2	%55 H2	Propan grubu
IIB	H2	%35 H2	Etilen grubu
IIC	H2 veya C2H2	%27,5 H2 veya %7,5 asetilen	Hidrojen grubu

Resim d-03: Alevsızdırmazlık test kazanı zaıu

Hidrojen hava karışımının geniş bir patlama aralığı olduğu için, hava ile karışım oranına göre metan veya propan ile yapılan deneylere eşdeğer oranları bulunmuştur. Örneğin %50 H2 + hava karışımı %6.5 metan + hava karışımı ile yapılan sızdırma deneyine denk gelmektedir. Hidrojene ait, bu söz konusu sızdırma eğrisi ve bazı gaz ve buharların azami sızdırma aralıkları (MESG), minimum ateşleme akım oranları ve saire gibi patlama özellikleri ile ilgili değerleri yazımız sonundaki resim ve tablolarda görülebilir. Hidrojen gazı hava karışımına göre farklı aralıklarda sızma özelliği göstermektedir. Bu nedenle, laboratuarda yapılan deneylerde, d-tipi bir muhafazanın hangi aralıkta (gap) alevi sızdırdığı, dolayısı ile, o anki aralığın (MESG'nin) ne olduğu ve hangi gaz karışımda sızdırdığı kolayca tespit edilebilmektedir. Hem imalatçı ve hem de test yetkilileri için çok önemli olan bu tip deneyler imalatçılara yapacakları tadilatlar konusunda önemli bilgiler vermektedir. Test kazanında, bir sızdıran ve bir de sızdırmayan hidrojen karışımı oranları bulunmakta ve bu hidrojen hava karışımına isabet eden açıklık (i) grafikten bulunarak fiili açıklığın hangi değerler arasında olduğu tespit edilmektedir. Yeni sertifika alırken imalatçılar teknik resimlerinde açıklıkları belirtmektedir. Bu değerlerin küçük gösterilmesinin bir anlamı yoktur. Yukarıda bahsettiğimiz gibi hidrojen gazı ile yapılan deneylerde laboratuar yetkilisi gerçek açıklığı kolayca tespit edebilmektedir.

2.000 cm^3'den büyük hacmi olan, IIC grubu bir d-tipi muhafazanın alev boyu 25 mm'den uzun olmak zorundadır. Rulmanlı yataklarda bu boy daha da uzamakta 40 mm ye kadar gitmektedir. Çünkü açıklık (i) hareket nedeni ile küçük tutulamamaktadır. Bu açıklıklar "feeler çakısı" ile de (sentil çakısı veya feeler guage) kontrol edilebilmektedir. Yalnız, tablolarda (standartlarda) verilen açıklıklar patlama esnasında, kabın genleştiği andaki değerlerdir. İşletmede faal bulunan bir d-tipi alet daha küçük (0,3mm gibi) bir feeler ile kontrol edilmelidir.

Veya test kazanına sokmadan önce cihazın açıklıkları feeler çakısı ile kontrol edilir ise elde edilen değerler tabloda verilerlerin açıklık değerlerinin çok daha altında olmalıdır.

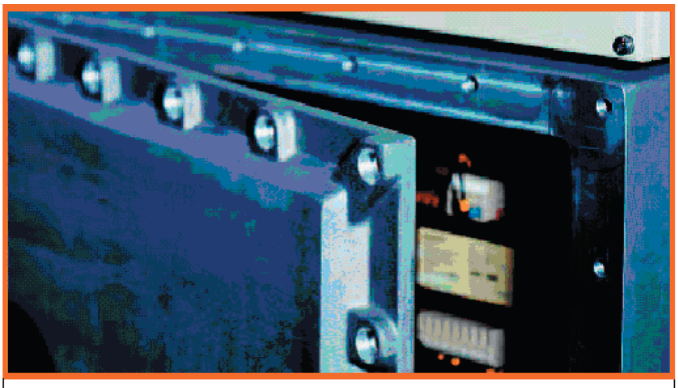
Bu kadar küçük açıklıkları (i) patlama anında yakalamak basit değildir. Bu nedenle d-tipi korumalı bir aletlerin gövdesi iri, robust ve bol cıvatalı olur. Gövde, metan gazı için 10 atmosfer statik basınca dayanmalı ve bu basınçta kalıcı deformasyona uğramamalıdır. Gaz gruplarına göre uygulanan statik basınç değerleri tablo d-05 de verilmiştir.

Tablo d-05: Gaz gruplarına göre statik basınç değerleri			
Hacim, V cm^3	GAZ GRUPLARI	Basınç, bar	
V<10	I, IIA, IIB, IIC	10	
V>10	I	10	Propan grubu
V>10	IIA, IIB	15	Etilen grubu
V>10	IIC	20	Hidrojen grubu

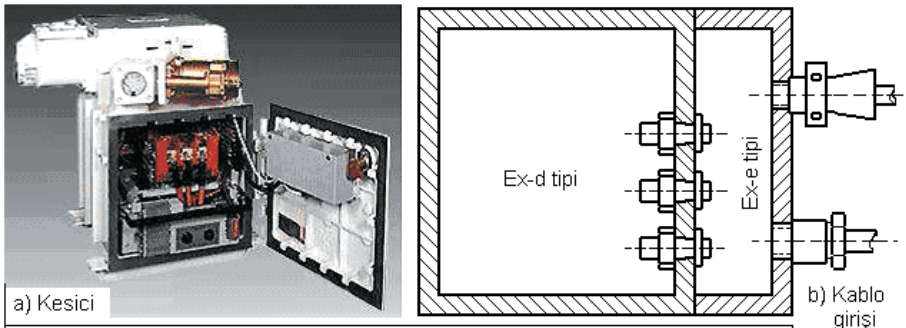
Tablo d-05 de görüldüğü gibi 10 cm^3'den küçük hacimlerde 10 bar basınç yeterli kabul edilmektedir. Bu da çok küçük hacimli buton ve düğme gibi kumanda devresi elemanlarının yapımını kolaylaştırmaktadır.

Exproof bir kutu projelendirilirken statik basınca göre olabilecek genleşmeler hesaplanabilir ve buna göre olması gereken vida boyut ve miktarı tespit edilebilir. Fakat patlama dinamik bir olaydır. Kesin hesap yapmak mümkün değildir. Ancak yaklaşık hesaplamalar yapılabilir. Bu nedenle d-tip exproof kutular (kaplar) geliştirilirken resim d-03 de görülen bir test kazanı içersinde "patlamayı sızdırma" deneyine tabi tutulmaları şarttır. Patlamayı sızdırma veya alev sızdırma deneyi sertifika veren kuruluşun laboratuarında prototipe yapılır, tüm imalatlara uygulanmaz. Kısaca d-tipi korumanın exproofluk açısından en önemli deneyi resim d-03 deki test kazını içersinde yapılan ALEVİ SIZDIRMA deneyidir.

Resim d-04'de d-tipi bir muhafazanın kapağı ve işlenmiş bağlantı yüzeyleri görülmektedir. Kısa aralıklarla yerleştirilen cıvata bağlantıları d-tipi kap imalatının kolay olmadığını göstermektedir ve bu olguyu vurgulamak için resmedilmiştir.



Resim d-04: Ex-d tipi gövde bağlantı yüzeyleri işleme örneği, www.stahl.de



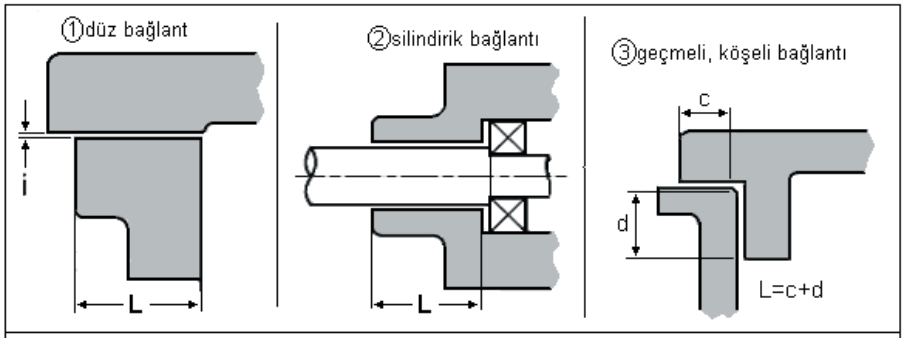
Resim d-05: a) Bir Ex-d tipi kesici gövdesi ve işlenmiş flanş yüzeyleri
b) Ex-d tipi gövdeye, Ex-e tipi kutu üzerinden kablo girişi

c) Kablo girişleri:

Alev sızmaz aletlerin enerji girişleri özel yapılmak zorundadır. Çünkü bunlar muhafaza ile birlikte basınç ve alev sızdırma deneyine alınmaktadır. Resim d-05 de bir kesicinin resmi ve kesiti görülmektedir. Kesici içersine girecek kablo için cihazın üzerinde ayrı bir giriş bölmesi yapılmaktadır. Bu bölüm d- veya e-tipi korunmuş olarak imal edilmektedir. Aslında kablolar arada bir terminal kutusu olmadan da doğrudan kesicinin içensine bağlanabilir ve alev sızma yönünden daha da emniyetli bağlantı yapılabilir ise de, uzmanlar alev sızmaz özelliğin bozulabileceği gerekçesi ile, kullanıcının aletin içersine girip bağlantı yapmalarını uygun bulmamaktadırlar. Bilhassa şalt cihazları ve transformatör gibi enerji dağıtım ekipmanlarında bu hususa özen gösterilmektedir. Kablo bağlama elemanları (rekorlar) hakkında yazımızın ileriki bölümlerinde ayrıca izahatta bulunulacaktır.

d) alev sızmak eklerin bağlantı boylarını (L) ve emniyet açıklıklarına (i) örnekler

Bağlantı noktalarındaki ek boyları (L) ve açıklıkların (i) nasıl hesaplanacağına ve nelere dikkat edileceğine dair IEC 60079-1 de örneklerle geniş izahatlar yapılmaktadır. Resim



Resim d-06: Alev yolu (=L) hesaplamalarına örnekler

L= Alev sızmaz yüzey uzunluğu, mm
L= Lenght of flameproof seal

i= en büyük açıklık, mm
i= maximum experimental safe gap

d-06 da basit bir örnek verilmiş olup burada bağlantının düz, silindirik veya hareketli olup olmadığına dikkat edilmelidir. Silindirik geçmeli bağlantılarda açıklık (i) imalat tekniği açısından daha kolay uygulanabilmektedir. Düz eklerde L boyunun uzun alınması uygulama yönünden daha kolaydır.

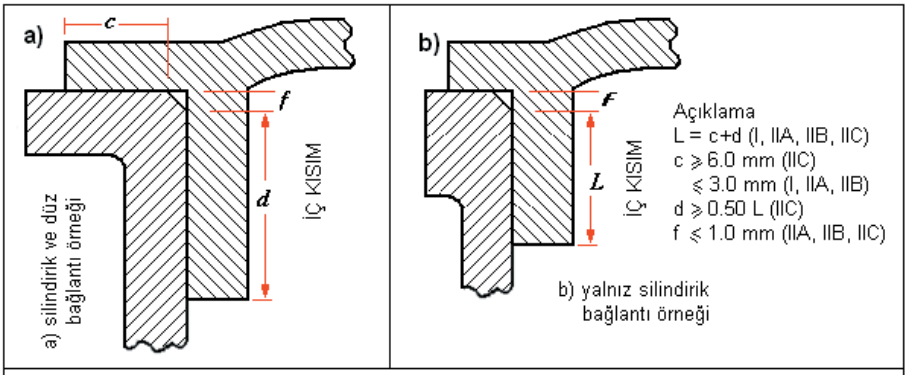
DÜZ BAĞLANTILAR

Düz bağlantıların boyları tablo d-06 ve d-07 de verilmiştir. L boyları burada verilen asgari değerlerin altında olmayacaktır. Hacmi 2000 cm^3 den küçük olan ve presle sıkı geçirilen ve dış çapı 60 mm den küçük olan silindirik bağlantılarda bu uzunluğun 5 mm ye kadar indirilmesine müsaade edilmektedir. Bu madde eski aletlerin exproofluğunu kontrol etmede işe yarayabilir. Bilindiği gibi exproof aletlerin özelliklerini yitirip yitirmediklerinin 3 yılda bir denenmesi gerekmektedir. Test edilecek aletin denenmesi için üzerine gaz giriş çıkışı ve saire için bazı delikler açılması zorunludur. Kablo girişlerinden bir kısım işlemler yapılabilmekte fakat her zaman yeterli olmamaktadır. Sıkı geçme maddesine dayanılarak açılan deliklerin tekrar kapatılma ve test edilen aletin de tekrar kullanılma imkanı doğmaktadır.

Ek yüzeylerindeki açıklıkları (i) ne kadar küçük ise, örneğin IIC grubu aletlerde olduğu gibi, imalat güçleşmekte ve üretilen malın fiyatı da ona göre artırmaktadır. İşlenmiş bu yüzeylerin pürüzlülükleri de standarda göre Ra < 6,3 µm den küçük olmak zorundadır (ISO 468).

GEÇMELİ EKLER (BİRLEŞMELER)

Geçmeli eklere (birleşmelere) ait örnek resim d-07 de görülmekte olup, şekil a) da L= c+d mesafesi alınırken sekil b) de yalnızca silindirik bölüm dikkate alınmaktadır. Şekle bakıldığında bir tezat gibi gözüküyor ise de, uygulamada imalatçının yüzeyleri işleyip işlemediğine ve düz yüzeylerin tam oturup oturmadığına bakılır. Ayrıca ***c*** mesafesinin IIC grubu aletlerde 6 mm den büyük ve ***d*** mesafesinin de L boyunun

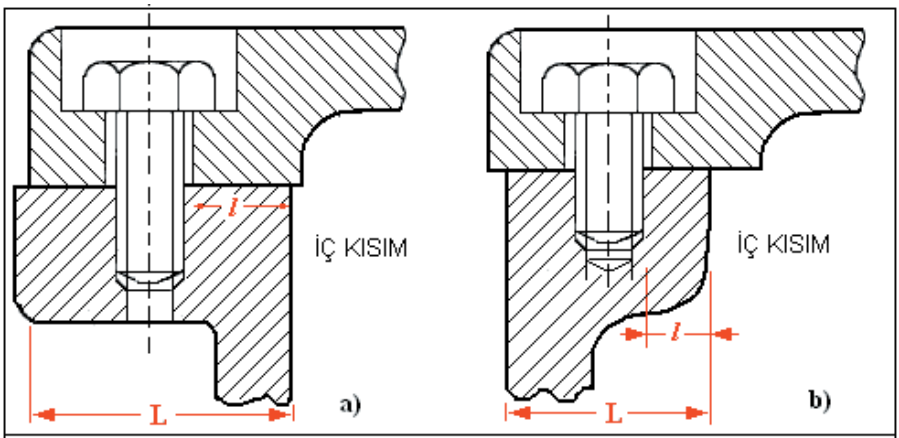


Resim d-07: Silindirik bağlantı örneği

yarısından uzun olması istenmektedir. Kısaca IIC grubu aletlerde geçmeli bir kapağın silindirik kısmının uzun olması zorunludur. Çünkü imalat icabı silindirik kısma daha kolay tolerans verilebilmekte ve uygulama esnasında yerine oturmama ve aralarda açıklık kalma gibi sorunlar yaşanmamaktadır. Köşedeki kırılmanın ***(f)*** 1 mm den fazla olması da caiz değildir.

Ek (bağlantı) yüzeylerindeki deliklerinde herhangi bir kablo geçişi, gösterge veya düğme için açılan vidalı veya vidasız delikler bağlantı parçasının kenarından belli bir mesafede bulunmak zorundadır, aksi halde gövdenin basınca dayanım mukavemeti azalabilir. Bu mesafe standart koyucu tarafından aşağıdaki gibi sınırlanmıştır.

En az 6 mm: ek genişliği L, 12,5 mm den küçük olan eklerde
En az 8 mm, ek uzunluğu 12,5 ile 25 mm arası olan eklerde
En az 9 mm, ek uzunluğu 25 mm den fazla olan eklerde

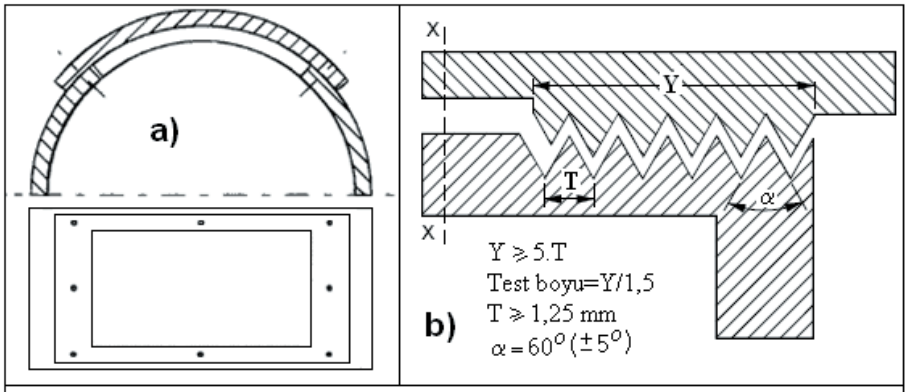


Resim d-08: Bağlantı boyu (L) örnekleri

Bazı imalatçılar genel amaçlı exproof kutular imal edip üzerlerine sertifika alırken uygulanan deliklerin tamamını açmamaktadır. Kullanıcının uygulamasına göre gerekli delikler ihtiyaca göre sonradan açılmaktadır. Bu gibi tadilatların imalatçı tarafından yapılması gerekmektedir. Bazı kullanıcılar ellerindeki exproof kutulara istedikleri gibi delik açma teşebbüsünde bulunmaktadırlar. Yukarıda bahsettiğimiz gibi kenardan alınan mesafeler gibi bu işin incelikleri vardır. Exproof kutularda rast gele tadilat sakıncalıdır ve gerekiyor ise imalatçı tarafından açılmalıdır. Exproof kutulara nokta (punta) kaynak dahi yapılamaz.

Ek yerlerindeki **L** mesafesi tespit edilirken bazı hususlara dikkat etmek gerekir. Örneğin resim d-08 de küçük ***l*** mi yoksa büyük L boyları mı alınacaktır? Bu konuda uzmandan uzmana farklı görüşler olabilir. Bazı uzmanlar küçük l mesafesinin daha uygun olacağını

ve cıvata başlığından dışarıya irtibat olduğunu ileri sürmektedirler. Standart koyucu büyük L mesafesine müsaade etmektedir. Bu konuda çok daha detay IEC 60079-1 de mevcuttur.



Resim d-09: Konik ve testere dişli ekler

KONİK ve TESTERE DİŞLİ BAĞLANTILAR:

Konik bağlantı yüzeyi ihtiva eden eklerde konik kısım L boyuna ilave edilirken aradaki **i** veya w açıklığının (MESG) tablolarda verilen değerlerin altında olmasına dikkat edilmelidir. Hidrojen gibi IIC grubu gaz ortamları için üretilen aletlerde konik bağlantı yüzeyinin koniklik açısı 5^0 beş dereceyi geçmemeli veya mümkün ise konik bağlantı hiç planlanmamalıdır. IIC grubunda açıklıklar çok küçük olduğu için konik yapıda toleransları tutturmak ve uygulamada da konik bağlantıyı tam olarak yerine oturtmak kolay olmayabilir. Kısmi konik veya yarım konik bağlantılara (bak resim d-09a) IIC grubu aletlerde hiç müsaade edilmezken diğer gruplarda müsaade edilmektedir. Testere dişli eklerde ise diş sayısının 5 den az olmamasına, hadve açısı ve boylarına dikkat edilmelidir (bak resim d-09b). En az 5 diş birbirini tam olarak kavramalıdır.

Testere dişi ekler ile vidalı bağlantılar bir birine karıştırılmamalıdır. Testere dişi ekleme Amerikan teknolojisinden standarda aktarılmıştır. Hareketli parçalarda kullanılmaz. İster konik isterse de testere dişi bağlantılar Avrupalı uzmanların pek sevmediği uygulamalardır.

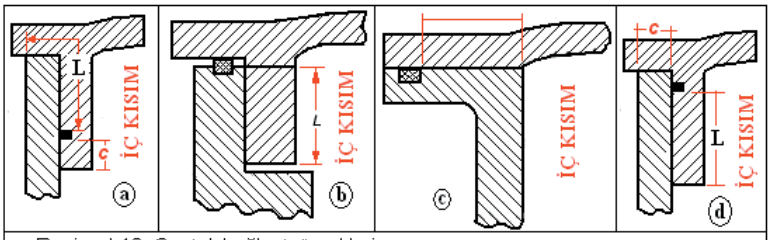
Silindirik vidalı bağlantılara standart her zaman müsaade etmektedir. (bak 60079-1 madde 5.3) Burada da en az 5 dişin bir birini kavraması istenir. Bu nedenle gerçek imalatta 7 den az vida dişi açılmaz. Bu diş sayısı, üzerinde exproof işareti olan bazı korsan cihazların basit kontrolünde çok işe yarar. Diş sayısı tutmuyor ise üzerindeki Ex-d işaretinin anlamı yoktur ve söz konusu cihaz da korsandır hükmüne varılabilir.

Tablo d-06: GRUP I, IIA ve IIB MAHVAZALAR için MİNİMUM EK UZUNLUĞU (L) ve MAKSİMUM EMNİYET AÇIKLIĞİ (i)														
En küçük bağlantı uzunluğu, L Bağlantı veya ekin tipi		L	Hacme göre azami açıklık (Gap) i, W, mm (hacim V cm^3)											
			V <100			100 < V 500			500 < V 2000			V <2000		
			I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB
Düz flanşlı, silindirik veya geçmeli tip ekler, birleşmeler		6	0,30	0,30	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		9,5	0,35	0,30	0,20	0,35	0,30	0,20	0.08	0.08	0.08	-		
		12,5	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	0,15
		25	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20
Silindirik ek ve bağlantılar Elektrik Motorlarının dönen mil ve yatakları için	Kaymalı yataklar	6	0,30	0,30	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		9,5	0,35	0,30	0,20	0,35	0,30	0,20	-	-	-	-	-	-
		12,5	0,40	0,35	0,25	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	-
		25	0,50	0,40	0,30	0,50	0,40	0,25	0,50	0,40	0,25	0,50	0,40	0,20
		40	0,60	0,50	0,40	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,25
	Bilyeli Veya Masuralı yataklar	6	0,45	0,45	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		9,5	0,50	0,45	0,35	0,50	0,40	0,25	-	-	-	-	-	-
		12,5	0,60	0,50	0,40	0,60	0,45	0,30	0,60	0,45	0,30	0,60	0,30	0,20
		25	0,75	0,60	0,45	0,75	0,60	0,40	0,75	0,60	0,40	0,75	0,60	0,30
		40	0,80	0,75	0,60	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,40
Not: En büyük aralık hesaplanırken, ISO 31-0'ye göre yuvarlamalar dikkate alınmalıdır														

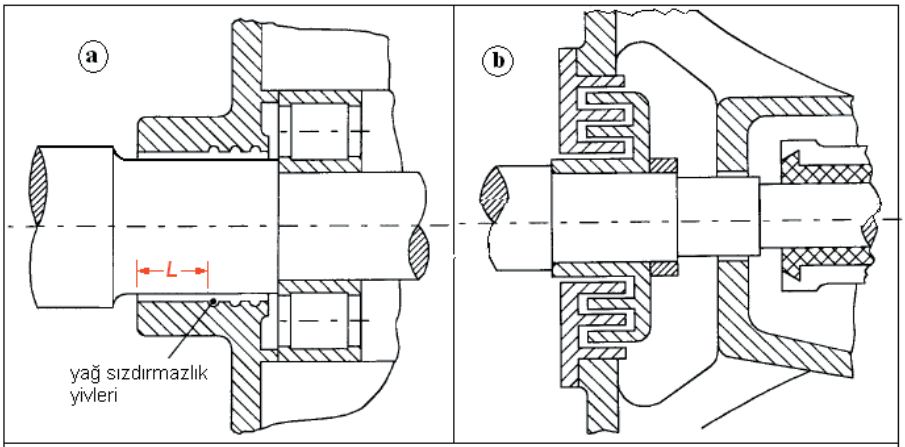
Tablo d-07: GRUP IIC MAHVAZALAR için MİNİMUM EK UZUNLUĞU (L) ve MAKSİMUM EMNİYET AÇIKLARI (i)						
En küçük bağlantı uzunluğu Bağlantı veya ekin tipi		L	Maksimim aralık (Gap) i, W, mm, V cm^3			
			V<100	100<V?500	500<V2000	V>2000
Flanşlı düz bağlantılar a)		6	0.10	--	--	--
		9.5	0.10	0.10	--	--
		15.8	0.10	0.10	0.04	--
		25	0.10	0.10	0.04	0.04
Resim d-07a'ya benzer geçmeli bağlantılar	c≥6mm	12.5	0.15	0.15	8.15	--
	d≥0.5L	25	0.18 b)	0.18 b)	0.18 b)	0.18 b)
	L=c+d,f<1mm	40	0.20 c)	0.20 c)	0.20 c)	0.20 c)
Resim d-07b'ye benzer Silindirik ve geçmeli bağlantılar		6	0.10	--	--	--
		9.5	0.10	0.10	--	--
		12.5	0.15	0.15	0.15	--
		25	0.15	0.15	0.15	0.15
		40	0.20	0.20	0.20	0.20
Elektrik motorlarının dönen yataklarındaki silindirik bağlantılar		6	0.15	--	--	--
		9.5	0.15	0.15	--	--
		12.5	0.25	0.25	0.25	--
		25	0.25	0.25	0.25	0.25
		40	0.30	0.30	0.30	0.30
a) Flanşlı eklere yalnızca asetilen hava karışımı ortamlarda izin verilir						
b) Eğer f<0.5 mm ise silindirik ekin maksimim aralığı 0.2 mm olarak alınabilir						
c) Eğer f<0.5 mm ise silindirik ekim maksimum aralığı 0.25 mm olarak alınabilir.						
Not: En büyük aralık hesaplanırken ISO 31-0'a göre yuvarlatılmış yapısal değerler dikkate alınmalıdır.						

CONTALI BAĞLANTILAR

Su toz nem ve saire gibi dışarıdan gelebilecek nesnelere karşı yapılan contalar alev boyunu (L) ve en büyük emniyet açıklığını (MESG) etkilememeli ve bu gibi yapılarda alev boyu (L) ve aralık (gap) hesabında contalama dikkate alınmalıdır. Standart koyucu bu gibi yuvarlak sözler söylerken verdiği örneklerde (bak resim d-10) L boyunu çok kısa tutmakta ve contasız ekler ile kıyaslandığında tezat teşkil eder gibi gözükmektedir. Resim d-10 a) deki bağlantı iyi işlenmiş ise ve yerine iyi oturabiliyor ise c mesafesi de L boyu hesabına dahil edilebilir. Contanın oturduğu alan hiçbir zaman L mesafesi hesabına dahil edilmez.



Resim d-10: Contalı bağlantı örnekleri



Resim d-11: Yağ oluklu döner bağlantı ve Labirent yatak örneği

YAPIŞTIRMA EKLER (IEC 60079-1 MADDE 6.cemented joints)

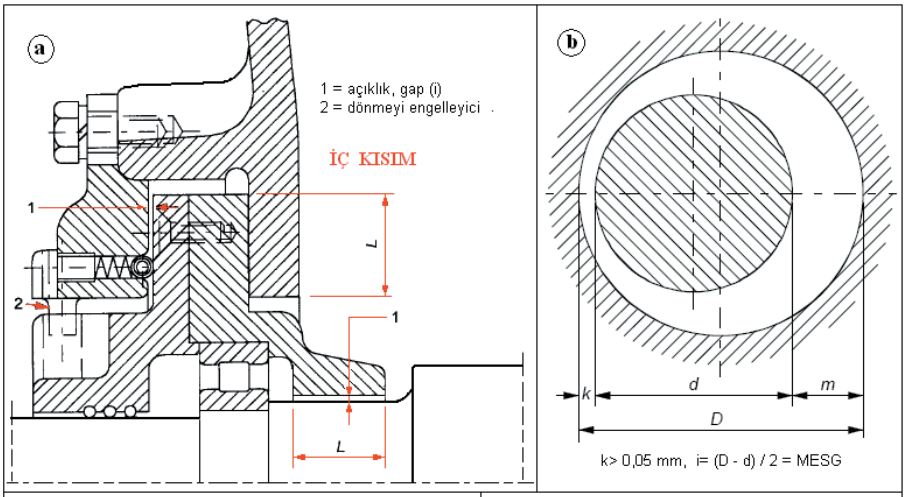
Alev sızmaz mahfazanın parçaları, bir bütün teşkil edecek şekilde bir birine sıkı sıkıya yapıştırılmış olabilir veya bir metal çerçeve ile bir birlerine tutturulmuş olabilir. Bu durumda metal çerçeve ayrıldığında yapışma bozulmamalı ve elde edilen yapışık gövde IEC 60079-0 ve -1 de ön görülen, basınç, darbe ve "patlamayı sızdırma" (alev sızmazlık) testlere dayanabilmelidirler. Standartlar bu tip eklenmiş gövdeleri exproof olarak kabul edilebiliyor ise de zorunlu olmadıkça uygulaması tavsiye edilmez. Ancak kullanımda

olup da 3 yıllık aralar ile exproofluğunu kontrole gelen aletlerde test esnasında açılan delikleri tekrar kapatılması maksadı ile tatbik edilebilir.

MİLLER (ŞAFT) ve YATAKLAR

Elektrik motorlarının dönen mil yatakları ve yatak kapakları normal çalışma şartlarında kolayca aşınmayacak şekilde dizayn edilmeli ve zamanında değiştirilmelerine dair kullanma kılavuzlarında ikaz ve izahat bulunmalıdır. Bu yataklar şekillerde göründüğü gibi 3 biçimde karşımıza çıkmaktadır:

1. Düz silindirik bağlantılı yataklar (resim d-11a)
2. Labirent bağlantılı silindirik yataklar (resim d-11b)
3. Esnek kapaklı yataklar (resim d-12a)



Resim d-12 a): Hareketli yatak ve yatak kapağı örneği

Resim d-12 b): Silindirik bağlantı, mil açıklığı örneği

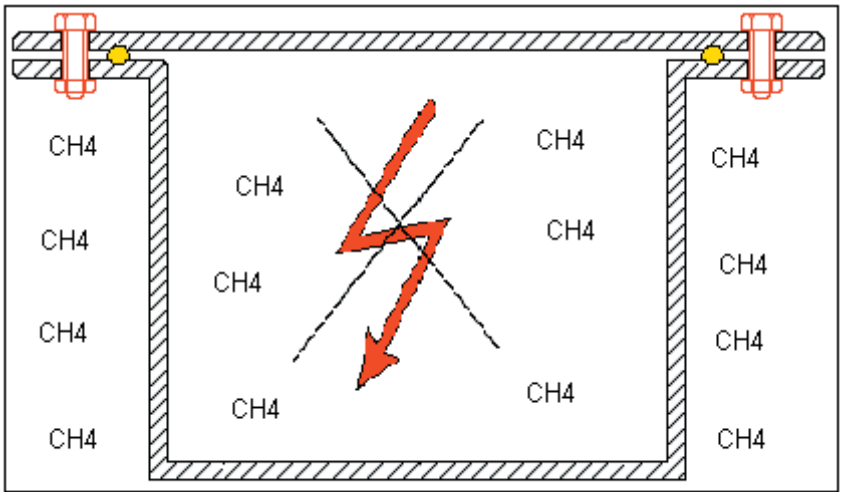
Silindirik bağlantılarda (bak resim d-11b) **k** açıklığı 0,05 mm den küçük olmamalı, dolayısı ile sürtünmeye neden olmamalıdır. Diğer taraftan aradaki klerans (i) tablolarda verilen MESG e denk gelmeli veya bu değerlerden küçük olmalıdır. Tablo d-07'de IIC grubu aletler için L=40mm alev boyuna karşılık 0,3 mm açıklık öngörülmektedir. Dönen aksamlarda bu kadar küçük bir açıklığı tutturmak kolay bir iş değildir. I ve IIA grubu aletlerde aynı olayda 0,80- 0,75 mm açıklığa kadar müsaade edilirken IIB grubunda 0,40 mm de kalmaktadır. Bu değerler imalat ve uygulama farklılıklarını ortaya koymaktadır. Yeni imalatta radyal açıklık belki H2 gazı (IIC grubu) gibi tutturulabilir. Fakat klerans verilen nokta dönen bir aksam olduğu için zaman içinde aşınacağı kesindir. Buradan çıkan sonuç hidrojen ortamında çalışan bir motorun diğerlerine kıyasla daha sık bakımdan geçirilmesi gerektiğidir. Son yıllarda yataklarla ilgili çok değişik malzemeler geliştirilmiş olup, burada konumuz olmadığı için bahsedilmeyecektir. Yataklar ile ilgili

resimler verip üzerine eğilmemizin nedeni, tamiratlarda dikkati çekmektir. Tamir edilen bir elektrik motorunun yatak aksamına çok dikkat edilmeli ve motoru tekrar toplanken bazı malzemeleri ve özellikle mil üzerine geçen kovanları lüzumsuz addederek devre dışı bırakılmamalıdır. Kısaca exproof bir motoru tamir etmeden önce kılavuzu iyice okunmalıdır. Labirent yatakları "lüzumsuz, sorun çıkarıyor, sürtünebilir" düşüncesi ile tekrar yerine takmayanlar görülebilmektedir.

Labirent yataklar her ne kadar girintili bir yapıda iseler de aralardaki açıklıklar tablolarda veriler (i) değerleri tutmalı ve ayrıca IEC 60079-1 de ön görülen basınç ve alevi sızdırma deneylerine dayanabilmelidirler. Esnek yatakların manşon kapakları eksenel yönde (bak resim d-12a) hareket ederken radyal yönde hareket etmemeli, mil ile aynı merkezi korumalıdır. Resimde görüleceği gibi her yüzeyden L mesafesi alınmasına müsaade edilmemektedir. IIC grubu motorlarda esnek kapaklara müsaade edilmemekte olup, bu madde IIC grubu motorların imalatını bir kat daha güçleştirmekte ve dolayısı ile imalat fiyatının da artırmaktadır. Resim d-12b de sürtünmeli bir yatağın açıklığı i=(D-d)/2 formülü ile hesaplanmakta olup, exproof açısından aradaki boşluk "ne kadar küçük olur ise o kadar iyi olur" fikrine standart koyucu uygulamada müsaade etmemektedir. Çünkü sürtünmeye neden olabilir ve ayrıca imalatın başka yerlerindeki hataları kapatabilir. Bu hatalar çalışma esnasında kısa zamanda açığa çıkabileceğinden standart koyucu aradaki açıklığın 0,05 mm den az olmasına müsaade etmemiştir. Sertifika veren muayene kuruluşu için ise bu gibi çok küçük değerleri belirlemek ve kontrol etmek değildir.

5.2 e-TİPİ KORUMA, ARTIRILMIŞ EMNİYET (increased safety)

IEC 60079-7, EN 50019, TS 3385



Resim e-01: Ex-e tipi koruma prensip şeması

Artırılmış emniyet anlamına gelen Almanca "Erhöchte Sicherheit" kelimesinin baş harfinden kısaltılmıştır. Normal çalışması icabı ark çıkarmayan fakat buna rağmen patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemesi için ilave önlem alınan bir uygulamadır. Kısaca 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 kullanım esnasında ark çıkma ihtimali vardır. Bu nedenle e-tipi korunmuş bir motorun sargıları içersine termostat yerleştirilir. Isı belli bir dereceye gelince motorun yol vericisi devreyi açarak aşırı ısınmaya müsaade etmemelidir.

Ex-e tipi korunmuş bir aletin gövdesinin, Ex-d tipi korumada olduğu gibi 10-15 atmosfer gibi bir statik basınca dayanıklı olmasına ve bağlantı yüzey ve açıklıklarının belli değerlerde tutulmasına ve hassas işlenmesine gerek yoktur. Bu nedenle Ex-e tipi korunmuş bir aletin, her hangi bir (Ex koruma uygulanmamış) aletten pek farkı yoktur. Genelde, yalnızca IP uygulaması (su ve nem girmesinin önlenmesi) gibi bazı önlemler yeterli olabilmektedir.

Kablo bağlantı kutularının (diğer adları ile klemens veya terminal kutuları) Ex-d tipi mi yoksa Ex-e tipi mi korunması, yani imalatın hangi esasa göre yapılması hususunda yakın zamana kadar uluslar arası alanda bir fikir birliği yok idi. Standartlar her iki koruma yöntemine de müsaade etmektedir. Patlayıcı ortam sektöründeki İngiliz uzmanlar yakın tarihe kadar kablo bağlama kutularının Ex-d tipi yapılmasında ısrar etmekte idiler. Bu nedenle İngiliz yapımı motor ve kesiciler daha iri ve ağır olmaktadır.

Uluslar arası alanda hem fikir olunan konu, Ex-d tipi aletlere giren kabloların, doğrudan Ex-d tipi gövdenin içine bağlanmaması, Ex-d tipi gövdenin üzerine bağlantı kutusu yapılması yönündedir. Bu kutu Ex-d mi yoksa Ex-e mi olacağı imalatçıya kalmıştır. Zaten standartlar her ikisine de müsaade etmektedir. Buradaki incelik, kullanıcının Ex-d tipi gövdenin içine müdahale ederek patlamaya karşı korumayı zedelemesine müsaade edilmemesidir. Ex-d tipi gövdelerde kablo girişleri gövde ile beraber test edilmekte, yani gövdenin bir parçası sayılmaktadır. Kullanıcılar Ex-koruma hususunda imalatçılar kadar bilinçli olmayabilirler ve işletme şartlarının getirdiği acelecilikle hatalı davranabilirler. Bu hususları dikkate alan standart koyucu Ex-d tipi elektrikli aletlerin kablo girişleri için müstakil bir bölme öngörmüştür. Bu bölmeler de çoğunlukla Ex-e tipi korumalı olarak imal edilmektedir.

Ex-e tipi korunmuş aletlerin imalatı ile ilgili hususlar IEC 60079-7 standardında yazılı olup, burada genel hususlar açıklanmaya çalışılacaktır. E-tipi koruma daha ziyade kablo bağlantıları ve kablo ek kutularında (terminal klemens gibi) kullanıldığı için, IEC 60069-7 konuyu detayları ile açıklamıştır. Standartta, motor, aydınlatma armatörü, akü ve saire gibi, spesifik aletler için de maddeler olup, yazımızın ileriki bölümlerinde bu aletler gündeme geldiğinde gerekçeleri ile izah edilmeye çalışılacaktır.

KABLO BAĞLANTILARI, TERMİNALLER

E-tipi koruma uygulanan terminal kutularında patlama riski neler olabilir?

1. Gerilim altında çalışılır ise ark çıkabilir. Onun için elektrik altında çalışmak yasaktır. Zaten exproof aletlerden yalnızca kendinden emniyetli ex-i (a) seviyesinde korunmuş aletlerde elektrik altında çalışmaya müsaade edilmektedir.

2. Bağlantılar gevşek ise herhangi bir sallantıda ark çıkabilir. Standart yapıcı sağlam bir bağlantı için maddeler koymuştur. Çekmeye karşı önlem alınmalı ve saire gibi.

3. Kablo bağlantıları üzerindeki akım yükü veya bağlantıdaki hatalar dolayısı ile aşırı ısınmamalı ve müsaade edilen ısı grubundaki sıcaklığı (T1-T6) geçmemelidir.

4. Kabloların taşıdığı farklı gerilimler, iki bağlantı arasında gerilim yürümesine ve kısa devreye neden olabilir. Bu nedenle gerilimler arası asgari mesafe ve yüzeysel kaçak yolu mesafelerine dikkat edilmeli ve standartta belirlenen ölçülerin altına inilmemelidir. Bu konuda aşağıda açıklama yapılmış ve örnekler verilmiştir.

5. Kablo bağlantıları, fabrikada uygulanan (kalıcı olan) ve sahada uygulanan (sökülebilir, geçici olan) olmak üzere iki bölümde ele alınmaktadır.

6. Bağlantılarda istenen özellikler ise kaliteli pano imalatı ve tesisat kurulumdan pek farklı değildir. Aşırı ve çok özel istekler yoktur. Standartlardaki tüm istekler bağlantıların gevşemesine ve ısınmasına karşı tedbir alınmasına yöneliktir.

e-tipi korunmuş aletlerde dikkati çeken genel özellikler:

- Ex-e tipi korumanın en önemli özelliği yabancı madde girişine karşı korumadır. Ex-e tipi korunmuş bir alet (genelde) IP54'den aşağı korunmuş olamaz. Düşük seviyede koruma uygulanan haller de mevcuttur.

- Gövde, her ne kadar basınca dayanıklı olmayacak ise de, belli bir mekanik dayanımı olmalıdır. Bu dayanıklılık darbe ve düşürme testleri gibi IEC 60079-0 da belirlenmiş olan mekanik dayanım testi ile ölçülmektedir.

- İçersinde barındırdığı alete göre dış yüzey sıcaklığı imal edildiği ısı sınıflarını aşmamalıdır. Örneğin T1'e göre imal edilmiş ise 450°C yi aşmamalıdır.

- Kablo bağlama elemanları var ise bunlar gevşemeye karşı emniyetli olmalı ve nominal akımlarında ısınmayacak şekilde geniş birleşme ve kontak yüzeyleri olmalıdır.

- İletkenler arası mesafe (minimum clearance) ve yalıtkanlara uzaklık (creepage distance) standartlarda belirlenen mesafelerden az olmamalıdır

- İzolasyon maddelerinin termik dayanımları yüksek olmalıdır.

- Motorlardaki kalkış akımı zaman sabitesi tE, 5 saniyeden az olamamalı ve kalkış akımının nominal akımına oranı 10 dan fazla olamamalıdır. Yazımızın ileriki bölümlerinde motorlarla ilgili kısımda konuya ayrıca girilecektir.

Ex-d tipi gövdeler genelde metal (çelik veya alüminyum) malzemeden yapılırken, Ex-e tipi gövdeler metal olabileceği gibi plastik veya fiber gibi suni maddeler de tercih

edilmektedir. Standartlar açısından metal veya plastik gibi bir kısıtlama yoktur. Hangi malzemenin kullanılacağı sürüme ve satış miktarına bağlıdır. Az satılan ekipmanlarda metal türü gövdeler ekonomik olmaktadır. Çünkü plastik malzemeler ambarda uzun süre beklediklerinde özelliklerini kaybedebilmektedir. Zaten exproof malzemeler de fazla satılmadığından plastik türüne pek rastlanmamaktadır. Yani burada üretilen malzemenin ambar ömrü göz önüne alınmaktadır.

YALITIM ARALIKLARI (clearance) ve YÜZEYSEL KAÇAK YOLU (creepage distance)

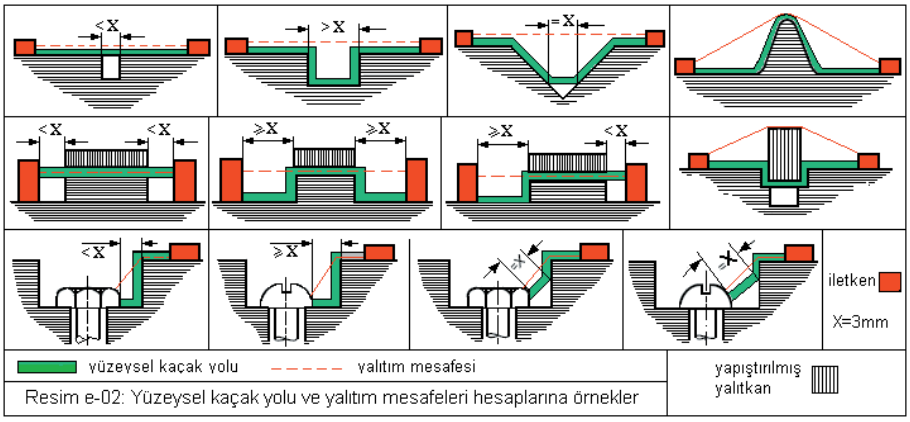
E-tipi korumadaki maksat herhangi bir ark çıkmasını önlemektir. Tablo e-01 de IEC 60079-7 de verilen benzeri bir tablonun bir özeti çıkarılmıştır. Bu değerlerin exproof dışındaki diğer çalışmalarınızda da işe yarayabileceği düşünmekteyiz. Burada gerilimler arası olması gereken aralıklar gözükmekte olup, orijinal tablo daha da geniştir.

Tablo e-01: En küçük yüzeysel kaçak yolu ve en kısa yalıtım aralıkları

Gerilim AC veya DC (Volt)	En küçük yüzeysel kaçak yolu uzunlukları (mm) minimum creepage distance			En kısa yalıtma aralıkları (mm) Minimum clearance
	Malzeme Grubu			
	I	II	IIIa	
20	1,6	1,6	1,6	1,6
40	1,9	2,4	3,0	1,9
63	2,1	2,6	3,4	2,1
100	2,4	3,0	3,8	2,4
200	4,0	5,0	6,3	4,0
250	5,0	6,3	8,0	5,0
400	8,0	10	12,5	6,0
630	12	16	20	10
1000	20	25	32	16
1250	22	26	32	18
3200	40	45	50	36
4000	50	56	63	44
6300	80	90	100	60

Alçak gerilim bağlantıları ile ilgili yüzeysel kaçak yolu ve yalıtım mesafeleri IEC 60664'de de mevcuttur. Baskı devreler ve bu devrelerdeki bazı bağlantılar göz önüne alınır ise tablo e-01 de verilen değerlerin çok yüksek olduğu düşünülebilir. Unutmayınız ki burada verilen değerler patlayıcı ortama giriş çıkış sağlayan enerji bağlantıları ile ilgilidir. Bir elektronik devrenin detayı ile ilgili değildir. Hemen akla gelen "minyatür bağlantısı olan bir elektronik devre e-tipi koruma ile bağlantı oluşturabilir mi? Sorusudur. Eğer var ise yukarıdaki açıklıklara ve mesafelere uyulması mecburidir. Genellikle elektronik devreler ve özellikle minyatür elektronik devre içeren aletler kendinden emniyetli tabir edilen ex-i tipi koruma yöntemine girerler ve konu ile ilgili IEC 60079-11 nolu standart geçerlidir. Burada verilen kaçak yolu ve yalıtım mesafeleri farklıdır ve düşük gerilimler için detaylandırılmıştır.

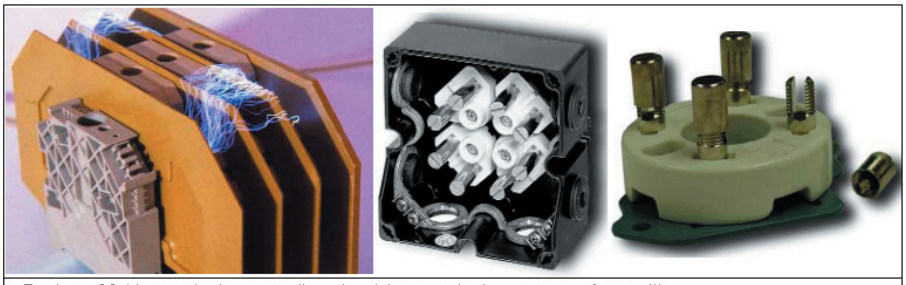
Resim e-02 de noktalı çizgi (kırmızı renkli) ile gösterilen mesafeler “minimum yalıtım aralığı” nı ve yeşil ton ile taralı alan da “yüzeysel kaçak yolu” nu göstermektedir. Aynı resimdeki X işareti X=3,0 mm lik bir mesafeyi temsil etmektedir. Aradaki açıklığın 3 mm den küçük veya büyük olmasına göre resimde görüldüğü gibi mesafeler farklı hesaplanmaktadır.



Resim e-02: Yüzeysel kaçak yolu ve yalıtım mesafeleri hesaplarına örnekler

Ex-e tipi korunmuş, terminal kutusu, buat gibi malzemeler genelde bağlantı terminalleri ile birlikte satılır. Çünkü kullanıcı, özel yapım klemensleri bulmakta zorluk çekebileceği gibi, işletme aceleciliği ile ara mesafelere uymayı pas geçebilir.

Resim e-03 de yüzeysel ark yolunun ne anlama geldiğini vurgulamak için bir fotoğraf alıntısı yapılmıştır. (www.crouse-hind.com). Bu resimde klemens yüzeylerinden elektriğin nasıl yürüdüğü canlandırılmıştır. Ayrıca yandaki resimlerde kablo bağlantıları arası klemens açıklıklarının ne kadar geniş olduğu görülmektedir. Bu nedenlerle e-tipi buvat, terminal kutusu ve benzeri teçhizat temin edilirken içindeki gerekli klemensleri ile birlikte sipariş edilmektedir. Standart sanayi tipi kullanılmamaktadır.

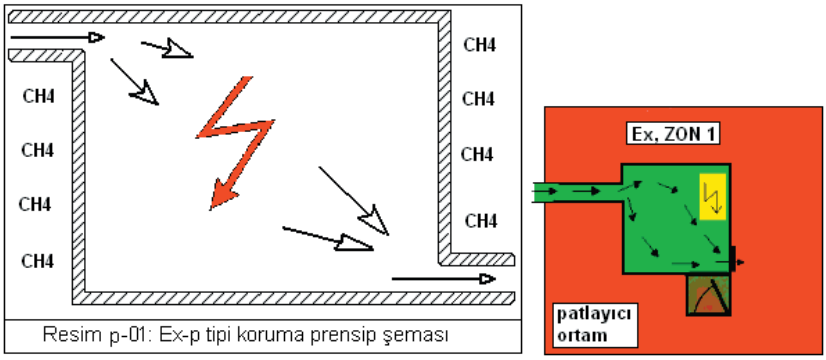


Resim e-03: Yüzeysel ark yürüme (kaçak yolu) ve terminal ve ara mesafe örneği

5.3 p-TİPİ KORUMA, BASINÇLI TİP KORUMA, (pressurisation)

IEC 60079-2 EN 50016 (Ex-pD) IEC 61241-4

Basınçlı kap ile koruma, patlayıcı ortamın ateşleme kaynağından uzak tutulması veya uzaklaştırılması prensibine dayanır. Bu maksatla, patlayıcı gaz veya buharın girmesi istenmeyen bölge dışarıya karşı, izole edilerek basınç altında tutulup, patlayıcı ortamın ateşleme kaynağı içeren bölgeye sızması önlenir. Böylece normal aletlerin patlayıcı ortamda çalışabilmesi sağlanmış olur. Bu hali ile çok kullanışlı ve pratik gibi gözüküyor ise de, uygulaması zahmetli ve pahallıdır. Basınçlı kabinin sürekli temiz hava veya özel bir gaz ile havalandırılması ve iç kısımdaki basıncın yüksek tutulması, bu tip koruma yönteminin işletme maliyetini artırmaktadır. Hemen hemen her cihaza uygulanabilir ise de ekonomiklik açısından düşünüldüğünde daha ziyade şalt tesisi ve ölçü kabinleri gibi geniş kapsamlı, karışık tesislere uygulanmaktadır. Kısaca zorunlu olmadıkça tercih edilmemektedir.



Resim p-01: Ex-p tipi koruma prensip şeması

Patlayıcı ortamın p-tipi korunmuş muhafaza içersine girmemesi, iç basıncın dışarıya göre en az 0,5 mBar yüksek tutulması ile sağlanır. Bu maksatla kabın içersi, resim p-01 de sembolize edildiği gibi, ya sürekli temiz hava veya inert (özel) gaz ile üflenir veya dışarı sızan gaz belli aralıklarla tamamlanarak basıncın sabit tutulması sağlanır. Uygulamaya göre, eğer kabın contalaması iyi ve içeriye gaz sızması zorlaştırılmış ise, sızan gaz kadar temiz hava verilmesi yöntemi uygulanır. Sürekli üfleme yöntemi, kompresör gibi basınçlı hava kaynağı gerektirebilir. Korunan muhafaza içersindeki aletler çalıştırılmadan, diğer bir ifade ile elektrik verilmeden önce muhafazanın içersinin temizlenmesi gerekir. Bu temizlemenin tam olarak yapıldığını tespit etmek için ölçü sistemi ve saire aletler gereklidir. Bunun için p-tipi korumayı sağlayan ve koruncağı (kabı) sürekli kontrol eden özel cihazlar mevcuttur. Uygulamada olduğu gibi, sertifika veren kuruluş tarafından test edilmesi de zordur. Bu açıdan, konunun uzmanları p-tipi korumanın ZON 0 ortamında uygulanmasına müsaade etmemektedirler.

Resim p-02'da Ex-p tipi korunan bir sistem odasının resmi görülmektedir. Burada normal aletler ve bilgisayarlar kullanılmaktadır. Diğer bir söz ile, sistem odasının patlayıcı

ortam olmayan normal sistem odalarından hiçbir farkı yoktur. Yalnızca temiz hava ile sürekli üflenmekte ve etrafında bulunan patlayıcı gazın içeri sızması önlenmektedir. Bu odanın dışarıya göre basınç farkı ve üflenen hava miktarı ve saire gibi bazı veriler sürekli ölçülerek otomatik kontrolü sağlanmaktadır. Bu yapıları ile Ex-p tipi korunan tesislerde ölçü önem kazanmaktadır. Bu maksatla, bazı firmalar yalnızca ölçü ve kontrol tertibatı üreterek p-tipi korumalı tesis yapanların hizmetine sunmaktadırlar. Korunacak tesis kullanıcının her hangi bir tesisi olabilmekte, ölçü ve kontrol tertibatını imal eden firma tesisi kurup gerekli sertifikayı da almaktadır. Ex-p tipi koruma yönteminde diğer koruma tiplerinde olduğu gibi sergilenebilen başlı başına tek bir alet olamamaktadır, bir tesis veya sistem korunmaktadır.

Ex-p tipi koruma üç şekilde karşımıza çıkar:

1. Sürekli üfleme: Muhafaza veya kabinin içersi temiz hava ile sürekli havalandırılarak bir nevi temiz tutulmaktadır. Bu iş için sürekli çalışan bir kompresör gereklidir. Kompresörün ürettiği basınçlı hava korunan kabinin içersini sürekli üfleyerek iç kısımdaki basıncı bir miktar yüksek tutar ve sürekli akış dolayısı ile iç kısma patlayıcı gazın veya buharın girmesi önlenmiş olur. Bu yöntem gaz kaçağı yüksek olan veya sürekli patlayıcı ortam olma ihtimali olan ve ayrıca sürekli havalandırmanın teknik olarak uygulanabileceği (maden ocakları gibi) yerlerde uygulanabilir.

2. Statik basınç: Alet veya kabin içersindeki basıncın statik olarak sürekli yüksek tutulması yöntemi ile de koruma sağlanır. Bu yöntem contalamanın çok iyi ve kayıpların az olduğu yerlerde uygulanabilir.

3. Sızma: Korunan ortam sürekli ölçülerek aradaki açıklıklardan sızan havanın yerine yenisinin pompalanması yöntemi ile koruma sağlanabilir. Yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Statik basınç yönteminden pek de farkı yoktur.

Resim p-02: Ex-p tipi korunan bir sistem odası www.nerling.de

Ex-p tipi korunmaya alınacak tesisin önemine, kaçak ihtimaline, tehlikeli bölge oluşma (ZON) varsayımlarına göre standart koyucu bazı hafifletici önlemler getirmiş ve p-tipi korumayı üç ayrı kategoriye ayırmıştır. Ex-px tipi koruma güvenliği en yüksek olan

tiptir ve tablo e-02 da görüleceği gibi Zon 1 ortamında da tatbik edilebilmektedir. Ex-py tipi koruma Zon 2 ortamlarda kullanılabilmektedir. İçersinde şalter, kontaktör buton gibi açık ateşleme kaynağı bulundurmayan ZON 1 ortamlarında **Ex-px** yerine **Ex-py** tipi korumaya da müsaade edilmektedir. E-tip korumada olduğu gibi güvenlik seviyesi bir miktar artırılmış olmaktadır. **Ex-pz** tipi ise hafifletilmiş p-tipi koruma olarak (Ex-np) bilinmekte olup, yalnızca ZON 2 ortamlarında tatbik edilebilmektedir.

Standartları ve konu ile ilgili literatürü takip ederken karşımıza "containment sysstem" tabiri çıkmaktadır. Containment system (muhafaza sistemi), "Yanıcı maddeyi muhafaza eden ve bir boşalma kaynağı oluşturabilen cihaz bölümü" olarak tarif edilmekte olup, bir nevi korunacak bölümü anlatmaktadır. Daha ziyade numune alma yöntemi ile patlayıcı gaz veya sıvı analiz eden cihazlarda karşımıza çıkmaktadır. Bu cihazlarda ölçülecek veya analiz edilecek gaz ince bir boru ile analiz cihazının içersine alınır ve cihaz içersindeki elektrikli aksamdan etkilenmemesi için p-tipi koruma tedbirleri uygulanır. Boru veya analiz cihazından olabilecek sızma (boşalma) ihtimaline göre farklı tedbirler alınmaktadır.

Tablo e-02 da görüleceği gibi, containment sistemi içermeyen Zon 1 ortamlarında eğer korunan sistemde ateşleme kaynağı var ise Ex-px tipi koruma uygulanmaktadır. Ateşleme kaynağı yok ise Ex-py tipi korumanın tatbik edilmesi yeterli olmaktadır. Ateşleme kaynağı olmadığına göre korumaya hiç gerek yok gibi düşünülebilir ise de Zon 1 ortamları için standart koyucu tedbirli olmak için py tipi korumayı ön görmektedir. Yine aynı tabloda görüleceği gibi Zon 2 ortamında aynı şartlar için korumaya gerek olmadığı ikazı görülecektir.

Tablo e-02: Ex-px, py, pz tipi korumaların seçim tablosu			
Patlayıcı ortamın (yanıcı maddenin) muhafaza içersindeki durumu	Tehlikeli bölge	Korunan sistem (alet) ateşleme kaynağı oluşturan cihaz	
		içermektedir	İçermemektedir
muhafaza sistemi (containment system) yok	ZON 1	Ex-px tipi koruma a)	Ex-py tipi koruma
muhafaza sistemi (containment system) yok	ZON 2	Ex-pz tipi koruma	Basınçlı korumaya gerek yoktur
Gaz veya buhar	ZON 1	Ex-px tipi koruma a)	Ex-py tipi koruma
Gaz veya buhar	ZON 2	Ex-px tipi koruma e)	Ex-py tipi koruma
Sıvı	ZON 1	Ex-px tipi koruma (inert) c)	Ex-py tipi koruma
Sıvı	ZON 2	Ex-pz tipi koruma (inert) c)	Basınlı korumaya gerek yoktur d)
Not: Eğer patlayıcı madde sıvı ise, normal bir kaçağa müsaade edilmez. Tesis ona göre tasarlanır ve yapılır			
a) Ex-px tipi koruma grup I ekipmanlarında da uygulanabilir.			
b) Normal şartlarda kaçak beklenmiyor ise Ek-E ye göre davranılır.			
c) Koruyucu gaz olarak "inert gas" kullanılmalıdır.			
d) Basınçlı tip korumaya gerek yoktur. Çünkü her hangi bir sıvı kaçağı durumunda aynı anda ateşleme kaynağının da aktif olması ve patlamaya neden olması muhtemel değildir.			
e) Seyreltilen bölgede ateşleme kaynağı oluşturabilecek her hangi bir cihaz yoktur.			

Ex-px,py, pz tipi korumaların aralarındaki fark tablo e-03 de verilmiş olup, en önemli farkın "parçacık bariyeri" (partikel bariyeri) olduğu görülmektedir. Zon 1 de px-tipi koruma için bariyer istenirken py-tipi korumada "şart yok" tabiri görülmekte olup, sanki py-tipi korumanın px den daha üstün olduğu izlenimi vermekte ise de, unutmayınız ki, py-tipi koruma ancak içersinde ark çıkaran kaynak yok ise (e-tipi korumada olduğu gibi) Zon 1 de kulanılabilmektedir. Parçacık bariyeri ise özel bir alet veya sistem değildir. Bağlantı yerlerinin girintili veya geçmeli tip yapılması genelde yeterli olmaktadır.

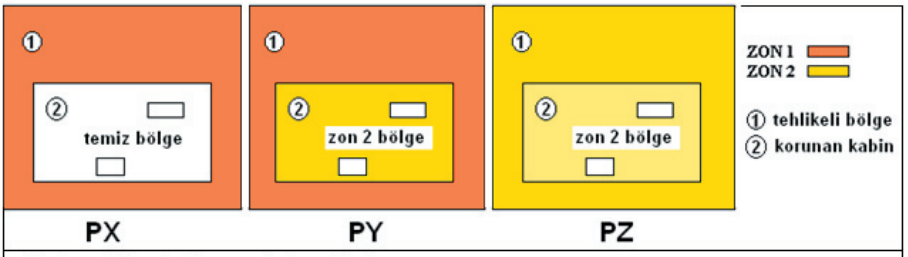
Tablo e-03: Ex-px,py, pz tipi basınçlı koruma türlerinin tasarım esasları

Tasarım esasları	Ex-px tipi koruma	Ex-py tipi koruma	Ex-pz tipi koruma	
			Gösterge ikazlı	Alarm ikazlı
IP derecesi	En az IP4X	En az IP4X	En az IP4X	En az IP3X
Darbe dayanımı	IEC 60079-0 Çizelge 4 e uygun	IEC 60079-0 Çizelge 4 e uygun	IEC 60079-0 Çizelge 4 e uygun	IEC 60079-0 Çizelge 4 değerinin yarısı
Tahliye süresinin doğrulanması	Zaman ölçme aleti ile basınç ve akışın izlenmesini gerektirir	Süre ve akış işaretlenir	Süre ve akış işaretlenir	Süre ve akış işaretlenir
ZON 1'e akkor parçacık girişinin önlenmesi (1)	Akkor parçacık bariyeri gerekli (2)	şart yok	Akkor parçacık bariyeri gerekli (2)	Akkor parçacık bariyeri gerekli (2)
ZON 2'ye akkor parçacık girişinin önlenmesi (3)	şart yok (4)	şart yok (4)	şart yok (4)	şart yok (4)
ZON 1'e akkor parçacık girmesinin önlenmesi (5)	Kıvılcım ve parçacık bariyeri gerekli	Kıvılcım ve parçacık bariyeri gerekli	Kıvılcım ve parçacık bariyeri gerekli	Kıvılcım ve parçacık bariyeri gerekli
ZON 2'ye akkor parçacık girmesinin önlenmesi (6)	Akkor parçacık bariyeri gerekli (2)	Şart yok	Akkor parçacık bariyeri gerekli (2)	Akkor parçacık bariyeri gerekli (2)
Kapı veya kapaklar bir takım veya ana htar ile açılır, açma zorlaştırılmıştır	Özel takım ile açılacak (7)	IEC 60079-2 de yazılı şartlara uyacak (7)	IEC 60079-2 de yazılı şartlara uyacak (7)	IEC 60079-2 de yazılı şartlara uyacak (7)
Kapı veya kapakları açmak için takım veya anahtara gerek yoktur, kolay açılır.	Elektrik sistemi kapı veya kapak ile akupleli olacaktır (interlok bak(8)	Kapak üzerinde "tehlikeli ortamda açmayınız" ikazı olacaktır	Kural yok, ikaz da olmayabilir	Kural yok, ikaz da olmayabilir
Muhafazanın kapağı açılmadan önce soğuması gereken sıcak iç parçaların bulunması hali	Etikette yazılı süre kadar beklenecek (9)	Uygulanmaz (10)	Uyarı olması yeterlidir.	Uyarı olması yeterlidir.

(1) Akkor parçacıkların normalde kapalı olan bir tahliye kapısından çıkarak Zon 1 alanına girmesinin önlenmesi
(2) Normal çalışma şartlarında akkor parçacıklar üretilmiyorsa dahi kıvılcım ve parçacık bariyeri yapılması zorunludur
(3) Akkor parçacıkların normalde kapalı olan bir tahliye kapısından çıkarak Zon 2 alanına girmesinin önlenmesi
(4) Anormal çalışmada dahi, tahliye kapakları açıldığında etrafta tehlikeli bir patlayıcı ortam oluşma ihtimali çok zayıf olduğu duruklarda bariyere gerek yoktur.
(5) Normal çalışma şartlarında akkor parçacıkların, Zon 1 e açılan havalandırma deliğinden geçerek ZON 1 alanını tehlikeye düşürmesinin önlenmesi.
(6) Normal çalışma şartlarında akkor parçacıkların, Zon 2 ye açılan havalandırma deliğinden geçerek ZON 2 alanını tehlikeye düşürmesinin önlenmesi.
(7) Grup I ekipmanlarda özel takım kullanılacak ve kapağın açılması ile elektriğin kesilmesi akupleli olacaktır. Grup II ekipmanlarda özel takım kullanılmasına gerek olmamakla birlikte kapağın açılması ile elektriğin kesilmesi akupleli olacaktır. Statik basınç yöntemi ile korunan ekipmanlar ise tehlikeli ortamda hiç açılması yasak olup, kapağın üzerinde bu yönde ikaz yazısı olacaktır.
(8) Kapıların açılması ile elektriğin kesilmesi akupleli olmalı elektrik kesilmeden kapak açılamamalı ve yine kapı açık iken elektrik verilememelidir.
(9) Sıcak iç parçası olan Ex-px korumalı aletin üzerine soğuması için ne kadar süre bekleneceği yazılı olmak zorundadır. Soğutma için harici bir vaktilatör veya havalandır kullanılabilir.
(10) Sıcak iç parçacık ihtiva eden ekipmanlarda Ex-py tipi korumaya müsaade edilmez.

Özetle: Ex-px tipi korumada korunan ortam veya tesis sürekli temiz tutulmak zorundadır.

Ex-py tipi korumada korunan ortam veya tesis zon 2 tehlike bölgesi 2 olabilir, ki bu sayede korunan ortamda kategori 3 veya yeni tabiri ile koruma seviyesi Epl-C olan aletler kullanma şansı doğar. Böylece korunmuş ortam tümü ile Zon 2 sayılacağından kategori 2 seviyesinde bir aletmiş gibi algılanarak dış ortamı Zon 1 olan bir yerde çalıştırılabilir. Diğer bir ifade ile korunan kabine dışarıda bulunan zon 1 atmosferinden gelen tehdit zon 2 seviyesi sürekli korunarak sağlanmış olur. Ex-pz tipi uygulama ise dış ortamı zon 2 olan yerlerde tatbik edilebilir. Yukarıdaki sözlü ifadelerimiz resim p-03 de canlandırılmış olup, resme bakılarak konunun daha iyi anlaşılacağı kanaatindeyiz.



Resim e-03: p-tipi koruma kategorileri

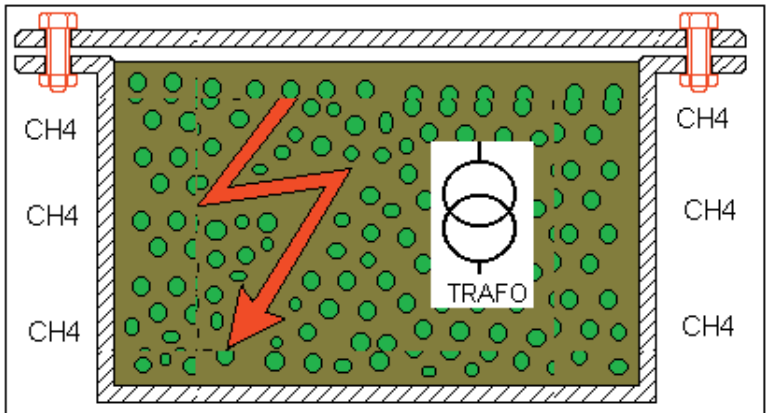
5.4 q-TİPİ KORUMA, KUMLU KORUMA (POWDER (sand) filling)

IEC 60079-5, EN 50017

Kumlu veya tozlu koruma anlamına gelir. Prensip şeması resim q-01 de görülmektedir. 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. Bir şok bobininden ibaret olan aydınlatma armatürü balastlarında da uygulanmaktadır.

Ex-q tipi korunan bir alet mekanik açıdan IEC 60079-0 da öngörülen darbe testine ve ayrıca IEC 60079-5 de ön görülen basınç testlerine dayanabilmelidir. IP koruması IP 55 den aşağı olmamalıdır. Dolgu maddesi olarak yalnızca kuvarz kumuna veya cam parçacıklarına müsaade edilmektedir. Kullanılan bu toz malzemeleri 1 mm aralıkla ve 0,5 mm aralıklı eleklerden geçirilerek elde edilmelidir. Sonuçta kullanılan kumun iriliği 0.5-1.0 mm arası olacaktır. Dolgu maddesi ayrıca standartta ön görülen elektrikli gerilim testine tabi tutulmaktadır.



Resim q-01: Kumlu koruma prensip şeması

Kum içersine gömülü olan çıplak iletken malzemeler ile q-tipi korunan muhafazanın iç yüzeyi arasındaki mesafe IEC 60079-5 de verilmiş olup gerilime göre değişmekle birlikte 6 mm den az olamamaktadır. Kumlu korunan aletin içersine küçük röle gibi içersine kum girmeyen aletler de konulabilir. Bu durumda kum bulunmayan boşluk 30 cm^3 ü geçemez ve muhafazanın en az 15 mm iç kısmına konulmalıdır. Yani arada en az 15 mm kum dolgu bulunmalıdır. Kumlu korumanın yaygın bir kullanım alanı bulunmadığı için konu derinlemesine ele alınmayacaktır.

Kumlu koruma pek yaygın olmadığı için 2000'li yıllara kadar standart metninde uzun süre hiçbir değişiklik yapılmamıştır. 2002 yılında IEC teknik komitesi TC31 üye ülkelere "bu standardı askıya mı alalım veya bir şeyler yapalım mı" şeklinde soru yöneltmiş ve bir çalışma timi (MT=maintenance team) oluşturmuştur. Sonuçta standardın geliştirilmesi ortaya çıkarak bazı ilavelerle 3.sürümü 2007 de yayınlanmıştır.

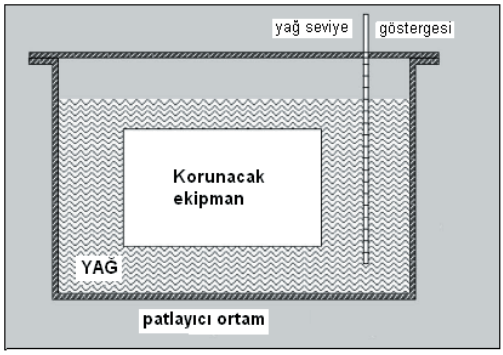
3. Sürümde kumlu korunan cihazlara tamir bakım kolaylığı getirilmiştir. Belli şartlarda kum açılıp içerdeki alet tamir edildikten sonra tekrar yerine konulabilmektedir. Böylece kumlu koruma m-tip korumaya alternatif olarak cazip olmaya başlamıştır. Bilindiği gibi m-tipi korunan cihazların tamir şansı hiç yoktur.

5.5 O-TİPİ KORUMA, YAĞLI KORUMA (oil immersion)

IEC 60079-6, EN 50015, EEx k'in accordance with EN 13463-8

Ark çıkaran veya tehlikeli derecede ısınan cihazlar yağa daldırılarak patlayıcı ortamdan izole edilebilirler. Resim o-01 de prensip şeması görülen yağlı tip koruma 1970 li yıllara kadar yaygın kullanım alanı bulmuştur. O devirde trafolar ve yüksek gerilim kesicileri yağ içersinde çalıştırılıyorlar idi. İzolasyon gayesi ile kullanılan yağ

aynı zamanda patlayıcı ortamı tecrit etmek için de kullanılmıştır. Ne var ki yağ her hangi bir neden ile patlayıp yandığında etrafa çok büyük zarar ziyan vermektedir. Beklenmedik bir kaza ile etrafa sızan ve yayılan yağın temizlenmesi de ayrı bir sorun yaratmaktadır. Kısacı yağın kullanımı işletme tekniği açısından kolay değildir. Bu nedenle günümüzde yağlar ne normal izolasyon ve ne de exproof koruma için tercih edilmemektedir. Resim o-02 da Zonguldak Taşkömürü madenlerinde halen kullanılmakta olan 3300 Volt bir kesicinin resmi görülmekte olup, kesicinin altında bulunan yağ haznesi kısa devre gibi bir neden ile patladığında etrafa yalnızca yağ saçarak kalmamakta, aynı zamanda kızgın yağın sebep olacağı yangın ile de karşılaşılmaktadır. Son yıllarda yangına dayanıklı silikonlu yağlar geliştirilmiş ve kalite biraz artmıştır. Madeni yağların grup I aletlerde yani maden ocaklarında kullanılması yasaklandığı gibi, yağlı korumanın kesicilerde kullanımı IEC 60079-5 in son sürümlerinde yasaklanmıştır. Yağlı koruma e-tipi korumada olduğu gibi ark çıkarmayan aletlerde kullanılması ön görülmektedir. Artık resim o-02 da görülen bir orta gerilim kesicisini yağlı koruma içersine alarak o-tipi korumalı olarak piyasaya sürmek mümkün olmayacaktır.



Resim o-01: Yağlı tip koruma prensip şeması.

Yağın seviyesi sürekli kontrol edilmekte olup, muhafaza yabancı madde girişlerine karşı en az IP 66 seviyesinde korunmuş olacaktır.

Günümüzde yağlı koruma çok büyük transformatör ile soğutma zorunluluğu olan dirençlerde uygulanmaktadır. Burada yağ, hem soğutma ve hem de patlayıcı ortamı izole etmek gayesi ile kullanılmaktadır.

Standart koyucu yağı yasaklamamakla beraber bazı sınırlamalar getirmiştir. Aşağıda IEC 60079-6 da verilen yağ özellikleri özetlenmiştir.

IEC 296 ya uygun olan madeni (mineral) yağlar dışındaki diğer yağlar aşağıdaki özelliklere de sahip olmalıdırlar.

- IEC 836 ya göre tespit edilen yanma sıcaklığı en az 300 ^{0}C olmalıdır.
- ISO 2719 a göre tespit edilen (kapalı) parlama noktası (Flash point, closed) en az 200 ^{0}C olmalıdır.

- ISO 3104 e göre hesaplanan, 25 ^{0}C deki kinetik viskozitesi en fazla 100 cSt olmalıdır.
- IEC 156 ya göre yapılan delinme gerilimi 27 kV dan az olmamalıdır. Silikonlu yağlarda IEC 836 uygulanır.
- 25 ^{0}C deki hacimsel omik direnci (IEC 247) 1,0x10^{12} Ωm den az olmamalıdır.
- ISO 3016 ya göre hesaplanan akışkanlık noktası -30 ^{0}C olmalıdır. Yani -30 ^{0}C de dökülebilir seviyede akışkan olmalıdır.
- IEC 588-2 ye göre hesaplanan asitlilik derecesi (nötralize değeri) azami 0,03 mg KOH/g olmalıdır.

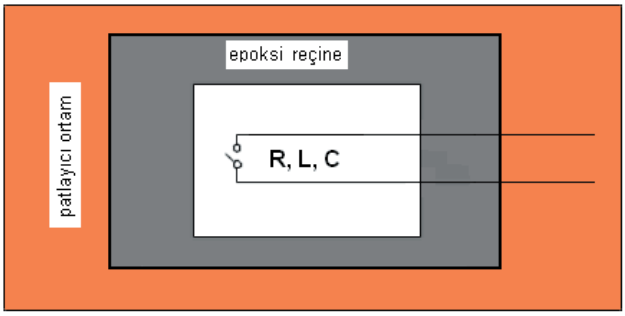
Yağ ile tam dolu olan aletlerde basınç tahliye tertibatı konularak basıncın 1,1 katına çıktığı hallerde çalışarak aşırı basıncı tahliye etmelidir. Yağ ile tam dolu olmayan aletlerde ise normal çalışma koşullarında oluşabilecek buhar veya gaz kolayca dışarı atılabilmelidir. Yağlı korumalı bir kabın IP koruma seviyesi IP 66 dan aşağı olmamalı, yağ sızdırmaz olmalıdır. Kazaen yağ dökülmesine karşı önlem alınmalı ve yağ seviyesi sürekli izlenmelidir. Yağın dış yüzey sıcaklığı parlama noktasının +25K nın fazla üstüne çıkmamalı, iletken parçalar en az 25 mm yağa gömülü olmalıdır. IEC 60079-7 de verilen yüzeysel kaçak yolu (creepage) ve yalıtım mesafelerine (clearance) uyulmalı, (bak Tablo e-01) ve iletken canlı bölmeler yağa en az 25 mm gömülü olmalıdır.

Kumlu korumada olduğu gibi, yağlı koruma da hiçbir değişikliğe uğramadan uzun süre raflarda tozlanmıştır. IEC 2006 yılında üye ülkelerine "bu standardı kaldıralım mı devam edelim mi" gibi bir soru yöneltmiş ve sonuçta devam kararı çıkmıştır. Yağlı korumanın en son 3.sürümü 2007 de yayınlanmıştır. Bu sürümde önemli bir değişikliğe gerek veya ihtiyaç duyulmamıştır. 2009 yılında ise bu standart tekrar ele alınarak 4.sürüm çalışmaları başlatılmıştır. Bu sürümde yağlı veya sıvı korumanın güç elektroniği açısından cazip hale getirilmesi beklenmektedir.

Resim o-02: Yağlı kesici ve trafo örneği

5.6 m-TİPİ KORUMA, DÖKÜM veya, KAPSÜLLÜ KORUMA

(moulding/encapsulation), IEC 60079-18, EN 50028



Resim m-01:

Ex-m tipi koruma prensip şeması

Ex-m tipi koruma, ısı veya ark üreten alet veya parçaların epoksi reçine gibi katı maddeler içine gömülerek patlayıcı ortamdan izole edilmesi yöntemidir. Prensip olarak p- ve o-tipi korumanın aynıdır. P-tipi korumada hava, o-tipi korumada ise yağ ile patlayıcı ortam izole edilirken, m-tipi korumada katı madde kullanılmaktadır. Kullanılan katı döküm maddesinin çalışmaya mani olmadığı lamba balastları, elektronik baskı devreleri, solenoid valf gibi yerlerde rahatlıkla kullanılır. Büyük miktarda enerji üretmeyen transformatör ve rölelerde de uygulanmaktadır. Daha ziyade kendinden emniyetlilik uygulanamayan devrelerde tatbik edilir. Ölçü, kumanda kontrol gibi otomasyon devrelerinde de yaygındır.

Ma, mb gibi iki kategoride üretilmekte olup, ma Zon 0 ve mb de Zon 1 ortamlar için ön görülmektedir. Kategori a ATEX 94/9 da bahsedilen kategori 1 ile aynı anlamdadır. Son yıllarda IEC nin de etkin devreye girmesi ile Zon 0, 1, 2 tanımları ile karışmaması için kategori 1,2, 3 yerine koruma seviyesi tabir edilen Epl a, b, c sembolleri kullanılmaya başlanmıştır. Ma koruma seviyesindeki (kategorisindeki) bir alette aynı anda iki arıza üst üste çakıştığında ortamı tehlikeye düşürmemeli, yani patlamaya neden olmamalıdır. Ayrıca ma tipi 1000 Voltu aşan aletlerde uygulanmaz. Kısaca ma tipi koruma yüksek güvenlikli olup zon 0 ortamlarda kullanılabilmektedir. Mb koruma seviyesindeki (kategorisindeki) bir alette ise bir arıza yeterli sayılmaktadır.

Yeni çıkan ma-tipi koruma yöntemi ile kendinden emniyetli devreleri besleyen güç trafolarının doğrudan tehlikeli bölge sıfıra (zon 0) sokma imkanı doğmuştur. Önceden kendinden emniyetli trafo d-tipi koruma içine alınır ve temiz bölgeye monte edilir idi. Genellikle reçine içine gömülerek yapılan besleme trafoları, böylece üzerine ma-tipi korunmuştur damgası vurularak zon 0 tehlike bölgesine monte edilebilir.

Reçine döküm içersine gömülü olan elektrik aletlerinde dikkate alınacak en önemli risk faktörü, korunan alet içersinde bir kısa devre oluşturduğun da ne olur? Sorusudur. M-tipi korunan aletler kısa devreye herhangi bir elemanın arızasına ve çoğunlukla baskı devrelerde uygulandıkları için baskı devrenin herhangi bir yerinde meydana gelebilecek arızalara dayanıklı olmak zorundadırlar. Bazı malzemeler de kısa devre ve aşırı gerilim hatası ihtimali olmadığı için hatasız eleman olarak kabul edilmektedirler. Bu tip hatasız

eleman, film şeklinde ince dirençler, telden sarılı dirençler, tek katlı spiral bobinler, plastik folye kondansatörler ile kağıt ve seramik kondansatörler ve saire elemanlar olup, detaylı bilgi IEC 60079-18 de mevcuttur. Epoksi reçineye gömülü bu elemanların kendi içlerinde kısa devre olma ihtimalleri yoktur. Standart koyucu kullanılan elemanların nominal değerlerinin 2/3 katında çalıştırılmasını ön görmektedir, 1/3 emniyet payı ayırmaktadır.

Döküm reçine dış yüzeyi ile içerdeki eleman arasında en az 3 mm mesafe istenmektedir. İçersine reçine girmesi istenmeyen röle gibi hareketli elemanları olan aletleri yerleştirebilmek için, mb tipinde en fazla 100 cm^3 ma tipinde ise 10 cm^3 e kadar boşluğa izin verilmektedir. IEC 60079-18 de döküm reçinenin dış yüzeyinin metal ile kaplı olup olmayışına bağlı olarak boşluk ile dış yüzey arasında değişik mesafeler verilmektedir. İhtiyaç duyan ilgili standarttan bakabilir.

Kullanılan döküm maddesi, korumayı sağlayan esas unsur olduğu için standart koyucu, imalatçının döküm maddesi ile ilgili, çalışma derecesi, ısıl ve termik dayanımları gibi detaylı özelliklerinin aletin kullanım kılavuzunda belirtilmesini zorunlu tutmaktadır.

IEC 60079-18'in son sürümleri pil ve bataryaların m tipi üretilmesine olanak vermektedir. Çoğu pil şarj veya deşarj esnasında gaz çıkarmaktadır. Reçineye gömülü bir sistemde ancak gaz çıkarmayan (bak tablo m-01) pillere ve bunlardan yapılı bataryalara müsaade edilmektedir. Pillerin gaz çıkarmayan tipi genelde pek mümkün değildir. Çünkü kimyasal reaksiyon sonucu bir şeyler açığa çıkacaktır. Muhtemelen bu gibi pillerde çıkan gazı yakalayan kimyasal ilaveler (katalizörler) olmalıdır.

IEC 60079-18 in üçüncü son sürümü 2009 yılı başında yayınlanmıştır. Gaz ve tozların birleştirildiği, patlamaya karşı koruma seviyeleri EPL'lerin (a, b, c) dikkate alındığı ilk IEC 60079 standardıdır. Patlayıcı ortamlarla ilgili IEC nin arzu ettiği ilk üniversal normudur.

Tablo m-01: Gaz çıkarmayan piller, şarj edilemeyen (primer) piller

IEC 60086-1	Artı elektrot	Elektrolit	Eksi elektrot	Beyan gerilimi, V	Yüksüz en büyük gerilim V
-	Magnezyum dioksit	Amonyum klorür	çinko	1,50	1,73
A	oksijen	Amonyum klorür	çinko	1,40	1,55
B	Karbon florür	organik	lityum	3,00	3,70
C	Magnezyum dioksit	organik	lityum	3,00	3,70
L	Magnezyum dioksit	Alkali metal hidroksit	çinko	1,50	1,65
P	oksijen	Alkali metal hidroksit	çinko	1,40	1,68
S	gümüş oksit	Alkali metal hidroksit	çinko	1,55	1,63
T	Gümüş oksit	Alkali metal hidroksit	çinko	1,55	1,87
Şarj edilebilen (sekonder) piller					
	Tip	Elektrolit			
Tip K	Nikel kadmiyum	Potasyum/sodyum çözeltisi		1,20	1,55
IEC 61951-2	Nikel metal hidrit	Potasyum çözeltisi		1,20	1,50
IEC 61960-1	Lityum	Organik tuzlar		3,60	

5.7 n-TİPİ KORUMA, ARK ÇIKARMAZ (non-sparking)

IEC 60079-15, EN 50021, BS 6941

Normal çalışmalarında ARK ve KIVILCIM çıkarmayan, aşırı ısınan SICAK dış yüzeyi olmayan aletlerin patlayıcı ortamı ateşlemeleri mümkün değildir. Örneğin, tam kapalı bir sincap kafes elektrik motorunun aşırı ısınmadığı (aşırı yüklenerek ısınma normal çalışma değildir) sürece patlayıcı ortamı ateşlemesi beklenemez. Her ihtimale karşılık yine de emniyetli tarafta kalmak için, bu tip cihazların patlayıcı ortam oluşma ihtimali çok az olan, zon 2 veya division 2 gibi yerlerde kullanılması ön görülmektedir. Yıllarca ABD ve Kanadalı uzmanlarca "non sparking" adı altında uygulanan bu koruma yöntemi 1990 lı yıllardan sonra Avrupa ülkeleri de uygulamaya başlamış ve EN Avrupa normları kapsamına almışlardır. Non sparking, N-tipi korunmuş aletler normal çalışmalarında:

- Ark çıkarmazlar
- Kıvılcım çıkarmazlar
- Sıcak yüzeyleri yoktur. Bu özelliğe sahip:
- Kapalı muhafaza içindeki kesiciler
- Patlayıcı ortamı tehlikeye atmayan elemanlar (non incentive component)
- Hava geçirmez şekilde sıkı sıkı kapalı aletler. Bu tip cihazlar 100 cm^3 den büyük olmamalı ve harici elektrik bağlantıları da bulunmamalıdır.
- Enerji tasarruflu cihazlar ve devreler
- Sınırlı havalandırmalı muhafazalar (restricted breating enclosure).

patlayıcı ortamda kullanılabilmelidir ve standart koyucu da bu tip aletlerin n-tipi adı altında kullanılmasına müsaade etmektedir.

Non sparking, Ex-n tipi koruma yöntemi kendinden emniyetli (intrinsic safe) Ex-i tipi koruma ile benzerlik değil de paralellik arz etmektedir. Ex-i (IS= intrinsic safe) cihazlar da non sparking dir yani ark çıkarmazlar veya çıkardıkları ark patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmez. IS cihaz veya devreler ZON 0 ortamı için ön görülürken non sparking cihazlar ZON 2 ortamları için ön görülmektedir. İkisi de güvenlidir, yalnız non sparking yalnızca bölge 2 de emniyetlidir. Bu hali ile non sparking e-tip korumaya da yakındır. Çünkü temellerinde aynı düşünce (normalde ark çıkarmayan) vardır. Fakat şu anki standartlar tarihi gelişmesi dolayısı ile e-tipi korumayı ayırmaktadır. Aşağıda izah edeceğimiz gibi yüzeysel kaçak yolu gibi hususlarda benzerlik göstermekte ve n-tipi, e-tipinin biraz hafifletilmiş şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Ne fark ile? E-tipi bölge 1 de de çalışabilir iken n-tipi yalnızca bölge 2 de çalıştırılabilmektedir. Son yayınlanan IEC 60079-15 de non sparking olarak yalnızca nA, nC ve nR tiplerinden söz edilmektedir. Aşağıda açıkladığımız nL ve nP koruma tiplerinden söz edilmemektedir. Çünkü bu koruma yöntemleri ilgili standartda alt kategori olarak alınmıştır. nP-tipi koruma ICE 60079-3 de basınçlı korumanın pz-kategorisi olarak detaylandırılırken, aynı şekilde kendinden emniyetliliğin hafifletilmiş şekli olan nL-tipi koruma da IEC 60079-11 de kendinden emniyetliliğin üçüncü versiyonu Ex-ic olarak tarif edilmiştir.

nA tipi koruma (non arching): Ark çıkarmaz anlamına gelir, normal çalışmalarında ark çıkarmayan aletler bu tip koruma yöntemi ile patlayıcı ortama karşı korunabilirler. Bilinen "Ex-e tipi (artırılmış emniyet) korumanın hafifletilmiş şeklidir.

nC tipi koruma: Normal çalışmalarında ark çıkaran aletler, nC tipi korunarak ZON 2 ortamlarda EPL-c koruma seviyesinde (kategori 3) kullanılabilmektedir. Ex-d tipi (alev sızmaz) korumanın hafifletilmiş veya değişik bir versiyonudur. Ark veya kıvılcım çıkaran veya aşırı ısınan kısımlar patlayıcı ortamdan tecrit edilerek, patlayıcı gaz veya buharın kolayca ateşlenmesi veya ilgili aletçe tehdit edilmesi önlenir. Bu işlem, ark çıkaran kısımların, döküm, kaynak, lehim ve saire gibi bir yöntemlerle tamamen kapatılarak (hermetically sealed), patlayıcı gaz veya buharın tehlikeli bölgelere girmesi önlenerek sağlanmaktadır. Örneğin cıva buharlı kontak tüplerinde olduğu gibi. Aynı şekilde tam kapalı okuma röleleri de (reed switches, reed relay) bu gruba girebilirler. Yalnız contalama yöntemi ile kapatılmış ve ticari piyasada adları "tam kapalı röle" (hermetcally sealed relays) olarak bilinen röleler nC tipi koruma yöntemine girmezler, bu anlamda tam kapalı olarak kabul edilmemektedirler.

nC tipi korunan ve normal çalışmalarında ark çıkaran aletlere bir kısıtlama getirilmiş olup, iç hacimleri 20 cm^3'ü, gerilim ve akım seviyeleri de 690 Volt ve 16 Amperi aşmamaktadır. Ayrıca normal çalışmalarında çıkardıkları ısının >10K kadar fazlasına dayanmalı ve bu durumda ortamı tehlikeye düşürmemelidirler. Kısaca, küçük hacimli olan ve aşırı ısınmayan elektrikli aletlere Ex-nC tipi koruma uygulanabilmektedir.

nR tipi koruma (sınırlı havalandırma= restricted breathing): Tip C'de olduğu gibi ark çıkaran veya aşırı ısınan bir alet olup, ark çıkaran tehlikeli kısmın havalandırmasının (nefes almasının) sınırlandırılması yöntemidir. Patlayıcı gaz veya buharın içerdeki ark çıkaran bölmeye girmesi zorlaştırılmıştır. Özel bir sızdırma deneyi ile test edilmektedir. Yabancı madde girişine karşı koruma, en az IP 54 olmalıdır. Sınırlı havalandırma faktörü 20 nin altında olan gaz veya buhar ortamlarında uygulanabilmektedir. Örneğin asetilen, hidrojen ve isopren gibi sızma faktörü yüksek olan gazlı ortamlarda kullanılamaz

İlk olarak İsviçre'de geliştirilip uygulanan bir koruma yöntemidir. Contalamanın diğer bir söz ile sızdırmazlığın değişik bir uygulamasıdır. "restricted breathing= sınırlı havalandırma" tabiri p-tipi korumayı çağrıştırıyor ise de, p-tipinde olduğu gibi bir üfleme veya basınçlandırma yoktur. İyi bir contalama ve kapatma yöntemi ile patlayıcı ortamın tehlikeli bölgeye girmesi önlenmektedir. Örneğin, aşırı ısınan aydınlatma ampulleri geniş yüzeyli cam fanus ile kapatılarak patlayıcı gazın aşırı sıcak yüzeye ulaşması ve dolayısı ile patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmesi önlenmektedir. Burada uygulanan cam fanusun nefes almasının (breathing) dolayısı ile patlayıcı gazın tehlikeli bölgeye girmesinin önlenmesidir. Tabi ki bu yöntem yüksek güvenlikli değildir. Onun için zon 2 tehlike bölgelerinde uygulanmaktadır.

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

nL tipi koruma: Enerji seviyesi düşük olan aletlerde uygulanır, Kendinden emniyetliliğin hafifletilmiş şeklidir. IEC 60079-11 de Ex-ic olarak adlandırılarak kendinden emniyetliliğin üçüncü kategorisi olarak bu standart kapsamına alınmıştır.

N-tipi koruma yönteminin bilinen korumalara benzerlikleri tablo n-01 özet olarak verilmiştir. Ayrıca ABD deki değişik versiyonlar da tablo n-02 de görülmektedir.

Tablo n-01: n-tipi korumanın alt grupları				
İşareti	Anlamı	Kıyaslanabilir bilinen korama şekli	Koruma metodu	II. Grup gazlarda dağılımı
nA	Ark çıkarmaz aletler	Ex-e	Ark ve kıvılcım çıkarmaz, yüzeyi fazla ısınmaz	yok
nC	Ark çıkaran aletler	Ex-d	Kapalı kontak tertibatı Kıvılcım çıkarmayan elemanlar Tam kapalı, kapsül içine gömülü	IIA, IIB, IIC
nR			Patlayıcı gazların girmesi sınırlandırılmıştır	yok
nL	Enerjisi sınırlı aletler	Ex-i	Herhangi bir ark veya aşırı ısınmanın ortamı patlatmaması için enerjinin sınırlanması	IIA, IIB, IIC
nP	Basitleştirilmiş Basınçlı koruma	Ex-p	Fazla basınç veya üfleme ile patlayıcı gazın iç kısma girmesinin önlenmesi, elektrik kesilmeden de kontrol edilebilir	yok

Tablo n-02: n-tipi korumanın ABD'deki alt grupları		
NEC'e göre sembolü		Anlamı
Energy Limited *)	nC	Enerjisi sınırlı
Hermetically Sealed	nC	Tam kapalı
Nonincendive	nC	Ateşlemeyen tip alet
Non-Sparking	nA	Ark çıkarmayan tip alet
Restricted Breating	nR	Zor hava alan alet
Sealed Device	nC	Tam kapalı alet
Simplified Pressurization **)	nP	Basitleştirilmiş basınçlı koruma
**) Amerikada P tipi koruma X, Y ve Z olarak adlandırılır. Yeni IEC 6079-15 de olduğu gibi		*) Avrupa'dakinden farklı

N-tipi korunan aletlerde IEC 60079-0 da ön görülen ve tüm exproof aletler için geçerli olan şartların tamamı tatbik edilmemektedir. Konu ile ilgili IEC 60079-15 de detaylı açıklamalar mevcuttur. N-tipi aletlerin genel özellikleri özetle aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Yabancı madde girişine karşı koruma (IP protection) uygulama ortamına uygun olarak seçilmelidir. Asgari şu olacaktır gibi bir şart yoktur.
- IEC 60079-0 da ön görülen darbe ve düşürme testi gibi mekanik testlere dayanmalıdır.

- n-tipi korunan aletlerin iç ve dış elektrik bağlantıları normal aletlerden farksızdır. Yalnızca metal parçaların sürtünmelerine ve metal parçaların keskin köşelerinden gelebilecek darbelere karşı önlem alınmış olması yeterli olmaktadır. Bağlantılarda gevşemeye karşı önlem alınmalıdır ki, aşırı ısınmaya ve ark çıkarmaya neden olmasınlar.
- e-tip korumada olduğu gibi iletken ve canlı yüzeylerde çalışılırken elektrik kesilmelidir.
- Yalıtım mesafeleri (clerance) ile yüzeysel kaçak yolu (creepage distance) mesafelerine riayet edilmelidir. Bu mesafeler e-tipi korumadan farklıdır.

N-tipi koruma e-tipi korumaya çok benzediğine göre n-tipi korumada aletlerin elektrik bağlantıları ve klemens girişleri nasıl olacaktır? N-tipi terminal kutularında şartlar biraz daha hafiflitelmiştir. Yüzeysel kaçak yolu ve yalıtım mesafelerinde asgari 3 mm mesafe yerine 1.5 mm istenmektedir. N-tipi aletlerde uyulacak kaçak yolu ve yalıtım mesafeleri tablo n-03 de görülmektedir. Bu tablo e-tipi korumadaki tablo e-01 ile kıyaslandığında aralarında çok büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Her ikisi de emniyetli ve her ikisinde de elektrik kesilmeden çalışılamayacağına göre neden farklı değerler verilmiştir? E-tipi korunan bir alet zon 1 ortamında kullanılabilir iken, n-tipi korunan alet yalnızca zon 2 ortamında kullanılabilmektedir. Bu ayrıcalık tehlike bölgelerinin farklı olduğundan kaynaklanmaktadır.

Tablo n-03: n-tipi aletler için en küçük yüzeysel kaçak yolu ve en kısa yalıtım aralıkları

Gerilim AC veya DC (Volt)	En küçük yüzeysel kaçak yolu (mm) ve minimum creepage distance				En kısa yalıtım aralıkları(mm) Minimum clearance		
	Malzeme Grubu						
	I	II	IIIa	IIIb	havada	(1)	(2)
20	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,3	0,2
40	1,4	1,6	1,8	1,8	0,8	0,6	0,3
63	1,6	1,8	2,0	2,0	0,8	0,6	0,3
100	1,8	2,0	2,2	2,2	0,8	0,8	0,6
200	2,5	2,8	3,2	3,2	2,0	1,7	0,6
250	3,2	3,6	4,0	4,0	2,5	1,7	0,6
400	5,0	5,6	6,3	6,3	4,0	2,4	0,8
630	8,0	9,0	10	10	5,5	2,9	0,9
1000	11		13		8,0	5,8	1,7
1250	12		15		10	-	-
3200	22		32		22		
4000	28		40		28		
6300	45		63		45		

(1): Boyalı (vernikli) haldeki izolasyon ve ayırım mesafesi

(2):Ayırım veya katı izolasyon olduğundaki ayırım mesafesi, baskı devrelerdeki gibi

Döküm içersine alınan kablo bağlantıları da n-tipi korunmuş olarak kabul edilebilmektedir. Orta gerilimde uygulanan kablo başlık ve ek dökümleri (protolin, protodur gibi) tablo n-04 de verilen mesafelere uyulduğu takdirde n-tipi korunmuş olarak kabul edilebilmektedir.

Tablo n-04: Döküm kablo ek kutuları ayırım mesafeleri				
GERİLİM AC veya DC	Yüzeysel kaçak yolu (creepage distance) mm		Yalıtım mesafesi (clearance) mm	
	Fazlar arası	Faz-toprak arası	Fazlar arası	Faz-toprak arası
750<U≤1100	19	19	12,5	12,5
1100<U≤3300	37,5	25	19	12,5
3300<U≤6600	63	31,5	25	19
6600<U≤11000	90	45	37,5	25
11000<U≤13800	110	55	45	31,5
13800<U≤15000	120	60	50	35

ELEKTRİK DAYANIMI, İZOLASYON TESTİ:

Çalışma gerilimi 90 voltu aşmayan cihazlarda toprağa karşı izolasyon ölçümü, 60 saniye süreyle 500 VAC tatbik edilerek yapılır. Diğer çalışma gerilimlerinde 1500 Volttan aşağı olmamak kaydıyla (2U+1000) formülünden elde edilen değer 60 saniye süreyle (alternatif akım) tatbik edilir. Bu süre içersinde AC kaynağı kısa devre olmamalıdır. AC yerine DC gerilim de tatbik edilebilir. Bu durumda DC gerilimi AC nin %170 i seviyesinde olmalıdır. Sargılarda ise %140 katı yeterli olmaktadır. Burada (normal aletlerde yapıldığı gibi) izolasyon megeri ile izolasyon direnci ölçülmesi istenmemekte, AC kaynağının dayanıp dayanmayacağı denenmektedir.

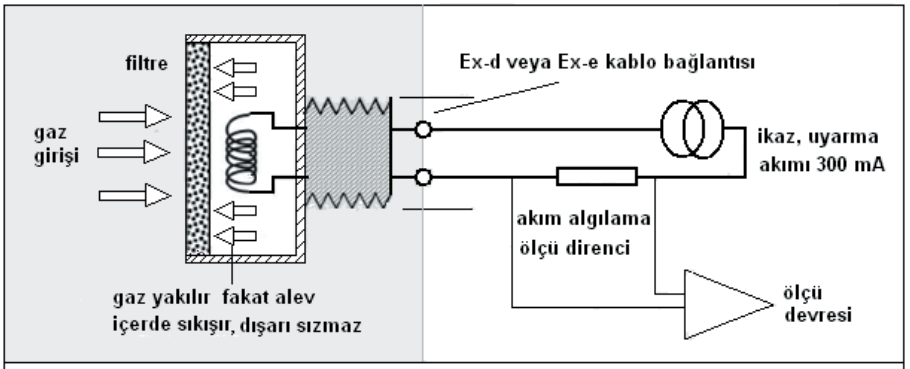
Ergime telli sigortalar, eğer tel sarılamayan, kartuş tipi tabir edilen tam kapalı yapıda iseler ve dış gövdeleri ön görülenden fazla ısınmadığı sürece, ark çıkarmaz olarak kabul edilmektedirler. Sigortanın atması normal çalışma olarak kabul edilmemektedir. Tüm benzeri aletlerde olduğu gibi sigorta değişimi elektrik kesilerek yapılmalıdır.

N-tipi koruma bir çok alette tatbik edilebilmekte olup, yazımızın aletlerle ilgili bölümlerinde konu tekrar ele alınacaktır.

5.8 S-TİPİ KORUMA SPECIAL TYPE OF PROTECTION Ex-s

Bilinen koruma yöntemleri ile korunamayan aletlerde uygulanan bir yöntemdir. Diğer bir söz ile, bilinen patlayıcı ortam koruma yöntemlerinden farklı bir koruma metodu uygulama zorunluluğu olan aletlerde gündeme gelmektedir. S-tipi korumanın uyması gereken bir standart yok ise de IEC 60079-0 a uygun olmak zorundadırlar. Yapılan deneyler ile patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmedikleri ispat edilmek zorundadır. Bu tip aletler kullanım şartlarına göre Zon 0, 1 veya 2 ortamlarında çalıştırılabilmektedir. Konuyu

anlayabilmemiz için resim s-01 deki gaz algılama dedektörünün yapısını incelememiz yeterli olacaktır. Katalitik yanma prensibine göre çalışan ölçü sisteminde gazın girdiği ve ölçmek için bir miktarının ısıtılarak yakıldığı bölme özel koruma yöntemine göre korunmaktadır. Bu bölmeyi d-tipi muhafaza içersine almak mümkün değildir. İçeride çok küçük bir miktar gaz yakıldığı için ürettiği ısı filtreden dışarı sızarak bulunduğu ortamı tehlikeye düşürmemektedir. Burada fiziksel marifet özel yapım filtrededir.



Resim s-01 : Özel S-tipi korumalı bir gaz algılama (ölçü) cihazı

Bilinen özel korumalı cihazlar arasında madenci baş lambaları da bulunmaktadır. M-tipi korumanın gelişmediği yıllarda, lambalarının aküleri Ex-d tipi (alev sızmaz) metal bir gövde içersine alınamadığından, ancak akü üzerindeki özel sigorta ile korunabilmektedirler. Barete takılan aydınlatma başlığına giden kabloda her hangi bir kısa devre olduğunda akü kapağı altında bulunan sigorta atarak korumayı sağlamaktadır. Özel yapım bu sigorta reçine içersine gömülüdür ve sigortanın atması ile çıkan ark ortamı tehlikeye düşürmemektedir. Böyle bir uygulama standartlara tam olarak uymadığından özel koruma olarak kabul edilmektedir. Türkiye'deki bir çok madende bu tip lambalar halen kullanılmaktadır. Günümüzde madenci baş lambalarının yapısı tamamen değişmiş, özel değil kendinden emniyetli tip olanlar geliştirilmiştir. LED ampuller sayesinde aydınlatma için gerekli olan akım çok düşmüş ve bu sayede aydınlatma başlığını kendinden emniyetli yapılabilme imkanı doğmuştur. Ayrıca bataryalar da m-tipi koruma içersine alınmışlardır.

Patlayıcı ortamlarda patlatılan dinamitleri (yer altı madenleri) ateşlemek için kullanılan ateşleme manyetoları tam anlamı ile exproof değillerdir. Ex-s tipi özel koruma uygulanmaktadır. Dinamit kapsülünü ateşlemek için belli bir gerilim ve enerjiye ihtiyaç vardır. Dinamit manyetosunun ürettiği gerilimin süresi 3-4 ms (mili saniye) gibi çok küçük bir zaman aralığına sıkıştırılarak, ancak kapsülü ateşleyebilecek kadar bir enerji üretmesi sağlanmaktadır. Bir nevi enerji seviyesinin kısıtlaması nL-tipi veya yeni adı ile Ex-ic tipi konuma akla geliyor ise de, pratikte uygulanıp uygulanmadığı tarafımdan bilinmemektedir. IEC 60079-0'ın 2007 de yayınlanan 5.sürümünde tıbbı cihazlar (medical apparatus)

ve dinamit manyetoları IEC 60079 kapsamı dışına alınmışlardır. Yani manyetolarda özel korumadan başka bir imkan kalmamıştır, veya madenci dinamitlerini özel önlem alarak ateşleyecektir.

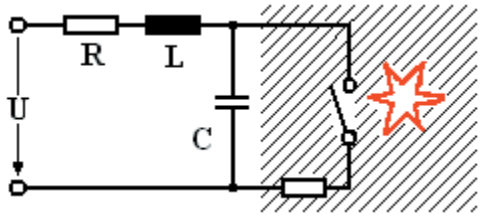
Okuyucularımızın aklına "patlayıcı ortamda dinamit mi olurmuş?" sorusu gelebilir. Evet grizulu (metan) yer altı madenlerinde kullanılan özel, bir nevi "exproof dinamit" mevcuttur. Bu tip dinamitler patladığında etrafındaki "patlayıcı ortamı" belli şartlarda ateşlememektedir. Bu şartlar nelerdir konumuz olmadığı için detayına girilmeyecektir.

Yukarıda görüleceği gibi s-tip özel koruma ile ilgili bir standart numarası verilmemiştir. Özel korumanın bir standardı tarafımdan bilinmemektedir. Bu konuda uzmanlar hem fikir değillerdir. Standart dışı bir uygulama ise neden gündeme geliyor ve neden konuyu işliyoruz şeklinde düşünebilirsiniz. Unutmayınız ki, iş hayatında her an karşınıza çıkabilir. Çünkü eski ve yeni tesisler her zaman yan yanadır. Daha ziyade Alman ve doğu Avrupa ülkeleri teçhizatlarında karşınıza çıkabilir.

IEC exproof standart hazırlama komitesi TC31 2009 yılı içersinde özel koruma ile ilgili bir taslak standart hazırlamış, ön oylamalarını da yaparak, nihai oylamaya kadar getirmiş ise de son aşamada böyle bir standardın yayınlanmasında sakınca görülerek hazırlanan taslak rafa kaldırılmıştır. (IEC 60079-33 Part 2: Type of protection "s" (special protection) Gerekçe de, s-tipi korumada ön görülen bazı özel yöntemlerin, bazı aletlerde uygulanarak, kötü örnek olacağı ve hatta bu yöntem sıkı önlemlerin delinip baypas edilebileceği düşüncesidir.

5.9 i-TİPİ KORUMA, KENDİNDEN EMNİYETLİLİK

IEC 60079-11 EN 50020

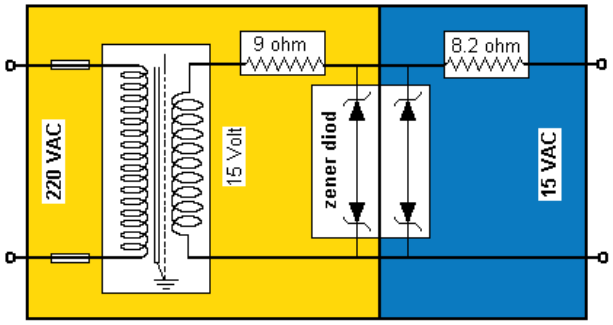


İngilizce INTRINSICALLY SAFE kelimesinden kısaltılmıştır. Kendinden yani doğuştan emniyet anlamına gelir. Bir elektrik devresinin tamamı veya belirli bir kısmında normal çalışma veya arıza anında çıkan ark veya ısı patlayıcı ortamı ateşleyecek güçte değil ise bu devreye kendinden emniyetlidir denir. Burada söz konusu olan yalnızca aygıt değil, aygıtın bağlı olduğu elektrikli devrenin tümüdür.

Elektrikli 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 1000'in 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.



Resim i-01: Kendinden emniyetli güç kaynağı

Not: Açık mavi taralı kısım kendinden emniyetli besleme çıkışıdır

Kendinden emniyetlilik başlı başına bir bilim ve teknoloji dalı olup, burada detayına girmemiz mümkün değildir. Yazımızın ileriki bölümlerinde ayrı bir başlık altında incelenecektir.

Kendinden emniyetliliği sağlayan; bu devreyi besleyen güç kaynağıdır. Resim i-01 de bir KE (kendinden emniyetli) güç kaynağının resmi görülmektedir. 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 olabilmektedir.

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 enerjileri verilmektedir. Bunların yukarıda ki konu ile alakası yoktur. Ayrıca yazımızda verilen "minimum ateşleme akımı" da kendinden emniyetlilikle karıştırılmamalıdır. Verilen bu enerji ve akım değerleri gaz veya buharların patlama kabiliyetini belirlemek içindir. Minimum enerji ve ateşleme akımları standartlarda tarif edilen özel şartlar ve özel cihazlarla ölçülmektedir. Bulunan değerlere göre incelenen maddenin patlama grubu (I, IIA, IIB, veya IIC gibi) belirlenir.

İngiliz standardizasyon kuruluşu BS "kendinden emniyetlilik" (KE) ile ilgili ilk standardını 1945 de ve yine kendinden emniyetli (KE) güç kaynakları ile ilgili ikinci standardını da 1956 yılında yayınlamıştır. 1961 yılında "Alman maden deney merkezi BVS" kendi özel KE test cihazını ve test yöntemlerini yeni bir standart (VDE 0170/0171) ile açıklayınca İngiliz test otoriteleri güç durumda kalmışlardır. Çünkü İngiliz test otoritesi SMRE'nin ark cihazı ile sertifika alan KE güç kaynakları, Almanların ön gördüğü yeni test cihazında sınıfta kalmakta ve etrafındaki gazı patlatmaktadır. Sebebi de, Almanların test cihazında cadmium disk kullanmaları ve İngilizlerin de "minimum ark enerjisine" takılıp kalmaları idi. İngiliz sanayinin durumunu düşünen BS yetkilileri acele bir değişikliğe gitmemişler fakat uluslararası rekabet nedeni ile cadmium disk ile de deneye başlamışlardır ve hatta bazı firmalar kataloglarında "cadmium safe" tabirini kullanarak Alman test şartlarına uygunluğunu vurgulamışlardır. Ark çıkarma yönünden en kötü kontak maddesi yumuşak metaller ve bilhassa çinko ve kadmiyumdur. Bu nedenle İngiliz literatüründe "cadmium safe" tabiri yer almıştır.

Son yıllarda "intrinsic safe" tabirinin yerini INHERENTLY SAFE almaya başlamıştır ve üç koruma seviyesinde karşımıza çıkmaktadır, bunlar Ex-ia, ib,ic sembolleri ile gösterilmektedir. Konu ile ilgili yazımızın 4.bölümünde detaylı bilgi verilmektedir. Muhtemelen gelecekte, kendinden emniyetli alet yerine "içsel güvenlikli alet" sözcüğü kullanılacaktır.

5.10 OPTIK KORUMA IŞIĞA KARŞI KORUMA IEC 60079-28

Son yıllarda kızıl ötesi, ultra viole ve fiber optik gibi olanaklardan faydalanarak çalışan bir çok alet türemiştir. Bunların bazılara kullandıkları ışığın şiddetine ve yoğunluğuna veya odaklamasına bağlı olarak patlayıcı ortamlarda tehlike oluşturmaktadırlar. Bu nedenler ile IEC bünyesinde bu tip kaynaklar için yeni bir standart oluşturularak 2006 yılında yürürlüğe konulmuştur. (IEC 60079-28 Explosive atmosphere: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation) Söz konusu bu standart TSE tarafından da onaylanarak 19.02.2009 tarihinde yürürlüğe konulmuştur (TS EN 60079-28: Elektrikli cihazlar-Patlayıcı ortamlarda kullanılan Bölüm 28: Optik ışıma kullanılarak teçhizatın ve iletim sistemlerinin korunması)

Gözle görülen veya görülemeyen ışık bandının aşağıdaki hallerde patlayıcı ortamı tehlikeye düşürme ihtimali vardır. Bunlar:

1) Bilindiği gibi ışık radyasyonu katı cisimlerin dış yüzeylerinde ısı artışına neden olmaktadır. Güneş ışığı dahi belli bir noktaya odaklandığında ağacı dahi yakabilmektedir. Işık radyasyonunun en önemli tehlike yaratma noktası yüzey sıcaklığını artırma ve patlayıcı ortamı ateşleme ihtimalidir. Bundan başka ışık radyasyonunun aşağıdaki ihtimaller dahilinde patlayıcı ortamı ateşleme ihtimali de vardır.

2) Işığın yayıldığı gaz içersindeki radyasyon dalga boyu gazın ışık emme dalga boyu ile çakışır ise rezonans olayı oluşur ve gaz patlayabilir.

3) Ultra viole ışık altında oksijen moleküllerinin ayrışması ile etrafındaki gaz ile reaksiyona girerek patlamaya neden olması

4) Gaz içersinde yayılan lazer ışıklarının belli yerlere odaklanarak çok güçlü radyasyon ile gazın plazma oluşturması veya şok dalgası ile plazma oluşması nedenleri ile gaz ateş alabilmektedir.

Kullanıcıyı en çok ilgilendiren birinci yani ışığın yüzey sıcaklığını artırma ihtimalidir. IEC 60069-28 üç ayrı koruma metodu ön görmektedir.

op is= içsel güvenlikli optik ışınıma karşı koruma veya
kendinden emniyetli optik radyasyona karşı koruma
İngilizcesi: inherently safe optical radiation veya intirinsically safe optical radiation

op pr= optik radyasyona karşı korunmuş İngilizcesi: protected optical radiation

op sh= kilitleme yöntemi ile korunmuş optik sistemler veya
radyasyonun durdurulması yöntemi ile korunmuş optik sistemler
İngilizcesi: optical systems with interlock veya blocking optical radiation

Optik korumanın nasıl uygulandığı ve bu konuda ne gibi önlemler alındığı hakkında örnekler ile şu anda bilgi verecek durumda değiliz. Çünkü optik koruma henüz yeni bir teknolojidir ve çok da yaygın değildir.

5.11 TOZA KARŞI KORUMA

Toza karşı koruma ayrı bir standart nosu altında ele alınmış ise de IEC son yıllarda tüm patlayıcı ortamları tek bir standart serisinde IEC 60079 içersine ele almaya karar vermiştir. Tüm konular gazlarla beraber incelenecek gerekiyor ise 60079'un uzantısı olarak ayrı bir numara verilecektir. İlk uygulama 60079-31 ile başlatılmıştır. (IEC 60079-31: Equipment dust ignition protection by enclosure "t")

Tüm patlayıcı ortamlar bir araya alındığına göre, gaza karşı korunan cihazlarda olduğu gibi toza karşı korunan cihazlar da, IEC 60079-0 daki genel hususları yerine getirmek zorundadır. Özellikle bu standardın 26.maddesinde ön görülen testlere dayanmalıdırlar. Bu testler:

- darbe testi
- düşme testi
- IP koruma derecesi testleridir.

Tozlar D (dust) harfi ile sembolize edilmektedirler. IEC 60079-0'ın son sürümündü III. Grup olarak ele alınmışlardır. Tozlar, Amerikan uygulamasına benzer bir şekilde aşağıdaki gibi üç alt gruptan oluşmaktadırlar.

Grup IIIA: Uçucu yonga ve liftler

Grup IIIB: Yalıtkan tozlar

Grup IIIC: İletken tozlar

Tozlarla ilgili bazı güvenlik katsayıları ve verilerini tekrar etmekte yarar görülmektedir. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

Çekirdek büyüklüğü: Çekirdek iriliği 400 µm nin üstünde olan maddeler toz olarak kabul edilmez. Tane iriliği 20 µm-ile 400 µm arası olan maddeler toz olarak kabul edilmektedir. Son kabullenmelere göre IIIA grubuna uçucu lif ve yongalar da alınmıştır. Bu maddelerde toz iriliğinden söz etmek olası değildir. Uçucu olmaları ve hava ile karışarak tehlike oluşturmaları nedeni ile tehlikeli tozlar kapsamına alınmışlardır. Ayrıca kalın tozlar sürtünme dolayısı ile incelirler ve kalın ve ince tozlar iç içe bulunmaktadırlar. Kısaca kalın ve ince tozlar arası bir çizgi çekmek mümkün değildir.

Patlama sınırları: Gazlarda olduğu gibi tozlarda da alt patlama LEL ve üst patlama UEL sınırlarından söz edilebilir. Bilinen LEL seviyesi: 20-60 gr/m^3 toz-hava karışımı ve UEL seviyesi: 2-6 kg/m^3 toz/hava karışımı aralıklarındadır. Tozlarda tehlike spektrumu çok daha geniştir. Bazı hallerde 15 gr/m^3 toz-hava karışımı dahi tehlikeli olabilmektedir.

Azami patlama basıncı: Tozların patladığında ürettikler statik basınç 6-10 bar arasındadır. Bazı hafif metal tozları 20 bara kadar basınç üretebilmektedirler.

Kst değeri: Tozlarla ilgili yanma ve patlama kabiliyetini veren bir değerdir. Fiziksel olarak 1m^3 lük bir kap içersinde patlatılan toz-hava karışımının ürettiği basıncın yükselme hızını verir.

NEM: Nemin tozların patlama kabiliyetini etkilediği bilinmekle beraber elimizde herhangi bir veri ve araştırma sonucu yoktur. Nemli tozu ateşlemek için gerekli olan enerji artmaktadır. Bu nedenle nemli ortamdaki tozun patlama kabiliyeti bariz bir şekilde düşmektedir.

Minimum patlama enerjisi: Gazlarda olduğu gibi tozların da bir minimum patlama enerji seviyeleri vardır. Belli şartlarda ölçülen bu değerler de tozların patlama kabiliyeti hakkında bilgi vermektedirler.

Patlama sıcaklığı T: Isıtılmış bir duvara çarpan toz bulutunun kısa bir süre sonra bu duvarın ısısından patladığı ısı değeridir. Toz bulutunu patlatan minimum duvar sıcaklığıdır. Gazlardaki yüzey sıcaklığı gibi toz bulutunu ateşleyebilen statik sıcaklık değeridir ve gazlarda olduğu gibi T1-T6 ısı grupları ile verilmektedir.

Akkorlaşma ısısı: 5 mm kalınlığındaki toz tabakasının alttan statik olarak ısınması sonucu patlayabilecek seviyeye getiren sıcaklık değeridir. Sıcak yüzeylere konan ince toz tabakalarının tehlike derecesini belirlemektedir.

5.11.1 Ex-tD TİPİ KORUMA, TOZ GEÇİRMEZ KORUMA

IEC 60079-31 IEC 61241-1

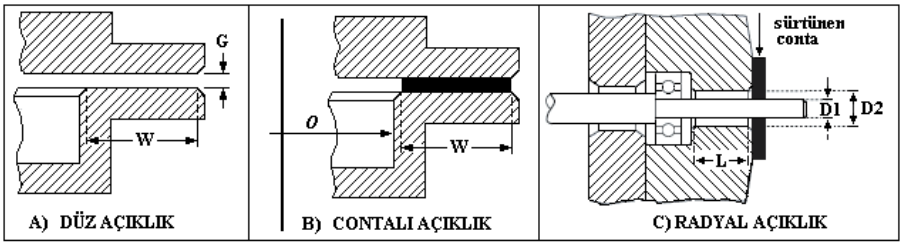
Ex-tD tipi korumada ana düşünce, tozun ateşleme kaynağı bulunduran cihazın içersine girmesini önleme ve korunan aletin dış yüzey sıcaklığını da tozu patlatmayacak düzeyde tutmaktır. Bu ise belirlenen ısı grubuna göre (T1..6) belirlenir. ix-tD tipi alet IEC 60079-0 da ön görülen şartları yerine getirmeli ve testlere de dayanabilmelidir. Burada belirlenen testler dışında Ex-tD tipi alet aşağıdaki gibi ayrı bir teste daha alınır. Bu test isteğe göre A veya B kategorisinde yapılabilir. Tozun girmesini önlemek için aletin IP koruma seviyesi IP 5X seviyesinde olmalıdır.

Amerika toz konusunda ve bilhassa hububat tozunda Avrupalılardan daha deneyimli olduğu için IEC (6)1214-1 in 1993 yılında yayınlanan (tD-tipi koruma ile ilgili) ilk sürümüne iki ayrı uygulama metodu koydurmuşlardır. Bu standardın EN karşılığı olan EN 50281-1-1 e ise, bu ayrım alınmamıştır. Son yıllarda IEC standartlarının ön plana geçmesi ile aşağıda bahsedeceğimiz A ve B metotları Avrupa standardına mecburen alınmıştır.

	METOD A	METOD B
Isı deneyinde toz tabakası	kullanılmaz	kullanılır
Akkorlaşma sıcaklığı deneyindeki toz kalınlığı	5 mm	12,5 mm
Toz geçirmeme önlemleri	IP6X/IP5X IEC 60529	Açıklığa bakılır, deney yapılır
Deneylerde kullanılan tozun iriliği	<75 µm	<150 µm
Yapısal şartlar	yok	özel

A-metodunda toz geçirme deneyi IEC 60529 a göre yapılırken, B-metodunda alet içersinde negatif basınç oluşturularak tozun içeri girip girmediği denenir. IP 6X zon 20 ve 21 ortamı için IP 5X ise zon 22 ortamlarındaki cihazlara tatbik edilir. Azama yüzey sıcaklığı (ısı grubu) belirlenirken, A-metodunda cihaz üzeri 5 mm kalınlığında toz tabakası ile kaplanarak ölçüm yapılır. Tozun akkorlaşma sıcaklığı ile azami yüzey ısısı arasında 75 K fark olmalıdır. Yani emniyet payı olarak yüzey ısısı akkorlaşma ısısının 75 ^{0}C altında olmalıdır. B-metodunda ise daha kalın bir toz tabakası ile 12,5 mm (1/2 inç) deney yapılır. Kalın toz tabakası ısıyı daha az ilettiği için bu metotta akkorlaşma ısısı ile yüzey ısısı arasında 25 K fark olması yeterli kabul edilmektedir.

B-metoduna göre toz geçirmezliğe esas olan açıklıklar d-tipi korumaya benzer bir şekilde açıklık boyu ve açıklık kalınlığı dikkate alınarak belirlenir. Tablo t-01 da görüleceği gibi düz bağlantılarda, IEC 61241-1'e göre açıklık boyu 5-22 mm ye karşılık açıklık kalınlığı (genişliği) 0,05 ile 0,22 mm arası değişebilmektedir.



Tablo t-01: Ex-tD tipi korumada B-Metoduna göre minimum açıklık ve genişlikler			
a) Düz bağlantılar, contasız			
Açıklık boyu W (mm)	5	22	
Minimum açıklık genişliği G (mm)	0,05	0,22	
Not: 5-22 mm arası kalan boylarda, her bir mm uzunluk artışı için genişlik 0,01 mm artırılmalıdır. Örneğin w=15 mm için g=0,15 mm olmalıdır.			
b) Düz bağlantılar, contalı			
Azami boşluk, açıklık O (mm)	305	915	>915
Minimum açıklık genişliği W, (mm)	3,0	4,8	9,5
Not: 305-915 mm arası kalan boylarda, her bir mm uzunluk artışı için genişlik 0,003 mm artırılmalıdır. Örneğin O=605 mm için g=3,99 mm olmalıdır			
C) Radyal bağlantı, döner miller			
Mil hızı >100 d/d	Açıklık uzunluğu L mm	12,5	38,5
Mil hızı >100 d/d	Maksimum D1-D2 mm	0,26	0,57
Mil hızı >100 d/d	Açıklık uzunluğu L mm	12,5	25,5
Mil hızı <100 d/d	Maksimum D1-D2 mm	0,13	0,57

Bu tip korumanın can alıcı noktası tozun korunan aletin içersine girmemesidir. Toz geçirmezlik A/metodunda IEC 60528 de yazılı şartlara ve termik deneyler de IEC 60070/0 daki verilere göre yapılır. B-metodunda ise IEC 61142-1 de verilen şartlara göre toz geçirmezlik deneyi yapılır. B-metodunda denenen cihaz özel bir kazan içersine yerleştirilir. Kazan içersine toz konularak tozun sürekli havada uçuşması sağlanır. Bu maksatla toz bir yandan üflenirken bir yandan da cihaz ısıtılır. Cihazın imal edildiği azami yüzey sıcaklığına kadar ısıtma yapılır. Bu deney azami 30 saat içersinde 6 kere tekrarlanır. Daha sonra kazan açılıp aletin içi kontrol edilir. İçeriye hiçbir şekilde toz girmemiş olması gerekir. Açıklıkların toz ile dolu olması hata sayılmaz. Bir nevi IEC 60529 deki toz geçirme deneyinin alternatifidir.

5.11.2 Ex-pD TİPİ KORUMA, BASINÇLI KORUMA

IEC 61241-2

Pek yaygın bir uygulama alanı yoktur. Tozlu bölgelerdeki şalt tesislerini korumak için kullanılabilmektedir. Bu tip cihazlar zon 1 ve 2 de kullanılabilirler. Prensip olarak gazlarda tatbik edilenin aynısıdır. Korunan tesisin içi sürekli üflenerek tozun içeri girmesi önlenmektedir.

5.11.3 Ex-iD i-TİPİ KORUMA, KENDİNDEN EMNİYETLİ KORUMA, IEC 61241-11

Gazlarda uygulanan metot ile aynısıdır. Muhtemelen IEC 60079-11'in son sürümü içersine alınmış olabilir.

5.11.4 Ex-mD m-TİPİ KORUMA, DÖKÜM KORUMA, IEC 61241-18

Kendinden emniyetlilikte olduğu gibi gazlarla ilgili aynı metotlar uygulanmaktadır. Muhtemelen IEC 60079-18 içersine alınmıştır veya alınacaktır.

5.12 MEKANİK CİHAZLAR ve KORUYUCU SİSTEMLERDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ

Konu ile ilgili henüz bir IEC standardı mevcut değildir. 2007 yılında IEC konuyu çalışma kapsamına almış ve TC31M adında bir komisyon oluşturarak standart çalışmalarına başlamıştır. Bu komisyon tarafından bazı standartlar hazırlanıp ve 2010 yılı içensinde oylamaya sunulmuştur. Kısaca henüz resmi bir yayın yoktur. 2010 itibarı ile geçerli olan aşağıdaki Avrupa normlarıdır.

EN 13463-1, 2001 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 1: genel hususlar" adlı standart elektrikli olmayan cihazlarla ilgili genel hususları içermektedir.

EN 13463-2, 2004 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 2: akış sınırlaması yöntemi ile koruma, Fr-tipi koruma. Elektrikli aletlerdeki NR tipi korumaya benzemektedir.

EN 13463-3, 2005 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 3: alev sızmaz muhafaza d-tipi koruma. Elektrikli aletlerdeki d-tipi korumanın aynısı mekanik aletlerde de uygulanmaktadır.

EN 13463-4, 2009 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 4: içsel güvenlik g-tipi koruma, inherent safety, intrinsic safety

EN 13463-5, 2003 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 5: yapısal emniyetli c-tipi koruma.

EN 13463-6, 2005 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 6: ateşleme kaynağını kontrol altı alma b-tipi koruma.

EN 13463-7, Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 7: basınçlandırılmış kap, p-tipi koruma

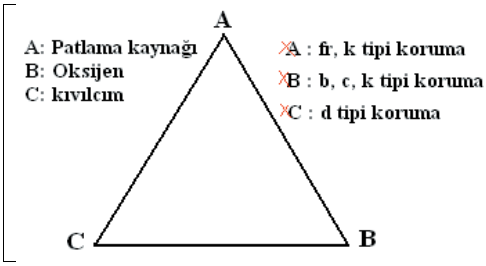
EN 13463-8, 2003 Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli olmayan cihazlar-kısım 8: sıvı içersine konularak koruma, k-tipi koruma. Elektrikli aletlerdeki o-tipi korumaya benzemektedir.

Patlama üçgenine baktığımızda mekanik aletlerde alınacak önlemleri aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

1. Üçgenin A ayağını kontrol altına alma, yani patlayıcı maddeyi uzaklaştırma metodu. Bu tip koruma aşağıda izah edileceği gibi fr ve k tipi koruma olarak bilinmektedir.

2. Üçgenin B ayağını kontrol altına alma, yani oksijeni uzaklaştırmaya yönelik bir koruma şeklidir. b, c, k tipi korumalar bu kapsama girmektedirler.

3. Üçgenin C ayağını kontrol altına alma, d-tipi korumada olduğu gibi, ateşleme kıvılcımını etkisiz hale getirme yöntemi olarak bilinmektedir.



A: Patlama kaynağı. Patlayıcı, parlayıcı yanıcı madde

B: OKSİJEN

C: Kıvılcım, patlamayı ateşleyecek enerji kaynağı. Kıvılcım, ark, sıcak yüzey akkor parçacık ve saire gibi

Elektrikli aletler normal çalışmalarında patlama kaynağı oluştururlarken, mekanik cihazlar genellikle normal çalışmalarında ateşleme kaynağı oluşturmazlar. Bu durumda EN 13463-1 de verilen genel hususlara dikkat etmek yeterli olmaktadır.

Kategori 3 mekanik aletlerde yalnızca genel hususlara dikkat etmek yeterli olmaktadır.

Kategori 2 mekanik aletlerde normal çalışma koşullarının yanı sıra muhtemel arızalardan en az birine karşı önlem alınması veya normal çalışma esnasında patlayıcı ortamı tehlikeye düşürecek durumlara karşı tedbir alınması yeterli olmaktadır.

Kategori 1 mekanik aletlerde normal çalışmanın yanı sıra çıkabilecek muhtemel arızaların tamamına karşı önlem alınmış aletler bu kategoriye girerler

Muhtemel ateşleme kaynağı etüdü, diğer bir söz ile risk analizi imalatçı tarafından yapılarak üretilen cihazın kategorisi belirlenir. Örneğin:

Kategori 3: Normal yatak

Kategori 2: Yağ geçirmez yatak

Kategori 1: Yağ geçirmez ve yağ seviyesi kontrol edilen bir yataktır.

Alet kategorileri, patlama kaynağı, alet çalışma durumu ve tehlikeli bölge ZON arası bağıntı aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Bu tablodakilere ilaveten yüzey sıcaklıklarının da sınırlandırıldığı ve belli dereceleri aşamayacakları unutulmamalıdır

Ekipman kategorisi	Patlama kaynağının oluşma ihtimali	Ekipman çalışma durumu	ZON. Tehlike bölgesi	Patlayıcı ortam durumu
1	Çok ender	Çok ender arızalanır	ZON 0 veya 20	devamlı
2	Ara sıra, nadiren, seyrek	Arıza beklenebilir	ZON 1 veya 21	Ara sıra zaman zaman
3	Normal çalışmada olmaz, ihtimal dahilinde değildir	Normal çalışma da arızalanmaz	ZON 2 veya 22	Çok ender, ihtimal dışı,

5.12.1 c-TİPİ KORUMA YAPISAL EMNİYETLİ

EN13463-5 Constructional safety ‘c’

Yapı icabı tehlike oluşturmayan aletler bu gruba girer. Herhangi bir işlem yapmaya da gerek olmayabilir. İyi bir mühendislik, proje ve imalat ile sonuca ulaşılabilir. Bu gruba örnekler: hareketli parçalar, yataklar, güç aktarma sistemleri, kavrama sistemleri (kaplinler), kavrama (debriyaj), yaylı sistemler ve konveyör kayışları gibi.

5.12.2 fr-TİPİ KORUMA: AKIŞI ENGELLEYEREK KORUMA

EN 13463-2 Flow restricting enclosure ‘fr’ protection by encapsulation of dust haze, EN 50021 restricted breating enclosure nR

Mekanik alet kapalı tutularak patlayıcı gaz veya tozun aletin içersine, ateşleme kaynağının bulunduğu yere girmesine mani olunan bir yöntemdir. Contalama yöntemi ile aletin içersine hava girmesi ve dolayısı ile ısının dışarı atılması bir miktar önlenmektedir. Basit bir gövde ile çözülebilmekle beraber, kategori 3 ile sınırlıdır. P-tipi koruma prensibi ile ilişkisi yoktur.

Önemli tasarım parametreleri:

- Gövde içersindeki güç kayıplarının sebep olabileceği sıcaklık artışı, çevreye göre en fazla 10K (10 ^{0}C) kadar olabilir. Diğer bir söz ile, gövde sıcaklığı ortam sıcaklığından en çok 10^{0}C fazla olabilir.
- Bu tip gövdelerin buhar geçirmezliği çalışma esnasında ve sürekli izlenebilmelidir. Gövde içersine yerleştirilen bir alet ile geçirmezlik sürekli izlenebilmelidir.
- Isı sınıflandırması (T1-T6) yapılırken cihazın tüm yüzeyleri, (fr-tipi korunmuş veya korumaya gerek olmayan yüzeylerin tamamı) dikkate alınmalıdır.
- Elastik contalar normal çalışma şartlarında mekanik olarak bozulmamalı ve aletin çalışma ömrü süresince contalama özelliğini kaybetmemelidir.
- Döküm contalar aletin azami çalışma sıcaklığından 10K daha büyük bir ısıya dayanabilecek özellikte olmalıdır.

Uygulama alanları: şalt cihazları, ölçü, izleme ve enformasyon cihazları gibi.

5.12.3 k-TİPİ KORUMA, YAĞLI KORUMA (oil immersion)

EN 13463-8 Liquid immersion 'k', encapsulated fluids

Elektrikli aletlerde olduğu gibi yağ veya sıvı içine daldırılarak patlayıcı ortamdan izolasyon sağlanabilir. Yüzey ısısı düşürülebilir. Komple yağ içersine daldırılarak veya alet yüzeyi koruyucu yağ ile kaplanarak uygulanmaktadır.

5.12.4 d-TİPİ KORUMA, ALEV SIZMAZ GÖVDE

EN 13463-3 Flameproof enclosures 'd', explosion prof casing

Elektrikli aletlerde olduğu gibi robust bir gövde ile patlamanın dışarı sızması önlenir. Gövdenin patlamanın ürettiği basınca dayanabilmesi gerekmektedir. Test ve saire işlemleri elektrikli aletlerde olduğu gibi yapılmaktadır.

Mekanik aletlerin elektrikli aletler ile karşılaştırılması tablo mek-01 de görülmektedir.

Tablo mek-01: Mekanik aletlerin koruma tipleri ile elektriklilerini karşılaştırılması

EN-No	IEC No.	Koruma tipi sembolü	Koruma tipi sembolü	EN No.
50 014	60079-0	Genel hususlar	Genel hususlar	EN 3463-1
50 015	60079-6	o Yağlı koruma	k Sıvıya daldırma	EN 3463-8
50 016	60079-2	p Basınçlandırma	p Basınçlandırma	EN 3463-7
50 017	60079-5	q Tozlu, kumlu koruma		
50 018	60079-1	d Alev sızmaz muhafaza	d Alev sızmaz muhafaza	EN 3463-3
50 019	60079-7	e Artırılmış emniyet	c Yapısal koruma	EN 3463-5
50 020	60079-11	i Kendinden emniyetli	g Kendinden emniyetli	EN 3463-4
50 021	60079-15	n Ateşlemeye yetersiz		
50 028	60079-18	m Kapsül içine alma, döküm		
			fr Akış sınırlanmış muhafaza	EN 3463-2
			b Patlama kaynağının kontrolü	EN 3463-6
50 039	60079-25	[i] Kendinden emniyetli sistemler		

5.12.5 ÖNEMLİ MEKANİK ALETLERDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİNE ÖRNEKLER

A) DİŞLİ KUTULARI, REDÜKTÖRLER

Bir dişli kutusunda patlayıcı ortamı tehlikeye düşüren nedir? Elektrikli aletlerde olduğu gibi ark çıkaran bir parça yok mudur? Önemli noktalar aşağıda tek tek ele alınmıştır.

1. Dişlilerin dış yüzeyi aşırı ısınabilir.

2. Sürtünme dolayısı ile ark çıkarabilir. Normal çalışan bir dişlide sürtünme olmaz. Yalnız herhangi bir nedenle dişliler arasına yabancı bir cisim girerse ark çıkabilir. Ayrıca yağsız kalan ve aşırı süratli dönen dişli kutularında sürtünme dolayısı ile ark çıkabilir. Bu durumlar normal çalışmada beklenmediğine göre, herhangi bir tedbir almaya gerek yok gibi düşünülebilir. Dişlinin kategorisine göre bu ihtimaller hesaba katılmaktadır. Eğer dişli kategori 1 olarak üretilecek veya diğer bir söz ile zon 0 tehlike ortamında çalışacak ise yukarıdaki ihtimallerin tamamı dikkate alınmalıdır.

3. Yağsız kalan veya ömrü tükenen aşınmış yataklar aşırı ısınmaya neden olabilir. Yataklar zamanında değiştirilmelidir. Bu maksatla dişli kutularının üzerine rulman değişme süreleri ve servis faktörleri yazılmalıdır.

4. Dişli tertibatının hatalı montajı dolayısı ile de ark çıkabilir veya aşırı ısınma olabilir.

5. Elektrostatik yüklenme dolayısı ile ark çıkabilir. Kullanılan malzeme statik elektriklenme açısından kontrol edilmelidir.

6. Kullanılan soğutma yağında kimyasal reaksiyon olabilir

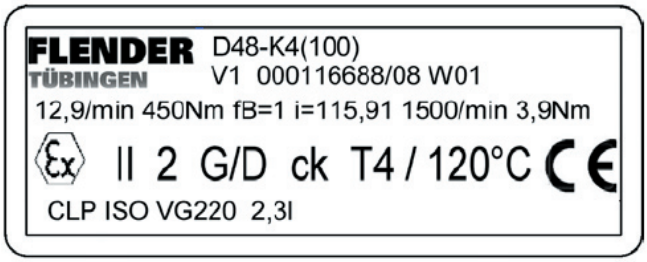
7. Dişlinin üzerinde ölçü aletleri gibi elektrikli malzeme olabilir, bunlarda dikkate alınmalıdır.

Alınan önlemlerin başında dişli çalışma faktörünün (servis faktör) 1 den büyük alınması ve dişliyi tahrik eden elektrik motorunun gücünün dişli anma gücünden daha küçük seçilmesi gelir. Böylece aşırı yüklenme sonucu, aşırı ısınma ihtimali önlenmiş olur.

Statik elektriklenmeye karşı alınması gereken en önemli önlem, dişli kutusu gövdesinin topraklanmasıdır. Bu topraklama bağlı elektrik motoru üzerinden de sağlanmış olabilir.

Kapaksız veya kapağı açık döner mil sonu, açılabilir manşetli kapak, veya herhangi bir açıklıkla kazaen temas edilmesini önleyici tedbir alınmalıdır. Kapaksız mil sonu yapımına müsaade edilmemektedir. Dişli kutularının yapımına ve kullanılacağı tehlikeli bölgeye (katagorilerine) göre farklı önlemler alınmaktadır. Burada dünyaca tanınmış FLENDER firmasından bir örnek vereceğiz. FLENDER firmasının web sitesinden alınan bilgilere göre (http://www.flender-power.co.uk/pdf/010903.pdf) MOTOX-N tipi dişli kutularında kategori 2 ve 3, dolayısı ile ZON 1 ve 2 için redüktör imal edilmektedir. Aynı zamanda tozlu ortamlarda da (Zon 21 ve 22) kullanılabilen bu dişliler T1-T4 yüzey sıcaklıklarında exproof olarak piyasaya sürülmekte olup, dış yüzey sıcaklıkları 135 veya 450 ^{0}C'yi aşmamaktadır. Toz için ön görülen dişli kutusunun dış yüzey sıcaklığı da 120 ^{0}C'yi aşmayacak şekilde dizayn edilmektedir. Aşağıda dış görünüşleri gözüken MOTOX-N serisi FLENDER dişlilerde c, b, k- tipi koruma tipleri karışık olarak uygulanmıştır.

Bu tip, karışık korumalı bir dişlinin etiketi aşağıdaki gibi olabilmektedir.



FLENDER bu seriden piyasaya 2 tip redüktür sunmaktadır. Aşağıda etiketleri gözüken bu redüktörler sıcaklık izlemeli olarak da imal edilmektedir. Etiketlerinden anlaşılacağı gibi, tehlike bölgesi 1 ve 21 (kategori 2) için ön görülen bu redüktörler, yağ içersinde (k-tipi koruma) olup, yapısal emniyetli (c-tipi koruma) olarak dizayn edilmişlerdir. Isı kontrolu ile de ateşleme kaynağı kontrol edilmektedir (b-tipi koruma). Diğer dişli tipi sıcaklık izlemeli değildir. Aynı şekilde ZON 1, 2 ve 21, 22 için ön görülmüşlerdir. Yağlı ve yapısal emniyetli (k, c) tip korumaya sahiptirler.

Exproof redüktörler standart pozisyonlarında monte edilmektedirler. Dikey veya eğik montaj durumlarında yatak yağının akarak contaların yağsız çalışma ve dolayısı ile aşırı yüzey sıcaklığına neden olma ihtimalleri vardır.

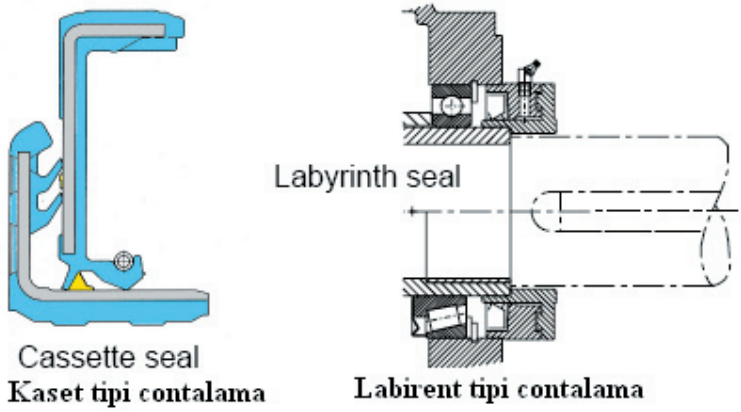
For Zone 1 and 21 with Monitoring	For Zone 1, 2 and 21, 22
II 2 G/D bck T4 / 120°C	II 2 G/D ck T4 / 120°C

Ayrıca exproof redüktörlerde aşırı hıza da müsaade edilmez. Azami teğet hız 2 m/s metre /saniyeyi aşmamalıdır. Aşırı ısınmaya neden olabileceğinden, yüksek devirli tahrik motoru ve düşük çevirim oranı olan redüktörlere de müsaade edilmemektedir.

ZON 1 ve 21 de kullanılan redüktörlerin ısınması izlenmek zorundadır. Bu izleme sıcaklık ölçümü ile yapılabileceği gibi tahrik motorunun akımı izlenerek de uygulanabilir. Tahrik motorundaki akım artışları aşırı ısınmanın da bir habercisi olduğundan, elektrik motorunun çektiği akım izlenerek aşırı ısınma olup olmadığı hakkında karar verilerek, ya ikazda bulunulur veya sistemin çalışması durdurulabilir.

Mineral (madeni) veya sentetik yağlar ile yağlama yapılır, gres ve benzeri yağlama kullanılmaz. Dışarıya açıklığı olan yağ seviye göstergesi değil de yağ seviyesi izleme camı tercih edilir. Yağ seviyesi istenilir ise elektrikli olarak izlenebilmektedir.

Yataklar gres veya özel yağ ile yağlanmalıdır. Yatak arızalanıp aşırı ısınmadan önce değiştirilmelidir. Yatak değişiminin belirtisi ısınma ve ses artışıdır. Eğer tesisin çalışma durumu biliniyor ise yatakların ömürleri hesaplanarak arızalanmadan önce, zamanında değiştirilebilir. Bu gibi durumlar için yatak değişme süreleri etikette belirtilmiştir. Eğer servis faktörü biliniyor ise imalatçının verdiği tablolardan yatak değişim süreleri hesaplanabilir.



Dişlilerde yalnızca yağlanabilir tip arka durdurucuya (back stop) müsaade edilmektedir. Yarım diskli dişliler (shrink disk) şok ve toza karşı korunmuş kapaklarla donatılmak zorundadır. Yatak olarak standart NBR ve FKM yataklara ve ayrıca resimde gözüken kaset ve labirent yataklara müsaade edilmektedir.

Şaft mili keçesinin kuru çalışarak aşırı ısınmaya neden olabilme ihtimali dolayısı ile A-grubu girişe müsaade edilmez. Kasnaklı değişken hızlı (pulley variable speed) bağlantılar da, A-grubu keçesiz bağlanmalıdır. P-grubu girişlerde, kayış patinajının izlenme zorluluğu nedeni ile motor plakası olan redüktörler kullanılmaz.

K1 ve K2 Nema tipi girişlerde ROTEX ve N-EUPEX tipi kaplinlere müsaade edilir. Sürtünmeli tip kaplinlere müsaade edilmez. K4 ve K5 tipi girişlerde kenetleme halkasını tutan cıvatalar gevşemeye karşı emniyet sağlayan LOCTITE ile sıkılanmalıdırlar.

Redüktörlerin montaj yeri seçilirken, güvenli çalışmasını bozacak kimyasal etkenlerden uzak tutulmalı ve yine tüm vidalar gevşemeye karşı LOTITE ile tutturulmalıdır. Sentetik yüzeyler elektrostatik tehlike oluşturduklarından özellikle tozlu bölgelerde ZON 21 ve 22 kullanılan redüktörlerin boya kalınlığı 200 µm'yi aşmamalıdır.

5.13 PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ALETLERİN TÜMÜNÜN UYACAĞI MÜŞTEREK HUSUSLAR

2000'li yılların başında IEC 60079 serisi standartların anlaşılamaz ve kalabalık bir hal aldığı ve çoğu konuların her standart serisinde aynen tekrarlandığının farkına varılarak, bunların toparlanıp düzenli bir şekle sokulmasına ve standartların sadeleştirilmesine karar verilmiştir. Tozlu ortamların da 61241'den çıkarılıp, 60079 serisi standartlar içersine alınacağı veya bu seri standartlar içersinde eritileceği kararı ile birlikte konu yeni başkan ele alınmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda ilk ele alınması gereken birinci seri standart olan IEC 60079-0 dır. IEC 60079-0, patlayıcı ortamlarda kullanılan, elektrikli alet, sistem, ve parçaların tümünün uymak zorunda olduğu genel kurallar ile test yöntemlerini içermekte olup, 6. ve son sürümü 2009 yılında yayınlanmıştır. Bu standartta ön görülen koşul, teknik ve deney yöntemlerinden önemli gördüklerimizi aşağıda açıklamaya çalışacağız. Detaylı bilgi için standardın orijinal İngilizce metnine bakılması tavsiye edilir. Bazı konuların standart metni okunarak anlaşılması zor olabilir. Yazımızda neden ve niçinleri ile birlikte konuların izahına ve anlaşılmasına çalışılmıştır.

IEC 60079-0: EXPLOSIVE ATMOSPHERES Part 0: Equipment-General requirements PATLAYICI ORTAMLAR Bölüm 0: Ekipmanlar-Genel kurallar

IEC 60079-0 DAKİ ÖNEMLİ BAŞLIK ve KONULAR

1) Deyim, Terim ve Sözcükler

Patlayıcı ortamlarda kullanılan deyim, terim ve sözcükler bundan böyle yalnızca 60079-0 da yer alacaktır. Diğer bölümlerde, yalnızca o bölüme ait spesifik deyim ve sözcükler bulunabilecektir. Türkçe metinler hazırlanırken de ilk önce bir deyim ve sözcükler kitapçığı hazırlanmalı ve tüm standart serilerinde bu sözcükler kullanılmalıdır. Bu güne kadar hazırlanan konu ile ilgili standartlarda bu yönden bir çok hatalar mevcuttur. Muhtemelen tercümeler değişik kişilere yaptırılmış ve değişik kişi veya komisyonlarca incelenmiş olabilir. Bizim okuyucularımıza önerdiğimiz, Türkçelerinin yanı sıra daima İngilizce orijinal metinlerinin de bulundurulması ve orijinal metinler okunmadan kesin karar verilmemesi yönündedir.

2) Normal atmosferik koşul ve normal çalışma şartı

Kapsam bölümünde ortam sıcaklığı olarak -20 < +60 ^{0}C den söz edilirken, ortam sıcaklığı bölümünde -20 < +40 ^{0}C yazılıdır. İlk bakışta tezat var gibi gözüküyor ise de açıklaması aşağıdaki gibidir.

Elektrikli aletlerin normal çalışma sıcaklığı -20 ^{0}C < + 40 ^{0}C arası iken. Çalıştığı patlayıcı ortamın normal şartları ise aşağıdaki gibi verilmektedir.

Sıcaklık -20 ^{0}C < +60 ^{0}C arası

Atmosfer Basıncı: 80 kP (0,8 bar) 110 kP (1,1 bar) arası

Havadaki oksijen oranı: %21 (v/v)

Bu bir tezat gibi gözüküyor ise de, anlaşılan, sıcaklık +40 ^{0}C'yi aştığında elektrikli cihaz normal çalışmayabilir veya çalışmasında sapmalar görülebilir. Fakat, içinde bulunduğu patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemelidir. Diğer bir ifade ile, +60 derecelik bir sıcaklık içersinde bulunan bir cihaz (normal çalışmıyor ise dahi) ortamı ateşleyebilecek bir durum yaratmamalıdır. Eğer cihaz bu şartlar dışında çalışabilecek şekilde tasarlanmış ise, etiketinde çalışma koşulları yazılı olmak zorundadır. Örneğin, LCD kristaller -50 ^{0}C de donma durumu ile karşı karşıya gelebilir ve ekran sapıtabilir. Bu durumda LED gösterge tercih edilir ve cihazın etiketine de çalışma sıcaklığı ne ise (örneğin-50 ^{0}C) o yazılmalıdır.

Buradan çıkan diğer bir sonuç da, bazı malzemelerin buharlaşmasının +60 ^{0}C de ne gibi sonuçlar doğurabileceğinin irdelenmesinin zorunlu olduğudur. Örneğin, patlayıcı sıvıların alt patlama sınırları LEL ve buhar yoğunlukları +60 ^{0}C de farklı olabilir. Risk değerlendirmesinde bu gibi hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Yani +40 ^{0}C veya +50 ^{0}C gibi aletin normal çalışma sıcaklığında sorun çıkarmayan bazı maddeler +60 ^{0}C ye gelindiğinde sorun çıkarabilir.

Özetle, her hangi bir exproof alet tasarımında yukarıdaki atmosferik şartlar dikkate alınmak zorundadır. (Sıcaklık -20 ^{0}C < +60 ^{0}C arası, Atmosfer Basıncı: 80 kP (0,8 bar) 110 kP (1,1 bar) arası ve Havadaki oksijen oranı: %21 (v/v))

3) GRUPLAR

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli aletler üç gruba ayrılmışlardır.

I. Grup: grizulu maden işletmeleri ve kömür tozu ortamında çalışan aletler. Bu aletler grizu tabir edilen ocak gazı (çoğunlukla metan) ve kömür tozu ortamında tehlike yaratmayacak şekilde dizayn edilirler. Ocak gazının içersinde azda olsa metan dışında patlayıcı gazlar (propan gibi) bulunabilmektedir.

II. Grup: Maden sanayi dışında kalan tüm diğer sanayi kollarında kullanılan ve gaz, buğu veya buhar ortamında çalışan elektrikli aletler.

III. Grup: Maden sanayi dışında kalan tüm diğer sanayi kollarında kullanılan ve patlayıcı toz ortamında çalışan elektrikli aletler.

Madenlerin ayrı olarak değerlendirilmesi, kullanılan aletlerin maden ocaklarının ağır işletme koşullarına da dayanıklı olmak zorunda oluşundandır. Yakın tarihe kadar yalnızca iki gruptan (Grup I ve Grup II) söz edilir idi. IEC 60079-0'ın 2007 tarihinde yayınlanan

5.sürümünde tozlar ayrı bir gruba (Grup III) alınmış ve böylece tozlar da 60079 serisi standartlara dahil edilmiştir. Bizce yerinde ve isabetli bir değişiklik yapılmıştır.

Patlayıcı maddelerin özellikle gazların "en küçük deneysel emniyet açıklıkları" (MESG) ve "en düşük ateşleme akımları" (MIC) farlı olup, bu veriler imalat tekniğini etkilediğinden elektrikli cihazlar bulundukları ortama göre gruplara ayrılmışlardır. Grup oluşturmanın gerekçesi ekonomik olup, örneğin açıklığı MESG= 0,5 mm olan bir muhafaza ile MESG=0,9 mm olan bir muhafazanın imalatı ve dolayısı ile maliyeti aynı değildir. Bu nedenle Grup II aşağıdaki gibi alt gruplara ayrılmıştır.

II A: Propan grubu gaz veya buharlar, tipik gaz örneği propan

II B: Etilen grubu gaz veya buharlar, tipik gaz örneği etilen

II C: Hidrojen grubu gaz veya buharlar, tipik gaz örneği hidrojen

Alt gruptaki aletler üst grupta da çalışabilmektedir. Örneğin etiketinde IIC yazan cihaz hem IIB ve hem de IIA ortamda çalıştırılabilmekte iken etiketinde IIA yazılı bir cihaz diğer gruplarda çalıştırılamamaktadır.

Madenlerde patlayıcı ortamı oluşturan grizu gazı, metan gazından ibarettir. Maden dışında bulunan doğal gaz da metan olmakla birlikte I. Grupta değil II. A grubunda mütalaa edilmektedir. Bunda bir hata yoktur. Çünkü metan gazının "minimum deneysel emniyet açıklığı= MESG" 1,2 mm dir. Doğal gaz ortamında çalıştırılan bir alet II A grubu şartlarına göre imal edilmekle daha da emniyetli bir sahada kalmaktadır. Ayrıca doğal gaz içersinde küçümsenmeyecek miktarda propan gazı da bulunabilmektedir.

Gruplara isabet eden en büyük deneysel emniyet açıklığı (MESG) ile en küçük ateşleme akımı (MIC) değerleri aşağıdaki tabloda görülmektedir. MIC değerleri amper değil saf metanı patlatan akıma göre oransal değerlerdir ve daha ziyade kendinden emniyetlilikle ilgili olup, gruptaki gazların patlama kabiliyetini belirten bir katsayıdır.

Grup IIA	MESG $\geq$ 0.9 mm	MIC > 0.8
Grup IIB	0.5 mm < MESG < 0.9 mm	0.45 $\leq$ MIC $\leq$ 0.8
Grup IIC	MESG $\leq$ 0.5 mm	MIC < 0.45

Tozları içeren III. Grup da aşağıdaki gibi alt bölümlere ayrılmaktadır. Bu tanımlamalar Amerikan NEC standardında yıllar öncesinde mevcut idi. Muhtemelen Amerikalı uzmanların da etkisi ile NEC den esinlenerek IEC içersine konulmuştur. Bizce isabetli olmuştur. Tozların da teknik olarak böyle gruplara ayrılması yerinde bir karardır.

III A:Patlayıcı uçucular, lifler

III B: İletken olmayan tozlar

III C: İletken olan patlayıcı tozlar, metal tozları özellikle alüminyum tozu

Gazlarda olduğu gibi alt gruptaki aletler üst gruplarda çalıştırılabilmektedir. Örneğin etiketinde IIIC yazılı bir cihaz IIIB ve IIIA ortamına yerleştirilebilmektedir.

4) Karışık gazların MESG ve MIC değerleri nasıl hesaplanabilir

$$MESG_{mix} = \frac{1}{\sum_i \left(\frac{X_i}{MESG_i} \right)}$$

Bir ortamda karışık gazlar var ise bunların kendi MESG ve MIC değerleri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanarak, karışımın MESG ve MIC değerleri bulunabilir.

Le Chatelier bağıntısı olarak adlandırılan bu formül aşağıdaki karışımlara uygulanmaz:

1. Asetilen ve benzeri tehlikeli gazlar
2. Oksijen veya kuvvetli oksitleyiciler
3. %5 i aşan yoğun CO (karbon monoksit) karışımları.

5) Dış yüzey sıcaklığı ve ISI GRUPLARI

I. Grupta madenler için ön görülen aletlerin dış yüzey sıcaklığı aşağıdaki gibi olabilmektedir:

150 ^{0}C tozlu ortamlarda

450 ^{0}C tozsuz ortamlarda veya toz birikme ihtimali çok az olan ortamlarda

II. Grup aletler için aşağıdaki tabloda verilen ısı grupları ön görülmüş ise de bu değerlerden farklı olan durumlarda, etikette doğrudan ısı değeri verilmesi yeterli olmaktadır. Bu cümle muhtemelen ABD'li uzmanların isteği üzere konulmuş olabilir. Çünkü NEC de verilen ısı grupları daha fazladır.

Tablo: ISI RUPLARI	
II. Grup elektrik ekipmanlarının yüzey sıcaklıklarının sınıflandırılması	
Isı sınıfı	Azami dış yüzey sıcaklığı ^{0}C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

III. Gruptaki, tozlu ortamlar için müsaade edilen aletlerde dış gövde sıcaklığı T1-T6 şeklinde verilmeyecek, hesaplanan gerçek dış gövde sıcaklığı etikete yazılacaktır. Ayrıca toz kalınlığına göre dış yüzey sıcaklığı belirtilecektir. Küçük parçaların (komponent) dış yüzey sıcaklıkları: IEC 60079-0'ın son sürümü madde 5.3.3 de küçük elemanların dış yüzey sıcaklıklarına bazı esneklikler getirilmek ve cihazın kendi tabi olduğu dış yüzey sıcaklığından daha fazla ısınmasına olanak tanınmaktadır. Transistor gibi küçük komponentler IEC 60069-0 madde 26.5.3 e göre test edildiğinde ortamı tehlikeye düşürmediği ispat ediliyor ise normal ısı grubunun üzerinde bir yüzey ısısına müsaade edilebilmektedir.

Grup I ve Grup II T4 (135 ^{0}C) sınıfı ekipmanlarda kullanılan komponentlerde aşağıdaki tabloda verilen yüzey sıcaklıklarına izin verilebilmektedir. Ayrıca Grup II T5 (100 ^{0}C) sınıfı ekipmanların 1000 mm^2 den küçük komponentlerinin 150 ^{0}C ye kadar dış yüzey sıcaklıklarına da toleranslı davranılmakta ve standart koyucu tarafından müsaade edilmektedir.

Tablo: Komponent yüzeyine göre ısı sınıfı değerlendirmesi, Ortam sıcaklığı 40 ^{0}C				
Toplam dış yüzey alanı, (kalaylı tel hariç)	Ekipman Grubu II Isı sınıfı T4 (135 ^{0}C)		Ekipman grubu I (toz hariç)	
	Azami yüzey ısısı	Yayılan azami güç	Azami yüzey ısısı	Yayılan azami güç
< 20 mm^2	275 ^{0}C	---	950 ^{0}C	----
≥20 mm^2 ≤1000 mm^2	200 ^{0}C	1,3 W	----	3,3 W
>1000 mm^2	----	1,3 W	----	3,3 W

Dış yüzey alanı 1000 mm^2 altında olan komponentlerin dış yüzey sıcaklığı aşağıda verilen değerler kadar aşılabilir.

50 K: T1, T2 ve T3 (50 ^{0}C)

25 K: T4, T5, T6 ve Grup I (25 ^{0}C)

Aslında komponent tabir edilen küçük malzemelere toleranslı davranılması doğru bir olay değildir. Bu koşulların standarda alınmasının nedeni muhtemelen komponent imalatçısı firmaların isteği doğrultusunda olmuş olabilir. Böylece firmalar komponent imalatında daha da esnek olabilmektedir. Fakat bu olay komponent satın alarak ekipman oluşturan kullanıcılarda yanlışlığa neden olabilir. Örneğin 950 ^{0}C ye kadar ısınan bir kumanda trafosunu alıp çok küçük bir d-tipi korunmuş kutu içersine koyarak Ex-d tipi korunmuş bir kumanda trafo yapmaya kalkışırsanız, dış yüzey sıcaklığı 150 değil 600 ^{0}C'yi de aşma ihtimali olabilir. İşe yasal açıdan bakarsanız, kullanıcı bu durumda ATEX'e uymak zorundadır ve kendi tedbirini almalıdır. Fakat bence burada ticari davranılmış, imalatçı ve satıcıların lehine maddeler konulmuştur.

6) Diğer standartlarla uyumluluk

Elektrik ekipmanları, IEC 60079 standart serilerinin yanı sıra ait olduğu diğer sanayi standartlarına da uyumlu olmak zorundadır. Bu ve benzeri standartlarda belirtilmiş ve belirtilmemiş olsalar dahi elektrikli aletlerin imalinde aşağıdaki hususlara dikkat edilecektir:

- Elektrikli alet ve parçalar (komponent) IEC 60079-0 madde 26.4 da izah edilen mekanik darbe testine dayanacaklardır.
- Ayrıca, manyetik alanların oluşturabileceği kapalı devre akımlara ve bunların sebep olacağı ark ve ısınmalara karşı tedbir alınacaktır.

7) Açılma süresi ikazı (madde 6.3)

IEC 60079-0 madde 6.3 deki açılma süresi (opening time) ilk bakışta anlaşılamamakta ve bir anlam da verilememektedir. Bilindiği gibi ex-proof cihazların dış yüzey sıcaklık-

larına kısıtlama getirilmekte iç kısımdaki aşırı ısınmalar dikkate alınmamaktadır. Bir cihazın elektriği kesilerek kapağı açıldığında iç kısımda bulunan aşırı sıcak yüzeyler patlayıcı gaz ile karşı karşıya gelebilir ve ortamı tehlikeye düşürebilir. İçersinde müsaade edilenden fazla ısınan parçalar var ise, imalatçı bunu aletin etiketinde belirtmek ve kullanıcıyı "soğumadan açma, elektrik kesildikten sonra 10 dakika bekle" gibi ikaz etmek zorundadır.

İçersinde kondensatör bulunan cihazların kapakları bu kondensatörlerin deşarj süresi kadar beklendikten sonra açılmalıdırlar (madde 6.3). Buna otomatik bir çözüm bulunamıyor ise aletin üzerinde ikaz yazısı olmalıdır. Madenlerde kullanılan bazı orta gerilim kesicilerinin kapağının açılması mekanik bir zamanlayıcı ile geciktirilmektedir. Buradaki gecikmenin nedeni kondensatör veya ısınan komponent değil yüksek gerilim oluşu dolayısı iledir.

8) Elektro manyetik ve ultrasonik enerji yayma (madde 6.6)

Manyetik radyasyon ve ultrasonik ses dalgalarının patlayıcı ortamlarda tehlike yarattığı bilinmekte, fakat pratikte herhangi bir tedbir alınmamakta idi. IEC 60079-0'ın son sürümlerinde aşağıdaki kısıtlamalar getirilmiştir. Patlayıcı ortamlarda kullanılan aletlerin, elektro manyetik ve ultrasonik enerji yayma seviyeleri aşağıdaki tablolardaki gibi sınırlanmıştır. Sertifikalı aletler verilen bu sınır değerleri aşmayacak şekilde tasarlanacaklardır.

- 9 kHz ile 60 GHz arası, sürekli veya dalgalı (aralıklı) radyo frekansı yayan cihazların elektro manyetik enerji yayma seviyeleri aşağıdaki tablo da verilen değerleri aşmayacaktır.

Tablo: Elektro manyetik (radyo frekansı) güç seviyeleri		
Ekipman grubu	Güç sınır değeri, Watt	Termik etki süresi, µs
Grup I	6 W	200
Grup IIA	6 W	100
Grup IIB	3,5 W	80
Grup IIC	2 W	20
Grup III	6 W	200

- Radar gibi kısa süreli dalga yayan ve termik etkisi uzun olmayan cihazlarda aşağıda tablo da verilen değerlere dikkat edilmelidir.

Tablo: Radar ve benzeri kısa süreli darbeli yayın yapan aletlerde manyetik enerji sınır değerleri	
Ekipman grubu	Manyetik enerji sınır değerleri Z_{th}, µJ
Grup I	1500
Grup IIA	950
Grup IIB	250
Grup IIC	50
Grup III	1500

- Lazer ve benzeri sürekli dalga yayan ekipmanlarda aşağıda verilen sınır değerler aşılmamalıdır.

EKİPMAN GRUBU	Sürekli ışın yayma	En az 5 s aralar ile ışın yayma
Grup I, Ma ve Mb	20 mW/mm^2 veya 150 mW	0,1 mJ/mm^2
Grup III, Da ve Db	5 mW/mm^2 veya 35 mW	0,1 mJ/mm^2
Grup III, Dc	10 mW/mm^2 veya 35 mW	0,5 mJ/mm^2

Görüldüğü gibi gazlarda bir sınırlama yoktur. Çünkü ışın ancak dış yüzeylerde tehlikeli ısınmalara neden olabilmektedir.

- Ultrasonik dalga yayan cihazlarda aşağıdaki tabloda görülen sınırlamalar mevcuttur.

Ultrasonik dalga yayan cihazların çıkış güçleri: sürekli dalga yayma durumunda 0,1 W/cm^2 ve 10 MHz aralıklarla dalga yayma durumunda ise 0,1 W/cm^2 veya 2 mJ/cm^2 değerlerini geçmemelidir.

EKİPMAN GRUBU	Sürekli dalga yayma	Aralıklarla (puls) dalga yayma
Tüm gruplar Ma, Mb Ga, Gb, Gc Da, Db, Dc	0,1 W/cm^2 ve 10 MHz	0,1 W/cm^2 ve 2 mJ/cm^2

Yukarıda verilen kısıtlamaların tespiti ve ölçülmesi kolay bir olay değildir. Her exproof alette böyle bir tespite gerek yoktur. Yapısı icabı ultrasonik ve manyetik dalga yayan aletlerde incelenmesi gerekir. Zaten tabloda verilen değerler 9kHz den başlamaktadır. Normal elektrik cihazlarının ürettiği harmonik frekansları dahi bu frekans aralığına girmemektedir. Acaba bu incelemeler ne zaman gündeme gelebilir? Tesisin yakınında bir GSM baz istasyonu var ise yaydığı manyetik enerji seviyesine dikkat edilmelidir. Cep telefonlarının kendisi zaten tehlikelidir. Patlayıcı ortamlarda exproof sertifikalı özel telefonlar kullanılması gerekmektedir.

9) Metal olmayan malzemeden yapılı gövde ve gövde kısımları

Eksproof malzemelerin gövdeleri genellikle metalden imal edilmektedir. IEC 60079-0 madde 7 de suni maddelere de müsaade edilmektedir. Pratikte pek rastlanmamakla beraber standart koyucu suni maddelere bir sınır çekmemiştir.

İmalatçılar dış gövdede veya exproofluğu etkileyen kısımlarda suni madde kullanıyorlar ise bu maddeler ile ilgili açıklayıcı bilgileri, ilgili aletin kılavuzunda açıklamak zorundadırlar. Exproofluğu etkileyen conta, keçe ve 0-ring gibi parçalar da bu kapsamdadırlar. Suni maddeler dış tesirlerden, özellikle ultraviole ışık gibi etkilenmemeli ve statik elektriklenmeye neden olmamalıdırlar. Statik elektriklenmeyi önlemek için anti statik malzeme seçilmeli ve standartlarda verilen yüzey direnci testine tabi tutulmalıdırlar. Kullanılan küçük yüzeyli suni maddelerde bazı istisnalar tanınmaktadır. Ayrıca suni kısımların aletin çalışma sıcaklığından daha yukarı derecelerde özelliğinin bozulmaması da ön görülmektedir. Suni maddeler ile ilgili detay bilgi edinmek isteyenler IEC 60079-0 standardının 7.maddesini okumalıdırlar.

10) STATİK ELEKTRİKLENME

Statik elektrik açısından metal yüzeylere atılan boyalarında kontrol edilmesi istenmektedir. Yüzey direncinin 10^9 ohm altında olması yeterli kabul edilmektedir. Boya kalınlığına da aşağıdaki tablo da görüleceği gibi, kısıtlamalar getirilmektedir.

Tablo: Metal olmayan kaplama (boya) kalınlıkları maksimum değerleri, mm				
GRUP I EKIPMANLAR	GRUP II EKIPMANLAN			
	Ekipman koruma seviyesi	Grup IIA	Grup IIB	Grup IIC
2	EPL Ga	2	2	0,2
	EPL Gb	2	2	0,2
	EPL Gc	2	2	0,2

Bu kalınlık sınırlama değerleri, yüzey direnci 10^9 veya 10^{12} ohmun altında olan kaplamalar için kullanılmaz. Çünkü bu gibi direnci düşük yüzeyler anti statiktir ve yük toplamazlar. Yukarıdaki kalınlık sınırlaması da metal olmayan ince maddelerin statik elektriği atma özelliğidir. Unutulmamalıdır ki 2 mm bir boya kalınlığı az değildir. Bu boya metal üzerinde ise statik elektriklenme oluşturmayabilir. Tek başına kullanılan çok ince folyelerin çok aşırı miktarda statik elektrik oluşturduğu bilinen bir gerçektir.

Tozlu ortamlarda kullanılan III. Grup ekipmanlarda fırça biçimi bir deşarjın yayılmasını önleyecek tedbir alınmalıdır. Alanı 500 mm^2 yi aşmayan düz lastik yüzeyler statik yük toplayıcı olarak kabul edilmezler. Alanı 500 mm^2 yi aşan düz gövde yüzeylerinde, yüzey direnci belli değerlerin altında olmalı ve deşarj gerilimi de 4kVun altında olmalıdır. Ayrıca gövde kalınlığı 8mm den büyük olmalıdır. Bu madde gövde maliyetini etkileyen bir noktadır. Çünkü 8 mm az bir kalınlık değildir.

III. Grup ekipmanlarda statik elektriklemeye biraz daha fazla özen gösterilmekte ve küçük metalik yüzeylerin topraklı olmasına ve değil ise sığalarının belli sevileri aşmamasına dikkat edilmektedir. Toprağa bağlantısı olmayan ve toprağa karşı direnci 10^9 dan büyük olan metal parçalar üzerlerinde yük toplayabilir ve deşarja neden olabilirler. Bu tip metal parçaların (madde 7.5) üzerinde topladığı yük aşağıdaki tabloda verilen değerleri aşmamalıdır. Bu değerler IEC 60079-0 madde 26.14 de belirlenen bir yöntem ile ölçülmek zorundadır. Metal olmayan kapak gibi parçaları sıkılayan cıvataların toplayabileceği yük de 3 pF'ı aşmamalıdır.

Tablo: Topraklanmamış metal parçaların müsaade edilen azami kapasiteleri, pF				
Grup I veya Grup II ekipmanları	Grup II ekipmanları			
	Ekipman koruma seviyesi	Grup IIA	Grup IIB	Grup IIC
10	EPL Ga	3	3	3
	EPL Gb	10	10	3
	EPL Gc	10	10	3
EPL= Patlamaya karşı koruma seviyesi (Explosions protection level)				

11) Kullanılması yasak olan metaller

Yumuşak metallerin patlayıcı ortamda kullanılmasının yasak olduğu bilinen bir gerçektir. Hafif metaller, herhangi bir darbe, çarpma, sürtme gibi nedenlerle kıvılcım çıkarıp patlayıcı ortamı ateşleme kabiliyetine sahiptirler. Darbenin şiddetine bağlı olarak, çarpma sonunda etrafa akkor halde metal parçacıklar yayılmakta ve etrafta da patlayabilecek kıvamda bir oluşum var ise ateşlemektedirler. IEC 60079-0 madde 8 bazı metaller ile yapılan alaşımlara sınırlama getirmektedir. Bu değerler aşağıdaki tabloda özetlenmiş olup, alaşım oranları (kütle itibarı ile) verilen değerleri aşmamalıdır.

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

Standart yapıcı burada X işaretli bir ikaz yapılmak kaydı ile verilen ve alaşım seviyelerinin aşılmasına müsaade etmektedir. Çünkü Amerikan imalatçıları alüminyumu tercih etmektedirler. Böylece onlara da bir açık kapı bırakılmış olmaktadır.

12) YAPIŞTIRICI MALZEMELERİ (materials used for cementing)

IEC 6007-0 madde 12 yapıştırıcı kullanmaya müsaade etmektedir. Exproofluğu etkileyen kısımlarda kullanılan yapıştırıcı maddenin özellikleri kullanma kılavuzunda açıklanmak zorundadır. İstenilen en önemli özellik termik dayanım ile ilgilidir. Kullanılan yapıştırıcı madde exproof ekipmanın servis sıcaklığının ±20K sıcaklığına dayanıklı olmalı ve bu sıcaklıkta özelliklerini kaybetmemelidirler.

13) EXPROOF PARÇA KOMPONENT

Exproof cihaz veya alet (apparatus, equipment) tek başına bir işlem gören bir tertibattır. Bu tertibatın parçalarına komponen adı verilmektedir. Komponent tek başına işlem görmez. Exproof aletlerle bir araya geldiğinde o aletin güvenliğini etkileyebilir. Bu nedenle exproof komponentler de sertifika almak zorundadırlar. Bunun en güzel örneği kablo rekorlarıdır. Componentlerin sertifikalarında U işareti bulunur. U işareti o cihazın komple olmadığını belirtir. İçersinde her hangi bir alet bulunmadan genel amaçlı olarak piyasaya sürülen alet gövdeleri ve exproof kutular da komponent kapsamındadırlar. Bu gibi kutular kullanıcı tarafından satın alınıp, terminal kutusu, motor yol vericisi gibi değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Yedek parça ile karıştırılmamalıdır.

14) DIŞ BAĞLANTI ve TERMİNAL KUTULARI

Elektrikli aletlere giriş ve çıkışlar ya bir terminal kutusu üzerinden veya imalatçının sabit olarak monte edip gönderdiği kablo vasıtasıyla yapılacaktır. Kullanıcının exproof cihazın içersine müdahale etmesine ve giriş çıkış kabloları gibi harici bağlantıları doğrudan kendisinin uygulamasına müsaade edilmemektedir. Terminal kutuları uygun bir tipte korunmuş exproof olacaklar ve kablo bağlantılarında yüzeysel kaçak yolu gibi açıklıklara dikkat edilecektir.

Dişli, vidalı bağlantısı olmayan kablo rekorlarına müsaade edilmemektedir.

Patlayıcı ortamlarda ve özellikle statik elektriklenme ihtimali olan yerlerde topraklamaya özen göstermeli ve eşpotensiyel bağlantı tesis edilmelidir.

15) DÖNER MAKİNELER için İLAVE KOŞULLAR

Elektrik motorları uygulandığı tipe göre (d, e veya n) belli testlerden geçirilmektedirler. Burada bahsedeceğimiz hususlar tüm motor koruma tiplerinin uymak zorunda oldukları müşterek koşul veya özelliklerdir.

Havalandırma, vantilasyon açıklığı hava girişişinde IP20, çıkışında ise IP10 olmalıdır. Dikey çalışan motor veya vantilatörlere yabancı cisim girmeyecek şekilde önlem alınmalıdır. Grup I motorlarda ise vantilatör açıklıklarından 12,5 mm lik cisimler girememelidir.

Elektrik motorlarında önemli tehlike kaynaklarında biri de motorun pervanesinin sürterek ark çıkarması ihtimalidir. Buna karşı önemler alınmış ve standart koyucu aşağıdaki gibi bazı kısıtlamalar getirmiştir.

Fan, fan kapağı veya önündeki ızgaralar genellikle demirden imal edilmektedir. Standart koyucu suni madde ve alaşıma da müsaade temektedir. Bu parçalar hafif metal alaşımdan yapılıyor ise IEC 60079-0 madde 8 deki alaşım oranlarına dikkat edilmelidir. Fan tertibatı darbe testine dayanıklı olmak zorundadır. Fan pervanesi ile kapağı arasındaki açıklık fanın çapının yüzde biri kadar olmalı ve aradaki açıklık 5 mm den büyük ve hiçbir zaman 1 mm den de küçük olmamalıdır.

16) KESİCİ ve AYIRICILAR

Ayırıcılarda önemli olan elektriğin kesildiğinden emin olmaktır. Ayrıca tek başına her zaman elektriği kesemez, bir kesici ile beraber çalışır. Standart koyucu “kesicinin elektriği kestiği gözle görülebilmeli veya güvenilir bir şekilde anlaşılmalı, güvenilir ikaz tertibatı olmalıdır” demektedir. Burada yüksek veya alçak gerilim gibi bir ayırım yapılmamıştır. Bildiğimiz uygulamalarda alçak gerilimde (1000 volta kadar) ikaza gerek duyulmamakta, yüksek gerilimde ise (1000 V üzeri) kutupların açıldığının gözle görülmesi istenmektedir.

Ex-d tipi bir kesici gövdesi üzerine gözetleme camı yapmak kolay değildir. Yer altı madenlerinde kullanılan yüksek gerilim (3,3 veya 6,6 kV) kesicilerinin tamamında gözet-

leme camı bulunmaktadır. Basit diyotlu elektrikli bir ikaz ise ne kadar güvenilir olabilir, tartışılabilir. Elektrikli ikaz imalat yönünden kolaylık getirmektedir.

Ayırıcılar kesici ile kilitlemeli çalışıyorlar ise bu kilit tertibatı mekanik olabileceği gibi elektrikli de olabilmektedir. Ayırıcı ve kesicilerin kapakları ya özel yapılacak, kapak açılması esnasında elektrik kesilecek veya üzerinde elektriği kesmeden açmayınız gibi bir ikaz yazısı olacaktır.

17) SOKET, FİŞ PRİZ TERTİBATI

Bildiğimiz basit fiş-priz tertibatının patlayıcı ortamda kullanılması çok sakıncalıdır. Evlerde yapıldığı gibi elektrikli aletleri herhangi bir prize takıp çıkarma esnasında patlayıcı ortam ateş alabilir. Fakat bu pratik kullanıma patlayıcı ortamlarda da ihtiyaç vardır. Bu maksatla özel sertifikalı soket tertibatları kullanılmaktadır. Ana felsefe takma ve çekme olayını elektriksiz ortamda yapmaktır. Bu nedenle exproof prizlerde mekanik kilitleme tertibatı bulunmaktadır. Elektrik kesilmeden fiş prize oturtulamaz ve yine elektrik kesilmeden yerinden çıkarılamaz. Standart koyucu elektrikli kilitlemeye de müsaade etmektedir.

18) AYDINLATMA ARMATÜRLERİ

Aydınlatma armatürlerinin ışık veren kaynakları (ampul) ışık geçiren şeffaf bir kapak veya fanus ile kapatılacak ve istenilirse ilaveten koruyucu bir ızgara da konulacaktır. Izgara koymanın maksadı cam fanusu darbelere karşı biraz daha fazla korumaktır. Son yıllarda üretilen borosilikatlı camlar darbelere arşı oldukça dayanıklıdırlar. Bu ızgara ve cam fanus IEC 60079-0 madde 26.4.2 de izah edilen darbe testine tabi tutulacaklardır. Armatür tek bir cıvata ile monte edilecek şekilde dizayn edilmeyecek ve tek bir kuş gözü (mapa) bağlantısına ancak bu kuş gözü armatüre entegre edilmiş, yani armatür gövdesi üzerinde döküm veya kaynakla bağlı ise müsaade edilmektedir. Armatürün kapağı açılmadan elektrik kesilmelidir. Bu iş için ya kapak tertibatına bir siviç konulmalı veya armatürün üzerine yazılı ikaz yazılmalıdır.

SODYUM BUHARLI LAMBALAR

Patladığında etrafa sodyum metali dağılma ihtimali olan sodyum buharlı ampuller patlayıcı ortamlarda kullanılmaz. Çünkü su ile temasa geçen sodyum aşırı bir enerji çıkararak kimyasal reaksiyona girmekte ve patlayıcı ortamı ateşlemektedir. IEC60662 ye göre yapılan yüksek basınçlı sodyum lambalarında böyle bir durum yoktur ve standart koyucu da yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaya kısıtlama getirmemiştir. IEC 60192 ye göre imal edilen düşük basınçlı sodyum buharlı lambaların patlayıcı ortamlarda kullanılması yasaktır.

19) İÇLERİNDE PİL veya BATARYA BULUNDURAN EKİPMANLAR

IEC 60079-0 patlayıcı ortamlara karşı korumalı aletlerde kullanılan bataryaların seri bağlı pillerden (hücrelerden) oluşması gerektiğini ön görmektedir. Aşağıdaki tablolarda görüleceği gibi, kullanılabilecek hücreler IEC 60079-0 da tanımlanmıştır. Piyasada bilinen ve bulunabilen pillerin hemen tamamı bu listede yer almaktadır. İnsanın aklına “acaba patlayıcı ortamda kullanılması yasak olan bir pil türü var mi” sorusu gelmektedir.

TABLO: Şarj edilemeyen, primery piller					
TİPİ IEC 60086-1	Pozitif elektrot	Elektrolit	Negatif elektrot	Anma gerilimi, Volt	Azami açık devre voltajı
--	Manganez dioksit MnO_2	Amonyum klorit, zink klorit	Zn, zink	1,5	1,725
A	Oksijen O_2	Amonyum klorit, zink klorit	Zn, zink	1,4	1,55
B	Karbon mono florid $(CF)_x$	Organik elektrolit	Lityum, Li	3	3,7
C	Manganez dioksit MnO_2	Organik elektrolit	Lityum, Li	3	3,7
E	Tionil klorit ($SOCl_2$	Organik olmayan susuz	Lityum, Li	3,6	3,9
F	Demir disülfit (FeS_2)	Organik elektrolit	Lityum, Li	1,5	1,83
G	Bakır oksit (CuO)	Organik elektrolit	Lityum, Li	1,5	2,3
L	Manganez dioksit MnO_2	Alkali metal hidroksit	Zikn, (Zn)	1,5	1,65
P	Oksijen O_2	Alkali metal hidroksit	Zikn, (Zn)	1,4	1,68
S	Gümüş oksit (Ag_2O)	Alkali metal hidroksit	Zink, (Zn)	1,55	1,63
a	Sülfür dioksit	Susuz organik tuz	Lityum	3,0	3,0
	Cıva	Alkali metal hidroksit	Zink, (Zn)		

TABLO: Şarj edilebilir sekonder piller				
İlgili IEC standardı	TİP	Elektrolit	Anma gerilimi V	Azami şarj gerilimi V
IEC 60254	Kurşun-asit, güç uygulamaları için	Sülfürik asit SG: 1,25-1,32	2,0	2,7 ye kadar
IEC 60095-1	Kurşun-asit, ateşleme ve starterler			
IEC 60896-11	Kurşun-asit, sabit stasyoner			
IEC 60896-21	Kurşun-asit, stasyoner (VRLA)			
IEC 60952	Kurşun-asit, uçak sanayi			
IEC 61427	Kurşun-asit, fotosel enerji depolama			
IEC 61056	Kurşun-asit, genel maksatlı			
Tip K IEC 61951-1 IEC 60623 IEC 60622	Nikel kadmiyum	Potasyum hidroksit SG 1,3	1,2	1,6
[a)]	Nikel-demir	Potasyum hidroksit SG 1,3	1,2	1,6
IEC 61960	Lityum	Akıcı olmayan organik tuz	3,5 e kadar	4,0 a kadar
IEC 61951-2	Nikel metal hidrit	Potasyum hidroksit	1,2	1,5
[a)] bu hücrelerle ilgili bir IEC standardı var ise (yayınlanır ise) kullanılabilir				

20) TİP TESTİ

1) GENEL

Exproof aletler, IEC 60079-0 madde 26 da belirlenen tip testlerine tabi tutulacak ve hangi koruma tipinde imal ediliyor ise bu koruma tipine ait standartta ön görülen testler de öncelikle uygulanacaktır. Benzerlik durumunda koruma tipinin tabi olduğu spesifik standart öncelik taşır. Test edilen cihazın durumuna göre, hangi testlerin gerekli olup olmadığına test otoritesi karar verir ve yapılan testlerin tamamını yazıl olarak test raporu haline getirir. Test otoritesi benzer veya önceden yapılmış testlerin tekrarına gerek görmeyebilir.

2) TEST DÜZENİ

Testler en kötü durumda yapılmalıdır. Bu cümle çoğu imalatçıyı sıkıntıya sokmaktadır. İmal edilen aletin en zayıf noktasına darbe testi yapılması istenmektedir.

3) PATLAYICI KARIŞIMI İLE TEST YAPILMASI

Patlayıcı gaz karışımı içersinde yapılan söz konusu bu test, exproofluğun en önemli testidir. Eğer aletin ilgili koruma tipine ait olan spesifik standardında ön görülüyor ise gaz sızmazlık testi yapılır. Örneğin d-tipi korunan aletlerde istenmektedir ve nasıl yapılacağı IEC 60079-1 de yazılıdır. Kullanılan test gazının temiz olmasına dikkat edilmelidir. Temizlik %95 in altında ise kullanılmamalıdır.

4) GÖVDE, EXPROOF MUHAFAZA TESTLERİ

4.1) UYGULANACAK TESTLER

a) METAL MUHAFAZALAR

Metal kaplar aşağıdaki testlere tabi tutulacaklardır

1. Darbe dayanım teste IEC 60079-0 madde 26.4.2 ye göre

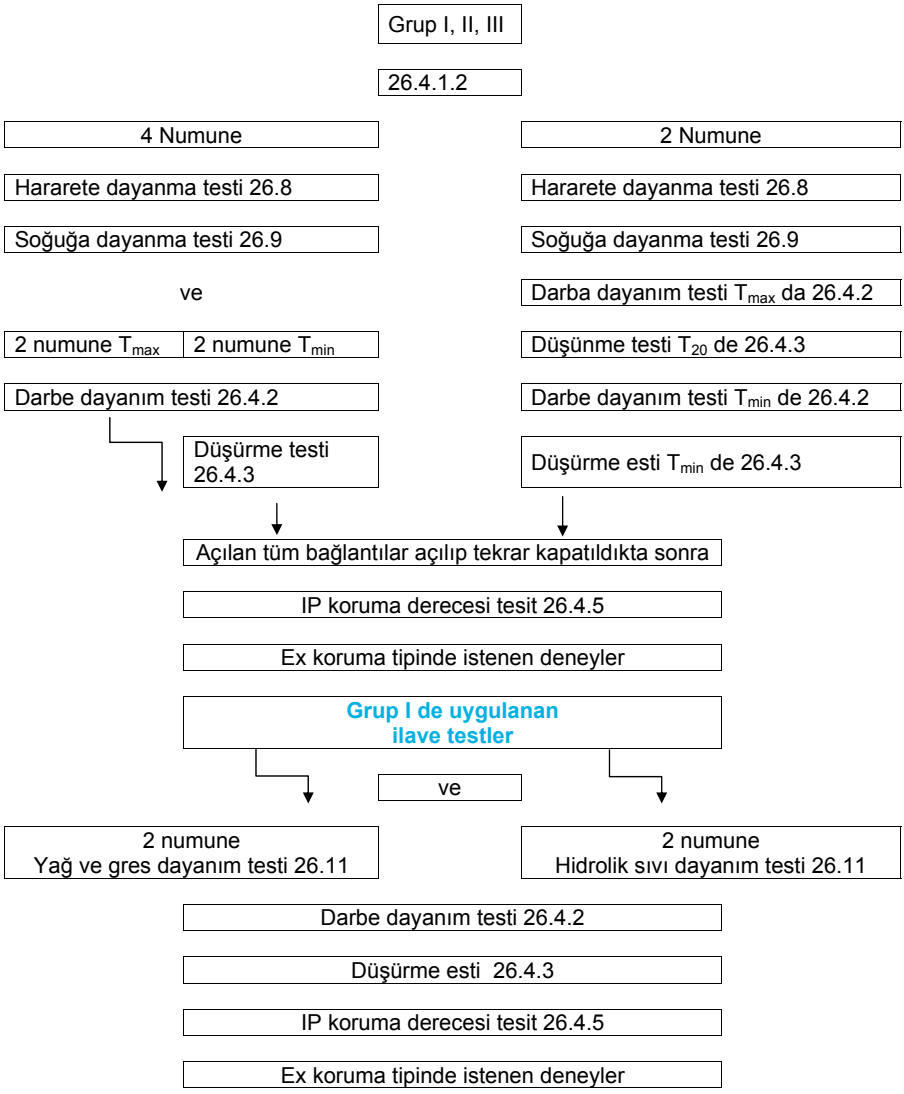
2. Eğer uygulanabiliyor ise düşürme testi. IEC 60079-0 madde 26.4.3 e göre. Bu testin ancak elle taşınabilen malzemelere uygulanması mantıklıdır.

3. IP koruma derecesi testi. Bu deney elektrik motorlarında IEC 60034-5 a göre, diğer aletlerde ise, IEC 60529 a göre yapılır.

4. Deneye alınan ekipmanın koruma tipi ile ilgili standartta yazılı spesifik özel testler var ise yukarıdaki deneylerden sonra uygulanmalıdır.

b) METAL OLMAYAN MUHFAZALAR

Metal olmayan, plastik, fiber, elastomer gibi suni maddeden yapılı grup I, II veya grup III muhafazalar veya muhafaza kısımları aşağıdaki tabloda verilen diyagrama göre teste tabi tutulurlar. Bu testlerde numune sayısına göre iki yol izlenebilmektedir. En sonunda IP testi ve ondan sonra aletin tipine göre tabi olduğu özel standartta istenen test yapılmaktadır. Örneğin d-tipi bir muhafaza ise alev geçirmezlik testi en son yapılmaktadır. Bizce d-tipi bir aletin en önce statik basınç deneyi ve ondan sonra da alev geçirme deneyi yapılmalıdır. Çünkü bu deneyleri geçemeyen bir alette köklü değişiklikler yapılacak demektir.



Tablo : Metal olmayan mahfaza ve parçaları DENEY ÇIZELGESİ

Dört adet numune ile yapılan deneyler: Numunelerin tamamı ısıtılarak hararet dayanım testine tabi tutulurlar. (bak IEC 60079-0 madde 26.8). Hemen peşine bu dört numune soğutularak, soğuma termik dayanım deneyine alınırlar (bak madde 26.9). Bundan sonra numunelerin iki adeti, en yüksek test sıcaklığında (bak 26.7.2) darbe dayanım testine tabi tutulurken (bak madde 26.4.2), diğer iki adeti de, en düşük deney sıcaklığında darbe dayanım testini alınır. Düşük sıcaklıkta denenen bu iki numune düşürme testine alınırken,

sıcakta denenen diğer iki numuneye düşürme testi uygulanmaz. Bundan sonra 4 adet numune IP koruma derecesi testine hazırlanır. Normal çalışma icabı açılıp kapanması gereken her hangi bir bağlantı kapak ve saire var ise imalatçının kılavuzunda izah ettiği gibi açılıp tekrar kapatılarak fonksiyonları kontrol edildikten sonra IP derecesi belirleme testine alınırlar. Eğer termik dayanım testlerinde cihaz cidarlarında nem birikmesi olmuş ise bu gibi nemlenmeler IP testinden önce temizlenmelidir Daha sonra ex-koruma tipine göre özel testler var ise o deneylere geçilir.

Alternatif olarak yalnızca iki adet numune alınarak aşağıdaki gibi teste tabi tutulabilir. Bu durumda her iki numune de termik ısıtma ve termik soğutma deneylerine tabi tutulmak zorundadır. Bundan sonra her iki numune birden, en yüksek deney sıcaklığına getirilerek darbe dayanım testine alınırlar. Bunun peşine numuneler, normal sıcaklıkta (20 ^{0}C de) düşürme testine girerler. Bundan sonra, en düşük test sıcaklığında, ikinci kez darbe dayanım ve düşürme testlerine tabi tutulurlar. Daha sonra 4 adet numunede olduğu gibi IP testi ve varsa ex-koruma tipi testleri yapılır.

Grup I deki teçhizatlar için ilaveten aşağıdaki testlerin de uygulanması istenmektedir.

Madenlerdeki kullanımlar için hidrolik sıvı dayanım testine iki numune ve yine iki numune de “yağ ve gres” dayanım testlerine alınacaklardır. Bu numuneler de sırası ile darbe dayanım, düşürme, IP ve son olarak da koruma tipinde ön görülen özel testlere tabi tutulacaklardır

İki adat numune ile yapılan deneyde örnekler iki kere denendiği için daha fazla yıpranma ve deneyleri geçememe ihtimali vardır. İmalatçının aleyhine gibi gözüküyor ise de, imali zor ve pahallı olan aletlerde iki numune ile yetinilir. İmalatı kolay ve küçük aletlerde 4 değil daha da fazla numune denenmelidir. Bu gibi detaylar test otoritesinin yetkisi dahilindedir. Metal olmayan malzemelerden exproof mahfaza yapımı pek sık rastlanan bir olay değildir. Bu nedenle standartlarda ön görülen testlerin sırası ile uygulanarak özellikle termik dayanımın çok iyi belirlenmesi ve gerekiyor ise dört değil 14 numune alınarak denenmesi tavsiye edilir.

5) DARBE DAYANIM TESTİ

Darbe dayanım testi 1 kg ağırlığındaki bir kütlenin tablo 5-28 de verilen yükseklikten numune üzerine düşürülmesi ile yapılır. Test tertibatının yapım şekli IEC 60079-0 da yazılı olup, burada detaya girilmeyecektir. Darbeler numunenin dış yüzeyine ve en kötü duruma göre en az iki kere tekrarlanır. Bu deneyler cam veya suni maddeden yapılı malzemeler bulunduran aydınlatma armatürlerinde sorun yaratabilmekte ve bazı imalatlar deneyi geçememektedir. Aydınlatma armatürlerinin cam fanusları bu darbe dayanımı testine dayanmak zorundadır. D-tip metal bir muhafazaya darbe testi uygulamanın pek anlamı yoktur. Çünkü bu tip aletlerin gövdesi en az 10 atmosfer statik basınca dayanmak zorunda olup, çok mukavim bir yapıya sahiptirler.

Bu deneyler sonucunda numuneler koruma özelliğini kaybedecek seviyede hasar görmemelidirler. Yüzeysel hasarlar, boya tabakasının çatlaması, soğutma kanatçıklarının kırılması, basit kopma ve ezilmesi gibi küçük hasarlar dikkate alınmaz. Fanların dış koruyucuları ile vantilatörlerin ızgaraları kopmadan ve yerlerinden çıkmadan bu deneylere dayanmalıdırlar. Ayrıca hareketli olan fan pervanesine sürtecek kadar da eğilmemelidirler.

Tablo: Darbe deneyi 1 kg cisim düşürme yükseklikleri

Ekipman Gruplar		GRUP I		GRUP II veya III	
Mekanik tehlike riski		Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük
a	Mahfaza ve dışarıdan müdahale edilebilecek mahfaza aksamları (hafif transparan kısımlar hariç)	2	0,7	0,7	0,4
b	Koruyucular, kapak, ızgara, fan kapağı, kablo rekoru	2	0,7	0,7	0,4
c	Koruyucusuz hafif transparan (ışık geçiren) parçalar	0,7	0,4	0,4	0,2
d	Koruyucu ızgaralı hafif transparan parçaların korucusuz testi *)	0,4	0,2	0,2	0,1

*): 625 ile 2500 mm^2 arası açıklığı bulunan koruyucu ızgaralar, darbenin ışık ileten cam fanus veya ışık geçiren suni madden yapılı muhafazaya gelmesine mani olamazlar. Fakat darbenin şiddetini azaltıcı etkileri bunmaktadır.

6) DÜŞÜRME TESTİ

Elle taşınan veya kişilerin üzerlerine takılan seyyar aletlerin tamamı düşürme testine tabi tutulmak zorundadır. Numuneler yatay konumdaki düz bir beton zemine 1m yükseklikten bırakılarak yapılır. Bu deney 4 kere tekrarlanır. Denenen aletin değiştirilebilir bataryası var ise deney batarya ile birlikte yapılır. Bu deneyler sonucunda numuneler koruma özelliğini kaybedecek seviyede hasar görmemelidir. Darbe testinde olduğu gibi, yüzeysel hasarlar, boya tabakasının çatlaması, gibi küçük hasarlar dikkate alınmaz.

7) TERMİK DAYANIM TESTLERİ (IEC 60079-0 madde 26.5

Sıcaklık ölçümünde elektrikli aletlerin duruş pozisyonuna dikkat etmek gerekir. Eğer belli bir pozisyonda dış yüzey sıcaklığı artıyor ise ölçüler bu pozisyonda yapılmalıdır. Bu durumda etikete X işareti yerleştirilmeli ve kullanma kılavuzunda da açıklama getirilmelidir. Toza dayanıklı III. Grup aletler belli bir toz tabakası altında test edilirler. Kullanılan tozun 100 ^{0}C de ölçülen ısıl iletkenlik katsayısı en fazla 0,1 w/m.K olmalıdır.

SERVİS SICAKLIĞI: Bir aletin normal çalışma şartlarında, (çevre sıcaklığı, harici ısıtma ve soğutma kaynakları dahil) çalıştırıldığında o aletin belli noktalarında erişilen maksimum veya minimum sıcaklığa servis ısısı adı verilir. Bir aletin farklı kısımlarında farklı servis sıcaklıkları var olabilir.

Bu servis sıcaklığının tespiti metal olmayan alet veya alet parçalarında önemlidir. Çünkü metallerde ısı yayılmakta farklı noktalarda farklı ısılara pek rastlanmamaktadır. Suni maddelerde ise durum farklıdır. Servis sıcaklığı tespit edilecek alet anma değerinde

çalıştırılır ve sonra değişik noktalarında sıcaklık ölçülerek en yüksek ve en düşük servis sıcaklıklarının nerelerde bulunduğu tespit edilir.

MEKSİMUM DIŞ YÜKZEY SICAKLIĞI: Azami dış yüzey sıcaklığı ölçülen elektrikli alet nominal geriliminin %10 altında ve üstünde çalıştırılarak en çok ısınma haline göre deneme yapılmalıdır. Elektrik motorlarında bu deney IEC 60043-1 e göre yapılır. Etikette yazılması gereken ısı grubu belirlenirken bulunan değerden (T6, T5, T4, T3) ısı grupları için 5K ve (T2, T1) ısı grupları için de 10K kadar artırılarak hesaplanır.

8) TERMAL ŞOK DENEYİ:

Aydınlatma armatürlerinin cam fanusları ve diğer aletlerin gözetleme camları gibi exproof aletlerin dış yüzeylerindeki camdan mamul malzemeler, termik şok deneyine, çatlamadan kırılmadan dayanmalıdırlar. Bu iş için servis sıcaklığına kadar ısıtılan cihazın camına 10 ^{0}C sıcaklıkta 1 mm çaplı bir su jeti ile su püskürtülür.

9) KÜÇÜK PARÇALARIN PATLAYICI GAZ ORTAMINDA ATEŞLEME DENEYİ

Küçük parçalar ya kullanılacakları aletin üzerine monte edilerek veya bir model üzerine gerçeğe yakın bir şekilde yerleştirilerek denenir. Denenecek parçalar bir test kazanına veya benzeri bir kap içersine alınır. Burada azami ortam sıcaklığında servis sıcaklığına kadar ısıtılır ve hatta servis sıcaklığı biraz aşılır. Sonra patlayıcı gaz verilerek ateşlenip ateşlenmediği gözlenir. Bir müddet bekledikten (5-10 dakika) yani parçalar soğumaya başladıktan sonra patlayıcı gaz tahliye edilip parçaların ısıtılmasına tekrar başlanır. Bu işlem en az 5 kez tekrarlanmak zorundadır. Yapılan işlemlerde gazın ateş alıp almadığı gözetlemektedir. Beş deneyin hiç birinde patlama yaşanmamalıdır. Eğer patlama veya gazın yanması gibi bir olay yaşanıyor ise, sebebi araştırılarak imalatçıya bilgi verilmelidir. Bu deneylerde kullanılan gaz oranları, grup I-T4 ısı grubu için %6,5 metan hava karışımı, grup II de ise %22 dietil eter hava karışımıdır. Diğer ısı gruplarındaki oranlarının tespiti test yetkilisinin takdirine bırakılmıştır.

Burada kullanılan gaz grubunun hangi sıcaklıkta ateşlendiği bilindiği halde böyle bir deneyi yapmanın anlamı nedir sorusu insanın aklına gelmektedir. Son çıkan standartlar küçük parçaların normalin biraz üstünde ısınmasına müsaade etmektedir. Örneğin IEC 60079-0 madde 5.3.3 de T4 (135 ^{0}C) ortamı için ön görülün küçük parçalarda 150 ^{0}C sıcaklığa kadar müsaade edilmektedir. Standardın eski sürümlerinde ise, eğer bir cihaz T4 ortamı için yapılmış ise, ne olursa olsun en küçük bir çıkıntının dahi 135 ^{0}C sıcaklığı aşmaması isteniyor idi. Aslında 135 ^{0}C belirlenirken bir emniyet payı da alınmaktadır ve yapılan deneyler bu emniyet sıcaklığı içersinde kalmaktadır. Buna rağmen yukarıda izah ettiğimiz deney çok önemlidir. **Bilhassa kendinden emniyetli devrelerin olmaz ise olmaz**ıdır. Çünkü KE devrelerde bol miktarda küçük eleman mevcuttur ve KE devreler açıkta ve gerilim altında tamir edilebilmektedir. D-tipi bir parçanın içersindeki küçük parçaların bu şekilde denenmesi zaten akla dahi gelmemektedir. Çünkü d-tipi muhafazanın dış yüzey sıcaklığı önemlidir. Teorik olarak iç kısımda patlamaya müsaade

edilmektedir. Bu deneylerdeki diğer önemli bir nokta da, pratikte çok küçük parçaların azami yüzey sıcaklıklarının ölçülmesinin zor oluşudur. Lazerli özel ölçü aletleri var ise de bu aletler de belli yüzeyin ortalamasını almaktadırlar. Patlayıcı gaz ortamında yapılan bu deney ile örneğin KE bir baskı devrenin tehlikeli olup olmayacağı kolayca tespit edilebilmektedir.

10) METAL OLMAYAN MUHAFAZA ve MUHAFAZA PARÇALARI

Deneylerde en yüksek servis ısısı 10-15 K kadar artırılırken en küçük servis ısısı 5-10K kadar küçültülür.

11) ISIYA, HARARETE DAYANIM TESTİ

Metal olmayan alet veya parçanın (komponentler) ön görüldüğü ısı grubuna göre aşağıdaki tabloda verilen süreler kadar ısıl dayanım testine tabi tutulurlar.

Tablo: Termik dayanım test süreleri

Servis sıcaklığı Ts	Test şartları	Alternatif test
Ts $\leq$ 70 ^{0}C	% 90±5 bağıl nem ve 80 ^{0}C den az olmamak kaydı ile T=Ts+20K sıcak ortamda en az 672+30 saat kadar bekletilecek.	
70 ^{0}C < Ts $\leq$ 75 ^{0}C	% 90±5 bağıl nem ve 80 ^{0}C den az olmamak kaydı ile T=Ts+20K sıcak ortamda en az 672+30 saat kadar bekletilecek	% 90±5 bağıl nem ve 90 ^{0}C sıcaklıkta en az 504+30 saat bekletilecek ve peşine kuru ortamda T=Ts+20K sıcaklıkta en az 336+30 saat kadar bekletilecek
Ts > 75 ^{0}C	% 90±5 bağıl nem ve 95±2 ^{0}C sıcaklıkta en az 336+30 saat bekletilecek ve peşine T=Ts+20K sıcaklıkta en az 336+30 saat kadar tekrar bekletilecek	% 90±5 bağıl nem ve 90 ±5^{0}C sıcaklıkta en az 504+30 saat bekletilecek ve peşine kuru ortamda T=Ts+20K sıcaklıkta en az 336+30 saat kadar bekletilecek

Bu deneyin ardından malzemeler 20±5 ^{0}C sıcaklıkta ve %50±5 bağıl nem ortamında 24 saat bekletildikten sonra aşağıda izah edeceğimiz soğuma dayanım testine alınırlar.

12) SOĞUĞA DAYANIM TESTİ

Alet veya parçalar minimum servis sıcaklıklarının altına kadar soğutulmuş bir ortamda 24 saat bekletilmektedir. Hararete dayanım testinde olduğu gibi uzun süreler bekletilmesine gerek loktur. Cam ve seramik gibi malzemeler soğuktan pek etkilenmeyeceklerine göre bu tip malzemelerde soğumaya dayanım testine gerek yoktur.

13) IŞIĞA DAYANIM TESTİ

Işığa dayanım testi ISO 4892-2 ye göre yapılır. Bu iş için 80x10x4 mm ebatlarında 6 adet numune hazırlanır. Böyle bir numune hazırlanamıyor ise sertifika alacak aletin dış gövdesinin yapıldığı suni maddeden başka uygun parçalar alınır. Bu numuneler xenon lambasından gün ışığı elde edilen bir test ortamında 65 ^{0}C sıcaklıkta 1000 saat süre ile ışık altında bırakılır. Bu ışınlamanın sonunda numuneler darbe testine tabi tutulurlar. Hiçbir numunenin şekli değiştirmemeli, ezilip kırılmamalıdır.

14) KİMYASAL MADDE GİRİŞİNE KARŞI MUKAVEMET DENEYİ

Bu deney yalnızca I. Grupta çalışacak suni maddeden yapılı alet veya alet parçalarında tatbik edilir. Diğer gruplardaki aletler için böyle bir teste gerek yoktur. Bu iş için 4 adet numune alınır. İki adeti madenlerde kullanılan ve gres karışımı içersine atılır. Diğer iki adeti de yine madenlerde kullanılan hidrolik sıvı içersine atılarak, 50 ^{0}C sıcaklıkta 24 saat kadar bekletilirler. Bundan sonra 26.4 de belirtilen mekanik dayanım ve IP testine sıra gelir. Numunelerin tamamı bu deneyleri başarı ile atlatabilmelidir.

15) YÜZEY DİRENÇ TESTİ

Metal olmayan aletlerin en önemli özellik testlerinden biri de yüzey direncinin tespiti yani anti statik olup olmadığının belirlenmesidir. Bu maksatla müsait ise aletin yüzeyine müsait değil ise aletin imal edildiği malzemenin dikdörtgen biçimi düz bir parçasına test uygulanır. 1 mm 2 kare kesitli ve 100 mm boyundaki iki elektrot iletken bir boya ile dikdörtgen parça üzerine yapıştırılır. 10 mm ara ile duran bu iki elektrota 65 saniye süre ile 500 Volt DC tatbik edilir. Çekilen akım ölçülür. Ölçülen bu akım ile gerilimin oranı (R=V/I) yüzey direnci değerini verir. Bulunan bu değer 10^9 ohmu aşmamalıdır. Diğer bir söz ile çekilen akım 0,5 µA dan küçük olmamalıdır. Isı ve nemin etkisini elimine etmek için teste tabi tutulacak parça, 23 ±2 ^{0}C sıcaklık ve %50 veya %30 bağıl nemde belli bir süre bekletildikten sonra teste alınmalıdır.

Anti statik ölçüm için farklı standart ve metotlar vardır. Bu metotlar neden kullanılmamış da IEC 60079-0'da özel bir yöntem ortaya konulmuştur, anlaşılamamıştır. Bildiğimiz kadarı ile antistatik sanayi malzemeleri ayrı bir metot ile test edilmektedir ve farklı standardı vardır.

16) KAPASİTANS, SIĞA ÖLÇÜMÜ (madde 26.14)

Kapasitansı ölçülecek cihaz mümkün ise komple monte edilmiş halde olmalıdır. Test edilecek cihaz bir iklimlendirme ortamında 23 ^{0}C ve %50 bağıl nemde 1 saat kadar bekletildikten sonra, topraklanmamış bir metal plaka üzerine yerleştirilir. Bu plakanın yüzeyinde boya veya pas olmamalıdır. Yakın civarda elektrikli alet bulunmamalıdır. Sonra bir kapasitans metre ile metal plaka ile teste tabi cihazın metalik uçları arası kapasitans ölçülür. Bu ölçümlerin nasıl yapılacağı IEC 60079-0 madde 26.14 detayları ile yazılıdır. IEC 60079-0'ın 4.sürümünde ölçülen kapasite değerleri (uF) düşürülmüş ve 6. sürümünde hafifletilerek standarttaki tabloda verilen değeri aştığında X) işareti ile açıklık getirilmesi istenmektedir. Ayrıca 4.sürümde anti statikle ilgili "bez sürtme" gibi mevcut olan metotlar 6.sürümde kaldırılmıştır. IEC 60079-0 son sürümlerinde metal olmayan malzemelere bazı esneklikle getirmiştir. Anlaşılan odur ki, suni maddelerle ilgili gelecekte çok şeyler değişmeye gebedir.

BÖLÜM IV

KENDİNDEN EMNİYETLİLİK ÖZ GÜVENLİK, İÇSEL GÜVENLİK

6.00 KENDİNDEN EMNİYETLİLİK

INTRINSIC SAFETY, CADMIUM SAFE, EIGENSICHERHEIT, INHERENT SAFETY

6.10 KISA TARİHÇE

Sıkı tedbirler her zaman bir kaza sonucu alınmıştır. Kaza olayıyla ilgili bir nizamname yok ise yeni bir nizamname veya yönetmelik yayınlanıp yürürlüğe konulmuş; var ise olay doğrultusunda ilaveler yapılıp tedbirler alınmıştır.

Kendinden emniyetliliğin doğuşu da böyle olmuştur. Bu konuyu ortaya çıkaran kazalar ilk defa İngiltere de tespit edildiğinden kendinden emniyetliliğin öncülüğünü de İngilizler yapmışlardır.

1900'lerde hızla gelişen elektrik endüstrisine paralel olarak üretilen elektrik aletleri aynı hızla madenlerde kullanılmaya başlanmış ve bunun sonucu olarak elektrik aletlerine dayalı kazalar da yükselmiştir. 1911'de İngiltere'de çıkarılan maden kanununa (the coal mines act) bu konuyu içeren maddeler ilave edilmiş ve "elektrikli aletlerde ark çıkarmaya ve grizuyu patlatmaya karşı önlem alınması" zorunluluğu getirilmiştir. Ne var ki o devirde alınan önlemler, bugünkü gibi tam tarif edilmiş ve standart hale getirilmiş değil idi. Ancak tecrübelere dayanılarak bazı önlemler alınıyordu. Alev sızmazlıkla ilgili ilk standart İngiltere'de ancak 1926 yılında yayınlanmıştır. 229 nolu bu British nizamnamesi (BS229: Flameproff enclosures) elektrikli aletlerin yapıları ile ilgili uyulacak koşulları içermekte uygulama ile ilgili detaya girmemektedir.

Maden kanununun hemen peşine yayınlanan elektrik nizamnamesi genel anlamda tedbir alınması, ark çıkaran kısımların kapatılması, koruma devrelerinin gecikmeden çalışması gibi genel hususları içeriyor, sinyal ve telefon tesislerini kapsamıyordu. Yapılan en önemli değişiklik bugün dahi geçerli olan "elektrikli aletlerin grizunun %1,25'e çıkması halinde çalıştırılmaması ve elektriğin kesilmesi" şartı idi. Bu oran metan alt patlama sınırının (%25) dörtte biri kadardır. Türkiye'de bugün geçerli nizamnameye göre, grizu %1,5'i aşınca elektrikli aletler çalıştırılmaz ve o yerin elektriği komple kesilir.

1911 tarihli nizamnamede haberleşme ve sinyal cihazlarının yer almaması, o devirde bu cihazların metanı patlatmayacağı ve madeni tehlikeye düşürmeyeceği gibi bir kanının var olmasından kaynaklanmaktadır.

İngiltere de 1911'de çıkarılan yeni maden kanunu ile, madenlerdeki kazaların önleneceği ve en azından düşeceği beklenirken, büyük kazalar kendini göstermeye devam etmiştir. 1912'de sebebi bilinmeyen iki büyük kazanın peşine 1913'de SENGHENYD madeninde 400 kişinin ölümü ile sonuçlanan, sebebi meçhul üçüncü büyük kazanın yaşanması o devirde büyük tepkilere yol açmıştır. Bu tip kazaların bir daha meydana gelmemesi için devrin İngiliz hükümeti seferber olmuş ve Üniversiteleri yardıma çağırarak bir araştırma komisyonu oluşturup olayın geniş çaplı incelenmesini istemiştir.

Senghenyd'deki patlamanın nedeni kesin olarak bilinmiyorduysa da büyük ihtimal ve tereddüt sinyal sisteminde odaklanıyordu. Çünkü en büyük tahribat, sinyal düzeneği bulunan bir çıkış galerisinde idi ve patlamanın buradan başladığı şüphe götürmüyordu. Burada kullanılan sinyal tertibatı, açık uçları birbirine değdirilerek vinç operatörüne sinyal veren zillerden oluşuyordu. Ziller sıvı löklanşe pillerinden besleniyor ve sinyallerde bugünkü gibi butonlarla değil galeri (varagel=meyilli galeri) boyunca uzanan çıplak galvanizli teller birbirine değdirilerek veriliyordu.

Sinyal sisteminin patlamaya neden olup olmadığını araştırmak üzere görevlendirilen Profesör R.V.Wheeler yaptığı deneylerde: burada kullanılan ve 6 adet löklanşe pilinden oluşan bataryanın uçları, doğrudan (yani hiçbir çan bağlamadan) kısa devre edildiğinde çıkan arkın (etrafındaki patlamaya müsait) metan gazını ateşlemediğini, fakat bataryanın uçlarına zil bağlanıp denendiğinde durumun değiştiğini ve metan gazını ateşlediğini tespit etmiştir.

Bataryanın ucuna zilleri bağlayıp çancının yaptığı gibi sinyal verilmeye başlandığında durum gerçekten değişmekte çıkan ark daha da şiddetlenmektedir. Olayın o devre göre ilginçliği ve akla gelmeyen yönü burasıdır. Enerji kaynağı (löklanşe pili) doğrudan kısa devre edilip, yani açılıp kapandığında çıkan arkın enerjisi etrafındaki metanı ateşlemeye yetmezken, devreye bağlanan bir zil bobini dolayısı ile çıkan arkın enerji seviyesi yükselmekte ve grizuyu ateşleyebilmektedir. Aslında zil bobininin bir direnç teşkil etmesi, dolayısı ile akımı sınırlayarak çıkan arkı zayıflatması gerekir gibi düşünülürken sonuç tersine çıkmaktadır. Çünkü zil bobini yalnızca bir direnç teşkil etmemekte ve manyetik yapısı dolayısı ile enerji depolamaktadır. Burada unutulan ve o devirde pek bilinmeyen, bobinlerin bu özelliği yani enerji depolamalarıdır.

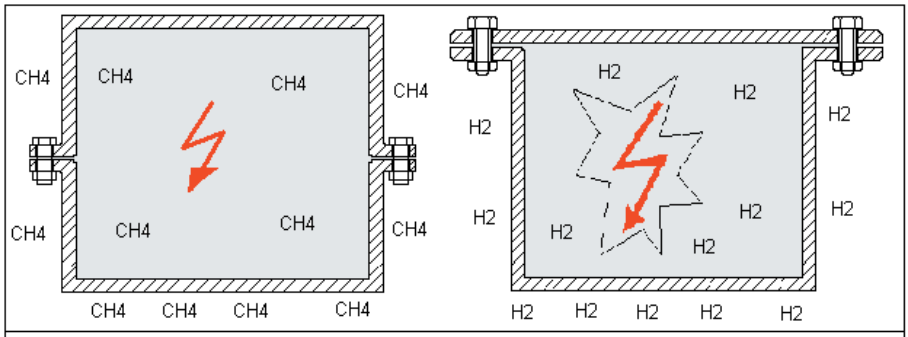
Profesör Wheeler araştırmalarına devam etmiş ve patlamayı akım ile devrenin endüktansının etkilediğini görmüş fakat voltajın etkilemediğini yazmışsa da ilerde izah edeceğimiz gibi belli seviyeden sonra voltajın (gerilimin) etkisi de büyüktür. Wheeler çeşitli zil bobinleri ile deneyler yapmış, minimum ateşleme akımını ve minimum bobin endüktansını tespite çalışmıştır. Emniyetli zil yapımına ve kendinden emniyetli devre dizaynı ve alet yapımı konularında büyük katkıları bulunmuştur. Bu teknolojinin babası sayılan bir bilim adamıdır. İlerde bahsedeceğimiz gibi zillerin devresine paralel veya seri direnç bağlanması veya şönt sargı gibi önerilerde bulunmuştur.

6.11 KENDİNDEN EMNİYETLİLİK NEDİR?

Kendinden emniyetliliği anlamak için evvela alevsızmazlık (flameproof) ve patlatmazlık (exproof) nedir bilmemiz gerekir. Bu tip aletlerde 6.01 nolu resimde izaha çalıştığımız gibi alet içersindeki patlama dışarıya sirayet etmez, yani isminden de anlaşılacağı gibi alev dışarıya sızmaz. Alet gövdesinin gaz sızdıran bağlantı yüzeyi, herhangi bir nedenle içeriye sızıp patlayan gazın ürettiği alevi soğutacak şekilde yapılmıştır ki bu nedenle dışarıda bulunan gaz alev almaz. Aletin gövdesi de patlamanın meydana getirdiği basınca dayanacak mukavemette imal edilmiştir

İçerdeki patlama aralıklarla sürekli devam ederse ne olur? Bu durumda alev sızmazlık özelliği bozulur. Çünkü gövdenin flanş yüzeyleri ısınır ve alevi soğutacak gücü kalmaz. Bu nedenle bu tip aletler 6 adet peş peşe patlamaya göre denenir. Kısacası 6 adet peş peşe patlamada sızdırmıyor ise o mahfaza alevsızmaz özelliğe sahip demektir. Bu nedenledir ki madenlerde grizu %1,5'i aşınca elektriğin kesilmesi şartı konulmuştur. %1,5 genel ortam içindir, kenarlarda ve alet içersinde biriken gaz, patlama oranına ulaşıp alev alabilir. Kendinden emniyetlilikte böyle bir sınırlama yoktur. **Adından da anlaşılacağı gibi bir nevi doğuştan emniyetlidir.** Herhangi bir özel mahfaza ve koruma altına almaya da gerek yoktur.

Kendinden emniyetli devrede en kötü şartlarda dahi çıkan ark etrafındaki patlayıcı ortamı, patlatacak güce ve enerjiye sahip değildir. Bu nedenle her nevi elektrikli alette uygulanamaz, ancak düşük gerilimli kumanda ve kontrol devrelerinde tatbik edilebilme imkanı bulunmasına rağmen çok yaygın bir kullanım sahası vardır. Çünkü her nevi alet ve tesisin bir kumanda tertibatı olacaktır. Ayrıca telefon, telsiz ve data nakil gibi haberleşme aletleri de günümüzde kendinden emniyetli imal edilmektedir.



Resim 6.01: Alevsızmazlık deneyi prensip şeması

Alevsızmazlık (flameproof) ve patlatmazlık da (exproof) önemli olan cihazın mahfazası yani gövdesidir (enclosure). Yalnızca cihaz gövdesinin kendisinin FLP veya EX yapıya sahip olması yeterlidir. İçersine yüzey ısısını artırmamak kaydı ile her nevi alet konabilir, bir sınırlama yoktur. Kendinden emniyetlilikte ise devreden söz edilir. Herhangi bir alet kendi başına kendinden emniyetli değildir, olsa dahi ilerde bahsedeceğimiz gibi (Senghenyd madeninde olduğu gibi) diğer aletlerle rastgele birleştirildiğinde tehlike arz edebilir. Bu nedenle unutulmamalıdır ki, **KENDİNDEN EMNİYETLİ ALET DEĞİL öncelikle KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRE VARDIR.**

Kendinden emniyetli devrelerin kullanımı özellik arz etmekte ve bilgi düzeyi yüksek işçilik dolayısı ile mühendislik hizmeti gerektirmektedir. İleriki bölümlerimizde de bahsedeceğimiz gibi, kendinden emniyetli devreleri, işletmeye alan, çalıştıran ve bakımını yapan elemanların kullandıkları aletlerin ne olduğunu ve kendinden emniyetliliğin ne anlama

geldiğini çok iyi bilmeleri gerekir. Rastgele herhangi bir tadilat elektriki olarak sistemi çalıştırabilir ise de hiç farkına varılmadan kendinden emniyetlilik dolayısı ile exproof şartları bozulmuş olabilir. Bu nedenle:

1. Kendinden emniyetli devreler için bir renk standardı öngörülmüştür ki hatalı bağlantılar mümkün mertebe önlenebilsin. K.E. kablo ve aletler açık mavi renge boyalı olmak zorundadır. Bu şarta uymayan İngiltere ve ABD'de IEC etrafında birleşme dolayısı ile aletlerini açık mavi renge boyayarak piyasaya sürmektedirler. Bu konuda IEC 60079-14 madde 12.2.2.6 da izahat mevcuttur.

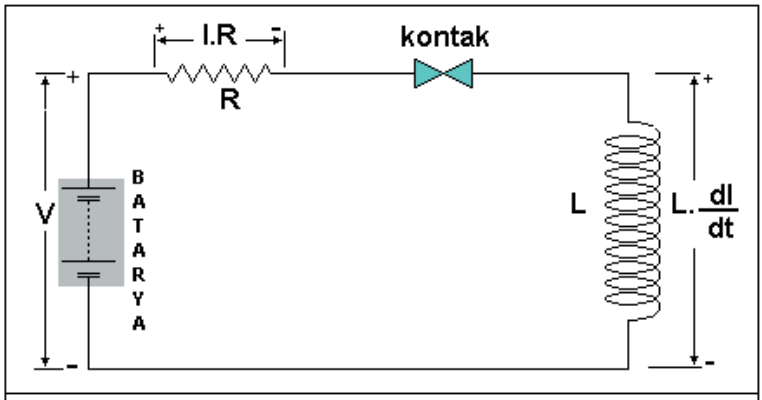
2. KE devrelerde kullanılan aletlerin tamir ve bakımı ancak yetkili servislerce yapılmak zorundadır. Çünkü keyfi ve rastgele değişiklik KE özelliğini bozabilir. Anlamsız gibi görülen elemanların hep bir anlamı vardır. Alevsızmaz aletlerde durum farklıdır. FLP veya Ex-d tipi gövdenin içersinde tadilat yapılabilir. Çünkü burada önemli olan gövdedir. Aslında tüm exproof aletler akredite edilmiş ve servis belgesi verilmiş bir kuruluş tarafından yapılmış olmak zorundadır. Bu konular henüz uygulamaya geçmemiş ve oturuşmamıştır.

3. Basit siviç ve saire gibi içersinde enerji depolayan elemanı bulunmayan aletler KE devrelerde kullanılabilir ve KE özelliğini de bozmazlar. IEC 60079-11 de basit alet ve etkisiz eleman (simple apparatus, passive component) tabir edilen bu tip enerji depolamayan aletler rahatlıkla kullanılabilir. Fakat herhangi bir işçilik hatası ve rast gele kullanım gibi karışıklıkları önlemek maksadı ile KE devresine bağlanan aletlerin üzerine **"YALNIZCA KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRELER İÇİNDİR"** ibaresi yazılır. Bu konuda bildiğimiz kadarı ile, zorlayıcı herhangi bir standart yoktur. Federal Alman uygulaması bu yöndedir ve bu nedenle Alman yapımı KE aletlerin üzerinde (NUR FÜR EIGENSICHERE ANLAGEN) ibaresi okunmasının nedeni budur. İngilizler henüz uymadıkları için Türkiye'ye gelen İngiliz ve Amerikan KE aletlerinin üzerinde böyle bir damga görülmez. Türkiye gibi bir ülkede benzeri uygulamanın yararlı olacağı şüphesizdir.

6.12 KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRE PLANLAMANIN ESASLARI

Bir elektrikli devre açılıp kapandığında ufakta olsa bir ark çıkarır. Bu ark devrede depolanmış olan enerji düzeyine bağlıdır. Devre içersinde depolanan enerji, devre açıldığında boşalacak (ark olarak), devre kapandığında dengelenecek ise de, devrenin kapanması esnasında yine de ark çıkmaktadır. Bu nedenle en fazla ark, açılma esnasında çıkmaktadır. Çünkü depolanmış enerjinin hava aralığından başka harcanacak yeri yoktur.

Elektriki devreler fiziksel ifadesi ile R,L,C elemanlarından oluşur. R omik direnci, L endüktiviteyi, C de kapasitansı (sığa) temsil eder. L ve C kendilerini alternatif akımda, yani zamana göre değişen akımda gösterirler. Açıp kapama olayları da zamana göre değişkendir. Normal bir doğru akım devresinde (DC) endüktivite ve sığaç düşünülmez iken, açıp kapama anında kendilerini hemen gösterirler. Burada basit ve pratik kanunlar değil, genel elektrik kanunları (Maxwell) geçerlidir.

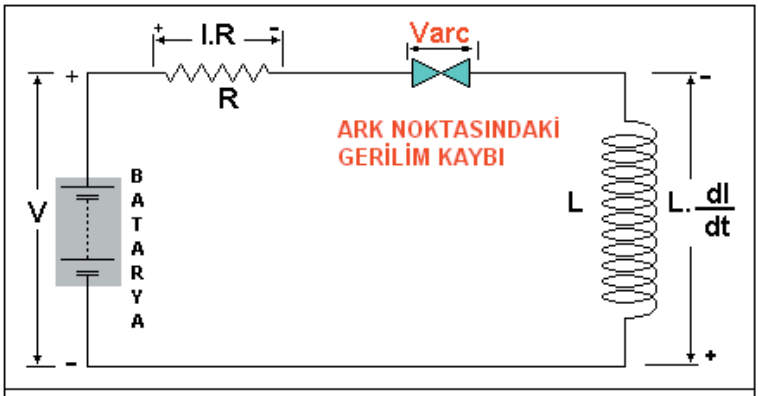


Resim 6.02: Basit zil devresi ark yapmadan önce

Resim 6.02 deki gibi, bir endüktif eleman (L) üzerinden I akımı geçiyor ise depolanan enerji: $E=1/2.(L.I^2)$ formülü ile ifade edilir. Bir C kapasitansı üzerinde V gerilimi var ise, bu sığaç içerisinde depolanan enerji: $E=1/2.(C.V^2)$ formülü ile ifade edilir.

Eğer bir kondansatöre (C) doğru akım tatbik edilirse içersinden akım geçmez. Fakat yukarıdaki formülle verilen enerji üzerende yüklü beklemektedir.

Endüktans (L) bir bobinden, üzerine tel sarılı bir makaradan ibarettir. DC verilirse içerisinden, (tellerin omik direncine orantılı olarak) bir akım geçer. Fakat teşkil ettiği manyetik alan içersinde bir enerji (endüktif enerji) yüklüdür. Açıp kapama esnasında bu manyetik alan içerisinde depolu enerji varlığını hemen belli eder. Doğru akım ile çalışan ziller de bir bobinden ibarettir. Kısaca bataryanın enerjisi dışında zilin bobinleri arasında manyetik olarak saklı ilave bir enerji daha mevcuttur. İşte kendinden emniyetliliğin bilinmediği ve elektroteknik bilgilerin henüz gelişmediği dönemlerde unutulan faktör budur.



Resim 6.03: Basit zil devresi ark esnasında

Resim 6.02 ve 6.03 de şekli verilen devrede L endüktansı, R'de hat ve bobinin omik direncini temsil etmektedirler. Bu devre, zilin normal çalışmasında olduğu gibi, kapanırken V gerilimi şu formül ile ifade edilmektedir:

$$V = I.R + L.di/dt$$

Burada görüldüğü gibi bataryadan V=I.R'ye (bilinen Ohm kanununa) uygun olmayan farklı bir akım çekilir. Yani basit Ohm kanunu geçerli değildir.

L.di/dt kısmı, bobinin (zilin) oluşturduğu manyetik alan için lüzumludur. Burada harcanan enerji ise dt üzerinden V.I'nin entegrali alınarak bulunabilir.

P= V.I elektriki gücü verir

E= V.I.t " enerjiyi verir

$$E = V.I.dt = (I^2.R + L.I.dI/dt)\, dt$$

$$= I^2.R.\, t + L.\, I.dI$$

$$= I^2.R.\, t + 1/2.L.I^2$$

Burada $I^2.R.\, t$, faktörü t zamanı içersinde omik direnç üzerinde harcanan enerjiyi verir. Enerjinin diğer bileşeni $1/2.L.I^2$ kısmı ise nereye gidecektir? Bu enerjinin büyük bir kısmı arka dönüşüp ısı olarak harcanır. Çok küçük bir kısmı da manyetik dalga olarak etrafa yayılır. Biz tümünün ark üzerinde kaybolduğunu kabul edersek hata yapmış olmayız. Bu durumda gerilim formülünü şu şekilde yazabiliriz:

$$V + L.di/dt = I.R + Varc$$

Burada V=I.R ve Varc=L.di/dt yerini almış olur. Çünkü açıp kapama olayı başlamadan önce V=I.R geçerlidir. Bu kısaltma ile ark olayından Varc (Varc=L.di/dt) gerilimini sorumlu tutabiliriz.

Unutulmamalıdır ki bir bobinde endüklenen gerilimin yönü Faraday kanununa göre, bobin ucuna tatbik edilen DC geriliminin tersi yöndedir ve onu yok etmeye çalışır.

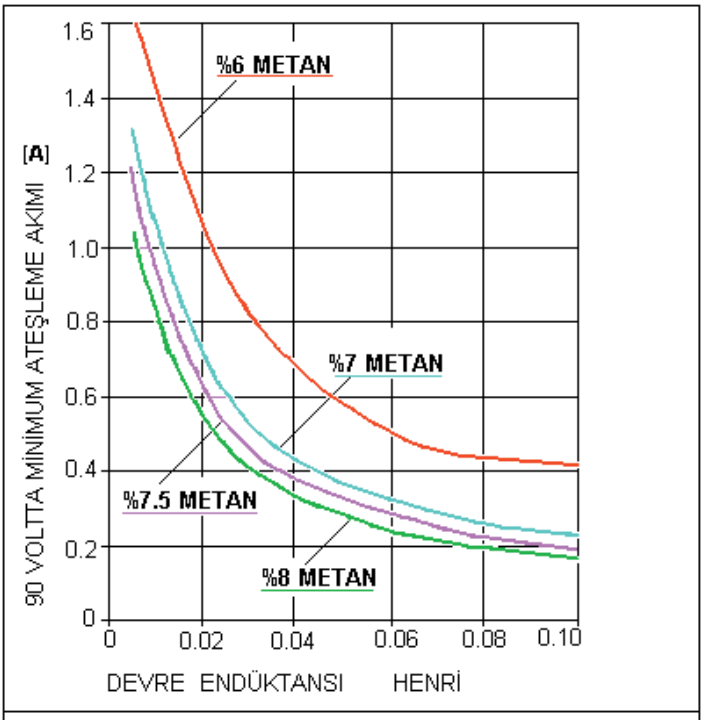
$$Varc = L.di/dt$$

Formülünün yorumunu yaparsak, ark olayına sebep olan gerilimin, devrenin toplam endüktansı (L) ile doğru, zaman ile ters orantılı olduğunu söyleyebiliriz. Devre ne kadar hızlı açılırsa gerilim o kadar yüksek olur. Akımın zamana göre değişimi esastır. İlk bakışta Varc'ın besleme voltajı V'den bağımsız olduğu zannedilir ise de, kapamanın başlangıç anında (t=0) i akımının değerini, (V=I.R formülü dolayısı ile) V gerilimi belirler. Aynı zaman da V geriliminin düşük olması ark geriliminin (Varc) dolayısı ile çıkan arkın hafif olacağı anlamına da gelmez. V gerilimi ne kadar düşük olursa olsun akım yüksek ise, ark gerilimi (Varc) büyük olur. Dolayısı ile grizuyu (patlayıcı ortamı) tehlikeye düşüren arkın şiddeti de o oranda artar.

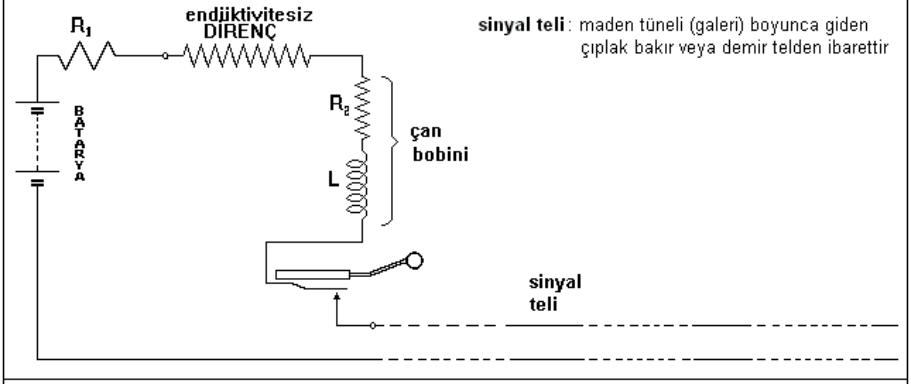
Profesör Wheeler yaptığı ilk deneylerde I akımını düşürmeye ve metanın patlamasını önleyen azami R omik direncini bulmaya çalışmıştır. Bu işler için ilerde izah edeceğimiz test cihazına benzer bir deney tertibatı geliştirerek çalışmalar yapmıştır.

Wheeler yaptığı deneylerinde endüktiviteyi hesap edebilmek için demir nüveli değil, ağaç üzerine sarılı bobinler kullanmış ve akımı da bir potensiyometre ile sınırlayarak, metan gazını patlatabilen minimum ateşleme akımını tespite çalışmıştır. O devirde çeşitli endüktanslar ile yaptığı deneyler ve elde ettiği sonuçlar resim 6.04'de verilmiştir.

Wheeler bu sonuçtan, ya endüktivitenin (L) veya akımın (I) değiştirilerek, yani bu değerlerin emniyetli sınırlara alınarak, patlamanın önlenebileceği hükmüne varmıştır. Bu bulgusunu, o devirde kullanılan çeşitli tip zillerde denemiş ve Resim 6.05'de görüleceği gibi, selfi (endüktansı) olmayan dirençleri zil devresine seri bağlayarak zillerin emniyetle kullanımını sağlamıştır. Tabii bağlanan bu dirence rağmen ziller çalışabilmekte ve ses verebilmektedir. Prf.Wheeler o devirde ya seri direnç bağlanmasını veya bobinlerin, direnci bakıra karşın 6 kat daha yüksek olan bronz tellerden sarılmasını önermiştir. Bobin uçlarına bağlanacak paralel direnç de aynı işi görebilir ise de bataryayı akım yönünden fazla yüklemesi istenmeyen bir dezavantajdır.

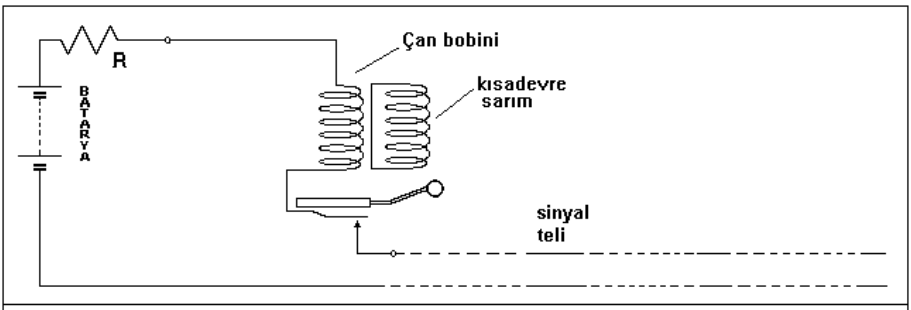


Resim 6.04: Minimum ateşleme akımını veren endüktans eğrileri, Prf.Wheeler'in ilk deney sonuçları



Resim 6.05: Seri direnç bağlı zil tertibatı

Wheeler daha sonra zillerin gücünü düşürmeden, yani amper sarımla oynamadan, L endüktivitesini düşürmenin yollarını aramıştır. Bu maksatla Resim 6.06'da görüldüğü gibi iç içe sarılı, yani çift sargılı zil bobinleri yaparak denemiş ve sonucun daha elverişli olduğunu, hem zilin iyi çalıştığını ve hem de emniyetin arttığını görmüştür. İkinci sargıların kısa devre edilmesi ile, açıp kapama olayındaki arkın şiddetinin azaldığını ve enerji seviyesinin düştüğünü tespit etmiştir. Açıp kapama anında, zil bobininde açığa çıkan manyetik enerji kısa devre edilen diğer bobinde kaybolmaktadır. Çünkü bu bobinler iç içedirler. Diğer bir deyiş ile manyetik olarak akupleli yani birbirlerine bağlıdırlar.

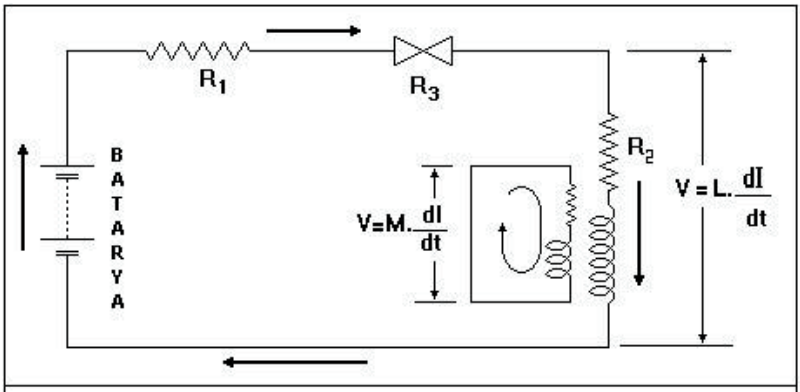


Resim 6.06: Kısa devre sargılı zil tertibatı

Tablo 6.01'de iki ayrı bobinin deney sonuçları görülmektedir. Biricisinde iki ayrı bobin kullanılırken ikincisinde aynı bobine üst üste sarılı iki ayrı sarım tatbik edilmiştir. Üst üste sarılıda manyetik kuplaj daha iyi olduğu için minimum ateşleme akımı (MAA) daha yüksektir (2.3A). Yani bu tip uygulamada KE daha iyi sonuç vermektedir. Bu bobinler, ikinci sargıları hem açık ve hem de kapalı iken denenerek sonuçları tablo 6.01 de kısaca özetlenmiştir.

Tablo 6.01: Kısa devre bobinleri ile yapılan deney sonuçları				
	İlave sarımlı çift bobin		İlave sarımlı tek bobin	
	açık devre	kapalı devre	açık devre	kapalı devre
bobin veya bobinlerin DİRENCİ	20 Ω	20 Ω	10 Ω	10 Ω
Çan bobininden geçen AKIM	0.47 A	0.47 A	0.70 A	0.70 A
Çan çalışmasını durduran azami DİRENÇ	100 Ω	115 Ω	75 Ω	95 Ω
Azami direnç devrede iken geçen AKIM	0.10 A	0.09 A	0.14 A	0.12 A
Ateşleme için gerekli olan minimum ateşleme AKIMI (MAA)	0.30 A	1.55 A	0.48 A	2.3 A
Akımı, MAA'yı indiren asgari DİRENÇ	17 Ω	--	10 Ω	--
MAA'yı elde etmek için gerekli olan VOLTAJ	--	38 Volt 26 kuru pil	--	31 Volt 21 kuru pil
Not: güç kaynağı olarak 10 adet seri bağlı sıvı löklanşe hücresi kullanılmıştır.				

Kısa devre bobini yerine, sargıların altına manyetik olmayan, bakır, pirinç ve benzeri metalden yapılı, bir kovan konulabilir. Bu kovan tek sarımı olan ikinci bobin gibi iş görür ve açıp kapama esnasındaki manyetik enerjiyi üzerine alır. Böyle bir şöntün, sargıların açık kalmaması gibi avantajı da vardır. Yapımı basit ve maliyeti düşüktür. Dezavantajı ise karşılıklı endüktansın hesaplanmasının zorluğu ve ne olacağının bilinmemesidir. Resim 6.07'de görüldüğü gibi zil bobinindeki (ana sargılardaki) endüklenen gerilim L.di/dt'dir. Ana sargının tüm manyetik akısı, bakır şönt tarafından tamamiyle kavranamaz. Aradaki karşılıklı endüktans M ise, şönt kovanda endüklenen gerilim M.di/dt kadardır.



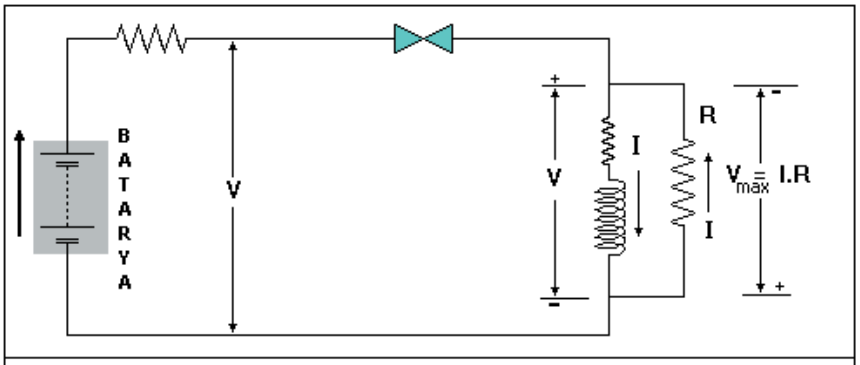
Resim 6.07: Şönt kovanlı zil bobini elektrik devresi

Ana devrede ve şönt içersinde ne kadar enerji kaybolduğu ve aralarındaki oran, bu devrelerden akan akımın kolaylığına, yani omik direncine bağlıdır. Bu devrelerin iç dirençlerini resim 6.07'de incelersek ana zil devresi:

Batarya iç direnci	R1
Bobin sargı direnci	R2
Kontak direnci	R3'den oluştuğunu görürüz.

Bakır şöntün direnci çok düşüktür. Kontak direnci R3 ise açılıp kapanma esnasında ve kısa bir sürede sonsuz ve sıfır değerlerini alır. Bu durumda, en büyük enerji kaybının şönt içersinde zuhur ettiği aşikardır. Kısacası, açıp kapama esnasında açıkta kalan manyetik enerjiyi şönt kovan üstlenir.

Hangi şöntün ne sonuç vereceği ve devreyi koruyup korumadığı deneyle tespit edilir. Bir prototip yapılarak denenir ve gerekirse değiştirilerek en iyi sonuç bulunur. Bu işlerde, kovan yerine daha ziyade uçları birbirine lehimli kalın bakır sargılar tercih edilir. Sonuç daha da verimli tatbiki de kolaydır.

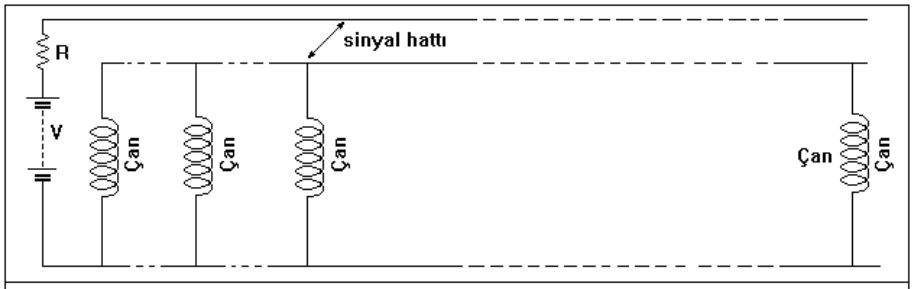


Resim 6.08: Şönt dirençli zil bobini elektrik devresi

Wheeler şönt bobinden başka diğer yöntemleri de denemiştir. Bunlardan biri ve etkili olanı Resim 6.08'de görüldüğü gibi, zil bobini uçlarına selfi olmayan omik dirençlerin paralel bağlanması yöntemidir. Bu metotla da arkın seviyesi kolayca düşürülüp istenen emniyet sağlanabilmektedir.

Devre açılmadan önce zil bobininden I akımı geçiyor ve üzerinde de V gerilimi var ise, devre açıldığında endüksiyon kanunu gereği, direnç içersinden I seviyesinden başlayan ve kısa zamanda sıfıra inen bir akım geçer. Bu durumda endüklenen gerilim Vmax=I.R değerini aşamaz. Buradan görüleceği üzere, R direnci ne kadar düşük olursa, endüklenen gerilim, diğer bir deyişle ark gerilimi o kadar zayıf kalır. Fakat, direnci düşürmekle zil bobinine verilen faydalı akım da düşeceğinden, belli bir seviyenin altına inilemez. Ayrıca bu direnç bataryadan lüzumsuz yere fazla akım çekilmesine de neden olmaktadır. Zaten Profesör Wheeler ilk teklifini bu yönde yapmış ise de, bataryadan fazla akım çekmesi nedeni ile bu yöntem pek kabul bulmamış ve zamanla terk edilmiştir.

Bu tip paralel dirençlerle koruma, manyetolu ocak telefonlarında yıllarca uygulama alanı bulmuş ve öncelikle tatbik edilmiştir. Manyeto jeneratörü çıkışına paralel direnç konularak arkın şiddeti önlenmektedir. Burada gerekli enerji bataryadan değil insan elinden sağlandığından, elin bir miktar daha yüklenmesi batarya gibi mahsur teşkil etmemektedir. Bu nedenledir ki, yer altı manyetolu telefonlarının yer üstünde bürolarda kullanılanlara nazaran, daha kuvvetli çevrilmesi gerekmekte ve aradaki fark bariz şekilde hissedilmektedir. Zonguldak'taki kömür ocaklarında az da olsa 1990 lı yıllara kadar görülmekte olan manyetolu telefonlar tamamen kalmamış ve müzelerde yerini almıştır



Resim 6.09: Birden fazla zil bağlı sinyal sistemi

6.13 KENDİNDEN EMNİYETLİ SİSTEMLER

Senghenyd madenindeki kazadan sonra, Prf.Wheeler tarafından yapılan araştırmalarda açık devre voltajı 25 volt olan sıvı löklanşe pilinin uçları kısa devre edildiğinde grizuyu tehlikeye düşürmediği, ancak bu bataryanın uçlarına zil veya röle gibi manyetik enerji depolayan elemanlar bağlandığında, tehlikeli olduğu ve grizuyu patlatan ark olayından "depolanan bu enerjinin sorumlu olduğu" tespit edilmiştir. Kullanılan cihazların alevsızmaz tipten olması da bir yarar sağlamamaktadır. Kablo kısa devre olduğunda aynı tehlike kendini göstermektedir. Çünkü o devirde sinyalizasyon için galvanizli çıplak çelik teller kullanılıyordu.

Bu olayda yapılan ilk öneri seri dirençlerle bataryanın akımını düşürmek olmuştur. Profesör Wheeler daha ziyade tek, tek cihazların emniyetli sınırlar içerisinde kalmasını denemiş, komple bir tesisi denememiştir. Deneylerinde hep 25 Voltluk sıvı löklanşe pilleri kullanmıştır.

Burada akla gelen soru "Birden fazla zil bobini devrede olduğu takdirde durum ne olur? "Emniyetlilik artar mı azalır mı?"dır. Bu konu, daha sonraki yıllarda Sheffield'deki araştırma merkezi (SMRE) yetkililerinden Captain Platt ve R.A.Bailey tarafından araştırılarak 1928'lerde yayınlanmıştır. Resim 6.09'daki gibi birden fazla zil bobini bağlı olan sistemlerde deneyler yapmışlar ve zil sayısı arttıkça akımın arttığını ve dolayısı ile bağlanabilecek paralel bobin sayısının sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar, şu önerilerde bulunmuşlardır:

1. Batarya voltajının düşürülmesi.
2. Her röle veya zilin kendi emniyet seviyesinin yükseltilmesi
3. Besleme bataryasından çıkan akımın sınırlanması.

Bu öneriler yazımızın devamında tek tek irdelenecektir.

BATARYA VOLTAJININ DÜŞÜRÜLMESİ

Tablo 6.02'de üç ayrı tip zil (çan) ile yapılan deney sonuçları görülmektedir. Burada verilen gerilim emniyetli ark sınırıdır. Yani patlamaya neden olabilecek minimum gerilim seviyesidir. İlerde bahsedeceğimiz gibi, emniyet kat sayısı alınmamıştır. Paralel çan sayısı arttıkça voltajın düşürülmesi gerektiği, tabloda açıkça görülmektedir.

	MİNİMUM ATEŞLEME GERİLİMİ		
PARALEL BAĞLI ÇAN SAYISI	40 Ω dirençli ÇAN A	25 Ω dirençli ÇAN B	50 Ω dirençli ÇAN C
1	28.0	41.5	30.0
2	19.5	32.5	21.0
3	15.5	26.0	16.0
4	13.5	21.5	13.5
5	13.0	20.0	12.0
6	12.5	18.5	11.0
Tablo 6.02: Paralel bağlı çanların asgari ateşleme gerilimleri			

BOBİNLERİN EMNİYETİNİN ARTIRILMASI

Mevcut çanları emniyetli hale getirmenin en basit yöntemi, bobin uçlarına paralel direnç bağlanmasıdır. Bu direncin değeri ne kadar küçük olursa, emniyet faktörü o kadar yüksek olur. Fakat önceki konularımızda da bahsettiğimiz gibi zile giden faydalı akımı etkilediği için belli bir değerin altına da inmek mümkün değildir. Bu husus dikkate alınarak çeşitli tip ziller ile yapılan deney sonuçları tablo 6.03'de verilmiştir. Burada görülmektedir ki, paralel zil sayısı arttıkça direncin değeri de düşmektedir. Bu deneyler 25 Volt sabit batarya voltajında yapılmış olup genel bir kıyaslama imkanı vermemektedir.

Kendinden emniyetliliğin standart hale getirilmediği yıllarda imalatçılar bu gibi yöntemler uygulamışlar ve sonraki yıllarda direnç bağlama tamamen kalkarak şönt kovan ve kısa devre sarım uygulanmaya başlanmıştır.

ÇAN TİPİ	BOBİN DİRENCİ	KORUYUCU CİHAZ	PARALEL BAĞLI ÇAN SAYISI	Şönt direnç (Ohm) *)
TİP C	50	R Şöntü devrede R Şöntü yok	4 -------- 6	100 ------ 75
TİP D	25	Kısa devre: bakır kovan bakır tel	4 -------- 6	55 ------ 35
TİP E	30	R Şöntü devrede R Şöntü yok	4 -------- 6	40 ------ 30
TIP F	50	R Şöntü devrede R Şöntü yok	4 -------- 6	95 ------ 75
Tablo 6.03: Zil uçlarına paralel (şönt) direnç bağlanarak çeşitli sinyal sistemlerinin patlama sınırlarının tespiti *) Çanı eyniyetli hale getiren şönt direnç değeri				

BATARYA (GÜÇ KAYNAĞI) AKIMININ SINIRLANMASI

25 Voltluk sabit gerilimli bataryalarla paralel bağlı madenci çanları üzerinde deneyler yapılmış ve bu deneylerde devreye konan seri dirençlerle akım sınırlanarak, emniyeti sağlayan minimum dirençler tespit edilmiştir. Bulunan bu değerler tablo 6.04de görülmektedir.

Bu yöntem ile bir bataryaya bağlanabilecek azami bobin sayısı tespit edilmektedir ki, bu metot zamanla kabul bulmuş ve uygulanmıştır.

C tipi zil çok az seri direnç gerektirirken, diğerlerinde bu değer yüksek sayılabilirse de, şönt direnç bağlama metoduna göre düşüktür. Bu yöntemin uygulanması çok daha basit olup enerji kaybına da neden olmamaktadır.

	Ana devreye konulan ve emniyetlilik için gerekli olan SERİ DİRENÇ (Ohm)		
PARALEL ÇAN SAYISI	ÇAN A Bobin direnci 40?Ω	ÇAN B Bobin direnci 50 Ω	ÇAN C Bobin direnci 25 Ω
1	0.0	00.0	0.0
2	6.2	04.5	0.0
3	8.4	09.3	0.0
4	8.5	10.3	1.1
5	7.5	10.0	1.3
6	6.7	09.7	1.5

Tablo 6.04: Besleme akımı sınırlanarak KE'nin sağlanması

6.14 ONAYLI GÜÇ KAYNAKLARI

ONAYLI DOĞRU AKIM KAYNAKLARI

1920-30 larda sinyal devrelerinde sıvı löklanşe bataryaları kullanılıyordu. Yapılan araştırma sonuçları ile bu bataryalar daha da yaygın kullanılmaya başlanmıştır. 1,7 litrelik 16 hücreli (gözlü) bir löklanşe bataryasının kısa devre akımı azami 2.6 Amperdir, ki KE yönünden iyi bir akım sınırlaması vermektedir. Bu bataryaların daha sonraları kuru tipleri de piyasaya çıkmış ve böylece o günden bu yana 24 Volt KE devreleri için standart gerilim kademesi haline gelmiştir. Herhangi bir standart bulunmamasına rağmen, o yıllarda 16 gözlü 1,7 litrelik löklanşe pilleri sanki standart güç kaynağıymış gibi kullanılmakta idi.

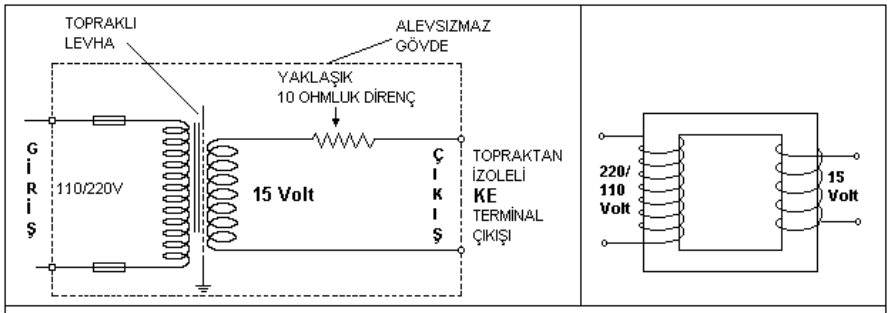
O zamanlar 12 Amper kısa devre akımı veren batarya kullananlar da vardı ki, bu bataryalar Wheeler'in raporu yayınlandıktan sonra değiştirilmiş veya devrelerine seri direnç bağlanarak akımları sınırlanmıştır. Batarya akımını sınırlarken, batarya dışına değil her bir hücreye ayrı ayrı direnç konulması tercih edilmektedir. Çünkü, harici direncin kolayca sökülebilme ihtimali vardır

Günümüzde sıvı pillerin yerini kuru veya çeşitli yapıdaki piller almıştır. Bunların tümünün KE güç kaynağı olarak kullanılabilirliği denenerek onaylanmakta ve sertifika verilmektedir.

ONAYLI ALTERNATİF AKIM KAYNAKLARI

Kimyasal yolla elde edilen DC güç kaynaklarının ömrü kısa olduğundan ekonomik olmamaktadırlar. Alternatif akımın yayılması ile birlikte elektrik şebekesinden enerji temini ister istemez gündeme gelmiştir. 1930 lara kadar madenlerde doğru akım çok yaygın idi. İlk defa bu tarihlerde alternatif akım (AC) ile çalışan sinyal sistemi geliştirilmiştir. KE ile ilgili bir bilgi birikimi olduğundan rasgele zil veya çanlar yapılıp madenlere konulmamıştır. Hepsi denenerek emniyeti sağlayıp sağlamadıkları görüldükten ve yetkili mercilerden de müsaade ve sertifika alındıktan sonra grizulu maden ocaklarına sokulmuşlardır.

Bu meyanda İngiliz Maden Bürosu ilk defa 1936 yılında alternatif akım sinyal transformatörlerinin yapısı ile ilgili bir yönetmelik yayınlamıştır. Resim 6.10 da şekli görülen bu sinyal trafosunun can alıcı noktası birinci ve ikinci sargılarının ayrı ayrı manyetik kollara yerleştirilmiş olması veya sarımlar üst üste ise araya bakır levha (kovan) konulmasıdır. Bu kovanın 0.397 mm den ince olmayacağı şartı da ayrıca yönetmeliğe konulmuştur ve bugün de halen geçerlidir.



Resim 6.10: Alternatif akım KE zil trafosunun yapısı

Alternatif akım sinyal trafolarında sekonder gerilim olarak 15 Volt öngörülmüştür ki, böylece tepe değerin 24 volt DC kaynağına yakın olması sağlanmıştır. ($15x\sqrt{2}=21.5$ Volt). Bu trafoların kısa devre akımının 1,6 Amperi aşmayacağı şartı da vardır. Fakat test yetkilileri emniyetli sahada kalabilmek için iki misli akımda deneme yapmaktadırlar.

Trafolardan daha başka bazı özellikler de istenmektedir. Bunlardan birisi ve üzerinde çok şeyler yazılanı kayıp endüktansdır. Bazı araştırmacılar patlamadan kayıp endüktansın sorumlu olduğu iddiasında bulunmuşlarsa kayıp endüktansı istediğimiz gibi ayarlamak mümkün değildir. Ancak akım sınırlama yöntemi ile istenen emniyetlilik sağlanabilmektedir. Yinede trafo kayıplarının küçük olması şarttır. İlk yıllarda kayıp endüktans 1 mH (mili henri) civarında tutulurken günümüzde 300 µH'ye indirilmiştir.

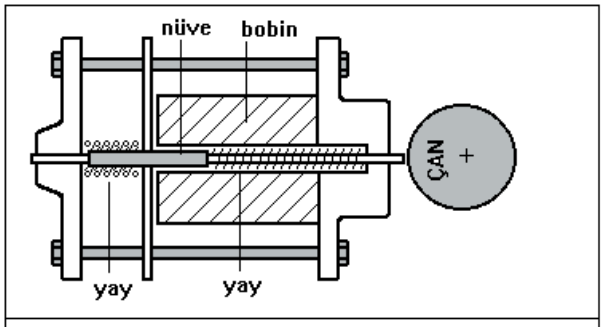
KE alternatif akım güç kaynağının (sinyal trafosu) bir özelliği de alevsızmaz mahfaza içersine yerleştirilmiş olmasıdır. Bilinen alevsızmazlık (FLP) standartlarına göre imal edilen mahvaza içersine yerleştirilen sinyal trafosunun yalnızca çıkışı KE dir. Günümüzde bu ve benzeri uygulamalar çok yaygındır. Doğru akım üreten güç kaynakları da FLP mahfaza içersine yerleştirilmişlerdir ve yalnızca çıkışları kendinden emniyetlidir. Çünkü, güç kaynağının sigortası ve yüksek gerilim girişi olabilmektedir.

Bazı Alman yapımı cihazların bir tarafı, alevsızmazlığı temsil eder şekilde sarıya diğer tarafı da KE çıkışı belirtmek için, kendinden emniyetliliğin standart rengi olan, açık maviye boyalıdır.

6.15 ALTERNATİF AKIM ÇAN ve RÖLELERİ

Bakır şöntlü ve kısa devre sargılı olan DC röle ve çanları DC devresinde çalışırlar. AC'de ise bobinlerin çekmesi farklıdır. Bobinin şebeke frekansı ile titreşimini önlemek için, özel tedbir alınması gerekir. Resim 6.11'de yaylı bir çan tertibatının şekli görülmektedir.

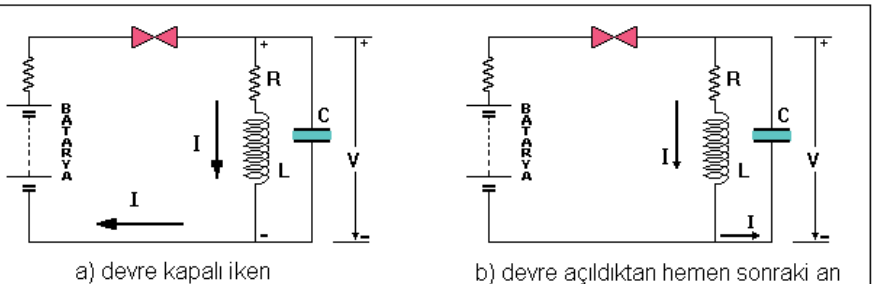
AC devresinden tam dalga redresörle beslenen çan ve röleler yapılmış olup, bunlar hem verimli ve hem de emniyetle çalışmaktadır. Redresörün etkisini ve KE ye katkısını iler ki bölümlerde inceleyeceğiz.



Resim 6.11: Alternatif akım ile çalışan bir çanın yapısı

6.16 KONDANSATÖRLER

Kondensatörler ark önleme gayesi ile rölelerin kontaklarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kontak açıldığında endüksiyon dolayısı ile çıkan arkı önleyip söndürme özelliğine sahiptirler. Kontak uçlarına paralel bağlanan bu tip kondensatörler devre emniyetini etkilememektedir (kablo kısa devresi gibi). Fakat Resim 6.12'deki gibi bobine paralel bağlanırsa durum değişmektedir.

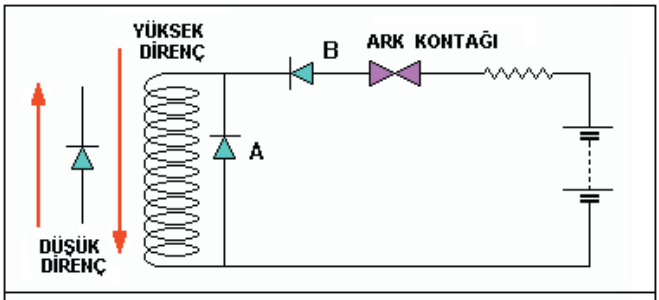


Resim 6.12: Kondensatör bağlantı şekli

Kontak kapandığında C kondensatörü V gerilimi ile yüklenir ve öylece kalır. Kontak açıldığında ise, batarya voltajı değerinde bir gerilim ile yüklüdür ve üzerindeki bu yükü bobin üzerinden boşaltmaya başlar. Bu LC devresindeki akım logaritmik olarak hızla düşerek sıfırlanır. İşte bu sayede L endüktivitesinin ürettiği gerilim azaltılmış olur. Çünkü endüktivitenin ürettiği gerilim kapasitörün tersi yöndedir. Kapasitör üzerindeki akım alternatif akım gibi yön değiştirerek sönümlenmeye devam eder. Olayı enerji açısından incelersek, L üzerinde depolu enerji $1/2.L.I^2$ ve C üzerindeki enerji $1/2.C.V^2$ dir. Açma olayı kapasitör üzerinde maksimum gerilim var iken azami enerji yüklü demektir. Buna göre denge formülü:

$$1/2.C.(Vmax)^2 = 1/2.C.V^2 + 1/2.L.I^2$$

Kapasitör yıllar önce olduğu gibi günümüzde de emniyet şöntü olarak yaygın kullanım sahası bulmuştur. Özellikle telefonların çan bobinlerinde tatbik edilmektedir. Kapasitör hem alternatif ve hem de doğru akım devrelerinde kullanılmakta, özellikle yüksek gerilimli ve düşük akımlı devrelerde tercih edilmektedir.



Resim 6.13: Bakır oksit diod bağlantı şekli

6.17 REDRESÖRLER

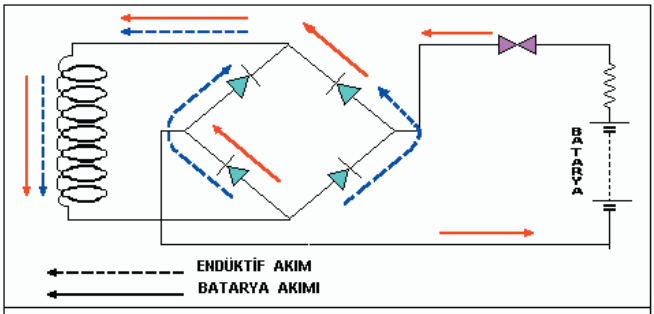
a) BAKIR OKSİT REDRESÖRLER

1930'larda piyasaya çıkan bakır oksit redresörler, çan ve bobinlerin emniyetini sağlamak ve arkı önlemek için kullanılmaya başlanmıştır. Bir nevi şönt direnç gibi iş gören bu redresörün bağlantısı resim 6.13'de görülmektedir.

Çan bobininde üretilen gerilimi sönümlemek için düşük direnç gerekirken, batarya tarafında enerji tasarrufu yönünden yüksek direnç arzu edilmektedir. Burada görülen, bobine paralel bağlı A diodu, direnci düşürmekte ve seri bağlı B diodu da yanlış polariteyi önlediği gibi batarya tarafındaki direnci, yüksek tutmaktadır. 1930'lar da kullanılmakta olan ve bakır oksit redresörle beslenen çan bobinleri üzerinde yapılan deneyler tablo 6.05'de verilmiştir. Bu tablodan, şönt dirence karşılık redresör kullanıldığında voltajın ne kadar arttığı ve emniyet seviyesinin yükseldiği açıkça görülmektedir.

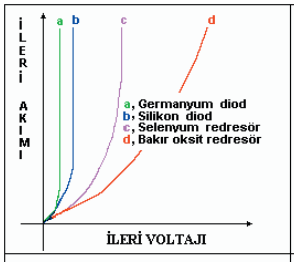
	MİNİMUM ATEŞLEME VOLTAJI	MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI
ÇAN A: 50 Ω, ŞÖNT: 500 Ω		
ŞÖNTSÜZ ŞÖNTLÜ: 500 Ω REDRESÖRLÜ Westingshouse RGC3 tipi, 1 disk	06.0 V 26.0 V 58.0 V	0.12 A 0.57 A 1.15 A
ÇAN B: 30?Ω, ŞÖNT: 100 Ω		
ŞÖNTSÜZ ŞÖNTLÜ: 500 Ω REDRESÖRLÜ Westingshouse RGC3 tipi, 1 disk	04.0 V 34.0 V 50.0 V	0.11 A 1.45 A 1.66 A
ÇAN A: westingshouse redresörü LT4 ile (1 disk)	57 V	1.12 A
ÇAN A: westingshouse redresörü LT4 ile (2 disk)	53 V	1.05 A

Tablo 6.05:Bakır oksit diod bağlı çanlarla yapılan deney sonuçları

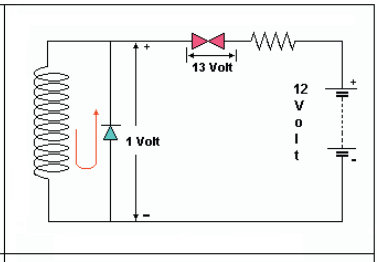


Resim 6.14: Köprü diodlu bobin bağlantı şekli

AC bobinlerde köprü redresör kullanılmakta ve daha da etkili olmaktadır. Resim 6.14'de redresörün bağlantı şekli görülmektedir. Çizgili verilen oklar devre açıldığında bobin ve redresörden akan akımı göstermektedir. Burada önemli olan köprü diodun bobin uçlarına paralel bağlı olmasıdır. Ark anında bobinin ürettiği akım diyot üzerinden rahatlıkla geçebilmekte, yön değişikliği etkisiz kalmaktadır. Resimde görüldüğü gibi ark çıkmasına sebep olan endüktif akım, devresini köprü diyot üzerinden tamamlamaktadır ki, böylece kontak üzerindeki ark azalmaktadır.



Resim 6.15 Diod karakteristik eğrisi



Resim 6.16: Diod bağlantı şekli

b) SELENYUM REDRESÖRLER

Yarı iletkenler 1950'lerde geliştirilerek sanayide kullanıma başlanmış ve bakır oksitli redresörlerin yerini almaya başlamıştır. Bugün artık bakır oksitli diodlara rastlanmamaktadır.

Yarı iletken redresörler, bakır okside nazaran daha iyi sonuç vermektedir. Resim 6.15'de görüldüğü gibi diodun iç direnci düşüktür. Yani ileri voltajda ve azami akımda, gerilim düşümü 1 Voltu aşmamaktadır. Bu ise normal çalışırken yüksek dirençli kontak açıldığında, düşük dirençli bir özellik arz etmektedir ki KE yönünden idealdir. Resim 2.16'da görüldüğü gibi, kontak açıldığında, kontaklar arası voltaj batarya voltajını ancak 1 Volt kadar geçebilmektedir.

c) DOĞRUSAL OLMAYAN DİRENÇ ŞÖNTLER

Silikon karpit karışımı olan bu malzemeler doğrusal bir direnç eğrisi vermezler. Bu tip maddeden yapılı çeşitli dirençler değişik tip aletlerde kullanım alanı bulmaktadırlar. Kendinden emniyetli devrelerde en yaygın kullanılanı telefon cihazlarındaki "atmite disk" dir. Resim 6.17'de şekli verilen bu disk yer altı telefonlarının KE bariyerinde kullanılmaktadır. Yani yerüstündeki KE olmayan telefon santralı ile yer altındaki KE telefonların adaptasyonunda tatbik edilmektedirler.

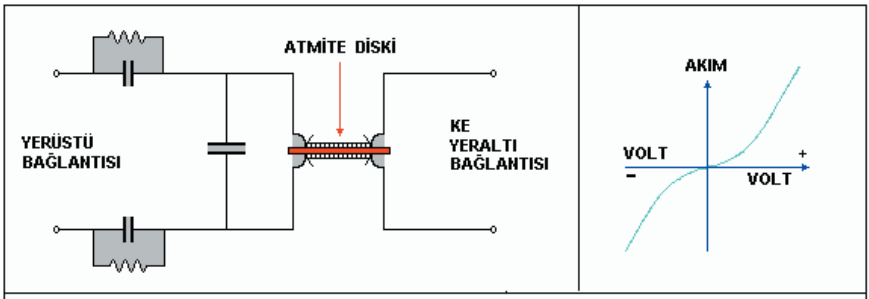
1 Volt civarındaki konuşma voltajı "atmite disk"ini rahatlıkla geçer. Çünkü bu düşük gerilimde direnç yüksektir. Eğer yer üstündeki manyetolu telefon cihazı manyeto yapmaya başlarsa, ürettiği yüksek gerilim dolayısı ile atmite diskinin direnci düşer. Bu olay yer altı şebekesine giden akım ve gerilimi sınırlar. Böylece gerekli patlama emniyeti sağlanmış olur. Resim 6.17'de bu tip direncin bağlantı şekli ve karakteristik eğrisi verilmiştir.

6.18 ZENER DİODLAR

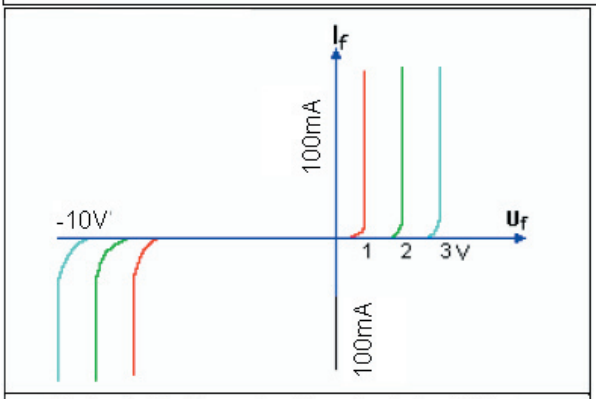
Zener diodların piyasaya çıkması ile şönt direnç sorunu çözülmüştür. Diodlarla birlikte, zener koruyucu şönt olarak kullanılmaya başlanmıştır. Zener diyotlar düşük gerilimde yüksek direnç, yüksek gerilimde de düşük direnç göstermekte ve iletime geçmektedirler.

Bu konuya ilerde de girilecek ve zenerlerle yapılan komple koruma cihazları (zener barierler) izah edilecektir.

Resim 6.18'de görüldüğü gibi, iletim yönünde çok düşük gerilim kaybı olmaktadır. Zenerlerin normal diodlardan farkı tersi yönde gerilim geldiğinde ve belli gerilim kademesinde birden bire iletken hale geçmeleridir. Düşük dirençli bu iletken halinden KE devrelerde istifade edilmekte ve gerilimlerin sınırlanması sağlanmaktadır.



Resim 6.17: Atmit diski bağlantı şekli ve karakteristik eğrisi



Resim 6.18: Zener diod karakteristik eğrisi

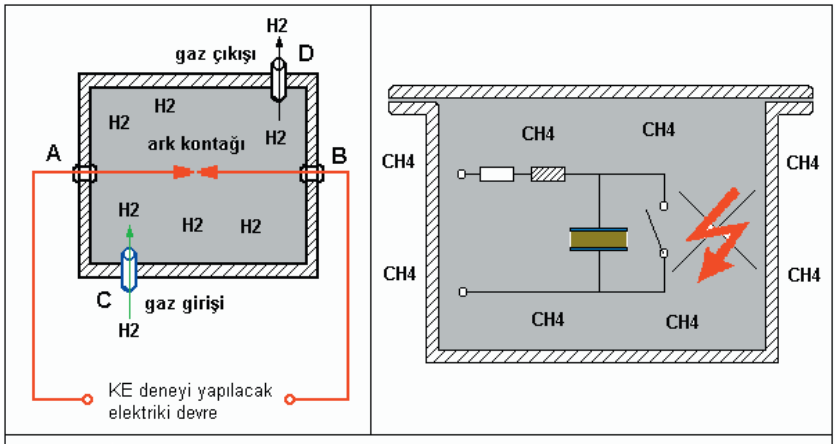
6.20 KE TEST ALETLERİ ve YAPILAN ARAŞTIRMALAR

6.21 GENEL İZAHAT

Önümüzdeki sorun, bir devrenin kendinden emniyetli (KE) olup olmadığının nasıl tespit edileceğidir. Yapılacak deney, yalnızca NORMAL ÇALIŞMA İCABI ARK ÇIKARAN yerleri değil TÜM DEVRENİN HERHANGİ BİR YERİNDE meydana gelebilecek açık ve KISA DEVRELERİ kapsamalıdır. Açık devre kablo kopmalarında kısa devre ise kablonun ezilmesi hallerinde meydana gelir. Ayrıca KE cihazın veya devrenin herhangi bir yerinde herhangi bir elemanın ezilip kısa devre olması gibi EN KÖTÜ HALLER de dikkate alınmalıdır.

Normal alevsızmazlık (Ex-d tip) deneyinde tüm devre dikkate alınmamakta kablolar kısa devre olduğunda tehlike arz edebilmektedir. Bu nedenle zırhlı kablo kullanılmakta zırh ezilip kısa devre olduğunda devrenin anında açılması için önlemler alınmakta ise de KE kadar güvenli değildir. Çünkü açma devreleri (koruma devreleri) çalışmayabilir de. Kendinden emniyetlilikte farklı düşünülmesinin esas nedeni önceki konularda da bahsettiğimiz gibi KE doğmadan önce sinyal devrelerinde çıplak galvanizli tel kullanılması

ve bu teller kısa devre edilerek istenilen yerden sinyal verilmesi olayıdır. Günümüzde artık çıplak galvanizli teller kullanılmamakla birlikte yukarda söylediğimiz şart KE devreler için halen geçerlidir. KE devrede kullanılan kablo zırhlı da olsa ve koruma devreleri ani açan tipten de olsalar, kısa veya açık devrenin sürekliği halinde KE geçerliliğini korumak zorundadır. Bu hali ile KE devrede kullanılan cihaz en güvenilir koruma sistemine sahiptir diyebiliriz.



Resim 6.20: KE deneyi prensip şeması

Alevsızmaz mahfaza deneyi basittir. Önceki bölümlerde de izah ettiğimiz gibi, alevsızmaz mahfazanın içine ve dışına patlayıcı gaz (metan veya metana denk hidrojen) verilerek aletin içindeki gaz ateşlenir. Alev dışarı sızarsa mahfaza imtihanı kaybetmiş demektir.

Kendinden emniyetli devre deneyinde ise, bu devre herhangi bir yerinden açılıp kapanmalı (yani açık ve kısa devre yapılmalı) ve bu esnada etrafındaki gazı ateşleyip ateşlemediği tespit edilmelidir. Prensip olarak olayı Resim 6.20'deki gibi simüle edebiliriz (benzetebiliriz). Cihazın AB uçlarına KE devre seri girilir. C ucuna patlayıcı gaz verilerek D ucundan gazın çıkması sağlanır ve gaz oranı da sürekli sabit tutulmaya çalışılır.

Test olayı göründüğü kadar da basit değildir. Çünkü alçak gerilim devrelerindeki ark olayının teorisi hayli karmaşık ve bir çok parametrelere bağımlıdır. En önemli etken kontak açıp kapama hızıdır. Bilindiği gibi endüksiyon kanunu gereği kontak ne kadar hızlı açılırsa indüklenen gerilim o kadar yüksek olmakta ve aralarındaki bağıntı aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir.

$$V_{arc} = L.di/dt$$

Diğer taraftan kontak maddesi ve yapılış biçimi de aynı derecede etkindir.

Test cihazı devre endüktansının etkisini ölçecektir. Endüktans da devreden devreye farklı olduğuna göre akla ilk gelen her uygulama için ayrı ayrı deney yapılmasıdır. Fakat

böyle bir uygulama çok zor ve pahalıdır. En iyisi genel bir deney yapıp sertifika verilen cihaz veya devrenin istenildiği yerde kullanılabilmesidir. Alevsızmaz (Ex-d tipi) aletlerde olduğu gibi bir mahfaza deneyi yaparak genel geçerliliği olan bir sertifika verilemiyor ise de, en azından kullanım alanını belirlemek ve mümkün mertebe geniş tutmak daha doğru ve kullanışlı olacaktır. Bu gün, kullanım maksadı kısıtlı kalmak kaydı ile kablolamadan bağımsız KE aletler yapılabilmektedir. Örneğin telefon veya telsiz cihazları ve bu cihazlarda kullanılan barierler gibi. Alet kendi sistemi içersinde değişik yerlerde kullanılabiliyor ise de değişik firmaların aletleri ile karıştırılamamaktadır. Yalnızca gerçek bir uygulama için deney yapmak uygulamada esneklik sağlayamayacağı gibi ekonomik de değildir. Günümüzde sistemler denenmekte ve ileride de bahsedeceğimiz gibi kullanım esnasında da bu sistemin dışına çıkılamamaktadır.

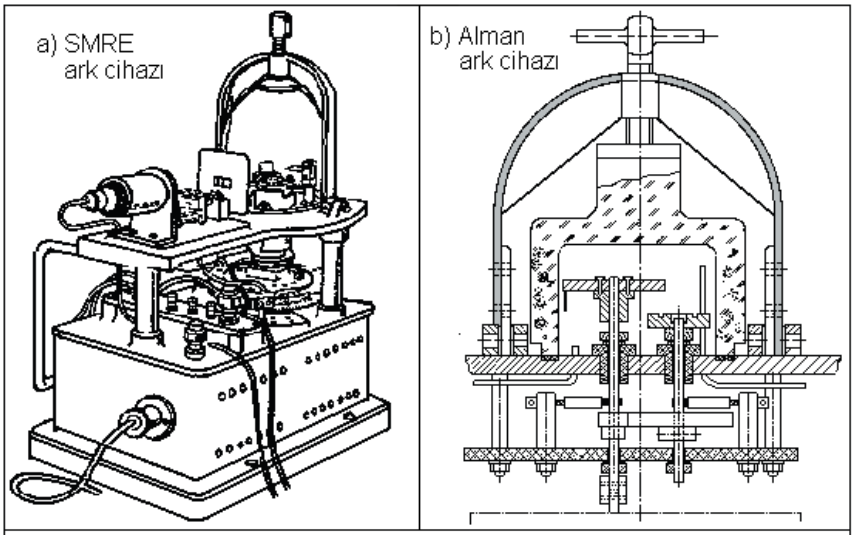
Gerçekte KE devreyi tehlikeye düşüren olay ne olabilir?. Yukarıda da söylediğimiz gibi ateşlemeye neden olan devrenin endüktansıdır. Bu endüktans varlığını açıp kapama olayında gösterir. Eğer KE aletin üzerende açma kapama butonları var ise birinci derecede dikkate alınacak bunlardır ki bu tip operasyonlara normal çalışma denilir. Ayrıca birde arıza ve saire gibi anormal çalışma dolayısı ile de endüktivite varlığını gösterebilir ki, tehlikeli olan da bu tip olaylardır. Şimdi, bir KE devrede olağan dışı olay nasıl olabilir diye fazla düşünmeye gerek yoktur. Birinci derecede, devre kablolarının kopması veya herhangi bir nedenle ezilmesinden başka bir olay düşünülemez.

Gerçekte KE devrenin kablosu kopup bir birine bir daha hiç dokunmayabilir veya titreşerek sürekli açılıp kapanabilir. Dümdüz kısa devre olabilir veya arada direnç kalabilir veyahutta sürekli açılıp kapanarak gidip gelebilir. Yani endüktivite devreye girip çıkabilir. Kısaca bu olaylarda endüktivitenin devreye girip çıkma sayısı bilinemez. Bundan başka bağlı devrelerdeki kablo tipinin veya boyunun değişmesi dolayısı ile endüktans değişebilir. Kablo olayına ilerde ayrıca girilecektir. Burada vurgulamak istediğimiz açıp kapama olayının sayısının bilinemeyeceğidir. Bu nedenle KE deneyi, Ex-d tipi alev sızdırmazlık deneyinde olduğu gibi 6 kere deneme ile halledilemeyiz. IEC 60079-11 de deneylerin nasıl yapılacağı açıklanmıştır. Resim 6.21-b) deki ark cihazı, DC devrelerde en az 200 ve AC devrelerde ise en az 1000 adet tur attırılır. Bu demektir ki, DC devre en az 200 kere ve AC devre de en az 1000 kere açılıp kapanacak ve bu süre içersinde de herhangi bir ateşleme yaşanmayacaktır. Adı geçen standartta gruplara göre hangi gazların kullanılacağı da yazılıdır.

KE devre deneyinde ana hedeflerden biride testi geniş kapsamda ele alıp laboratuvar ortamında en kötü şartlarda deney yapmaktır. Bu sayede kullanıcıya geniş bir spektrum (kullanım alan) bırakılarak kullanıma esneklik getirilmesi ve böylece kullanıcı hatalarının en aza ve hatta sıfıra indirilmesi hedeflenir.

Kısacası KE devreler için bir test yöntemi geliştirme ihtiyacı doğmuş ve bazı unsurlar ön kabullenme ile belirlenmiştir. Prf.Wheeler o zamanki (1915 ler) imkanlarınca bir test aleti yapmış ve daha sonra Sheffield'daki İngiliz Test Bürosu "standart ark aleti" adı altında

yeni bir test cihazı geliştirerek bir çok deneyler yapıp sertifikalar vermiştir. İngiliz test bürosunun geliştirdiği 2 ve 3 nolu ark aletleri de vardır ki, bu konulura derinlemesine girilmeyecektir. Resim 6.21 de SMRE (İngiliz maden güvenlik araştırma merkezi)'nin geliştirdiği 3 nolu ark cihazı ile Alman araştırma merkezinin (Versuchstrecke Dortmund, Derne) geliştirdiği test cihazlarının resimleri görülmektedir.



Resim 6.21: SMRE ve ALMAN ARK CİHAZI YAPISI

Bu test cihazlarının arada bir kalibre edilmeleri ve belli şartlarda gazı ateşleyip ateşleyemediklerinin tespiti gerekir. Çünkü yapılan deneylerle elektrot kontakları aşınmış olabilir ve yanıltıcı sonuç verebilir. Bu iş için 24 Volt DC bataryaya bağlı, içi boş veya ağaç 95 mH'lik endüktans kullanılır. Seri bir potansiyometre ile devreden geçen akım ayarlanarak patlatma sınırı tespit edilir. 100 adet açıp kapamada en az bir kere ateşleme görülmelidir.

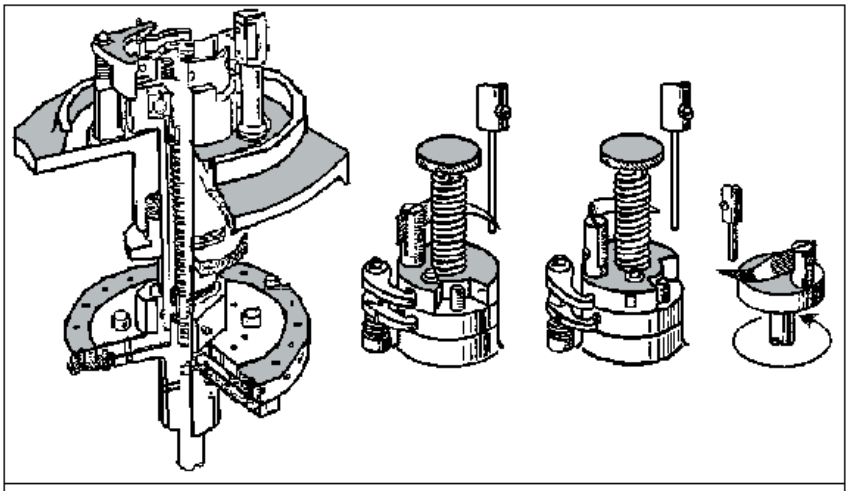
Yukarıda da bahsettiğimiz gibi test cihazlarının verimli çalışmasında birçok parametrelerin etkisi vardır. Şimdi bu etkenleri sırası ile inceleyelim. En başta gelen tabi ki elektrot hızıdır.

a) ELEKTROD HIZININ ETKİSİ

Test cihazının bir sabit ve birde hareketli elektrotu vardır. Açılıp kapanma yani ark olayı bu elektrotlar üzerinde zuhur eder. İlk imal edilen ark aletinde elektrot yapısı resim 6.22'deki gibi idi.

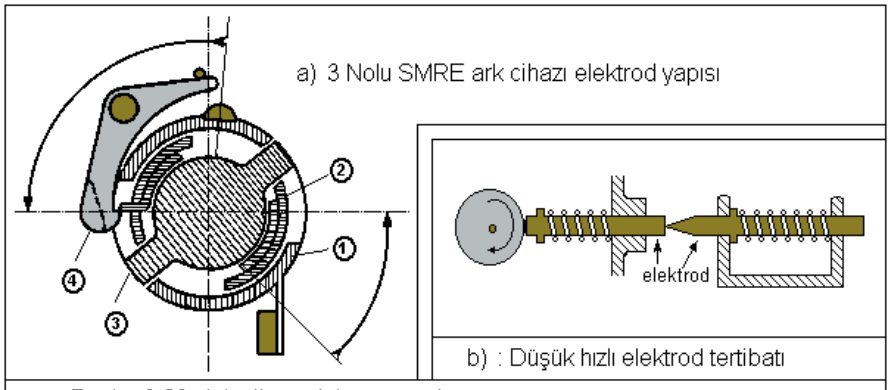
Hareketli elektrotun yaprak şeklindeki yapısının elestizitesi açılıp kapanma süresini etkilediğinden yeni bir test aleti geliştirme ihtiyacı doğmuş ve böylece 2 nolu test aleti

dizayn edilmiştir. Bu alette hareketsiz kontağa baskı sabit tutularak akımın etkisi de azaltılmıştır. Elektrot hızı 3.2m/s alınan bu aletin mahzuru da elektrotun çabuk aşınması idi. Bu hatayı da bertaraf etmek için İngiliz test yetkilileri 3 nolu ark cihazını geliştirmişlerdir. Bu aletin elektrot ayrılma hızı ölçülebilmekte ve ayrıca bir yardımcı kontak açılıp kapanarak kontak sayısı tespit edilebilmektedir. Söz konusu bu modern aletin elektrot yapısı Resim 6.23 a)'da görülmektedir.



Resim 6.22: SMRE Ark Cihazları elektrod yapıları

2 nolu ark aletinde hız 3.2 m/s sabit iken 3 nolu alette kontak açılma hızı 2.1 m/s ile 2,4m/s arasında ayarlanabilmektedir. Elektrot hızının etkisini ölçmek için, 24 V DC ile beslenen 95mH'lik bobin üzerinde yapılan deneylerin sonuçları tablo 6.21 de verilmiştir. Bu tabloda görüldüğü gibi hız arttıkça ateşleme akımı düşmekte, yani emniyetlilik sınırı daralmaktadır.



Resim 6.23: Ark cihazı elektrot yapıları

Elektrot ayrılma hızı m/s	1.83	2.34	3.05
Minimum ateşleme akımı A	0.21	0.186	0.17
Tablo 6.21: Elektrot Hızının Minimum Ateşleme Akımına Etkisi			

b) ELEKTROD MADDESİNİN ETKİSİ

Ateşleme akımı kullanılan kontak maddesinin buharlaşma ısısı ile artmaktadır. Buda yumuşak metallerin daha düşük akımda gazı ateşleyebileceği yani daha tehlikeli oldukları anlamına gelir. Demek oluyor ki çinko bakıra göre daha kolay ateşleyicidir.

Yüksek endüktanslı devrelerde kontak açıp kapama frekansından sonra en etken faktör elektrot maddesidir. Düşük endüktanslı devreler için yavaş açıp kapayan, (13mm/s) resim 6.23 b)'deki cihaz geliştirilmiş ve yine çeşitli metallerle yapılan deney sonuçları resim 6.24-a) da verilmiştir.

H A	0.103 0.043	0.469 0.067	0.279 0.085	0.201 0.115	0.923 0.110
H A	0.0602 0.201	0.0307 0.290	0.0088 0.560	0.00202 1.10	0.000714 2.6
H= Henry, bobin endüktansı, A= Akım, minimum ateşleme akımı					
Tablo 6.22: İçi boş endüktanslarla yapılan minimum ateşleme akımı tespiti					

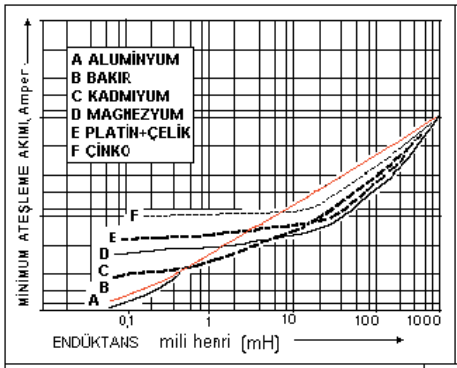
ENDÜKTANS	ATEŞLEME ANINDA ENRÜKTANSTAN GEÇEN AKIM						
	ŞÖNT DİRENÇ (ohm)						
H	a	b	c	d	e	f	g
	9000	6000	3000	1500	1000	400	200
1.103 0.469 0.2784 0.201 0.095 0.0088 0.03066 0.002015	0.076 0.107 0.112 0.182 --- --- ---	0.090 0.116 0.126 0.156 0.191 0.306 --- ---	0.112 0.152 0.162 0.162 0.237 0.322 --- ---	--- 0.214 0.224 0.224 0.279 --- 0.584 ---	---- 0.236 0.261 0.296 0.321 0.371 0.606 ---	---- 0.325 0.35 0.340 0.370 0.440 0.690 ---	--- --- --- --- 0.650 0.660 0.790 1.580
Tablo 6.23: Şönt dirençlerin ateşleme akımına etkisi							

6.22 ENDÜKTİF DEVRELERDE MİNİMUM ATEŞLEME AKIMININ TAYİNİ

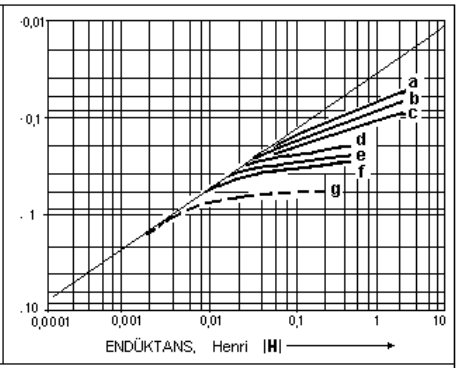
Elektrod ayrılma hızı 3.2 m/s olan 2 nolu ark aleti ile çeşitli endüktanslar üzerinde deneyler yapılarak elde edilen sonuçlar tablo 6.22 ve resim 6.24-b)'de verilmiştir. Kullanılan endüktanslar demir nüvesiz olup 24 Volt yerine 12 Volt tatbik edildiğinde fazla bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

ŞÖNT DİRENCİN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

Bundan önceki konularda da bahsettiğimiz gibi bobin uçlarına paralel bağlanan direnç arkı önleyerek bobini emniyetli kılmaktadır. Tablo 6.23'de çeşitli bobinlerle yapılan deneylerin özeti çıkarılmış olup resim 6.24-b)'de de grafikleri çizilmiştir. Buradaki a,b, c,d,e,f eğrileri çeşitli dirençlere isabet eden değerler olup, direnç küçüldükçe KE etkisinin arttığı görülmektedir. Çünkü direnç küçüldükçe ark cihazının kontaklarından geçen akım azalmakta, direnç üzerinden geçen akım ise artmaktadır



Resim 6.24-a: Çeşitli kontak maddeleri ile yapılan deney sonuçları



Resim 6.24-b) İçi boş ve direnç bağlı endüktanslarla yapılan minimum ateşleme akımı tespiti dehey sonuçları

6.23 ŞÖNT KAPASİTÖRÜN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

Kondansatör elektrik devrelerinde kontak arkını söndürmek maksadı ile çok yaygın kullanılmaktadır.

Şönt kapasitör, ark cihazının kontakları uçuna paralel bağlanarak deneyler yapılmış ve akımın %10-15 düştüğü görülmüştür. Fakat bu tip bir deneyin pratik hiçbir anlamı yoktur. Çünkü kısa devrenin nerede zuhur edeceği bilinemez. Bu nedenle kondansatör bobin ucuna doğrudan paralel bağlanarak bağlantı kablosunun kısa devresi kontrol edilmelidir. Kontaklardaki arkı söndürmek maksadı ile kullanılan kondansatörün denenmesinin KE bakımından hiç bir anlamı yoktur.

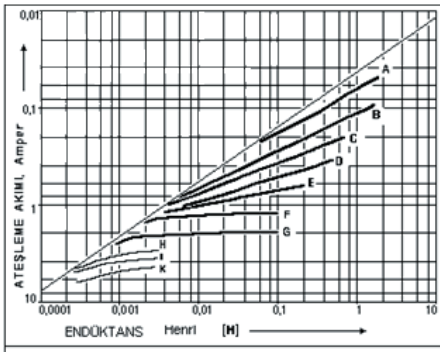
Yapılan deneylerde 0.001-2.0 μF arası kondansatörler kullanılmış olup elde edilen değerler tablo 6.24 ve resim 6.25-a da verilmiştir. Burada, büyük endüktivitelere kapasitör bağlandığında ateşleme akımında önemli bir düşüş olduğu gözlenmekte ve düşük kapasitörler de düşük akım, büyük kapasitörlerde büyük akım elde edilmektedir. Minimum ateşleme akımı 1 Amper sınırına kadar çıkabilmektedir.

Bu deneyler kapasitör büyüdükçe güçleşmektedir. Çünkü yükselen minimum ark akımı kontakların açılıp kapanma hızından fazla etkilenmektedir. Kontak yavaş açılırsa akım

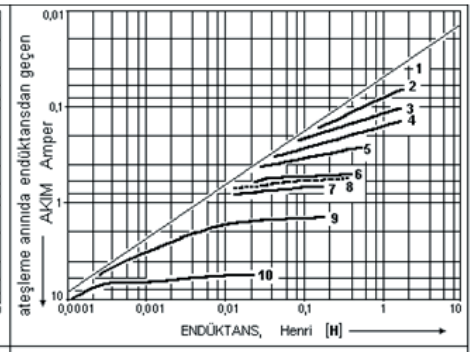
büyümektedir. Hızlı açılırsa endüksiyon kanunu gereği voltaj artmakta ve KE yönünden iyi sonuç vermemektedir. Ayrıca ileriki konularımızda da bahsedeceğimiz gibi bağlantı elemanlarının kapasitesinin de etkisi olmakta ve bunlarında dikkate alınması gerekmektedir. Diğer taraftan bu deneyler ölçülmesi güç olan diğer bir tabirle gizli kapasitesi bulunan elemanlar hakkında bize çak faydalı bilgiler vermektedir.

ENDÜKTANS	MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI (A)									
	ŞÖNT KAPASİTÖR µ F									
(H)	0.001	0.005	0.010	0.015	0.020	0.040	0.1	0.50	1.00	2.00
1.103	0.068	0.13	--	--	--	--	-	--	--	--
0.469	0.092	0.16	0.23	--	--	--	--	--	--	--
0.2784	0.12	0.19	0.30	--	--	--	--	--	--	--
0.201	0.14	0.22	0.30	0.42	--	--	--	--	--	--
0.095	0.20	0.26	0.36	0.45	0.74	--	--	--	--	--
0.03066	--	0.44	0.56	0.58	0.83	1.25	2.0	--	--	--
0.0088	--	0.70	0.80	0.68	1.00	1.45	2.2	--	--	--
0.002015	--	--	--	0.96	--	1.45	1.75	3.1	3.8	4.6
0.000714	--	--	--	--	--	--	2.75	3.8	4.5	5.0
0.000330	--	--	--	--	--	--	--	4.8	5.4	6.5

Tablo 6.24: Şönt kapasitörlerde ateşleme akımı tespiti



Resim 6.25-a): Şönt kapasitörlerle elde edilen minimum ateşleme akımı değerleri



Resim 6.25-b): Lineer olmayan çeşitli dirençlerle yapıyan deney sonuçları ve elde edilen minimum ateşleme akımı değerleri

LİNEER OLMAYAN ŞÖNT DİRENÇİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

Bu tip dirençler daha ziyade silikon karpitlerden oluşur ve ohm kanununa uymazlar. Bunların VoltAmper karakteristiği I= k.E. α formülüne benzerler. k ve α bilinen bir direnç için sabit değerler olup, α değeri 45 arasıdır. Tatbik edilen gerilim yüksek ise direnç büyüktür, yani gerilimin yükselmesi ile direnç hızla artar. İsimleri atmite, metrosil, thyrite v.s gibi imalatçıdan imalatçıya farklıdır.

Tablo 6.25'de test sonuçları verilen "lineer olmayan direnç" atmite diski tabir edilen ve telefon KE adaptöründe (bariyerinde) kullanılan şönt dirence aittir. 25 mm çaplı ve

0.76 mm kalınlığındaki bu şönt direnç manyetolu telefonların manyeto bobinine paralel bağlanarak akımı regüle eden eleman niyetine yıllarca kullanılmıştır. Deneyler tek ve çift disklerle yapılmış olup sonuçlar 6.25 nolu tabloda özetlenmiştir. Burada dikkati çeken husus iki adet paralel diskin tek diske göre daha iyi sonuç vermediğidir. Çünkü iki adet paralel diskin iç direnci voltajakım karakteristiğini bozmaktadır. Sonuçlar ayrıca resim 6.25-b de da eğri halinde verilmiş olup 8 nolu eğri değerleri 6 nolu ile aynı yerde görülmektedir. Neticeler 400 ohmluk şönt direnci olan bobine benzemektedir.

	ENDÜKTANS	
(H)	Bir admit diski	İki admit diski
0,201000	0,505	--
0,096000	0,646	0,46
0,030880	0,696	0,48
0,008800	0,770	0,77
0,000714	3,150	3,15

Tablo 6.25: Lineer olmayan dirençlerde minimum ateşleme akımının tespiti

MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI		
(H)	Bakır oksit redresör (1/6A)	Selenyum redresör (2SL)
0,095	1,30	--
0,003066	1,45	--
0,00227	--	5,3
0,0088	1,75	--
0,0002014	2,55	6,8
0,000714	3,65	--
0,0000330	4,90	6,8
0,0000098	--	11,6

Tablo 6.26: Metal oksit ve yarı iletken şönt diodlarla yapılan ateşleme akımı tespiti

6.24 METAL ve YARI İLETKEN DİOD ŞÖNTLERİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

Önceki bahislerde de değindiğimiz gibi, madenlerdeki kuyu çanlarına paralel direnç yerine, bakır oksit veya selenyum diot bağlandığında KE yönünden daha iyi sonuç alınmaktadır. Çeşitli endüktansların ucuna bakır oksit ve selenyum diodlar bağlanarak deneyler yapılmış ve bu deneylerde bakır oksit diod olarak Westinghause yapımı 1/6A tipi diod kullanılırken selenyum olarak Westalite yapımı 2L tipi diod kullanılmıştır. Deney sonuçları tablo 6.26 ve resim 6.25-b de grafik olarak özetlenmiştir (9, 10 nolu eğriler).

Bu malzemeler düşük omajlı şönt dirençlere yakın değerler vermektedir. Bakır oksitin geçirme yönündeki direnci daha yüksek olduğundan, selen dioda göre daha kötü sonuç vermektedir. Selenyum diodlar yüksek endüktanslı bobinlerde daha iyi sonuç vermekte, yüksek ateşleme akımlarında dahi koruyucu özelliğini muhafaza etmektedir.

6.25 GERİLİMİN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

İlk yapılan deneylerde 24 Volt sabit olarak alınmış ise de, gerilimin ateşleme akımına etkisi ayrıca araştırılmıştır. 1950'ler de yayınlanan ilk deney sonuçlarına göre, ancak

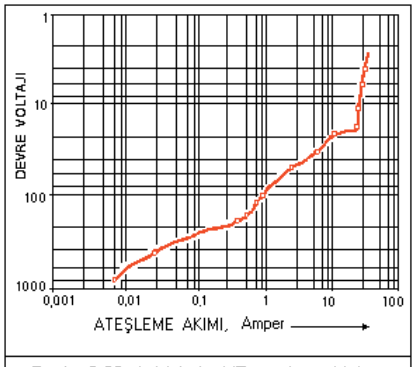
çok düşük endüktivitesi olan devrelerde sonuç alınabildiği görülmüştür. Endüktivite büyüdükçe voltajın etkisi de hızla artmaktadır. Resim 6.26-a) da 2 ile 800 volt arasında yapılan deneylerin sonuçları verilmekte olup sonuçların hiçbir matematiki formulasyona uymadığı görülmektedir.

Çeşitli deneyler yüksek gerilimde KE devre imal edilemeyeceğini göstermiştir. Ancak çok özel omik devrelerde 125 volta kadar KE sertifikası alan tesis mevcuttur.

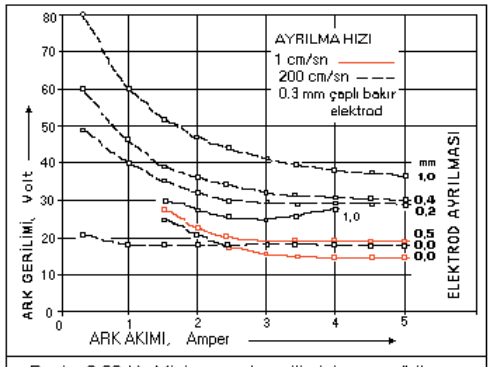
6.26 MİNİMUM ARK GERİLİM ve AKIMI, ATEŞLEME ENERJİSİ

Elektrikli ark olayı başlı başına bir ilmi otorite konusudur. Burada aklımıza gelen "acaba arkın çıkmadığı, dolayısı ile gazın ateşlenme ihtimalinin dahi olmadığı, akım ve gerilimin bir alt sınırı mevcut mudur" sorusudur. Diğer bir deyiş ile hangi gerilimin altı tabii KE dir.

Bu konuda, iki araştırmacı ve İngiliz "maden emniyeti araştırma bürosu (SMRE) araştırma sonuçlarını yayınlamışlardır. Kesin bir bilgi ve sınırlayıcı standart da yoktur. Yani herhangi bir ülkenin standardında "şu gerilim ve altı emniyetli sayılır" gibi bir ibare olduğu tarafımızca bilinmemektedir. Araştırma yapan bu kişiler de deneylerini endüktivitesi çok düşük devrelerde yapmışlardır. Yayınlanan sonuçlar tablo 6.27 de ve elde edilen eğriler de resim 6.26-b) de görülmektedir. Çeşitli elektrotlarla yapılan deneylerde en düşük ark voltajının cadmium metalinde elde edildiği tespit edilmiştir. Resim 6.26-b) de verilen eğride iki ayrı elektrot hızı ile yapılan deneylerin sonuçları görülmektedir.



Resim 6.26-a): Voltajın KE üzerine etkisi



Resim 6.26-b): Minimum ark gerilimini veren eğriler

ATEŞLEME OLAYI ve MİNİMUM ATEŞLEME ENERJİSİ

KE olayında minimum ark voltajının yanı sıra akla gelen bir diğer soru da "acaba gazları ateşleyemeyecek minimum bir enerji seviyesi mevcut mudur?". Yani hangi enerji seviyesinin altında gaz karışımı patlamaz?, sorusudur.

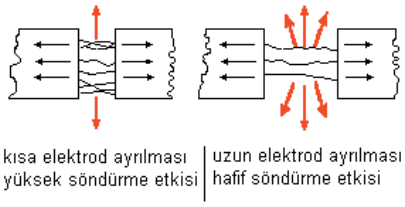
Ateşleme, elektrikli arkın etrafındaki gazı patlatma olayıdır, ve tamamen termik bir reaksiyondur. Elektrikli arkın (veya kıvılcımın) çıkardığı ısı etrafındaki gaz karışımını oksijenle

reaksiyona sokabilecek kıvamda ise patlama meydana gelebilir. Kıvılcım, ilk enerjiyi verir. Esas patlama ise, çıkan bu enerjinin oksijenle reaksiyonu devam ettirmesi ile oluşur ve reaksiyonun devamını, yani patlatmayı açığa çıkan bu enerji üstlenir. Bu nedenle ilk kıvılcımı yani yeteri enerjiyi vermek patlama için kafidir. Arkın çıkardığı enerjinin bir kısmı kontakların ısınmasına bir kısmı da etraftaki gaza aktarılır. Olayı derinlemesine incelersek ateşlemeyi, çıkan ark enerjisinin miktarından çok enerjinin gaz içersinde kalıp kalmaması ve tekrar kontak elektrotuna dönebilip dönmemesi etkiler. Resim 6.27-a)'da elektrottan çıkan enerjinin yönleri gösterilmiştir. Elektrot hızlı ve kısa mesafeli ayrılır ise enerjinin çoğu elektrotta kalır. Ayrılma uzun sürer ve ark yolu da uzun ise enerjinin büyük miktarının etraftaki gaza aktarılma ihtimali daha fazladır.

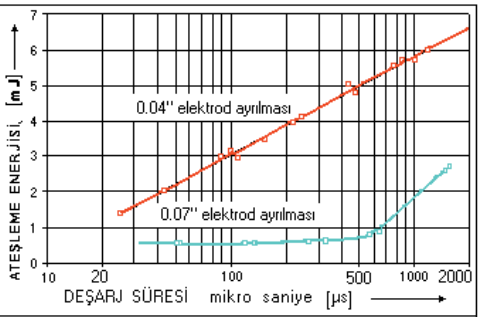
METAL ELEKTROT	Minimum Ark Voltajı Vmin (V)		Minimum Ark Akımı I (A)	
	SMRE	Holme (1958)	Fink (1938)	Holme (1958)
Kadmium	8.5	11	----	0.1
Çinko	9.5	10.5	9	0.1
Kurşun	9	----	7.5	----
Demir	----	13	8	0.35
Kalay	10.5	13.5	----	----
Nikel	----	14	8	0.5
Bakır	11	13	8.5	0.43
Aluminyum	----	14	----	----
Platin	----	17.5	13.5	0.7
Tungsten	----	15	10	1.0
Gümüş	----	12	8	0.4
Altın	----	15	9.5	0.38

Tablo 6.27: Minimum Ark Gerilimi ve Akımı

Etraftaki gazın arkı söndürme etkisi de ateşlemeye tesir eder. Elektrot yapısının yanı sıra gazın söndürme etkisi ve gazı ateşleyecek minimum enerji miktarı da önemlidir. Bu olguyu tespit etmek için bir çok deneyler yapılmış ve minimum ateşleme enerjisini veren kesin bir değer bulunamamıştır. Çünkü ark olayını etkileyen bir çok faktör vardır. Yine de yapılan araştırma sonuçları resim 6.27-b) de verilmiştir. Bu deneylerde elektrot hızı 1.75 m/s ve patlayıcı gaz olarak %8.5'lik metan alınmıştır. Çünkü elektrotların ayrılma hızı, yani ark süresi, açığa çıkan ark enerjisini çok etkilemektedir.



Resim 6.27-a): ELEKTROD AYRILMA OLAYI



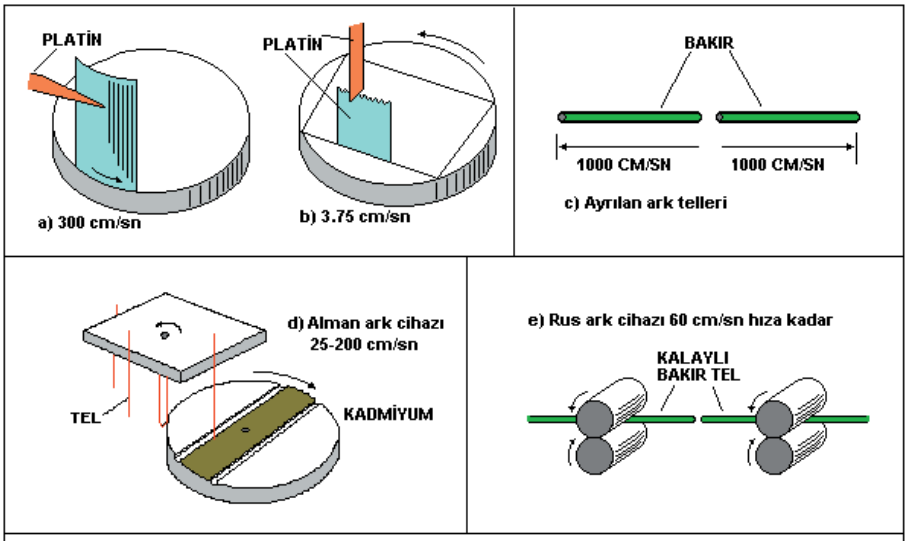
Resim 6.27-b): Minimum ateşleme enerjisi

IEC 60079-12 de minimum ateşleme akımı (MIC=minimum ignition current) ve azami deneysel sızma aralığı (MESG= maximum experimentel safe gap) değerleri verilmekte ve bu değerlere göre patlayıcı gazlar gruplara ayrılmaktadır. Bazı literatürde minimum ateşleme enerji değerleri görülmektedir. Bu verilerin tamamı belli laboratuar şartlarında yapılmış olup, gayeleri gazları gruplara ayırmaktır (IIA, IIB ve IIC gibi). Gerçek patlama sınır değerleri ile karıştırılmamalıdır. Bu gibi standart ve literatürde verilen minimum ateşleme akımları laboratuar metanında bulunan değere orantıdır. Çünkü bu oranlar gazların patlama kabiliyeti hakkında bir fikir vermektedirler. Uzmanlar gaz veya yanıcı parlayıcı ve patlayıcı buharları sınıflandırırken minimum enerjiden ziyade minimum akımın oranını almayı tercih etmektedirler. Aşağıda gruplama yapılırken hangi diğerler baz alındığı verilmiştir.

Grup IIA: MESG değeri 0,9 mm den ve MIC oranı 0,9 dan büyük ise

Grup IIB: MESG değeri 0,9 ile 0,55 mm ve MIC oranı 0,8 ile 0,5 arası ise

Grup IIC: MESG değeri 0,50 mm ve MIC oranı 0,45 in altında ise



Resim 6.28: Bazı ülkelerde kullanılan ark cihazlarının elektrod yapıları

6.27 MODERN TEST ALETLERİ

Araştırma gayesi ile bir çok test aletleri geliştirilip kullanılmış ise de hepsinin pratik işlerde mahsurları görülmüştür. Çok hızlı açılan tel elektrotlu ark aletleri pratiğe en uygunu olmakla birlikte laboratuar ortamında iyi sonuç vermemektedirler. Devre özelliği değiştiğinde sonuçlar çok farklılaşmakta ve dolayısıyla kalibrasyonları zorlaşmaktadır. Bu nedenle standart ve rutin test işlerinde kullanılmak üzere şu özelliklere sahip bir ark aleti geliştirme ihtiyacı doğmuştur:

1) Üç konumlu; hızlı, orta ve yavaş açılan elektrotu olmalı. ve elektrot hızı kolayca ayarlanılıp hesaplanabilmeli.

2) Kadmium gibi yumuşak metalden yapılı elektrot kullanabilmeli.

3) Hassasiyeti için sürekli kalibrasyon istememeli ve kalibre işlemi basit olmalıdır.

Bu şartlara uygun bir aleti Alman test otoriteleri 1960'larda geliştirerek VDE normunda yayınlamışlardır. Resim 6.28-d de elektrot yapısı görülen bu aletin iki elektrotu da hareketlidir. Elektrotlardan biri kadmium olup üzerinde oyuklar bulunmaktadır. Karşısında bulunan diğer elektrot üzerinde de tungsten teller asılıdır. Elektrotlar harekete geçtiğinde tungsten teller bu oyuklardan atlayarak devrenin açılıp kapanmasını sağlamaktadır.

Resim 6.28 de İngiliz, Alman ve Rus yapımı bir çok ark cihazlarının elektrot yapıları görülmekle birlikte, günümüzde Alman yapımı alet Avrupa normunda da yayınlanarak uluslararası bir geçerlilik kazanmıştır.

6.30 ATEŞLEME EĞRİLERİ

6.31 GENEL İZAHAT

KE ile ilgili her nevi yayın ve standartlarda resim 6.31-6.36 da verilen eğrilere benzer eğriler görülmektedir. Yazımızın bu bölümünde bu eğrilerin ne anlama geldiğini, neye yaradığını ve nasıl istifade edileceğini izahata çalışacağız.

Kendinden emniyetliliğin (KE) gelişmesi, alçak gerilim devrelerinde ark olayının araştırılması ile hızlanmış ve 1968'ler de yeteri olgunluğa ulaşmıştır. Hem araştırma yapan kuruluşlar ve hemde kullanıcılara sertifika veren test otoriteleri İMALATCI ve TASARIMCILARA YARDIMCI OLMAK üzere, deney sonuçlarını "ATEŞLEME EĞRİLERİ" adı altında yayınlayıp standart hale getirmişlerdir. Her ülke kendi standardını ve ateşleme eğrisini yayınlamakla birlikte Alman ark aleti yardımı ile bulunan ateşleme eğrileri AVRUPA SATNDARTLARINCA benimsenip Avrupa normu olarak (EN 50 020) yayınlanmıştır ve bütün Avrupa topluluğu ülkeleri aynı norma uymaktadırlar ve kendi milli normlarını da buna göre değiştirmişlerdir. Yazımızda verilen eğriler (Resim 6.31- 6.36) İngiliz araştırma kuruluşunca (SMRE) yayınlanan eğrilerdir. Alman test aleti ile bulunan EN 50820 deki eğriler IEC tarafından da kabul görmüş ve IEC 60079-11 de yerini almışlardır.

6.31 nolu resimde daha ziyade rezistif devreler için bulunan ateşleme eğrileri görülmektedir. Çok düşük endüktivite ihtiva eden devreler bu eğrilere göre dizayn edilebilir ve emniyetlilikleri hakkında karar verilebilir.

Eğrideki XY arası, endüktivitesi sıfır olan devreler için geçerlidir. Endüktivite arttıkça voltajın etkisi hemen kendini göstermekte; örneğin 100 mH'lik devrede 60 Volta kadar kısa devre akımı (ark akımı) 0,1 Amperin altına düşmektedir. Endüktivite 1 mH ve voltaj 24 Volt ise kısa devre akımı azami 1 Amper olduğunda devre yine emniyetli kalmaktadır. İrdeleme yaparken daima bu eğrilerin altında kalınmalıdır.

Resim 6.32'de endüktivitesi yüksek devrelerin eğrileri verilmiştir. Burada akım endüktivitenin fonksiyonu olarak çizilmiş, voltaj parametre olarak alınmıştır. Görüldüğü gibi düşük voltajlarda daha yüksek akım elde edilmektedir. Örneğin 0,1 mH'lik devre 24 Voltta 1,05 Amperin altında olması gerekirken, aynı devre 12 Voltta çalıştırılırsa 4 Ampere kadar emniyetli kalabilmektedir. Endüktivite arttıkça voltajın etkisi azalmaktadır.

Resim 6.33'deki eğrilerde de kapasitif devrelerin sonuçları görülmektedir. Kapasitörler daha ziyade, açılırken değil kapanırken yüksek ark çıkarmaktadırlar. Örneğin 24 Volt ile çalışan kapasitif bir devre ancak omik direnç sıfır (R=0) ise ve sığada 10 µF'ın altında ise emniyetli olabilmektedir. Seri direncin etkisi yüksektir. Seri direnç 40 ohma çıkarsa µF değeri de 1000 µF'ı aşabilmektedir.

6.34, 6.35 ve 6.36 nolu resimlerde de aynı eğriler hidrojen gazı için verilmiştir. Hidrojen çok daha kolay, yani metana göre çok daha düşük bir enerji ile patlayabilen bir gazdır. Bu nedenle metana kıyasla çok daha farklı eğriler elde edilmiştir. Fakat kullanımları aynıdır. Bazı imalatçılar hem grizulu yer altı madenlerinde ve hem de yer üstündeki diğer sanayi kollarında kullanılabilen aletler imal etmek istemektedirler. Bu takdirde tasarımcı hidrojen eğrilerini dikkate almak zorundadır.

6.32 ATEŞLEME EĞRİLERİNİN KULLANILMASI

Ateşleme eğrilerinin basit devreler için geliştirildiği unutulmamalı ve karmaşık devreler için bu eğrilerden istifade edilmek isteniyor ise dikkatli davranılıp, çeşitli faktörler göz önünde tutulmalıdır.

Bir çok devrelerde ark enerjisinin hesaplanılabilmesi mümkün olabilir. Bu devreler daha ziyade içersinde demir nüve bulundurmayan ve endüktivitesi hesaplanabilen cinstendir ki, kısa devre anında çıkarabilecekleri azami ark enerjisi hesaplanabilir. Bu enerji endüktivite üzerinde yüklü olan manyetik enerjiye denktir. Örneğin 24 Volt 1 mH'lik endüktivitesi olan bir devrede ark enerjisi 0.5 mJ ile 40 µJ arasında ise 6.31 ve 6.34 nolu eğrilerden devrenin KE olabileceği görülür.

24 Volt, 1 mH (CH4 için) eğriden I_{min}= 1.0 A okunur.

24 Volt, 1 mH (H2 için) eğriden I_{min}= 0.28 A okunur.

$E= 1/2.L.I^2= 1/2.1.10^{-3}.(1A)^2$

E= 0.5 mJ CH4 için

$E= 1/2.L.I^2= 1/2.1.10^{-3}.(0.28)^2$

E= 39.2 µJ= 40 µJ H2 için

Hidrojen için 40 µJ (mikro jul), metan için 0.5mJ (mili jul) enerji hesaplanır. Eğer hesaplanan azami enerji değeri, ölçülen kısadevre akımı ile verilen enerjiyi aşmıyor ise devre KE olabilir demektir.

6.33 EMNİYET FAKTÖRÜ ve ARIZA SAYISI

Herhangi bir alet dizayn edilirken kısa devre akımı ile minimum ateşleme akımı arasında hangi bağıntı alınacaktır. Minimum ateşleme akımı kısa devre akımına eşit alınamaz. Çünkü emniyetliliğin üst sınırıdır. Ayrıca arıza ihtimali olarak neler dikkate alınacaktır. Yalnızca dış devre kablosunun kısa devresi mi yoksa mümkün olabilen her ihtimal mi? Bu konu ve sorunlar KE'nin gelişmekte olduğu yıllarda test yetkililerinin arzusuna bırakılıyordu. Günümüzde ise standart hale getirilmiştir.

BS 5501 kısım 7'de 1.5 misli emniyet faktörü şart koşulmaktadır. Yani ateşleme akımı kısa devre akımının 1.5 katından düşük alınamaz. Diğer bir söz ile kısa devre akımı ateşleme akımının 1.5 de birini (0.66 katını) aşamaz. KE devre dizaynı yapan uzman devresinin endüktif veya kapasitif olup olmadığını bilir. Buna göre eğrilerden ateşleme akımını bularak kısa devre akımını bilinen yöntemlerle 0.66'nın altına düşürmeye çalışır. Gerekir ise işletme gerilimini değiştirerek istediği hedefe ulaşır. İşte ateşleme eğrilerinin imalatçılara bu gibi büyük faydaları vardır. Örneğin V=24 Volt L=1 mH ve omik ağırlıklı bir devrenin ateşleme akımı 6.31 nolu eğriden 1.05 Amper olarak bulunur. Kısa devre akımı ise 1.05/1.5= 0.66 Amperi aşmamalıdır.

Ayrıca elektrik devresinin voltajının da ±%10 değişebileceğini tasarımcı göz önüne almak zorundadır. Örneğin nominal gerilimi 24 volt olan bir devrenin 26.4 volta çıkabileceği ve bu durumda kısa devre akımının da artacağı unutulmamalıdır.

Devrede hangi hallerde en büyük ateşleme akımı veya kısa devre akımı teşekkül eder? Bu ise karışık bir devrenin neresinde kısa devre olacağına bağlıdır. Bu özelliğe sahip birden fazla nokta bulunabilir. KE devresi bir röleye giden kablo ise burada yalnızca kablonun kısa devre olma ihtimali vardır. Devrenin tamamı dikkate alınacak ise çıkan akım farklı olabilir. Örneğin bir telsiz cihazının tamamı KE dir ve içersindeki elektronik devrenin her hangi bir yerinde çıkabilecek kısa devre akımına karşı KE sınırları içersindedir. İşte bu tip aletlerin her durumda kapakları açılabilir ve gerilim altında da tamir edilebilirler. Bu özelliği ile KE devreler ve KE cihazlar ikiye ayrılırlar, a tipi KE (Ex i-a) ve b tipi KE (Ex i-b). btipi aletlerin gerilim altında tamirleri yasaktır. Çünkü yalnızca normal çalışma şartlarında KE dirler veya çıkışları KE dir.

Ayrıca BS 5501 kısım 7'de hangi elemanların veya devrelerin sayılabilir arıza olarak alınıp alınmayacağı belirtilmiştir. Ex-ia en az iki adet sayılabilir kısadevre arızasına karşı emniyetli olmak zorundadır. Ex-ib tipi KE aletler ise yalnızca 1 adet arızaya karşı emniyetlidirler ve ancak Zon 1 veya zor 2 ortamlarında kullanılabilirler, zon 0 ortamında kullanılamazlar.

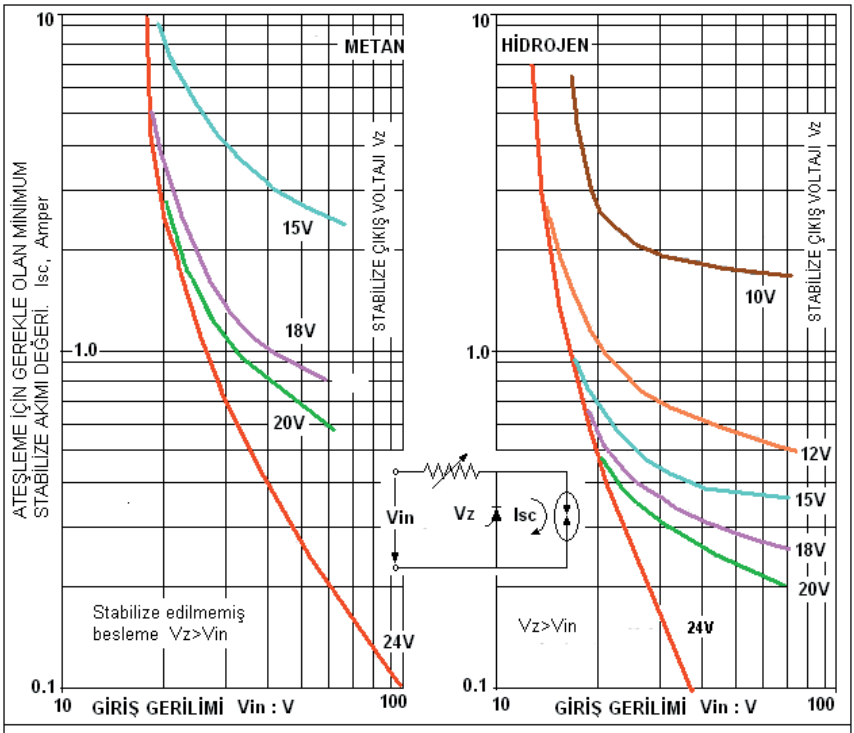
6.34 REZİSTİF DC DEVRELER

Resim 6.31 ve 6.34 de endüktivitesi ihmal edilebilecek kadar küçük olan devrelerin ateşleme eğrileri görülmektedir. Burada devre bir gerilim üreteci gibi kabul edilebilir. Ark voltajı, kaynağın açık devre voltajı ve ateşleme akımı da, kısa devre akımı demektir. Yani

güç kaynağını doğrudan test ediyormuş gibi bir durum vardır. R direncide güç kaynağının iç direnci gibidir. Endüktivitesi gerçekten düşük olan bir devrede yalnızca V voltajı ve I akımı önemlidir. Bu değerlerle minimum ateşleme akımı tayin edilebilir. Gerilim 15 voltun altında ise metan için zaten emniyetlidir. Önemli olan bu durumda devrenin mH'sidir. Ateşleme akımını endüktivite tayin eder. Yani 15 voltun altındaki kaynaklarda devre endüktivitesinin dikkate alınması gerekir. Bazı devrelerin ve kabloların endüktansları yaklaşık bilinmekte ve buna göre ön kalkulasyon yapılabilmektedir. Örneğin test aletinin endüktivitesi, bağlantı kabloları ile birlikte yaklaşık 5 µOhm civarındadır.

Rezistif devrelerin en yaygın örneği bataryadan oluşan güç kaynaklarıdır. Bunların kendi iç yapılarında endüktivite veya kapasiteleri yoktur. Ancak kablo, kablo pabucu gibi bağlantı elemanları dolayısı ile ihmal edilebilecek kadar küçük endüktansları bulunabilir.

Bataryanın şarjlı veya şarjsız oluşuna ve yine ısıya göre boştaki gerilimleri değişmektedir. Voltajın düşük olması fazla problem olmamakla birlikte aşırı şarjdaki yükselen voltaj seviyeleri dikkate alınmalıdır. 25 Voltu aşan bataryalarda ve voltaj yükselmelerinde ki, iç direnç değişimi de dikkate alınmalıdır. Çoğu pil ve bataryanın yeteri büyüklükte iç dirençleri vardır ve kısa devre akımını sınırlar. Gerekirse bataryalara akım sınırlayıcı seri direnç bağlanabilir. Yalnız bu dirençler saf omik olmalı endüktivite içermemelidirler.



Resim 6.38: Regüleli güç kaynaklarının ateşleme eğrileri

Kuru pillerin iç direnci yüksektir. Aynı zamanda CdNi bataryaların da iç dirençleri nispeten yüksektir. Kurşun asitli bataryaların ise iç dirençleri diğerlerine kıyasla çok düşüktür. Bu hususa dikkat edilmeli ve ayrıca kurşun asitli bataryaların iç dirençlerinin, bataryanın, tipi, iç yapısı, kapasitesi (amper saat Ah) ve voltajına göre değiştiği de unutulmamalıdır.

Bir bataryanın KE olup olmadığına karar verebilmek için, her ne kadar teorik değerler kurtarıyor ise de yeteri sayıda bataryanın çeşitli şartlarda denenmiş olmaları gerekir. Ancak bundan sonra bir güç kaynağı KE sertifikası alabilir.

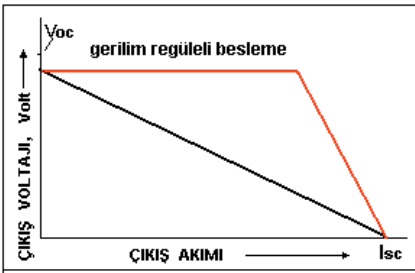
6.35 GERİLİM REGÜLELİ DC KAYNAKLARI

DC kaynaklarının çoğunda voltaj regülasyonu tatbik edilir. Bu işlem için seri veya paralel bağlı yarı iletken malzemelerden oluşan elektronik devreler kullanılır ve mümkün olduğunca sabit voltaj çıkış karakteristiği elde edilir. Resim 6.31 ve 6.34 nolu ateşleme eğrileri regüle edilmiş kaynaklarda da tatbik edilebilir gibi gözüküyor ise de, çıkış yapıları farklı olduğu için regüle kaynaklarda tatbik edilemezler. Çünkü çıkış voltajı regüleli kaynaklarda kısa devre akımı veya yük akımı ile doğru orantılı değildir. Daha yüksek bir akım verir. Resim 6.37 de regüleli ve regülesiz güç kaynaklarının teorik çıkış eğrileri verilmiştir. Akım yükseldikçe regülesiz devrede voltaj düşerken regüleli devrede sabit kalmaktadır. Yani regüleli güç kaynağı KE yönünden daha tehlikelidir. Resim 6.31 ve 6.34 nolu eğrilerden ateşleme akımlarının tespiti şüpheye düştüğünden regüleli devrelerle ilgili ayrıca deneyler yapılarak sonuçları resim 6.38 de görülen ateşleme eğrileri tespit edilmiştir. Burada voltaj regületörü olarak zener diod kullanılmıştır. Bu nedenle resim 6.38 de verilen eğriler ancak zener şöntü kullanan seri regülasyonlarda tatbik edilebilir. V_{in} regülasyon devresine göre batarya voltajıdır.

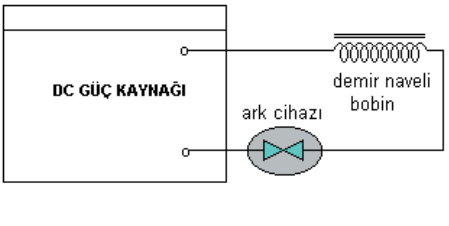
6.36 ENDÜKTANS İÇEREN DEVRELER

Yukarıda izah ettiğimiz akım sınırlayıcı direnç içeren DC batarya veya güç kaynağına, içersinde demir nüve olmayan bir bobin bağlandığında ateşleme akımını bulmak için 6.31 ve 6.34 nolu eğrilerden istifade edilebilir. Bu hallerde önemli olan kısa devre akımı ile bağlantı kablolarının endüktansıdır. Test esnasında gerçek devrenin kablo yapısı ve endüktansları bilinemez. Kablolar için nekadar endüktans alınacağı ve etkileri ileride ayrıca incelenecektir.

İçi boş endüktans kullanımı ise pratik hayatta pek enderdir. Daha ziyade içersinde demir nüve bulunan bobinler kullanılır. Bu bobinlerin endüktansları demir dolayısı ile yüksek olur. Ayrıca demir içersinde kıvrım akım (eddy current) ve histeri kayıpları mevcuttur. Ark esnasında çıkan enerjinin nerelere dağıldığı hesap edilip endüktansın payına düşen ve böylece bulunana enerji ile $E=1/2.L.I^2$ formülünden azami endüktans hesaplanabilir. Fakat bu metod zor ve pratik uygulaması imkansızdır.



Resim 6.37: Regüleli ve regülesiz güç kaynaklarının çıkış gerilimleri



Resim 6.39: Bir bobinin güç kaynağı ile birlikte ark cihazında denenmesi

Demir içeren bobinlerle ilgili minimum ateşleme akım ve gerilimini veren "ateşleme eğrileri" yayınlanmamıştır. Çünkü demirin özelliğine göre endüktivite çok değişmektedir. Demir özelliği de imalatçıya göre çok farklıdır. Bu nedenle demir ihtiva eden endüktanslı devrelerin her halükarda ark cihazına bağlanıp denenmeleri şarttır.

Bobin emniyetini artırmak için, yani ark akımını sınırlamak için bobin uçlarına paralel direnç veya diyot bağlanan hallerde 6.31 ve 6.34 nolu eğrilerin kullanılabileceği tavsiye edilmektedir. Ayrıca zener şöntlerde koruyucu olarak kullanılmaktadır. Bu hallerde olması gereken voltajı diyotun veya zenerin geçirme voltajı (1 Volt) kadar artırarak 6.31 nolu eğriden azami ateşleme akımı okunabilir.

Bu fikirlerin tamamı tavsiyeden ileri gitmemektedir. Bizce en doğrusu demir nüve içeren bobinlerde kullanılan silisli demirin özelliğinin ölçülerek tespitidir. Silisli çelik imalatçıdan imalatçıya farklıdır ve bobinlerde kalıcı mıknatıslığı az olan silisli çelikler kullanılır. Ölçülen mıknatıslanma eğrisinden faydalanılarak (B-H eğrisi) L endüktansının alabileceği azami değer hesaplanabilir. Bu değerler ışığında 6.32 veya 6.35 nolu eğrilerden istifade edilerek ateşleme akımı kontrol edilebilir. Sonuçta bulunan akım patlatma sınırını aşıyor ise, bu takdirde şöntlerle hesaplama yapılarak kısa devre akımı düşürülmelidir. Genelde bakır kovan veya ikinci bir kısa devre sargı, şönt olarak kullanılır. Bu hallerde hesap yöntemi zor ise de yinede yönlendirici olduğundan tavsiye edilir.

Sac kalitesi imalat işlemi dolayısı ile de değişebildiğinden, demir nüveli tüm KE cihazlarının bir prototipi ark cihazına bağlanıp denenir. Yalnız burada deney yaparken önemli olan, bobinin ark çıkarıp çıkarmadığını değil, hangi akım ve voltajda ark ürettiğini yani ateşleme yaptığını tespit etmektir. Bobinin yapısı icabı akım ve gerilim belli değerleri aşamayabilir. Bu durumda emniyet sınırları içersini denemek yeterli olur ki, kısa devre akımının 1.5 mislinde dahi ateşleme olmuyor ise bobin emniyetli demektir.

Resim 6.39 da verilen bobin deney tertibatında bobin aşırı akımdan yansa dahi güç kaynağı emniyetli olmak zorundadır.

6.37 KAPASİTANS İÇEREN DEVRELER

6.33 ve 6.36 nolu eğrilerdeki değerler, şarj edilip yükü boşaltılan kondansatörler için elde edilmiştir. Güç kaynağı işin içinde yoktur. Kondansatörler, iç direnci çok yüksek kaynaklarca yüklenip, güç kaynağı devreden çıkarılarak deneme yapılmıştır ki, saf kapasitör içeren değer elde edilebilsin.

Pratikte ise kondansatörler DC devrelerinde kullanılırlarken güç kaynağı her zaman işin içindedir. Bu durumda ise 6.33 ve 6.36 nolu eğrilerden minimum ateşleme akımını almak imkansızdır. Çünkü ateşlemeyi kondansatörün yanı sıra güç kaynağı da etkiler. Şebekeyi incelerken kondansatör batarya voltajı ile yüklü bir güç kaynağı gibi düşünülebilir ve 6.31 veya 6.33 nolu eğrilerden istifade edilebilir.

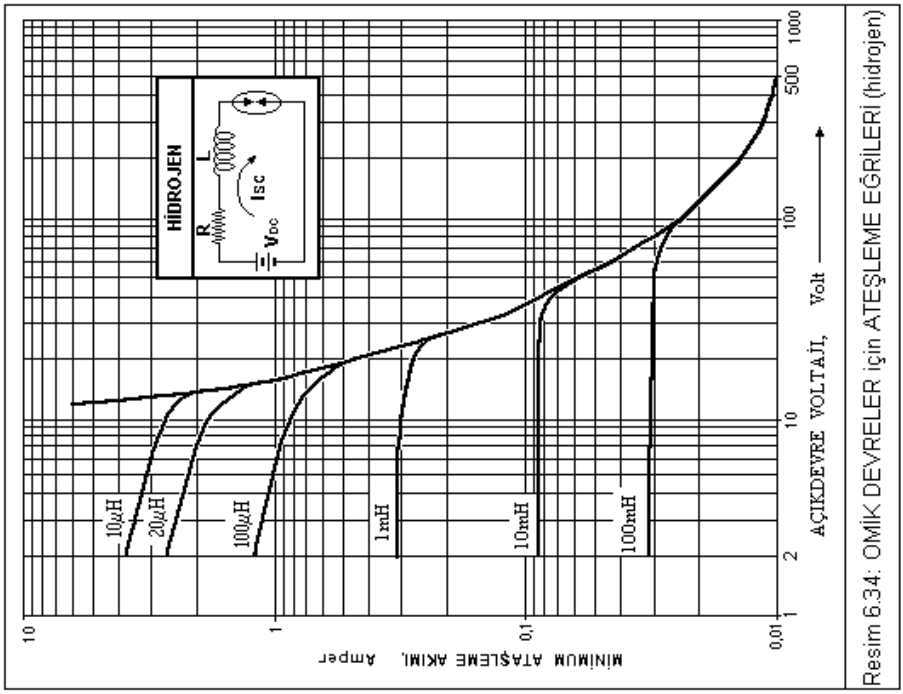
6.38 ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ

Akım ve gerilimin tepe değeri dikkate alındığında şebeke frekansında (50,60 Hz) çalışan alternatif akım devreleri DC ile çalışanların hemen hemen aynıdır. DC de olduğu gibi aynı şekilde "ateşleme eğrilerinden" istifade edilebilir. AC den DC üreten güç kaynakları bu kategoriye girmez. DC güç kaynakları bataryalar gibi mütalaa edilir.

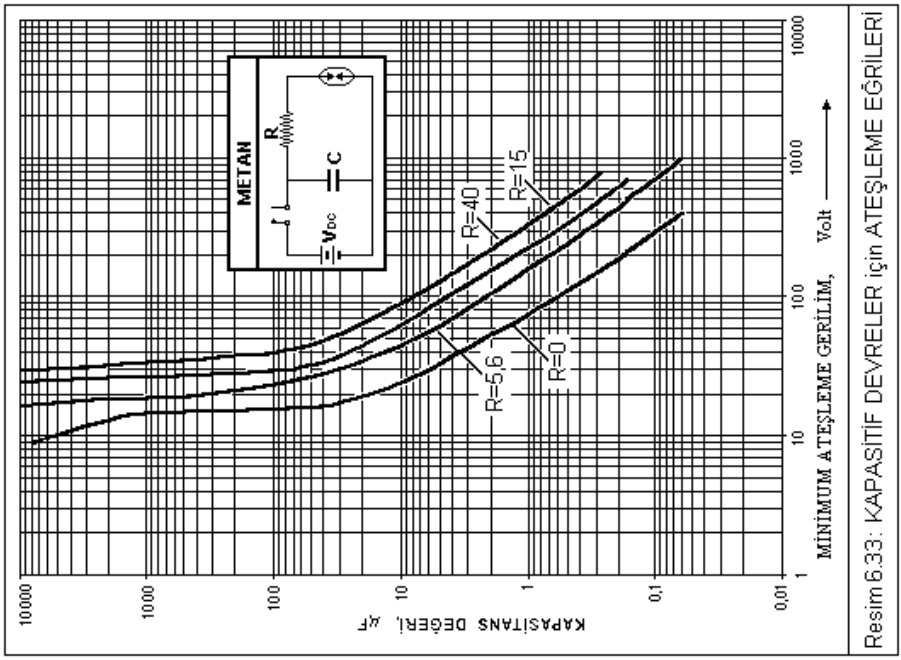
Alternatif akım ile çalışan ve yaygın kullanım alanı olan sinyal cihazlarıdır. Bu cihazları besleyen alternatif akım trafoları da KE özelliğine sahip olmak zorundadır. Bu transformatörler 15 Volt AC üretirler ve AC röle veya çan gibi aletleri beslerler. 15 volt olmasının sebebi ise, 15 voltun tepe değerinin 24 volt DC'ye yakın olmasıdır.

Bu sinyal trafoları AC'nin tepe geriliminde çalışan DC güç kaynağı gibi irdelenebilir. Sargıların kayıp endüktansı, içi boş bobin gibi ve devre dirençleri de akım sınırlayıcı direnç gibi düşünülebilir. Sekonder sargıların empedansı ancak kayıp endüktans olarak gözükür. Primerden gelen empedans ise transformatörün en az 10:1 oranı dolayısı ile çok düşük olarak kendini gösterir ve sekonder tarafta 100:1 oranında azalarak kendini gösterir. Zaten trafoların yüksek gerilim tarafı KE olamaz. Bu konu ile ilgili pratik örnekler ileriki konularımızda incelenecektir.

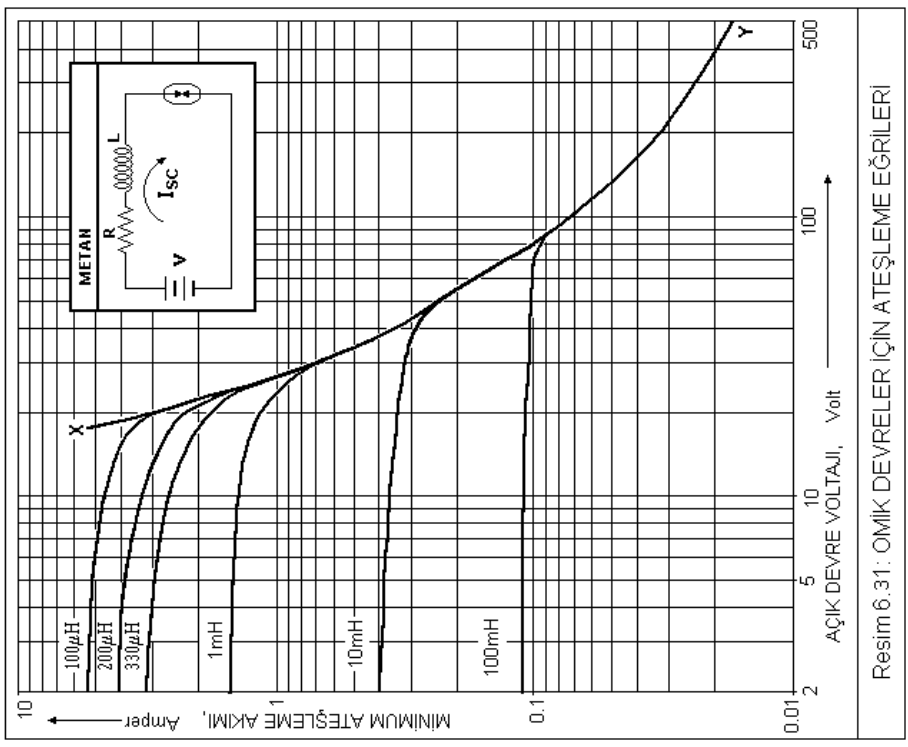
Sinyal trafoları BS 1538'e göre üretilir ve burada azami empedans 300 µH olarak öngörülmüştür. Bazı elektronik devreler ise DC'den AC üretirler. Bu devreler şebeke frekansında çalışıyorlar ise doğrudan AC veren transformatörlerden daha emniyetlidirler. Çünkü kısa devre akımını sınırlayan iç dirençleri daha yüksektir. Bu tip üreteçlerin çıkış frekansları 50 Hz'den yüksek ise durum değişir. Çünkü endüktivite frekansın karesi ile değişmektedir. Bu nedenle yüksek frekanslı devreler basit yöntemlerle incelenemez. Teorik incelemeden başka ark aleti ile denenmeleri de gerekir.



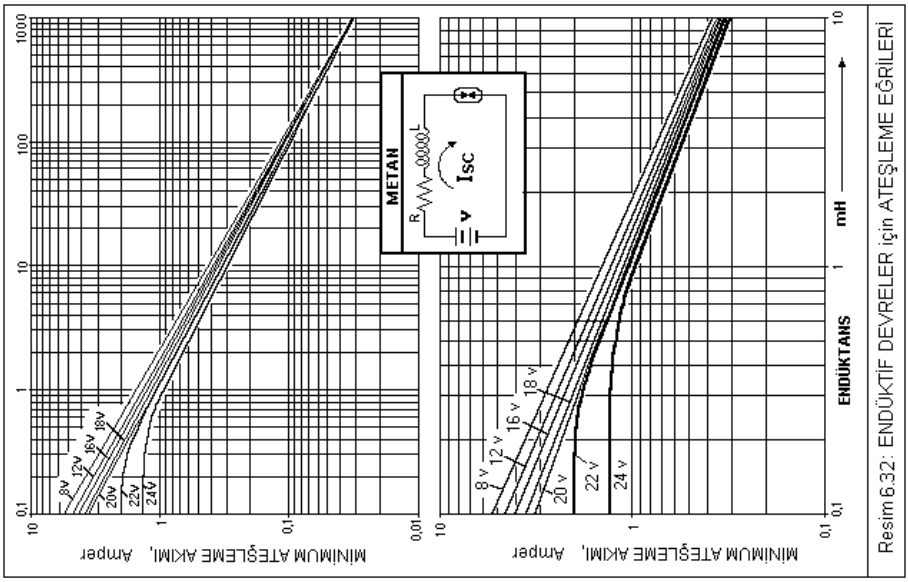
Resim 6.34: OMİK DEVRELER için ATEŞLEME EĞRİLERİ (hidrojen)



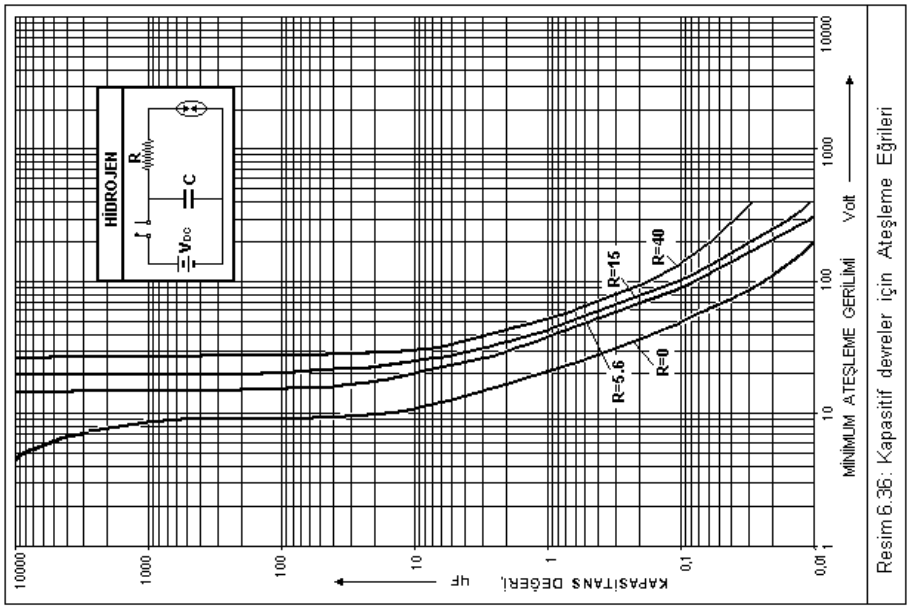
Resim 6.33: KAPASİTİF DEVRELER için ATEŞLEME EĞRİLERİ



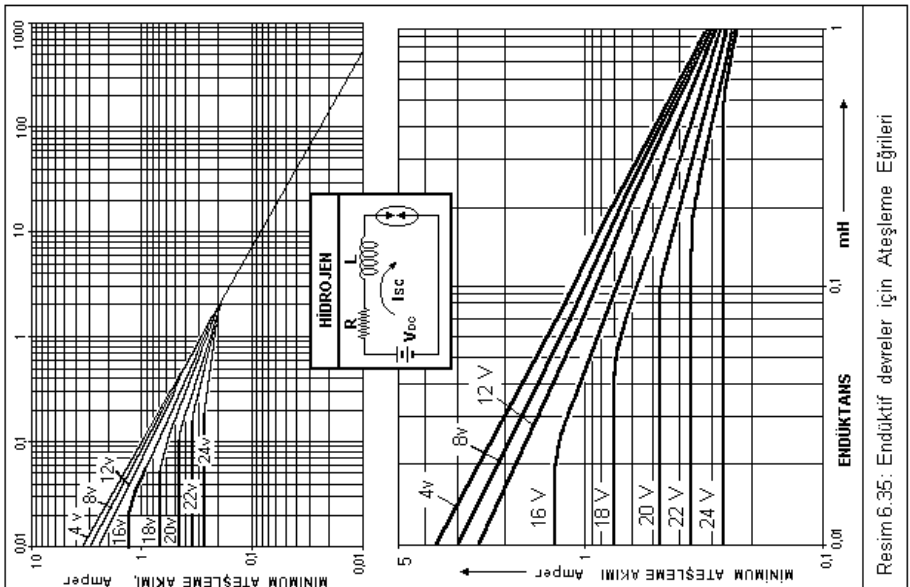
Resim 6.31: OMİK DEVRELER İÇİN ATEŞLEME EĞRİLERİ



Resim 6.32: ENDÜKTİF DEVRELER için ATEŞLEME EĞRİLERİ



Resim 6.36: Kapasitif devreler için Ateşleme Eğrileri



Resim 6.35: Endüktif devreler için Ateşleme Eğrileri

6.40 KENDİNDEN EMNİYETLİLİĞİN HUKUKİ YANI, SERTİFEKA ve STANDARTLAR 1995 ÖNCESİ

Kendinden emniyetliliğin (KE) öncülüğünü İngilizler yaptığına göre önce bu ülkedeki gelişmeleri inceleyelim.

KE sertifika ve müsaade işleminin nasıl ve hangi yöntemlerle yapıldığı birinci derecede imalatçı ve tasarımcıları ilgilendirir. Tasarımcı aldığı sertifikanın, yeni bir değişikliğe uğramadan uzun yıllar sürmesini ve yapacağı imalatlardan belli bir kar ve süreklilik bekler. Kısa süreli değişiklikler arzu edilmez. Kullanıcı da aynı şeyi düşünür. Satın aldığı malın kısa sürede demode olmasını istemez. Bu nedenle sertifika ve müsaadenin nasıl verildiği ve nelere dikkat edildiği kullanıcıyı da ilgilendirir. Kullanıcı standart değişince ne gibi yenilikler geldiğini ve eski aletlerini kullanıp kullanamayacağını bilmek ister.

Bugün (2010 itibarı ile) 40-50 yıl evvel sertifika almış ve halen kullanılmakta olan aletler mevcuttur. Örneğin BS 1259:1959'a göre sertifika almış Türk madenlerinde kullanılan bir çok tesis mevcuttur. Bu nedenle gelişmeye baştan göz atmakta yarar vardır.

6.41 İNGİLTEREDEKİ GELİŞMELER

Grizulu maden ocaklarına yerleştirilen elektrik aletlerinin kullanımını etkileyen ilk kanun 1911 de çıkartılmıştır (Coal mine act 1911). Daha sonra 1954 de yenilenen aynı kanun ve 1974 de yayınlanan "işyerinde sağlık ve güvenliği ile ilgili kanun" (safety and health at work act 1974) elektrikli teçhizatın kullanımı ile ilgili hükümler içermektedir. Bu kanunlara dayanılarak detay içeren nizamnameler çıkarılıp yayınlanmakta ve ihtiyaca göre değiştirilmektedir.

a) MADEN MÜFETTİŞLİĞİ

1911 tarihli maden kanununa göre "maden ve taş ocaklarını" denetlemek üzere bir müfettişlik oluşturulmuştur. (HM inspectorate of mines and quaries). Bu müfettişliğin emrinde branşlarına göre, maden, makine, inşaat ve elektrik müfettişleri bulunmakta idi. Elektrikle ilgili kısımdan "maden ve taş ocakları elektrik müfettişi" (HM principal electrical inspector for mines and quaries) sorumlu idi. Bu müfettişlerin emrinde çalışan bölgesel müfettişlerde faaliyet göstermekte idi. (HM senior district inspectors of mines and quaries).

Benzeri teşkilatın Almanya'daki adı Bergamt ve Türkiye'deki de Maden memurluğu idi ve merkezide Zonguldak'ta bulunmakta idi. Bu memurluktan kalan arşiv halen Zonguldak'ta Türkiye Taşkömürünün bünyesinde bulunmaktadır ve çok eski madenlere ait harita ve dokümanlar içermektedir.

b) SERTİFİKA İŞLEMİ

1911 tarihli maden kanunu ile madenlerde grizuyu tehlikeye düşüren elektrikli aletlerin kullanımı yasaklanmıştır. Bu kanuna dayanılarak çıkarılan aynı tarihli bir nizamname ile

elektrikli aletlerin testten geçirilmesi ve üzerine müsaade edilmiştir (approved) damgası vurulması şartı getirilmiştir. Bu yetki kağıt üzerinde Bakanlıkta olmakla birlikte gerekli kontrol ve denetlemeleri müfettişler yapıyorlar ve bu müfettişlerin raporlarına dayanılarak Bakanlık tarafından formalite icabı bir sertifika veriliyordu. Kısaca pratikte tüm yetki müfettişlerin elinde idi.

Daha sonraki yıllarda bu işleri tek elden yürütmek üzere Sheffield ve Boxton'da test laboratuarları kurulmuştur. Bu laboratuarlar hem araştırma yapıyor ve hemde antigrizu aletleri test ederek sertifika veriyorlardı. Her ne kadar bu raporlar Bakanlıkça onaylanıyor idiyse de teknik detay ve uyulacak koşullar tamamen test yetkilisinin tecrübe ve bilgisine dayanıyordu. Daha sonraki yıllarda bu kuruluş "Testing Memorandum" adı altında kendi test yöntemlerini yayınlamıştır.

Hukuken test işlerinden madenlerin bağlı olduğu Bakanlık sorumludur. Fakat bu işler ilgili Bakanlık adına Sheffiel ve Boxton'daki test laboratuarları (Safety in mines Research Establishment=SMRE) yürütmektedir. Yapılan test ve rapor sonuçları Bakanlığa sunulup onaylatıldıktan sonra sertifika verilmektedir.

Sheffield ve Boxton'daki laboratuvarlar aynı zamanda elektrik aletlerinin emniyetli kullanımı ile ilgili araştırma ve geliştirme yapmakla da yükümlüdür. Bu teşkilat (SMRE) alev sızmazlıkla ilgili tüm standart ve yönetmeliklerin çıkarılmasına da ön ayak olmuş ve ayrıca imalatçılara da yardımcı olarak antigrizu ve diğer bir sözle exproof alet geliştirilmesine büyük katkılarda bulunmuştur.

c) YER ÜSTÜ ve DİĞER SANAYİİ KOLLARI

Kimya ve petrol sanayi gibi madenler dışındaki diğer sanayi kollarında da patlayıcı ortam teşekkül ettiği ve buralarda da exproof (alevsızmaz) ve KE (kendinden emniyetli) aletler kullanılması gerektiği madenlerden çok daha sonra ortaya çıkmış ve önlemler de daha sonraları alınmıştır. Nitekim İngiltere'de 1937 yılında çıkartılan fabrikalar kanunu (factory act) bu konuyu kapsamaktadır. Bu kanun maden dışındaki sanayi kesiminde exproof ve kendinden emniyetli alet kullanımı ile ilgili tüm sertifika ve müsaade yetkisini fabrikaları kontrol eden müfettişlik teşkilatına bırakmıştır. Test işlemlerini ise yine Sheffiel deki SMRE laboratuarları yürütmektedir. 1969 yılında yerüstü tesisleri için ayrı bir test otoritesi (BASEEFA) oluşturulmuştur.

d) TEST YÖNETMELİKLERİ

Sheffield'eki test laboratuarları (SMRE) yaptıkları araştırmalarla alevsızmaz ve KE alet imalatına da öncülük ettiklerinden test ve sertifika işlemlerinin nasıl yapılacağını belirten yönetmelikler yayınlayarak imalatçılara yardımcı olmaya çalışmışlardır. Bu yönetmeliklerin (MEMORANDUM) konumuzla ilgili olanları aşağıda yazılmıştır.

HEALTH and SAFETY EXECUTİVE, MİNES and QUARİES Testing Memorandum

TM No.	İSİM	yıl
No. 1	Maden emniyet lambaları ve parçalarının test ve müsaade şartları.	1973
No. 2	Patlayıcı maddelerin test ve müsaade şartları.	1971
No. 5	Manyeto ve ilgili aletlerin test ve müsaade şartları.	1975
No. 7	Metan ölçü aletlerinin test ve müsaade şartları.	1971
No.12	Diesel ve batarya tahrikli lokomotifler ile çekici araç ve diesel motorlu araçların test ve müsaadeleri.	1976
No.13	Elektrikli kapsüllerin test ve müsaade şartları.	1973

SMRE'nin yayınladığı ayrıca birde SH kılavuzu da vardır. Bu kılavuz maden ve taş ocaklarında kullanılan elektrikli aletlerle ilgili test yöntemlerini kapsamaktadır. 1982 yılında yayınladığı en son yönetmelik hem madenleri ve hemd e diğer sanayi kollarında kullanılan aletlerin test yöntemlerini kapsamaktadır

6.42 İNGİLİZ STANDARTLARI

Standartlaşmaya geçilmeden KE'nin gelişmeye başladığı tarihlerde test ve sertifika işlemleri tamamen ilgili otoritenin iyi niyetine bağlı idi. Bu otoriteler maden kanununa dayanarak sertifika değil bir nevi müsaade (approval) veriyorlardı.

Alevsızmazlıkla ilgili ilk standart BS229 dur ve 1926 da yayınlanmıştır. Bu standart ise KE aletleri kapsamamaktadır. KE'yi kapsayan ilk standart 1945 yılında yayınlanan BS1259 dur. Bu standart KE test ve sertifika yöntemlerini içeren kısa bir standarttır ve ilk defa BS damgasını öngörmektedir. Maden ve diğer sanayi kolları ile ayırım da yapmamaktadır.

Daha sonra 1956 da BS1538 yayınlanmıştır. Bu standart ise kömür madenlerinde kullanılan sinyal trafolarını kapsamaktadır. Önceki konularımızda da izah ettiğimiz gibi sinyal trafolarının çıkış gerilimi 15 volt ve kayıp endüktansıda 300mH ile sınırlanmıştır. 500 mH lik trafoya müsaade edilmemektedir. Bu trafolar akım sınırlayıcı dirençlerle emniyetli hale getirilebiliyor idiyse de yapım ve tasarımla ilgili bir standart olmadığından 300 mH'lik kayıp endüktans sınırı aşılamamaktadır.

Bundan önceki konularımızda da bahsettiğimiz gibi 50 Hz şebekede alternatif akımın tepe değeri baz alındığında doğru akıma eşdeğer gelmektedir. Sinyal trafosunu 25 volt, 2,6 amper bir DC bataryaya denk gelecek şekilde dizayn etmek için trafonun effektif çıkışları 15 volt ve 1,6 amper alınmaktadır. Bu nedenle BS1538 de 15 volt, 1,6 amper ve 300 mH değerleri öngörülmüştür.

Çeşitli imalatçıların tasarımlarını kıyaslayabilmek için sarım ve çekirdek (demir nüve) yapımı da bu standartta belirlenmiştir. Madenle ilgili başka bir nizamname sinyal trafolarının ikinci sargılarının topraklanmasını yasaklamaktadır. Bu durumda her iki sarım arasına

(primer ve sekonder sargılar) en az 0.075 mm kalınlığında bir bakır kovan konulması ve bu kovanın topraklanması şartı getirilmiştir. Ayrıca demir nüvenin de topraklanma şartı koşulmuştur. Bu sayede birici sargılardan gelebilecek yüksek gerilime karşı iki yönlü önlem alınmış olmaktadır.

1945 yılında yayınlanan BS1259 teknik gelişmelere ayak uydurabilmek için revize edilerek 1958 yılında yeniden yayınlanmıştır. Yeni yayınlanan BS1259 ilk defa KE devre ve aletleri detaylı bir şekilde izah edip tarifini yapmaktadır. Bu tariflere bir göz atmakta yarar vardır.

KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRE: (intrinsically safe circuit)

Kendinden emniyetli devre öyle bir elektrikli devredir ki, sertifika veren mercice belirtilen normal şartlarda çıkan elektrikli ark etrafındaki alevlenebilir gaz veya tozu ateşleyebilecek güçte değildir.

KENDİNDEN EMNİYETLİ ALETLER: (intrinsically safe apparatus)

Kendinden emniyetli alet öyle tasarlanmış ve imal edilmiştir ki, sertifika veren mercice belirlenen şartlarda monte edilip çalıştırıldığında, normal çalışma şartlarında aletin kendi içinde ve bağlı olduğu devrede çıkan herhangi bir ark etraftaki gaz, buhar veya tozu patlatacak kabiliyette değildir.

Buradaki tarif akkor haldeki kaynakları (flamanlı lambalar gibi) ve sürtünme ile çıkan kıvılcımları içermemektedir.

Normal çalışma şartları, hat akımının kopması, kendi arasında kısa devre olması veya toprağa karşı kısa devre olması gibi hususlar yapılacak deneylerde dikkate alınacak ise de buradaki tarif tamamen sertifika veren merciğin (yetkili kuruluşun) takdirine bırakılmıştır. Sertifika veren merciği, pratik kullanıma uygun olarak, herhangi eleman veya elemanların veya muhtemel en yüksek akım çıkarabilecek ve tehlikeli olabilecek elemanları dikkate almakta serbesttir. Yapacağı inceleme ile test edeceği yöntemi belirler ve işlemin detayı yine bu otoritenin takdirine kalmıştır. Test otoritesi olarak Enerji Bakanlığı ön görülmüş ise de pratikte Sheffiel'de bulunan test laboratuvarı yetkililerinden başkası değildir. Çünkü konunun uzmanı onlardır. Bakanlık onaylama makamıdır.

Enerji Bakanlığının yayınladığı 10 nolu Test Yönetmeliğinde (Testing Memorandum) çeşitli gaz ve buharlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

METAN GRUBU:	Metan gazı (grizu)	
PENTAN GRUBU:	Pentan, heksan, iso heksan, bütan, benzon, petrol buharı,	siklo heksan, heptan, aseton, karbon monoksit.
ETİLEN GRUBU:	Etilen	
HİDROJEN GRUBU:	Hidrojen, şehir gazı, kok fırını gazları, mavi su gazı.	

Burada dikkati çeken husus sınıflandırmanın d-tipi alevsızmaz mahfazalardan farklı oluşudur.Bu sonuca şaşmamak gerekir. Çünkü alçak gerilimli şalterlerdeki ark olayı

çok farklıdır. Her gazın kendine göre ark enerjisini farklı şekilde absorbe etme özelliği olabilir.

BS1259, 2 ve 3 nolu ark cihazlarını da (brake flash) tarif ederek standart test aleti olarak saptamaktadır.

6.43 1958 SONRASI GELİŞMELER

1958-78 arası tüm KE testleri BS 1259 ve Memorandum 10'a göre yapılmıştır. 1958'den sonra bazı uluslararası gelişmeler kendini göstermeye başlamış ve İngilizlerin öncülüğünde başlayan KE olayları diğer araştırma kuruluşlarınca da incelendiğinden yeni gelişmeler ve bulgular ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunlardan en önemlisi Alman otoritelerinin yeni bir test aleti ve yöntemi ortaya atmalarıdır.

1965 yılında Alman VDE (Elektrik Mühendisleri Odası) KE ile ilgili yeni bir standart yayınlamıştır. Bu standartta yeni bir test aleti, KE test yöntemleri ve ateşleme eğrileri yayınlanarak standart hale getirilmiştir.

Bu standardın can alıcı noktası yeni test aletidir. Bu alet daha pratik, kullanışlı ve kalibresi de kolaydır. Bu nedenlerle bu alet İngiliz SMRE uzmanlarınca da kabul görmüştür. Ne var ki yapılan deneylerde BS 1538'e göre sertifika verilen sinyal trafosu Alman test aleti ile sızdırma göstermiştir. Bu durumda İngiliz otoriteleri yeni çalışmalara başlamış ve ileride de bahsedeceğimiz gibi BS 1538'e göre sertifika verilen sinyal trafolarının emniyetli olup olmadıklarını ve Alman aletine göre nasıl emniyetli hale getirebileceklerini araştırmaya başlamışlardır. Bu durumda BS 1259'un revize edilmesi gerekiyordu. Bu arada Uluslararası Elektroteknik Komisyonu da (IEC) ayrı bir çalışma yapmakta idi ve ayrıca İngiliz sanayinin export (ihracat) hedeflerinin de düşünülmesi gerekiyordu. Bu nedenlerle İngiliz otoriteleri yeni bir standart yayınlamadan bir müddet beklemeyi daha doğru bulmuşlar ve mevcut standartlarında değişikliğe gitmemişlerdir.

1978 yılında Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) patlayıcı ortamlarla ilgili bir seri standart yayınlamıştır. Bunlar IEC 79-0 dan 79-11'e kadar numaralanmıştır. IEC 79-11 KE (kendinden emniyetlilik) ile ilgili hususları kapsamaktadır.

Bu arada İngiltere Avrupa Ekonomik Birliği'ne (EEC) katılmış ve Avrupa standartlarına da dikkat etmek zorunda kalmıştır. Avrupa Standart Organizasyonu (CENELEC) patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik aletleri ile ilgili (exproof, alevsızmazlık ve KE kendinden emniyetlilik) komisyonlar oluşturup müşterek standartları oluşturmaya başlamış ve 1978 yılında EN 50014 den EN 50020'ye kadar patlayıcı ortamlarla ilgili bir seri standart yayınlamıştır. Bu standartlardan KE ile ilgili olan EN 50 020 dir.

İngiliz Standart kuruluşu patlayıcı ortamlarla ilgili yeni standartlarını 1978 de yayınlamıştır. Bu standartlar Avrupa normu EN ile kelimesi kelimesine aynıdır. KE ile ilgili olanı BS 5501 nolu standarttır.

Bu arada Avrupa Birliği hakkında kısa bir bilgi vermemizde de yarar vardır. Birliğin üç önemli kolu vardır:

Birincisi : ECSC (Avrupa kömür ve çelik birliği)
İkincisi : EURATOM (Avrupa Atomik Enerji Birliği)
Üçüncüsü : EEC (Avrupu Ekonomik İşbirliği).

ECSC'nin sağlık ve güvenlikle ilgili bir kanadı mevcuttur. Taraflarca kabul edilen konular milli kanunlara çevrilerek yayınlanmak zorundadır. ECSC genel hükümleri belirler. Detayları CENELEC komisyonları inceleyerek standart haline getirir. EEC üyeleri oluşan Avrupa normlarını aynen kabul ederek milli norm şeklinde yayınlamak zorundadır. Eğer EN mevcut değil ise veya anlaşma sağlanamamış ise milli normlar serbest kalır ve EEC üyeleri istedikleri gibi standart yayınlayabilir.

EN 50020 yalnızca KE aletleri kapsamakta KE devrelerden söz etmemektedir. ESCS emniyet ve sağlık komisyonu bu durumu kabul etmemekte ve eksikliği görmektedir. Bu nedenle KE devreleri ve sistemleri de kapsayan yeni bir standart hazırlamaktadır. EN 50 039 nolu bu yeni standart 1981 yılında yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu konunun uzamasına İngiliz sanayini düşünen İngiliz uzmanların itirazı neden olmuştur. Aksi halde BS 1259'un yürürlükten kalkması gerekir idi. Bizce bilinen, BS 1259'un 2003 e kadar geçerliliğini korumuş olduğu yöndedir.

6.44 TÜRK SATNDARTLARI ve TÜRKİYEDEKİ DURUM,

(1995 ATEX e kadar)

Madenlerde uyulması gereken bir tüzük mevcuttur. Bu tüzük 1475 sayılı İş Kanununu 74. üncü maddesine dayanılarak çıkarılmış olup "Maden ve Taş Ocakları ile Açık İşletmelerde Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkında Tüzük" adını taşımaktadır. Bu tüzük 13.08.1984 tarihinde revize edilerek en son ve en yeni şekli ile tekrar yayınlanmıştır.

Bu tüzük grizulu maden ocaklarında sertifikalı elektrik aletleri kullanılmasını şart koşmakta (madde 288) ve sertifikanın da Bakanlıkça yetkili bir Test İstasyonu tarafından verileceğini (madde 289) hükme bağlamaktadır.

Türkiye'de Zonguldak dışında grizulu maden ocağı pek bulunmadığından birçok konularda olduğu gibi alevsızmazlıkta da (exproof) sektörün öncülüğünü Zonguldaktaki kömür ocakları üstlenmiştir. 1941 yılında devletleştirilerek Ereğli Kömürleri İşletmeleri (EKİ) adı altında birleştirilen kömür ocakları 1984 yılında Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü adı altında yeniden organize edilmiştir.

Ereğli Kömürleri İşletmesi (EKİ) 1970'li yıllarda alevsızmaz alet imali ve bu aletleri test etme girişimlerinde bulunmuş ve bir test istasyonu kurarak 1975 yılında faaliyete geçir-

miştir. Bu istasyonda madenler için imal edilen alevsızmaz aletlere sertifika verilmektedir ve halen de faaldir.

Türk Standartları Enstitüsü 1966 yılında KE aletlerin testi ile ilgili bir standart yayınlamıştır (TS 373: Patlayıcı gaz ortamları için kendinden emniyetli elektrik malzemelerinin deneyi). Türkiye'de konu ile ilgili bir çalışma olmadığı bir devirde standart yayınlanmasına ve alev sızmazlıkla ilgili bir standart yok iken KE'nin öne çekilmesine bir anlam verilememektedir. Daha sonra Zonguldak'ta kurulan Alevsızmazlık Test İstasyonunun girişimi ile TSE Uluslararası Elektroteknik Komisyonunun (IEC) patlayıcı ortamlarla ilgili standartlarını (TS 3380-3385: "Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrik aygıtları için genel kurallar" adı altında tercüme ederek aynen yayınlamıştır.

MADEN SANAYİĞİ DIŞINDAKİ DİĞER SANAYİİ KOLLARI

Madenler dışındaki patlayıcı ortam bulunduran diğer sanayi kolları yine 1475 sayılı İş Kanununa göre yayınlanan "Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük"e uymak zorundadır. Bu tüzük en son ve geçerli şekli ile 1973 yılında yayınlanmıştır. Tüzüğün 23. üncü maddesi parlayıcı ve patlayıcı gaz bulunduran ortamlarda alevsızmaz (exproof) alet kullanılmasını öngörmektedir.

Kömür madenleri dışındaki diğer sanayi kollarının istekleri farklı olduğundan Türk Standartları Enstitüsü bu sanayi sektörü için üretilen aletleri test edip sertifika vermek üzere İzmir'de yeni bir Test laboratuarı kurarak faaliyete geçirmiştir. Zonguldak'ta kurulan test laboratuarı maden dışındaki diğer sanayi kollarına da cevap verebilecek ve özel sektöre yol gösterebilecek şekilde organize edilmiş idiyse de, her nedense Türk Standartları Enstitüsü, milli ekonomiyi düşünmeden İzmir'de ikinci bir test laboratuarı kurarak diğer sanayi kollarının ihtiyacına cevap vermeye başlamıştır. Devletçi ekonomi ve yönetimin ağır bastığı 1980 li yıllarda böyle bir girişimde bulunulması ilginçtir. Aynı teşkilat iki kere kurulacak, iki kere aynı aletlere o yıllarda zor bulunan döviz ödenecektir. Söz konusu laboratuarın tam teşkilatlı kurulup kurulmadığı tarafımızdan bilinmemektedir. Burada bir yanlış daha yapılmıştır, o da standartlar enstitüsü bünyesinde böyle bir teşkilat kurulmasıdır. Avrupa ve Amerika gibi gelişmiş ülkelerde benzeri kuruluşların hiç biri standartlaşma kuruluşunun bünyesinde değildir.

ATEX yönetmeliklerinin yayınlanması ile hem Zonguldak ve hem de İzmir'deki test laboratuarlarının faaliyetleri durmak zorunda kalmıştır. Çünkü ATEX e uygun sertifika vermemektedirler. Bu kuruluşlar Alman PTB kuruluşu ile anlaşma yaparak teşkilatlanmaya gitmektedirler. 2009 yılı ortalarında Zonguldak'taki Alevsızmakzlık Test İstasyonu PTB adına test yapıp sertifika vermeye başlamıştır. Hem madenlere ve hem de diğer sanayi kollarına sertifika verebilmektedir. TSE nin laboratuarı muhtemelen tam teşekküllü olmadığından bildiğimiz kadarı ile 2009 sonu itibarı ile henüz faaliyete geçememiştir.

Bilebildiğimiz kadarı ile (ATEX e kadar) Türkiye'deki patlayıcı ortamlarla ilgili uygulamanın açık seçik bir hukuki statüsü yoktur. Daha ziyade yabancı uygulamalar örnek alınarak bunlara uygunluk yeterli sayılmaktadır. Ne var ki bu durum bazen vahim sonuçlarda doğurabilmektedir. Ayrıca patlayıcı ortamlarla ilgili teknik mevzuat ve detayını bilen uzman kişiler de yok denecek kadar az olduğundan kimse olayın farkında değildir. Bu uyumsuzluk maden dışındaki diğer sanayi kollarında çok daha barizdir. Örneğin ne Amerikan uygulaması Almanınkine ve nede Almanınki Amerikalı ya, İngilize ve Rusa benzememektedir. Yeraltı madenciliğinde de elektrik şebekesinin dizaynı, koruma yöntem ve prensipleri farklıdır. Zonguldak'ta Türkiye Taşkömürü ocaklarında İngiliz sistemi seçilmiştir, kendi içinde her hangi bir uyumsuzluk yoktur. Bu nedenledir ki, Alman yapımı elektrik aletleri Zonguldak madenlerinde yok denecek kadar azdır.

Maden sanayinin dışındaki diğer sanayi kollarında sistemler karmaşık bir vaziyettedir. Amerikan condiut sistemi ile Avrupanın uyguladığı kablo sistemi iç içedir. Konuların teknik detayını bilmeyenler önlerine ne gelir ise onu doğru zannetmekte ve uygulamaktadır.

ATEX yönetmeliklerinin yayınlanması ile artık Türkiye'deki hukuki durum da netlik kazanmıştır. Her ne kadar uygulamada bazı eksiklikler var ise de 2010 itibarı ile kağıt üzerinde de olsa, kimin neyi nasıl yapması gerektiği ve nasıl davranacağı açık seçik belli durumdadır. Konu ile ilgili bölüm 2'ye de bakabilirsiniz (son gelişmeler ve hukuki dayanak).

6.50 YENİ STANDARTLARIN ETKİSİ (1995)

6.51 GİRİŞ

1965 yılında Alman KE normunun yayınlanması, İngilterenin Avrupa Topluluğuna katılması ve Uluslararası IEC Normunun devreye germesi gibi olayların ve yine 1978 yılında yayınlanan BS standartlarının sanayi üzerinde ne gibi bir etkisi olduğu yazımızın bu bölümünde incelenecektir.

Yeni normların İngiliz KE elektrik sanayine etkisi Türk madencilerini de yakinen ilgilendirmektedir. Çünkü madenlerimizin büyük bir bölümünde İngiliz yapımı elektrik aletleri başı çekmekte ve hatta projeleri Alman firmalarınca yapılan madenlerimiz de dahi İngiliz yapımı elektik. teçhizatı tercih edilmektedir.

2010 yıllarında intirnsic safe kelimesinin yerini inherent safe sözcüğü almaya başlamıştır. IEC 60079-11'in son sürümlerinde nL tipi koruma (enerji kısıtlama yöntemi) Ex-ic tipi koruma seviyesi olarak standarda ilave edilmiş ve kapsamı genişleyen kendinden emniyetli teknolojisinde içsel güvenlikten bahsedilmeye başlanmıştır. TSE'de son yayınlarında "içsel güvenlik" tabirini kullanmaya başlamıştır.

6.52 ALMAN TEST CİHAZININ YANKILARI

1965 yılında Alman test cihazının ve ateşleme eğrilerinin açıklanması İngiliz test otoritelerinde ve dünya ile rekabet eden İngiliz elektrik sanayinde sorunlar yaratmıştır. BS 1538'e göre sertifika verilen sinyal trafosu Alman test aleti ile denendiğinde gazı ateşlemekte ve KE=kendinden emniyetlilik deneyini geçememektedir.

SMRE'nin (İngiliz test otoritesi) 2 ve 3 nolu ark aleti (brake flash) ile Alman BGVS'nin (Dortmund Dene'deki Alman test laboratuvarı= Berggewerkschaftliche Versuchstrecke) test aletleri aynı değildir. Alman test aletinde kadmium metali elektrot olarak kullanılmaktadır. Kadmium bir yumuşak metaldir ve kaplama maddesi olarak yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Çinko daha da yaygın kullanılan bir kaplama maddesidir ki elektrot yapımında bazı güçlükleri olan çinkonun yerine kadmiumun kullanılmasında bir mahsur yoktur. Yumuşak metallerin ateşlemeyi körüklediği yazımızın bundan önceki bölümlerinde izah edilmişti.

Bundan önceki konularımızda da bahsettiğimiz gibi İngiliz otoriteleri BS 1259'u 1958 de ve BS 1538'i de 1956 da yayınlamışlardı. Aynı zamanda IEC'de yeni bir standart hazırlığı içinde idi. Bu durumda İngiliz otoriteleri kendi sanayilerini de düşünerek yeni bir değişikliğe gitmekte acele etmemişlerdir.

BS 1538'e göre imal edilip sertifika verilen bir sinyal trafosu 9 ohmluk sınırlayıcı direnç ile Alman test aletinde denendiğinde KE deneyini geçememekte ve KE olmaktan çıkmaktadır. Dünya ile rekabet eden İngiliz sanayi bu durumda ne yapacaktır? KE güç kaynakları ve KE devrelerde kullanılan bunca cihaz ne olacaktır? Almanların konu ile ilgili yayını konveyör sinyal sistemine yeni bir sertifika vermek için yapılan deneylerle aynı tarihe çakışmaktadır. Tam bu sıralarda Davis Derby yapımı SIVAD MKJ1 ve WICAS tabir edilen yeni bir bant konveyör sinyal ve haberleşme sistemi denenmektedir ve Alman test cihazı ile yapılan deneylerde bu sistemler sertifika alamamakta deneyleri başaramamaktadır.

Burada sorun dönüp dolaşıp kadmium elektrot kullanıp kullanmamaya dayanmaktadır. İngiliz test otoriteleri bu soruna bir çözüm bulmak zorundadırlar. Çözümü bir müddet daha kadmiumsuz deneylerle KE testlerini geçen aletlere de sertifika vermekte bulmuşlar ise de bu işleme bir sınırlama getirmişler ve 1980 tarihi ile sınırlamışlardır. Zaten 1978 de yeni standartlarını yayınlamışlardır ki, o tarihten itibaren tüm aletleri yeni yöntemle denemeye başlamışlardır. EN 50039 henüz yürürlüğe girmediğinden bu konu tam açıklığa kavuşmamıştır. Bu nedenle BS 1259'a göre önceden sertifika almış olup İngiliz firmalarınca üretilerek piyasaya sürülen aletlere rastlanmaktadır.

1960-80'li yıllarda elektronik sanayinde hızlı gelişmeler yaşanmış ve bu gelişmeler KE tekniğine de yansımıştır. Bu ara sertifika almış ve halen kullanımda bulunan binlerce alet mevcuttur. Bu aletlerin bazıları için imalatçıları tarafından kadmium diskli alette denenerek sertifikalar alınmıştır. Bu nedenle İngiliz KE teknolojisinde "cadmuim-free"

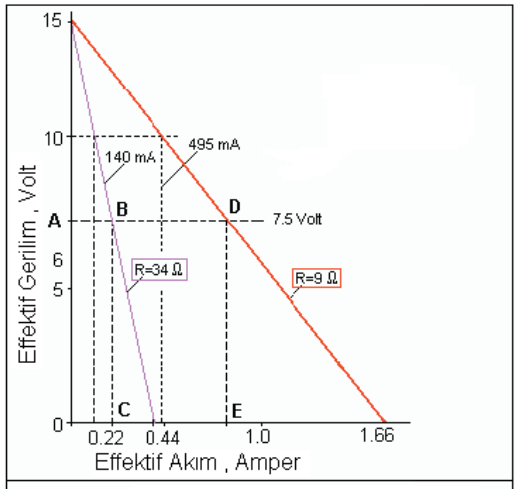
ve "cadmium-safe" tabirleri yerleşmiştir. Cadmuim safe Alman test aleti ile denenmiş ve daha emniyetli anlamına gelir ki, rekabet dolayısı ile bazı firmalar buna önem vermekte ve broşür ve kataloglarında halen bu tabire rastlanmaktadır.

Burada kullanıcılar için bilinmesi gereken ve önemli olan 1960 öncesi standartlara göre sertifika alan cihazların alavsızmazlık (exproof) yönünden olduğu gibi KE yönünden de bazı sakıncalarının olduğudur. Bu konuda kullanıcıyı tedbir almaya zorlayan herhangi bir tüzük veya nizamname tarafımızca bilinmemektedir.

6.53 SİNYAL TRAFOSUNDA YAPILAN DÜZELTMELER

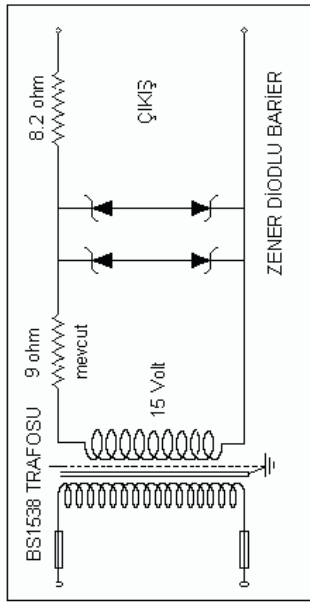
BS 1538'e göre sertifika alan bir transformatör ve bunun devresine bağlı aletler yeni standartlar karşısında ne olacaktır? Ne gibi değişiklikler yapılmalıdır ki bu alternatif akım KE trafosu yeni standartlara uyum sağlasın?

Bu sinyal trafosunun çıkışı 15 volttur ve içersinde de 9 ohmluk akım sınırlayıcı direnci bulunur. Bu dirençle alınan azami güç 6,25 Wattır. Kadmium diskli ark aleti ile yapılan deneylerde 9 ohm yerine 34 ohm'luk direnç konulduğu takdirde KE'nin sağlandığı görülmüştür. Bu durumda trafonun verimi 6,25 Wattan 1,65 Watt'a düşmektedir. Başka bir deyiş ile trafodan çekilen azami akım 1,66 Amperden 0,44 Ampere düşürüldüğünde istenilen emniyet ve yeni standartlara uyum sağlanabilmektedir. Böyle basit bir direnç değişimi ile problem tamamen çözülememektedir. Çünkü bu durumda devreye bağlı bazı cihazların çalışamamaları ile karşılaşılmaktadır.



Resim 6.50: BS 1538'e göre imal edilen sinyal trafosunun 9 ve 34 ohmluk akım sınırlama dirençleri ile elde edilen ÇIKIŞ KARAKTERİSTİKLERİ

a)

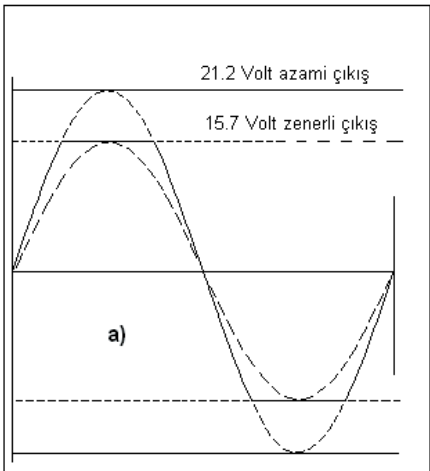


Resim 6.50: BS 1538 sinyal trafosunun zener bariyerlerle korunması

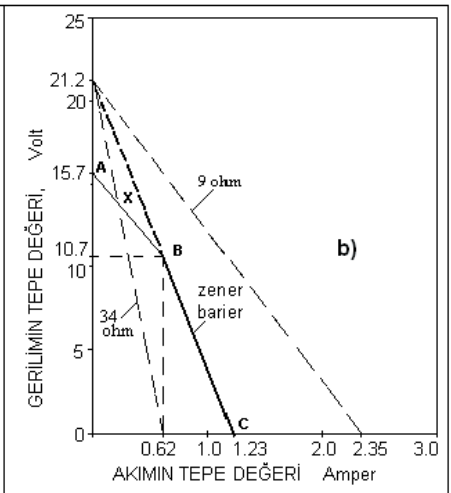
b)

Resim 6.50-a)'da BS1538'e göre imal edilen sinyal trafosunun 9 ve 34 ohmluk akım sınırlayıcı dirençlere göre çıkış karakteristikleri görülmektedir.

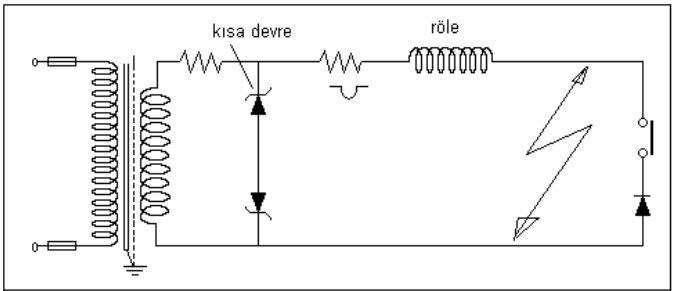
7.5 Voltta 9 ohmluk ön dirençle alınan azami akım 830 mA iken 34 ohmluk dirençle alınan azami akım 228 mA dir. Eğer 10 voltluk röleler çalıştırılıyor ise alınabilecek azami akımlar 9 ohmda 495 mA ve 34 ohmda ise 140 mA dir. Bu akımlara göre 1960-70'li yıllarda imal edilen rölelerin bir çoğu 34 ohmluk ön direnç ile çalışmamaktadır. Zener diodların gelişmesi ile bu sinyal trafolarında da akım sınırlayıcı olarak zener diod kullanılmış ve akımı sınırlayan direncin miktarı ve etkisi de düşürülmüştür.



Resim 6.51: Zener barierli BS1538 sinyal trafosunun çıkış gerilimi ve zenerin etkisi



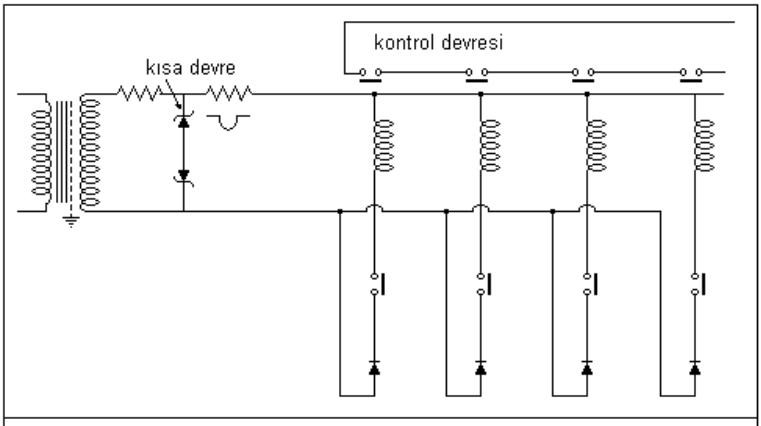
Resim 6.51: Zener barierli sinyal trafosu ÇIKIŞ KARAKTERİSTİĞİ



Resim 6.52: ZENER KORUMALI KUMANDA DEVRESİ

Resim 6.50-b)'de zener korumalı alternatif akım trafosunun bağlantı şekli ve resim 6.51-a) ile resim 6.51-b)'de de çıkış karakteristiği görülmektedir. A-B arasındaki çıkış gerilimi sinus biçimi değildir. 34 ohma denk gelen X noktasında azami akım 150-200 mA dir. B-C arasında ise zenerler iletmezler. Besleme 15 voltta sabit kalır.

Hem akımı 34 ohmluk ön dirençle sınırlayarak ve hem de zener diod kullanarak BS 1538'e göre imal edilen trafoların emniyetinin artırılması ve yeni standartlara uyumunun sağlanması yoluna gidilmiştir. Direnç kullanılan trafoların etiketine "R" zener kullanılanlarında "Z" işareti konularak koruma şekli belirlenmiştir. Sinyal trafosunda yapılan iyileştirme her yerde kullanım imkanı bulamamıştır. Özellikle gerilim seviyesinin düşürülmesi veya zenerle sabit tutulması şarj işlemi gören cihazların işine yaramamaktadır. Şekil 6.51-a)'daki gibi 22.5 voltluk bir akünün şarj işleminde kullanılan bir sinyal trafosunda 34 ohmluk dirençle sınırlama yapmak veya zener kullanarak gerilim düşürmek sonuç vermemektedir. Bu nedenle bu tip şarj cihazları kullanımdan kaldırılmıştır.

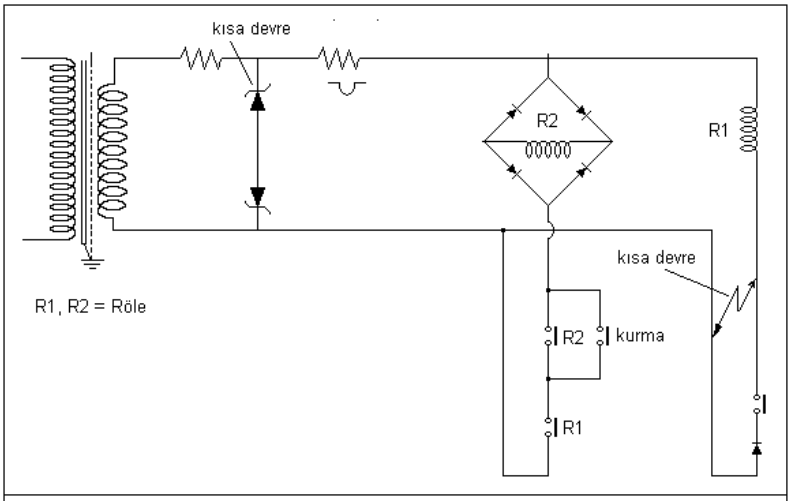


Resim 6.53: Zenerli ve dört diodlu kısa devre korumalı kontrol devresi

Zenerle yapılan sınırlamanın dezavantajlarından biri de KE güvenilirliğini değil, bağlı cihaz veya sistemin çalışma güvenilirliğinin ve emniyetinin zedelenme ihtimalidir. Resim 6.52'de basit yolverme şekli görülen bir kontaktörün yolverme devresinde zenerlerden biri kısa devre olursa veya kablo üzerinde kısa devre meydana gelirse röle yol alabilir ve kontaktör çalışabilir. Bu konuyu biraz daha açarsak, yeraltı maden yolvericilerini çalıştıran anahtarların (puş-pul) ucunda bir diod mevcuttur. Bu diod akımı doğrultur ve ürettiği yarım dalga doğru akım, yol vericinin kontaktör bobinini çalıştırır. Bu diod enson noktada olmalıdır ki kabloda oluşabilecek herhangi bir kısadevrede diod devre dışı olacağından doğru akım üretilemeyecek ve dolayısı ile kontakktör bobini de çalışmayacaktır. Fakat kablo kısa devresi ile birlikte zenerlerden biride aynı anda kısa devre olursa ne olur. Bu durumda zenerin diğeri akımı doğrultacağından röle çalışır ki buda kontağa basılmadan istenmeyen bir yol almadır ve hatta tehlikeli de olabilir.

Zener diodlardaki kısa devre hatasını önlemek için resim 6.53'da görülen kostruksiyon geliştirilmiştir. Burada resim 6.52 ve 6.54 deki aynı röleler kullanılmış ve bu rölelerin devresine bir ters birde düz diod konulmuştur. Bu diodlar yarım dalga akımında kumanda devresinin bağlantısını keserler. Daha yaygın bir kullanım şekli resim 6.54'de

görülmektedir. Herhangi bir zener veya kablo kısadevrede iken R1 rölesi çalışır ve R2 rölesine yarım dalga akımı iletir. Fakat R2 rölesi öyle dizayn edilmiştir ki, tam dalgada çeker yarım dalgada ise bırakmaz çekili halini muhafaza eder. Diyeceksiniz ki böyle bir devre neye yarar. Böyle bir devre arızalı halde sistemin çalışmasına mani olur. Yani bir kere arızaya müsaade etmesine rağmen ikinci kez arızalı devre üzerinde çalışmaya müsaade etmez. Sistemin kumanda kablosu veya zener diodları kısa devre iken yol almasına mani olur.



Resim 6.54: Zener barierli ve köprü diodlu kısa devre korumalı kontrol devresi (yol verme devresi)

6.54 YENİ GÜÇ KAYNAKLARINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

1960-70'li yıllarda elektronik sanayinde çok hızlı gelişmeler yaşanmıştır. Bu tarihlerde imal edilen KE cihazların ya kendilerine has özel besleme kaynakları bulunuyordu veya BS1538'e göre yapılan sinyal transformatörünü kullanıyorlardı. Bu transformatörlerde ön direnç sorunu ortaya çıkınca imalatçılar besleme kaynaklarını yeniden ele almak zorunda kalmışlar ve bazı imalatçılar çıkış voltajını 12 volta çekerek geçici bir önlem almışlar ise de, asıl arzu edilen tüm imalatçılar tarafından kullanılabilen ve genel geçerliliği olan bir güç kaynağı yapabilmek idi.

Alternatif akımda önemli olan tepe değerdir. AC trafonun çıkışı DC'ye göre yarı yarıya daha düşük olmalıdır. Şöyle ki: AC deki maksimum güç DC deki güce ve maksimum akımda DC deki akıma denk olmalıdır.

$I_{max} = I_{dc}$, $V_{max} = V_{dc}$

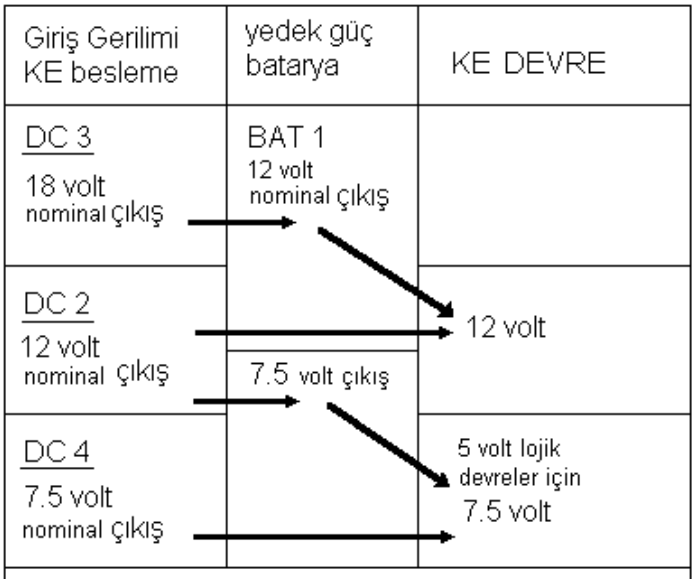
Güç= $V_{max} / \sqrt{2} \times I_{max} / \sqrt{2}$= Vdc x Idc / 2

KE cihazların piyasası dar ve sürümü de çok azdır. O devirde en büyük ve tek tüketici ve kullanıcı İngiliz Kömür Kuruluşudur (NCB). Bu nedenle yeni güç kaynakları araştırıp geliştirme ve ayrıca BS1259 ile BS1538'in de revize işleri NCB'ye kalıyordu.

6.55 ÇIKIŞ VOLTAJI ÜZERİNE DÜŞÜNCELER

KE alternatif akım trafosunun çıkış gerilimi 15 volttan 12 Volta düşürülünce bu trafodan beslenen DC çıkışın gerilimi ne olacaktır. Bu gerilimde 12 voltu aşamaz. Fakat düzleştirme için kullanılan kondansatörde ayrı bir sorun teşkil etmektedir. Çünkü bu maksatla kullanılan kondansatör belli değerleri aşamaz. Diğer taraftan güç kaynağının kendisinin alevsızmaz bir mahfaza içersine konulacağı ve yalnızca çıkışın KE olacağı unutulmamalıdır.

Madenlerdeki mesafeler dikkate alınırsa azami gücü pompalamak için mümkün olan en uzun mesafe seçilmelidir. Bu ise gerilimin yükseltilmesini gündeme getirmektedir. Gerilimi 12 volt ile sınırlarsak mesafeler fazla uzun olmamaktadır. Fakat buna rağmen 12 Voltun seçilmesine ve uzun mesafeler içinde ilave güç kaynakları kullanılmasına karar verilmiştir. Özel bataryaları bulunan güç kaynaklarının akülerinin şarjı ayrıca bir sorun teşkil etmekte ise de şarj işlemi uzun sürede düşük akımla yapıldığından gerilimin biraz yüksek tutulması fazla sorun yaratmamaktadır. Bu nedenle 200 m mesafede şarj işlemi içi 19 volta müsaade edilmiştir. Kısaca 15 volt yerine 12 volt seçilmesi ve çok düşük akımlı olmak kaydı ile bataryalar için 19 volt şarj gerilimi kullanılması görüşü ağır basmıştır.



Resim 6.55: STANDART KE DOĞRU AKIM GÜÇ KAYNAKLARI

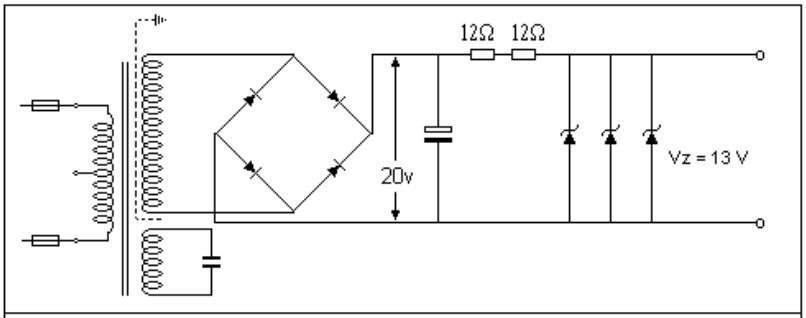
Elektroniğin yayılması ve TTL baskı devrelerin kullanımı ile birlikte 5 volt ön plana çıkmıştır. 5 volt KE yönünden problemsiz bir gerilim kademesidir. Bu devrelerdeki gerilim düşümü de dikkate alınarak 12 voltun yanısıra 7.5 voltluk güç kaynakları da geliştirilerek sertifika alınıp piyasaya sürülmüştür. Bu cihazların yedek güç kaynaklarında (batarya) 7.5 volt olarak seçilmiş ve bilhassa data naklinin yayılması ile 7.5 voltluk güç kaynaklarının kullanımı da artmıştır.

Resim 6.55'de NCB tarafından geliştirilen üç ayrı tip güç kaynağı karşılaştırılmaktadır. Burada görüldüğü gibi DC3'ün çıkışı 18 volttur ve BAT 1 tabir edilen bataryaların şarj işinde kullanılır. KE devreyi doğrudan beslemez. DC2 ise hem 7.5 volt akü şarjında ve hemde 12 volt KE devrelerin doğrudan beslenmesinde kullanılır. DC4 12 volt KE devrelerin doğrudan beslenmesinde kullanılır.

Not: NCB= National Coal Board, Kömür İşletmeleri Kurumu, bu gün mevcut değildir. Özelleştirme dalgaları ile ortadan kaldırılmıştır. Kömür üretiminin yanı sıra araştırmaları ile de, İngiliz sanayine katkıları bulunmuştur. DC1, DC2, DC3 ve DC4 güç kaynaklarını geliştiren bu kuruluştur.

6.56 YENİ GÜÇ KAYNAKLARI

Yukarıda da söylediğimiz gibi DC3 18 volt çıkışlıdır BAT1'in şarjında kullanılır. KE devreyi beslemez. DC2 12 volt çıkışlıdır hem şarj ve hem de KE devrede kullanılır. DC4 de aynı şekilde hem güç kaynağı ve hemde adaptör olarak kullanılan bir güç kaynağıdır.

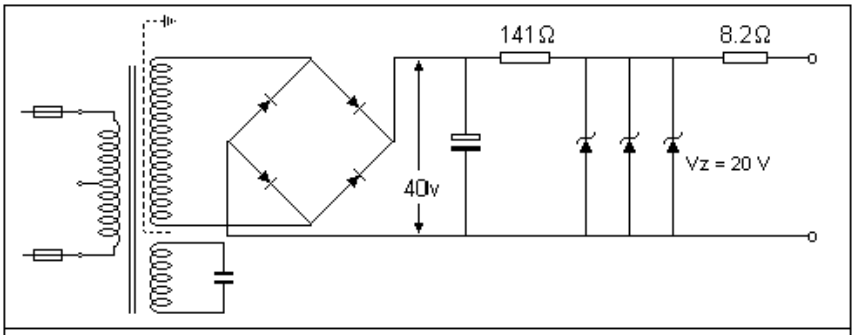


Resim 6.56: DC2 tipi 12 volt çıkışlı güç kaynağı

DC2 GÜÇ KAYNAĞI

Resim 6.56'da şekli verilen bu kaynak 12 volt çıkışlıdır. En önemli unsuru sabit gerilim trafosudur. KE yönünden dikkate alınması gereken şebeke geriliminin dalgalanması ve bilhassa artışıdır. Düşük gerilim KE yönünden bir tehlike teşkil etmez. Yüzde 10'luk bir gerilim artışı daima normaldir ve hiçbir elektrik aletinde sorun yaratmamalıdır. Herhangi bir nedenle trafonun gerilimi %10'u aşarsa ne olur. Bu gibi artışları önlemek için güç

trafosunun çıkışına zener diodlar konulmuştur. Zener barier de tabir edilin bu diodlar gerilim çıkışını 13 voltta sabit tutarlar. Burada en az üç adet zener öngörülmüştür. Zenerin biri kısa devre olursa sigorta atar ve gerilim kesilir. Yapılacak ilk teste ikincide yanar ve üçüncü zener halen mevcuttur. Böylece iki kere hataya müsaade edilmiş olunur.

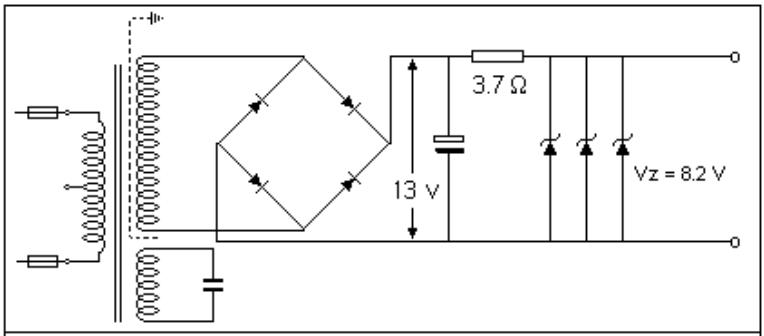


Resim 6.57: DC3 tipi 18 volt çıkışlı güç kaynağı

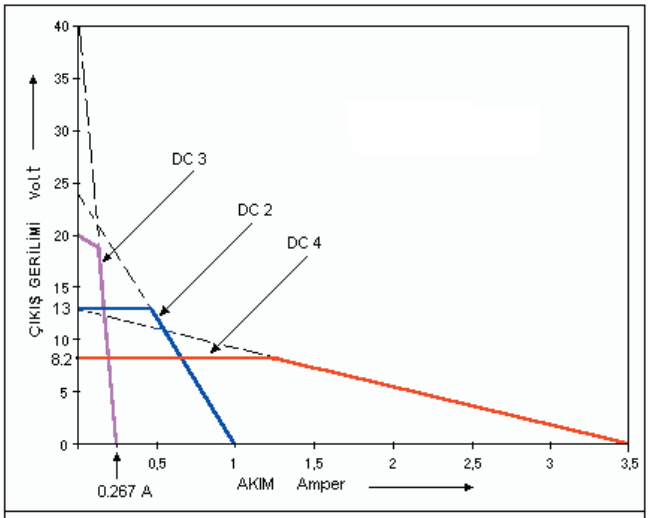
DC2, DC3 ve DC4 güç kaynaklarının yapıları teknik resim olarak aynıdır. Çıkış gerilimleri ve devre elemanlarının değerleri farklıdır. Resim 6.57 da görüldüğü gibi, DC3 de 8.2 ohmluk çıkış direnci ilave edilmiştir ve DC3, DC4 de 3.5 ampere sınırlanmıştır.

YENİ GÜÇ KAYNAKLARININ ÇIKIŞ KARAKTERİSTİKLERİ

Yeni güç kaynaklarının çıkış karakteristikleri resim 6.59 de görülmektedir. DC2 ve DC4'ün yatay kısımları zener diodun sınırladığı azami gerilimle başlar ve çıkış akımını sınırlanması ile hafif bir eğrilme ihtiva eder. DC3 ise daha eğimlidir. Çünkü 8.2 ohmluk direnç üzerinde düşen gerilim etkisini gösterir.



Resim 6.58: DC4 tipi 7.5 volt çıkışlı güç kaynağı



Resim 6.59: DC2, DC3, DC4 güç kaynaklarının çikiş karakteristikleri

6.57 DİĞER DC GÜÇ KAYNAKLARI

NCB'nin geliştirdiği bu üç adet güç kaynağı test edilip sertifikalandırılmış ve 1975 de hazırlanan yeni standartlar ve uluslar arası ilişkiler dolayısı ile bazı hususlar tekrar gözden geçirilerek nihai standart güç kaynakları haline getirilmiştir. 1950 lerde sıvı bataryalar devreden kalkmış yerini kuru piller ile elektrik şebekesinden doğrudan ceryan alan redresörlü aletler almıştır.

1960 larda KE sinyal devrelerinde kullanılan 22,5 voltluk bataryaların yeniden gözden geçirilmesi gündeme gelmiş ve bu aletlerin 34 ohmluk akım sınırlayıcı dirençlerle teknik ömürleri bitene kadar kullanılmasına müsaade edilmiştir. Bu bataryalardan 12 volt çıkış alınabilenler 12 volt KE devrelerinde bir müddet daha kullanılmasına müsaade edilmiştir. Üç adet 4.5 voltluk yassı pil (kuru pil) seri bağlanınca 13.5 volt çıkış elde edilmektedir ve buda DC2'nin çıkışına eşittir.

Günümüzde kadmium-nikel bataryaların imali ile müstakil güç kaynaklı KE cihazlarına sertifika verilmiştir. Bu tip cihazların bataryaları genellikle tehlikesiz ortamda şarj edilmektedir. Bu şekilde çalışan bir çok ölçü aletleri mevcuttur. Günümüzde var olan tüm KE güç kaynaklarının gerilimleri 12 voltu aşmamakta ve akımları da azami 1.5 amper ile sınırlıdırlar. Bizce bilinmesi gereken genel husus budur.

6.60 KABLOLARIN KE ÜZERİNE ETKİSİ

6.61 GİRİŞ

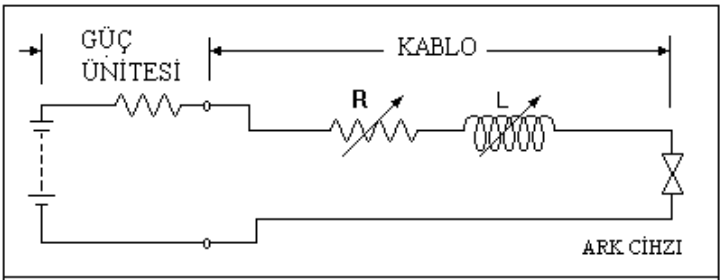
Metan dedektörü, el telsizi gibi seyyar aletler her hangi bir kablo bağlantısı istemezler. Bu aletlerin güç kaynakları kendi içindedir. Bu gibi kablo bağlantısı olmayan cihazların

dışında kalan ve bir KE DEVREYE bağlanmak zorunda olan tüm ALET ve SİSTEMLER, bağlı oldukları kablolama düzeneğinden etkilenirler. Kablonun cinsi yapısı kesiti v.s. önem ve dikkat arz eder. Bilindiği gibi kabloların da bir endüktansı ve kapasitansı vardır. Yani kablolar da enerji depolarlar. Bu enerji:

endüktanslarda $\frac{1}{2}.L.I^2$

kapasitanslarda $\frac{1}{2}.C.U^2$ Formülleri ile hesaplanır

Formüllerde görüleceği gibi depolanan enerji seviyesi kablonun endüktans ve kapasitans seviyesine bağlıdır. Ayrıca kabloların omik dirençleri de kısa devre anında hata akımının seviyesini etkilerler.



Resim 6.60: Kablo endüktivitesi deneyi

Kabloların endüktan ve kapasitansları yapıları ile olduğu gibi boyları ile birlikte değişir. Uygulayıcı için boyun etkisi daha önemlidir. Bu konunun teorik incelemesi bazı araştırmacılarca yapılmış olup burada detayına girilmeyecektir. Kablo boyu arttıkça kapasitans artmaktadır. Endüktans ise bir maksimum değere ulaşmakta tekrar düşmektedir. Bu L, C değerleri (C= kapasitans, sığa, L= endüktans, endüktivite) kabloların yapısına göre değiştiğinden tüm kablolar için geçerli olabilen genel bir formül geliştirmek mümkün değildir.

Yapılan teorik ve pratik incelemeler kablo boyunun artmasının KE (kendinden emniyetlilik) yönünden pek tehlike arz etmediğini göstermiştir. Şekilde 6.60'de kablonun etkisini ölçmek için uygulanan bir bağlantı şeması görülmektedir. KE ark cihazına çeşitli boylardaki kablonun bağlantısı görülmektedir. Bu devredeki akımı hesaplarsak: R= devreye bağlı kablo direnci, Rs= güç kaynağının kendi iç direnci olduğunda devreden geçen azami akım:

$I = Vs/(Rs+R)$

Bu akım aynı zamanda kablonun ucunda bir kısa devre olduğunda devreden geçen akımı da verir. Bu akımın kesilmesi halinde ark enerjisine dönüşen enerji miktarı:

$E = \frac{1}{2}.L.I^2$

Yukarıdaki formüldeki I akımı enerji formülündü yerine konulduğunda elde edilen enerji:

$$E= ½.L. Vs^2/(Rs+R)^2$$

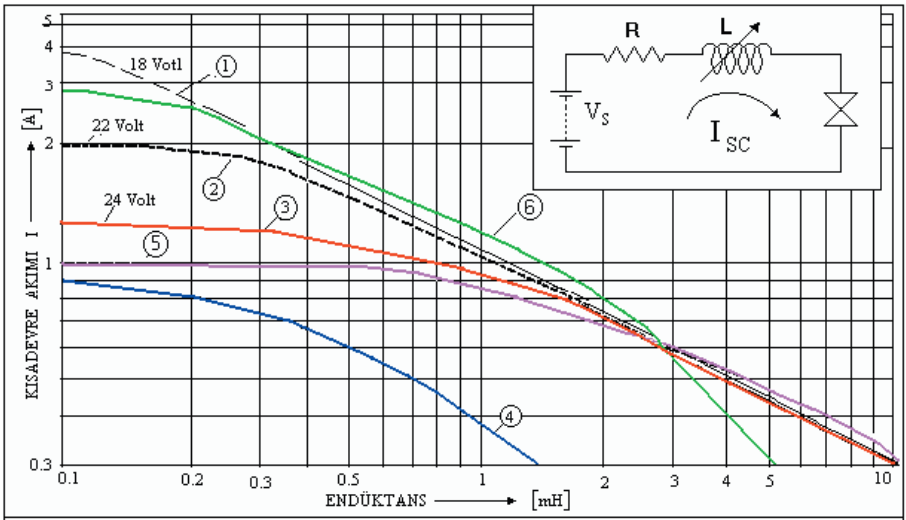
R direncine, yani kablo boyuna bağlı olan maksimum enerji miktarını hesaplarsak, bir kaç matematiki işlemden sonra R= Rs olması gerektiğini buluruz ki, bu elektrikte bilinen bir kaidedir. "Maksimum enerjiyi alabilmek için güç kaynağı direnci ile dış devre direnci eşit olmalıdır". Buradan varacağımız sonuç "kablonun kısa devre olması halinde azami enerji, güç kaynağının iç direnci ile kablonun kısa devre olduğu noktadaki direncinin eşit olması halinde görülür" olacaktır, ki buda güç kaynağı dizaynında dikkate alınması gereken bir noktadır.

Kablo empedansının ark enerjisine etkisi şekil 6.61 de görülmektedir. Burada R direnci sabit alınıp L endüktansı değiştirilerek yapılan deneylerin sonuçları ve elde edilen emniyet sınırı tespit eğrileri görülmektedir. Bu eğriler teorik değerleri içermektedir. Pratik uygulama değerlerini içermezler. Emniyet katsayısı da dikkate alınmamıştır. Resim 6.61 deki 1,2 ve 3 nolu eğriler bundan önceki konularımızda bahsettiğimiz ark cihazı ile elde edilen eğrilerin aynısıdır ve 18, 22 ve 24 Volt besleme gerilimlerinde sabit R direnci ve değişken L endüktivitesi ile elde edilmiştir. 3 nolu eğride "24 Volt besleme geriliminde 450 µH den düşük endüktansı olan kabloların minimum ateşleme akımına etkisi olmadığı" görülmektedir.

Kendi yapısı KE olan yani iç direnci buna göre seçilmiş olan bir güç kaynağının direnci, devresine kablo bağlandığında daha da artar. Bu ise kısa devre anında akımın azalması ve dolayısı ile güç kaynağının tehlikeli olamayacağını akla getirirse de yapılan deneylerde görüldüğü gibi ark enerjisi artmaktadır. Bunun sebebi ise endüktans L veya kapasitans C den başkası olamaz.

Resim 6.61 deki 4, 5 ve 6 nolu eğrilerde endüktans değerleri artırılarak yapılan deneylerin sonuçları görülmektedir. 24 Volt, 24 Ohm'luk bir güç kaynağı tam emniyet sınırındadır. Endüktansı 30 µF/Ω olan bir kablo ile bu güç ünitesi bağlanmış ve değişik kablo boylarında elde edilen ark akımları ölçülmüştür. Resim 6.61 de en düşük akımların bu durumda elde edildiği görülmektedir. Belli bir mH den yani kablo mesafesinden sonra endüktans artmasının etkili olmadığı görülmektedir. Bu eğriden düşük endüktansın kabloların ark cihazına etkili olmadığı yani ark akımının artmasına tesir etmediği görülmektedir.

Endüktansı yüksek olan kablolarla deney yapıldığında örneğin 5 nolu eğride olduğu gibi (200 µH/Ω'luk kablo) kablo boyu uzadıkça belli bir sınıra kadar ark akımının omik haldeki sınırını aştığı (24V, 24Ω) görülmektedir. Bu durumda kablo boyunun dikkate alınması gerekir. Çünkü ark akımı değerleri 3.eğridekinin üstüne çıkmaktadır.



Resim 6.61: Kablo boyunun kısa devra akımına etkisi. Metan gazı ile yapılan emniyet eğrileri tesbiti
④ 24 Volt , 24 Ω , 30 μH/Ω ⑤ 24 V, 24 Ω , 200 μH/Ω ⑥ 18 V, 6Ω, 100 μH/Ω

30 μH/ Ωve 200 μH/ Ω'luk kabloların endüktanslarına bakarsak, 24 Ohmluk iç direnci olan güç kaynağının azami enerjiyi R=24 ohmda vereceğine göre bu duruda endüktanslar:

L=30x24= 0.72 mH

L=200x24= 4.6 mH olacaktır.

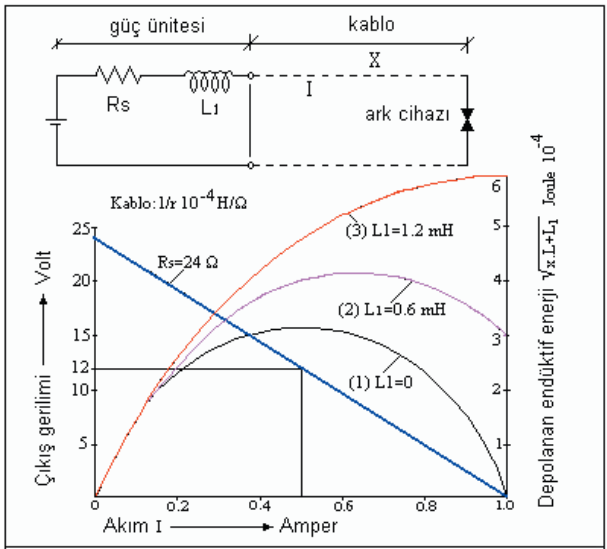
6. Eğride ise endüktansı fazla yüksek olmayan, fakat iç direnci düşük olan bir güç kaynağı ile yapılan deneylerin sonuçları görülmektedir. 18 Volt çıkışlı ve iç direnci 6 ohm olan güç kaynağında endüktans direnç oranı 100 μH/Ω luk kablolarla yapılan deneylerde maksimum enerji R=6 Ω da depolanmaktadır ve bu durumda L= 0.6 mH olmaktadır. Eğride görüleceği gibi kablo boyu hayli etkili olmakta ve 1.nolu eğirinin üstüne çıkmaktadır. Yani bu durumda güç kaynağının dengesi tamamen bozulmaktadır.

Pratik uygulamalarda 1,5 emniyet katsayısı alınmaktadır. Yani güç kaynağının normal ark akımının %33 altına inilmekte ve akımı sınırlayıcı tedbirler alınmaktadır. Fakat 5. ve 6. eğrilerde endüktansın etkili olacağı ve göz ardı edilemeyeceği görülmektedir. Normalde 1. 2 veya 3 nolu eğriye göre dizayn edilen güç kaynaklarında 5 ve 6. hallerde denge bozulmakta, endüktansı yüksek olan kablolar ateşleme akımını etkilemektedir.

Kablo boyu dolayısı ile depolanan endüktif enerjinin teorik hesabı mümkün değildir, dolayısı ile tehlikeli kablo boyunu verecek genel bir formül geliştirilememiştir. Buna rağmen belli güç üniteleri için tehlikeli kablo boyları hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalar aşağıda izaha çalışılacaktır.

6.62 BASİT GÜÇ KAYNAKLARI

İç dirençleri saf omik olan ve endüktiviteleri hiç olmayan güç kaynaklarıdır. Bunlar için azami kablo boylarını hesaplamak mümkündür. Resim 6.62 de böyle bir güç kaynağı ve beslediği kabloların sembolik bağlantı şeması verilmiştir. L1= 0 mH hali, X kablo boyunu ifade etmektedir.



Resim 6.62: Omik ve endüktif iç dirençli güç kaynakları. Depolanan endüktif enerji

Kablo direnci R= x.r endüktansı L= l.x ise buna göre endüktif enerji:

$$E = 1/2.l.x.\left(\frac{V_s}{R_s + r.x}\right)^2$$

Maksimum enerjiyi veren kablo boyu yani x mesafesi birkaç matematik operasyondan sonra hesaplanır (türev alıp sıfıra eşitleme) ve optimum kablo boyu olarak

Xo= Rs / r bulunur. Bu mesafedeki azami endüktif enerji:

$$E_{max} = \frac{V_s^2 . l}{8 R_s . r}$$ formülü ile hesaplanır.

Buna göre Vs=24 V, Rs= 24Ω, ve L1= 0 ise 100 µH/Ω'luk bir kablo cinsinde depolanan azami endüktif enerji ne olur:

Resim 6.62 de 1 nolu eğride depolanan endüktif enerji kablo boyuna bağlı olarak çizilmiştir. (yukarıdaki Emax formülünden alınmıştır). Güç kaynağının normal çıkış voltajı

Rs=24Ω eğrisinde verilmiştir. Görüldüğü gibi kablodaki kısa devre ile çıkış voltajı değişmektedir. Bu eğride maksimum enerjinin akım ve voltajın yarı değerlerinde teşekkül ettiği görülmektedir.

6.63 ENDÜKTİF İÇ DİREÇLİ GÜÇ KAYNAKLARI

Sinyal transformatörü gibi AC/DC güç kaynakları endüktans içerirler, ve yine devrelerinde röle olan omik iç dirençli güç kaynakları da dolaylı olarak endüktans bulundurmaktadırlar. Bir rölenin endüktansı her halikarda vardır. Unutulmamalıdır ki DC de endüktans akla gelmeyebilir ise de açıp kapama olaylarında kendini gösterir ve bu nedenle dikkate alınmalıdır.

Güç kaynağı ve kablo bağlantı şekli resim 6.62 deki gibidir. Yalnız L1= sıfır değildir ve depolanan endüktif enerji ½.L1.I^2 dir. Kablo ile birlikte depolanan endüktif enerji:

$$E_L = \frac{(L_1 + \ell.x).V_s^2}{2(R_s + r.x)^2}, \quad E_{max} = \frac{V_s^2}{8.(R_s - \frac{L_1.r}{\ell})} \cdot \frac{1}{r}$$

Güç kaynağının endüktansı olması maksimum güç değerini artırır ve azami akımın üstüne binebilir. Eğer L1 çok yüksek ise kablo boyu sıfıra bile inebilir. Yani x=0 haline girmektedir. Bu durumda I_{max}/ r= 2.L/Rs olur, ki kablo boyu endüktanslı güç kaynağında daima etkilidir ve kablo boyu kısalmak zorundadır (saf omike kıyasla).

Resim 6. 65'de endüktanslı güç kaynağının da durumu çizilmiştir (2 ve 3 nolu eğriler). Güç kaynağı 24 Volt, 24 Ω ve iç endüktansı L1=0.6 - 1.2 mH. İkinci eğride tepe değerinin akıma göre itildiği, 0.6 mH'lik iç dirençde (2.eğri) belli bir kablo boyunda azami mesafeye denk geliyorsa da L1=1.2 mH de I=1=Imax da azami endüktif enerji teşekkül ettiği yani kablo boyunun sıfır olduğu görülmektedir. Tabii ki bunlar teorik hesap ve deneylerdir. Gerçek KE güç ünitelerinin akım sınırlayıcı dirençleri vardır ki bu dirençler sayesinde hiç bir zaman sıfır kablo boyu ile karşılaşılmaz.

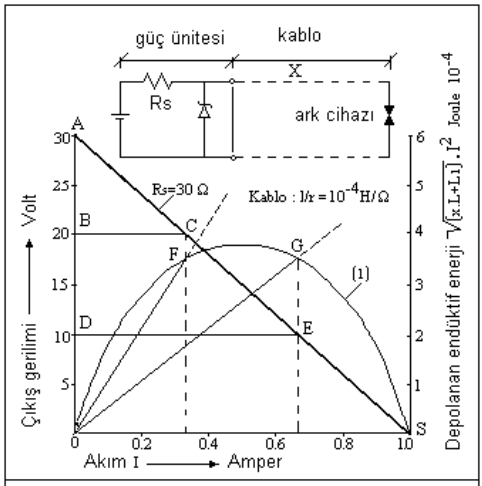
6.64 ZENER DİODLU GÜÇ KAYNAKLARI

Bilindiği gibi zener diodlar KE besleme devrelerinde ve KE barierlerinde açık devre voltajını sınırlayıcı olarak kullanılmaktadır. Burada şönt olarak kullanılan zenerler gerilimin belli bir maksimum değeri aşmasını önlemektedirler. Zenerler sayesinde, empedansı düşük, akım ve gerilimi yüksek olan KE güç kaynakları imali mümkün olmuştur.

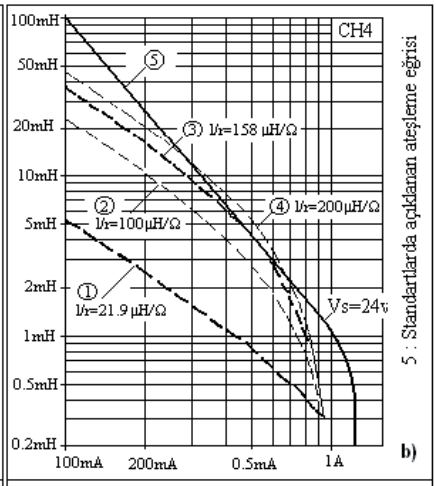
Zener barierlerde ise, zenerler hata halinde yüksek gerilimin KE devresine girmesini önlemektedirler. Buradaki incelememizin anlaşılır olması için güç kaynağına şönt olarak bağlı bir adet zener dikkate alınmıştır. Pratik uygulamalarda en az iki ve hatta üç adet zener şönt olarak kullanılmaktadır.

Resim 6.63-a) da bağlantı şekli verilen güç kaynağında Rs direnci akım sınırlayıcı direnç görevini görmektedir. Sınırlama gerilimi 20 ve 10 volt olan iki ayrı zener örnek olarak alınıp incelenmiştir. Zener olmasa idi güç kaynağının gerilim çıkışı resim 6.63-a) daki AS doğrusu gibi olacak idi. Zenerin devrede oluşu çıkış gerilimini 20 voltta tutmakta yani resimdeki BC doğrusuna getirmektedir. Akım yükselmeye devam ederse (0.33 A'in üstüne çıkarsa) çıkış gerilimi CS doğrusunu takip etmektedir. Akım 1 ampere geldiğinde zener tam iletken olmakta ve gerilimi sıfırlamaktadır. Şekildeki DES doğrusu 10 voltluk zenerde gerilimin takip ettiği yolu göstermektedir.

Edüktansı 100 µH/Ω olan çeşitli boylardaki kablo güç kaynağına bağlanırsa endüktivitenin etkisi ne olur? Zener olmadan olması gerekenleri bundan evvelki konumuzda incelemiş idik. Bunun sonucu resim 6.62 eğri 1 de çizilmiştir ve bir parabol eğrisidir. Zener devreye bağlandığında 0.33 ampere kadar devre voltajı sabit kalacağından kabloda depolanan endüktif enerji de sabit kalır. Bu durumda 20 voltluk zener için çıkış gerilimi OFS yolunu takip ederken 10 voltluk zener için OGS yolunu takip eder.



Resim 6.63: Zener diodlu güç kaynağı çıkış karakteristiği ve depolanan enerji a)



Resim 6.63: BS 1538 sinyal trafosu ateşleme eğrileri. Kablo boyunun etkisi (emniyet faktörlü)

Kablo boyları dikkate alındığında, 30 Volt, 30 Ω bir güç kaynağında optimum değerler 15 volt ile 0.5 amperde oluğu görülürken, aynı güç kaynağına 20 voltluk bir zener diod şönt olarak bağlandığında optimum değerlerin yer değiştirmediği yalnızca optimum akımda güç kaynağının gerilimi sabit tutma özelliğinin kalmadığı görülür. (bak resim 6.63-a) Aynı güç kaynağına 10 voltluk zener şönt bağlandığında durum değişmekte optimum kablo boyu 0.5 amperden 0.66 ampere itilmekte ve dolayısı ile kablo boyunu pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Bu durumda KE güç kaynaklarında zener şöntün sınırlama faktörünün önemli olduğu ve ne kadar gerilim sınırlaması yaptığı önem arz

etmektedir. Zenerli güç kaynaklarının çalışma noktası sınırlama faktörü dikkate alındığında şu formül ile hesaplanmaktadır.

$V = F.\frac{Vs}{2}$	$E_{L_{max}} = \frac{F}{8}.(2\text{-}F).\frac{V_S^2}{R_S}.\frac{1}{r}$	$X_o = \frac{2}{2\text{-}F}.\frac{R_S}{r}$

$F \leq 1$ olduğunda azami endüktif enerji ve kablo boyu aşağıdaki formül ile hesaplanır.

6.65 PRATİK UYGULAMALAR

Bundan önceki paragraflarda kablo boyunun ark akımına etkisini teorik olarak inceledik ve l/r oranının hangi hallerde tehlikeli olabileceğini gördük. Hangi tip kablonun yani hangi l/r oranının tehlikeli olacağı standartlarda belirtilmemiştir. Bu konuda uzmanlar hem fikir değillerdir. Ancak imalatçı hangi tip kablo kullanılacağını ve azami mesafenin ne olacağını belirtmektedir. Kullanıcı olarak imalatçının verilerine bağlı kalmak zorunludur.

EMNİYET FAKTÖRÜ

KE cihazı denenirken imalatçının ön gördüğü gerilim değerinin %10 üstüne çıkılmaktadır. Çünkü her elektrik aleti etiket değerlerinin %10 üstünde ve altında çalışmak zorundadır. Eğer denenen cihaz güç kaynağı ise ilaveten %10 daha artırılarak deney yapılmaktadır. Akım yönünden alınan emniyet faktörü %50 dir. Yani normal akımın 1.5 katı ile deney yapılmaktadır. Bu şartlara göre pratikte kullanılan KE güç kaynaklarının durumunu inceleyelim.

6.66 BS 1538'e GÖRE YAPILAN KENDİNDEN EMNİYETLİ SİNYAL TRAFOLARI

BS 1538'e göre imal edilen sinyal trafolarının üç ayrı tipi vardır. Burada akım sınırlayıcı direnci 34 Ω olan tipi irdelenecektir. Trafonun kendi iç endüktansı L= 300 µH alınmıştır. (BS= British Standart) Alternatif akım çıkış gerilimi 15 Volt olan bu sinyal trafosunun voltajının tepe değeri Vs=15x/2= 21.21 Volttur. Azami kısa devre akımı Isc=Vs/Rs= 21.21/34=0.623 Amperdir. Emniyet faktörleri dikkate alındığında deneylerde hesaba katılacak akım ve voltaj değerleri:

Vsc= 1.1x(1.1x21.21))= 25.66 volt (kısadevre gerilimi)

Isc= 1.5x0.623= 0.936 Amper (kısadevre akımı)

Bu değerleri elde edebilmek için konulması gereken Rs direnci:

Rs= Vsc/Isc= 25.66/0.966= 27.61 Ω bulunur.

Bu güç kaynağı kendi klemensinde kısa devre olsa l/r oranı ne olur hesaplarsak (bundan önceki konulara bakarak)

$l/r = 2L/Rs = (2x300x10^{-6}) / 27.61 = 21.9\ \mu H/\Omega$

Bunun anlamı: endüktivitesi 21.9 µH/Ω dan düşük olan kablolar da mesafe düşünmeye gerek yoktur, KE güç kaynağını tehlikeye düşürmez. Endüktivite yükseldiğinde durum ne olur, ve hangi kablo mesafesinde azami endüktif enerji depolanmıştır? Bunun hesabını yine bundan önceki konularda teorik izahatını yaptığımız formüllere dayanarak izaha çalışacağız.

$$E_{max} = \frac{V_z^2}{8 R_s} . 10^{-4} = \frac{V_z}{8} . \frac{V_z}{R_s} 10^{-4} = \frac{V_z}{8} . I . 10^{-4}$$

Xo= Rs/V - 2Ls/I Optimum kablo boyu,

Xo/r= Rs - 2Ls/ (I/r) bu mesafedeki kablo direnci

Endüktivitesi 100 µH/Ω olan bir kabloda:

R=Xo/r= 21.41 ohm olarak bulunur. Bu dirençdeki kısa devre akımı:

Isc= 25.66/ 21.41= 0.53 Amper bulunur.

Resim 6.63-b) de bu akıma isabet eden azami endüktans değeri 3.5 mH olarak okunur. Bu değere 300 µH lik iç endüktans dahildir. Bu endüktansa isabet eden I/r oranını hesaplarsak

Xo.I=3.5x10^{-3} - 300.10^{-6}=3.2 mH (kablo endüktansı)

(Xo.I) / (Xo/r)= 3.2 10-3 / 21.41= 149 µH/Ω bulunur. Bu değer ile yukarıdaki hesaplar tekrarlanarak ikinci yaklaşım (iterasyon) yapılırsa, kısa devre akımı Isc= 0.5 Amper elde edilir. Bu akıma isabet eden 4mH lik bir endüktansdır. Yine yukarıdaki gibi hesaplamalara devam edilirse olması gereken kablo endüktans oranı I/r= 158 µH/Ω karşımıza çıkar

Yukarıdaki hesap yöntemine benzer bir seri iterasyon hesapları yapılarak çeşitli cins kabloların azami kısadevre akımları ve endüktansları hesaplanarak tablo 6.61 de özetlenmiştir.

	Devre Endüktansı (Hx10^{-4})			
Akım (mA)	I/r=21.9 mH/Ω	I/r=100 mH/ Ω	I/r=158 mH/ Ω	I/r=200 mH/ Ω
936	300	300	300	300
900	324	409	472	518
800	401	759	1025	1218
700	503	1225	1762	2150
600	637	1839	2732	3378
500	824	2691	4078	5282
400	1105	3974	6105	7648
300	1572	6109	9478	11920
200	2510	10390	16240	20480
100	5319	23220	36514	46140

Tablo 6.61: KE sinyal trafosunda kablo endüktansının etkisi (Emniyet faktörü dikkate alınarak yapılan hesaplamalar)

	Devre Endüktansı (mH)			
Akım (mA)	l/r=17,6 mH/ Ω	l/r=70 mH/ Ω	l/r=158 mH/ Ω	l/r=305 mH/ Ω
623	300	300	300	300
600	324	395	513	712
500	448	890	1.630	2.890
400	634	1.530	3.300	6.100
300	946	2.570	6.000	11.500
200	1.570	4.840	11.700	22.300
100	3.430	12.800	28.400	54.600
Tablo 6.62:KE sinyal trafosunda kablo endüktansının etkisi (Emniyet faktörü dikkate alınmadan yapılan hesaplamalar)				

Bu tabloda elde edilen değerler resim 6.63-b) de grafik haline getirilmiştir. Bu şekil incelendiğinde hangi cins kabloların (15 volt 34Ω sinyal trafosunda) tehlikeli olabileceği görülmektedir. 158 µH/Ω'luk kablo tam sınırdadır. Bu değerin altındaki kablolar emniyetli, üstündeki kabloların ise boylarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin 200 µH/Ω'luk kabloda 0.3 ile 0.7 amper arası tehlikeli bölgede kalmaktadır. Yalnız unutulmamalıdır ki bu değerler emniyet faktörü dikkate alınarak bulunmuştur. Gerçek değerlerle hesap yapıldığında bu cins kablonun da emniyetli olduğu görülecektir. Bu görüş ile yapılan hesaplar tablo 6.62 de özetlenmiş ve yine resim 6.64-a)'de grafik haline getirilmiştir. Bu şekilde yapılan hesaplamalarda 305 µH/Ω'luk kablonun dahi emniyet sınırları içersinde kaldığı görülmektedir.

Akım	Kablo	Devre Endüktansı (mH)		
(mA)	Direnci Ω	l/r=70 (mH/ Ω	l/r=140 (mH/ Ω	l/r=256 (mH/ Ω
350	15,7	1,09	2,18	4,02
300	37	2,57	5,14	9,47
200	104	6,8	14	26
150	141	9,5	19,6	36
100	214	15,1	29,8	54,8
50	434	30,3	60,3	111
Tablo 6.63: DC3 güç kaynağında kablo endüktansının etkisi				

a) DC3 GÜÇ KAYNAĞI

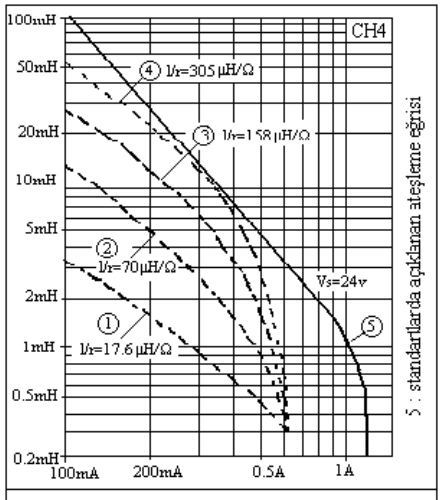
BS 1538'e göre yapılan sinyal trafosundaki incelemeleri aynı şekilde DC3 güç kaynağına uygularsak resim 6.64-b) daki eğrileri elde ederiz. Burada 256 µH/Ω'a kadar kabloların emniyet sınırı içersinde olduğu görülmektedir.

DC3 nominal çıkış gerilimi 18 Volt DC olan zener barierli ve 8,2 ohm akım sınırlayıcı iç direnci olan bir KE güç kaynağıdır.

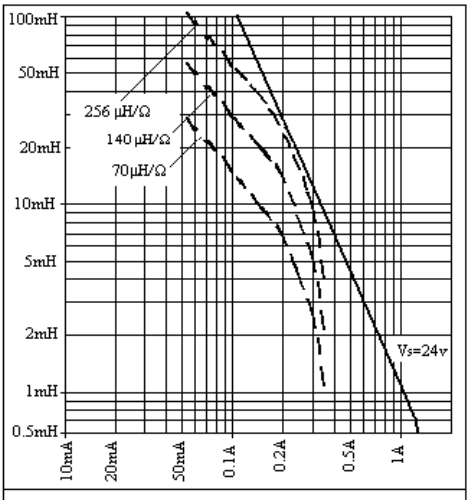
Akım	Kablo	Devre Endüktansı (mH)		Akım	Kablo	Devre Endüktansı (mH)	
(mA)	Direnci (Ω)	l/r=56 (mH/ Ω)	l/r=102 (mH/ Ω)	(mA)	Direnci (Ω)	l/r=56 (mH/ Ω)	l/r=102 (mH/ Ω)
1,5				5,25			
1,4	1,28	72	131	5	0,14	5	10
1,3	2,7	151	275	4,5	0,48	17	36
1,2	4,4	246	449	4	0,86	31	64
1,1	6,4	358	653	3,5	1,37	50	101
1	8,8	493	898	3	2,05	74	152
0,8	15,4	862	1570	2,5	3	108	222
0,6	23,8	1330	2430	2	4,43	160	328
0,4	35,8	2100	3850	1,5	6,3	227	466
0,2	71,5	4030	7293	1	9,46	340	700
Tablo 6.64: DC2 güç kaynağında kablo endüktansının etkisi				Tablo 6.65: DC4 güç kaynağında kablo endüktansının etkisi			

b) DC2 ve DC4 GÜÇ KAYNAKLARI

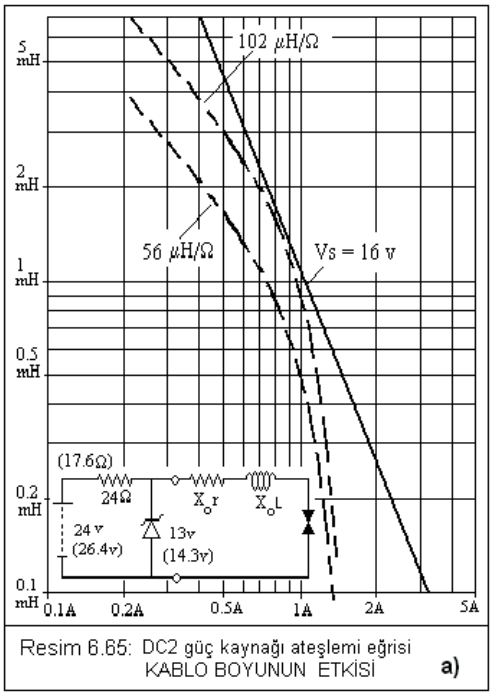
Bu güç kaynakları ile yapılan hesaplamaların sonuçları resim 6.65-a) ve 6.65-b)'de verilmiştir. Bu eğriler incelendiğinde hangi cins kabloların emniyet sınırı içersinde kaldığı görülür. DC2, 12 volt ve DC4 de 7.5 volt nominal çıkışlı KE güç kaynaklarıdır



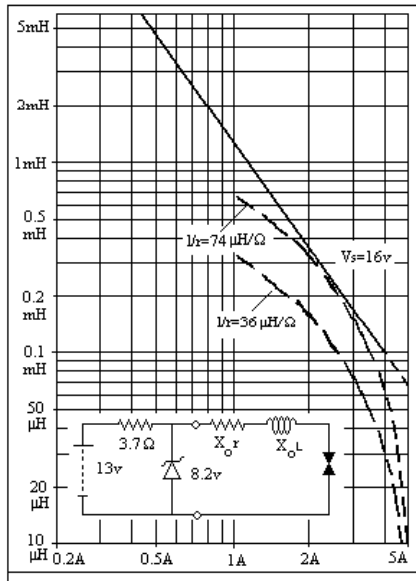
Resim 6.64: BS1538 sinyal trafosu ateşleme eğrileri. Kablo boyunun etkisi (emniyet faktörsüz)
a)



Resim 6.64: DC3 güç kaynağı ateşleme eğrisi. Kablo boyunun etkisi
b)



Resim 6.65: DC2 güç kaynağı ateşlemi eğrisi
KABLO BOYUNUN ETKİSİ a)



Resim 6.65: DC4 güç kaynağı ateşleme eğrileri
KABLO BOYUNUN ETKİSİ b)

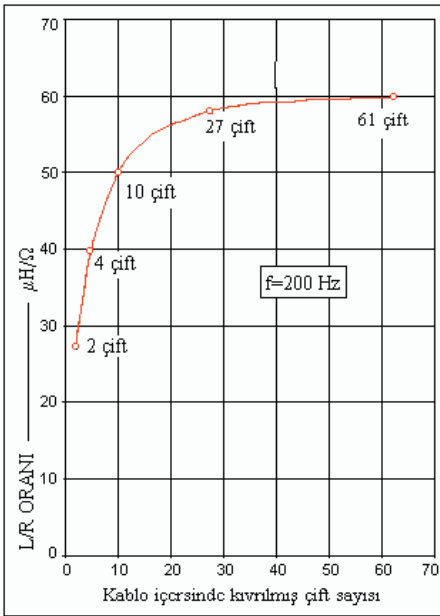
6.67 KABLO KAPASİTANSININ ETKİSİ

Bölüm 6.30 deki resim 6.33 de kapasitansın ark akımına etkisi görülmektedir. Bu eğriler de görüldüğü gibi 30 voltluk bir devrede 7µF'lık bir sığanın tam emniyet sınırında olduğu görülür. Emniyet faktörleri dikkate alındığında 45 Volt 2.5µF'lık bir devrenin emniyetli olacağı anlaşılır.

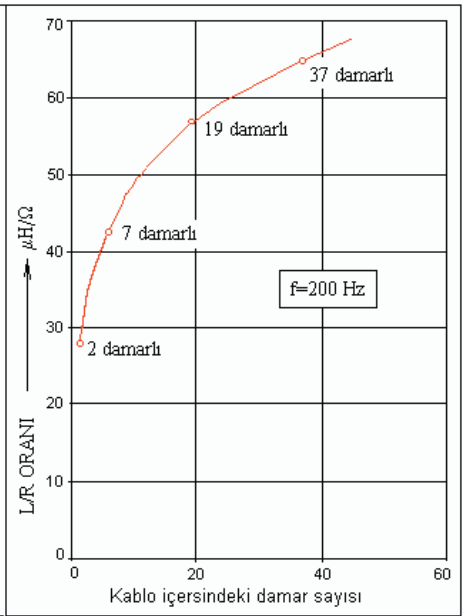
Madenlerde kullanılan kabloların tipik kapasitansı 0.1µF/km kadardır. Bu ise 2.5µF'lık bir sığada 25 km'lik bir kablo boyu demektir. Devrenin kendi kapasitansının da dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır. Fakat KE devrenin (güç kaynağının) kapasitansı çok düşüktür, çoğu kez ihmal edilebilir.

Kapasitansın etkisi, yüklü kablonun kısa devreden açık devreye geçmesinde görülür. Endüktans ise bu etkiyi azaltma yönünde çalışır. Kapasitansın etkisi endüktansın aksine yüksek gerilimde görülür. 24 Volttan yüksek KE devreye de ender müsaade edilmektedir.

Teorik olarak kapasitans endüktansdan farksız ise de kabloların kapasitansı çok düşük olduğundan dikkate almaya gerek yoktur. Kalın enerji kablolarının kapasitansı yüksek is de KE devrelerde daha ziyade ince kumanda kabloları kullanılır. Bunların da çok uzun boylarda kullanılması hiç bir zaman gündeme gelmez.



Resim 6.66: Türk ve İngiliz madenlerinde kullanılan 1.5mm2 kesitli TELEFON KABLOLARININ endüktansları
a)



Resim 6.66: Türk ve İngiliz madenlerinde kullanılan 1.5mm2 kesitli SİNYAL KABLOLARININ endüktansları
b)

6.68 KABLOLARIN ENDÜKTANS ve KAPASİTANSLARI

Buraya kadar hep genel ve teorik incelemeler yaptık. Şimdi ise acaba kullanılmakta olan kabloların endüktans ve kapasitansları nedir bir de onu görelim. Kablo imalatçıları kabloların omik dirençlerini kataloglarında verirken endüktans ve kapasitanslarını vermezler. Bu değerleri temin etmek kolay değildir. Kabloların empedansı geometrik yapılarına bağlıdır. Genel bir hesap formülü vermek mümkün değildir. Fakat geometrik yapıları bilinen bazı kablolarda endüktans ve kapasitansı hesaplamak çok basittir. Bunlar ise koaksiyal ve paralel damarlı kablolardır.

Kaoksiyal kablo: Endüktans: $L = 2 \times 10^{-4} \times \ln((r2/r1)$ mH/m
r1= iç iletken yarı çapı r2= dış iletken yarı çapı
ln=tabii logaritma
Kapasitans $C = 1{,}1 \times 10^{-4} \times K \times (2.\ln(r2/r1))$ µF
K= izolasyon sabitesi (dielektrizite katsayısı)

Paralel Kablo: Endüktans $L = 4 \times 10^{-4} \times \ln(d/r)$ mH/m
d= iletken merkezleri arası mesafe
r= iletken yarı çapı
Kapasitans $C = 1{,}1 \cdot 10^{-4} \cdot K / (4.\ln(d/r))$ µF

a) MADENLERDE KULLANILAN TELEFON KABLOLARININ ENDÜKTANSI:

İngiliz maden işletmesinin 492 nolu şartnamesine göre imal edilen bu kabloların endüktansları şekil 6.66-a) de görülmektedir. Bu kabloların iletken kesitleri 1.5 mm^2 olup dış yüzeyleri çelik tel ve galvanizli şerit ile kaplıdır. Bir nevi çok damarlı koaksiyal kablo gibidirler. Zırhlı olmaları KE yönünden de elzemdir. Diğer sanayi kollarında zırhsız kablo kullanılıyor ise de demir boru içersinden (condiut) çekilmek zorundadır. Bu kablolar en fazla 91 damara kadar imal edilmektedir.

b) MADENLERDE KULLANILAN SİNYALKABLOLARININ ENDÜKTANSI

İngiliz maden işletmesinin 493 nolu şartnamesine göre imal edilen bu kabloların endüktansı şekil 6.66-b) de görülmektedir. Bu kabloların da damar kesitleri 1.5 mm^2 dir ve telefon kablosundan farkı damarlar arasında gruplama olmamasıdır. Bu nedenle endüktansları biraz yüksektir. Aynı şekilde dışları zırhlıdır.

c) SONUÇ

Kablo boyları KE üzerinde pek etkili değildir. Kullanıcının dikkat etmesi gereken imalatçı verileridir. Fakat özel bir durum ile karşı karşıya kalınıyor ve imalatçının verileri dışına çıkılmak zorunluluğu var ise kullanıcının kendisi yukarıda izah ettiğimiz hususlara dikkat ederek gerekli tadilatı yapabilir. Bir sürpriz ile karşılaşmamak ve mühendisçe bir tadilat yapmak için yazımızı gözden geçirip kendi durumunu irdelemesi ve bir rapor haline getirmesi yeterli olacaktır.

6.70 1995 SONRASI GELİŞMELER ve ATEX

1961 yılında Federal Almanya'nın patlayıcı ortamlarla ilgili yeni standart yayınlaması ve kendinden emniyetlilik ile ilgili yeni bir test cihazı açıklaması, var olan uluslar arası yarışma ve rekabeti gün ışığına çıkarmış ve "exproof" ile ilgili kafaları karıştırmaya başlamıştır. Bazı ülkelerin sanayileri sıkıntıya girerken, uluslar arası çalışma ve standartlaşma hızlanmaya başlamıştır. Bir taraftan, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu IEC konu üzerine eğilmeye başlamış ve diğer taraftan Avrupa ekonomik topluluğu standartlaşma komisyonu CENELEC de TC31 adında ex-koruma ile ilgili bir komisyon oluşturarak konu üzerine çalışmaya başlamışlardır. CENELEC patlayıcı ortamlarla ilgili ilk standardını 1975 de IEC de 1979 yılında yayınlamışlardır.

Bir yandan IEC diğer yandan CENELEC yeni standartlaşma çalışmaları yaparken uluslar arası düzeyde fikir birliğine varılmaya başlanmış ve ex-koruma alanındaki karmaşa kalkmaya başlamıştır. Uluslar arası gelişmelerin dışında kalan Kuzey Amerika ülkeleri (ABD ve Kanada) 1996'dan itibaren kendi standartlarını değiştirmeye başlamışlar ve IEC'nin kabul ettiği esaslar çerçevesinde birleşmeye başlamışlardır. Kanada 1988 de ABD 1996 da ZON sistemini kabul etmeye başlamışlardır. ABD henüz diretiyor ise de yakın gelecekte "exproof" anlayışını tamamen değiştirecek ve IEC etrafında birleşecektir.

Çünkü ABD li uzmanlar hem IEC ve hem de CENELEC komisyonlarında aktif faaliyet göstermektedirler. 2010 itibarı ile IEC etrafında birleşme sağlanmış vaziyettedir ve Avrupa normları IEC ile içerik olarak aynı olmakla birlikte numaralama farklı idi. Artık Avrupa normları da IEC deki sıralamayı takip edecektir. CENELEC in yayınladığı harmonize standartlar yeni numaraları ile yayınlanmaktadırlar. Gerçekte artık CENELEC de yoktur. Hepsi merkezi İsviçre'de bulunan IEC etrafında birleşmiştir.

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. Patlayıcı ortamlarla (exproof) ilgili standartlar ve uygulamalar bu her iki ATEX talimatlarına 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 getirmek zorundadırlar ve de uyumlu hale getirmişlerdir. Türkiye'deki mevzuatta yönetmelik olarak yayınlanan söz konusu bu iki ATEX talimatına uygun olmak zorundadır.

6.71 KE YÖNÜNDEN ATEX NELER GETİRMEKTEDİR

SERTİFİKALARIN YENİLENMESİ

Tüm exproof aletlerde olduğu gibi KE aletlerde aynı şekilde ATEX 100a ve ATEX 137 den etkilenmiştir. İmalatçılar ürettikleri KE aletleri yeniden sertifikalandırmak zorunda kalmışlar ve 2003 den itibaren de kullanıcılar tesislerinin gözden geçirmek zorunda kalmışlardır.

STANDARTLARDAKİ DEĞİŞİKLİKLER

KE aletleri etkileyen ve devrim niteliğinde değişimlere neden olan, yalnızca ATEX talimatları değil, aynı zamanda bu talimatlara uyumlu hale getirilen EN 50014 ve EN 50020 içersinde yapılan değişikliklerdir. Bu standartların IEC karşılığı IEC 60079-0 ve IEC 60079-11 dir. EN 50039 a (kendinden emniyetli sistemler) denk gelen IEC 60079-25 dir. Amerika ve Kanada'nın da devreye girmesi ile 2010 itibarı ile kerdinden emniyetlilikle ilgili standartlarda çok şeyler değiştirilmiştir.

SIGA DEĞERİNİN DÜŞÜRÜLMESİ

EN 50020 nin ikinci sürümünde yapılan en önemli değişiklik, güç kaynaklarında müsaade edilen harici kapasitenin (sığanın) Co düşürülmesi ve azami çıkış geriliminin Uo de 28 Volt ile sınırlanmasıdır. Önceki sürümünde Co= 130 nF iken yeni sürümde Co=83 nF ye çekilmiştir. Bu değişiklik hem imalatçıyı ve hem de kullanıcıyı etkilemektedir.

KE aletlerde iki kategoriden söz edilmektedir, Ex-ia ve Ex-ib. Kategori tabiri ATEX de sözü edilen katagori 1, 2, 3 ile karıştırılmaktadır. EN 50020 üçüncü sürümünde bu tabir "koruma kademesi" ia ve ib olarak değiştirmiştir. 2010 itibarı ile yayınlanan geçerli standartlarda bir de ic ilave edilmiştir. Ex-ic n-tipi koruma yönteminde enerji seviyesi düşük olarak adlandırılan Ex-nL tipi korumadan farklı bir uygulama değildir. Bizce olması gereken yere alınmıştır.

ETİKETLEMEDEKİ DEĞİŞİKLİK

KE aletlerin üzerindeki etiketlerde önceden [EEx ia] IIC gibi bir işaret yapılır ve buradaki köşeli parantez söz konusu aletin patlayıcı değil temiz ortama yerleştirilmesi gerektiğini işaret ediyor idi. ATEX ile bu etiketleme şu şekli almış II (1) G veya II (2) G, olup, köşeli parantezlerin anlamı normal parantezlerle verilmiştir. Burada, aletin kategori 1 Zon 0 (tehlike bölgesi 0) da kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Önceden EEx ia IIC T6 şeklinde etiketlenen KE güç kaynaklarının üzerinde ATEX e göre şu şekilde işaretleme yapılabilmektedir: II 1 G veya Ex II 2(1) G. Bu her iki etiketleme de aynı anlama gelmektedir. 2(1) işareti ile söz konusu aletin temiz havada (patlayıcı olmayan ortamda veya Zon 2 de kurulu olması gerektiği, fakat örneğin bu KE cihazdan beslenen aletin (Zon 0) tehlike bölgesi 0 a yerleştirilebileceği anlamına gelmektedir.

GALVANİK AYIRIM

Bu arada EN 50284 de yapılan bir değişiklik ile KE cihazların Ex-ia kategorilerinde (koruma seviyesi ia olanlarda) galvanik ayırmanın mecburiyetinin kaldırılmış olmasıdır. EN 5028'in yeni sürümünde, galvanik ayırım yalnızca tavsiye edilmektedir. Önceki uygulamalarda, galvanik ayırım şart idi. Dolayısı ile, güç kaynağının trafolu yapılması ve trafo sargıları ile KE ve KE olmayan bölümlerin galvanik olarak ayrılması sağlanıyor idi. Yani primer taraftaki bir arızanın sekondere geçmesi önlenmiş oluyor idi. Yeni değişim ile güç kaynaklarının trafosuz yapılarak daha hafif olmasına imkan sağlanmıştır.

Ayrıca unutmayınız ki, kendinden emniyetliliği sağlayan güç kaynağını doğrudan tehlike bölgesi 0 da çalışacak hale getirebilmek mümkündür. Bu durumda güç kaynağının 'a-kategorisinde' yani, aynı anda meydana gelebilecek iki ayrı arızaya dayanabilecek şekilde imal edilmesi gerekmektedir. Böyle bir güç kaynağı, iki ayrı koruma sistemi (Ex-d ve Ex-p gibi) aynı anda tatbik edilerek elde edilebilir ise de, bu tip bir uygulama hem teknik olarak güç ve hem de pahallıdır. Ayrıca pratik uygulamalarda bu durumu zorunlu kılacak bir uygulama da yok gibidir.

ONANMIŞ KURULUŞ (NOTIFIED BODY)

ATEX talimatları yayınlanmadan önceki uygulamada, imal edilen exproof aletler yetkili bir otorite tarafından test edilip sertifika verilmekte idi. Yeni düzenleme ile bu işlem kaldırılmamış, daha düzenli ve sistemli hale getirilmiştir. Denetlemeyi yapan "onanmış kuruluşların" (notified body) 4 haneli bir tanıtım numaraları vardır. Bu numaralar aletlerin etiketinde CE işaretinden sonra belirtilmektedir.

ÜÇ YILDA BİR DENETLEME

Denetleme olayı 1 ve 2 kategorisindeki alet ve tesisler için gerekli olup, kurulu tesisler için de her üç yılda bir tekrarlanması olayı gündeme gelmiştir. Üç yıl kullanılan bir aletin exproof özelliklerini kaybedip kaybetmedikleri kontrol edilmek zorundadır. Bu işlemin fiiliyatta uygulanması pek de kolay değildir. Kategori 3 deki aletlerin exproofluk ları imalatçının kendi inisiyatifine ve deklarasyonuna bırakılmıştır. Denetleme onaylanmış bir kuruluş tarafından yapılmak zorundadır ve gerçek bir exproofluk test olayını değil gözle bir muayeneyi kapsamaktadır. Bu yönü ile pratik uygulaması biraz kolaydır.

Her üç yılda bir gözle denetleme olayı kalite garantisi modül IV dolayısı ile gündeme gelmektedir. Türkiye'de bu güne kadarki uygulamalarda exproof aletlerin denetlenmesi gibi bir olay mevcut değil idi. Yalnız maden emniyet nizamnamesi (1981 tarihli) 5 yılda bir kontrol istemekte idi. Böylece her üç yılda bir exproof aletlerin exproof özelliklerini kaybedip kaybetmedikleri gözle de olsa kontrol edilmiş olacaktır.

CO ve LO DEĞERLERİNİN DEĞİŞMESİSİNİN GETİRDİKLERİ:

EN 50020 nin son sürümünde çıkış gerilimine göre dış devreye bağlanabilecek azami kapasitans düşürülmüştür. Örneğin İngiliz test otoritesi BASEEFA Uo=28 Volt çıkış gerilimi için Co= 130 nF alırken, yeni değişikliğe göre Co=83 nF almak zorundadır. Bunun anlamı pratikte şu demektir. Önceden sertifikalanmış aletini ATEX gereği (01.07.2003 e kadar) onanmış kuruluşa (notified body) getiren bir imalatçı, alet içersinde her hangi bir değişiklik yapmamasına rağmen, KE güç cihazının (KE adaptörünün) etiketinin değiştiğini görecektir. Yani cihaz aynı fakat etiket farklı olacaktır (2003 den itibaren). KE güç cihazının çıkış gerilimine göre müsaade edilen değerleri EN 50020 de tablo halinde verilmiştir. Tablo 6.65 da bilgi için bazı gerilim kademeleri ve müsaade edilen kapasitans değerleri verilmiştir.

Tablo 6-65: Müsaade edilen kapasitans değerleri

	Grup IIC		Grup IIB		Grup IIA	
GERİLİM	Koruma seviyesi, emniyet faktörü					
	b=1	a=1,5	b=1	a=1,5	b=1	a=1,5
V	µF	µF	µF	µF	µF	µF
24,0	0,46	0,125	2,75	0,93	11,0	3,35
20,0	0,90	0,22	5,6	1,41	20,0	5,50
15,0	3,0	0,58	20,2	3,55	100	14,00
12,	8,4	1,41	100	9,0	--	36,00
10,0	20,0	3,0	450	20	--	100
7,5	100	11,1	--	174--	--	--
5,0	--	100	--	--	--	--

KABLO BOYLARININ KISALMASI

Bu olay imalatçı kadar kullanıcıyı da etkilemekte ve hem de kötü yönde etkilemektedir. Kapasitans değerlerinin düşürülmesi kablo boylarının kısalması anlamına gelmektedir. Standart bir KE kablonun kapasitansı 120 nF/km dir. Buna göre eski uygulamada 130 nF/120 nF/km= 1083 metre mesafe yapmaktadır. Yeni uygulamaya göre bu mesafe 83 nF/120 nF/km= 691 metreye düşmektedir. Burada standartta verilen tabloya bakarak çıkış gerilimi aşağı çekilerek örneğin Uo=26 Volt alınabilir. Bu durumda Co= 99nF olarak biraz yükselmiş ve mesafe de 825 metreye uzamış olur.

KE alet ve devreler exproof ortamlarda çok yaygın kullanılmaktadır. Tüm data nakilleri, izleme, ölçüm ve alarm sistemleri gibi düşük gerilimde çalışan alet ve devrelerin tamamı KE yapıya sahiptirler. Bu tip devreleri olan tüm kullanıcıların devrelerini gözden geçirmeleri gerekmektedir. Bu süre Çalışma Bakanlığının yayınladığı "patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların korunması hakkında yönetmelik (ATEX 137)" madde 11-d gereği 26 Aralık 2006 da sona ermiştir.

Türk sanayicisini bu gibi detaylar pek ilgilendirmemekte ve etkilememektedir. Sanayicimiz (genelde) hangi yönetmeliğe tamı tamına değil de biraz itina ile uymaktadır ki, exproof denilen, görülmedik ve duyulmadık teferruata uysun.

ISI SINIFI BELİRLENMESİ

Yeni uygulamaya göre aletin ısı grubu (temperatur class) belirlenirken 5K sıcaklık toleransına (emniyet payına) dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu konu imalatçıları pek zorlayacak düzeyde değildir. Çünkü çoğu aletin çalışma sıcaklık toleransları yüksektir.

KENDİNDEN EMNİYETLİLİĞİN İSPATI

Kendinden emniyetlilik sertifikası almak diğer exproof aletler gibi değildir. Deneyleri ve bürokrasisi çok daha fazla ve külfetlidir. Yalnızca alet değil kullanım şartları da dikkate alınmak zorundadır. Buna kendinden emniyetliliğin ispatı denilmektedir. Kendinden emniyetli bir devre üç elemandan oluşmaktadır:

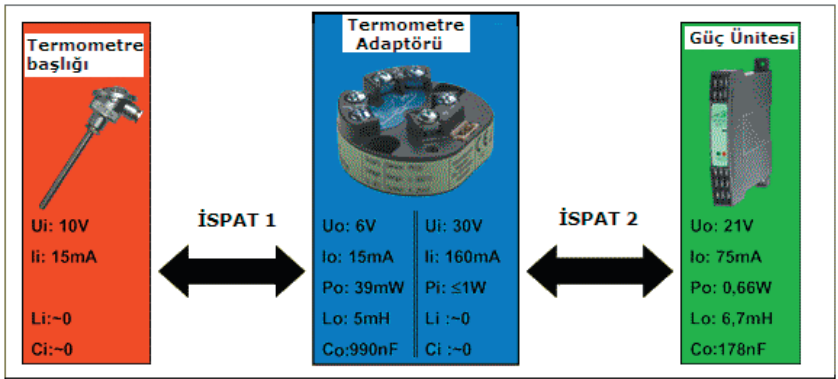
1) Güç kaynağı, kendinden emniyetliliği sağlayan cihaz, ve/veya bariyer.
2) Kablo
3) Patlayıcı ortam içersinde bulunan alet, ölçü hücresi gibi.

KE ispatına göre Uo<Ui, Io<Ii ve Po<Pi.olmalıdır. Bu olayları anlayabilmemiz için bir örneğe bakmamızda yarar vardır. Resim 6.70 deki gibi bir termometre düzeneği, başlık (duyarga), adaptör ve güç ünitesinden oluşmaktadır. Bu üç elemanın etiket değerleri tablo 6.66 da özetlenmiştir.

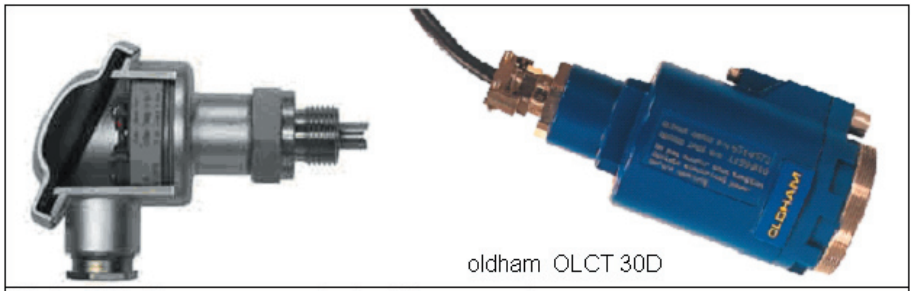
Termometre başlığı	Termometre adaptörü		KE bariyeri Beslem (güç) Ünitesi
	Çıkış değerleri	Giriş değerleri	Çıkış değerleri
Ui: 10V Ii: 15mA; Li ~ 0 Ci ~ 0	U: 6V Io: 15 mA Po: 39 mW Lo: 5 mH Co: 990 nF,	Ui: 30V Ii: 160 mA Pi: < 1W Li ~ 0 Ci ~ 0	Uo: 21V Io: 75 mA Po: 0.66W Lo: 6.7 mH Ci: 178 nF

Tablo: 6.66: Termometre düzeneğini oluşturan elemanların etiket değerleri

Adaptör aslında ölçü başlığı içersindedir ve resim 6.71 deki gibi ikisi bir ünite de oluşturmaktadır. Burada kendinden emniyetliliğin ispatı iki kere yapılmak zorundadır. Birincisi, ölçü başlığı ile adaptör arası, ikincisi de adaptör ile güç ünitesi arasındadır.



Resim 6.70: Termometre tertibatını oluşturan elemanlar



Resim 6.71: Duyarga veya ölçü başlıklarına örnek

Başlık ile adaptör arasındaki akım ve gerilim olması gereken gibidir (Uo<Ui, Io<Ii ve Po<Pi) (6 V < 10 V,) Başlığın dayanacağı gerilim 10 volttur. 6 volt tatbik etmenin bir mahsuru yoktur. Akım da denktir. Başlıkta güç değeri vermenin anlamı yoktur. Co ve Lo değerleri çok yüksektir. Çünkü ısı ölçüm adaptörleri yüksek omajlıdır. KE içersinde kalmak için de gerilim düşürülmüş 6 volta çekilmiştir. Co değerinin yüksek olması uzun

bir ölçüm mesafesine müsaade ediliyor demektir. Başlığın Co değeri olmadığına göre, adaptör-başlık arası kilometrenin üzerinde (990/120= 8,25 km) bir mesafe olabilmektedir. Lo'a dikkat edilmelidir, Lo belki kablo boyunu kısıtlayabilir. Pratik uygulamalarda ise adaptör-başlık arası 1 metrenin altındadır. Bu bakımdan başlık-adaptör seçimi normal yapılmış ve KE yönünden sorun yok demektir ve 1.KE ispatı tamamdır.

2. KE ispatı adaptör ile güç ünitesi veya bariyer arasıdır. Yine Uo<Ui, Io<Ii ve Po<Pi şartı sağlanmaktadır. (21V<30V, 75mA<160 mA, 0.66 mW> 1 mW). Ateşleme eğrilerinden belirlenen Co ve Lo değerleri yüksektir (Lo= 6.7 mH, Co=178 nF). 178 nF azami dış çevre kapasitansına müsaade edebilen bu güç ünitesi, ile 176/120= 1483 metre mesafede ölçüm yapılabilir demektir. Bu mesafe 28 Volt, 83 nF çıkışlı bir güç ünitesine göre oldukça uzun sayılabilir.

P	T6°C	T5°C	T4°C	
1,0 W	41	56	80	Buradaki örnekte güç 0,66 Wattır ve buna isabet eden ısı sınıfını kullanıcı çevre ısısına göre seçmek durumundadır
0,9 W	45	60	80	
0,8 W	50	65	80	
0,7 W	55	70	80	
0,66W	57	72	80	

Tablo 6.67: Termometre örneğinde kullanılan güç ünitelerinin güçlerine göre yüzey sıcaklıkları.

Çevre ısısını tayin ederken, ölçü başlığı ile ilgili imalatçıların verdiği tabloya bakmak gerekir. Çekilen güce göre çevre ısısı değişmektedir. Buda kullanıcının seçeceği güç ünitesine göre farklı olabilir. Yani kullanıcı, kendi çevre ısısına göre güç ünitesi seçme durumundadır. Yukarıdaki örnekteki sıcaklık ölçme başlığının güce göre ısıları tablo 6.67 deki gibidir.

6.80 IEC 60079-11 e (TS EN 60079-11) KISA BİR BAKIŞ

Kendinden emniyetlilikle ilgili ana standart IEC 60079-11 dir. Bunun yanı sıra kendinden emniyetli devreler ile ilgili IEC 60079-25 ve kendinden emniyetli data nakli ile ilgili IEC 60079-27 (FISCO) mevcuttur. IEC 60079-11 in 5.sürümü 2006 da yayınlanmış ve hemen sonra 6.sürüm hazırlıkları başlamıştır. Çünkü hedefte genel bir karar olan patlayıcı ortam standartlarının sadeleştirilmesi ile aşağıdaki konuların IEC 60079-11 kapsamına alınması vardır:

- iD, tozla ilgili esasların belirlenmesi ve yeni versiyona dahil edilmesi.
- Yeni uygulanmaya başlanan EPL kavramlarının kapsama alınması. EPL a, b, c, (explosiv protection level, patlayıcı ortam koruma seviyeleri) ATEX de kategori 1, 2, 3 olarak bilinen kavramların yerine geçecektir. Çünkü 1,2,3 sembolleri Zon tanımlamalarındaki 0, 1, 2 ile karışmaktadır. Aslında bunların da kaldırılması doğrudan

Zon 0, 1, 2 kullanılması daha doğru olacak ise de, anlaşılan çok uluslu olan IEC komisyonlarında fikir birliğine varmak pek kolay olmamaktadır.

- IEC 60079-25: "kendinden emniyetli sistemler" ve IEC 60079-27: FISCO/FNICO data sistemi standardındaki genel özelliklerin IEC 60079-11 kapsamına alınması ve RS-485 ile ilgili kuralların belirmesi ve ayrıca dinamik akım kaynaklarının test edilebileceği yeni bir test cihazı veya test yöntemi tanımlanması

gerekmektedir. Tüm bu yenilikleri içeren 6.sürüm hazırlanmaya başlanmış ve üye ülkelerin teknik komitelerine sunulmuştur. Nihai teklif muhtemelen 2010 yılı içersinde oylanacaktır.

Tüm exproof aletler için geçerli olan ve müşterek şartları içeren IEC 60079-0'ın her maddesi kendinden emniyetli aletlerde uygulanamamaktadır. Hangi maddelerin uygulanıp uygulanmadığı 60079-11 içersinde yazılıdır. Mekanik ve termik dayanıklılıkla ilgili maddelerin bir çoğu KE cihazlarda da uygulanmaktadır.

1) BİRLEŞİK CİHAZLAR ve KORUMA SEVİYELERİ

Um= maksimum efektif değer. Birleşik cihazlarda kendinden emniyetli olmayan devrede uygulanan gerilimin efektif değeridir. Aynı zamanda kendinden emniyetli olmayan bağlantılarda uygulanan azami gerilim değeri de Um anlamındadır. Örneğin temiz ortamda şarj edilen KE pillerin şarj gerilimi gibi. Um değeri değişik bağlantılarda farklı olabilir ve AC ve DC devreler için de farklı olabilmektedir.

Ui= maksimum giriş gerilimi. Kendinden emniyetli aletlerde koruma tipine bakmaksızın uygulanan AC veya DC gerilimin tepe değeridir (peak value).

BİRLEŞİK CİHAZLAR: (Associated apparatus) Üzerlerinde hem kendinden emniyetli v e hem de KE olmayan devre içeren aletlere "birleşik aletler" adı verilir. Temiz bölgede durup, tehlikeli bölgelerdeki kendinden emniyetli devreleri besleyen aletler de birleşik cihazlar kapsamındadır. Her ne kadar exproof cihaz temiz bölgede duruyor ise de patlayıcı ortamı etkilediğinden exproof kapsamında dikkate alınacaktır. Örneğin Ex-d tipi korumalı KE besleme trafoları gibi. Bu trafoların girişinde 220 Volt mevcuttur. Giriş Ex-d tipi korunmuştur. Çıkış ise kendinden emniyetlidir. Bu tip aletler de KE ve IEC 60079-11 kapsamındadırlar. Ayrıca patlayıcı ortamdan bilgi alan ve kendileri temiz havada bulunup exproof yapıda olmayan data kayıt cihazları da (PLC) KE risk değerlendirilmesine alınmak ve IEC 60079-11 kapsamında incelenmek zorundadır.

Koruma seviyesi ia:

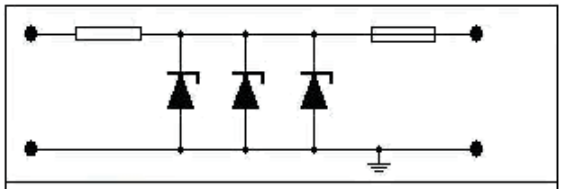
Ex-ia seviyesinde korunan bir aletin devresine Um ve Ui gerilimi tatbik edildiğinde aşağıdaki hallerde patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemelidir.

a) Normal çalışma şartlarında, en kötü sonuç veren sayılamayan bir arıza halinde (KE cihazın herhangi bir yerindeki muhtemel en kötü arıza durumunda)

b) Normal çalışma şartlarında, en kötü sonuç veren sayılamayan bir arızaya ilaveten, sayılabilir bir adet arıza ile birlikte

c) Normal çalışma şartlarında, en kötü sonuç veren sayılamayan bir arızaya ilaveten sayılabilir iki adet arıza ile birlikte

Bu tarifte sayılabilir veya sayılamayan arıza nedir anlaşılamamaktadır. Arızanın sayılması ne demektir? Sayılabilir arıza: bilinen emniyet elemanları arızalandığında ne olacağı anlamındadır. Sayılamayan arıza ise emniyetliliği sağlayan elemanlar dışında başkaca bir elemanın arızalanması veya arıza halinin irdelenmesi durumudur. Bu konuyu tam olarak anlayabilmeniz için zener bariyerlerin yapısını bilmeniz gerekir. Yukarıdaki konularımızda bahsetmiş olduğumuz gibi kendinden emniyetliliği sağlayan zener bariyerler mevcuttur. Bu bariyerler içersindeki zener diodların arızalanma durumuna göre ARIZA SAYILMAKTADIR.



Resim 6.72: Üç zehnerli bariyer va sayılabilir arıza

Resim 6-72 de görüldüğü gibi üç adet dioddan biri arızalansa, diğer ikisi gerilimi sınırlamaya devam etmektedir. Diğer bir söz ile emniyetli tarafa tehlikeli gerilimin gitmesine mani olmaktadır.

Diod sayısı azaldıkça engellenen gerilim seviyesi de değişir. Devrenin yapısı 2 adet zener açık devre veya kısa devre olduğunda ve üstüne birde korunan devrenin içerisinde bir arıza meydana geldiğinde patlayıcı ortamı tehlikeye atmamalıdır.

Ark cihazında yapılan deneyde a) ve b) durumunda emniyet katsayısı 1,5 ve c) durumunda 1,0 olarak alınır. Dış yüzey sıcaklığı sınıfı (T1-T6) tespitinde akım ve gerilim değerlerinde emniyet katsayısı 1,0 alınır. Diğer bir ifade ile ark cihazı ile yapılan ateşleme deneylerinde bir adet zener arızası dikkate alındığında akım 1,5 katı alınarak denenir. İki adet zener devre dışı edildiğinde akım artırılmaz, etiket değeri ne ise o alınır.

Koruma seviyesi ib:

Ex-ib seviyesinde korunan bir aletin devresine Um ve Ui gerilimi tatbik edildiğinde aşağıdaki hallerde patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemelidir.

a) Normal çalışma şartlarında, en kötü sonuç veren sayılamayan bir arıza halinde (KE cihazın herhangi bir yerindeki muhtemel en kötü arıza durumunda)

b) Normal çalışma şartlarında, en kötü sonuç veren sayılamayan bir arızaya ilaveten, sayılabilir bir adet arıza ile birlikte

"İb" de c) maddesi hariç diğer şartlar "ia" ile aynıdır. Eksik olan iki adet sayılabilir arızadır. Bu demektir ki, EPL b seviyesinde bir adet sayılabilir arıza dikkate alınacaktır. Teknik olarak bakarsak, bir zener bariyerde, güvenliği sağlayan diyotlardan iki adeti değil bir adeti

dikkate alınacaktır. Bu nedenle "ib" de "EPL a" ya göre koruma seviyesi daha düşüktür. "ib" tipi korunan cihazlarda akım ve gerilim emniyet faktörleri 1,0 olarak alınır. Bunun anlamı şudur: örneğin 1,0 Amper için dizayn edilen bir KE cihaz bu akım için emniyetli ise ve ark cihazında da emniyetliliğini ispat ediyor ise bu değer aletin etiketine aynen yazılır ve KE devre 1,0 Amper akım ile beslenebilir. Aynı cihaz "ia" seviyesinde deklere edilecek ise bu cihaz 1x1,5=1,5 Amper ile denenmeli ve bu akımda güvenilir olmalıdır. Aletin etiketine yine 1,0 Amper yazılır ve devre de 1,0 Amper ile beslenir. Burada maksat her hangi bir nedenle akım yükselir ise emniyetli olması ve tehlike yaratmamasıdır. Aynı durumda "ib" tipi bir cihazdan 1,5 Amper akım çekilir ise, bu cihazın beslediği devre patlayıcı ortam açısından tehlikeli demektir. Pratikte ise fazla akım çeken söz konusu ib tipi korumalı bu cihaz arızalanır. Bu bakımdan ia tipi cihazlar diğerlerinden çok daha dayanıklıdırlar. Çünkü 1.5 misli akıma dayanırlar ve kendinden emniyetliliğini de ib ye benzer şekilde korurlar.

Koruma seviyesi ic:

"ic" tipi korumada KE cihazın veya devrenin normal çalışma şartlarında patlayıcı ortamı tehlikeye düşürüp düşürmediği hesaba katılır. Arıza şartları dikkate alınmaz. Çünkü arıza olayı normal çalışma şartları kapsamında değildir. Koruma seviyesi düşüktür ve Ex-nL enerji seviyesi düşük koruma olarak da bilinmektedir.

KE cihazlardaki ia, ib, ve ic kategorileri tehlike bölgeleri uygulamasına da uygun düşmektedir. Aşağıda görüleceği gibi ic tipi koruma ancak ZON 2 ortamlarda kullanılabilmektedir. Üst kategorideki bir alet örneğin ia tipi korunmuş olan bir cihaz tehlikeli bölgelerin tamamında kullanılabilirken diğer cihazların kullanım sahası dardır.

Koruma seviyesi	Uygulanabildiği tehlike bölgesi, ZON		
	ZON 0	ZON 1	ZON 2
Ex-ia			
Ex-ib			
Ex-ic			

2) TERMİK UYUMLULUK

KE aletin dış yüzeyi ve patlayıcı ortama maruz kalan tüm eleman ve parçaları IEC 60079-0 da ön görüldüğü gibi incelenmeli ve test edilmelidir. Temiz bölgede duran müşterek cihazlarda termik uyumluluk testi yapılmaz. Batarya beslemeli aletlerde koruma seviyelerine göre uygulanan arıza hallerinde bataryaların fazla yüklenerek tehlikeli olabileceği hususuna dikkat edilmedir. IEC 60079-0 da küçük elamanların ısıl testlerde alınan 5K ve 10K artırımları KE cihazlarda uygulanmaz.

Kendinden emniyetli (KE) cihazın gövdesi içersine rahatlıkla gaz girebileceğinden devre elemanlarının tamamının ısıl yönden tehlike yaratıp yaratmayacağı incelenmek zorun-

dadır. Çoğunlukla baskı devrelerden oluşan elektronik aletlerin, çok ince olan baskı yollarının dahi aşırı akım altında nasıl davranacağı, ısınıp ısınmayacağı incelenmek zorundadır. Bu nedenledir ki, KE aletleri test etmek ve sertifika vermek diğer tip aletlere göre çok daha zordur ve çok fazla elektronik bilgisi gerektirmektedir. IEC 60079-11 de baskı devre yollarının ve çok ince bakır tellerin hangi akımlara dayanacağı ve hangi akım değerlerinde tehlikeli derecede ısınıp ısınmayacakları verilmiştir. Devreden geçen gerçek ve arıza hallerindeki akımların ne olacağı ve bilhassa akımın ve gerilimin artırılması hallerinde hangi seviyelere yükseleceği hesaplanarak, standartta verilen değerlerin altında olup olmadığı, yani emniyetli değerler içersinde kalıp kalmadığı kontrol edilmelidir.

3) BASİT ALETLER (PASSİF ELEMANLAR)

Enerji depolamayan veya çok cüzi enerji depolayan aletler kendinden emniyetlilik açısından basit veya pasif alet sayılırlar. Örneğin:

- Terminal kutusu, anahtar, direnç, yarı iletken gibi basit cihazlar.
- Basit devrelerde bulunan, değerleri düşük olan ve dolayısı ile çok cüzi enerji depolayan kondansatör ve bobinler.
- Fotocell, termokupol gibi ürettikleri enerji seviyeleri 1,5 V, 100 mA ve 25 mW'ı aşmayan kaynaklar.

gibi basit aletler IEC 60079-11 şartlarına uygun olmak zorundadırlar. Yalnız etiket bulundurmalarına gerek yoktur. İmalatçı da "basit alet" adı altında sattığı herhangi bir cihazdan sorumludur. Gerekli kullanma kılavuzunu kullanıcıya vermek zorundadır. Notified body den sertifika alınmasına gerek yoktur. Katalitik yanmalı sensör ve diğer kimyasal sersörler basit cihaz olarak kabul edilmezler.

4) KENDİNDEN EMNİYETLİ ALET MAHFAZASI, GÖVDESİ

KE aletlerin gövdeleri IEC 60079-0 da ön görüldüğü gibi darbe testine tabi tutulmalarına gerek yoktur. Yalnızca düşürme testine alınmaları yeterli olmaktadır. Kaçak yolu, ayırım mesafesi, tozlanma derecesi, gibi muhafaza yapımı ile ilgili dikkat edilmesi gereken hususlar IEC 60079-11 de verilmiş olup, burada fazla izahata gerek görülmemektedir.

5) HARİCİ TERMİNAL BAĞLANTILARI, AÇIKLIKLAR ve YÜZEYSEL KAÇAK YOLU

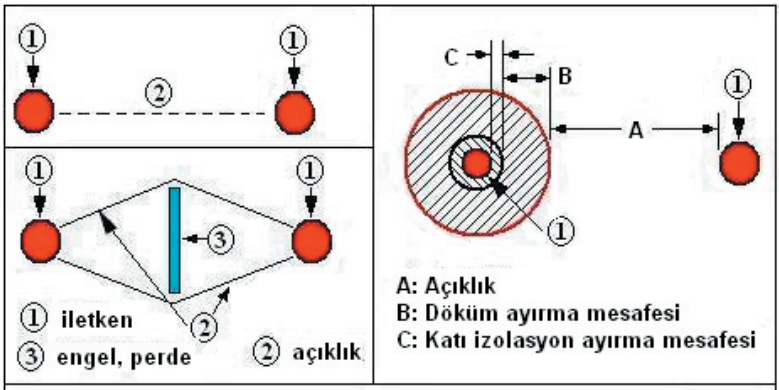
KE cihazların harici gerilim girişi önemlidir. Rast gele kısa devre olmamalı ve yakın çevresindeki yüksek gerilimlerden ve KE olmayan devrelerden etkilenmemelidirler. Çalışan kişilerin sehven KE olmayan devreye bağlantı yapmasını ve şaşırmasını önlemek için tedbir alınmalıdır. Bu maksatla, KE terminaller, KE olmayan terminallerden ayrı yere yerleştirilmek zorundadır. Yan yana aynı klemens sırasına konulmak zorunda ise standart koyucu arada en az 5 cm açıklık bırakılmasını ve araya perde konulmasını istemektedir. Ayrıca kablo ve klemens renkleri de açık mavi olacaktır. KE bağlantıların kendileri arasındaki mesafe ise tablo 6-68 sütun 2 de verilen değerlerden aşağı olmamalıdır. KE alet ve devreler küçük boyutta olduklarından klemens açıklıkları da fazla

geniş tutulamamaktadır. Bu nedene standart koyucu konuyu detaylandırmıştır. İsteyen ilgili standarda bakabilir, teferruata girilmeyecektir. Resim 6.74 de bir de örnek verilmiştir. Burada görüleceği gibi, KE devreler arası mesafe en az 6 mm ve KE devrenin toprağa karşı mesafesi de en az 3 mm olacaktır. Bu mesafeler sabit değildir. Tablo 6-67 de görüleceği gibi gerilime göre değişmektedir.

1	2		3		4		5		6		7	
Gerilim tepe değer	Açıklık, clearance		Döküm madde ayırma mesafesi		katı izolasyon ayırma mesafesi		Yüzeysel kaçak yolu		Kaplama altı mesafe		CTI *)	
	İa, ib	ic	İa, ib	ic	İa, ib	ic	İa, ib	ic	İa, ib	ic	ia	İb, ic
10	1,5	0,4	0,5	0,2	0,5	0,2	1,5	1,0	0,5	0,3	-	-
30	2	0,8	0,7	0,2	0,5	0,2	2,0	1,3	0,7	0,3	100	100
60	3	0,8	1,0	0,3	0,5	0,3	3,0	1,9	1,0	0,6	100	100
90	4	0,8	1,3	0,3	0,7	0,3	4,0	2,1	1,3	0,6	100	100
190	5	1,5	1,7	0,6	0,8	0,6	8,0	2,5	2,6	1,1	175	175
375	6	2,5	2,0	0,6	1,0	0,6	10,0	4,0	3,3	1,7	175	175
550	7	4	2,4	0,8	1,2	0,8	15,0	6,3	5,0	2,4	275	175
750		5	2,7	0,9	1,4	0,9	18,0	10	6,0	2,9	275	175
1000	10	7	3,3	1,1	1,7	1,1	25,0	12,5	8,3	4,0	275	175
1300	14	8	4,6	1,7	2,3	1,7	36,0	13	12,0	5,8	275	175
1575	16	10	5,3		4,5		49,0	15	16,3		275	175
*) IEC 60112 ye göre hesaplanan kıyaslamalı iz katsayısı												

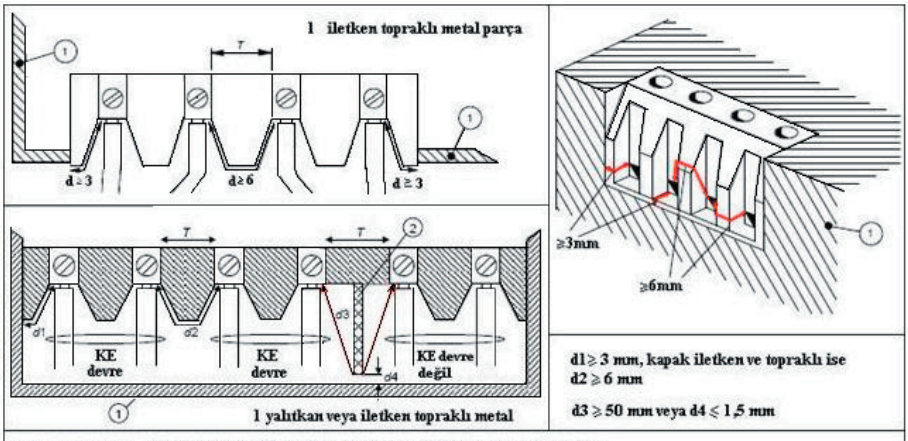
Tablo 6-68: KE Girişi Açıklık, kaçak yolu ve ayırma mesafeleri (IEC 60079-11 tablo 5) ölçüler mm dir

Yüzeysel kaçak yolu hesaplarında bazı hususlara dikkat edilmelidir. Mesafeleri hesaplarken resim 6.73 deki örnekte görüldüğü gibi aralardaki engellere ve standartta verilen örneklere özen gösterilmelidir. Burada görüleceği gibi düz mesafeler alınmamakta aradaki kaçak yollarına, kıvrımlara dikkat edilmektedir.



Resim 6.73: Açıklık ve yüzeysel yalıtım mesafesi hesapları

E-tipi korumada olduğu gibi kendinden emniyetli elektrik bağlantılarında da yüzeysel yalıtım mesafesi standart koyucu tarafından belli değerler ön görülmüş olup, terminal bağlantılarında ve yapılarında bu hususlara dikkat edilmesi gerekir. Kendinden emniyetli devreleri dışarıdan endüksiyon yolu ile gerilim girmesi tehlikeli olabilir. Bu nedenle çok iyi topraklanmalıdırlar. Bazı hallerde topraklama kendinden emniyetliliği etkileyebilir, örneğin trafoların orta nokta (nötr) gerilimleri gibi. Topraklama kalktığı an gerilim yükselme tehlikesi olabilir. Bu gibi devrelerin bağlantısında topraklı fiş kullanılıyor ise fişin bol miktarda pimi olması gerekir. Bu pimlerin en az 3 adeti topraklama iletimi için kullanılmak zorundadır.



Resim 6.74: Terminal bağlantı örneği ve ayırma mesaafeleri

6) KENDİNDEN EMNİYETLİLİĞİ ETKİLEYEN PARÇALAR COMPONENTLER

Ergimeli tip sigortalar döküm içersinde bulunacak ve diğer elemanlara uzaklıklarında IEC 60079-11 de verilen kaçak yolu ve açıklıklara uyacaktır. IEC 60127 ye göre yapılan mikro sigortalar KE devrelerde kullanılabilmektedir. Standart koyucu bu gibi mikro sigortalara itiraz etmemektedir. Baskı devre kartlarda eğer kartın yerinden çıkması kendinden emniyetliliği etkiliyor ise, yani ana eleman ise kartın yerinden çıkması hali zener diodlarda olduğu gibi sayılabilir hata olarak kabul edilecek ve ia ve ib belirlemesinde dikkate alınacaktır.

BATARYALAR: IEC 60079-0 da ön görülen bataryalar KE cihazlarda kullanılabilmektedir. Kısa devre olduklarında veya sehven ters polarite ile şarj edilmeye kalkışıldığında patlayan bazı tip lityum bataryaların kullanılmasına standart koyucu dikkat çekici işaret konulmasını istemektedir. Lityum iyon piller tamamen yasaklanmamakla birlikte böyle bir ikaz kullanıcıyı etkileyeceğinden doğrudan yasaklamaktan pek farkı yoktur. Eğer KE bataryalar patlayıcı ortamda değiştirilebilir tipten yapılacak ise, bataryanın akım

sınırlama direnci ve saire gibi emniyet devreleri kendi üzerinde bulunacak ve plastik veya benzeri uygun malzeme içersine gömülü olacaktır. Bu tip bataryalar IEC 60079-0 da ön görülen düşürme testine tabi tutulacaklardır. Patlayıcı ortamda kullanılan fakat değiştirilemeyen bataryaların üzerinde ikaz yazısı olacak ve değişimleri de (ia kategorisinde) özel anahtarla yapılacaktır. Bataryaların harici şarj bağlantıları patlayıcı ortamda herhangi bir kısa devreye neden olmayacak şekilde dizayn edilmelidir.

7) KIVILCIM, ARK CİHAZINDA DENEY

KE devre ark cihazına bağlanarak patlayıcı ortamı ateşleyip ateşlemediği test edilir. Bu maksatla kullanılan cihazın önce kalibre edilmesi ve sonrada aletin koruma seviyesine göre emniyet katsayıları dikkate alınarak teste tabi tutulmalıdır. Kullanılacak test gazları tablo 6.69 da verilmektedir. Kalibrasyon, endüktivitesi 95 mH (±5 mH) olan içi boş demir nüvesiz bir bobin 24 V DC üzerinden ark cihazına bağlanarak yapılır.

Tablo 6.69: Ark cihazında kullanılacak test gazları karışımı		
Gaz Grubu	Test gazı karışım oranları Havada % olarak	Kalibrasyon devresindeki akım, mA
I	% (8,3±0,3) metan	110 - 111
II A	% (5,25±0,25) propan	100 - 1001
II B	% (7,8±0,5) etilen	65 - 66
II C	% (21±2) hidrojen	30 - 30,5

Tablo 6.69 daki test gazı oranları, akım ve gerilim seviyeleri emniyet faktörü dolayısı ile artırılabilen aletlerde uygulanır. Bazı hallerde akım veya gerilimi artırmak mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda 1.5 katı emniyet faktörü test gazına uygulanmakta ve KE cihaz veya devre, çok daha tehlikeli gaz karışımları ile yapılmaktadır. Hangi gaz karışımının kullanılacağı ve 1.5 emniyet faktörü olarak kabul edileceği, tablo 6.70 de görüleceği gibi standart koyucu tarafından belirlemiştir.

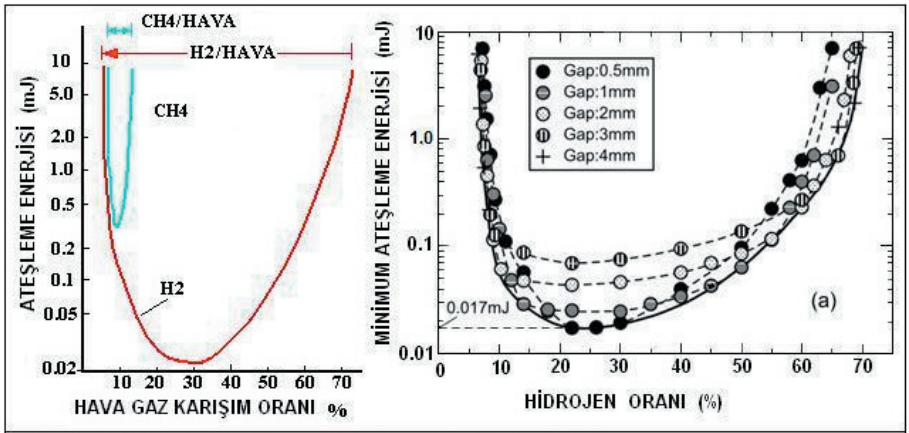
Tablo 6.70:1.5 katı emniyet faktörü dikkate alındığında uygulanacak gaz karışım oranları						
Gruplar	Test gazı karışım oranları					Kalibre devresindeki akım, mA
	Oksijen- hidrojen- hava karışımı % (hacim)			Oksijen hidrojen karışımı		
	Hidrojen	Hava	Oksijen	Hidrojen	Oksijen	
I	52±0.5	48±0.5	-	85±0.5	15±0.5	73 - 74
IIA	48±0.5	52±0.5	-	81±0.5	19±0.5	66 - 67
IIB	38±0.5	62±0.5	-	75±0.5	25±0.5	43 - 44
IIC	30±0.5	53±0.5	17±0.5	60±0.5	40±0.5	20 - 21

Bu deneylerde akım veya gerilimi artırmak yerine gaz oranları ile oynamak ne kadar doğrudur? D-tipi deneyindeki flanş aralığı (MESG) tespitine benzer şekilde, (MIE) minimum ateşleme enerji seviyesi düşürülerek deney yapılmaktadır. Test gazının daha

düşük seviyelerinde deney yapılarak cihazın ortamı patlatıp patlatmadığına diğer bir söz ile emniyetli olup olmadığına bakılmaktadır.

Ark aletinde test yapılırken DC devreler için her bir kutupta 200 devir olmak üzeri toplam 400 devir yapılır ki, bu KE devrenin 1600 kere açılıp kapanması anlamına gelir. AC devrelerde ise 1000 kere tur atılır ve dolayısı ile KE devre 4000 kere açılıp kapanmış olur ki, bu kadar ark sayısında gaz karışımının ateş almaması gerekmektedir. Her hangi bir ateşleme deney altındaki aletin sınıfı geçememesi anlamına gelir. Tabi bu arada ark cihazının kalibre edilmiş olması da unutulmamalıdır.

Resim 6.75 de hidrojen ve metan gazlarının ateşleme enerjisi oranları gözükmektedir. Grup I aletler %8.3 oranındaki metan ile denenmektedir, ki bu pozisyondaki patlama enerjisi yaklaşık 280 µJ kadardır. Bu değerin 1.5 katı aşağısı 280/1.5=186 µJ yapmaktadır. Resim 6.75 e baktığımızda 186 µJ değeri 0.2 mJ değerinin biraz altındadır ve H2 eğrisine bakıldığında %60 oranına yakın değerlere ulaşılmaktadır. Tablo 6.70 e baktığımızda standart koyucunun %52±7 değerini verdiği görülmektedir ki, bizce gaz oranı oynanarak yapılan deneyler normaldir.



Resim 6.75: Hidrojen gazına ait minimum ateşleme eğrileri

Bu tip deneyler pek arzu edilen bir uygulama değildir. Mecbur kalınmadıkça uygulanmamaktadır. Çıkış karakteristikleri doğrusal olmayan gerilim ve akım regüleli güç kaynaklarında akım veya gerilim ile oynamak imkansız durumdadır. Her hangi bir şekilde akım veya gerilim artırılmaya kalkışıldığında güç ünitesinin verimini ve elektronik devrenin güvenilirliğini etkilemektedir. Bu tip güç kaynaklarında çok daha farklı test yöntemi uygulanmaktadır. IEC 60079-11 in son 6.sürümünde bu tip regüleli devrelerin test yöntemleri ile ilgili yeni bir uygulama yöntemi açıklanmıştır. Bu deney metodu standart ekinde açıklanmış olup, bazı hallerde emniyet faktörü 2 veya 2.5 katına kadar çıkartılmaktadır. Bilindiği gibi güç kaynakları KE devrelerin en önemli cihazıdır. Çünkü

kendinden emniyetliliği sağlayan güç ünitesidir. Klasik güç üniteleri trafo, redresör, düzleştirme kondansatörü ve birde akım sınırlayıcı seri dirençten oluşmaktadırlar. Cihazın çıkış veya etiket gerilimi düzleştirme kondansatörü üzerindeki gerilimdir. Eğer gerilim sınırlayıcı zener diyotlar kullanılıyor ise zenerin uçlarındaki gerilim güç ünitesinin çıkış gerilimidir. Akımı ve gerilimi regüle eden güç kaynaklarında gerilim veya akımı artırmak veya azaltmak aletin işlevini bozmakta ve hatta çoğu kez imkan olmamaktadır. Regülasyon devreleri ile oynamak da her zaman sonuç vermemektedir. Bu nedenle yukarıda izah ettiğimiz gaz oranlarını değiştirme metodu ve IEC 60079-11 in 6. sürümü ekinde izah edilen yeni bir dinamik test yöntemi geliştirilmiştir.

8) KE DEVRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ ve ATEŞLEME EĞRİLERİNİN KULLANILMASI

Kendinden emniyetli devrelerin risk analizi (risk değerlendirmesi) yapılırken üç noktaya dikkat edilir

a) KE devre veya KE alet, ark cihazında teste tabi tutulduğunda deney gazını ateşlememelidir.

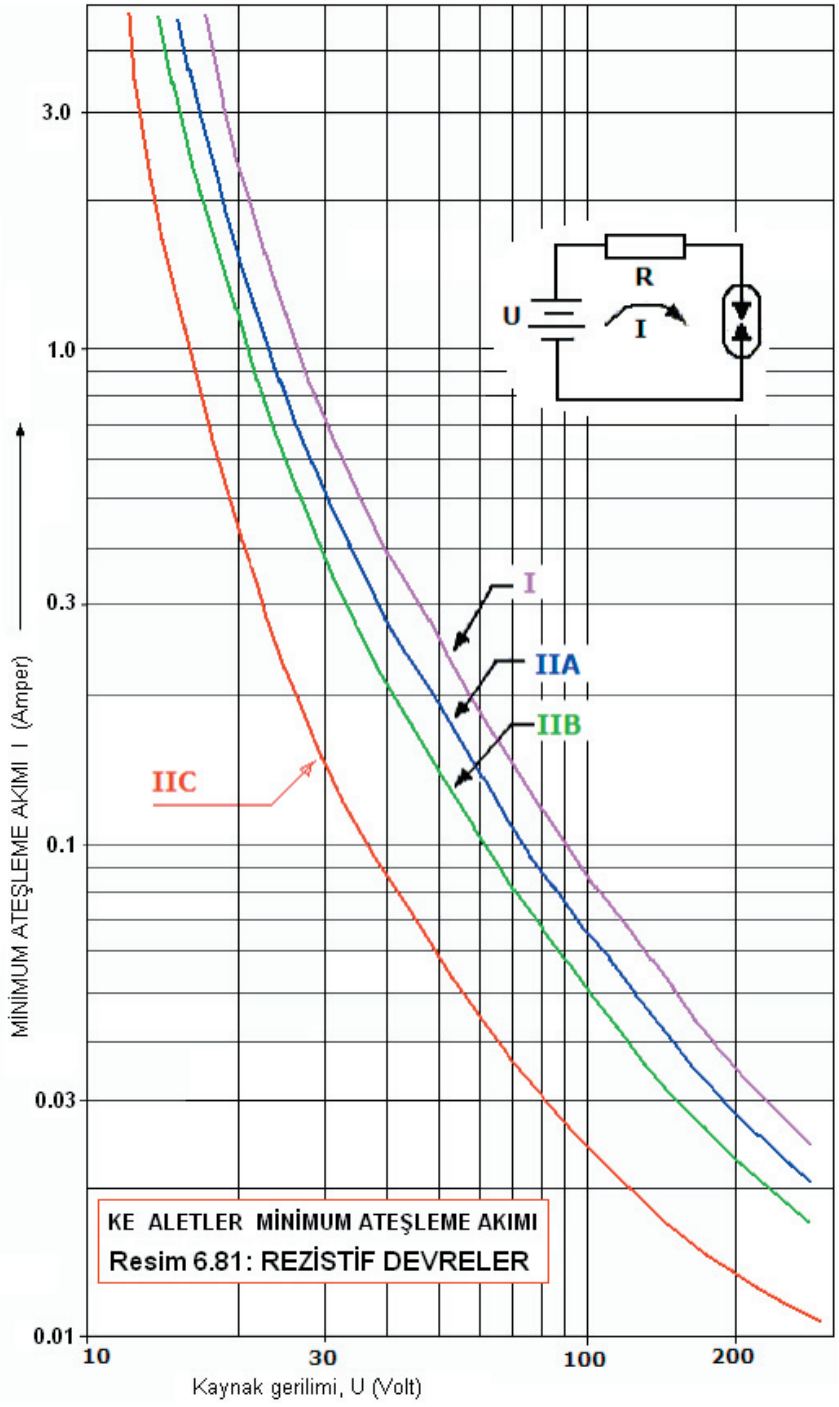
b) IEC 60079-0 da belirtildiği gibi KE cihazın yüzey sıcaklığı ortamı tehlikeye atmamalıdır. KE (kendinden emniyetli) devrenin azami yüklenme olasılıkları ve arıza durumları gibi KE aletlere özgü durumlarda KE devredeki elemanların aşırı ısınması gibi durumların da dikkate alınması unutulmamalıdır. Aşırı yüklenme halindeki yüzey sıcaklıkları müşterek cihazlarda dikkate alınmaz. Müşterek cihazın kendine has koruma yöntemine bakılarak karar verilir.

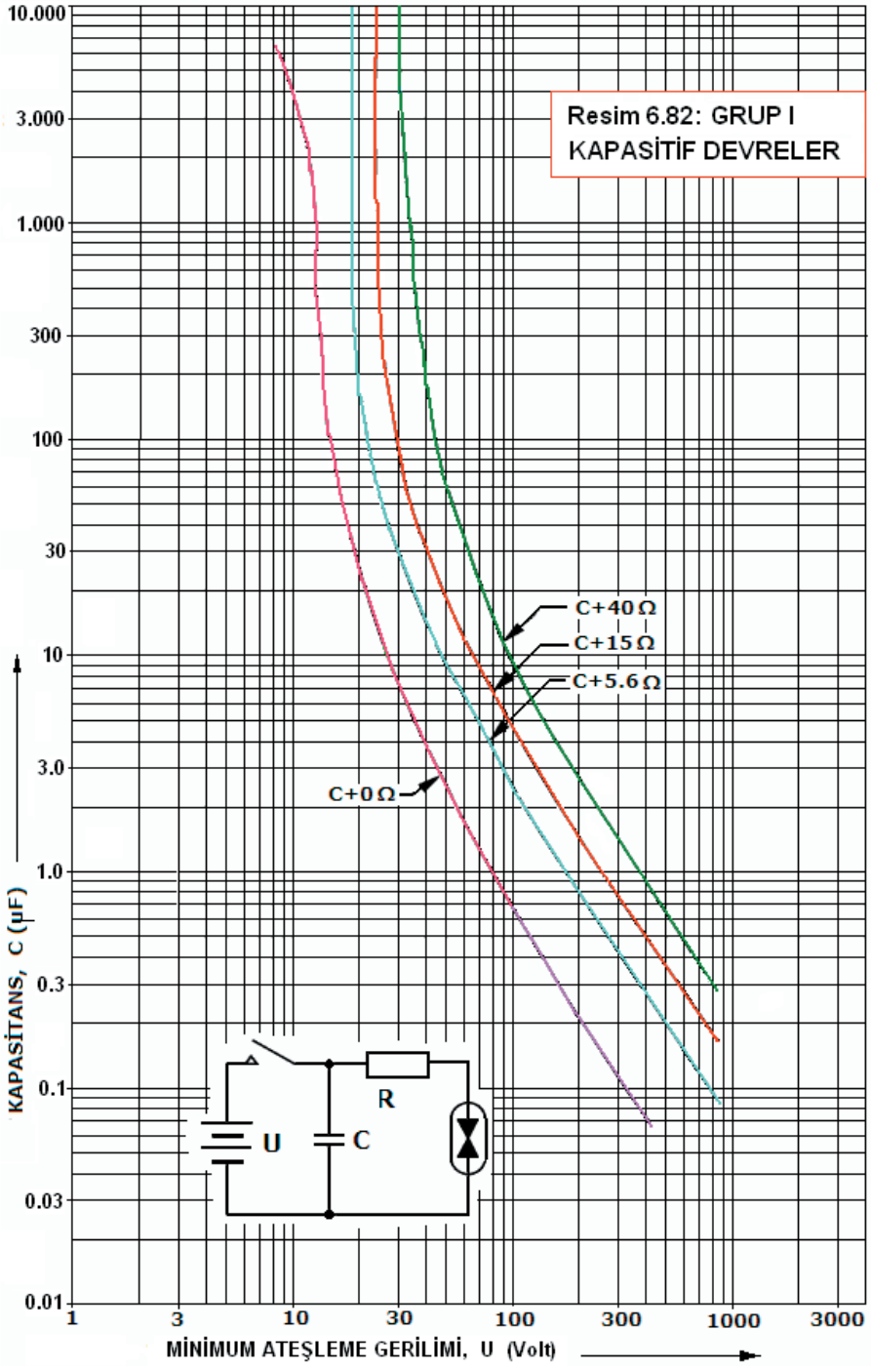
c) KE devreler diğer devrelerden bariz bir şekilde ayrılmalıdır. Klemenslerdeki aralık, perde konulması ve özel açık mavi renge boyama gibi hususlara özen gösterilmeli ve özellikli standartlarda verilen aralık (mesafe) ve yüzeysel kaçak yolu gibi mesafe ölçülerine uyulmalıdır.

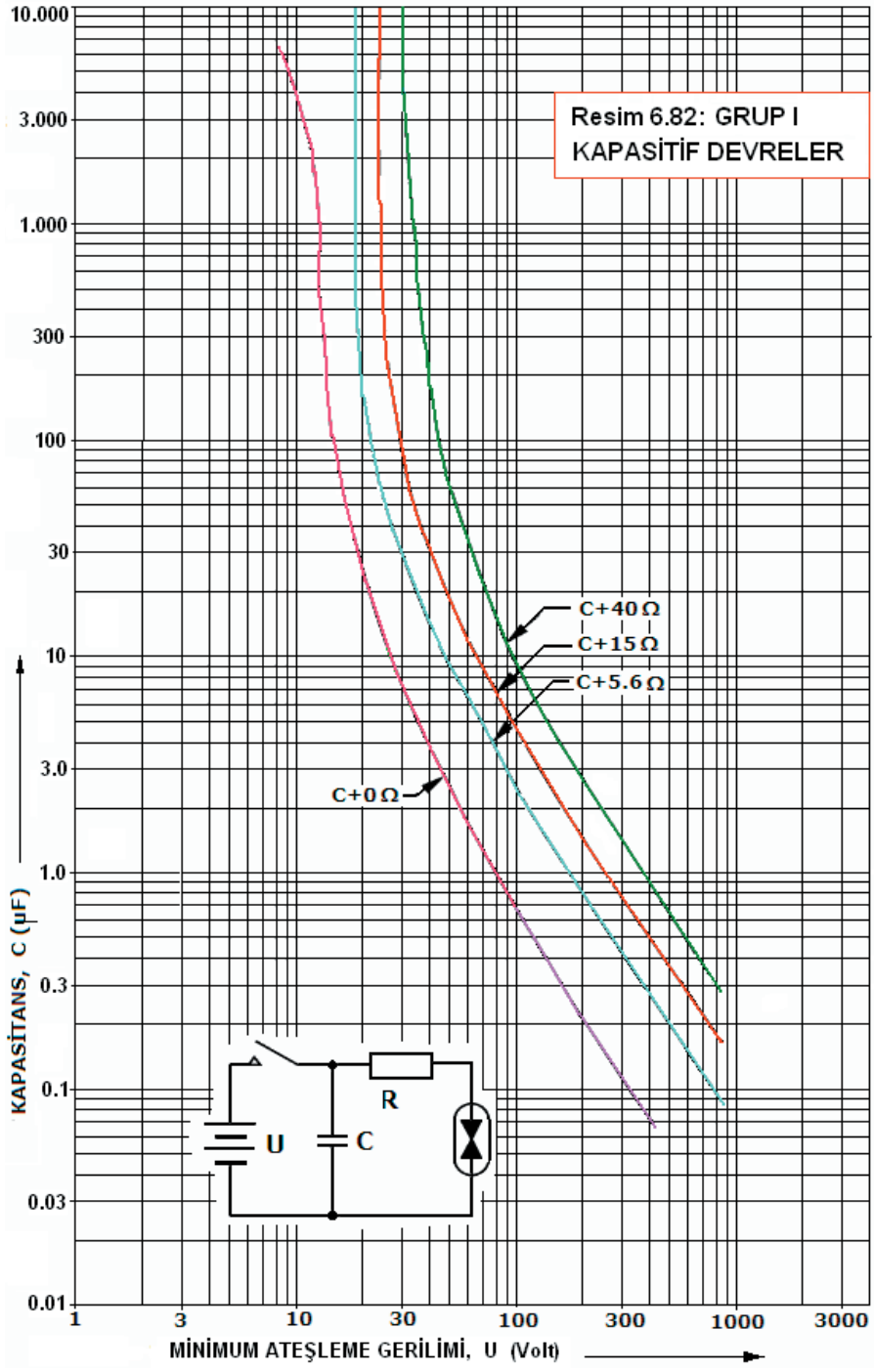
Ex-ia tipi korunan alet ve devrelerde 1,5 katı emniyet faktörü uygulandığında, patlama eğrilerindeki tehlike bölgelerine girilmemeli ve komponentlerin yüzey sıcaklıkları da aşırı seviyeler çıkmamalıdır. Çök küçük yüzeylerin ortalama yüzey sıcaklıklarının nasıl belirleneceği IEC 60079-0 da izah edilmektedir. KE devre kartlarındaki yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi ve aşırı yüklenme durumları gibi hususların incelenmesi pek basit bir olay değildir. Kendinden emniyetlilik daha çok elektronik bilgisi gerektiren başlı başına bir uzmanlık dalıdır.

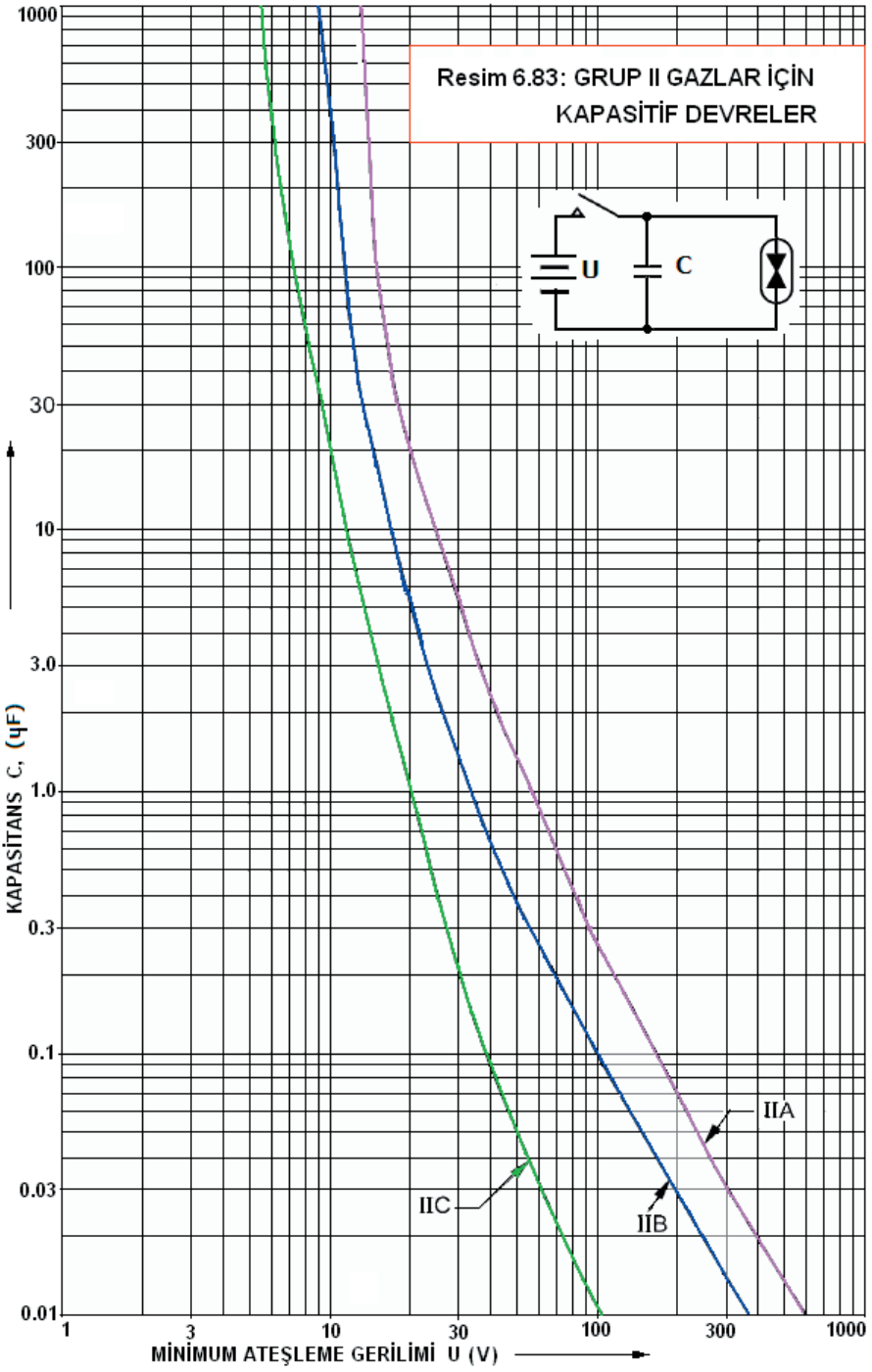
ATEŞLEME EĞRİLERİNİN KULLANILMASI:

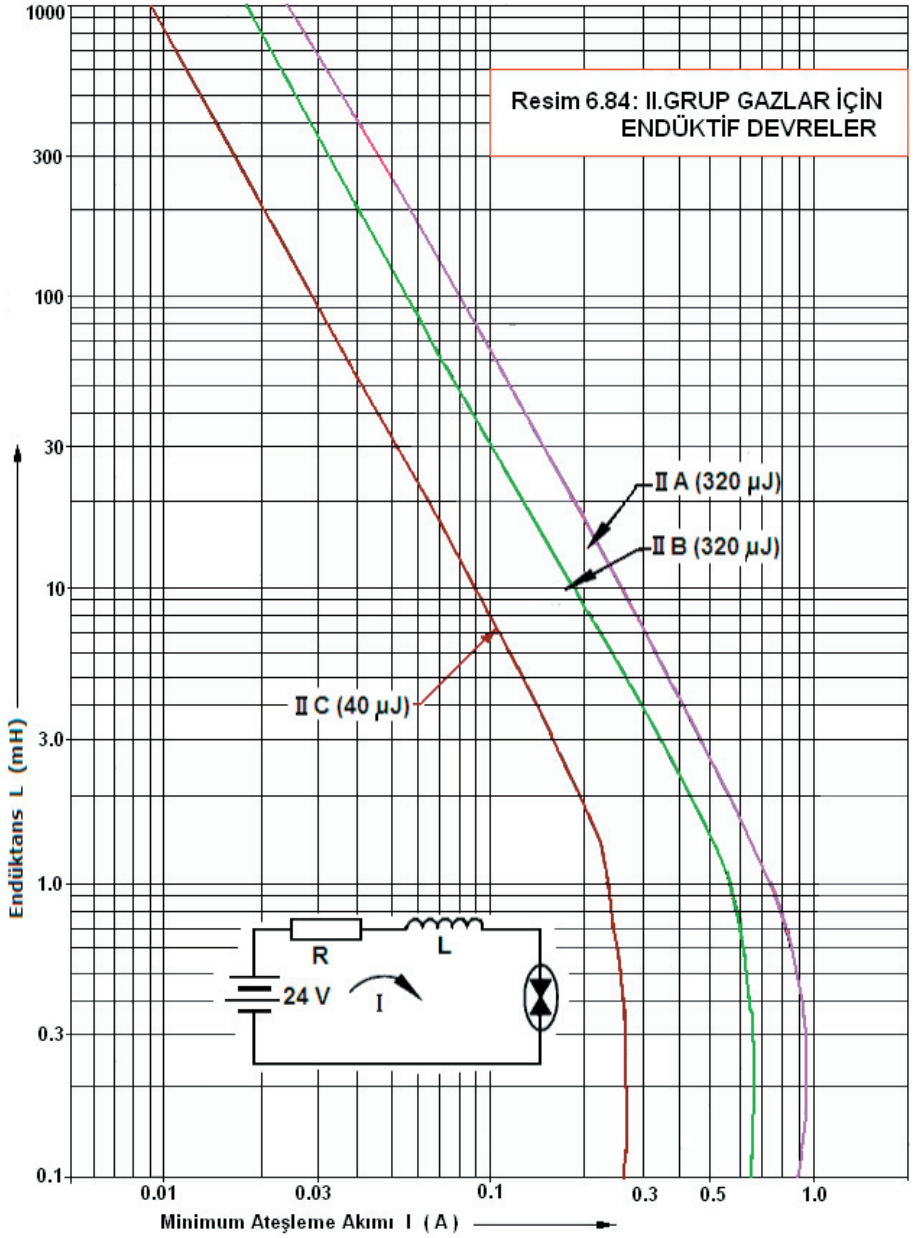
IEC 60079-11 de “ia, ib ve ic” koruma seviyelerindeki cihazlarla ilgili ateşleme eğrileri ve tabloları verilmiştir. Bu tablo ve eğrilere bakılarak KE cihaz veya devrelerin tehlikeli olup olmadığına karar verilebilmektedir. Tablolar çok uzun olduğu ve istenen her değer bulunmadığı için yazımıza alınmamıştır. Fakat eğriler resim 6.81-6.86’da görülmektedir. İnceleme yaparken aşağıdaki hususlar göz önünde tutulmalıdır.


3.0
1.0
0.3
0.1
0.03
0.01
MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI I (Amper)
10
30
100
200
Kaynak gerilimi, U (Volt)
R
U
I
I
IIA
IIB
IIC
KE ALETLER MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI
Resim 6.81: REZİSTİF DEVRELER

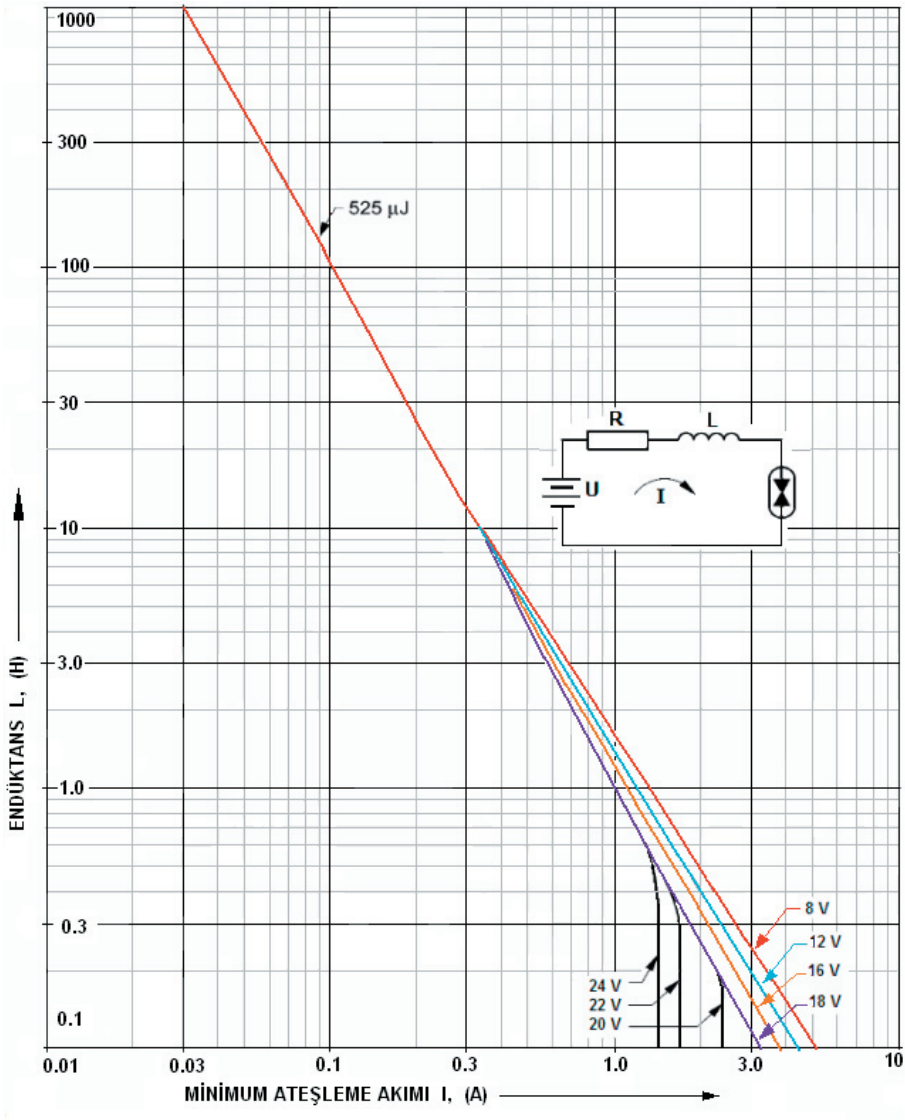

Resim 6.82: GRUP I
KAPASİTİF DEVRELER
C+40Ω
C+15Ω
C+5.6Ω
C+0Ω
R
U
C
KAPASİTANS, C (µF)
10.000
3.000
1.000
300
100
30
10
3.0
1.0
0.3
0.1
0.03
0.01
1
3
10
30
100
300
1000
3000
MİNİMUM ATEŞLEME GERİLİMİ, U (Volt)


Resim 6.82: GRUP I
KAPASİTİF DEVRELER
C+40 Ω
C+15 Ω
C+5.6 Ω
C+0 Ω
R
U
C
KAPASİTANS, C (µF)
10.000
3.000
1.000
300
100
30
10
3.0
1.0
0.3
0.1
0.03
0.01
1
3
10
30
100
300
1000
3000
MİNİMUM ATEŞLEME GERİLİMİ, U (Volt)


Resim 6.83: GRUP II GAZLAR İÇİN
KAPASİTİF DEVRELER
U
C
KAPASİTANS C, (µF)
1000
300
100
30
10
3.0
1.0
0.3
0.1
0.03
0.01
1
3
10
30
100
300
1000
MİNİMUM ATEŞLEME GERİLİMİ U (V)
IIA
IIB
IIC

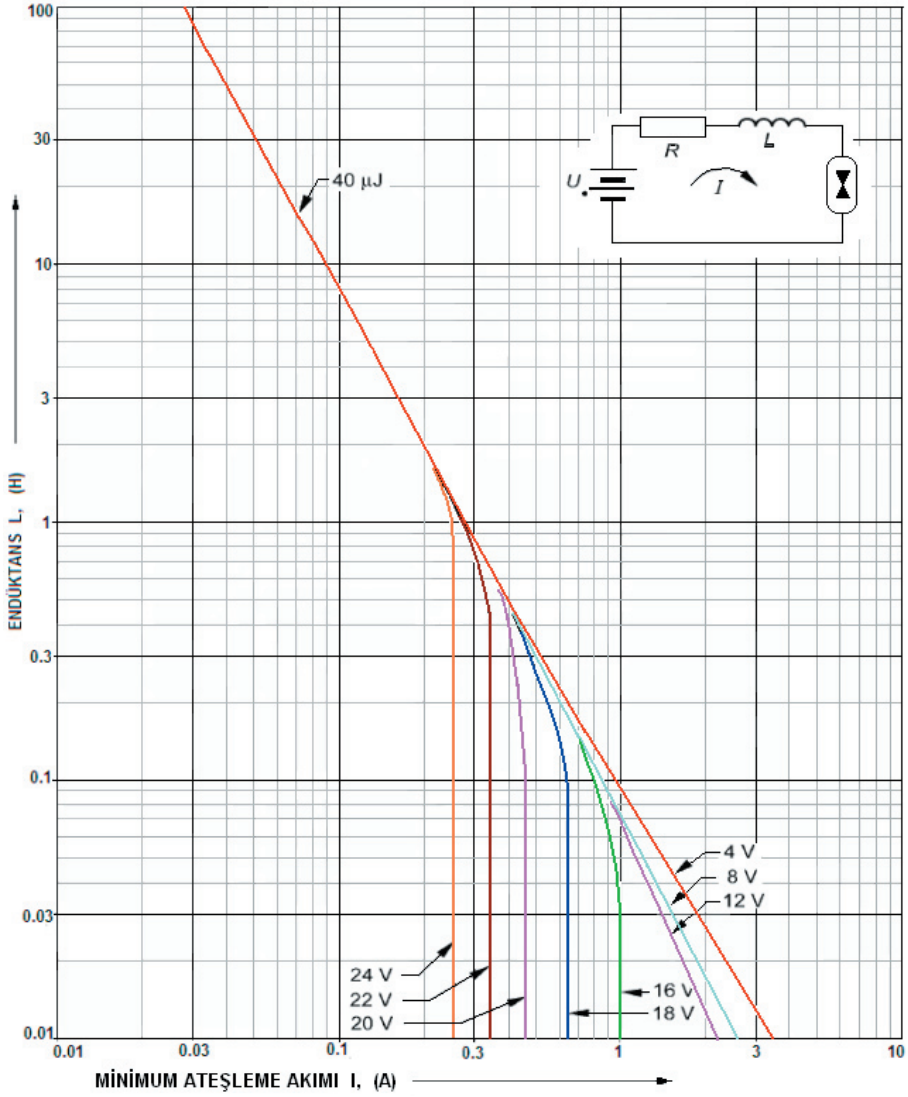


Not 1: Deney devresi 24 Volttur
Not 2: Gösterilen enerji seviyeleri eğri boyunca sabittir



Not 1: Görülen eğriler üzerinde işaretli olan devre gerilimlerinde kaydedilmiştir
Not 2: 526 µJ enerji seviyesi eğri boyunca sabittir

Resim 6.85: GRUP I GAZLAR, ERDÜKTİF DEVRELER için MİNİMUM ATEŞLEME AKIMLARI



Not 1: Görülen eğriler üzerinde işaretli olan devre gerilimlerinde kaydedilmiştir
Not 2: 526 µJ enerji seviyesi eğri boyunca sabittir

Resim 6.86: GRUP IIC GAZLAR
ENDÜKTİF DEVRELER İÇİN MİNİMUM ATIŞLEME AKIMI

- İncelemelerde en tehlikeli durumlar ele alınmalı, tolerans ve gerilim dalgalanmaları ile teknik olarak müsaade edilen gerilim ve güç aralıklarına göre hesap yapılması unutulmamalıdır.
- İncelenen cihaz veya devrenin koruma seviyesine göre gerekli olan emniyet faktörlerine dikkat edilmelidir.
- Elde edilen bu azami veya en tehlikeli değerler ile resim 6.81-6.86 deki eğrilere bakılarak emniyetli alan içersinde kalıp kalmadığına bakılmalıdır.

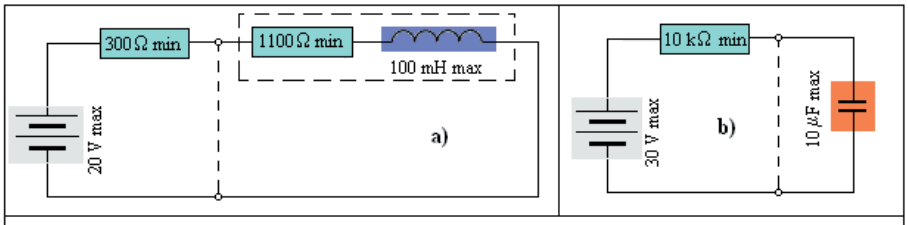
Yapılan bu teorik incelemeler yeterli ve güvenilir değil ise, test eden kişi isterse KE cihazı ark cihazına bağlayarak teferruatlı deneye tabi tutabilir. Bu konu tamamen test otoritesinin inisiyatifine bırakılmıştır. Aşağıda izah edeceğimiz basit devrelerde istenir ise teferruatlı deneyden vazgeçilebilir. Fakat karmaşık devrelerde ve hatta yaklaşım metotları ile tablolardan değer alınarak güvenilir bölgelerde kalınıyor ise dahi, KE alet ark cihazına bağlanarak teferruatlı deneye tabi tutulmalıdır. Teorik inceleme mantıklı sonuç vermiyor ise ark cihazında denemenin hiçbir anlamı yoktur. Bu durumda inceleme altına alınan cihaz veya devrenin KE olmadığına, her hangi bir test yapmadan, karar verilir.

Kendinden emniyetli cihazların incelenmesi, test edilmesi, ve saire gibi detaylarının incelerek sertifikalandırılması kolay bir işlem değildir. Özel uzmanlık bilgi ve beceri gerektirmektedir. Test laboratuarlarında bir mühendisi fazlası ile meşgul eden bir uğraştır. Geçmişte bazı test otoritelerin yalnızca dokümanlara bakarak sertifika verdikleri görülmüştür. Günümüzde bu pek mümkün değildir. Çünkü bir NOTİFİED BODY (onanmış kuruluş) verdiği sertifikayı diğer notified bodylere bildirmek ve internet sitesinde yapmış olduğu test işlemlerini yayınlamak zorundadır.

BASİT DEVRELERE ÖRNEKLER:

A) Basit Bir Endüktif Devre

Resim 6.87 de görüldüğü gibi, 20 Volt bir batarya ile 300 Ω akım sınırlayıcı arızalanmaz (infaillable) bir direnç üzerinden, direnci 1100Ω ve selfi de (endüktifvitesi) 100 mH (mili henri) orta göbeği yani demir nüvesi olmayan bir bobin beslenmektedir. Soru: Söz konusu bobin devresi IIC (hidrojen gazı) ortamında KE olabilir mi?



Resim 6.87: Basit endüktif ve kapasitif devre örneği

300 Ω ve 1100 Ω minimum ve 100 mH de maksimum değerler olarak alınacaklardır. 300Ω direncin arızalanması dikkate alınmayacaktır, (infailable) arızalanmaz olarak kabul edilmek zorunludur. Bu direnç koptuğunda (açık devre olduğunda) sistem çalışmaz ve tehlike de yaratmaz. Fakat 300Ω direnç kısa devre olduğunda besleme devresinin kendinden emniyetli özelliği kalmaz.

Gerilimin %10 fazla olabileceği veya batarya taze şarjlı iken 20 voltu aşabileceği hesaba katılarak V=22 Volt alınacaktır. Buna göre batarya ucundaki azami kısa devre akımı: I= 22/300= 73,3 mA olarak bulunmaktadır. 1,5 katı emniyet faktörü dikkate alındığında I= 1.5x 73,3=110 mA bulunmakta olup, bu değer ile tablo veya grafiklere gitmemiz gerekmektedir.

Devre omik olduğu için resim 6.81 de 22 Volta karşılık 337 mA değeri okunmaktadır ki, 110 mA in çok çok üstündedir. Sonuç olarak bataryanın uçları kısa devre olduğunda, diğer bir ifade ile 100 mH lik bobini besleyen kablo herhangi bir yerinde kısa devre olduğunda kendinden emniyetli sahada kalmakta ve çıkacak kısa devre arkı IIC ortamındaki gazı patlatmaya yeterli olmamaktadır. Tabii ki bu arada kablo direncini de dikkate almayı unutmamak gerekir.

Bobin devrede iken çekilen akım I= 22/(300+1100)= 15,7 mA dir. 1.5 emniyet faktörü ile incelenecek akım I= 15x15.7= 23,6 mA yapmaktadır. Bobin IIC ortamında bulunduğu ve saf omik olmadığı için resim 6.84 deki eğriye bakılır. Bu eğride 100 mH ve 24 Volt karşılığında 28 mA değeri okunur ki, bu değer de eğrinin emniyetli sahasında kalmaktadır. Diğer bir söz ile, bobin uçları her hangi bir nedenle açılıp kapandığında tehlikeli ark çıkması için devreden 28 mA akım geçiyor alması gerekir. Gerçekte devreden 23,6 mA akım geçtiğine göre bobin devremiz kedinden emniyetli sahada kalıyor diyebiliriz. Gerilim 24 Voltun altında ise resim 6.86 deki eğri kullanılır. Bu eğriye bakıldığında 22 Volt 0,1 H (Henri) bir selfe isabet eden akım değerinin de 0,3 Amperin üstünde olduğu görülmektedir ki bu değer de 23,6 mA'in çok çok üstündedir.

Eğer self bobinimizin orta göbeğinde demir veya benzeri bir metal bulunuyor ise, yukarıda ki basit değerlendirmeleri yapamayız. Ancak bazı kabullenmeler ile bir yaklaşım hesapları yapılabilir. Bu gibi demir nüveli cihazlar ile hem yaklaşım hesabı yapılmalı ve hem de ark cihazına bağlanarak gerçek deneylere tabi tutulmalıdır.

B) Basit Kapasitif Devre

Resim 5.87-b deki gibi bir devrenin grup I ortamında çalıştığını farz edelim. 10 kΩ akım sınırlayıcı direnç arızalanmaz (infailabla) ve en küçük direnç değeri olarak kabul edilirken 10 µF kondansatör ise en büyük sığa değeri olarak alınmak zorundadır. Bu devre açık ve kısa devre olma durumuna göre incelenecektir.

İlk yapılacak iş, güç kaynağının kendisinin KE olup olmadığının ve uçları kısa devre olduğun da KE içersinde kalıp kalmadığının tespitidir. Güç kaynağı kısa devre olduğunda çekilen kısa devre akımı I_k= 30V/10kΩ= 3 mA olarak hesaplanmaktadır. Resim 6.81 deki omik eğriye baktığımızda, 30 Volta isabet eden 0,7 Amper olduğu görülmektedir. Bu

ise güç kaynağının 1.5 katı değil 2 katı bir akımda dahi KE sahada kaldığı ve emniyetli olduğu anlamına gelmektedir.

Kapasitör bağlandığında ne olur? Sorusunu irdelerken, akımı artırmamızın bir anlamı olmadığı aşikardır. Bu devrede akım yerine gerilimi artırılarak irdeleme yapılacaktır. 1,5 emniyet faktörü dikkate aldığında V= 1,5x30= 45 Volt bulunur. Grup I için resim 6.82 deki eğriye bakıldığında 45 Volt karşılığında 3 µF değeri okunur. Emniyet faktörsüz 30 V karşılığı ise 7,3 µF kadardır. Bu durumda 10µF bir kondansatörün emniyetli sahada kalmadığı ve eğrinin sağına kaydığı görülmektedir ki, devremiz kendinden emniyetli olamamaktadır. Böyle bir devreyi KE yapabilmek için ya sığa değeri veya devrenin çalışması elveriyor ise gerilim düşürülmelidir. 10µF bir kondansatörün KE sahada kalabilmesi için tatbik edilen gerilim 26 Volt ve emniyet faktörü 1,5 de hesaba katıldığında 17,3 Volt gerilim tatbik edilmelidir. Kapasitör değeri 3µF'a düşürülebiliyor ise, 30V, 3µF değerleri ile KE sahada kalınır. Üçüncü bir çözüm olarak kondansatöre 5,6Ω değerinde arızalanmaz bir direnç seri olarak bağlanılabiliyor ise yeni devre 48 Volt olarak (48V 10µF + 5,6Ω) yine emniyetli sahada kalınabilmektedir.

Pratik uygulamalarda saf bir kondansatör bir doğru akım güç kaynağına doğrudan bağlanmaz. Arada daha başka elemanlar mevcuttur. Bu gibi hallerde yukarıda izah ettiğimiz gibi yaklaşım irdelemesi yapılarak güvenli sahada kalınıp kalınmadığı kontrol edilir. Ayrıca KE ark cihazına bağlanarak teferruatlı deneyler de yapılır.

TRANSIENT, GEÇİCİ, ANİ ENERJİ TESTİ

Bazı durumlarda KE devreden ani ve kısa süreli yüksek akım veya gerilimler geçiyor olabilir. Bu gibi durumlarda devrenin kendinden emniyetliliği bozulmamalı ve grup IIC de 20 µJ, grup IIB de 80µJ, grup IIA da 160µJ ve yine grup I'de de 280µJ enerji seviyelerini aşmamalıdır. Her ne kadar KE devrenin koruma bariyeri var ve gelen akım ve gerilim sınırlanıyor ise de elektronik devreler çalışana kadar çok kısa süreliğine de olsa belli bir miktar yüksek gerilim darbe şeklinde KE devreye girebilmektedir. Standart koyucu bu konuda da bazı kısıtlamalar ve ölçü metotları getirmiş olup burada detayına inilmeyecektir.

6.90 KENDİNDEN EMNİYETLİ SİSTEMLER

Kendinden emniyetli devre ve sistemlerle ilgili uyulması gereken hususlar IEC 60079-25 de yer almaktadır. Basit sistemlerden başlayarak karmaşık KE devrelere girilecektir.

6.91 ÖLÇÜ ve ALGILAMA SİSTEMLERİ

Sanayide yaygın olarak kullanılan uzaktan izleme, algılama, kumanda, kontrol ve otomasyon sistemlerinin tamamı ölçü ve algılama aletlerine dayanmaktadır. Sayısal data naklinin gelişmesi ile bu gibi ölçü ve algılama aletleri de gelişmiş ve ileride izah edeceğimiz gibi "akıllı" hale gelmişlerdir.

ÖLÇÜ DUYARGALARI (SENSÖR, DEDEKTÖR ve TRANSMİTTERLER)

Fiziksel olarak herhangi bir büyüklük algılandığında, elektriksel boyuta dönüştürülerek uzak noktalara iletimi, özel elektrikli ölçü duyargaları veya transdüktörlerle sağlanmaktadır. Yazımızın bu bölümünde bu gibi duyargalara kısa bir göz atılacak ve patlayıcı ortamlarda en çok kullanılan gaz ölçü duyargaları hakkında bilgi verilecektir.

GAZ ÖLÇME METODLARI

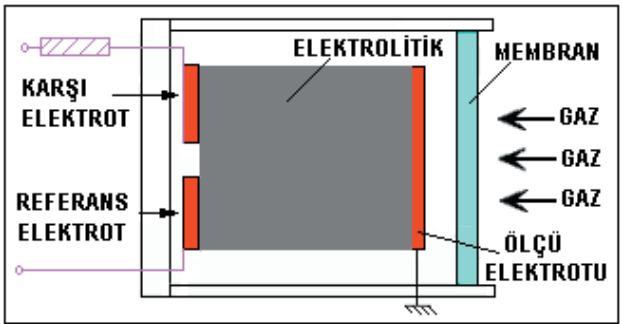
1. Elektro kimyasal electro chemical, EC
2. 2 Kızıl ötesi ışın, infrared, IR
3. 3 Kimyasal emme, Chemo absorption
4. 4 Katalitik yanma, Catalytic combustion
5. 5 Isıl İletkenlik, Thermal conductivity

Gaz dedektörleri ile ilgili IEC 60079-29 serisi standartlar mevcut olup, bu konuda bilgi edinmek ve dedektör satın almak isteyenlerin söz konusu bu standart serilerine göz atmaları tavsiye edilir.

A) Elektro Kimyasal Sensörler

Resim 6.91-1'de görüleceği gibi, elektro kimyasal sensörler iki veya üç elektrot ile elektroliz eriyiğinden oluşurlar. PTFE (teflon) gibi gözenekli malzemeden yapılı bir mebran elektrolitin etrafını sarmaktadır. Ortamdaki gaz membrandan sızarak elektrolitik maddeye ulaşabilmektedir. Sensörün elektrotları genellikle altın veya platinden yapılmaktadır. Ölçüm elektrotunun etrafında, memrandan sızıp gelen gazlar ile kimyasal bir reaksiyon oluşur ve elektronlar açığı çıkar. Bu elektronlar da öbür elektroda (karşı elektrot) ulaşır. Böylece, elektrotlar arası bir akım akar. Bu akımın şiddeti membrandan sızan gazın yoğunluğu (konzentrasyonu) ile orantılıdır. Oluşan gazın elektrot ile reaksiyona girmemesi için, sensor elektrotları altın veya platinden yapılmaktadır. Resim 6.91-1 de böyle bir sensörün prensip şeması görülmektedir.

H2S, HCN, CO, Cl2, SO2, H2, NO, NO2 gibi, çok çeşitli gazlar için elektro kimyasal sensör bulmak mümkündür



Resim 6.91-1: Elektro kimyasal ölçü hücresi prensip şeması

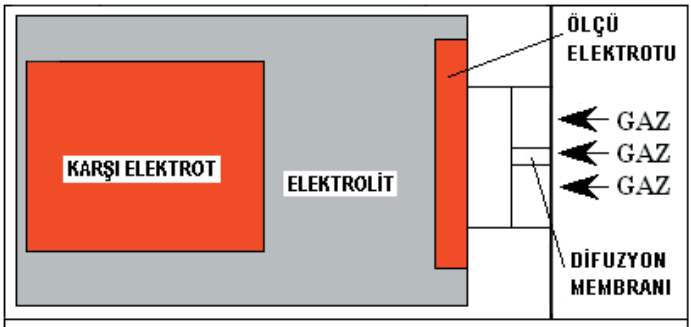
BAZI ÖRNEK GAZ REAKSİYONLARI ve ELEKTROLİTİKLER

Gaz	Ölçü Elektrotu	Karşı Elektrot
H_2S	$H_2S + 4\ H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 7\ H+ + 8e-$	$O_2 + 4\ H + 4e- \longrightarrow 2\ H_2O$
HCN	$2\ HCN \longrightarrow 2\ H + 2\ CN-$	$O_2 + 2\ H + 2e- \longrightarrow H_2O$
CO	$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + 2\ H+ + 2e-$	$O_2 + 4\ H + 4e- \longrightarrow 2\ H_2O$
Cl_2	$2\ H_2O \longrightarrow O_2 + 4\ H+ + 4e-$	$2\ H+ + Cl_2 + 2e- \longrightarrow 2\ HCl$
SO_2	$SO_2 + 2\ H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2\ H+ + 2e-$	$O_2 + 4\ H + 4e- \longrightarrow 2\ H_2O$
H_2	$H_2 \longrightarrow 2\ H+ + 2e-$	$O_2 + 4\ H + 2e- \longrightarrow H_2O$
NO	$NO+ 2\ H_2O \longrightarrow HNO_3+ 3\ H+ + 3e-$	$O_2 + 4\ H + 4e- \longrightarrow 2\ H_2O$
NO_2	$2\ H_2O \longrightarrow O_2 + 4\ H+ + 4e-$	$NO_2 + 2\ H + 2e- \longrightarrow NO + H_2O$

Ölçülecek gaza göre değişik katalizör, elektrot ve referens gerilimi kullanılmaktadır. Elektrokimyasal sensörler genellikle çevre havanın içersinde bulunan kirlilikleri ölçmek için kullanılırlar ve tek bir gaz ölçerler. Başka gazlardan genellikle etkilenmezler.

OKSİJEN ÖLÇEN ELEKTRO KİMYASAL SENSÖR

Havadaki oksijen oranı ölçümünde en çok elektro kimyasal sensörleri kullanılır. Yapıları resim 6.91-2 de görüldüğü gibi galvanik hücreye benzer. Değişik malzemeden yapılı iki elektrotları vardır. Bunlar genellikle altın ve kurşundan imal edilirler. PTFE (teflon) mebran tarafından sarılı bir elektrolitik bulunur. Membrandan difuzyon yolu ile sızan gaz aşağıdaki kimyasay reaksiyona neden olur:



Resim 6.91-2: Oksijen ölçü hücresi prensip şeması

Ölçü elektrotu: $4\ OH- + 2\ Pb \longrightarrow 2\ PbO + 2\ H_2O + 4\ e-$

Karşı elektrot: $O2 + 2\ H_2O + 4\ e- \longrightarrow 4OH-$

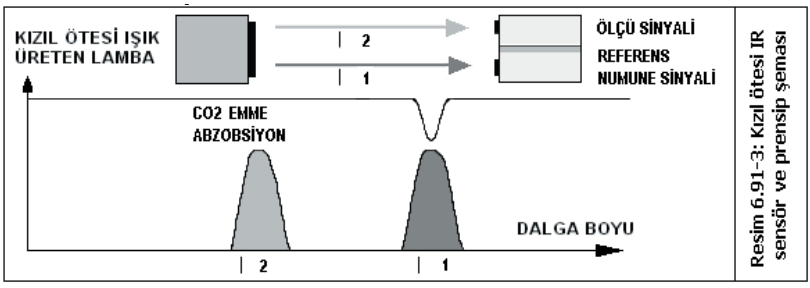
Ölçü elektrotu ile karşı elektrot arasında ölçülen gerilim veya akan akım, etraftaki oksijen karışımı ile orantılıdır. Oksijen ölçen iki tip elektro kimyasal sensör mevcut olup, birinde doğrudan gaz oranı ölçülür iken diğer tipinde ise kısmı basınç (partial pressure) ölçülmektedir. Kısmı basınç, bir gazın etrafta başka bir gaz yok iken ürettiği basınçtır.

Temiz ve kuru havada ve 1 atmosferde oksijenin kısmı basıncı 0,2093 atm dir. Aynı oksijen sensörünün 2 atm deki kısmi basıncı 0.419 atm dir. Bu ise kısmi basınca göre çalışan oksijen sensörlerinin denizden yüksekliklerine göre ayrıca kalibre edilmeleri gerektiği anlamına gelir.

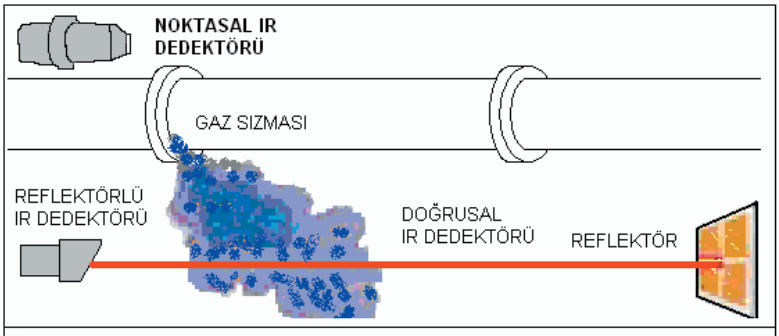
B) INFRARED, KIZIL ÖTESİ SENSÖRLER

Bu tip sensörler, gazların belli ışık dalga bandını emmeleri, abzorbe etmeleri prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem ile bileşik elementlerden oluşan CO2, CH4, NO2, C2H2 gibi gazlar ölçülebilmektedir. Resim 6.91-3 de bu tip sensörlerin çalışma prensibi görülmektedir. Kızıl ötesi ışık üreten bir lamba veya ısıtılan bir tel üzerinden geçen ölçü gazı, ışığın bir miktarını emer ve ölçülen gaz üzerinden geçen ışık gazın oranına göre zayıflar. Aynı zamanda ikinci bir tüpde bulunan numune (referens) gazı üzerinden de ışık geçirilir. İki ışık arasındaki fark ölçülen gazın yoğunluğu ile orantılıdır. Bu nedenle IR sensörleri kalibre istemezler ve dış etkenlerden de etkilenmezler. Yalnızca merceklerin toz ve kirinden müteessir olurlar. Bu tip sensörler çok yüksek orandaki gaz karışımlarını da ölçebilirler. Katalitik yanmalı sensörlerde olduğu gibi "sensör zehirlenmesi" gibi bir olay yoktur. Bu sensörlerin diğer avantajları ise:

- Yüksek seçme ve gaz ayırabilme özelliği
- Hassasiyetin yüksek oluşu
- Katalitik zehirlenme olmayışı
- Uzun süre dayanıklılıkları



Resim 6.91-3: Kızıl ötesi IR sensör ve prensip şeması



Resim 6.91-4: Noktasal ve doğrusal ölçü yapan IR sensör örneği

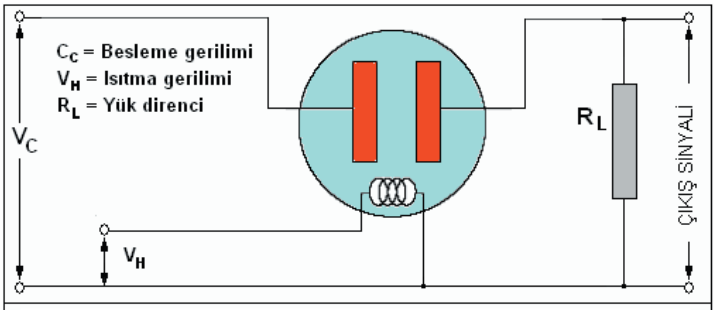
IR sensörlerin teknik ömürleri 60 yılın üzerindedir. Kalibre istemezler. Yılda bir numune gaz verilerek doğru ölçüp ölçmedikleri kontrol edilir. Eğer yanlış ölçüyor ise ancak fabrikasında kalibre edilebilirler. İmalatçılar 5 yılın üzerinde kalibre periodu vermektedirler. Doğal gaz boru hatları, gaz tankları gibi sık sık uğranmayan "kuş uçmaz kervan geçmez" yerlerde tercih edilirler. İlk yatırımları pahallı olmasına rağmen işletme ve bakım giderleri sıfırdır.

Kızıl ötesi sensörler nemden etkilenirler ve nemli hava aletin hassasiyetini düşürür. Ayrıca kızıl ötesi sensörler hidrojen gazından etkilenmez. Yani IR sensörleri ile hidrojen gazı ölçülmesi mümkün değildir.

Resim 6.91-4 de bir boru hattı üzerinde ölçü yapan ve gaz kaçağını algılayan bir IR dedektörü resmedilmiştir. Bu tip ölçü aletleri ile istenilir ise, bir doğrultu ve hatta bir düzleme yakın yüzeylerden gaz geçip geçmediği, dolayısı ile kaçak olup olmadığı kolayca tespit edilebilmektedir.

C) KİMYASAL ABZORBE, Chemosorption

Bu yöntem, bazı elemanlar etrafına emilen (abzorbe edilen) gazın bu elemanın elektriksel iletkenlik direncini etkilemesi prensibine dayanmaktadır. 300 °C dereceye kadar ısıtılan yarı iletkenlerin etrafını saran yanıcı veya zehirli gazlar bu yarı iletkenin direncinin düşmesine neden olmaktadır. Elektriksel direnç düşümü gaz yoğunluğu ile orantılı olduğundan bu yolla gaz oranı ölçülebilmektedir. Resim 6.91-5 de bu tip bir sensörün prensip şeması görülmektedir. Değişik gazlar için değişik yarı iletkenler kullanılmaktadır. Kimyasal emme yöntemi daha ziyade yanıcı ve zehirli gazlarda kullanılmaktadır.



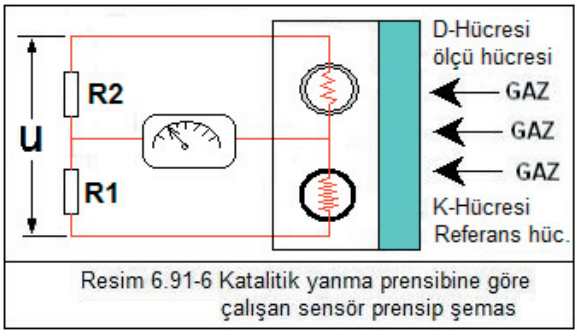
Resim 6.91-5: Kimyasal emme sensörleri, Chemo absorbtion sensors

D) KATALİTİK YANMA, Catalytic Combustion

Katalitik yanma, isminden de anlaşılacağı gibi, ölçülen gazın bir miktarının bir katalizör üzerinde yakılarak ısı üretmesi prensibine dayanmaktadır. Yanıcı gazların ölçülmesinde en çok bu tip sensörler tercih edilmektedir. Bu tip sensörlerin prensip şeması resim 6.91-6 de görülmektedir. Ölçüm işlemi bir weston köprüsüne benzemekte olup, köprünün dört ayağından ikisinde platin tellerden yapılı D ve K hücreleri bulunmaktadır. Bunlar bir

nevi akkor flamanlı lambalarda olduğu gibi ince platin tellerden yapılıdır. Köprünün diğer ayaklarında ise resim 6.91-6 da R ile gösterilen elektronik devreler bulunur. Ölçülen U gerilimi gazın miktarı ile orantılıdır.

D-Sensörü ölçü hücresini oluşturur ve katalitik olarak aktif olan bu hücredir. Havanın oksijeni ile birlikte gelen gazın ufak bir porsiyonu bu hücrede yanar ve çıkan ısı platin telin direncini artırdığından gaz oranı hakkında bir gösterge oluşturur. K-hücresi referans elemanı oluşturur. Sensorun, nem ısı ve basınç gibi ortam şartlarına uyumunu sağlar. Diğer bir söz ile ölçümü etkileyen ortam şartlarının elimine edilmesini sağlar. Katalitik sensorların en önemli avantajları tüm yanıcı gazlarda kullanılabilmeleridir. D-hücresi belli bir gaza göre kalibre edilip ayarlandıktan sonra o gaza ait ölçü değerlerini verir. Çünkü D-hücresinde üretilen yanma enerjisi gazdan gaza farklıdır. Bu enerji katsayısı dedektör hafızasına işlendikten sonra istenen gazın yoğunluğu ölçebilir. İmalatçı firmalar yanma katsayılarını kataloglarında vermektedirler. Bu katsayıların cihazın hafızasına girilmesi yeterli olmaktadır.



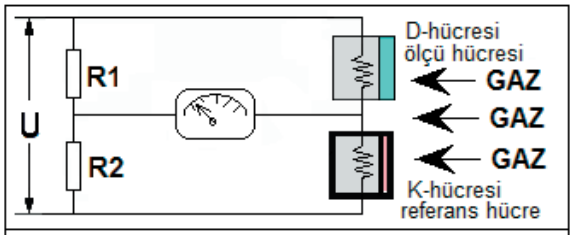
Resim 6.91-6 Katalitik yanma prensibine göre çalışan sensör prensip şemas

Katalitik yanma prensibine göre çalışan bir dedektör kalibre edildikten sonra güvenle kullanılabilir. Yalnız dış etkenlerden müteessir oldukları için belli aralıklarla kalibre edilmeleri gerekir. Ayrıca ısı altında bulunan platin flamanlar zamanla zayıflamakta ve bir müddet sonra da tamamen kopmaktadırlar. Tıpkı evlerdeki ampullerde olduğu gibi ömürleri sınırlıdır. Bu tip sensörlerin kullanım ömrü gaz yoğunluğuna bağlıdır. Sürekli gaz bulunan ortamlarda kısa zamanda arızalanacaklarından tercih edilmezler. Sürekli gaz bulunan ortamlarda IR sensörler tercih edilmektedir. Katalitik yanma prensibine göre çalışan sensörler ortamda oksijen bulunmasını isterler. Onun için gaz yoğunluğu arttıkça ölçü hassasiyeti kaybolur ve alt patlama sınırı (LEL) aşılınca hatalı ölçümler verebilir. Bu nedenle alt patlama sınırı aşıldığında ikaz vermeleri için elektronik bir düzenekleri bulunmalıdır.

KATALİTİK ZEHİRLENME

Katalitik yanma altında bulunan flamanlar ölçü gazları ile birlikte gelen bazı elementlerden etkilenmektedirler. Havada çok küçük miktarda da olsalar bu gibi maddeler yıllar içersinde platin telleri yemektedirler. Bu elemanlar, kurşun ve cıva gibi ağır metal bileşenleridir. Ayrıca halojen sülfür ve silikon bileşenleri de sensör elemanını etkilemektedirler. Bu olaya KATALİTİK ZEHİRLENME adı verilir. Bu gibi ortamlar ve hallerde zehirlenmeye karşı dirençli özel sersörler tercih edilmektedir.

E) ISIL İLETKENLİK, Thermal conductivity



Resim 6.91-7: Isıl iletkenlik (termal conductivity) prensibine göre çalışan sensörlerin yapısal şeması

Bu tip sensörlerde gazların farklı ısıl geçirgenliğinden istifade edilmektedir. Resim 6.91-7 de görüldüğü gibi yapı olarak katalitik yanmaya benzemektedirler. Aynı şekilde bir weston köprüsü mevcuttur. Köprünün ayaklarına yine D- ve K- hücreleri yerleştirilmiştir. Bu hücreler katalitik olarak aktif değillerdir. Yani üzerlerinden geçen gazı yakmazlar. Gazın telin ısısını alıp götürmesi veya soğutup ısıtması bir direnç değişimine neden olacağından gaz oranı hakkında bir fikir verir.

Bu tip detektörler gaz oranı çok yoğun olan ortamlar ile yanıcı ve zehirli gazlarda tercih edilmektedir. LEL seviyesi (alt patlama sınırı) düşük oranlarda ölçüm yapamazlar. Çünkü ortamdaki ölçülecek gaz oranı azalınca termik iletkenlik çoğunluk gazın lehine dönüşür ve sonuç olarak ölçü sapıtır. Gaz yoğunluğu yüksek olan yerlerdeki avantajı ise ömürlerinin uzun oluşudur.

F) ÖLÇÜ DEDEKTÖRLERİ AÇISINDAN GAZ GRUPLARI

Kullanılan detektörler açısından gazlar EX, OX ve TOX olarak üçe ayrılmaktadır. Aşağıda açıklanan bu işaretler detektörlerin üzerinde çok sık karşılaşılmakta olup, konu ile ilgilenenlere faydası olabileceği düşüncesi ile izah edilmesinde yarar görülmüştür.

EX	Yanıcı gazlar (explosible) ex adı ile bilinir. Genellikle bu gazların alt patlama sınırı ölçülür (LEL). Çoğunlukla %LEL veya % Vol ölçümü yapılır, nadiren ppm seviyesende ölçümle karşılaşılır.
TOX	Oksijen ölçümü OX olarak gösterilir. Solunan havadaki oksijen oranının tespiti için kullanılır ve % Vol olarak değerler alınır. Havadaki oksijen %20.9 Vol kadardır.
OX	Zehirli gazlar TOX adı altında toplanır. Kişilerin korunması ve çalışma ortamlarının denetimi için kullanılan bir ölçümdür. Daha ziyade, zehirli gazların çalışma ortamında bulunabileceği müsaade edilen en küçük değerin tespiti maksadı ile kullanılır. Ölçümler ppm seviyelerindedir

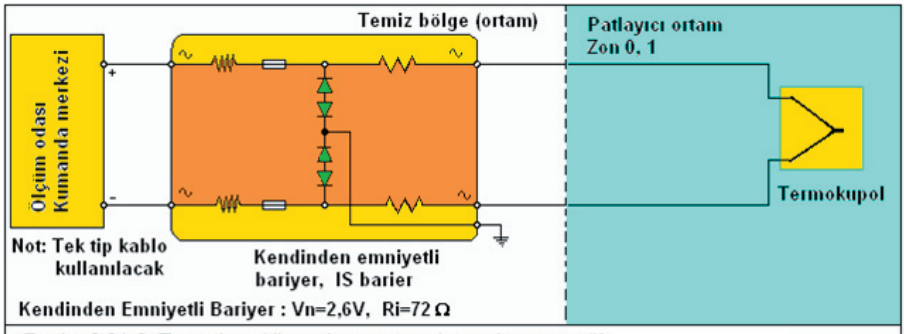
ÖLÇÜ DEĞERLERİ, Measuring range

Yanıcı gazlar daha ziyade LEL olarak ölçülmektedir. Anlaşılması biraz güç olsa da, konunun uzmanları LEL değerlerini tercih etmektedirler. Alt patlama sınırına göre (lower explosive limit) gaz yüzdesini veren LEL, ortamın ne kadar tehlikeli olduğunu gösterir. Örneğin metan gazının alt patlama sınırı %4.5 dir. Ölçü aletinin 50 LEL göstermesi ortamda %2.25 oranında metan olduğu anlamına gelir.

Çok tehlikeli ve ortamda eser miktarda bulunması halinde dahi tehlikeli olan gazlar ppm ile ölçülürler. PPM (parts per million) milyonda bir anlamına gelir. 50 ppm CO ortamda %0.05 oranında karbon monoksit bulunduğu anlamına gelir.

G) ISI ÖLÇÜMÜ, TERMOKUPOLLAR

Isıyı elektriksel olarak ölçmek için termokupol (thermocouple) ve RTD (resistance temperature devices) tabir edilen elemanlar kullanılmaktadır. Bu elemanlar iki farklı metalin yan yana getirilmesi ile oluşan gerilim farkı prensibine dayanmaktadır. Bu gerilim farkı ortam ısısına göre değişmekte olup, söz konusu bu etki sayesinde ısı algılanmakta ve elektriksel olarak ölçülmektedir. İki farklı elementin yan yana gelmesi ile oluşan gerilim mili volt seviyelerinde kalmakta olup, patlayıcı ortamı tehdit etmemektedir. Buna rağmen termo elemanların detaylıca araştırılması ve bu araştırma sonuçlarına göre PASSİF eleman olup olmadıklarına karar verilmesi gerekir. Bu konuda uzmanlar hem fikir değillerdir. Fakat günümüzdeki uygulamalarda termokupollar pasif eleman olarak kabul edilmektedir. Pasif cihazın tarifi yazımızda basit aletler adı altında izah edilmektedir. Ayrıca IEC 60079-11 madde 5.7 de simple apparatus veya passive components adı altında açıklanmaktadır.

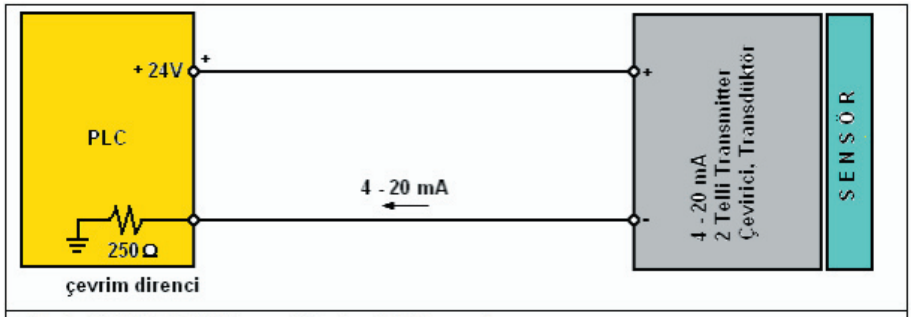


Resim 6.91-8: Termokupol ile patlayıcı ortamda ısı ölçme örneği

Bir termokupolun iki ölçü ucu mevcuttur. Isı algılayan kafa, değişik metallerin birleştirildiği (örneğin bakır-konstantan gibi), ısı ölçülecek ortama konulur veya ısısı ölçülecek yüzeye yapıştırılır. Termokupolun ölçü uçları özel bir gerilim yükseltecine bağlanarak, elektronik olarak ısıya dönüştürülür, veya bir PLC'ye aktarılmak için 4-20 mA dönüştürücüsüne (transmitter) iletilir.

Bir termokupolu patlayıcı ortamda kullanabilmek için ne yapabiliriz? Termokupol pasif bir eleman olduğuna göre, hiçbir önlem almadan rahatlıkla patlayıcı ortama yerleştirebiliriz. Yalnız, algılayıcı, gerilim yükselteci, adaptör, transducer ve saire gibi elektronik cihazları patlayıcı ortama kolayca sokamayız. Bu durumda resim 6.91-8 da görüldüğü gibi araya bir "kendinden emniyetli bariyer" koymamız yeterli olacaktır. Termokupol çok küçük gerilim ürettiğine göre, bariyerin nominal gerilimi çok düşük olmalıdır (1-10V

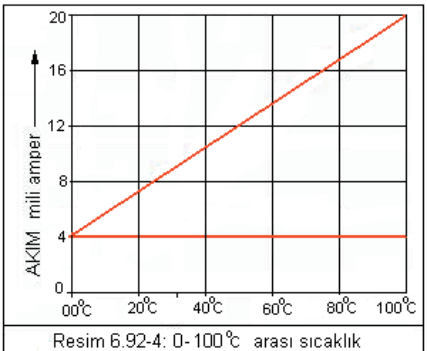
gibi). AC ve DC bariyerleri kullanılabilir ise de AC bariyer kullanılması tavsiye edilir. Çünkü artı eksi gibi kutup seçmesi yoktur. Bariyerden sonra bağlanacak adaptör bir nevi voltmetre niteliğinde olduğu için iç direnci yüksektir. Bu durumda KE bariyerin iç direnci pek etkili olamaz gibi düşünülebilir ise de KE bariyerin iç direncinin 100 ohmun altında olmaması tavsiye edilir. Resim 691-8 de görüldüğü gibi, seçim yaparken endüktiviteyi ve kapasiteyi dikkate almamıza gerek yoktur. Yalnızca kablonun L ve C sini dikkate almamız yeterli olmaktadır.



Resim 6.92-1: İki telli transmitter (çevirici) prensip şeması

6.92 4-20 mA ÇEVİRİCİLER, TRANSMİTTERLER

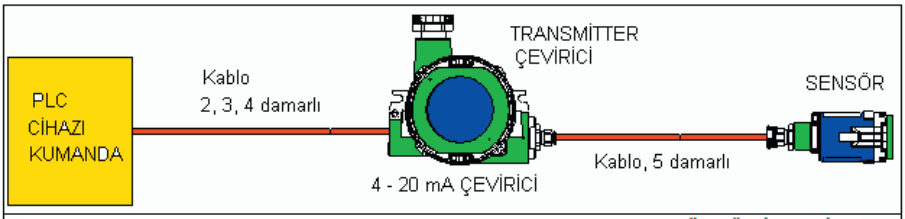
Yukarıda yapılarını izah etmeye çalıştığımız ölçü sensörlerinden alınan değerler, 4-20 mA değerine çevrilerek uzakta bulunan bir kontrol merkezine iletilir. Bu iletimin 4-20 mA akım değerlerinde olması şart değildir, 0-10 V, 0.4- 2 V, 10-30 Hz, 0-20 mA gibi değişik değerlerde çalışan çeviriciler (transdüktörler) de mevcuttur. En yaygın kullanılanı akım prensibine göre çalışan 4-20 mA çeviricilerdir. 4 mA ölçülen boyutun sıfır değeri, 20 mA de azami değeridir. Böylece PLC'lerin tek tip analog girişleri olabilmektedir. Çeviriciden PLC ye giden analog değer daha da uzun mesafelere iletilmek isteniyor ise, sayısal verilere çevrilerek, modülasyon metodu ile gerekli iletişim dijital olarak sağlanabilmektedir.



Resim 6.92-4: 0-100°C arası sıcaklık ölçen ISI transmiteri çıkış eğrisi

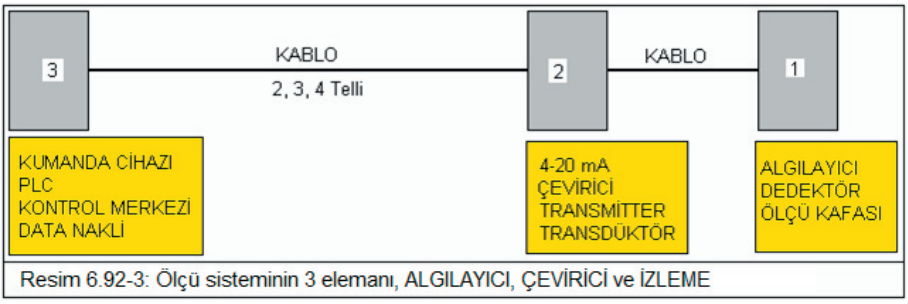
Çeviriciler 2, 3 ve 4 telli olabilmektedir. 4 telli olanlarda 2 tel (veya 2 hat) besleme gerilimi ve diğer iki hatta sinyal devresi için kullanılmaktadır. Elektrik olarak normal olan budur. Bazı dedektörlerde veya çeviricilerde hattın biri müşterek kullanılmakta ve böylece 3 tel yeterli olmaktadır. İki telli çeviriciler her sensörde uygulanamamaktadır. CO sensörü gibi bazı kimyasal dedektörlerde devreden geçen akım doğrudan gaz oranı ile orantılı olduğundan 2 tel yeterli olabilmektedir. En

yaygın olan çeviriciler 3 telli olanrlardır ve ayrıca çoğunlukla dedektör (duyarga) ile çevirici aynı gövde içersindedir.



Resim 6.92-2: Sensör, Transmitter ve Kumanda cihazından oluşan bir ÖLÇÜ SİSTEMİ

Resim 6.92-1 de iki telli bir çevirici örneği verilmiştir Çeviriciden gelen akımların PLC de gerilime dönüştürülmesi için 250 ohmluk direnç kullanılmaktadır. Böylece 4x250= 1 volt ve 20x250= 5 Volt yapmaktadır, ki bu gerilim değeri TTL devreler için arzu edilen gerilim seviyesidir. PLC ler genellikle 24 VDC ile çalışmaktadır ki, bu gerilim seviyesi de KE yönünden uygun bir değerdir.



Resim 6.92-3: Ölçü sisteminin 3 elemanı, ALGILAYICI, ÇEVİRİCİ ve İZLEME

4-20 mA çeviriciler aktif cihazlardır, patlayıcı ortamda kullanılabilmeleri için onaylanmış bir kuruluştan (notified body) sertifika almaları gerekir. Bu gibi ölçü çeviricileri transmitter ve trandüktör gibi isimlerde anılmaktadır. Bu transmitterler fiziksel bir boyutu 4-20 mili ampere çevirerek otomasyon cihazlarında izlenmesini sağlarlar.

Resim 6.92-2 ve 6.92-3 de bir ölçü sisteminin olası kademeleri şematik olarak çizilmiştir. Elektrikli bir ölçü sistemi 3 eleman veya kademeden oluşmaktadır. Birincisi algılayıcı, detektör veya ölçü kafası olarak bilinen ve fiziksel bir boyutu elektriksel sinyale çeviren kısımdır. Bu kısmın iç yapısı ve elektronik devreleri ölçülecek boyuta göre çok farklı olmaktadır. İkinci kısım alınan elektriksel sinyalin doğrusal bir analog boyuta dönüştürüldüğü, çevirici, transmitter veya transdüktör olarak bilinen bölümdür. Transmitterlerin yapıları çoğunlukla aynı iseler de algılayıcıdan gelen giriş sinyali yapısına göre farklı olabilmektedir. Resim 6.92-4 de 4-20 mA çevrimi yapan bir transmitterin çıkış eğrisi görülmektedir. Burada görüldüğü gibi örneğin 0^0C (sıfır derece) 4 mA'e ve 100^0C (yüz derece) 20 mA'e denk gelmektedir ve aradaki değişim doğrusaldır.

Üçüncü eleman, transmiterden gelen verilerin değerlendirildiği veya izlendiği bölümdür. Burada bir PLC veya bilgisayar olabilir. İstenen değer ekrandan okunur veya yazıcıdan çıkış alınabilir. Elektriksel ölçümü oluşturan bu üç eleman ayrı ayrı olduğu gibi bir arada da olabilmektedir. Algılayıcı ile 4-20 mA çevirici aynı cihaz gövdesi içersinde ise ölçü transmiterinden söz edilmektedir. CO transmiteri, metan transmiteri gibi üçünün bir arada olduğu hallerde akıllı detektörlerden söz edilmektedir. Bu durumda detektör bir bilgisayar gibi bir ağa bağlanabilmekte ve ölçüler uzaktan ve hatta internet şebekesinden de takip edilebilmektedir.

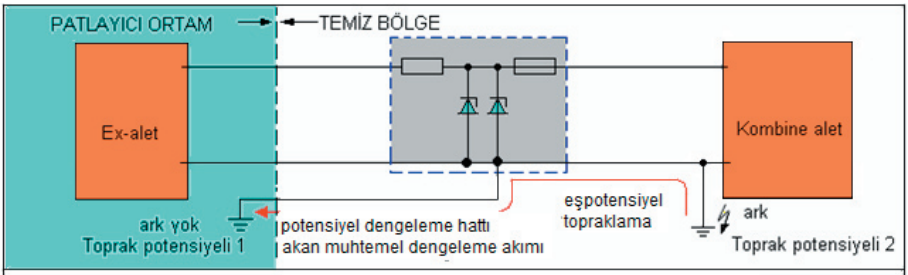
6.93 KE BARİYERLER ve KE DEVRE TASARIMI

Zener diyotların piyasaya çıkması ile KE güç kaynağı ve bariyer yapımı çok basit hale gelmiş ve güç ünitelerindeki galvanik izole şartının da kalkması ile çok ucuz ve minyatür bariyerlerin kullanılabilme imkanı doğmuştur. Böylece galvanik ayırımı sağlayan trafolu bir güç ünitesi, yerini zener diyotlu elektronik bariyerlere bırakmıştır. Firmaların piyasaya sürdüğü değişik özellikte yüzlerce bariyer mevcuttur. Bu kadar çeşitli bariyer içersinden nasıl bir seçim yapılarak bir KE devrenin nasıl tasarlanacağı, yazımızın aşağıdaki bölümlerinde izah edilmeye çalışılacaktır. Aslında 'kendinden emniyetliliğin ispatı' başlığı altındaki bölümümüzde seçimin nasıl yapılacağı kısaca izah edilmiştir. Burada konu biraz daha çeşitlendirilip detaylandırılacaktır.

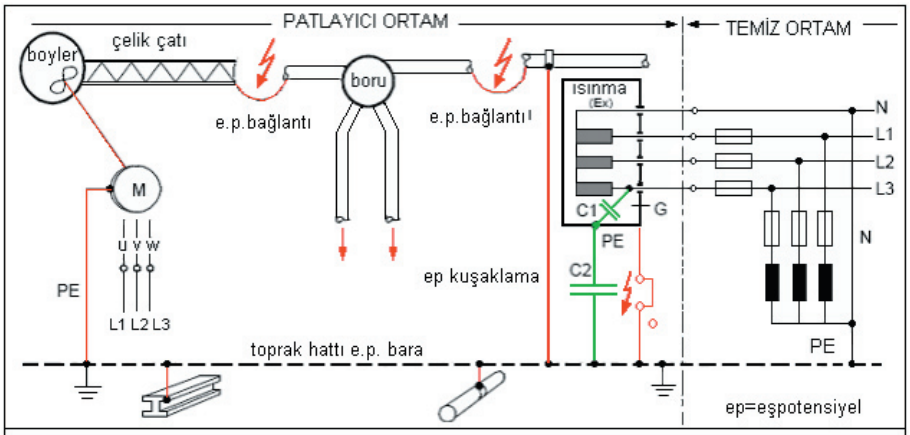
A) TOPRAKLAMA SORUNU

Bilindiği gibi KE devreler çok düşük gerilimlerle çalışmaktadır. Bir sanayi tesisinin değişik bölümlerinden gelebilecek her hangi bir elektriklenme KE özelliğini bozabilir. Bu nedenle iyi bir topraklama ve hatta eş potansiyel kuşaklama yapılması şarttır. Bazı ölçüm devrelerinde topraklama yapmanın sakıncaları olabilir. Bu gibi durumlarda izoleli KE bariyeri kullanılması daha doğru olacaktır. Resim 6.93-1 ve 6.93-2 de KE devrelerde topraklama ve eş potansiyel kuşaklama örnekleri görülmektedir.

Resim 6.93-1 de görüldüğü gibi patlayıcı ortamdaki toprak hattında her hangi bir ark oluşmamalıdır. Eğer temiz bölgeden patlayıcı ortama resimde görüldüğü gibi bir akım akar ise, ortamı ateşleyebilir. Onun için topraklama bağlantıları itinalı yapılmalı veya izoleli bariyer kullanarak temiz bölgedeki hata akımının tehlikeli bölgeye girmesi önlenmelidir.

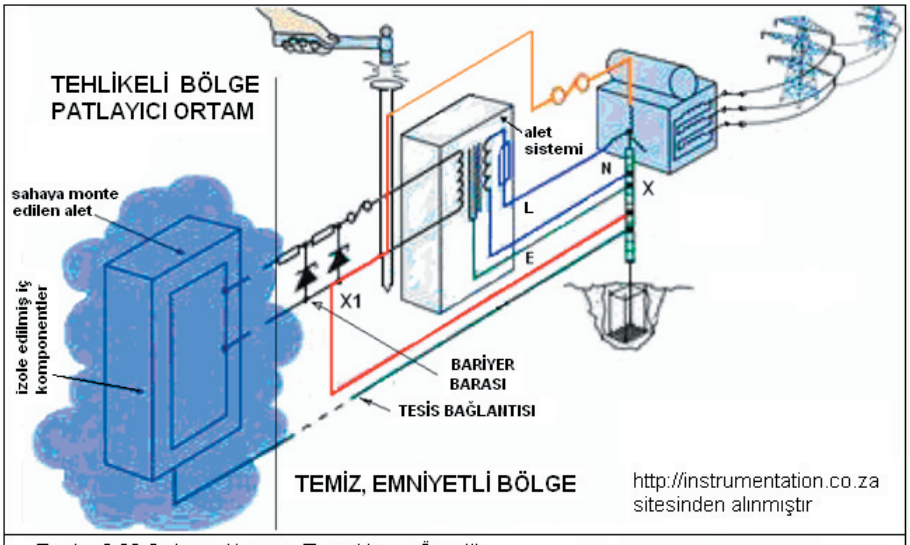


Resim 6.93-1: Eşpotensiyel dengeleme bağlantılı KE bariyer örneği



Resim 6.93-2: Eşpotensiyel topraklama (kuşaklama) örneği

Eş potansiyel topraklama veya kuşaklama uygulama açısından çok farklıdır ve her uzmanın hakkı ile yapabileceği bir iş değildir. Kolayca anlaşılabilmesi için olay resim 6.93-2 de açıklanmaya çalışılmıştır. Bir tesisin çeşitli sistemleri bir birlerini bağlanmakta olup, her hangi bir yerden gerilim farkı doğması ve dolayısı ile ufakta olsa bir arka neden olması önlenmeye çalışılmaktadır. LPG dolum istasyonları, tinerli boya ve saire gibi yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddelerle çalışan tesislerde eş potansiyel topraklama büyük önem arz etmektedir. Olay yalnızca KE açısından değil, aynı zamanda statik elektriklenmeye karşı alınacak tedbirler açısından da



Resim 6.93-3: Arıza Akımı ve Topraklama Örneği

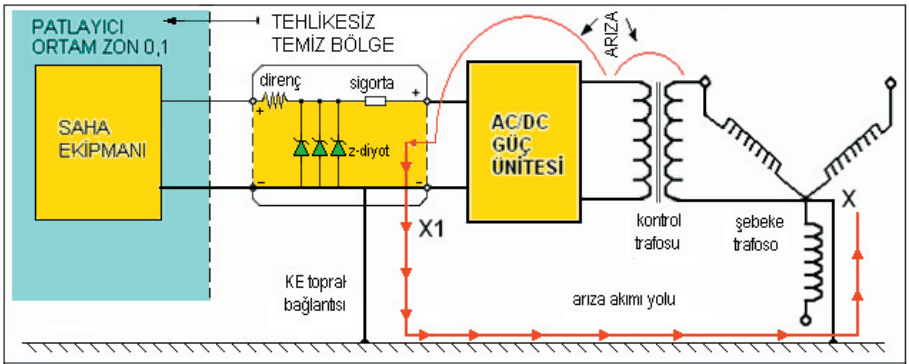
çok önemlidir. Gaz patlamalarının çoğunun statik elektriklenmelerden kaynaklandığı düşünülür ise yapılan işlemler bir kat daha önem arz etmektedir. Uygulama çok basit ve lüzumsuz gibi gözükmektedir ve bu nedenle çoğu işletmeci tarafından ihmal edilmektedir. Örneğin çelik boruların flanş bağlantı yerlerinden bakır kablolarla bir birlerine bağlanması gibi. Söküp takma işlemleri esnasında çoğu usta "buna ne gerek var" diyerek tekrar takmayı ihmal etmektedir. Çünkü bu gibi detayların normal üretim işlemleri ile ilgisi yoktur. Bunlar emniyet tedbirleridir. Lüzumsuz gibi gözüken basit teferruatlardır. Fakat tesis veya işletmenin emniyeti açısından çok çok önemlidir. İsmini vermek istemediğim bol tiner ve solvent gibi yanıcı parlayıcı ve patlayıcı maddelerle çalışan bir ambalaj fabrikası 3 kere patlama yaşandıktan ve sonuncuda tesis hemen hemen yerle bir olduktan sonra önlemlerini almış ve hiçbir şeye lüzumsuz ve teferruattır demeden tesis sil baştan yenilemiştir. Fakat her şey yerle bir olduktan sonra.

B) TOPRAKLAMA ve ARIZA ÖRNEKLERİ

Örnek 1:

Resim 6.93-3 de muhtemel bir arıza canlandırılmıştır. Arıza akımı kırmızı çizgi ile gösterilmiş olup, 230 Voltun KE devreye girme ihtimali canlandırılmıştır. Bu gibi gerilim yükselmeleri KE bariyeri tarafından önlenmelidir. Böyle bir gerilim girişi çok kısa sürede kesilmelidir. Sigortanın atması için geçen zaman içersinde X ile X1 arasında eğer yüksek bir gerilim oluşur ise, bu gerilim KE cihazın içersine ve dolayısı ile patlayıcı ortama girer. Örneğin 230 voltta arıza akımı 100 Amper ise çevrim direnci R=230/100= 2.3 ohm olarak bulunur. Kablo boyları uzun ise kablonun direncini de dikkate almak gerekir. Akımın yıldız noktasına kadar ulaşma yolu üzerinde en büyük pay toprak direncine düşmektedir. Toprak direnci yüksek olur ise, X-X1 arası gerilim de yüksek olur. Bu nedenle daha düşük direnç arzu edilir, örneğin 0,1 ohm gibi. Bu durumda 100Ax0.1= 10 Volt yapar ki, çok daha düşük ve muhtemelen KE yönünden de emniyetli bir gerilim seviyesidir.

Resim 6.93-3 deki örnek KE devrenin bir bütün olduğunu ve elektrik sisteminin tamamını kapsadığını canlandırdığı için özellikle aranmış ve yazımıza eklenmiştir. Topraklama ve arıza akımı seyri resim 6.93-4 de daha basit bir şekilde resmedilmiştir. Burada görüleceği gibi toprak hattı üzerinde gerilim fazla olur ise KE yönünden tehlike arz edebilir. İnsan emniyeti yönünden toprak hattı üzerinde 50 volta müsaade edilmektedir. KE yönünden bu fazlaca bir değerdir. Bu nedenledir ki, KE cihazların toprak direnci 1 ohmun altında ve hattı 0,1 ohm civarında olması arzu edilir. Bu kadar küçük bir direnci de elde etmek pratikte kolay bir iş değildir. Ayrıca piyasada mevcut toprak direnci ölçüm cihazları ile (toprak megeri) 1 ohmun altındaki direnç değerlerini hassas olarak ölçmek mümkün değildir. Bu cihazların katalogları dikkatlice incelendiğinde 1 ohmun altında hassasiyetin düştüğünü belirtirler.

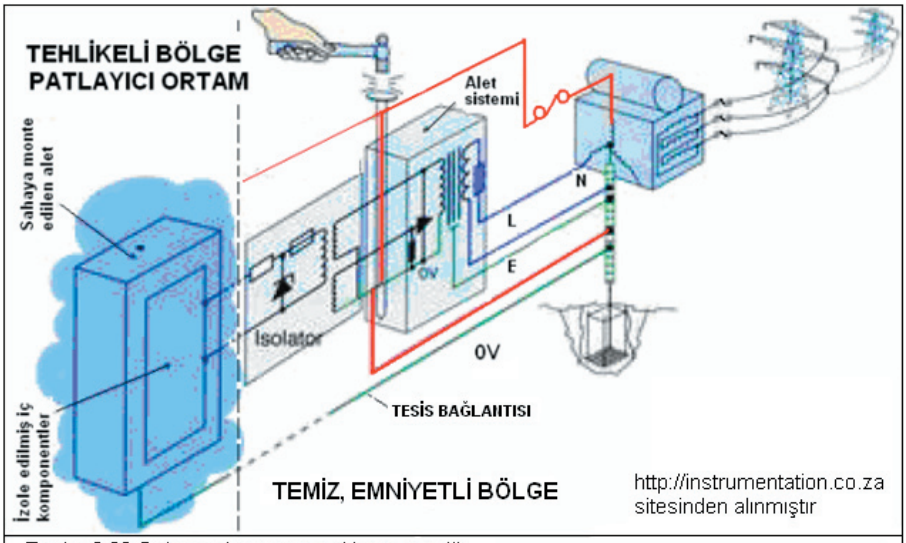


Resim 6.93-4: Arıza akımı ve topraklama örneği

Toprak megerleri arazide mevcut olan parazit gerilimlerden etkilenirler ve bu nedenle aletin ibresi titrer veya elektronik gösterge devamlı değişir. Bazı imalatçıların toprak megerleri titreme yapmaz (örneğin Fluke gibi). Bu ise o aletin hassas ve kati bir değer verdiği anlamına gelmez. Değer 1 ohmun altına düştüğünde elektronik cihazlar bir rakam gösterir. Çoğu kişi de elektronik aletler her şeyi ölçüyor zanneder. Göstergede bir rakam okunması doğru bir şey ölçtüğünüz anlamına gelmez. Çok değişik firmaların değişik tipteki toprak megerlerini kullanmış ve toprak ölçümü konusunda geniş tecrübeleri olan bir kişi olarak önerim, 1 ohmun altında bir değer ölçüyorsanız ve göstergenin dalgalanması 1 ohmu aşmıyor ise, muhtemelen ölçtüğünüz değer düşüktür. Dalgalanmanın alt sınırı 0,1'e kadar iniyor ise ölçtüğünüz değer muhtemelen 0,1 ohm olabilir. Sabit bir değer veren ve dalgalanmayan aletler küçük dirençlerde arada bir hata vererek sizi yanıltabilir. Sonuçta ekranda okuduğunuz değer doğrumudur emin olamazsınız. Başka bir firmanın değişik yapıdaki bir aleti ile aynı şeyi ölçebiliyorsanız ancak güvenebilir değer okuduğunuzu söyleyebilirsiniz.

Toprak megerindeki dalgalanmalar topraktaki parazit gerilimlerden kaynaklanmaktadır. Bir şekilde bu parazitleri önleyebilirseniz daha hassas ölçü yapabilirsiniz. Ölçü sahanızın yakınında trafo veya şalt merkezi var ise bu merkezi komple durdurarak deneme yapabilirsiniz. Fakat parazitin kaybolması garanti değildir. Referens kazık yerlerini değiştirmek ve aradaki orantıyı ayarlamanız da önemlidir. Kazıklar arası mesafe belli oranlarda olmalıdır. Konumuz olmadığı için toprak direnci ölçümü detayına girilmeyecektir. Kendi referans kazıklarınızın yeri bellidir. Üçüncü kazık veya toprak noktası tesisin kendi toprağıdır. Yeni bir tesis ise yerini bilebilirsiniz. Eski tesislerde üçüncü kazığın yerini bilemezsiniz. Bu Kazık değil temel topraklaması da olabilir. Referans kazıkları arası mesafe ne çok yakın ve ne de çok uzak olmalıdır. Aksi halde yüksek bir toprak direnci ölçersiniz. Çoğu kişi referans kazıkları arası yakın olunca küçük direnç ölçeceğini zanneder. Gerçekte durum tersinedir. Referans kazıklar arası tavsiye edilen mesafe 10-20 metredir. Referans kazıklarınız arası mesafeyi %15-20 kadar artırdığınızda ve kısalttığınızda sabit bir

noktadaki ölçü değeriniz değişmiyor ise gerçek toprak noktasına olan uzaklığınız yeterli ve optimal demektir. Ölçüye devam edebilirsiniz. Örneğin kazıklarınız arası mesafe 10 metre ise, aradaki mesafeyi 12 m ve 8 m yaptığınızda ölçtüğünüz değer değişmiyor ise üçüncü kazığa (tesis topraklamasına) olan mesafeniz normal demektir.



Resim 6.93-5: Arıza akımı ve topraklama örneği

Örnek 2:

Galvanik izoleli bariyer veya güç ünitesi kullanıldığı durumlarda, arıza KE devreye geçmez. Resim 6.93-5 de görüldüğü gibi primer devrede kalır ve düzgün toprak bağlantısı yapılmış olan temiz sahadaki kol üzerinden akar. Arıza patlayıcı ortamda meydana gelir ise, bariyerin devreleri tahrip olabilir veya sekonder tarafta bulunan toprak hattı üzerinden akar. Bu tip uygulamada tehlikeli ortamdaki topraklamanın temiz ortamdaki güç ünitesine kadar getirilmesinin bir anlamı kalmaz. Resmettiğimiz bu örnek topraklama yönünden daha güvenlidir. Bu nedenledir ki, yakın zamana kadar Zone 0 da izoleli güç ünitesi veya bariyer kullanılması şartı mevcut idi. Her ne kadar standartlar yasaklamıyor ise de bizce Zone 0 da kullanılan aletlere izoleli KE bariyeri bağlanması çok daha doğru olacaktır. Resim 6.93-6 da arıza akımı yolu daha net bir şekilde canlandırılmıştır.

Örnek 3: SIFIRLAMA YAPILMASI

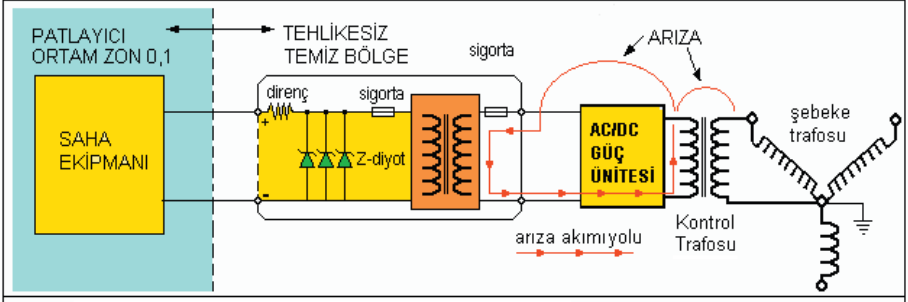
Bilgisayarlı veya PLC li sistemlerde, çoğu kez PLC ünitesinin 0 Volt barası ile besleme ünitesinin nötür hattı ve patlayıcı ortamdan gelen toprak hattı bir barada birleştirilmektedir. Toprak hattı ile nötür hattının birleştirildiği bu gibi uygulamalarda, dönüş yolu değerleri kolayca hesaplanabildiğinden, 0 volt hattı üzerinde her hangi bir tehlikeli gerilim artışı olup olamayacağının tespiti kolaylaşmaktadır. Ayrıca toprak direnci devreye girmemekte,

şebekenin çevrim (loop) direnci hesaba katılmaktadır. Bu gibi uygulamalarda çok düşük çevrim direnci elde edildiğinden her hangi bir arıza durumunda KE cihaza girme ihtimali olan gerilim düşük kalmaktadır. Bu uygulama her zaman ve her yerde tatbik edileme mektedir. Elektrik şebeke yapısı sıfırlamaya müsaade eden ve TNC tabir edilen elektrik şebekelerinde uygulanmaları mümkündür. Grizulu maden işletmeleri izoleli IT şebeke kullandığından nötür noktası hiç yoktur veya bir direnç üzerinden topraklıdır. Bu durumlarda izoleli KE bariyeri tercih edilmektedir. Sıfırlama ancak müstakil trafosu olan ve TNC şebeke uygulayan işletmelerde mümkün ise de, TNC şebeke pek arzu edilmemektedir. Çünkü her hangi bir toprak arızasında akımın nerelerden gideceği ve nereleri tahrip edeceği bilinememektedir ve ayrıca nötür hattı üzerinden geçen akım toprak hatlarını dolaşmakta ve istenmeyen yerlerde gerilim farklarına neden olabilmektedir. Türkiyede kullanılan şebeke şekli TT dir ve manyetik uyumluluk açısından en isabetli şebeke şeklidir. Bazı uzmanlar veya Amerikan hayranları ABD de uygulanan TN şebekenin çok iyi olduğunu iddia etmektedirler. TN-S şebeke manyetik uyumluluk ve kullanıcılar açısından iyi bir seçimdir ve bu tip bir şebekenin tüketici açısından TT şebekeden hiç farkı yoktur. Fakat konuya dağıtım şebekesi açısından bakıldığında olay değişmekte TN şebekenin kesiciler açısından mahsurları ortaya çıkmaktadır. Türkiyedeki Elektrik Dağıtım şirketlerinin son zamanlarda trafoların 400 Volt tarafında kesici kullanmadıklarını da düşünür iseniz (çünkü yüksek akımlı termik manyetik şalterler trafolardan pahallıdır) TT şebeke seçiminin çok daha isabetli olduğu anlaşılacaktır. Almanya ve Fransa gibi bazı ülkeler, tüketicilerin sıfırlama yapmaların önleyemedikleri için bazı şebekelerinde TN uygulamasına müsaade etmektedirler. Patlayıcı ortam açısından tercih edilen şebeke şekli TT veya TN-S dir.

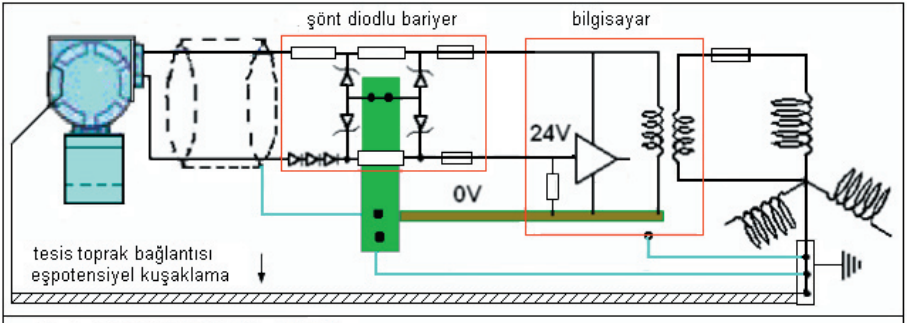
Resim 6.93-7 de toprak hattı ile nötür hattı birleştirilmiş (sıfırlanmış) bir uygulama örneği verilmiştir. Bu gibi yerlerde şönt zener diyotlu bariyer uygulamak gerekir. Şönt diyotun toprak dönüş hattı PLC nin 0 volt hattı ile birleştirilir. Bu durumlarda toprak direncinin 1 ohmdan fazla olmaması ve tercihen 0.1 ohm olması arzu edilir. Çünkü temiz bölgeden gelebilecek muhtemel arıza akımı bariyere girebilir. Dönüş hattı bilinen bir kablo üzerinden olduğu için hesabı ve ölçülmesi kolaydır. Eğer mesafe uzun ise nötür hattının kalın seçilmesi gerekebilir.

Bu gibi TN şebekelerde toprak direnci değil çevrim direnci ölçülmektedir. Piyasada "Loop empedans" ölçüm cihazı adı altında bulunabilen bu aletler ile ölçü işlemi basittir. Araziye kazık çakmaya gerek yoktur. Prizden veya pano üzerinden ölçü yapılabilir. Ölçü ex-proof tesisi besleyen temiz bölgedeki panodan yapılmalıdır. Aletin faz ve nötür ucu panodan beslenirken, toprak ölçü ucu ise ölçülecek aletin gövdesine kadar uzatılır.

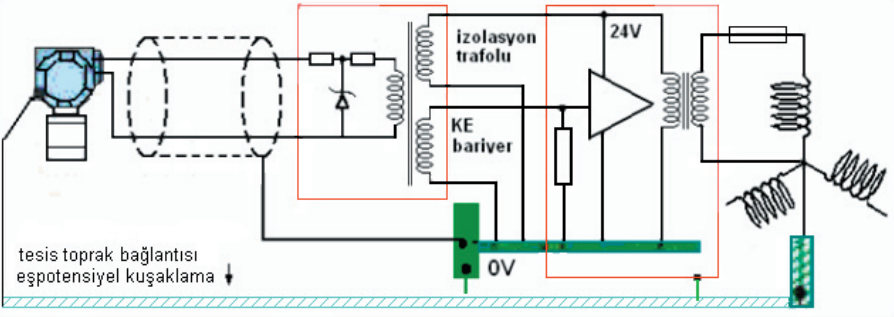
Eğer izoleli KE bariyeri kullanılıyor ise bariyerin toprak ucu veya toprak barası bulunmaz. Bu durumda kablonun zırhı ile KE cihazın toprak dönüş hatları resim 6.93-8 deki gibi birleştirilir. Bu durumda muhtemel arıza akımı kablo zırhını takip ederek trafo nötürüne ulaşabilir ve tehlikeli bölgeye girme ihtimali vardır. Fakat çevrim direncinin küçük olması tehlikeyi önleyebilir.



Resim 6.93-6: Arıza akımı ve topraklama örneği



Resim 6.93-7: SIFIRLAMA ÖRNEĞİ



Resim 6.93-8: İzoleli KE bariyer topraklama örneği

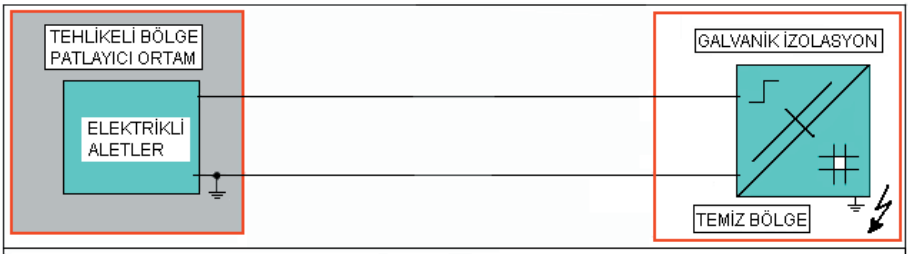
C) GALVANİK AYIRIM

Galvanik ayırım üç şekilde yapılmaktadır. Birincisi ve en yaygın kullanılanı trafo ile yapılanıdır. İkincisi optik izolasyon ve üçüncüsü de röleli ayırım yöntemidir.

1) TRAFOLU AYIRIM

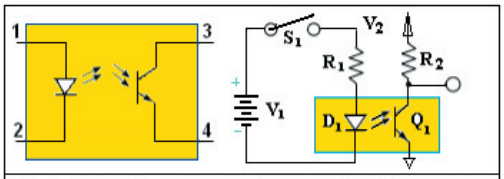
Trafolu izolasyon yöntemi güç ünitelerinde kullanılır. Bu yöntem ile KE devre ile KE olmayan devre bariz bir şekilde birbirinden izole edilebilmekte diğer bir söz ile bir birlerinden ayrılabilmektedir. Bu sayede KE devrenin hesapları da kolaylaşmakta ve anlaşılabilir bır

şekil almaktadır. Unutmayınız ki, KE cihaz tek başına bir anlam ifade etmez. Devrenin komple KE olması gerekir. EN 50029 nin 2003 e kadarki sürümlerinde tehlike bölgesi 0 da (Zone 0) izoleli güç ünitesi kullanılması şart koşuluyor idi. Son değişiklikler ile bu şart kaldırılmış ve böylece KE bariyer yapımı ucuzlamıştır. Çünkü KE güç üniteleri küçülmüş minyatür hale gelmişlerdir. Raya geçmeli sigorta gibi KE bariyerler de mevcuttur. Yazımızın önceki bölümlerinde trafolu güç ünitesine dair örnekler verilmiştir. Trafolu ayırımda topraklama şekli resim 6.39-9 daki gibi yapılmakta, primer devre ile sekonder devre topraklamaları birleştirilmemektedir.



Resim 6.93-9 Galvanik izdleli KE bariyer- örneği

2) OPTİK AYIRIM



Resim 6.93-10: OPTOKDPLER PRENSİP ŞEMASI

Optik diyot ve optik transistorlar kullanılarak KE devre ile KE olmayan devrenin bir birinden ayrılmasına optik izolasyon adı verilir. Optokopler olarak bilinen bu tip cihazlar her devrede kullanılamaz. Daha ziyade DC siviç ve sinyal devreleri ile data nakil devrelerinde kullanılır. Resim 6.93-10 da basit optik transistor devreleri görülmektedir. S1 anahtarı ile yanan D1 diyotu Q1 transistorunu tetiklemektedir. Gerçek devreler bu kadar da basit olmayabilir. Ayrıca optokopler yalnızca KE devreler ile KE olmayan devreleri ayırmak için kullanılmaz. PLC lerin gerilim seviyelerinin ayrılması için de kullanılmaktadır.

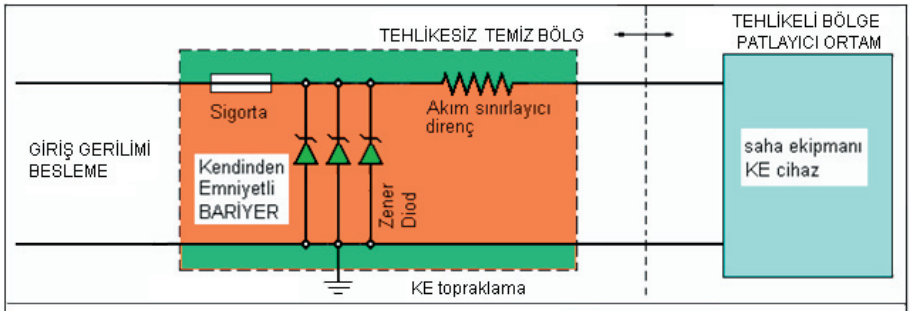
D) PASSİF ve BASİT CİHAZ ETKİSİZ ELEMAN NEDİR

Passif cihaz, üzerinde enerji depolamayan ve dolayısı ile kendinden emniyetlilik yönünden dikkate alınması gerekmeyen cihazdır. IEC 60079-11 e göre anahtar, terminal kutuları, potensiyometre, basit yarı iletkenler, fotoseller, ısıl çiftler (termokupollar) ve saire gibi üzerlerinde enerji depolayıcı eleman bulunmayan ve ayrıca 1.5 Volt 100 mA ve 25 mW dan daha fazla, gerilim, akım ve güç üretmeyen cihazlar passif veya basit cihaz olarak kabul edilirler. Bu tip cihazların patlayıcı ortamda kullanılabilmeleri için her hangi bir sertifika almalarına diğer bir söz ile notified body tarafından sertifikalandırılmalarına gerek yoktur.

Amerikan ANSI/ISA-RP 12.6.1987 madde 3.12 de passif cihaz IEC 60079-11 deki gibi tarif edilmekle birlikte gerilim değeri olarak 1.5 yerine 1.2 volt alınmaktadır.

Pasif ekipmanlara giden enerji miktarını sınırlayan cihazlar mevcuttur. Zener diyotlardan yapılı bu tip cihazlara zener bariyer adı verilir ve ticari piyasada değişik maksatlar için yapılmış olan yüzlerce çeşit zener bariyerler mevcuttur. Zener bariyerlerin yapısı genel hatları ile yazımızın devam eden bölümlerinde izah edilecektir.

Kendinden emniyetlilikle ilgili minimum ateşleme akımı eğrileri yazımızın 6.80 bölümün de resim 6.81-6.86 da görülmektedir. Bu eğrilerden devrenin rezizstif, endüktif veya kapasitif oluşuna göre minimum ateşleme akım ve gerilimleri okunmaktadır. Standartlarda ayrıca voltaja göre müsaade edilen kısa devre akımları da verilmektedir.



Resim 6.93-11: Pasif bir cihazın KE bariyerle korunması

E) KE BARİYER SEÇİMİ

Piyasada bulunan yüzlerce KE bariyerleri arasından bir devre için nasıl bariyer seçilir? KE bariyerleri genellikle patlayıcı ortama konulmaz. Çıkışları KE olduğu için buradan bir kablo ile tehlikeli ortama elektrik verilir, Bundan önceki konularımızda izah ettiğimiz gibi, bir KE devre üç elemandan oluşur:

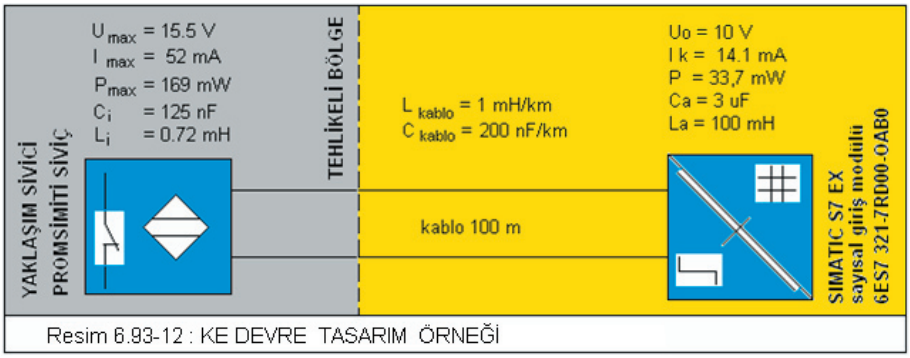
1. Tehlikeli bölgede bulunan alet veya aletler grubu
2. Kablo
3. KE özelliğini sağlayan ve genellikle temiz bölgeye yerleştirilen güç kaynağı.

Bu üç eleman arasında aşağıdaki tabloda verilen bağıntı geçerli olmak zorundadır.

Tehlikeli sahadaki KE cihaz + bağlantı kablosu		Güç ünitesi veya KE bariyer
U_{max}	≥	U0
I_{max}	≥	Ik, kısa devre akımı
Pmax	≥	P
$C_i + C_k$	≤	C_0
$L_i + L_k$	≤	L_0

U_0= KE bariyerin vereceği azami emniyet gerilimi
I_K= KE bariyerin emniyetli olarak çalışabileceği azami akım, kısa devre akımı
P= KE bariyerin gücü
C_0 ve L_0= KE bariyerin emniyetli olarak çalışabileceği azami dış devre kapasitans ve endüktansları

Tehlikeli bölgede bulunan cihazın azami çalışma gerilimi, akım ve gücü KE bariyerinden büyük olmalıdır ki, KE güç ünitesi aşırı yüklenmediği gibi, tehlikeli ortamda bulunan cihazı da aşırı yükleme imkanı olmasın. Özellikle güç ünitesinin gücü düşük olmalıdır. Aksi halde tehlikeli ortamdaki cihazı aşırı yükleyerek ısınmasına ve tehlikeli hale gelmesine neden olabilir.



Resim 6.93-12 : KE DEVRE TASARIM ÖRNEĞİ

KE güç ünitesinin emniyetli olarak çalışabileceği dış devre endüktansı ve kapasitansı, tehlikeli ortama yerleştirilen cihazın kendi iç endüktans ve kapasitansları ile bağlantı kablosunun oluşturduğu toplam endüktans ve kapasitanslardan büyük olmalıdır ki, emniyetli bir şekilde çalışabilsin. Bu şartlar sağlanmadığı takdirde seçilen cihazlar uyuşmuyor demektir. Resim6.39-12 de gerçek bir örnek verilmiştir ve değerler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Yaklaşım sivici		Simatic S7 Ex
Proksimiti siviç		Sayısal giriş modülü
U_{max}= 15,5 V	≥	U_0= 10 V
I_{max}= 52 mA	≥	I_k= 14,1 mA
P_{max}= 169 mW	≥	P= 33,7 mW
$C_i + C_k$= 125 nF + 20 nF	≤	C_0= 3 µF
$L_i + L_{k=}$ 0,72 mH + 0.1 mH	≤	L_0= 100 mH

n= nano, u µ= mikro

Aynı kombinasyonda 1000 m kablo kullanılmış olsa idi sorun yaratmaz dı. Çünkü 3 µF= 3000 nF yapmaktadır ve kablo kapasitansının bu değere ulaşması için boyunun 150 km yi (3000 nF/ 20 nF/km)= 150 km) aşması gerekir.

F) PARALEL BAĞLI DURUM

KE güç ünitesi birkaç aleti birden besleyebilir. Bu durumlarda toplam tüketilen akım güç ünitesinin akımını aşmamalıdır. Aynı şekilde tek tek cihazların toplam endüktansı ve kapasitansı güç ünitesinin dayanabileceği değerleri aşmamalıdır. Genellikle güç ünitesi

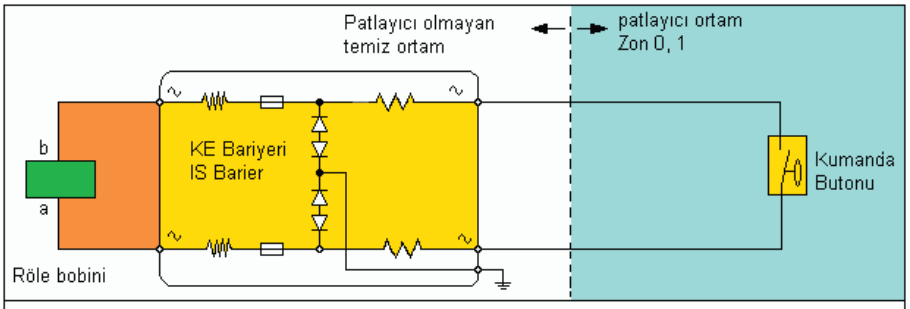
müşterek olmakla birlikte her çıkışa ayrı bir KE bariyer bağlanmaktadır. Bu durumlarda KE bariyeri ile bağlı cihazın durumu irdelenmelidir. KE güç ünitesi veya bariyere seri bağlama olayına pratikte pek rastlanmamaktadır. Bazı yazarlar bu konuda da seçim ve hesaplama örneği veriyorlar ise de, pratikte ender rastlanan seri bağlama olayına tarafımızdan örnek verilmesine gerek görülmemektedir.

Çoğunlukla KE bariyerlerin üzerinde dayanabilecekleri dış devre endüktans (L) ve kapasitans (C) değerleri verilmektedir. Bu verilerin etikette bulunmadığı durumlarda imalatçıdan "notified body" tarafından verilen sertifikanın bir kopyasının istenmesi gerekir. Zaten kullanıcı bu sertifikaların birer kopyasını muhafaza etmek zorundadır. Eğer KE bariyerin dayanabileceği azami L ve C değerleri bulunamıyor ise cihazın üzerindeki akım ve gerilim değerleri yardımı ile IEC 60079-11 de verilen eğrilere başvurulmalıdır. Bunu yaparken emniyet faktörleri de dikkate alınarak L ve C değerleri belirlenebilir.

G) PASSİF CİHAZLARIN TEHLİKELİ ORTAMDA ÇALIŞTIRMA ÖRNEKLERİ

TEHLİKELİ ORTAMDA BASİT ANAHTAR (BUTON) ÇALIŞTIRILMASI

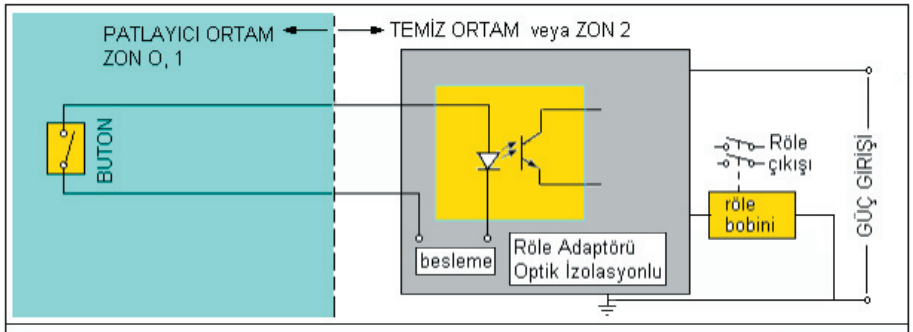
Kendinden emniyetli sistem açısından bakıldığında önemli olan devrenin enerji depolayan endüktans ve kapasitanslarıdır. Klasik exproof açısından bakıldığında, exproof deyince çoğu kişinin aklına d-tipi koruma gelir. D-tipi korumada önemli olan ark çıkaran elemanlardır. Yüzey ısınması her iki koruma yöntemi için de aynı derecede önemlidir. Aşağıda izah ereceğimiz gibi, aslında ark çıkaran elemanlar hem KE ve hem de exproof (d-tipi) açısından aynı derecede önemlidir ve özel itina gösterilmesi gereken elemanlardır.



Resim 6.93-13: Bir rölenin patlayıcı ortam üzerinden çalıştırılması

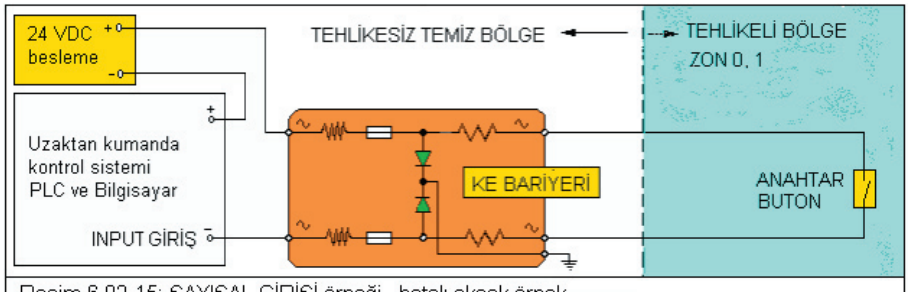
Basit açıp kapama anahtarı (siviçler) L ve C ihtiva etmediklerinden KE yönünden pasif eleman olarak kabul edilirler. İnsanın aklına bu tip anahtarları kolayca patlayıcı ortama ve hatta zone 0 bölgesine koyabileceği geliyor. Unutulmamalıdır ki, KE cihaz yoktur, KE devre vardır. Anahtar tek başına bir şey ifade etmez. Örneğin bir röleyi veya bir motorun kontaktörünü çalıştırmayı düşünüyorsanız bobinin endüktansını hesaba katmanız gerekir. Röleyi temiz bölgeye koyarak sorunu çözemezsiniz. Resim 6.93-13 de görülen bu bağlantı her zaman doğru olmayabilir.

Bir röle bobininin, demir nüve dolayısı ile, manyetik indüksiyonu çok yüksektir. Rast gele bir bariyerle çalıştırılamaz. Böyle bir röleyi ancak endüktivitesi uygun bir bariyer veya optik ayırımlı özel röle yükselteçleri ile güvenli bir şekilde çalıştırmamız mümkündür. Tehlikeli ortamda bulunan siviç (buton) bir opto kopler üzerinden röle adaptörüne sinyal gönderir. Sivicin devresinde yalnızca LED diyot vardır. LED diyot resim 6.93-14 de görüldüğü gibi optik transistoru tetikleyerek rölenin devresini çalıştırır. Böylece, ark çıkaran kontak enerji depolu röle bobininin devresinden izole edilmiş olur. Genelde "röle adaptörü" veya röle yükselteci tabir edilen bu tip cihazlar komple kapalı bir kutu şeklindedirler. Üzerinde giriş ve çıkış terminalleri ile giriş çıkış datalarından başka bir şey yoktur. Böyle bir "röle adaptörü" nün onaylanmış bir kuruluştan sertifika almış olması ve üzerinde Ex etiketinin bulunması zorunludur. Çünkü röle adaptörü pasif bir cihaz değildir. Röle adaptörünün sertifikası bulunurken, butonun her hangi bir sertifikası bulunmasına gerek yoktur. Burada vurgulamak istediğimiz basit gibi gözüken bir butonun rast gele kullanılamayacağıdır.



Resim 6.93-14: OPTO KOPLER üzerinden buton çalıştırılması

Resim 6.93-14 de görülen örnekte, patlayıcı ortamda bulunan bir buton yardımı ile çok düşük akımlı (mili amper) bir LED diyot çalıştırılmaktadır (optik ayırım). LED diyot kendisi de pasif eleman olarak kabul edilmekte olup, her hangi bir endüktans veya kapasitans içermemektedir. Yalnızca bir LED diyot çalıştırılan bu örnekte acaba araya bir KE bariyeri



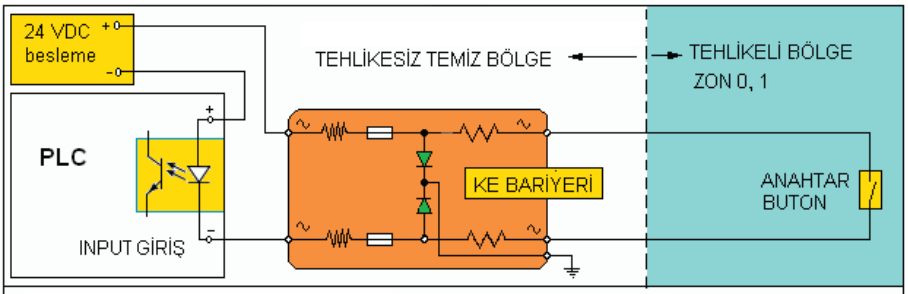
Resim 6.93-15: SAYISAL GİRİŞİ örneği, hatalı eksek örnek

konulması gerekir mi? Bu soru farklı uzmanlarca farklı yanıtlanmaktadır. Röle adaptörü sertifikalı ise gerek olmadığını iddia edenler olduğu gibi araya bir KE bariyeri konulması zorunlu olduğunu iddia eden ve uygulamalarını buna göre yapanlar da mevcuttur. Kablo mesafeleri uzun ise bence de araya bariyer konulmasında yarar vardır. Çünkü bariyerin bir gayesi de devreye dışarıdan girebilecek akım ve gerilimleri önlemektir. Bu durumda KE bariyeri hem patlamayı önlemek ve hem de aşırı gerilim girişini engellemek gibi (parafudur, shurge protector) iki görevi birden üstlenmiş olur.

H) PLC GİRİŞ ÇIKIŞLARI

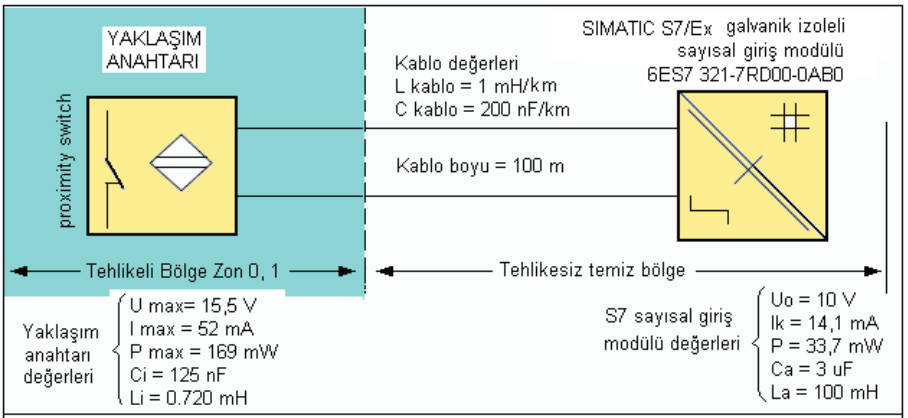
a) SAYISAL GRİŞLER

PLC'lerin sayısal girişleri, patlayıcı ortamlarda basit anahtarların çalıştırılmasına benzemektedir. Resim 6.93-15 de KE bariyeri kullanılan bir sayısal giriş örneği verilmiştir. Otomatik kumanda devrelerinde kullanılan PLC ler arasında doğrudan patlayıcı ortama yerleştirilebilen, yani komple KE olanlar mevcut olmakla birlikte, PLC ler genellikle temiz ortama konulup tehlikeli bölge ile bilgi alış verişi yaparlar. Bu durumlarda PLC'nin giriş-çıkış datalarının belli olması ve özellikle de dış devre endüktansı L_0 ve kapasitansı C_0 bilinmesi gerekir. Butonun her hangi bir L_0 ve C_0 değeri olmadığına göre yalnızca aradaki kablonun L ve C değerlerinin irdelenmesi yeterli olacaktır. Resim 6.93-15 de bir örnek verilmiş olup burada kullanılan 24 VDC güç ünitesinin KE sertifikası bulunması yeterli ve zorunludur. Bazı imalatçıların verdikleri örneklere bakıldığında, sanki bir butonun rahatlıkla ve kolayca, rast gele bir PLC veya bilgisayar devresin de kullanılabileceği gibi bir izlenim edinilmektedir. Bu gibi örnekler yanlıştır ve kullanıcıyı yanıltmaktadır. Tekrar edersek KE devre daima bir bütündür. KE cihaz tek başına bir anlam ifade etmez.



Resim 6.93-16. optik izoleli sayısal giriş örneği

Çoğu PLC de sayısal girişler resim 6.93-16 da gösterildiği gibi bir optokopler ile izole edilmiştir. Bu durumlarda PLC'nin kendisinin KE sertifikalı olması gerekmeyebilir. Eğer sayısal bilgi sivici Zone 0 gibi yoğun tehlikeli bir bölgede kullanılacak ise PLC nin de sertifikalı olması ve hatta optokopler ile izole edilmiş olması gerekmektedir. Her ne kadar yeni standartlar bu konuda biraz toleranslı ise de biz yine de kullanıcılara emniyetli davranmalarını tavsiye ederiz. Güç ünitesinin KE sertifikalı olması şarttır. Aksi halde güç ünitesinin endüktansı tehlikeli olabilir.



Resim 6.93-17: Yaklaşım anahtarı sayısal giriş örneği

ÖRNEK: Patlayıcı ortamdan bilgi gönderen yaklaşım anahtarı (proksimity switch)

Prosimity switch tabir edilen yaklaşım anahtarları da passif cihaz olarak kabul edilmektedir ve herhangi bir KE sertifikası almış olmalarına gerek yoktur.

Resim 6.93-17 de verilen örnekteki değerleri kıyaslarsak, temiz bölgede bulunan sayısal girişin gerilim, akım ve güç değerlerinin tehlikeli bölgede bulunan yaklaşım anahtarının değerlerinden küçük olduğu görülür. Ayrıca kablo endüktans ve kapasitanslarını yaklaşım anahtarına ilave ettiğimiz halde bulunan değerlerin tabloda görüldüğü gibi uygun olduğu anlaşılır.

Yaklaşım anahtarı + kablo		Sayısal giriş (güç ünitesi, bariyer)
U_{max}= 15,5 V	≥	U_0= 10 V
I_{max}= 52 mA	≥	I_k= 14,1 mA
P_{max}= 160 mW	≥	P= 33,7 mW
$C_i + C_k$= 125 + 20= 145 nF	≤	C_0= 3 µF= 3000 nF
$L_i + L_{k=}$ 0,72 + 0.1= 0,82 mH	≤	L_0= 100 mH

b) ANALOG GİRİŞLER, 4-20 mA Transmitter

Analog girişler genellikle 4-20 mA transdüktör girişlidirler ve bu nedenle yazımızda yalnızca 4-20 mA transmitterler incelenecek olup, diğer tip analog girişlerden bahsedilmeyecektir. Sensör ile birlikte patlayıcı ortamda bulunan transmitterin devresine uygun bir bariyer konulması gerekir. Transmitterin KE sertifikası bulunması zorunludur. PLC deki güç ünitesi bilinen bir kaynak ise ve aşırı bir endüktivitesi yok ise doğrudan KE bariyere bağlamanın bir sakıncası yoktur. Uygun bir bariyer seçerken endüktans ve kapasitans değerlerinin yanı sıra gerilim düşümüne de dikkat edilmesi gerekir. 20-100 derece arası ısı ölçen bir transmitteri irdeler isek, aşağıdaki tablodaki gibi gerilim

kayıplarının hesaplanması gerekir. 4 mA olan en düşük akım (0 ^{0}C) gerilim düşümü 1 volt ve yine en yüksek akım olan 20 mA akımda da (100 ^{0}C) 5 volttur. Bu değerler TTL baskı devre tekniği açısından ideal gerilim seviyeleridir.

Sıcaklık	mA değişimi	Ohm yasasına göre çarpanı	Gerilim dönüştürülmesi
0 ^{0}C 8 minimum)	4 mA x	250	= 1 V
100 ^{0}C (maksimum)	20 mA x	250	= 5 V

Buradaki 250 Ohm resim 6.93-18 de görüldüğü gibi PLC'nin girişindeki dirençtir. Analog giriş değerleri aşağıdaki gibi olan PLC de nasıl bir bariyer seçmeliyiz?

V= 12 V

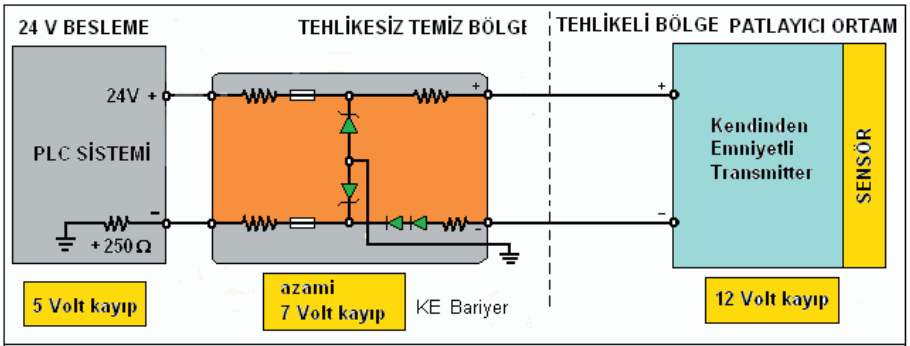
R_i= 250 Ω

V_{max}= 30 V maksimum müsaade edilen gerilim

I_{max}= 150 mA maksimum müsaade edilen akım

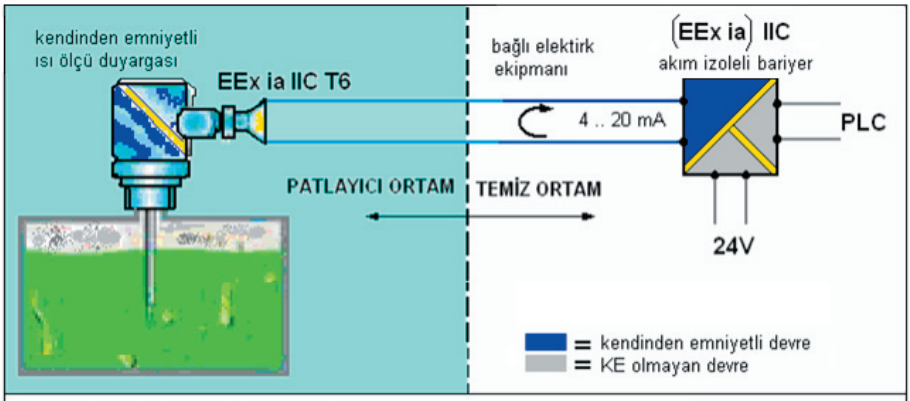
C_i= 0 µF L_i= 0 mH

Transmitterin ihtiyaç duyduğu asgari gerilim 12 volttur. Diğer bir söz ile transmitterde 12 volt kaybolur. PLC de 250x20mA= 5 volt gerilim kaybı olur. 12+5= 17 volt eder. Güç kaynağı 24 volt olduğuna göre KA bariyeri ve bağlantı kabloları için 24-17= 7 volt kalır. 20 mA azami analog akımda (7 volt/20 mA=) 350 ohm bir direnç hesaplanır. Bunun 10 ohmunu bağlantı kabloları için ayırır isek KA bariyeri için 340 ohm geriye kalır. Buradan çıkan sonuç, iç direnci en fazla 340 ohm olan bir KE bariyeri seçmemiz gerektiğidir. Ayrıca bariyerin diğer dataları da uyumlu olmak zorundadır.



Resim 6.93-18: ANALOG GİRİŞ ÖRNEĞİ

Resim 6.93-19 da bir ısı ölçümü örneği resmedilmiş olup, burada kullanılan bariyer trafo ile izole edilmiştir. Söz konusu bu ısı transmiteri KE sertifikalı bir alettir.



Resim 6.93-19: Analog giniş örneği, sıcaklık ölçümü

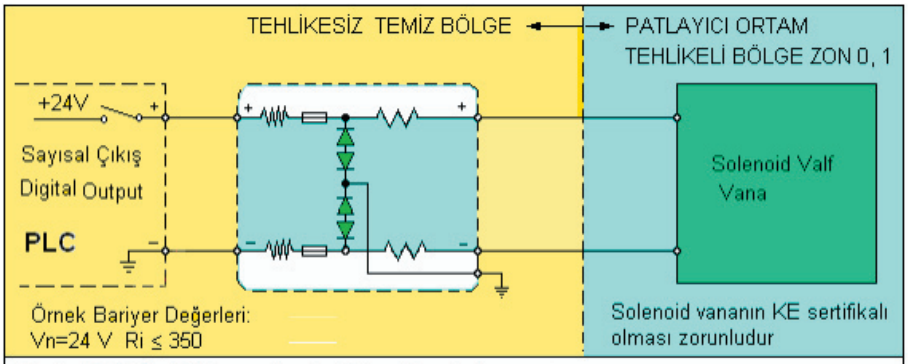
c) SAYISAL ÇIKIŞLAR, DIGITAL OUTPUTS

En yaygın kullanılan sayısal çıkışlar, patlayıcı ortamdaki bir LED'in yakılması veya bir solenoid bobinin (vana veya valf) çalıştırılmasıdır. Aşağıda bunlara ait izahat ve örnekler verilecektir.

1) Patlayıcı ortam solenoid bobin (valf veya vana) çalıştırılması

Resim 6.93-20 de örnek bir solenoid valf bağlantısı görülmektedir.

Tehlikeli ortamda bulunan bir valfi çalıştırmak resimde görüldüğü kadar basit bir olay değildir. Unutmayınız ki, demir nüveli bir bobinin manyetik endüktivitesi (selfi) L çok yüksektir. Yukarıdaki bölümlerimizde açıklandığı gibi selenyum diyotlar akım ve gerilim sınırlamakta ve bir de zener diyot kullanıldığında kendinden emniyetlilik açısından olay daha da kullanışlı hale gelmektedir.



Resim 6.93-20: Patlayıcı ortamdaki bir valfin çalıştırılması

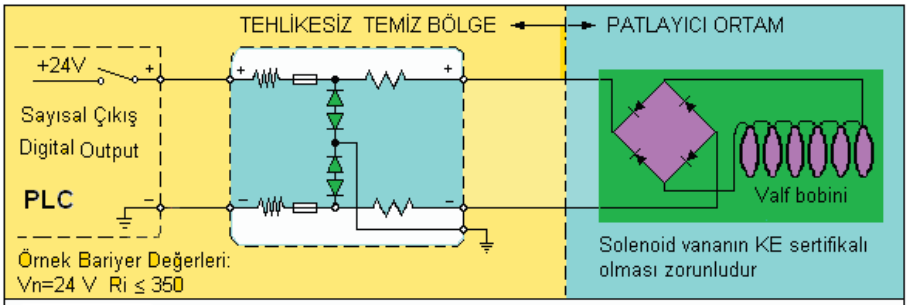
KE bariyer ile bir valf bobinine yol vermemiz teorik olarak mümkün ise de pratikte pek mümkün değildir. Çünkü demir nüveli bir self bobininin manyetik endüksiyonunu

bilmemiz, ne hesap yolu ile ve ne de ölçü yolu ile kolay bir olay değildir. Diğer taraftan kendinden emniyetli tip valf imal edip piyasaya süren firma çok azdır. Vanaların Zone 0 gibi yoğun patlayıcı gaz veya toz ortamında çalıştırma zorunluluğu nadiren gündeme gelmektedir. Elektro valfler daha ziyade zone 1 ve zone 2 de çalıştırılırlar. Bu ortamlarda çalıştırılması için d veya e-tipi korumalı muhafaza içersine yerleştirilmiş olmaları yeterli olmaktadır. Elektro valfli vanalar pasif cihaz olmadıklarından patlayıcı ortama yerleştirilmeleri için yetkili bir yerden (notified body) sertifika almış olmaları zorunludur. İster d, e veya i-tipi olsunlar sertifikaları olmadan patlayıcı ortamda kullanılamazlar. Burada bizi ilgilendiren i-tipi olanlarıdır. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi i-tipi elektro vana yapımı pek kolay değildir. I-tipi sertifika almış vanalar yalnızca bir bobin sarımından ibaret değildir. Resim 6.93-21 de görüleceği gibi bir diyotla ve hatta bir köprü diyotla korunmuşlardır. Bu köprü diyot sayesinde KE devre tasarımı yaparken bobin endektivitesini hesaba katmaya gerek yoktur. İmalatçıların kataloglarına bakıldığında vananın L_0 ve C_0 değerleri sıfır olduğu görülür. Kapasitansın sıfır olması mantıklı ise de selfin (L_0) sıfır olması mantıksız gibi gözükmektedir. Resim 6.93-21 de bir seçim örneği verilmiştir. Bu örnekte L_0 ile ilgili hiçbir hesaplama yoktur. Çünkü bobinin girişinde köprü diyot vardır. Bu durumda akla hemen "kendiden emniyetli devre bir bütün değil midir" sorusu gelmektedir. Yazımızda sık sık vurguladığımız kendinden emniyetli devre kavramı burada nasıl izah edilebilir. Bu örnekte aynı anda uygulanan iki koruma yöntemi vardır. Vana bobini bir reçine içersine gömülüdür ve m-tipi korunmuştur. Yani vananın hiçbir sarım teli açıkta değildir. Vana sarımında meydana gelebilecek her hangi bir kısa devre patlayıcı ortamı tehlikeye düşürecek durumda değildir. Diğer bir söz ile vana bobininin koruma seviyesi EPL a'dır (Ex-ma). Vananın elektrik devresi girişine konulan köprü diyotlar sayesinde, devrenin bir bölümü kendinden emniyetli ia, diğer bölüm ise mb seviyesinde korunmuş durumdadır. Bobin içersinde her hangi bir kısa devre oluşsa toplam endüktans daha da küçüleceğinden KE yönünden her hangi bir sakınca teşkil etmezler. Ancak köprü diyotun arızalanması bir sorun yaratır gibi gözüküyor ise de bu durumda vana çalışmaz ve enerji depolu olan bobin kısmına elektrik gitmez. Köprü diyotun arızalı olması durumunda bağlantı kablolarının KE yönünden sorun olması ihtimali vardır. Bu nedenledir, ki sertifikalı olmasına rağmen elektro valfler araya KE bariyer konulmadan çalıştırılmazlar.

Örnek: ASCO Joumatic firması yapımı bir mini valfin verileri aşağıdaki tablodaki gibidir:

Gerilim U_n (maksimum gerilim)	Nominal güç Pn	TİPİK ÇALIŞMA DEĞERLERİ				
		I (on) Min *)	U (on) Min *)	U max Tavsiye edilen	U (off) kapatma	I (off) kapatma
V	W	mA	V	V		mAV
12	0.5	33	11,9	23	3,3	10
24	0.5	25	16,4	28	5,7	7
*) Bu değerlere vana üzerindeki LED dahildir						

Görüldüğü gibi açma ve kapama (on-off) durumunda çekilen akımlar farklıdır. Bariyer seçilirken bu değerler değil valfin kısa devre olduğunda çekilen akım ve güç değerleri dikkate alınmalıdır. Üzerine elektrik geldiğini ve dolayısı ile çalıştığını belirten LED ikaz lambası bulunan aynı solenoid valfin KE bariyer seçimi ile ilgili elektrik verileri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Dikkatli bakıldığında L ve C değerlerinin sıfır olarak verildiği görülmektedir



Resim 6.93-21: Patlayıcı ortamdaki bir valfin çalıştırması

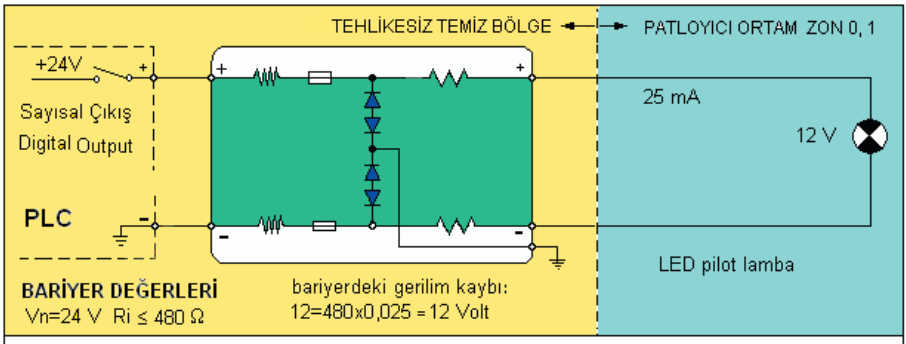
Sertifika: Ex II 1 GD EEx ia IIC T6					
P_n	KE ile ilgili emniyet parametreleri				
	U_1= DC	I_k	P_{max}	L_0	C_0
W	V	mA	W	mH	µF
0,5	28	300	1,6	0	0

Ayrı valf imalatçısı kullanılabilecek KE bariyerler ile ilgili tavsiyeler de yapmaktadır. Önerilenler arasında Pepperl Fuchs firması örneği ele alınacaktır. Pozitif kutuplu Z728, Z728H ve Z728CL tipi şönt zener bariyerler tavsiye edilmektedir. Adı geçen firmanın imalat kataloglarına ve AT tip testi sertifikasına bakıldığında bariyerlere ait aşağıdaki verilere ulaşılmaktadır.

Tipi	Kanal sayısı	Azami seri direnç	10 µA de Uin	Uin max	Sigorta anma akımı	Harici sigorta
		Ω	V	V	mA	mA
Z728 F	1	327	27	28	90	50
Z728 HF	1	250	27	28	90	50

TİP	Anma değerleri		[EEx ia] IIC için KE karakteristik değerleri (verileri)						
			Uz	R min	I k	P max	C max	L max	
	V	Ω	V	Ω	mA	W	µF	mH	
Z728	28	300	28	301	93	0,65	0,083	3,05	56
Z728CL	28	300	28	301	93	0,65	0,083	3,05	56
Z728H	28	240	28	325	110	0,83	0,083	1,82	44

Sarı renkli parlatılmış yazılara bakıldığında tezatlı rakamlar görülüyor gibi bir durum vardır. Valfin çalıştığı azami akım veya güç değerleri KE bariyer seçiminde dikkat edilecek değerlerden çok düşük gözükmektedir. 0,5 Watt ile 1,6 Watt arasında epey bir fark vardır. Seçilen KE bariyer verileri de yeşil renk ile parlatılmıştır. Buradaki seçim paragraf E) de bariyer seçimi ile ilgili verilen kriterlere uygundur. 300 mA>93 mA, 1,6 W>0,65 W, 28 V=28 V. Neden doğrudan solenoid bobin verilerini almadık? Bobin değerleri çok daha küçük ve bölüm E) de izah edilen kriterlere uymuyor. Bobine ait 300 mA ve 1,6W, kısa devre durumundaki azami değerlerdir. Aslında solenoid bobine ait AT-tip testi sertifikasını bulup buradaki verilere bakmamız gerekir. 300 mA ve 1,6W bobinin KE özelliğini bozmadan dayanabileceği azami akım ve güç değerleridir. Verilen 0,083 µF ve 3,05 mH ve 56 L/R oran değerleri KE bariyerinin devresinde kablo dahil müsaade edilen azami empedans değerleridir. AT-tip testi (EC-conformity test and EC conformity certificate) ancak bir notified body tarafından verilmektedir.



Resim 6.93-22: Patlayıcı ortamdaki bir LED'in çalıştırılması

2) PATLAYICI ORTAMDA LED ÇALIŞTIRILMASI

LED ler pasif cihazlar oldukları için her hangi bir sertifikaya ihtiyaç duyulmadan KE devreye bağlanabilirler. Eğer PLC'nin LED'li çıkışı temiz ortamda ise araya herhangi bir cihaz koymadan PLC LED'i çalıştırabilir. LED'in ihtiyaç duyduğu akıma göre araya belki bir direnç koymak gerekebilir. Eğer PLC'nin LED'li çıkışının patlayıcı ortama konulması gerekiyor ise araya bir KE bariyer yerleştirilmesi gerekir. Her ne kadar LED diyotlar çok düşük akım çekiyor ve enerji depolayan eleman içermiyor ise de bariyersiz çalıştırılmadan tehlike arz edebilir. Resim 6.93-22 deki örnekte görüleceği gibi uygun bir KE bariyer seçilir. Bu seçimi yaparken LED akımına ve bariyer üzerindeki gerilim düşümüne dikkat etmek gerekir.

Örnek olarak: LED değeri:	12 V, 25 mA
PLC çıkışı gerilimi:	24 VDC
Bariyer üzerinde müsaade edilen gerilim kaybı:	24-12= 12 VDC
Bariyer empedansı:	12V / 25 mA= 480 Ω

Bu durumda iç direnci 480 ohm olan 24V pozitif DC bariyeri seçilir.

Resim 6.93-23 de başka bir LED örneği görülmektedir. BEKA firması yapımı BA390 tipi LED ile verilen bu örnekte galvanik izoleli bariyer önerilmektedir.

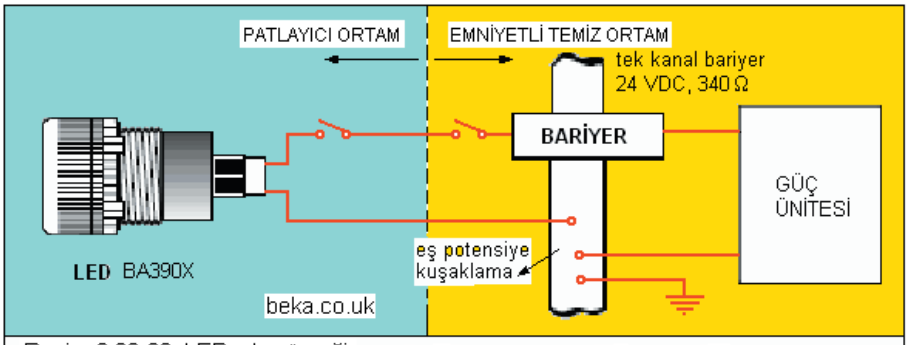
LED akımı 18-22 mA arası, LED terminalindeki gerilim 14-30 V

Bariyer seçimi: U_0 < 30 VDC, U=24V, P_0=1,3 veya 1,2W iç direnç 340 Ω

Gerilim kaybı incelemesi:

LED minimum çalışma gerilimi:	14,0 V
Bariyer üzerindeki azami gerilim düşümü: (22 mA x 340 Ω)	7,5 V
TOPLAM:	21,7 Volt

Bu gerilim kaybı hesabına göre seçilen sertifikalı güç kaynağı veya KE bariyerin çalışma gerilimi 21,7 volttan aşağı olmamalı ve yine zener diyotların çalışma gerilimi de (genellikle 26,5 volt olan) 28 voltu aşmamalıdır.



Resim 6.93-23: LED çıkış örneği

d) ANALOG ÇIKIŞLAR, ANALOG OUTPUT

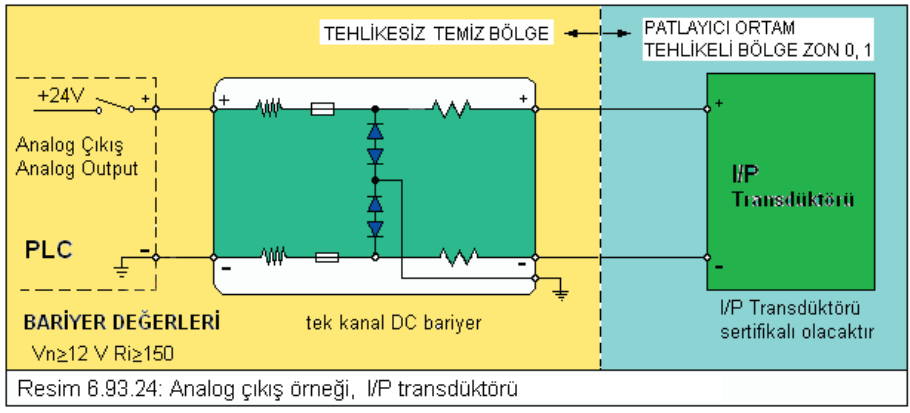
PLC'lerde analog çıkış daha ziyade gösterge çıkışı şeklindedir ve ölçülen değerleri izlemek maksadı ile görev görürler. Böyle bir göstergenin patlayıcı ortamda çalıştırılma olasılığı yok gibidir. Buna rağmen göstergenin patlayıcı ortama yerleştirilmesi zorunlu ise yetkili yerlerden (notified body) sertifika almış olmaları icap eder.

Ancak pratik örnek olarak analog akımlarla çalışan bir pinomatik sistem örneği verebiliriz. PLC'nin 4-20 mA analog çıkışı pinomatik bir transdüktörü çalıştırır. I/P transdüktörü tabir edilen (I/P transducer) bu tip çeviricilerde pinomatik çıkış gelen elektrik akımı ile orantılıdır. Ne kadar çok akım gelir ise pinomatik sistem o kadar çok basınç yaratır. Sonuçta gelen akımlar bir vanayı kumanda etmektedir ve gelen akım düşer ise vananın açıklığı da düşmekte, 4 mA olduğunda kapamakta veya pinomatik sisteme basınç vermemektedir. Değişken valf tabir edilen I/P transdüktörleri PLC den gelen analog akımlarla

çalışmaktadır. Resim 6.93-24 de bir uygulama örneği görülen I/P transdüktörleri pasif cihaz olmadıklarından sertifikalı olmak zorundadırlar. PLC çıkışına bir bariyer konularak sistem çalıştırılabilir. Seçimi yaparken güç ünitesi çıkış empedansına ve transdüktörün direncine dikkat etmek gerekir.

Örneğin: Transdüktör empedansı= 150 Ω ve güç ünitesi empedansı (burden) 1000 Ω ise bariyer iç direnci: 1000-150= 850 ohmu geçemez.

Bu arada, gerilim düşümünü de hesaba katmayı unutmamalıyız. Örneğin transdüktör + kablo + bariyer toplam direnci (350+150+40=540) 540 ohm ise, 20 mA azami analog akım çıkışındaki gerilim düşümü: 20 mAx540= 10.8 volt yapmaktadır. Bu durumda iç direnci 150 ohm ve çalışma gerilimi 12 volt olan bir bariyer seçimi uygun olacaktır. Bu arada hem I/P transdüktörünün ve hem de bariyerin notified body tarafından verilen sertifikaları incelenerek kısa devre akımı (Isc) ve endüktans L_0 ve kapasitans C_0 yönünden de uygun olup olmadıkları kontrol edilmelidir.



Resim 6.93.24: Analog çıkış örneği, I/P transdüktörü

6.94 KENDİNDEN EMNİYETLİ OTOMASYON SİSTEMLERİ

Otomasyon sistemlerinin gelişmesi ile patlayıcı ortamdaki bilgilerin toplanması ve hatta bazı hallerde patlayıcı ortamdaki bir makinenin otomasyon yolu ile kumanda edilmesi gibi olaylar ister istemez gündeme gelmiştir. Öncelikle kimya sanayinde kullanılan FIELDBUS tabanlı kendinden emniyetli otomasyon (veya skada) sistemleri geliştirilmiştir. Yazımızın bu bölümünde PROFIBUS-PA veri iletim sistemi ele alınacaktır. İlk önce Alman DIN normu tarafından standartlaştırılan FIELDBUS daha sonra Avrupa (EN500170) ve IEC normlarına (IEC61158-2) da alınarak uluslar arası geçerlilik kazanmıştır. Aşağıdaki tabloda görüleceği gibi kullanım yeri ve gayesine göre değişik PROFIBUS seçenekleri mevcuttur.

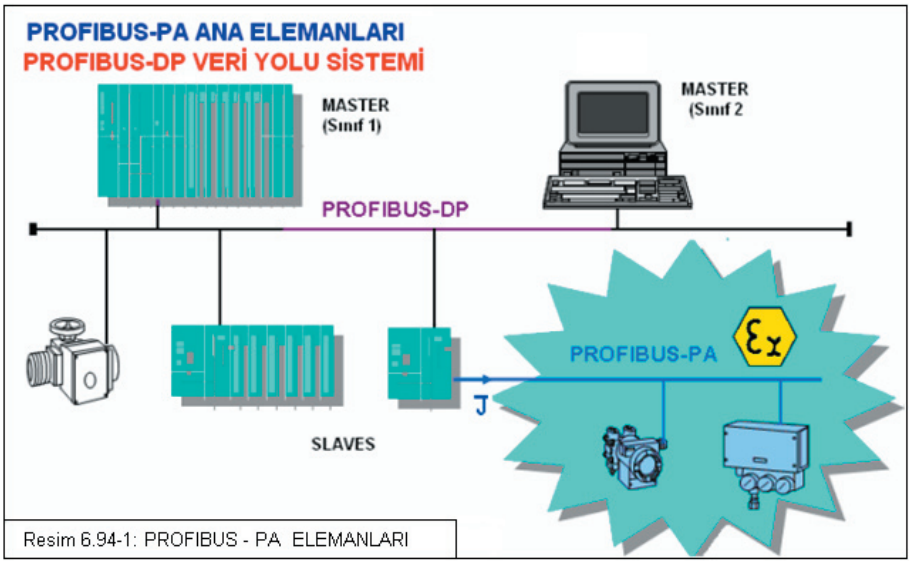
EN 50170			Alet yapısı profili sektör yapısı profili
Geniş kapsamlı otomasyon sistemleri. Büyük üretim tesisleri ve SCADA sistemleri	Üretim, imalat otomasyonu Fabrika bazında otomasyon	İşlem, proses otomasyonu. Üretim bölümlerine yönelik otmasyon	
PROFIBUS - FMS	PROFIBUS - DP	PROFIBUS - PA	
Fieldbus message specification	Decentralized periphery Merkezi olmayan donanım	Proses otomasyonu	
Genel geçerli, universal	hızlı	Uygulamaya yönelik	
Geniş kullanım alanı	Etkili ve ekonomik	Kendinden emniyetli besleme. KE bus sistemi	

Bilgi aktarma data nakil sistemi genel hatları ile 3 kademeden oluşur. Bunlar:

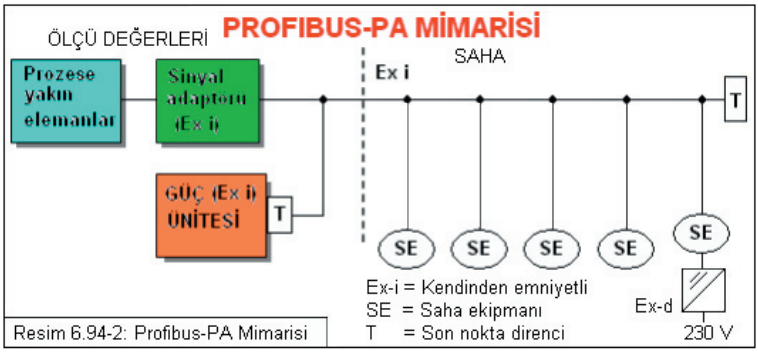
1. Ana kumanda kontrol veya izleme cihazı, MASTER PLC
2. Tali veya alt PLC'ler veya SLAVE PLC, sahadan bilgileri toplayan veya bilgi aktaran cihazlar
3. SLAVE bilgi aktaran veya SLAVE den bilgi alan, duyarga, dedektör, valf, ısıl çift ve saire gibi SAHA CİHAZLARI

Bilgiler duyargalardan genelde transmitterler vasıtası ile 4-20 mA olarak gelirler. Önceki bölümlerde bahsettiğimiz gibi, bilgi her zaman 4-20 mA yani analog olarak gelmeyebilir. Doğrudan akıllı sensörler vasıtası ile sayısal olarak da aktarılabilir. Olaya MASTER tarafından baktığımızda, gelen veya giden bilgiler daima sayısaldır. Resim 6.94-1-2-3-4 de görüldüğü gibi mastara bağlı olan sayısal PLC ler, doğrudan bir ölçü algılayıcısı olabildikleri gibi, bir çok dedektörü içeren geniş kapsamlı bir PLC de olabilmektedir. Eğer bir sensör doğrudan sayısal bilgi aktarım hattına bağlı, tak kullan tipten ise, bu durumda akıllı sensörden veya akıllı transmitterden söz edilir. Günümüzde bu gibi algılama ve izleme sistemleri bir nevi modadır. Akıllı tabir edilen ölçü aletleri doğrudan veri hattına (DATABUS) bağlanır. Yalnız unutulmamalıdır ki, bu gibi ölçü aletleri sonuçta elektronik algılama, gösterge ve sayısal dönüşüm gibi bölümleri ayrı ayrı içermekte olup, elektronik açıdan hiçbir şey değişmemektedir. Akıllı tabir edilen dedektörlerin kullanıcıya kolaylık getirmekten ileriye bir anlam ve faydası yoktur. İleride de bahsedeceğimiz gibi bu gibi durumlarda bağlanabilecek ölçü alet sayısı sınırlı olduğu için her zaman ve her yerde akıllı da olsalar kullanışlı olmayabilirler.

Bir fikir vermek üzere yazımıza eklediğimiz resimlerde görüleceği gibi (resim 6.94-1, -2, -3, -4) veri iletim sistemleri farklı yapıda olabildikleri gibi, farklı iletim teknik ve protokolleri kullanılarak data iletilmektedirler. Yazımızın bu sürümündü bu gibi veri iletim tekniklerine girilmeyecek olup, doğrudan veri iletim yollarının nasıl KE yapılabildiği ve nelere dikkat edilmesi gerektiği gibi hususlar izah edilmeye çalışılacaktır. Ölçü ve algılama sistemleri bölüm 6.91 de ele alınmış ve 4-20 mA transmitterlerin KE bariyerler yardımı ile nasıl KE yapılabileceği izah edilmiştir. Yazımızın bu bölümündü ise iletim yollarının nasıl KE yapıldığı açıklanmaya çalışılacaktır.



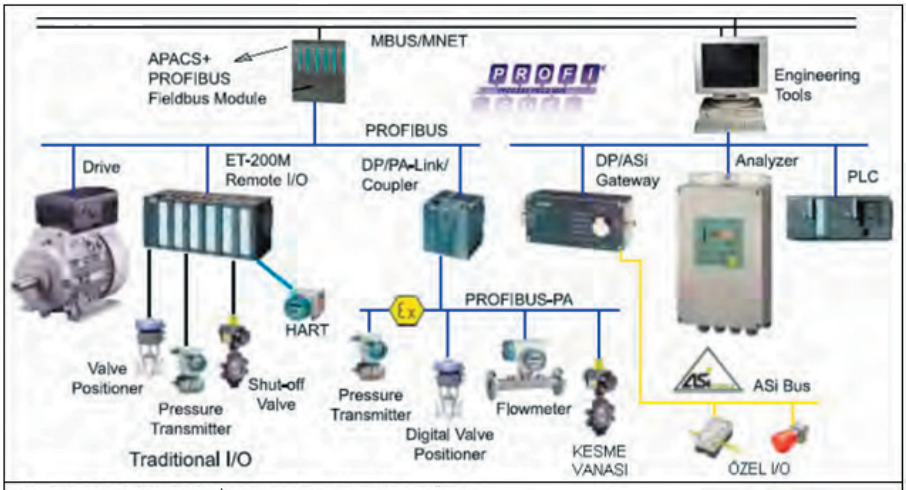
Resim 6.94-1: PROFIBUS - PA ELEMANLARI



Resim 6.94-2: Profibus-PA Mimarisi

Bu bölümde ele alacağımız bir cihazdan ziyade, saha cihazlarının bağlandığı bir veri yoludur. Pratik olarak kablodan başka bir şey değildir. Fiilen patlayıcı ortamda bulunan veya patlayıcı ortamdan, temiz ortamda bulunan kumanda cihazına data nakleden veri hattı, genelde düşük gerilim ile çalışmaktadır. Düşük gerilim KE yönünden avantaj teşkil etmektedir. Fakat yüksek frekans ile çalışmak ise KE yönünden sınırlamalar getirmektedir. Bilindiği gibi KE yi etkileyen en önemli faktör enerji depolayan endüktans L ve kapasitans C değerleridir. **Galvanik ayırım (izolasyon) yöntemleri ile PLC'lerin bünyesinde bulunan L ve C değerleri elimine edilebilir. Geriye aradaki kabloların L ve C değerlerinden başka bir şey kalmaz. Fakat bu konu veri iletimi (data nakli) olunca işin içine yüksek frekans, uzaklık yani mesafe girmektedir.** Çünkü veriler, mümkün olduğunca uzak mesafelere ve yine mümkün olan azami hız ile iletilmelidir. Birkaç yüz metre değil birkaç km gibi uzun mesafeler gündeme gelmektedir. Bu durumda

"acaba KE olarak bilgilerimi ne kadar uzağa iletebilirim" sorusu gündeme gelmektedir. Veri iletimi hem KE olacak ve hem de mümkün olduğunca uzak mesafelere iletilecektir. Bu arada özel kablo kullanmak da pek arzu edilen bir şey değildir. Bilinen veri kabloları ile mesafeler ne olur? Buraya kadar açıkladığımız bölümleri iyi inceledi iseniz, mesafeler tamamen kabloların L ve C sine yani geometrik yapılarına bağlıdır. Aşağıda izah edileceği gibi Profibus-PA da mesafeler 1900 metreyi aşmamaktadır. Araya tekrarlayıcı konularak en fazla 10 km ye ulaşılabilmektedir. Fakat hızlı bir proses otomasyonu için ideal mesafe 1000 m kadardır ki, kimya sanayi için bu uzaklıklar fazlası ile yeterlidir. Mesafe sorunu geniş üretim alanı olan büyük yer altı madenlerinde gündeme gelmektedir. Burada ise PLC veya sensörler veri iletim hattı üzerinden beslenmemektedir, her cihaza ayrı ayrı harici besleme ünitesi bağlanmaktadır.

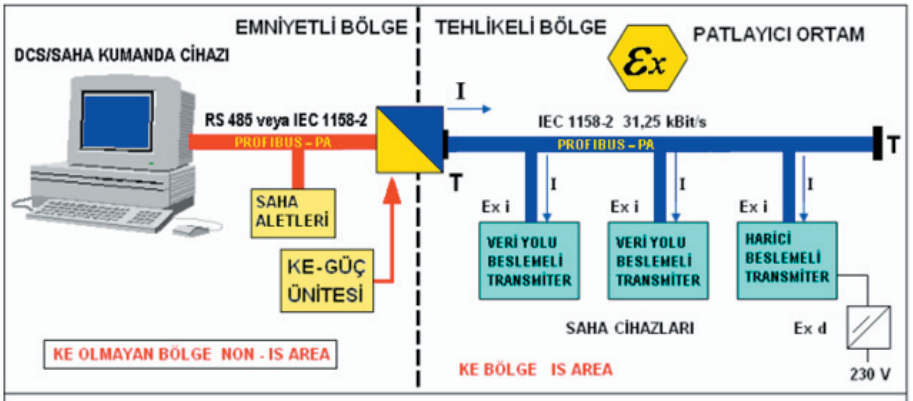


Resim 6.94-3: PROFİBUS veri iletim sistemine bir örnek

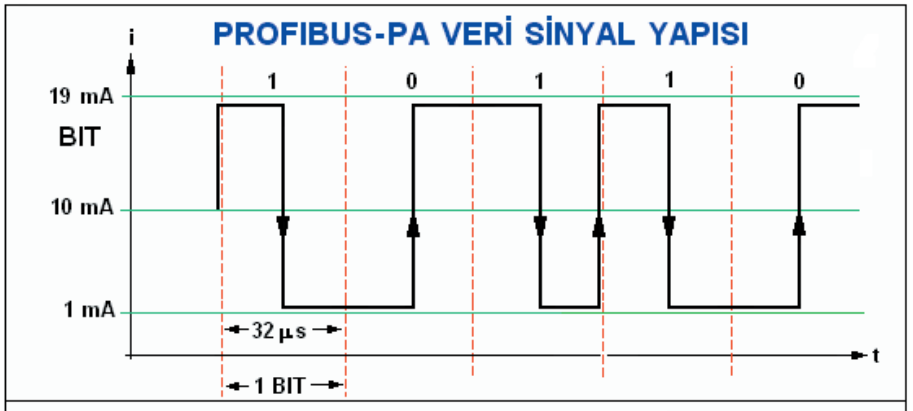
FISCO

FISCO, Profibus-PA veri iletim sisteminin kendinden emniyetlilikle ilgili özel bir uygulama metodudur. Federal Alman test otoritesi (Notified Body) PTB (Phisikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig) öncülüğünde geliştirilmiştir. İngilizce "fielbus intrinsically safe concept" kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Patlayıcı ortamlarda alet seçimini kolaylaştırmak ve kullanıcı hatalarını en aza indirmek maksadı ile geliştirilmiştir. Ayrıca bu uygulama hem EN ve hem de IEC tarafından standart haline getirilerek EN60079-27, IEC 60079-27 nosu ile "Electrical apparatus for explosiv atmospheres-Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and fieldbus non-incendive concept" adı altında yayınlanmıştır. Ayrıca söz konusu bu standart TSE tarafından da yayınlanarak yürürlüğe konulmuştur. (TS EN 60079-27, 12.10.2006, Patlayıcı gaz ortamları için elektriksel cihazlar-Bölüm 27: kendinden güvenlik kavramlı alan barası ve kendinden olmayan alan barası). Buradaki tercüme yanlıştır. Alan barası, veri yolu olarak değiştirilmelidir.

FISCO ya uygun saha cihazlarının akım tüketimi en fazla 10 ma, endüktiviteleri (Li<10 µH on mikro henri ve kapasitansları da (Ci<5nF) beş nano faradı geçmeyecek şekilde tasarlanmışlardır. Bu özellik (FISCO uyumluluğu) Notified Body tarafından verilen sertifikada belirtilmiş olmalıdır. FISCO ya uygun iletim sistemi tasarlarken, düşük endüktivite ve kapasiteleri nedeni ile saha cihazlarının L ve C değerlerini ihmal edebiliriz. Bu durumda yalnızca iletim kablosunun L ve C değerlerini dikkate almamız yeterli olmaktadır. FISCO da kullanılan veri hızı IEC 61158-2 de ön görüldüğü gibi 31.25 kBit/s dir. Kullanılan kablo yazımızın devamında özelliği verilen A-tipi kablolardır. Bu şartlarda veri iletim mesafesi gaz gruplarına ve kendinden emniyetlilik güvenlik seviyesine göre (Ex-ia, Ex-ib) değişmektedir. En tehlikeli gaz olan asetilen ve hidrojen grubunda (Ex-IIC) ve ia güvenlik seviyesinde mesafe 1000 metre kadar olmaktadır. Bu mesafelerin nasıl hesaplandığı yazımızın devamında verilen örnekte izah edilmeye çalışılacaktır.



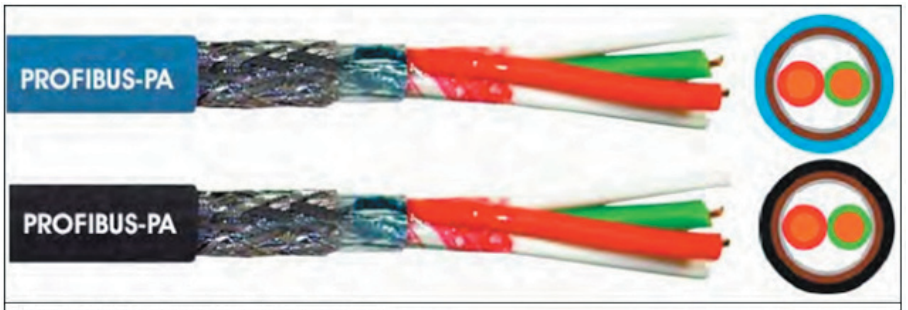
Resim 6.94-4: Proses otomasyonuna tipik bir örnek



Resim 6.94-5: Profibus-PA sinyal yapısı

Profibus-PA veya FISCO veri iletiminde kullanılan sinyal yapısı resim 6.94-5 de görüldüğü gibi 10 mA'i geçmeyecek şekilde 9 mA olarak tasarlanmış olup, BIT süresi 32 µs (mikro saniye) ve gerilim seviyesi de iletim esnasında 0.75-1 Vss (voltage pegel) seviyelerinde kalmaktadır.

Veri iletim hattına bağlanan cihaz sayısı tüketilen akım ile ve dolayısı ile kullanılan güç ünitesinin gücü ile değişmektedir. 10 mA akım tüketen saha aletleri ile Ex-IIC gaz grubunda ve Ex-ia güvenlik seviyesinde en fazla 10 saha ekipmanı veri iletim hattına bağlanabilmektedir. Ex-IIB gaz grubunda Ex-ib güvenlik seviyesinde bu sayı 32 adet saha ekipmanına kadar yükselebilmektedir. Çünkü Ex-IIB gaz grubu daha yüksek akımlarda çalışan güç ünitelerine müsaade etmektedir.



Resim 6.94-6: Profibus PA kablo yapısı

PROFIBUS-PA KABLOSU

Profibus iki tip kablo önermektedir, tip-A ve tip-B. Yeni tesislerde tip A dan başka bir kablo önerilmemektedir. A-tipi kablo farklı kesitlerde (0.8, 1.2 ve 2.1 mm^2) piyasaya sürülmektedir. Kablo kesit olarak imalatçıdan imalatçıya farklı ise de empedans, kapasitans, endüktans gibi KE açısından bizi ilgilendiren değerleri pek fazla değişmemektedir. Firma kataloglarına bakıldığında A-tipi olmalarına rağmen, sanki farklı kablolar varmış gibi bir izlenim edinilmektedir. Farklı olan öncelikle bakır tel kesitleridir. Diğer empedans verileri bir birine yakındır. Dikkatli bakıldığında KE yönünden önemli olan C değerlerinin 50/60 nF/km arasında değiştiği görülmektedir. Genel hatları ile firma kataloglarından alınan A-tipi kablo değerleri aşağıdaki gibidir.

A-Tipi Profibus-PA kablosunun elektriksel özellikleri:

Empedans (Impedance)	100 ± 20Ω (80-120Ω)
Damar-damar arası kapasitans (mutual capacitance)	50-60 nF/km
Damar-ekran (toprak) arası kapasitans	Azami 200 pF/km
Endüktans. azami	0,7 mH/km
Test gerilimi	300 V
	1500 V

Resim 6.94-6 da görüldüğü gibi Profibus/PA kablosu ekranlıdır ve iyi bir manyetik uyumluluk (EMC) için ekranlar topraklanmalıdır. Veri iletim hattı hem başından ve hem de sonundan özel bir empedans ile sonlandırılır. IEC 61158-2 ye göre yapılan iletişimde (100Ω + 1 nF) bir kombinasyon kullanılır. 9 pimden oluşan RS485 protokolünde sonlandırma dirençleri farklıdır. Data A- data B arası 220 Ω, data B ±5 Volt ve data A-şase (toprak) hattı arası 390 Ω direnç bağlanır.

Veri iletim üzerine bilgisi olan bir kişi yazımızı okuduğunda "bu yazar ne mesafesinden söz ediyor, mesafe sınırlamasını da ilk defa okuyorum" şeklinde düşünüyor olabilir. Çünkü patlayıcı ortam dışındaki endüstriyel uygulamalarda mesafeler değil hız gündeme gelmektedir. Patlayıcı ortamlarda yukarıda bahsettiğimiz özel kablolar yerine fiberoptik kablo kullanıldığı takdirde mesafeler uzayabilir. Aşağıdaki tabloda değişik fiber optik kablolara göre ulaşılabilen mesafeler verilmiştir.

Mesafe	Elyaf tipi	Elyaf çapı Çekirdek/Kılıf	Alışma dalga boyu
100 metreye kadar	Suni madde	980/1000 µm	650 nm
500 metreye kadar	PFC veya HSC elyafı	200/230	650 nm
3 km ye kadar	Çoklu cam elyafı (multy mode)	50/125 62.5/125	860 nm
15 km ye kadar	Tekli cam elyaf (single mode)	10/125	1300 nm
PFC ve HSC firma rumuzlarıdır			

ÖRNEK 1

Ex-IIC gaz grubunda bulunan hidrojen ortamında ve Zon 0 da çalışacak Ex-ia güvenlik seviyesinde olan bir ortamda çalışan PROFIBUS/PA veri iletim sistemi kurulacaktır. Kullanılacak ekipmanlar hakkındaki bilgiler aşağıdaki gibidir.

1) Saha aletleri verileri:
Çalışma gerilimi 24 VDC
Çalışma akımı (azami akım Isc=) 10 mA
Endüktans Li < 10 µH
Kapasitans Ci < 5 nF
Ex özelliği: Ex-II C ia T6 sertifikalı

2) Sonlandırma empedansı:
100 Ω + 1 nF
Ex özelliği: Ex-II C ia T6 sertifikalı

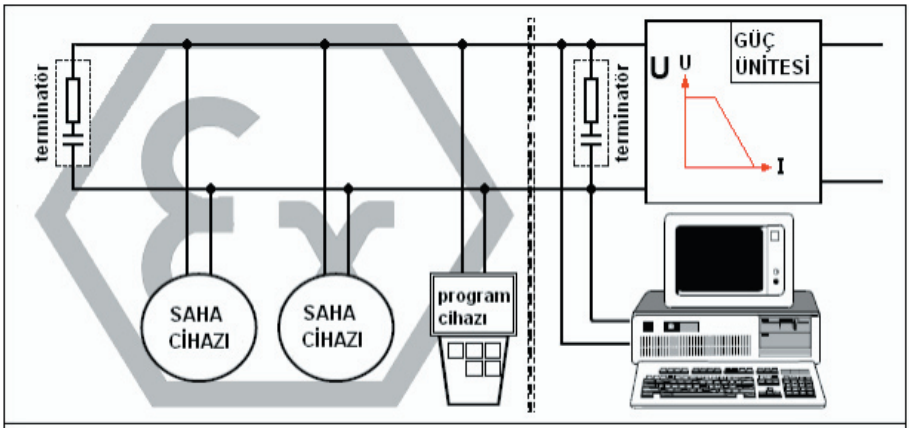
3) Profibus kablosu:
Endüktans L_0= 0,65 mH/km
Kapasitans C_0= 60 nF/km
Damar kesite= 1,3 mm^2
Empedans= 100 ±20 Ω/km
Ex özelliği: açık mavi renkli, yanmayı ilerletmeyen halojensiz kablo (kablolarda ex-sertifikası olmaz)

4) Güç ünitesi: Çalışma gerilimi: 24 VDC
Calışma akımı:
Kısa devre akımı Isc azami akım
Ex özelliği: Ex-II C ia T6 sertifikalı
Devresine bağlanabilecek azami kapasitans: C_0
Devresine bağlanabilecek azami endüktans: L_0

SORU: Ex-II C gaz grubunda ve ia (EPLa) güvenlik seviyesine göre
1) Güç ünitesinin değerleri ne olmalıdır?
2) Saha aletlerinin sayısı azami ne kadar olabilir?
3) Kablo boyu dolayısı ile data iletim mesafesi azami kaç metre olabilir.

Sistemdeki saha aletlerini çalıştırma gerilimi belli olduğuna göre nominal gerilim 24 Volt olan herhangi bir KE güç ünitesi kullanmamız maalesef mümkün değildir. Kendinden emniyetliliğin esaslarına ve özellikle IEC 60079-0 ve IEC 60079-11 deki şartlara dikkat etmemiz gerekir. Bilindiği gibi kendinden emniyetlilik tekniğinde elektrik değerlerinin hemen tamamı sınırlıdır. Bu örnekte yalnızca çalışma gerilimi 24 V olarak bellidir.

Güç ünitesini belirlerken gerilim düşümüne dikkat edilmesi ve dolayısı ile 24 volttan daha yüksek çıkışlı bir güç ünitesi seçilmesi gerekir. ±%10 gerilim değişimine her elektrik aleti dayanmak zorundadır. Elektronik cihazlar gerilim dalgalanmalarına daha dayanıklıdır. Burada göz önüne alınan gerilim dalgalanmasından ziyade gerilim kaybı, dolayısı ile bazı cihazlarda yüksek bazı cihazlarda da düşük gerilim olması ihtimalidir. Bu nedenle çıtayı %10 değil %15-20 civarında tutar isek hata yapmayız. Dolayısı ile güç ünitesi çıkış gerilimini 24 Volt yerine 28 Volt almamızın bir mahsuru yoktur (%16 artış). Kısaca 4 volt bir gerilim düşümü olabileceğini peşinen kabul etmiş oluyoruz. Olayı gözümüzde canlandırmak için bir de veri iletim sisteminin bağlantı şekline bakmamızda yarar vardır. Tasarlanan veri iletim sistemi genel hatları ile prensip olarak resim 6.94-7 deki gibidir.



Resim 6.94-7: Veri iletim şebekesi ve veri iletim kablosu bağlantısı

IEC 60079-11 standardındaki ateşleme eğrilerine ve yine ateşleme akım ve kapasitanslarını veren tablo A1 ve A2 ye baktığımızda Ex-IIC tablo A1 de 28 Volt için 121 mA değeri karşımıza çıkar. A2 çizelgesine baktığımızda ise 83 nF kapasitans değeri okunur. Bu tablolarda 1,5 emniyet katsayısına dikkat etmeyi unutmamak gerekir, çünkü ia seviyesine göre bir tasarım yapılacaktır.

83 nF kapasitans değerine baktığımızda kablo boyunun fazla uzun olamayacağı (83 nF/ 60 nF/km) ve 1380 metrede tıkandığı gözükmektedir. Cihaz başına tüketim 10 mA olduğuna göre güç ünitesinin 121 mA olan akım kapasitesine baktığımızda ise 10-12 cihazın üzerinde saha ekipmanı bağlanamayacağı sonucuna varılmaktadır. Gerilim düşümü nü dikkate aldığımızda durum ne olacaktır? Gerilim düşümü dV=IxR=ıxLx27.5 formülü ile hesaplanmakta olup, bu değerin yukarıda izah edildiği gibi en fazla 4 volt alınabileceğini kabul etmiş idik. Yönetmeliklere göre alçak gerilimde gerilim düşümü %1,5 kadar olabiliyor ise de burada özel bir inceleme yapıldığı için teknik olarak müsaade edilebilen seviyeler alınmıştır. Excell tablosu ile değişik hesaplamalar yapıldığında iletim mesafesinin alet sayısına göre değiştiği görülmektedir. Alet sayısı 10'u aşamayacağına göre aşağıdaki tablodan çıkan sonuç gerilim düşümünün tasarımda etkili ve belirleyici olmayacağı yönündedir. Her ne kadar bu tabloda, örneğin 4 adet cihaz için 3,65 km mesafe gözüküyor ise de IEC 60079-11 çizelge A2 de verilen (3 nF kapasitans değeri aşılamayacağından, tasarladığımız veri iletim sistemine 4 değil 1 cihaz bağlasak dahi hiçbir zaman 1383 metre mesafeyi aşamayacağımız unutulmamalıdır. Kaldı ki biz burada 5 nF olan saha ekipmanları ile 1 nF olan sonlandırma dirençlerinin etkisini de dikkate almadık. Bu takdirde mesafe daha da kısalmaktadır.

TABLO: 4 Volt gerilim kaybında kablo mesafeleri

KABLO		SAHA CİHAZI		GERİLİM KAYBI	4V GK da mesafe
DİRENCİ	BOYU	SAYISI	AKIMI		
Ohm/km	km		A	V< 4 V	km
27,5	3,65	4	0,04	4,02	3,64
27,5	2,43	6	0,06	4,01	2,42
27,5	1,82	8	0,08	4,00	1,82
27,5	1,46	10	0,10	4.02	1,46
27,5	1,32	11	0,11	3,99	1,32
27,5	1,21	12	0,12	4,00	1,21
27,5	1,04	14	0,14	4,00	1.04
27,5	0,91	16	0,16	4,00	0,91

Bu konuda irdeleme yapan uzmanlar yukarıda FISCO konsepti altında açıkladığımız gibi mesafeyi 1000 m olarak belirlemişlerdir ki, bizce de optimum mesafe olarak 1000 m alınması normaldir. Sonuç olarak bu örnekte 28 Volt nominal gerilimle çalışan bir KE güç ünitesi seçmek yeterli olacaktır.

SONUÇ: Seçilen güç ünitesi gerilimi U= 28 VDC, akım Isc= 181 mA ve
bağlanabilecek kapasitans C0= 83 nF olacaktır
Saha alet sayısı= 10
İletim mesafesi= 1000 m

ÖRNEK 2: Örnek 1 deki alet sayısını artırmamız için güç ünitesinin gerilimini düşürüp akımı artırmamız ve dolayısı ile de daha düşük gerilimde çalışan saha ekipmanları kullanmamız yeterli olacaktır. Aşağıda benzer bir örnek irdelenmektedir.

1) saha aletleri verileri:	Çalışma gerilim 12 VDC Çalışma akımı (azami akım Isc)= 10 mA Endüktans Li < 10 µH Kapasitans Ci < 5 nF Ex özelliği: EX-II C ia T6 sertifikalı
2) Sonlandırma empedansı:	100 Ω + 1 nF Ex özelliği: EX-II C ia T6 sertifikalı
3) Profibus-PA kablosu:	örnek 1 deki kablonun aynısı

SORU: Güç ünitesi seçimi, azami saha alet sayısı ile veri iletim mesafelerinin belirlenmesi

2 Volt gerilim düşümü (%16) dikkate alınarak 12 volt yerine 14 volt çıkışlı bir güç ünitesi hedeflenecektir. IEC 60079-11 tablo A1 de 14 Volt için 1,2 amper ve çizelge A2 de de 0,73 µF değerleri okunmaktadır.

14 volt 1,2 amper çıkışlı bir güç ünitesine, tüketimi 10 mA olan saha ekipmanlarından teorik olarak 120 adet bağlayabilmek mümkündür. Güç ünitesinin müsaade edilen Co kapasitansı 0.73 µF olduğuna göre (730 nF/60 nF/km= 12,166 km) veri iletim hattının da 12 km mesafeyi aşabileceği gibi bir sonuca varılmaktadır. 2 Voltluk gerilim düşümünü ele aldığımızda ise aşağıdaki tabloda görüleceği gibi iletim 7 km yi aştığında gerilim kaybı 2 voltun üstüne çıkmaktadır. 100-120 saha aleti bağlandığında 60-70 cm gibi komik mesafelerle karşılaşılmaktadır. Buradan çıkan sonuç verilen örnekte hem cihaz sayısının ve hem de iletim mesafesinin gerilim düşümü tarafından belirlendiğidir. Sonuç olarak mantıklı mesafeler 10-12 cihaz sayısında olduğu görülmektedir.

KABLO		SAHA CİHAZI		GERİLİM KAYBI	2 V GK da mesafe
DİRENCİ	BOYU	SAYISI	AKIMI		
Ohm/km	km		A	V< 2 V	km
27,5	7,27	1	0,01	2,00	7,27
27,5	1,82	4	0,04	2,00	1,82
27,5	1,21	6	0,06	2,00	1,21
27,5	0,91	8	0,08	2,00	0,91
27,5	0,73	10	0,10	2,01	0,73
27,5	0,61	12	0,12	2,01	0,61
27,5	0,52	14	0,14	2,00	0,52
27,5	0,45	16	0,16	1,98	0,45
	0,36	20	0,20	1,98	0,36
	0,30	24	0,24	1,98	0,30
	0,072	100	1,00	2,01	0,07
	0,061	120	1,20	2,05	0,06

SONUÇ: Seçilen güç unitesi U= 14 VDC, akım Isc= 1,2 A ve
Bağlanabilecek dış devre kapasitansı C0= 0,73 µF
Saha alet sayısı: 10
İletim mesafesi: 700 m

Bu iki örnekten çıkarılan sonuç ise düşük gerilimli ve yüksek akımlı cihaz seçmenin pek faydalı olmayacağı yönündedir. Ayrıca akım arttıkça elektronik cihazların fiyatı da artacaktır. Bu ve benzeri örnekleri çoğaltmamız mümkündür. Ex-II B grubunu ve hatta ib güvenlik seviyesine göre tasarım yaptığımızda veri iletim hattına bağlanabilecek alet sayısı ve aynı zamanda veri iletim mesafeleri de artacaktır.

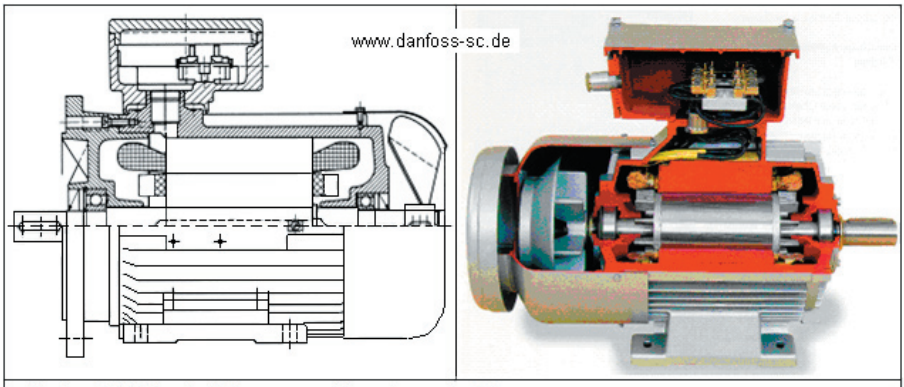
Diğer taraftan burada verilen örneklere bakarak her hangi bir veri iletim sistemi tasarlamanızı tavsiye etmeyiz. Çünkü data iletim sistemleri basit ölçü tertibatlarına benzemez, çok daha kapsamlı ve detaylı sistemlerdir. Bilmediğimiz veya unuttuğumuz konular olabilir. Yukarıda verilen örneklerde saha ekipmanlarının L ve C değerleri ile sonlama empedansının değerleri de dikkate alınmamıştır. Bu gibi kapsamlı data iletim sistemlerini kendinden emniyetlilik konusunda uzman olan büyük firmalara yaptırmanın çok daha akıllıca olacağı kanaatindeyiz. Küçük firmalar daha esnek, ucuz ve hızlı ve iş bitiriyor olabilir. Unutmayınız ki, exproof konusu ve özellikle de kendinden emniyetlilik çok spesifik konulardır. Bu gibi konularda ekipman üreten firma sayısı bir elin parmakları kadar az olduğu gibi, konuları çok iyi bilen ve hemen her şeye hakim tecrübeli uzman sayısı ise çok daha azdır. Özel uzmanları ancak büyük firmalar ellerinde tutabilmektedir. Bu nedenle kapsamlı data iletim sistemleri büyük firmalar ile çözülebilmektedir.

BÖLÜM V
UYGULAMA ÖRNEKLERİ

7.00 ÖNEMLİ ELEKTRİK ALETLERİNDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ

7.10 ELEKTRİK MOTORLARI

Sanayide kullanılan elektrik motorlarının %95'inden fazlası sincap kafes tipi asenkron motorlardır. Bu motorlar tam kapalı olup normal çalışmalarında ark çıkarmazlar. Ancak dış yüzeyleri ısınabilir. Bu nedenle, genel kanı elektrik motorlarının ark çıkarmadığı yönündedir. Fakat çok az da olsa fırçalı "bilezikli asenkron" ve doğru akım motorları mevcuttur. Bu motorların fırçalarından sürekli ark çıkmaktadır. Bu yapılara itibarı ile elektrik motorlarında üç tip koruma yöntemi tatbik edilmektedir.



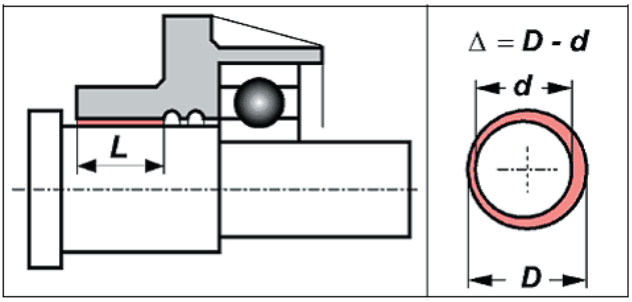
Resim 7.11: Ex-de tipi korunmuş bir motorun kesiti

a) Ex-d tipi korumalı elektrik motorları

Her tip motora tatbik edilebilir. Ex-d tipi korunan motorun gövdesi I. Grup gazlarda (metan) 10 atmosfer, IIB. Grup gazlarda ise 15 ve IIC grubu aletlerde ise 20 atmosfer statik basınca dayanıklı olmak zorundadır. Bu ise motorun ağırlığını artırır. Gövdenin mukavim ve flanş yüzeylerinin, 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.

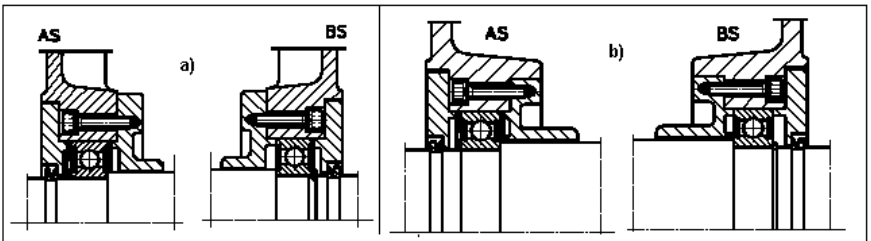
Motorların patlamayı sızdırma ve ısınma deneylerine dayanması gerekir. Motorun dış yüzey ısısına göre ısı grubu belirlenir. İç kısımdaki sargıların ve dönen rotorun ısınması dikkate alınmaz. D-tipi ve e-tipi karışık kullanılabilir. Motorların yalnızca kablo bağlantı yeri (klemens kutusu) e-tipi, motor gövdesi ise d-tipi korunmuş olarak imal edilir. Daha ziyade Alman imalatçılar tarafından tercih edilen bir yöntemdir. Bu tip bir motorun yapısı resim 7.11 de görülmektedir.

D-tipi korumalı bir motorun yatak örneği resim 7.11-12 ve 13 de görülmektedir. Hareketli olan yatak kısmında gerekli açıklığı (MESG) tutturmak kolay değildir.

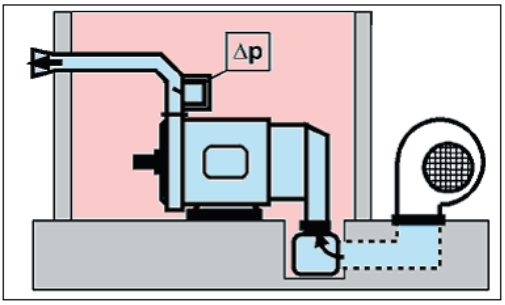


Resim 7.12:
Ex-d tipi bir motorun mil yataklaması

L=alev yolu
Δ = D-d alev açıklığı
MESG



Resim 7.13: a) Ex-ed IIB ve b) Ex-ed IIC tipi korunmuş motorların yatak örnekleri



Resim 7.14: Ex-p tipi basınçlı Koruma örneği

Δp= basınç kontrol ünitesi

www.danfosc.de

b) Ex-p, tipi korumalı elektrik motorları:

Resim 7.14 de sembolize edilen Ex-p tipi koruma Ex-e tipi korumanın uygulanamadığı ve Ex-d tipinin de çok pahallı olduğu hallerde tatbik edilir. Genellikle iri cüsseli, büyük ve fırçalı motorlarda tercih edilir. Üfleme mekanizması motorun soğumasına da yardımca olacağından bazı avantajları olmakla birlikte, en son akla gelen bir uygulamadır. Çünkü pahalı ve üfleme sisteminin ayakta tutulması ve bakımı nedeni ile işletme giderleri yüksektir. Ancak büyük ve fırçalı motorlarda tercih edilir.

c) Ex-e tipi korumalı elektrik motorları

Yapısı icabı ark çıkarmayan "sincap kafes asenkron" elektrik motorlarında tatbik edilebilmektedir. Ex-e tipi korunmuş bir motorun gövdesi 10 veya 20 atmosferlik bir statik basınca dayanıklı olmak zorunda değildir. Bu nedenle Ex-d tipi motorlara kıyasla daha

hafiftirler. Gövdede emniyet açıklığı (safe gap) ve minimum alev yolu (L) gibi hassas ölçüler istenmediğinden, işlenmiş yüzeylere ve sıkı bağlantılara gerek duyulmamaktadır. Bu nedenle gövde imalatı Ex-d tipi muhafazaya göre daha ucuz olması dolayısı ile imalatçılar tarafından tercih edilmektedir. Fakat bu avantajlarına mukabil sargıların daha itinalı, izolasyon sınıfı yüksek ve termistörlerle korunmuş olmaları gerekmektedir. Sargıların yanmasını dolayısı ile herhangi bir kısa devreyi önlemek için sargılar içine termistör yerleştirilir. 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.

Ex-e tipi motorlarda istenen önemli hususlar

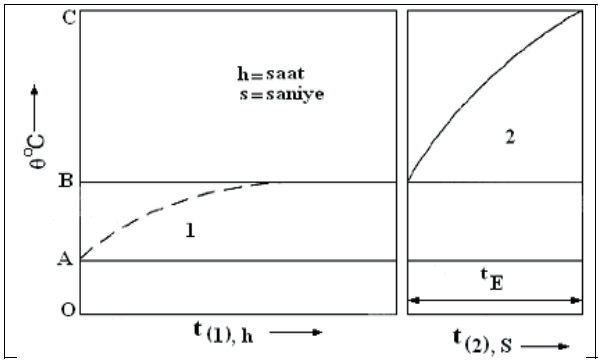
a) Gövde her ne kadar 10 veya 15 atmosfer basınca dayanıklı olmak zorunda değil ise de hepten dayanıksız olması anlamını gelmez, IEC 60079-0 (genel hususlar) standardında belirlenen darbe deneyine dayanmak zorundadır.

b) En az IP54 seviyesinde yabancı cisim girişine karşı korunmuş olacaktır. Yağmur suyuna karşı dayanıklı olacak ve motor hariçte de çalıştırıldığında içersine su girmeyecektir. Bu ise belli seviyede bir contalama ön gördüğünden motoru pek de ucuz kılmamaktadır.

c) İletkenler arası mesafe (minimum clearance) ve yalıtkanlara uzaklık (creepage distance) standartlarda belirlenen mesafelerden az olmayacaktır.

d) Sargı telleri ve kullanılan vernik izolasyon ve ısıl yönden dayanıklı ve kaliteli olmak zorundadır.

e) Kalkış akımı zaman sabitesi tE= 5 saniyeden az ve kalkış akımının nominal akımına oranı 10 dan fazla olamamalıdır.

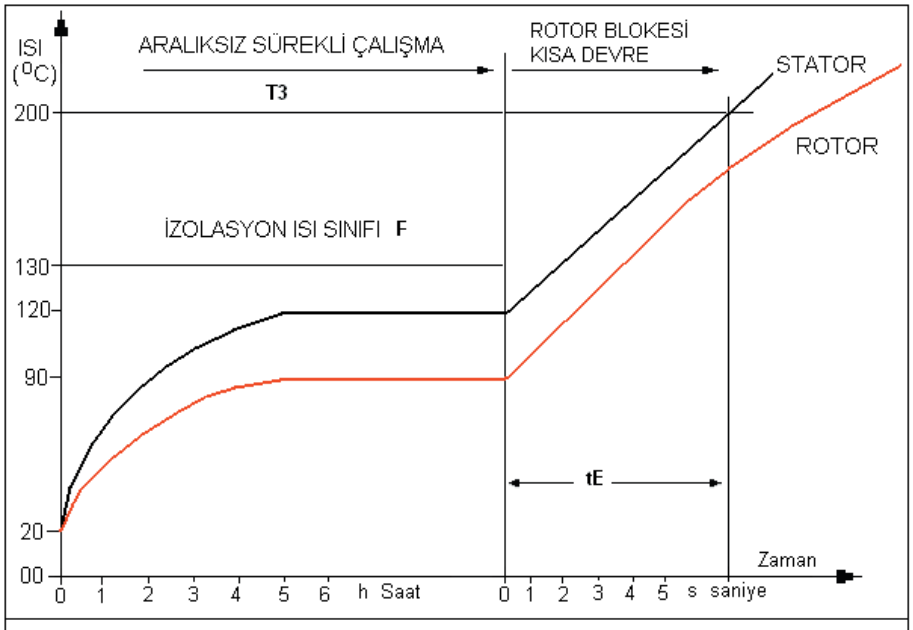


Resim 7.15:
Ex-e tipi motorların ısınma ve kalkış süresi ölçümü

Ex-d tipi motorların yalnızca dış gövde sıcaklığı dikkate alınır iken, Ex-e tipi korunan motorların rotor yüzeylerinin ısısının da dikkate alınması ve prototip deneylerinde ölçülmesi gerekmektedir. Ex-e tipi motorun imalatını zorlaştıran ve pahalandıran bu faktördür. Normal çalışma esnasında rotor direncinin ölçülerek kumanda devresine alınması pratik

olarak mümkün olmadığından, Ex-e motorların kalkış zamanı tE ve akım oranlarına sınırlama getirilmiştir. Bu veriler motor sargılarının kesitlerini sınırlamaktadır. Kalkış akımı ve tE zamanı IEC 60079-0 ve IEC 60079-7 de belirlenen deneyle tespit edilir. Motor nominal yükünde yol alırken akım ölçülür veya osiloskop ile grafiği çıkarılır. Motor, ısıl denge elde edilene kadar çalıştırmaya devam edilir, ısının yükselmesi sona erdiğinde deney tamamlanmış sayılır ve bu deneyden 7.15 ve 7.16'da görülen grafik elde edilir. Ayrıca motora kısa devre deneyi yapılarak tE süresi ölçülür. tE süresinin sonunda Ia/In= demeraj (kalkış) akımının nominal (anma) akımına oranı belirlenir.

tE= Maksimum çevre sıcaklığında ve normal çalışma altında ısıl dengesini sağlamış bir motora kalkınma akımı Ia tatbik edildiğinde sargıların belli bir ısıya kadar ısınması için geçen süredir. Belli sıcaklık, motorun ön görüldüğü ısı grubudur. (T1=450 °C, T5=130 °C). Bunun anlamı, motor tam yükte çalışırken herhangi bir nedenle kısa devre olduğunda (rotor bloke) sargıların ne kadar sürede tehlikeli dereceye kadar ısınacağıdır. Çünkü standart bu değeri 5 saniyenin altında istememektedir. Pratikte bu olaya, motorun çalışır iken herhangi bir nedenle durup, hemen tekrar yol verilmek istendiğinde ve motorun ikinci kez yol alamadığı hallerde rastlanmaktadır.



Resim 7.16: Ex-e Motorların ısınma ve kalkış süresi ölçümüne dair farklı bir resim

Ex-e tipi bir elektrik motoruna izolasyon testinin (yüksek gerilim testi) yanı sıra, kısa devre (rotor bloke) ve ısıl denge testleri de yapılır. Kısa devre deneyinde, yol vermeden 5 saniye sonraki rotor akımı ölçülürken, ısıl denge deneyinde, motorun nominal yükündeki

rotor ve stator sıcaklıkları ve ısı artışları ölçülür. Bu deneylerle elde edilen resim 7.15 deki grafikten tE zamanı hesaplanır. Resim 7.15 deki grafikteki verilerin anlamı:

OA= Çevre ısısı, genelde 40 °C dir.

AB= Tam yükte çalışan motorun stator sargıları sıcaklığının azami artış miktarıdır.

BC= Kısa devre edilmiş (rotoru sabitlenmiş, bloke edilmiş) motorun, rotor veya stator sargılarının azami sıcaklık artışıdır. Rotor ve stator için ayrı ayrı hesaplama yapılarak küçük çıkan tE süresi, motorun tE artış süresi olarak kabul edilir.

Rotorda tE süresi hesaplanırken her hangi bir sınırlayıcı faktör kullanılmaz. İstenilen değerlere ulaşabilmek için, çoğu kez motorların nominal yük değerlerini düşürmek gerekir.

Elektrik motorunun, stator sargılarına konulan termistör ile stator sargı sıcaklığını sürekli denetlemek ve aşırı ısınmalarda motoru durdurmak mümkün iken, aynı uygulamayı rotor sargılarında tatbik etmem mümkün değildir. Ex-e ile ilgili standart tE zamanının 5 saniyeden kısa olması istenmemektedir. Bunun nedeni, kısa devre anında ısınma süresini uzatmaktır. İşte bu nokta İngiliz uzmanların Ex-e tipi korumaya itiraz ettikleri hususdur. Motorlar çalışma icapları bloke (kısa devre) olabilirler. Bu süre uzun sürerse ne olur? Koruma devrelerinin çalışması ve motorun normal şartlarda durması gerekir. Durmaz veya durma 5 saniyeyi geçerse veya ısınma da biraz fazla olur ise patlayıcı ortam tehlikeye girebilir. Bu nedenle motorlarda Ex-e tipi koruma pek güvenilir sayılmayabilir. Kablo bağlantı kutularında (terminal veya klemens kutuları) Ex-e tipi korumayı anlamak kolaydır. Çünkü normal şartlarda ne ısınır ve ne de ark çıkarırlar.

Motorlara kısa aralıklarla peş peşe yol verilirse ne olur? Rotor sargıları ısınabilir ve tE zamanı tutmaz, yani patlayıcı ortam tehlikeye girebilir. İmalatçılar motorların peş peşe yol verme sayılarını sınırlamaktadırlar. Bu olay büyük motorlarda önemlidir. Fakat küçük motorlarda ne olacaktır. Şurası muhakkak ki, kısa aralıklarla peş peşe yol verme olayı normal çalışma koşulu olmayabilir. Eğer normal çalışma icabı sürekli dur kalk gibi bir çalışma olacak ise motor ona göre seçilmek zorundadır. Sık aralıklarla yol alma olayına Ex-d tipi korunan bir motor da garanti veremez, bu tip motorlar da ortamı tehlikeye düşürebilirler. Ancak stator sıcaklığının ölçülmesi bir önlem olabilir.

Ex-e tipi motorun rotor sıcaklığı da dikkate alındığından ısı grubu yüksek T5 ve T6 tipleri yapılamamaktadır. Bu gibi durumlarda Ex-d tipi motor tercih edilmek zorundadır.

d) Ex nA ARK ÇIKARMAYAN (NON SPARKING) MOTORLAR

“Sincap kafes asenkron motorlar* normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları ve aşırı ısınmadıkları için ABD de yıllarca tatbik edilen bir koruma yöntemidir. Avrupalı uzmanlarca uzun yıllar kabul görmemesine rağmen, son yıllarda ADB li uzmanların IEC ve CENELEC (Avrupa normu) çalışmalarına iştirak etmeleri ve bu kuruluşlara önem vermeleri sonucu, IEC tavsiyelerine ve Avrupa Normuna alınmıştır (EN50021).

Ex nA tipi NON SPARKING koruma Ex-e tipi korumanın biraz hafifletilmiş şeklidir. Yüzey ısıları hem stator ve hem de rotorda dikkate alınarak, prototip deneylerinde ölçülmektedir. Ex-e den farkı, 5 saniye olan tE zamanının ve kalkınma akımın nominal akıma aranı 10 olması şartının aranmamasıdır.

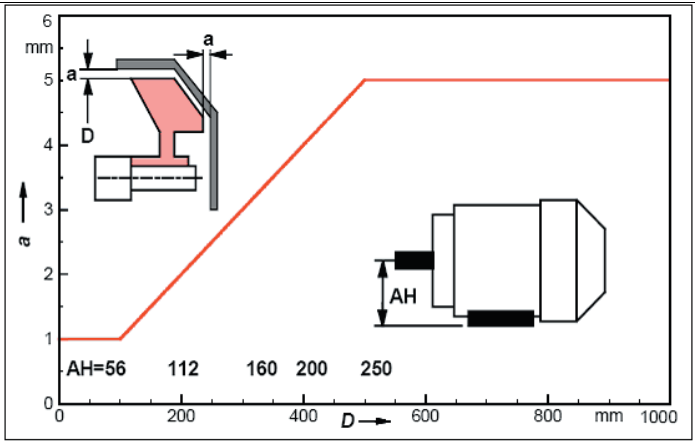
Hemen akla Ex nA motorların normal motorlardan farkı nedir sorusu gelmektedir. En önemli fark rotor ısılarının da denenmiş olması, sözde aşırı ısınmamasıdır. IP koruma tipleri, dahili motorlarda IP4X ve harici motorlarda da IP54 den aşağı olamaz. Motor sargılarına termistör konulması şartı yok ise de günümüzde normal motorlara da termistör konulmakta ve korumaya alınmaktadır. Bu tip motorlar ZON 2 de kategori 3 olarak kullanılmaktadırlar. EX-e tipinde olduğu gibi T5 ve T6 sınıfında üretilemezler.

Darbe dayanım deneyi yalnızca soğutucu pervane koruyucusuna yapılır. Pervane ile kapak veya koruyucu ızgara arasındaki açıklık 1 mm den az 5 mm den fazla olamaz.

Mega watt düzeyindeki çok büyük motorlarda Ex-e veya Ex-nA tipi koruma uygulamak tavsiye edilmemektedir. Bu motorlarda bazı ark olaylarına rastlanmış ve sebebi henüz tam olarak anlaşılamayan bu olaylardan dolayı büyük motorlar için CENELEC tarafından yeni bir standart hazırlığı girişimi başlatılmış olmasına rağmen henüz uzmanlarca onaylanıp yayınlanmış olan bir standart tarafımızdan bilinmemektedir.

e) Motor Soğutma Pervanesi

Motorların soğutma pervanelerinin herhangi bir nedenle gövde veya kapağa çarparak mekanik yönden ark çıkartarak patlayıcı ortamı tehlikeye atma durumu mevcuttur. Bunun için standart koyucu pervaneye ve gövdeye olan uzaklığına bazı kısıtlamalar getirilmiştir (IEC 60079-0). Pervane metalik değil ise anti statik olmak zorundadır, kapaktan açıklığı en az 1 mm olmalıdır ve saire gibi, dikkat edilecek ölçüler resim 7.17 de görülmektedir.



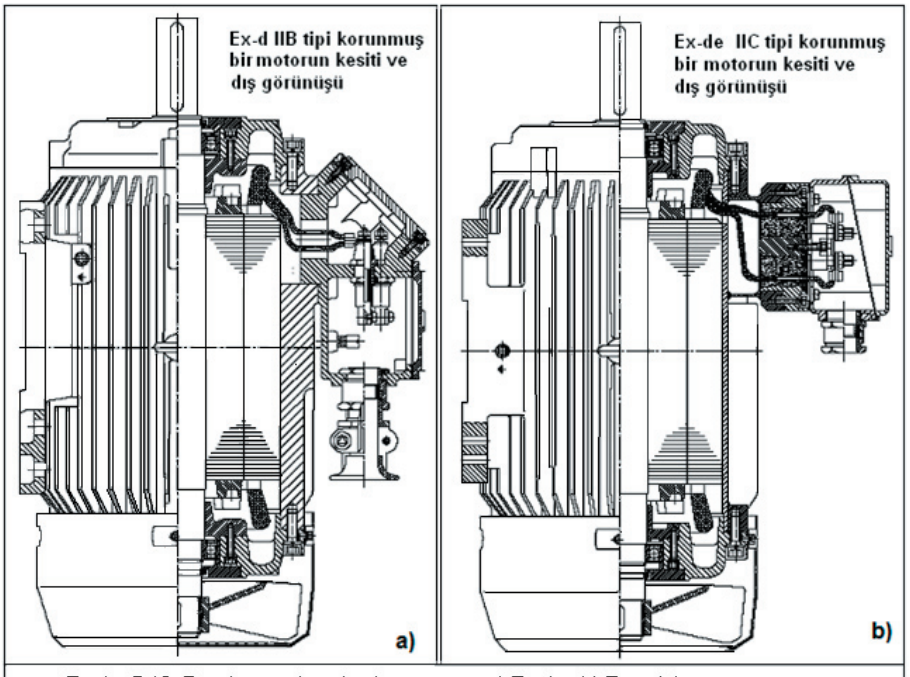
Resim 7.17: Motor pervane detay yapısı

a= pervane açıklığının motor çapına göre olması gereken minimum değeri

f) Örnek motorlar ve önemli aksamları

Bir fikir vermesi için, ABT Sever Motor firmasının www.sever.co.yu web sitesinden alınan örnekler verilmiş olup, bu motorlar dış görünüş itibarı ile diğer normal motorlardan farkı kablo klemenslerinin iri oluşudur. İç yapı da ise en önemli ayrıntı yataklardadır. 0.5 mm gibi çok küçük bir açıklığı tutturabilmek kolay bir olay değildir. Bu hususa özellikle motorların tamiratında dikkat edilmelidir. Normal motorlara göre gereksiz gibi görülen ayrıntılar ex-proof motorlarda hayati önem taşımaktadır. Tamirata gidip hiçbir exproof özelliği kalmadan geri gelen motorlara çok rastlamışımdır.

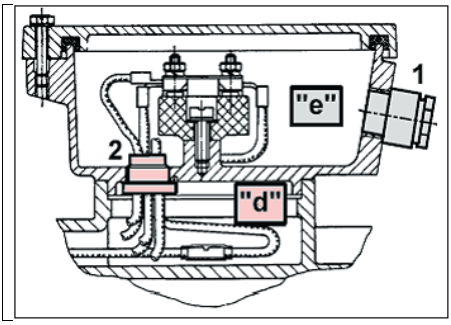
Alev sızmaz bir motorun (Ex-d tipi) kullanılacağı yere göre azami emniyet açıklıkları (MESG) aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi tekrar hatırlarsak, bu açıklıkları (gap) tutturmak imalat tekniği açısından pek de kolay olmadığı anlaşılacaktır. Kaldı ki yeni standartlar açıklığı daha da daraltmış, yani imalatı daha da güçleştirmiş gibi gözüküyor ise de, yeni tezgahlar sayesinde istenilen toleranslarda üretim yapabilmek mümkündür. Resim 7.18 de Ex-d ve Ex-e tipi iki motorun yapıları resmedilmiştir. Her iki motorun kablo girişleri arası fark dikkati çekmektedir. Resim 7.18 a) daki motorun kablo girişi d-tipi b) deki motorunki ise e-tipi klemens kutusudur. Yazımızın diğer bölümlerinde de bahsedilmiş olabileceği gibi, aşağıdaki tabloda bir hatırlatma için açıklıkların (MESG) son standartlarda ne kadar daraltıldığı gösterilmiştir.



Resim 7.18: Büyük motorların kesit görünüşü a) Ex-d, b) Ex-e tipi

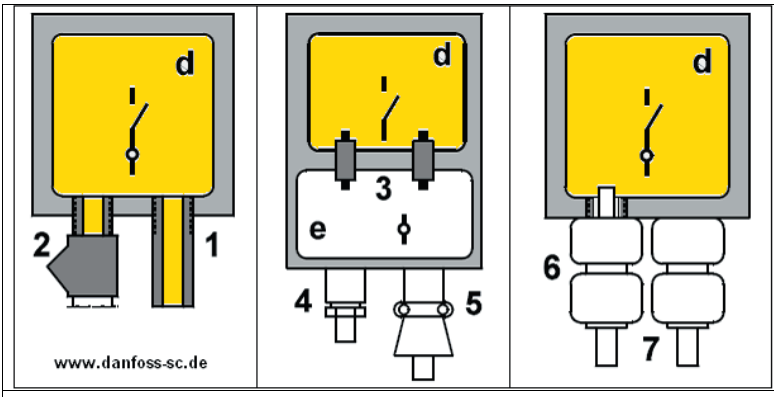
Ekipman grubu	25 mm flanş açıklığında emniyet açıklıkları (safe gap) mm MESG	
	eski uygulama	Yeni uygulama
I	gap<0,9	0,50
IIA	gap< 0,9	0,40
IIB	0.5 <gap<0.9	0,40
IIC	Gap <0.5	0,20

Resim 7.19 da motorların klemens (terminal) kutuları ve kablo geçitleri örneği verilmiştir. Bu klemens kutuları e-tipi koruma olarak imal edilmişlerdir. Bu nedenle açıklıkları tutturma sorunları yoktur. Yalnızca IP koruma sınıfını (en az IP54) yerine getirmesi yeterli olmaktadır. Resimde hangi kısmın Ex-d ve hangi kısmında Ex-e olduğu özellikle vurgulanmıştır. Motor sargılarından gelen kablo uçları özel bir porselen terminale bağlıdırlar. Klemensler arası mesafe IEC 60079-7 da verilen açıklıklara uygun olmalıdırlar. Ayrıca nem tutmamaları için porselen olmaları da ayrı bir teknik detaydır.



Resim: 7.19a: Ex-d tipi bir motorun Ex-e tipi bağlantı kutusu

1 = kablo girişi
2 = motor bölümü girişi



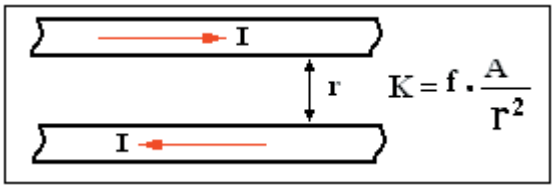
Resim 7.19b: Motor kablo bağlantı örnekleri, d = Ex-d, e = Ex-e korumalı.
1=boru (condiut) girişi 2=condiut bariyeri (1 ve 2 Amerikan uygulaması)
4 = basit kablo bağlantısı, 5 = esnek kablo bağlantısı
6 = d-tipi (exproof) kablo bağlantısı, 7 = d-tipi zırhlı kablo bağlantısı

7.20 DEVRE KESİCİ ve YOL VERİCİLER

a) GENEL

Devre kesici ve yol verici gibi şalt cihazları normal çalışmaları icabı ark çıkaran aletlerdir. Bu nedenle ancak d, p, veya ö-tipi koruma uygulanabilmektedir. En yaygın uygulama d-tipi koruma şeklidir. O-tipi korumadan günümüzde kaçınılmaktadır. Çünkü yağlı aletler patladığında yangın gibi çok daha fazla hasara neden olmaktadır. Bu nedenle yeni tesislerde yağlı şaltere rastlanmamaktadır. Eski tesislerde yağlı şalterler (ex-proof veya exproof olmayan) halen faal çalışmaktadırlar. Ayrıca IEC 60079-6'nın son sürümlerinde yağlı korumanın kesicilerde uygulanması yasaklanmıştır.

D-tipi korunmuş aletin gövdesi 10 veya 15 atmosfer gibi büyükçe bir statik basınca dayanmak zorunda olduğu için, sonuçta bu şalterler bir demir yığınına dönüşmektedirler. Korunmamış normal bir motor yol vericisi 20-40 kg gelirken aynı güçteki, d-tipi korunmuş bir şalter 300-500 kg gelmektedir. Bu ise patlayıcı ortama karşı korunmanın getirdiği külfeti ve emniyetin bedelini izah etmeye yeterlidir.



Bilindiği gibi kesicilerin boyutunu kesme kapasiteleri belirlemektedir. MVA (mega volt amper) veya kA olarak verilen kesme kapasitesi, bir kesicinin elektrik değil mekanik mukavemetini belirlemektedir. Fizik kitaplarında rahatlıkla bulunabileceği gibi, akım akan iki tel arası daima bir kuvvet ilişkisi vardır. Bu kuvvet aradaki mesafenin tersi ve akan akım ile doğru orantılıdır. Resimde görüleceği gibi etkiyen kuvvet $K = f.A / r^2$ şeklinde formule edilebilir (f=sabit bir değer, A= telden akan akım, r= iki tel arası mesafe). Akımın yönüne göre kuvvet çekme veya itme şeklinde kendini göstermektedir. Alternatif akımda yön sürekli değiştiğine göre kuvvetin etkisi titreşim şeklindedir. Bahsettiğimiz bu kuvvet normal çalışma akımlarında kendini göstermez. Ancak kısa devre anında çok yüksek akımlar geçtiğinde varlığını belli eder. Genellikle kısa devreden sonra kesiciler, sanki birileri tarafından çekiçle dövülmüş, parçalanmış gibi bir hal almaktadır. Bir kesicinin kesme kapasitesi ne kadar büyük ise, o kadar sağlamdır. Fakat fiyatı da orantılı olarak artar. Çünkü kesme kapasitesini artırmak için akım akan baralar arası mesafeyi geniş tutmak gerekir. Bu durumda da kesici büyük ve bir nevi şişmanlar. Ex-proof aletlerde ise şişman bir gövde yapımı çok daha zor ve pahallıdır. Çünkü gövde 10 veya 15 atmosfer bir statik basınca dayanmak zorundadır. Bu nedenledir ki, Ex-d tipi kesicilerin kesme kapasitesi istenildiği gibi büyük seçilememektedir. Örneğin yer altı madenlerinde kullanılan 6 kV kesicilerin kesme kapasiteleri 100-125 MVA yı aşmamaktadır. Kilo amper olarak bakıldığında 10 kA kadardır.

Yeraltı madenlerinde dayanıklılık nedeni ile, yol verici veya devre kesici gibi şalterlerin tamamı d-tipi korunmuş gövde içersine yerleştirilmektedir. Normal çalışma icabı ark çıkarmayan kablo girişleri e-tipi korunmuş bir kap içersine alınabilmekte ve d ve e-tipi

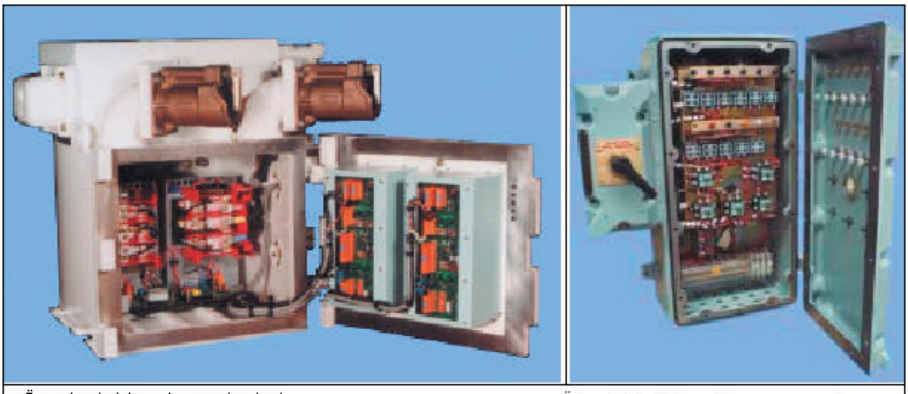
karışık olarak kullanılabilmektedir. Bu uygulama ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Mukavim olma açısından İngiliz uzmanlar kablo girişlerinin de d-tipi koruma içersine alınmasında ısrar ederken, Alman ve Doğu Avrupa uygulamalarında d ve e-tipi karışık tatbik edilmektedir. Hindistan'da ise e-tipi koruma tamamen yasaktır. Muhtemelen İngiliz uzmanların etkisinde kalan Hintli uzmanlar e-tipi koruma yöntemini, pek ex-proof koruma olarak kabul etmemektedirler.

Genelde, madenlere kıyasla işletme şartları hafif ve nemi az olan diğer sanayi 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 cihazları patlayıcı sahanın dışına alınır veya araya duvar çekilerek patlayıcı maddelere karşı engel oluşturulur. Yani II. Grup gazlı ortamlarda ex tipi şalterlere motorlar kadar ihtiyaç duyulmaz.

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.

Resim 7.21 de Allenwest-Wallecetown firmasının web sitesinden alınan, madenler ve petro-kimya sanayi için üretilmiş olan, d-tipi korumalı iki ayrı motor yol vericisinin resmi görülmektedir. Maden tipi olan, iki motora kumanda edebilecek büyüklükte olup 520 kg gelirken, petro-kimya için üretilen aynı tip alet 4-8 adet motora kumanda edebilecek boyuttadır ve 76 kg kadardır. Bu ağırlık farkı okuyuculara, madenler ile diğer sanayi arasındaki farkı ortaya koymaya yetmelidir.



Örnek a): Yer altı madenleri motor volvericisi

Örnek b): Petro-kimya sanayi motor yolverici kabini

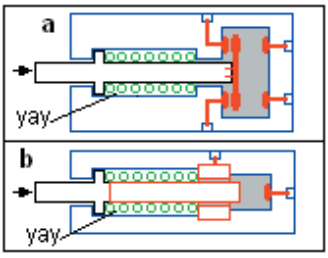
Resim 7.21: Grup I ve Grup II yolvericileri arası fark

b) VAKUM ve SF6 GAZLI 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.

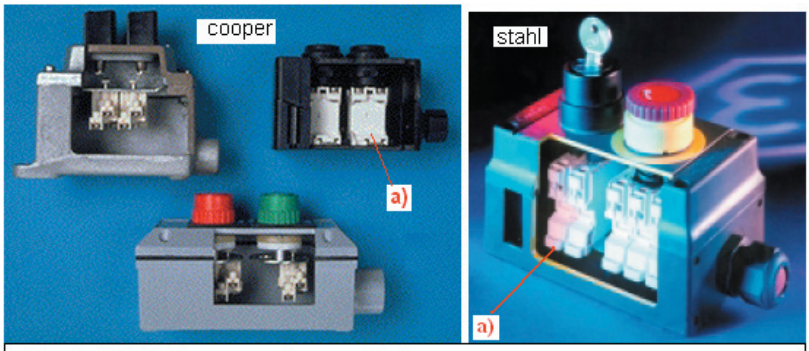
Küçük boyutta Ex-d korumalı şalt panoları piyasada mevcuttur. Orta ve büyük boyuttaki şalt panolarına Ex-p tipi koruma uygulanmaktadır. Günümüzde II. Grup gazlı sahalarda yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

c) KÜÇÜK ANAHTARLAR ve MINYATÜR SİVİÇLER



Hangi gerilim ile çalışırsa çalışın, küçük anahtarlar daima normal çalışmaları icabı ark çıkardıklarından d-tipi koruma altına alınmak zorundadırlar. Standart koyucu küçük hacimli muhafazalara bazı avantajlar tanımıştır. Örneğin IIC grubu, 10 cm^3 den küçük hacimli bir anahtarın 20 atmosfer yerine 10 atmosfer basınca dayanabilmesi yeterli sayılmaktadır. Bu basınca porselen veya bakalitten yapılı bir gövde dayanabilmektedir. Yandaki resimde minyatür anahtarların yapısı ve çalışma prensibi sembolize edilmiştir. Üst resimde normalde açık ve kapalı kontağı olan bir buton görülmektedir. Alttaki resimde ise yalnızca normalde açık olan bir kontak çizilmiştir. Bu uygulamanın avantajı boş hacmin daha küçük oluşudur. Yandaki resimde kırmızı ile gösterilen kısımlar akım taşıyan canlı parçalardır. Gri renk ile boyalı kısım Ex-d tipi koruma uygulanan boş hacimlerdir. Bu hacimler içersinde ark çıkabilir. D-tipi bölmenin etrafı plastik malzemedir. Bu bölmeyi porselenden imal eden firmalar da mevcuttur. Alt kısımda (b) hareketli kısım metal kovan içersindedir. Avantajı, metal yapı dolayısı ile sızma aralığının daha dar olabilmesidir. Dezavantajı ise yalnızca normalde açık kontak şeklinde çalışmasıdır. Şekil (a) da ise NA (normalde açık) ve NK (normalde kapalı) kontak hemen hazırdır. En çok uygulanan bu tip mikro siviçlerdir. Bazı firmalar tek bir siviç barındıran gövde imal edelerken, bazı firmalar ise 4 adet sivici birden içeren gözde imal etmekte ve ihtiyaca göre kullanılmaktadırlar.

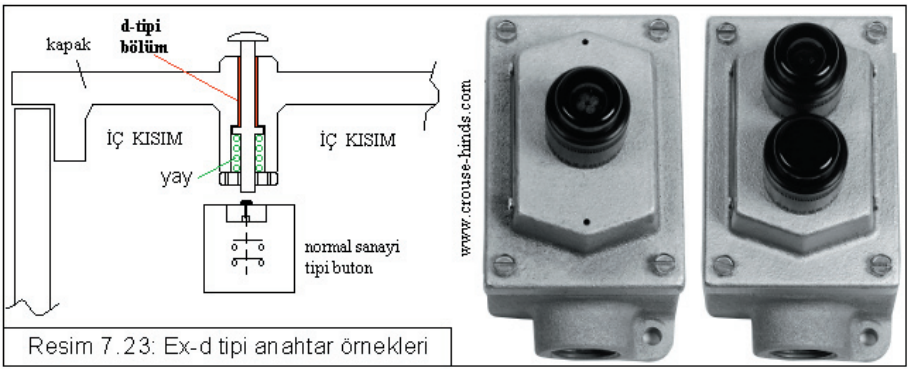
Resim 7.22 de Stahl ve Cooper firması yapımı küçük siviçler resmedilmiştir. Esas d-tipi koruma a) ile işaretli, bakalit veya benzeri plastik maddeden yapılı ufak bir kutu içersindedir. Ark çıkaran kısım buraya hapsedilmiş ve alevi de sızdırmayacak şekilde imal edilmiştir. Minyatür siviçler kontak yapılarına göre 16 veya 100 Ampere kadar dayanabilmektedirler. Eğer kontaklar sinter metodu ile imal edilen pirinç levhadan yapılmış iseler 100 Ampere kadar dayanabilmektedirler. İsteğe göre gümüş veya altın kaplı kontaklar imal edilmektedir. Altın kaplı olanların ömürleri biraz daha uzundur. Fabrikada tam kapalı olarak imal edilen (factory sealed) parçalar da Zone 2 ortamında exproof olarak kullanılabilmektedir.



Resim 7.22: Minyatür anahtar örnekleri

www.ceag.de ve www.stahl.de sitelerinden alınmıştır

Küçük anahtarlar d-tipi gövde içersine de yerleştirilebilmektedir. Bilindiği gibi d-tipi koruma yöntemi hemen hemen her cihazda uygulanabilmektedir. D-tipi gövdenin içersinde ark çıkmasına müsaade edildiğine göre, gövde içersine sanayi tipi bir buton yerleştirilerek, bu buton d-tipi muhafazanın üzerine açılan bir delik vasıtası ile resim 7.23 de görüldüğü gibi kumanda edilebilir. Bu durumda resim 7.23 de görülen gövde, anahtar kumanda mekanizması ile beraber test edilerek silindirik geçmeli kumanda milinin açıklıklarının yeterli olup olmadığı kontrol edilmek zorundadır. IEC 60079-1'e göre açıklık (MESG) ve alev yolu belli mesafelerin altında olamamaktadır. Burada kumanda mili çapı küçük olduğu için alev yolu (L) kısa olabilmektedir. IIC ortamında ise alev yolu pek kısa imal edilemediğinden düğmelerin bulunduğu kısım resimde görüldüğü gibi dışarı veya gövdenin içine çıkık vaziyette uzun olarak imal edilmektedir.



Resim 7.23: Ex-d tipi anahtar örnekleri

7.30 TRANSFORMATÖRLER

Transformatörler yapıları icabı normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları halde hemen tamamı d-tipi korunmuş basınca dayanıklı mahfaza içersine yerleştirilmektedir. Bu ise şalterler de olduğu gibi transformatörlerin ağırlığını ve maliyetini artırmaktadır. Aynıca o ve q-tipi koruma da uygulanabiliyor ise de yağlı tip değil reçineye gömülü kuru tip trafolar tercih edilmektedir.

Resim 7.31: Alevsızmaz. d-tipi korunmuş MADEN TRANSFORMATÖRLERİ

Maden sanayi dışında patlayıcı ortamlara karşı önlem almak zorunda olan kimya ve petrol sektöründe güç transformatörlerini patlayıcı ortamdan izole etmek ve transformatörü patlayıcı ortamın teşekkül ettiği bölgenin çok daha uzağına yerleştirmek mümkündür. Temiz bölgedeki trafodan gerekli enerji kablolar ile iletilmektedir. Bu nedenle, ticari piyasada grup II kullanımı için ex-proof güç transformatörüne pek rastlanmamaktadır. Grizulu madenlerde ise, her zaman güç trafosunu temiz havaya yerleştirmek mümkün değildir. Ancak küçük maden ve tünellerde güç trafosu temiz havaya yerleştirilerek, enerji zırhlı kablolarla dışarıdan iletilmektedir.

Trafolar normal çalışmalarında ark çıkarmadıklarına göre e-tipi korunabilecekleri akla gelmektedir. Fakat hiç bir ülke uzmanı buna müsaade etmemektedir. Elektrik motorlarında Alman uzmanlar e-tipi korumaya olur verdikleri halde, güç transformatörlerinde böyle bir uygulamaya geçit vermemektedirler. Sebebi de güç transformatörlerin patladığında çok tehlikeli olmaları ve ayrıca genelde sürekli gözetimden uzak olmalarıdır. Motorlarda ise, çoğunlukla işletici motorun yanı başındadır ve motor güçleri de trafolar kadar büyük değildir. Aynı görüş SF6 vakumlu şalterlerde de hakimdir.

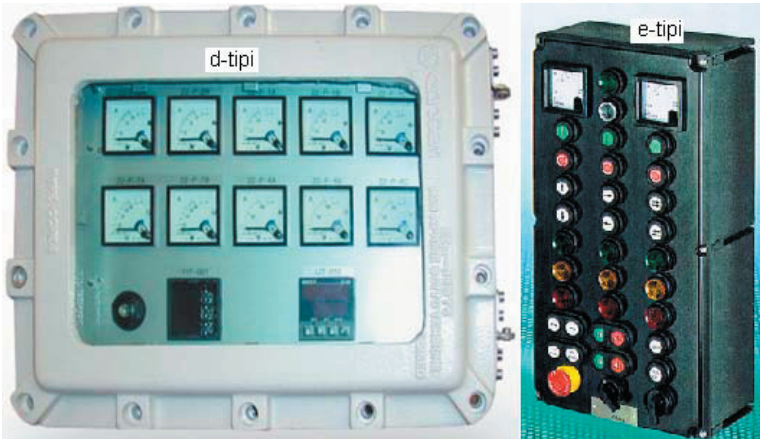
Yağlı trafolarda, o-tipi yani yağlı koruma uygulanmaktadır. Şalterler bölümünde de bahsettiğimiz gibi günümüzde yağlı aletler sanayiden elini çekmekte kullanıcı tercih etmemektedir. Bu nedenle resmen yasak olmamakla birlikte yağlı korunmuş ex-transformatörler imalatçılar tarafından piyasaya sürülmemektedir. 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 trafolarda m ve e-tipi korunmuş olanlar mevcuttur. M-, e-tipi trafo üretmenin diğer bir zorluğu de yüzey sıcaklıklarının istenilen seviyeye düşürülmesinin zor oluşudur. Bazı firmalar 50 kVA'ya kadar e-tipi korunmuş trafo imal edip piyasaya sürmektedirler. Küçük güçlü trafolarda değişik seçenekler mevcuttur.

Resim 7.31 de bir fikir vermesi için, iki firmanın yer altı madenleri için ürettikleri güç trafolarının resmi görülmektedir. Bu transformatörlerin hem giriş ve hem de çıkışlarında mekanik olarak bitişik kesiciler mevcuttur. Standartlar ve emniyet nizamnameleri, "patlayıcı gaz yükseldiğinde elektrik kesilmesi zorunluluğu ön gördüğü için bu kesiciler bitişik yapılmak zorundadır. Bu ise güç trafolarının ağırlığını artırmakta ve yer altı tünellerinde hareketini zorlaştırmaktadır.

7.40 GENEL AMAÇLI EXPROOF CİHAZ ve EK KUTULARI

Exproof sanayinde kablo eklemek ve içersine cihaz yerleştirmek maksadı ile geliştirilmiş genel amaçlı ek kutuları (terminal box) ve pano gövdeleri mevcuttur. Bu kutular genellikle Ex-e veya Ex-d tipi korumalı olarak imal edilmekte ve üzerlerine delik açılarak parça (komponent) yerleştirilmektedir. Deliklerin sayısı ve genişlikleri sınırlıdır. Konuya pek vakıf olmayanlara, sanki istedikleri gibi pano imalatı yapılabildiği izlenimi vermektedir. Exproof malzeme imalatçılarında hemen hemen her elektrik aletinin exproof karşılığı mevcuttur. Bilindiği gibi exproof parçalar imal edilip sertifika verilmekte ve tek başlarına iş görmeyen bu gibi parçalar (component) etiketlerindeki U işareti ile ayırt edilmektedir. Firma kataloglarına bakarak parçaları bir araya getirip herhangi bir pano yapımı şeklen mümkün gözüküyor ise de, konuyu bilmeyenlerce uygulaması pek kolay değildir. Örneğin e-tipi korunmuş bir pano içersine ark çıkaran herhangi bir parça yerleştiremezsiniz. Ancak söz konusu parça d-tipi korunmuş olmalıdır. D-tipi korunmuş bir pano içersine ise exproof koruması olmayan ve ark çıkaran örneğin sanayi tipi kontaktör koyabilirsiniz. D-tipi panonun harici bağlantıları ise d-tipi koruma şartlarına uygun olmalıdır. Ayrıca d-tipi bir pano üzerine istediğiniz kadar delik veya alet yerleştirmek için pencere açamazsınız. Bu açıklıklar imalatçının müsaade ettiği kadar olmalıdır. Bu arada akla gelen soru "exproof parça alarak pano veya benzeri bir cihaz yapmak" mevzuat açısından mümkün müdür? ve herkes bu işi yapabilir mi? sorusu gelmektedir. ATEX yönetmeliğine göre mümkün değildir. Parçaları bir araya getirerek kendi kullanımı veya satış için cihaz yapan bir kişi veya kuruluş imalatçı durumundadır ve ATEX talimatlarına uymak zorundadır. Exproof sertifikalı ve dolayısı ile CE belgeli parçaları bir araya getirerek cihaz imal etmek avantajlı gibi gözüküyor ise de, gerçekte bürokratik açıdan hiç farkı yoktur. Çünkü bir araya getirilmiş yeni cihazın tekrardan bir Onanmış Kuruluşa (Notified Body) sunularak tümü için yeni bir AT-tip testi sertifikası alınması zorunludur. Nofied Body'nin kapısını çalmak, kalite güvence sistemine sahip olmak ve saire hepsi maliyet artırıcı unsurlardır. Yalnız bu işleri korsan olarak yapıp komponentlerin sertifikasını yeni assemblenin (yeni meydana getirilen cihazın) üzerine yapıştırarak piyasaya süren firmalar ve bu gibi firmalar yataklık eden gayrı ciddi Onanmış Kuruluşlar bulunmaktadır. Doküman istendiğinde, korsan firma parçalara (component) ait sertifikaları göndererek konuyu bilmeyenleri aldatmakta ve piyasada haksız kazanç sağlamaktadırlar. Bu gibi şüpheli durumlarda parça sertifikası anlamına gelen AT-tip testi belgelerindeki "U" işaretine dikkat edilmelidir. U işaretinin anlamı yazımızın etiket bölümünde izah edilmektedir.



Resim 7.41: Ex-proof pano.örneği

d-tipi koruma extronics.com

Bakalit gövde e- tipi koruma www.ceag.de

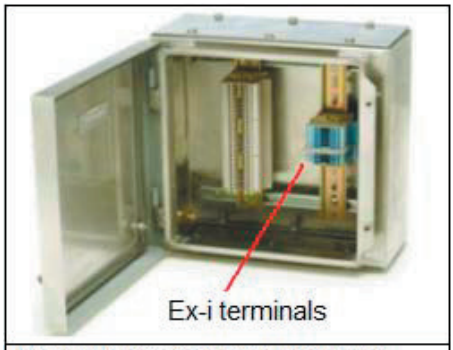
Resim 7.41 de iki ayrı firmanın örnek panoları gözükmektedir. D-tipi gövdenin dış yüzeyi göstergelerle doludur ve metal gövdenin genişçe bir kısmı açılmıştır. Böyle bir imalatı ancak imalatçının doğrudan kendisinin uygulaması mümkündür. Siyah renkli bakalit malzemeden yapılı ve e-tipi korunmuş olan panonun üzeri düğmeler ile (buton) doludur, ayrıca 2 adet de gösterge monte edilmiştir. Burada kullanılan düğme ve göstergelerin tamamının parça olarak müstakil exproof sertifikaları bulunması zorunludur ve ayrıca bu kadar komplike bir panoyu ancak imalatçısı veya yetkili servis uygulayabilir. Sanayi tipi pano imal eder gibi her panocunun yapabileceği bir iş değildir ve ayrıca ATEX yönetmeliğine göre de mümkün değildir. Bu pano için ayrıca ilave bir sertifika daha almak gerekmektedir.

E-TİPİ ve KENDİNDEN EMNİYETLİ EK KUTULARI

Patlayıcı ortamlarda kullanılan robust, döküm demir (Ex-d tipi) ek kutularının yanı sıra, normal ortamlarda kullanılanlardan hiç farksız gibi gözüken ek kutuları da mevcuttur. Bunlar e-tipi veya kendinden emniyetli devrelere ait olan i-tipi ek kutularıdır. İlk bakışta "neden fazladan para vereyim, alırım sanayi tipi bir kutu, koyarım içine uygun ray klemens ve saireleri" gibi düşünülüyor ise de, gerçekte basit gibi gözüken bu kutular IEC 60079-0 da ön görülen tüm testlerden geçmiş olmaları gerekir. Darbe testi, düşürme testi, yaşlandırma testi ve saire tüm testler yapılmalı ve kutu plastik ise ayrıca anti-statik özelliğe de sahip olmak zorundadır.

Eğer sertifikasında belirtilmemiş ise bu ek kutularının içersine başka bir malzeme monte edilmesi doğru değildir. Fakat çoğu imalatçı terminal kutularına montaj yapılacakmış gibi sertifika almakta ve ihtiyaca göre kablo bağlantı kutusu veya pano karkası olarak kullanmaktadır. Bu tip kutu ve panolar, üzerlerindeki açılacak, delik veya pencere sayısına göre test edilip sertifika almaktadırlar. İmalatta delik veya açıklık sayısının az olmasının bir mahsuru yoktur. Kullanıcının ihtiyacına göre, rekor veya siviç delikleri gibi

özel açıklıklar sonradan işlenmektedir. Tabi bu işlemler konuya yabancı olanlara göre, exproof olmayan diğer sanayi tipi panolarda olduğu gibi uygulandığı imajını vermekte ise de, imalatçı aldığı sertifikaya göre nereye nasıl delik deleceğini ve açıklıkların nasıl olacağı kendisi bildiğinden ve ayrıca ATEX yönetmeliği de müsaade etmediğinden bu gibi tadilat ve montaj işleri ancak imalatçı veya yetkili servisler tarafından yapılması zorunludur.



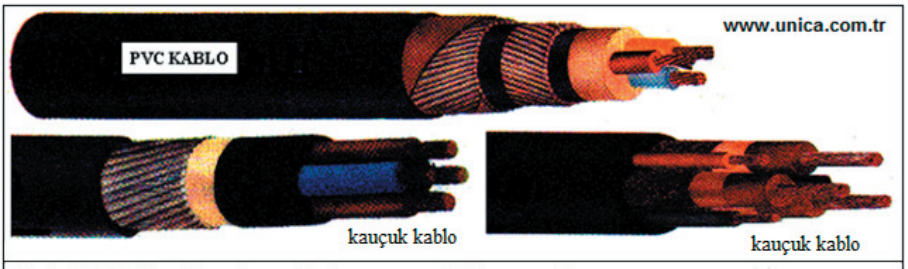
Resim 7.42: KE terminal örneği

Ticari piyasada Ex-i tipi klemens kutuları da mevcuttur. Kendinden emniyetlilik çok farklı bir koruma yöntemidir ve aradaki mesafelere, özellikle şaseye karşı olan mesafe ile IEC 60079-11 de verilen açıklıklara dikkat edilmesi yeterli olmaktadır. Teknik olarak i-tip bağlantılarda sıradan sanayi tipi terminal kutuları da kullanılabiliyor gibi gözüküyor ise de IEC 60079-0 bu imkanı ortadan kaldırmaktadır. Çünkü exproof ortamda kullanılan ekipmanların tamamı bu standarda uygun olmak zorundadır. Bir zamanlar kendinden emniyetli devrelerde kullanılan sıradan ek kutularının artık sertifikalı olmaları zorunludur. Kendinden emniyetlilik tehlike bölgesi Zone 0 ortamlarda gündeme geldiğine göre terminal kutuların sertifikalı ve özel yapım olması bir kere daha önem kazanmaktadır.

7.50 KABLOLAR ve BAĞLAMA ELEMANLARI

a) KABLOLAR

Kablolar yapıları icabı normal çalışma şartlarında ark çıkarmazlar. Ancak herhangi bir nedenle kopar veya kasten kesilir ise ark çıkarabilirler. Nizamnameler anormal halleri dikkate almadıklarına göre kablolarda patlamayı korumadan söz edilemez. Konunun detayını bilmeyen bazı kişiler exproof kablo olabileceği zannetmekte ve piyasada exproof kablo aramaktadırlar. Maalesef bazı uyanık kişiler de exproof kablo bulunduğunu söyleyerek haksız kazanç yolunu seçmektedirler. Kablolarda ATEX uyumluluğu veya sertifika gibi bir durum yoktur, kablolar ATEX kapsamı dışıdır ve bir parça (komponent) olarak da kabul edilmezler. Fakat piyasada kömür işletmeleri tarafından şartnameleri yayınlanan “alev sızmaz= flameproof” kablolar mevcuttur. Türkiye Taşkömürü Kurumunun MGM (maden güvenlik malzemeleri) şartnameleri kapsamında imal edilen bu kablolar genel amaçlı değildir. Yalnızca adı geçen kuruluşun kendi özel isteğidir. Resim 7.50-1 de bu tip kabloların resmi görülmektedir.



Resim 7.50-1: Yer altı maden ocağı alevsızmaz güç kablosu örneği

Patlayıcı ortamlarda kullanılan kablolarda aşağıdaki hususlara dikkat edilir:

1) Kabloların ezilme ihtimali var ise önlem alınır. Bunun için ya boru içersinden geçirilir veya zırhlı kablo kullanılır. Kapalı kanal içersinden geçirmekte bir önlemdir.

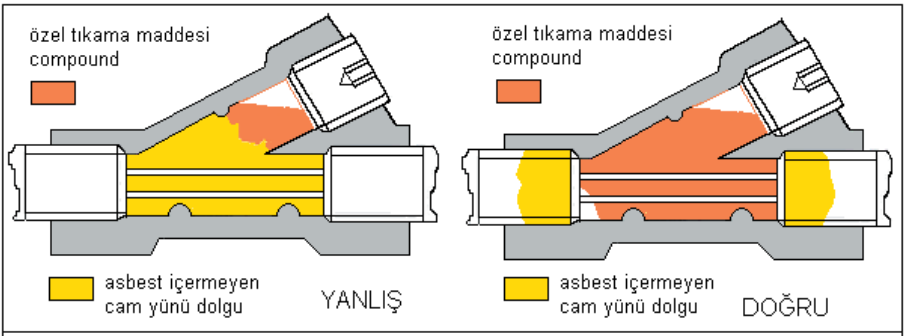
2) Kablolar kolayca yanmamalı ve yangın durumunda da, yangını körüklememelidir. Bu iş için aleve dayanıklı kablo kullanılmalıdır. Örneğin N2XH+FE 180 gibi. Bu tip kablolar pahallıdır kullanıcı tarafından pek tercih edilmemektedir. N2XH tipi kablolar halojenlerden arındırılmıştır, yangın altında zehirli gaz çıkarmazlar.

3) Kabloların dış yüzeyi bulundukları ortamı tehlikeye düşürecek seviyelerde ısınmamalıdır. Örneğin T6 ortamında 85 ^{0}C aşmamalıdır. Elektrik şebekesinde gerekli koruma önlemleri alındığı ve proje safhasında kablo kesitleri uygun seçildiği takdir de, kablolar bu kadar ısınmazlar. Bu gibi aşırı ısınmalar, hesapsızca yüklenen eski tesislerde yaşanabilir.

4) Kabloların dış kılıfları elektrostatik yüklenmelere neden olmamalıdır. Bilindiği gibi statik elektrik patlayıcı ortamların görülmeyen gizli düşmanıdır.

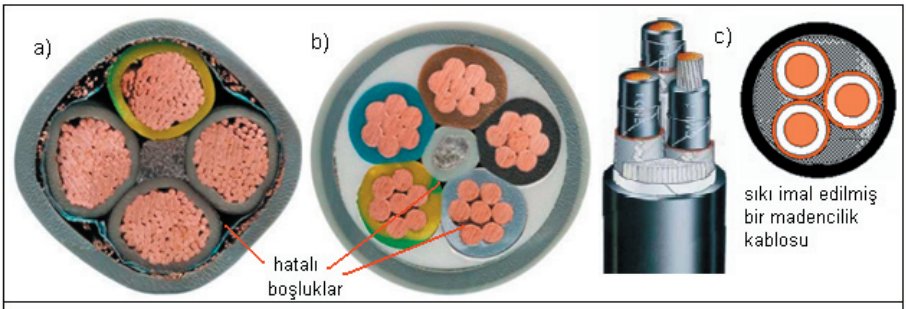
Genel olarak exproof sahada ya zırhlı kablo veya boru içersinden çekili kablolar kullanıldığı bilinir ise de, standartlar bu konuda kesin bir çizgi çizmemektedir. Özellikle IEC 60079-14 borulu uygulamayı yasaklamamış, ülkelerin kendi milli standartlarına bırakmıştır. Borulu uygulama zırhlı kablodan çok daha pahallı ve tatbikatı da güçtür. Pahallı olmasının en önemli nedeni su borularının kullanılamamasıdır. Çünkü Amerikan NEC standardı 40 atmosfere dayanıklı boru ister ve basit bükmeleri de kabul etmez.

Kablo kullanımı konusunda kuruluşlar arası da farklılıklar görülmektedir. Çünkü her kuruluş veya sanayi kolu kendi özel şartlarına göre kablo seçmektedir. Örneğin yer altı madenleri ile yer üstü madenleri aynı tip kabloları kullanmazlar. Gemiciler de çok farklı ve özel kablo kullanmaktadır. Petrol sanayi ve kimya sanayi kolları da kendi şartlarına göre özel kablolar kullanmaktadır. Bol miktarda kablo sarf eden elektrik dağıtım ve iletim kuruluşlarının kabloları da ister istemez kendi özel şartlarına göre seçilmektedir. Ayrıca stoklama ve yedekleme sorunu dolayısı ile çoğu iş yerlerinde genellikli birkaç cins kablo tercih edilmektedir. Kablo kesitleri konusunda da aynı düşünce hakimdir. Onunu için bazen olması gerekenden daha yüksek kesitli kablo kullanmak hata sayılmaz.



Resim 7.50-2: Amerikan condiut (borulu) sisteminde kullanılan durdurucular (stopper) Kablo giriş-çıkışm-larının kapatılması örneği

Kablolarda rastlanan en önemli hatalardan biri de kablo damarları arasındaki boşluklardan patlayıcı gazın exproof gövde içersine girerek patlamaya neden olma ihtimalidir. Amerikan condiut uygulamasında her cihazın giriş ve çıkışına durdurucu konularak (bak resim 7.50-2) boru ile cihaz arası irtibat kesilir. Fakat bu uygulamada, herhangi bir nedenle kablo koptuğunda aradaki kabloda uzatma imkanı olmayışı ve durdurucu içersine dökülen madenini (compound) sökülememesi dolayısı ile ek malzemelerinin komple atılması ve kablonun da panodan itibaren komple sil baştan yenilenmesi zorunluluğudur. Ancak aradaki boru kesilerek ek yapılabilir. Bu olay condiut sisteminin önemli dezavantajlarından biridir. Kablolu sistemde ise normalde arada bir compound yoktur. Kablolar rekorlarla bağlıdır. Eğer kablonun damarları arasında boşluk var ise resim 7.50-3 da görüldüğü gibi aradan gaz yürüyerek tehlikeli bölgeye kadar ulaşabilir. Böyle bir olayı önlemek için kablo seçimi yaparken dikkatli davranmak gerekmektedir. Buradan çıkan sonuç: exproof kablonun sızdırmaz olması yönündedir. Ayrıca bu kadar özellikler arandığına göre “exproof kablo” olmasına ve piyasaya exproof devrelerde kullanmak için kablo sürülmesine de şaşmamak gerekir.



Resim 7.50-3 : Aralardan gaz sızabilicek yapıda exproof ortama müsait olmayan kablo örnekleri (a) ve (b). Sıkı doldurulmuş bir maden kablosu örneği (c)

IEC 60079-14 madde 9.3 de kablo izolasyonlarının termo plastik, termoseting veya elastomer malzemeden yapılması ve ayrıca araların doldurularak haddeden geçirilip sıkıştırılmış olmasını istemektedir. Aralardan gaz sızma ihtimali dolayısı ile yuvarlak yapılı kablolar pek tercih edilmemektedir. Metal kılıflı petrol bazlı maddeden izoleli (mineral isulated) özel yassı kablolar tercih edilmektedir. Çelik zırhlı kablo isteği ise daha ziyade darbe olma ihtimali olan yerlerde ön plana çıkmaktadır. Exproof malzeme imalatçılarında yassı kablolara uygun rekorlar da bulunmaktadır.

b) KABLO GİRİŞLERİ

Kablolar exproof cihazlara bağlanırken, cihazın exproof özelliğini bozmamalıdır. Bu nedenle ex-d tipi cihazlar, (exproof sertifika tip deneylerinde) kablo başlığı ve bağlı kablo örneği ile beraber denenir. Exproof aletlerde kablo girişi ayrı bir bölme olarak tasarlanır ve kullanıcıya kendine göre bir değişiklik yapma imkanı bırakılmaz. Bu tasarım sonucu alet iri ve cüsseli hale gelse dahi, kullanıcının hata yapacağı ve olayı mühimsemeyeceği dikkate alınarak kablo giriş bölmeleri ayrı dizayn edilir. Alman uzmanlar genellikle e-tipi seçerken, İngiliz uzmanlar ise d-tipi tercih etmektedirler.

ABD uygulaması ise tamamen farklıdır. Exproof olayı, boru bağlantısı ile birlikte bir bütün olarak algılandığı için, kablo girişlerine bir terminal kutusu konulması düşünülmez. Örneğin ex-proof motor kablosunun sargı uçları motor buvatında açıkta durmaktadır. Harici kablo ile sargı uçlarının eklenmesi yeterli sayılmaktadır. Avrupa uygulamasındaki gibi bir izolatör veya buşing yoktur. Motorun patlayıcı ortam ile irtibatı boru bağlantısından sonra konulan durdurucu vasıtası ile kesilir. Durdurucu içersine reçine dökülerek patlayıcı gaz veya buharın motor veya herhangi bir ex-proof cihaz içersine girmesi önlenmiş olur.

Resim7.51: Hatalı rekor bağlantıları, Kablo ile rekor araları boş bırakılmış

c) KABLO EKLERİ:

Kablolar özel kimyasal maddelerle ve piyasada ticari isimleri ile bilinin, “protolin kablo ek muflara veya garnitürleri” ile birbirlerine bağlanmaktadırlar. Elektrik dağıtım şebeke-

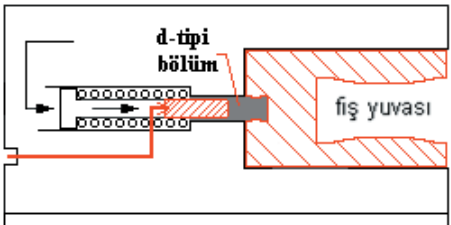
lerinde ve sanayi tesislerinde kullanılan bu gibi ek malzemelerinin patlayıcı ortamlarda kullanılmasının her hangi bir sakıncası yoktur. Burada sakıncalı olan ex-proof ortamda kabloya ek yapılmasıdır. Usulüne göre olduktan sonra, ek yapmanın teknik olarak bir sakıncası olmamasına rağmen, exproof ortamda kabloların eklenmesi tercih edilmez. Kablolar eksiz bir bütün olarak çekilir. Zorunlu olmadıkça eklemeye gidilmez.

Özel kablo ekleri yer altı madenlerinde ve hareketli açık maden işletmelerinde gündeme gelmektedir. Bu işletmelerde, hareketlilik ve işlerin hızlılığı nedeni ile özel ek tertibatları tercih edilmektedir.

Elektrikçilerin sıkça baş vurdukları bir ekleme metodu da kabloların üst üste kıvrılarak izole bant ile sarılması yöntemidir. Ayrıca tepeden geçirilen vidalı yüksükler ile de kablolar bir birlerine bitiştirilmektedir. Bunların tamamı normal tesisatlarda olduğu gibi ex-proof tesisatlarda da yasaktır. Bu gibi ince kesitli bağlantılar ex-proof ray klemensler ile yapılmak zorundadır. Klemensin exproofu da neymiş? demeyin. Standartlar iletkenler arası asgari emniyet mesafesi ve yüzeysel yalıtım yolu değerlerini kısıtlamıştır. Bu değerlere dikkat edilerek imal edilmiş ray klemensler mevcuttur. Aradaki fark milimetreler seviyesinde olduğu için, dıştan bakıldığında gözle anlamak mümkün olamamaktadır.

d) FİŞ PRİZ TERTİBATLARI (PLUG and SOCKETS)

Bilindiği gibi sanayi tesislerinde, 3 faz, 400 Volt şebekede, el ile takılıp çıkarılabilen fiş priz tertibatları kullanılmaktadır. Buradaki maksat, bir elektrikçi veya uzman bir kişi olmadan aletin elektrik şebekesine bağlanıp çalıştırılabilmesidir. Örneğin bir atölyedeki kaynakçı, elektrikçi çağırmadan, kendisi kaynak tertibatını çalıştırabilmelidir. Yüksek güçlü makinelerde ise basit bir fiş-priz kullanmak tehlikeli olmaktadır. Zaten standartlar da 250 Amperin üzerindeki akımın insan el gücü ile açılıp kapanmasına müsaade etmemektedir. Pratik uygulamalarda 63 Amperden sonrası tehlikeli olabilmekte, açıp kapama esnasında çıkan ark insanı etkileyebilmektedir. Bu nedenle her hangi bir tesisin kuruluş safhasında 63 Amperden büyük priz tertibatı ön görülmesi tavsiye edilmez.

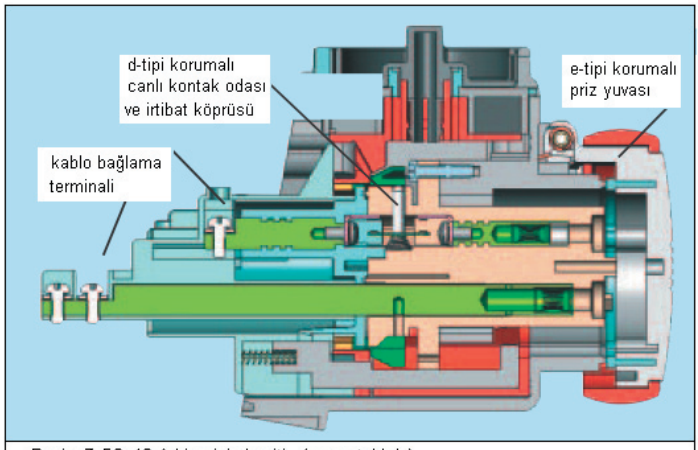


Resim 7.52: Ex-d tipi fiş priz prensip şeması

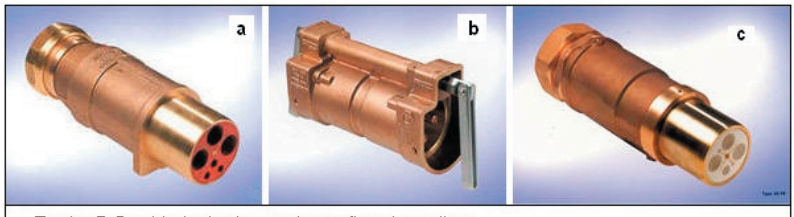
Söz konusu bu fiş prizler patlayıcı ortamlarda kullanılabilir mi? Takıp çekme esnasında çıkan ark nasıl önlenebilir? Bu iş için ya fişin elektriksiz ortamda açılıp kapanması veya d-tipi koruma altına alınması gerekmektedir. Küçük amperajlarda (16 Ampere kadar) resim 7.52 de görüleceği gibi, yaylı bir mekanizma ile sorun çözülmektedir. Fişin prize takılı olmadığı durumlarda, priz yuvasının ucunda elektrik yoktur. Fiş yerine oturduğunda elektriksiz halde kontak sağlanmakta ve ancak fiş çevrildiğinde yaylı bir mekanizma ile elektrikli irtibat sağlanmaktadır. Elektrikli irtibatın sağlandığı küçük hacimli ortam,

d-tipi koruma altına alınmış olmalıdır. Yandaki resimde kırmızı renk ile gösterilen kısım elektrik taşıyan canlı kısımlardır. Fiş döndürüldüğünde okla gösterilen kısım bir şekilde hareket ederek fiş yuvası ile elektrikli iletimi sağlamaktadır ki, bu birleşme d-tipi korunan bir bölmede gerçekleştirilmektedir. Akım yükseldikçe yaylı mekanizma ile işlem yapmak güçleşmektedir. 32 Amperi aştıktan sonra (32, 63, 125 A) ayrı bir exproof anahtar kullanılmaktadır. Priz ile kilitlemeli çalışan bu anahtar, açık pozisyona alınmadan fiş prize takılamamakta ve aynı şekilde anahtar açılmadan fiş yerinden çıkarılamamaktadır. Yaylı mekanizma ve ilave anahtarlar dolayısı ile exproof prizler, sanayi tiplerine kıyasla çok iri olmaktadır. Aynı şekilde parasal ederleri de büyüktür. Bu nedenlerle, exproof prizlerden kaçınılması ve zorunlu olmadıkça kullanılmaması tavsiye edilir.

Resim 7.53 de gerçek bir 16 Amper prizin kesit resmi görülmektedir. Buradan sistemin nasıl çalıştığını anlamak pek kolay değildir. Onun için, gerçeğe pek uymasa da konu resim 7.52 deki prensip şeması ile izaha çalışılmıştır



Resim 7.53: 16 A bir prizin kesiti (www.stahl.de)

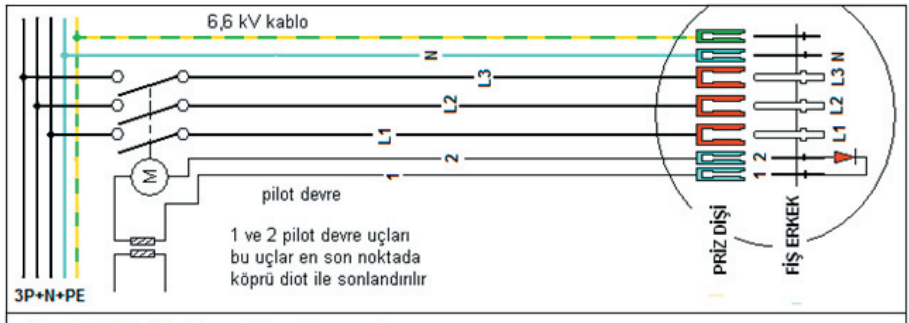


Resim 7.54: Madenlerde uygulanan fiş-priz tertibatı

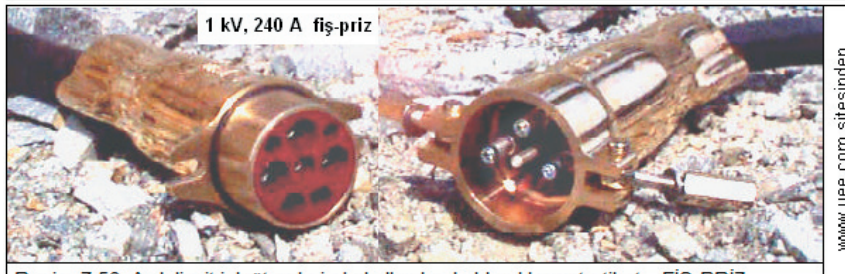
Yüksek gerilim şebekelerinde de fiş priz tertibatları kullanılmaktadır. Resim 7.54'de yer altı madenlerinde kullanılan VICTOR firması yapımı bir kablo ek tertibatı görülmektedir. Bu ek tertibatları kesici ve yol vericilerin kablo çıkışında kullanıldığı gibi, kabloları eklemek için de kullanılabilmektedir. 6,6 kV, 500 A için tasarlanmış olan bu ek tertibatı

hızlı ilerleyen madenlerde kablo ilavesinin çok çabuk gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Resim 7.54'de (a) ve (c) ile gösterilen parçalar erkek fişler olup, dikkatli bakıldığında üç ana faz girişinin yanında, c-tipinde 1 adet, a-tipinde ise 3 adet yardımcı pim girişleri görülmektedir.

Bu tip fiş prizleri 400 Volt şebekede olduğu gibi yaylı bir mekanizma veya şalter ile çalıştırılamaz ve basit anahtarlar da kullanılamaz. Çünkü yüksek gerilim şalterleri başlı başına devası cihazlardır. Bağlantı gerilimsiz ortamda yapılmak ve elektrikli iletimi ise gerçek kesici üzerinden sağlanmak zorundadır. Resim 7.55 de görüleceği gibi, yüksek gerilim kesicisinin çalışması bir pilot devre vasıtası ile sağlanmaktadır. Fişin prize oturması esnasında yalnızca pilot devre kontaklarında ark oluşma ihtimali vardır ki, bu da d-tipi veya i-tipi koruma yöntemi ile çözümlenmektedir. Bir yüksek gerilim fiş-priz tertibatının çalışma prensibi resim 7.55'de gösterildiği gibi olup, pilot devreye ait pimler faz pimlerinden kısadır. Pilot devre açık olduğu sürece yüksek gerilim kesicisi çalışmamakta ve kabloya elektrik verilememektedir. Herhangi bir nedenle veya sehven fiş çekilmek istenir ise, pilot devre pimleri faz pimlerinden kısa olduğu için önce pilot devre kopmakta ve dolayısı ile kesici kablodaki elektriği kesmektedir. Böylece fiş-priz faz bağlantı uçları gerilimsiz ortamda açılmış olmakta ve her hangi bir tehlike yaratmamaktadır. Yalnızca pilot devre 12 veya 7.5 Volt gibi küçük bir gerilimi açıp kapama durumundadır. Gerilimin küçük olması patlayıcı ortam açısından emniyetli olduğu anlamına gelmez. Bu nedenle pilot devrenin kendinden emniyetli dizayn edilmesi gerekir.



Resim 7.55: Pilot devreli fiş-priz prensip şeması



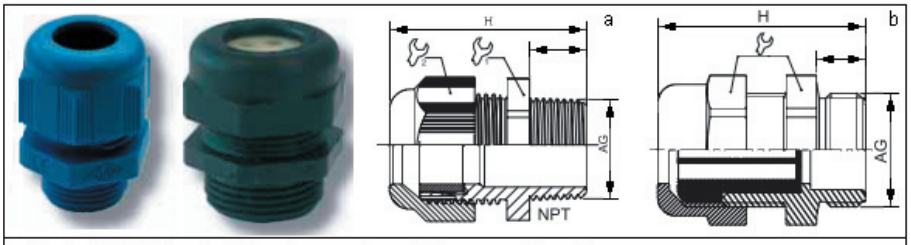
Resim 7.56: Açık linyit işleütmelerinde kullanılan kablo ekleme tertibatı, FİŞ-PRİZ

Pilot devre uygulanan şebekelerde kullanılan kablolar da farklı imal edilmek zorundadır. Faz damarlarının yanı sıra pilot devre için incede olsa ilave damar bulunmalıdır. Bu tip prizler açık maden işletmelerinde yaygın kullanılmaktadır. Hareketli olan maden sahasında çok kısa sürede kablo ilavesi ve ekleme operasyonu ancak pilot devre ile çalışan fiş-priz tertibatları ile mümkündür. Resim 7.56 da böyle bir madende kullanılan fiş priz tertibatı görülmektedir.

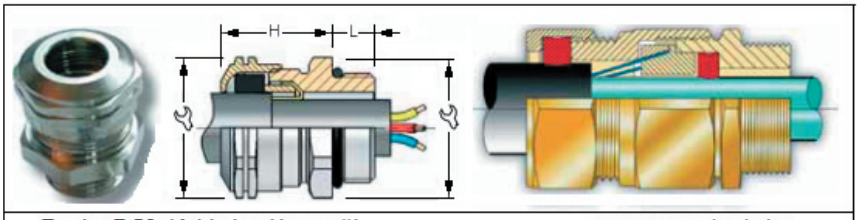
e) KABLO BAŞLIKLARI, GLANDS

Kabloların cihaz çıkışlarında kullanılan kablo başlıkları yalnız başlarına düşünüldüğünde kablolardan hiç farkları olmadığı ve hatta onlardan daha da nötür oldukları gözüküyorlar ise de, bağlandıkları cihazın exproof özeliğini etkiledikleri için ATEX kapsamındadırlar ve bir parça (komponent) olarak AT-tip testi sertifikaları bulunmak zorundadır. İçerlerinde kıvılcım çıkaran bir parça yok ise de bağlandığı cihazın IP koruma seviyesini düşürmemelidirler. Ayrıca d tipi gövdeye bağlananlar içerideki muhtemel patlamadan etkilenmemeli ve alevi de dışarı sızdırmamalıdır. Bu nedenle d-tipi korunan gövdelere plastik kablo başlığı (rekor) bağlanmaz, metalden mamul rekor kullanılır. Ayrıca d-tipi gövdeye bağlanan kablo da zırhlı olmak zorundadır. Patlama sonucunda plastik dış kılıflar eriyerek alevi sızdırabilir. En doğrusu hem zırhlı ve hem de zor yanan kablo kullanılmasıdır.

Piyasada e-tipi korunan terminal kutularında kullanılan exproof kablo başlıkları mevcuttur. Bunların dış görünüş itibarı ile, sanayide kullanılanlardan pek farkları yoktur. Yegane farkları, yangına karşı dirençli olmaları ve contalarının dayanıklı oluşudur. Çelik zırhlı kablolara göre pirinç malzemeden yapılan kablo rekorları ise çok farklı ve teferruatlıdır. Bunları usulüne uygun bağlamak kolay değildir. Resim 7.57 de örnek rekorlar görülmektedir.

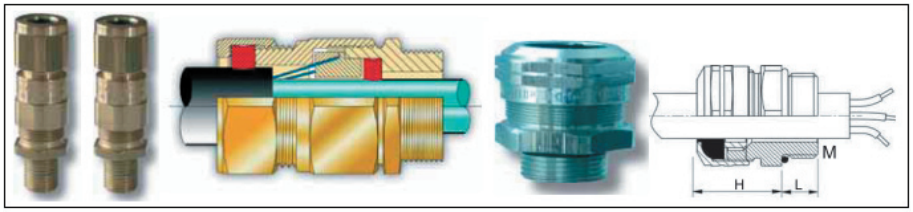


Resim 7.57: Plastik kablo rekoru, zırhsız kabloya göre Ex-e II



Resim 7.58: Kablo başlık örneği www.rst.eu sitesinden

Kablolarda olduğu gibi rekorlarda da çeşit boldur. Kablo yapısına göre farklı rekorlar mevcut olup, kullanıcı kendi ihtiyacına göre olanı firma kataloglarından seçmek durumundadır. Kablo başlıkları dış görünüş itibarı ile sanayi tiplerinden farksız gibi gözüküyorlar ise de aşağıda izah edilen deneylere dayanmak zorundadırlar. Kısaca dayanıklılık yönünden sanayi tiplerinden çok farklı ve üstündürler.



Kablo başlıkları (rekor, gland) IEC 60079-0 veriler şartlara uymalı ve burada ön görülen testlere dayanmalıdırlar. Rekorlar hem darbe testine ve hem de çekme testine tabi tutulurlar. Çekme testi de alev sızmazlığı koruma yönünden önemlidir. Kablolar kolayca çekilip yerlerinden çıkmamalıdır. IEC 60079-0 Ek-A da çekme testi için kablo çapının yuvarlak kablolarda 20, yassı kablolarda ve dolayısı ile yassı kablolara göre imal edilen rekorlarda ise kablo çapının 6 katı bir kuvvetle 2 dakika kadar çekildiğinde yerinden kaymamasını ön görmektedir. Örneğin 20 mm çaplı zırhsız bir kabloya göre yapılan rekora bir parça kablo bağlanacak ve 20x20= 400 N (Newton) ile 2 dakika süre ile çekilecektir. Bu çekme sonucunda kablo yerinden oynamamalı ve kaymamalıdır. Zıhlı kablolar da bu deney Grup I için 80 katı grup II ve grup III için ise 20 katı bir kuvvet ile yapılır. Burada dikkati çeken zırhlı kablo ile zırhsız kablonun aynı kuvvet ile çekilmesidir (grup II ve II için). Zırhlı kablolar zırhları dolayısı ile çekmeye daha dayanıklıdırlar ve kablo rekorlarında zırhı tutan ve sıkıştıran elemanlar mevcuttur. Anlaşılan standart koyucu, zırha yük binmesini istememekte, kabloların içlerindeki sıkıştırma halkası ile çekmeye karşı dayanabilmesini ön görmektedirler.

7.60 AYDINLATMA AYGITLARI

Çok değişik tip ve cinste aydınlatma aygıtları mevcut olup, bunların her birine uygulanan koruma yöntemleri de farklıdır. Bu nedenle yazımızın devamında her bir aydınlatma tekniği ayrı ayrı ele alınarak, uygulanan ex-proof teknikler izah edilmeye çalışılacaktır.

1) AKKOR FLAMANLI ARMATÜRLER (INCANDESCENT)

Akkor telli (flamanlı) ampuller normal çalışmaları icabı ark çıkarmazlar. Ark çıkaran kısımları açıp kapama anahtarlarıdır ki, anahtarların yapısı ve kullanılan ex-proof koruma yöntemleri yazımımızın 7.20-c bölümünde izah edilmiştir. Akkor fılamanlı lambalarda patlayıcı ortamı tehlikeye düşürün, ampulün dış yüzey sıcaklığıdır. 2000°C'yi aşan flaman hararetinin tehlikeli olabileceği akla geliyor ise de, 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 geliyor ise de, bu bir gerçektir. En önemli sorun ampulün cam yüzeyinin ve duy kenarlarının yüzey sıcaklığıdır. Yüzey ısısını azaltmak için ampulün biraz daha büyük imal edilerek ısının dağıtılması yeterli olmaktadır. Bu ise, ticari piyasada bol miktarda mevcut olan ve konutlarda kullanılan akkor telli ampullerin kullanılamaması anlamına gelmektedir ki, bu durumda, ya özel ampul imal edilmeli veya normal ampullerin kullanılabilmesi için tedbir alınmalıdır. Bu bakımdan akkor telli (incandescent) ampullerde iki tip koruma uygulanmaktadır.

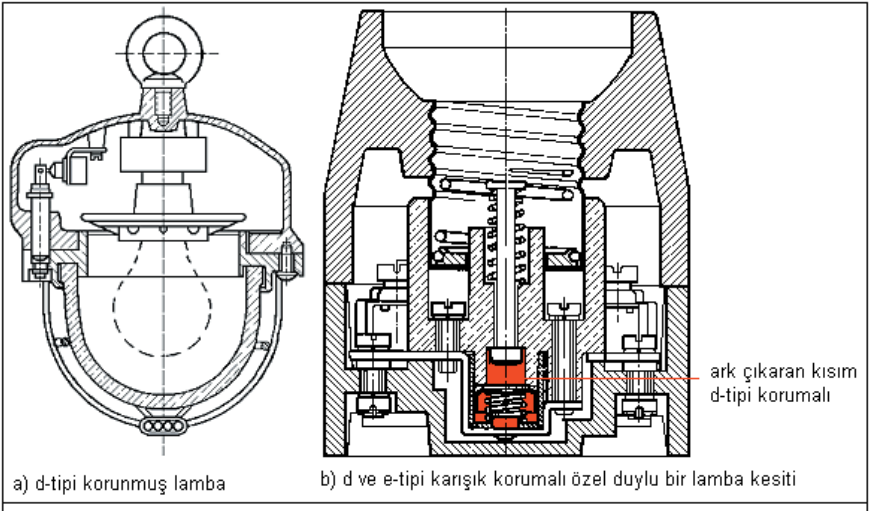
a) d-tipi korunmuş akkor telli (flamanlı) aydınlatma armatürü

Ampul, özel imal edilmiş bir cam fanus içersine alınır. Cam fanus d-tipi korumanın özelliklerine sahip olmalı ve bu nedenle IIB grubu aletlerde 15 ve IIC grubu aletlerde ise 20 atmosfer statik basınca dayanıklı olmalıdır. Ayrıca IEC 60079-0 da ön görülen darbe ve şok deneylerine de dayanabilmelidir. Bu özelliklerde cam imali kolay değildir. Fanus şeklinde yapılan camlar basınca dayanabilmekte, fakat darbe deneylerinde zayıf kalmaktadır. Bilindiği gibi standart cam darbelere dayanıksızdır. Camın darbe dayanımını artırmak için, fanus üzerine çelik kafes geçirilmektedir. Günümüzde darbelere ve şoka dayanıklı borosilikat camlar geliştirilmiştir. Ticari piyasada tencere, tabak gibi mutfak eşyası yapımında kullanılan boraks içerikli bu camlar, soda içerikli klasik camlardan çok daha dayanıklıdır. Darbelere karşı koruyucu çelik ızgara koymaya dahi gerek yoktur. İmalatçılar eski bir alışkanlık olduğu ve müşterileri talep ettiği için, ticari gaye ile çelik koruma ızgaralarını da imalat kapsamlarına dahil etmektedirler. Aslında borosilikat cam fanus, standartların ön gördüğü şartları fazlası ile yerine getirmektedir ve koruyucu çelik ızgaraya da gerek duymamaktadır.

Ampul söküp takma esnasında ark çıktığı için, ampul değişimlerinde elektriğin kesilme gerekir. Standartlara göre, armatür üzerine yazılı bir ikaz çakılması yeterli oluyor ise de, bir çok imalatçı bu işi insan inisiyatifine bırakmamakta ve herhangi bir neden ile cam fanus açıldığında veya bir şekilde ampul değişimi için müdahalede bulunulduğunda elektriğin otomatikman kesilmesi için önlem almakta ve bu maksatla armatürün belli bir yerine minyatür anahtar yerleştirmektedirler.

b) e-tipi korunmuş akkor telli (flamanlı) aydınlatma armatörü

Ampuller normal çalışmaları icabı ark çıkarmadıklarına göre, dış yüzey sıcaklığı düşük özel ampul imal edilerek kolayca e-tipi koruma uygulanabilir. Ampul biraz büyük imal edilir ise, ısı geniş bir yüzeye dağılacağından dış yüzey harareti düşer. Bundan sonra yapılması gereken darbelere karşı önlem almaktır ki, basit bir cam fanus üzerine çelik ızgara geçirilmesi yeterli olmaktadır. Bir zamanlar Alman DIN normuna dahi alınan özel ampullü armatürler 1960-70 li yıllarda maden ocaklarında kullanılmış fakat ampulün özel oluşu dolayısı ile kullanıcı tarafından tercih edilmediği için piyasadan kalkmıştır.



Resim 7.61 : Ex-d tipi akkor flamanlı armatürün yapısı

c) d- ve e-tipi karışık korumalı akkor flamanlı aydınlatma armatür

Yukarıda da açıkladığımız gibi, standartlara göre, ampul değişimi esnasında elektriğin kesilmesi şart ise de buna pratikte pek uyulmamaktadır. Bu maksatla gerilim altında ampulü değişebilen armatür geliştirilmiştir. Ampul değişimi esnasında ark, ampul duyunun dip kısmında çıkmaktadır. Resim 7.61-b) de görüldüğü gibi özel bir duy imali ile bu sorun basitçe çözümlenebilmektedir. Duy içersindeki yaylı bir mekanizma ile, elektrik arkının duyun dışında, küçük hacimli başka bir bölmede oluşması sağlanmaktadır. Bu bölme kolayca d-tipi koruma altına alınabildiğinden sorun çözülmüş olur. Ampulün üzerine cam fanus geçirilir ve tel kafesle de darbelere karşı korunmalıdır. Bu tip armatürlerin üzerlerinde d- ve e-tipi korundukları belirtilmektedir. Normal ticari ampuller kullanılamamaktadır. Çünkü ampul değiştirmek için çelik ızgara ve fanus açıldığında lamba sönmemekte ve el ile çevrilene kadar ampul yanık vaziyette kalmaktadır. Bu esnada ampul dış yüzeyi patlayıcı ortam ile karşı karşıya geldiğinden standartlar gereği endüstriyel tip akkor telli ampuller kullanılamamaktadır. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi özel ampul kullanımı dolayısı ile söz konusu bu özel duylu uygulama da piyasadan kalkmıştır. Ancak yazılı bir ikaz ile kullanılabilir ise de, bu durumda özel yapım duyun anlamı kalmaz.

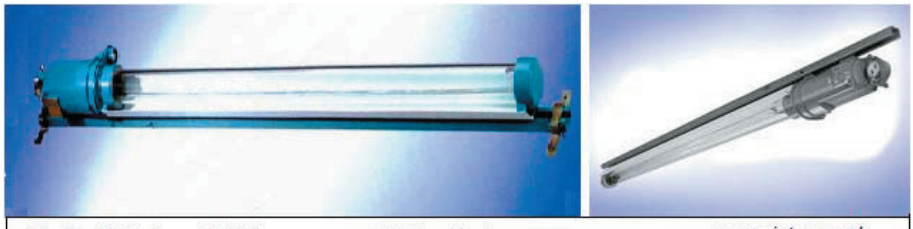
Sonuç olarak, günümüzde akkor telli armatürlerde yalnızca d-tipi koruma uygulanmaktadır. Firma kataloglarına bakıldığında Ex-de işareti görülüyor ise de e=artırılmış emniyet işareti kablo girişi için konulmaktadır. Bazı imalatçılar kabloyu doğrudan iç kısma bağladıklarında artırılmış emniyet işaretini koymaya gerek kalmamaktadır. Günümüzde resim 7.61 deki gibi özel duya pek rastlanmamaktadır. Firmalar elektriksiz ampul değişimini, cam fanusun altına mikro siviç koyarak sağlamaktadırlar. Çünkü mikro siviç imalatı basit hale gelmiştir.

Akkor telli lambalar fazla enerji tükettiklerinden son yıllarda pek tercih edilmemektedirler. Muhtemelen piyasadan kalkacaklar ve yerlerini E27 soketli tasarruflu kopmak floresan ampullere bırakacaklardır. Zaten çoğu imalatçı akkor telli ampul yerine tasarruflu veya sodyum buharlı ampulleri önermektedir. Kompak floresanın elektronik balastları d-tipi korunmuş cam fanus içersinde kaldığından sorun yaratmamaktadır. Tasarruflu ampuller az enerji tükettiklerinden armatür cam fanusun dış yüzey ısısı da artmamakta ve kolayca T6 ısı grubuna göre lamba imal edilebilmektedir. Çoğu imalatçı ampul gücüne bağlı olara ısı grubu (T1-T6) tabloları vermektedir.

2) FLORESAN TÜPLÜ ARMATÜRLER

a) Manyetik balastlı çift pimli klasik floresan armatürler

Klasik floresan lambaların normal çalışmalarında ark çıkaran kısımları STARTER'leridir. Akkor telli lambalarda olduğu gibi tüpün yüzey sıcaklığı da sorun teşkil etmektedir. Bu durumda balast ve floresan tüp ayrı ayrı d-tipi korunmuş muhafaza içersine alınmaktadır. Son zamanlarda güç faktörünü düzeltmek için kondansatör de istendiğinden balastlar kondansatörle birlikte aynı d-tipi muhafaza içersine yerleştirilmiş olarak imal edilmektedir. Floresan tüp ise basınca dayanıklı özel imal edilmiş bir cam tüp içersine konulur. Bu tüp basınç ve darbelere dayanıklı olup, d-tipi korumanın şartlarını yerine getirmek zorundadır. Resim 7.62 de bir örnek görülmekte olup, metal kısma balast tertibatı yerleştirilmiştir. Bu tip, yuvarlak tüplü armatürlerde ampul değişimi pratik değildir. Ampul değişiminde elektriklerin kesilmesi için armatür üzerinde ikaz yazısı bulunması zorunludur. Tüp dışında, ayrıca d-tipi koruma içersine alınan balast tertibatında ise karışık koruma yöntemi uygulanmaktadır. Starter d-tipi korunur iken, bobin kumlu veya m-tipi korunmaktadır. Elektronik balastlarda ise m- veya q-tipi koruma tercih edilmektedir. Kapsüllü m-tipi korumada tamir imkanı yoktur. Son standart tadilatlarında kumlu korumaya bazı esneklikler getirilerek, kumlu koruma uygulanan aletlerin tamiratına imkan tanınmıştır. Bu nedenle elektronik balastlar son yıllarda kumlu koruma (Ex-q) tipi muhafaza içine alınmaya başlanmıştır.



Resim 7.62: Cam tüplü floresan armatür örnekleri www.victor.co.uk

Plastik teknolojinin gelişmediği 1960 yıllarda yuvarlar tüplü floresan armatürler geniş bir kullanım alanı bulmuşlardır. Günümüzde hem plastik teknolojisi gelişmiş, şeffaf ve darbelere dayanıklı polietilen kapaklar yapılmış ve hem de akkor telli lambalarda bah-

settiğimiz gibi cam teknolojisi de borosilikat tabir edilen darbe ve basınca dayanıklı yeni camlar üreterek kullanımı kolaylaştırmışlardır. Borosilikat camlar sayesinde cam tüpün üzerine çelik ızgara geçirmeye gerek kalmamış, hem lambalar hafiflemiş ve hem de ışık dağılım kalitesi artmıştır. Günümüzde daha ziyade plastik kapaklı floresanlar tercih edilmektedir. Cam tüplü armatürler, camın bazı avantajları dolayısı ile yine de kullanım alanı bulmakta olup, piyasadan kalkma ihtimalleri yoktur. Çünkü camlar kimyasal etkenlere karşı şeffaf polietilen kapaklardan daha dayanıklıdırlar.

Resim 7.63: Floresan armatür kablo bağlama ve ampul değişimi ww.ceag.de

Suni madde ve hafif metal alaşım teknolojisinin gelişmesi ile plastik gövdeli hafif ve ucuz floresan armatürler yapılmıştır. Bu tip armatürlerin, kablo bağlantıları ve ampul değişimleri yuvarlak cam tüplülere göre çok daha pratiktir. Resim 7.63 de CEAG firması yapımı floresanlarda görüldüğü gibi kapak açıldığında elektrik kesilmekte ve kablo bağlantısı ve ampul değişimi kolaylaşmaktadır. Çok değişik tip ve özellikte armatür mevcut olup, firma ağırlıklı olan bu gibi detaylara girilmeyecektir. Kullanıcıların önünde geniş bir seçenek imkanı vardır.

b) Tek pimli, e-tipi korunmuş floresan armatürler

Starter ve yüzey sıcaklığı sorununu çözmek için akkor flamanlılarda olduğu gibi özel floresan lamba imal edilmiştir. Bu floresanlarda, starter görevini tüp içersine yerleştirilmiş olan şerit halindeki bir direnç üstlenmektedir. Floresan ampul bu direnç yardımı ile start alır. Bu nedenle bu tip floresan lamba tüplerinin ucunda tek pim vardır. Ticari piyasada evler için satılan floresanlarda olduğu gibi iki pimli değil tek pimlidirler.

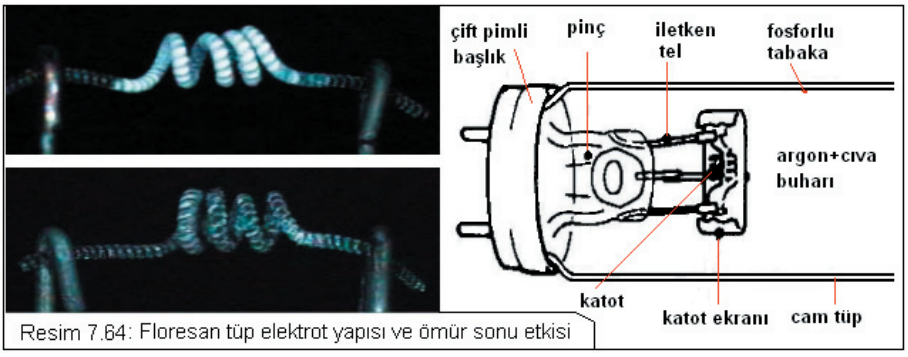
Tek pimli özel floresan kullanılarak yapılan bir ex-korumalı armatörde, ark çıkaran kısım olmadığı için e-tipi koruma uygulanabilmektedir. Bu durumda basınca dayanıklı bir koruyucu tüpe gerek yoktur. Yalnızca IP koruma (toz ve neme karşı) uygulaması yeterli olmaktadır. D-tipine göre daha hafif ve ucuzdurlar. Bu tip armatürlerin mahsuru ise, özel tek pimli floresan ampule ihtiyaç duymalarıdır. Ticari piyasadan kolayca teminleri mümkün olmadığı için, ambarda stok bulundurmak gerekir. 1970 li yıllarda kimya ve petrol sanayinde kullanım alan bulan bu tip tek pimli floresan armatürler son yıllarda çift pimlilerin de seri imalat ile ucuz ve kullanılabilir üretim yapılması ve tek pimlilerin ömürlerinin kısa olması dolayısı ile piyasadan kalmışlardır. Kullanıcılar çift pimli ampul tercih etmektedirler. Çünkü ömürleri uzun ve stoklama sorunlara da yoktur.

Günümüzde çift pimli armatürlerin ampul gövdesinin bulunduğu kesime e-tipi koruma uygulanabilmektedir. Balast kısmı ayrıca d veya q-tipi korumu içersine alınmaktadır.

ÖMÜR BİTİMİ ETKİSİ, END of LİFE EFFEC, EOL

Flüoresan Lambalarda ÖMÜR SONU ETKİSİ

2000'li yılların başlarında kullanıcıların keşfettiği bir olay standartlara kadar işlenmiştir. Almanya'da bazı kullanıcılar floresan lambaların ömürlerinin bitimine yakın veya bittiklerinde soketlerin aşırı ısınarak patlayıcı ortam açısından tehlike oluşturduğunun farkına vararak bu olayı Alman test otoritesi PTB'ye iletmişlerdir. PTB yaptığı testler sonucunda olayı doğrulamış ve diğer uluslar arası test kuruluşlarını da uyarmıştır. Olayın esası ise iki şekilde açıklanmaktadır. Resim 7.64 de görüldüğü gibi, zamanla katot maddesinin aşınması veya tüp içersindeki gazın azalması sonucu floresanın ateş alması güçleşmekte ve bunun sonucu olarak katot gerilimi yükselmektedir. Artan katot gerilimi katot üzerinde tüketilen enerjinin artmasına ve dolayısı ile soketin ısınmasına neden olmaktadır. Hem çift ve hem de tek pimli lambalarda aynı olay yaşanmaktadır.



Resim 7.64: Floresan tüp elektrot yapısı ve ömür sonu etkisi

Bu olay elektronik balastlarda görülmekte olup, soğuk start veren elektronik balastlar klasik manyetik balastlara kıyasla, katoda daha fazla yüksek gerilim (normalin üstünde) iletmek zorundadırlar. Eğer katot maddesi her hangi bir nedenle uçar veya tüp içersindeki gaz azalır ise, ateşleme zorlaşacak ve elektronik balast daha fazla gerilim vererek ateşlemeyi sağlamaya **çalışacaktır**. Lamba ateş almadığı sürece katotlardan (soketlerden) birine devamlı yüksek gerilim darbeleri gidecek ve dolayısı ile katotta tüketilen enerji artacaktır. Bu olay sonucu tüp camının eridiği dahi gözlemlenmiştir (bak resim 7.64-b). Bu kadar yüksek bir ısının tüp soketini aşırı derecede ısıtacağı ve patlayıcı gaz ortamı için tehlikeli olacağı aşikardır.

Bu olaya nasıl çare bulunabilir? Elektronik balastlar sabit akım prensibine göre çalışmaktadırlar. İlk ateşlemede lamba belli bir sürede yanmıyor, yani balast sabit akım vermeye devam edemiyor ise ateşleme olayı durdurulur ve balast lambanın gerilimini keser. Eğer yanmakta olan bir lambada akım değerlerinde bir değişme oluyor ise, balast lambanın ömrünün bitmek üzere olduğunu kabul ederek faaliyeti durdurur.

Floresan tüplerin soketlerinin aşırı ısınması e-tipi korunan (plastik kapaklı) armatürlerde sorun yaratmaktadır. D-tipi korunan (yuvarlak cam tüplü) armatürlerde ısı metal muhafaza içersinde dağıldığından ve dolayısı ile dış yüzey aşırı ısınmadığından sorun olmamaktadır. Ayrıca klasik manyetik tip balastlarda da (sıcak start alan) sorun yoktur. Bu olay IEC 60079-7 madde 6.3.2 de "tüplü lambaların anormal çalışması" başlığı altında ele alınmıştır. Standart T8, T10 ve T12 tipi floresan tüplerde kullanılan balastların "asimetrik darbe ve asimetrik güç kaybı" testlerine tabi tutulmasını ve bu testlerde katot tarafından emilen gücük 10 Wattı aşmamasını ve balastların buna göre tasarlanmasını istemektedir. Söz konusu asimetrik testlerin nasıl yapılacağı IEC 60079-7 ek-H da detayları ile yazılıdır.

Resim 7.64-b: (EOL) Ömür sonu etkisi ile delinen bir floresan tup örneği

3) CIVA BUHARLI ARMATÜRLER:

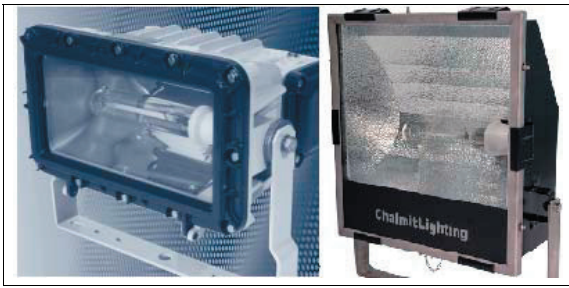
Ancak d-tipi koruma tatbik edilebilmektedir. Akkor flamanlılarda olduğu gibi ampul, basınca dayanıklı cam bir fanusa konulurken, balast ayrı bir metal kaba yerleştirilmektedir. Armatür, üst kısmında d-tipi korunmuş balast bölümü ve altında da cam fanusa yerleştirilmiş cıva buharlı ampul bölümünden oluşur. Cıva buharlı lambaların balastları ağır olduğu gibi, bir de d-tipi koruma altına alındıklarında daha da ağırlaşmaktadırlar. Bu yönü ile ağır ve dolayısı ile pahalıya mal olduklarından pek yaygın değildirler. Harici saha aydınlatması gibi özel yerlerde tercih edilmektedirler. Cıva buharlı ampullerin güçleri (125, 250, 400, 640 Watt) dolayısı ile aydınlatma şiddetleri yüksektir. Işık kaliteleri ise gün ışığına yakın değildir. Bu nedenle sokak ve büyük hangar atölye gibi genel aydınlatma işlerinde tercih edilirler.

Flüoresan ampullerde olduğu gibi starter ve balast gerektirmeyen cıva buharlı ampuller de imal edilmiştir. Bu tip ampul kullanılan armatürlerde, e-tipi koruma tatbik edilebilmektedir. Daha hafif olmalarına rağmen özel ampule ihtiyaç duyduklarından pek ucuza mal olmazlar.

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. Fakat yüksek basınçlı sodyum lambalarda ise aynı durum yoktur, patlayıcı ortamlarda rahatlıkla kullanılabilmektedirler.

Günümüzde çoğu firma tek bir tip ex-proof armatür üretmekte ve kullanıcının tercihine göre içersine yüksek basınçlı cıva buharlı (HME), yüksek basınçlı sodyum buharlı (HST) veya metal Halide (HS /HI) ampul yerleştirmektedir.

4) PROJEKTÖRLER



Resim 7.65: Ex-proof projektör:

CEAG firması yapımı kategori 2 ve d-tipi bir projektör
Ex II 2 G Ex de II B T3-T4
Ex III 2 D Ex tD A21 IP 67
55x44x40 cm, 31 kg

Chalmlight firması yapımı kategori 3 bir projektör
Ex II 3 GD Ex nR II

Piyasada hemen hemen her cins lambanın exproof olan sürümü mevcuttur. Bunların sertifikaları incelenerek nerelerde kullanılabileceğine dikkat etmek gerekir. Yukarıdaki örnek özellikle verilmiştir. Çünkü 1000-2500 Watt gibi çok yüksek miktarda enerji tüketen ve aşırı ısınan bir projektörün ex-proof olanını imal etmek kolay değildir. Zon 1 ortamında kullanılanlarda d tipi koruma uygulandığı için ağır ve iri gövdeli olmaktadırlar. Zon 2 ortamında kullanılan, koruma seviyesi EPL-c olanlar ise biraz daha pratiktirler.

Lambalarla ilgili exproof koruma yöntemlerinin detaylarına girilmeyecektir. Çünkü piyasadaki ampul tipi sayısından fazla armatür tipi mevcuttur ve firmadan firmaya da farklı metotlar uygulanmaktadır. Okuyucuların dikkatini çekmek istediğim genel bir husus ise: aydınlatma armatürlerinin çoğunun üzerinde elektriği kesen mikro siviç var ise de elektriği armatür dışında kesmeden, ampul değişmeleri ve lambalara müdahale etmemeleri ve en azından 5-10 dakika beklemeleridir. Çünkü çoğu lamba yüksek miktarda enerji tüketmekte ve kapakları açıldığında yüksek dereceli dış yüzey sıcaklığı ile karşılaşılmaktadır. Lambaların soğumalarının beklenmesi unutulmamalıdır. Bilindiği gibi, lambalarda alınan exproof önlemlerin başında aşırı yüzey sıcaklığının bir şekilde dağıtılarak düşürülmesi gelmektedir.

Aydınlatma armatürleri, kablo rekorları, fiş-priz, motor ve saire gibi bazı ex-proof ürünleri sanayi tiplerinden ayırt etmek kolay değildir. Dış görünüşleri itibarı ile aynısı gibi gözükmektedirler. Fakat unutmayınız ki, IEC 60079-0'a göre ilave testlerden geçirilmektedirler ve çok daha dayanıklıdırlar. Düşürme, darbe, anti-statik, ısıl dayanım, şok testleri, manyetik uyumluluk gibi önemli dayanım testlerine tabi tutulmaktadırlar.

7.70 HABERLEŞME ÖLÇÜ ve OTOMASYON CİHAZLARI

a) 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 çok 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 1,5 kg ile 6,5 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 tehlikesiz ortama yerleştirilirler. Telefon cihazları gerekli konuşma enerjilerini içerlerindeki bir bataryadan alırlar ve bu batarya tetikleme yöntemi ile uzaktan şarj edilirler. Ex-ia veya ib tipi korunmuş telefon cihazları her ne kadar dış görünüşleri itibarı ile normal sanayi tipi telefon cihazlarına benziyorlar ise de Ex-i şebekesi için ön görülen bu telefonlar umumi telefon şebekesine bağlandığında çalışmazlar. İç yapıları farklı olduğu gibi, kullandıkları gerilim de 24 VDC dir.

Resim 7.65: Çeşitli tip telefon örnekleri: a) ses takatli, b) ve c) Otomatik, d) VoIP telefon

Telefonların enerji harcayan bölümleri zil tertibatlarıdır. Günümüzde çok az enerji gerektiren ve düşük gerilimle çalışan “piezzo kristal” zil kullanan telefon cihazları mevcuttur. Resim 7.65’de Alman Funke+Huster+Fernsig firması yapımı birkaç telefon örneği görülmektedir.

Resim 7.65 a)'da EX ia I/IIC T6 sertifikalı, pilsiz, ses takatli bir telefon görülmektedir. Ağızlık üzerindeki bir mekanizma çevrilerek uyarı yapılmaktadır. Bu cihazın özelliği hiçbir enerji kaynağına ihtiyaç duymamasıdır. Değişik tipleri mevcuttur. Bant boyu gibi kendi aralarında görüşen tesislerde tercih edilmektedir. Çok tutulmaktadır ve eski bir cihaz olmasına rağmen halen piyasadan kalkmamıştır.

Resim 7.65 b) ve c) görülen cihazlar tam otomatik telefon santralları içindir. Yer altı madenleri ve aşırı tozlu ortamlar gibi ağır işletme şartları için geliştirilmiştir. Aynı resimdeki d) ile gösterilen cihaz ise internet şebekesine dahi bağlanabilen son model IP telefonlardır. Bu tip telefonlar kendinden emniyetlilik teknolojine göre imal edilmektedir.

b) 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 hem de ex-sahada çalışabilen Ex-i tipi korunmuş telsizler mevcuttur.

Cep telefonlarının da Ex-i korunmuş tipleri imalatçı firmalarca piyasaya sürülmüştür. Hem tehlikeli ortamlarda ve hem de normal yerlerde kullanılabilirler. Merak edenler özellikle NOKIA firmasından kendinden emniyetli tip (intrinsic safe) cep telefonunu temin ederek hem emniyetli ve hem de tehlikeli sahada güvenle çalışabilirler. Rafineri ve petrol sahaların da çalışan kişilere tavsiye edilir. Fakat çoğu işyeri cep telefonu ile iş yerlerine girilmesini yasakladıkları gibi, yakın civarlarına da GSM baz istasyonu kurdurma maktadırlar.

c) ÖLÇÜ ALETLERİ ve İZOLASYON MEGERLERİ

Elle taşınan seyyar 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 detektörü 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 diye düşünmeniz doğru değildir.

Piyasada kendinden emniyetli tipte imal edilmiş avometreler mevcuttur ve korumasız tipine kıyasla çok da pahalıdır. Bu tip bir aletin anlamı vardır. Çünkü KE devreler gerilim altında da tamir edilebilir, elektrikleri kesilmeden kapakları açılabilir. Böyle bir devrede kullanılan ölçü aletinin exproof olmasının çok fazla da bir anlamı yoktur. Normal aletle de çalışmanın bir mahsuru yoktur.

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, tedbir almanız gerekir. Çünkü kabloya gerçekte yüksek gerilim tatbik etmeniz gerekir. Aksi halde yapılan megerin anlamı yoktur. Bence ex-korumalı izolasyon megeri, bir kandırmaca dan ve ticari bir oyundan ve başka bir şey değildir.

Patlayıcı ortamlara yerleştirilen panolarda kullanılan exproof ölçü aletleri mevcuttur. Bunların exproof olmaları zorunludur. Çünkü sürekli patlayıcı ortam içersindedirler ve özel önlem ile kullanma gibi bir durumları da yoktur.

d) OTOMASYON ve İZLEME SİSTEMLERİ, PLC'ler

Bu tip cihazlar üzerine yazımızın kendinden emniyetlilikle ilgili bölümünde bilgi verilmiştir. Bölüm 6.90'a bakınız.

8.00 TEHLİKELİ BÖLGE TANIMLAMA ÖRNEKLERİ

8.01 FİLİTRE TESİSLERİ

Patlayıcı toz toplayan filtrelerin tamamı sürekli veya uzun süreli patlayıcı toz ortamında bulundukları için patlamaya karşı tedbir alınmalıdır. Hububat, un şeker ve saire gibi maddelerin depolandıkları silo veya benzeri tesislerde kullanılan toz toplayıcı filtrelerin tamamı ATEX kapsamındadır ve exproof sertifikalı filtreler kullanılması zorunludur. ATEX daimi komitesinin de tavsiyesi bu yöndedir. (ATEX standing committee)

Silolarda kullanılan elektrikli aletler bir şekilde patlayıcı ortam dışına alınabilse dahi, toz toplayıcı filtreyi tozdan uzak tutmak imkansızdır. Siloların risk analizi ve tehlike bölgelerinin tayini kitabımız konusu olmadığından konuya detaylı girilmeyecektir. Silolar ile ilgilenen meslektaşların, tesisi planlama safhasında bir ZON tanımlaması yapmaları ve silo etrafında veya içersinde nerelerin ne derece tehlikeli olduğunu belirlemeleri gerekir. Ayrıca tesis devreye alındıktan sonra da işletme durumunda herhangi bir değişiklik yapıldığında, yeni bir risk analizi (tehlikeli bölge, ZON tanımlaması) yapılması gerektiği unutulma malıdır. Burada vurgulamak istediğimiz filtre içersinde elektrikli alet olsun veya olmasın (pinomatik veya hidrolik de olabilir), toz filtrelerinin (toz toplama ünitelerinin), bir notified body den ex-sertifikalı olması gerektiğidir.

Her tesiste olduğu gibi, özellikle silolarda STATİK ELEKTRİKLENME unutulmamalıdır. Hububatın akışı statik elektriklenme oluşturabilmektedir. Bu açıdan silonun yapım malzemesi önemlidir. Bildiğimiz kadarı ile gıda maddeleri ile ilgili silo ve depo gibi kapların tamamı paslanmaz krom nikel çelikten yapılmak zorundadır. Bu gibi metalik malzemeler, usulüne göre topraklandıkları takdirde, statik elektriklenmeyi önlemekte ve dolum esnasındaki akıştan statik elektrikle yüklenen tahılın elektriğini alarak toprağa iletmektedir. Plastik ve benzeri suni maddeden yapılı veya boyalı silolar statik elektriklenmeyi önleyememektedirler. Boya başlı basına bir sorun teşkil etmektedir. “Silomu krom-nikelden imal edip dünyanın parasını vermekten ise boya ile hallederim” şeklinde düşünür, ucuz çelik veya plastikten depo yapar iseniz, statik elektik işinizi bitirebilir. Çünkü statik elektriklenme havanın nemine bağlı olduğu için, tesisinizi devreye alır almaz problem yaşamayabilir, “işi hallettim” diye düşünebilirsiniz. Anti statik boya adı altında ticari piyasada boya bulunmamaktadır. Anti statik olan, boyanın kendisi değil uygulama tekniğidir. Bildiğimiz kadarı ile Türkiye’de anti statik boya yapan firma sayısı çok azdır. Askeriyenin mühimmat depolarını boyayan Ankara Elmadağ kasabasında bir firma mevcuttur (tacboya.com.tr). İsteyen internet sitesinden girerek bilgi alabilir. Burada okurlarımızın dikkatini çekmek istediğimiz “ben anti statik boya buldum onunla boyattım” sözünün yanlış olduğudur.

Silonun kendisi uygun yapılmış olabilir. Depoya dolan veya boşalan tahıl kendi üzerinde statik yük bulundurabilir. Bu yükün alınması gerekir. Aksi halde yangın çıkabilir. Kim bilir bu gibi statik elektriklenme sonucu yanan ne kadar silo vardır. İtfaiye gelir elektrik

kontağı veya sigara izmariti gibi bir rapor verir gider. Bizce sebebi bilinmeyen ve bulunamayan yangın ve patlamaların hemen hemen tamamı statik elektriklenmeden olabilir. Unutmayınız, statik elektrik patlayıcı ortamların görünmeyen gizli düşmanıdır.

8.02 GAZ TURBİNLERİ

Gaz türbinleri yalnız başına ticari piyasaya sürülen bir alet veya makine değildir. Bir tesisin parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu hali ile ATEX kapsamına girmiyor gibi görülüyor ise de komple tesis olarak dikkate alınmak zorundadır. Tesis Temmuz 2003 den önce kurulmuş ise de gerekli önlemlerin alınması ve ATEX uyumunun sağlanmak zorunludur.

Gaz türbinlerinin, gaz yakıyor olması türbinin kendisinin exproof olmasını gerektirmez. Türbinin etrafı ve gaz borularının çevresi tehlikeli bölge sayılmaktadır. Bu arada türbin yüzeyinin sıcaklığı da sorun teşkil edebilir, dikkate alınmalıdır. Bu nedenle gaz türbinlerinin kendisinin notified body den sertifikalı olmasına gerek yoktur. Diğer bir söz ile "EC examination test sertificate" e gerek yoktur. Etrafındaki cihazlara dikkat edilmesi ve herhangi bir kaçağa karşı havalandırma gibi önlemler alınması yeterli olmaktadır.

8.03 PETROL POMPALARI, DİSPENSERLER

Petrol pompaları ATEX sertifikalı olmak zorundadır ve kategori 2 yeterli sayılmaktadır. Bu konu ilgili bölüm 3.6 da bilgi verilmiştir. Burada tekrar edilmeyecektir. Pompa içersindeki aletlerin (komponentlerin) sertifikalı olması yetmemektedir. Pompanın kendinin ayrıca komple bir alet olarak sertifikası gereklidir. Çünkü bu tip pompalar tek başına bir ünite olarak ticari piyasaya sürülmektedir. Basit gibi gözükmekle dolum tabancasının dahi ex-proof ve ATEX sertifikalı olanı mevcuttur. Tabancalar özellikle benzin buharını dışarı vermemelidir.

8.04 FORKLİFT ve ÇEKİCİLER

Patlayıcı ortamda kullanılan bütün aletler gibi forkliftler de aynı statüye tabidirler. Forkliftler kategori 2 veya 3 olarak piyasada bulunmaktadırlar. Kategori 2 forkliftin EC uyumluluk sertifikası (notified body tarafından verilen) bulunması gereklidir. Kategori 3 forkliftlerde ise EC uyumluluk deklerasyonu yeterli olmaktadır. Piyasada en çok rastlanan kategori 3 forkliflerdir. Bunlar exproof forklift olarak piyasaya arz edilmektedirler. Konuyu tam olarak bilmeyen bazı kullanıcılar her ortamda kullanabileceklerini zannetmektedirler. Okuyucularımızın kategori 3 ne anlama geldiğine dikkat etmeleri gerekir.

Kategori 1 ve 2 de Notified Body sertifika vermekte, katagori 3 de ise imalatçı kendisi "bu alet exprooftur" şeklinde izahatta bulunmakta, İngilizcesi ile deklere etmektedir.

Forkliftin kendi üzerinde patlamalı motor (benzinli veya diesel) olabileceği gibi akü ile çalışan elektrikli motoru bulunabilir. Bu aletlerin kendilerinin ayrıca sertifikası bulunması

gerekir. Bir imalatçı bu gibi sertifikalı parçaları toplayarak forklift yapıp piyasaya sürebilir. Yalnızca kullandığı aletlerin sertifikalı olması yeterli değildir. Eğer forklifti kategori 3 olarak piyasaya sürecek ise imalatçının kendisinin bir deklerasyon yazması yeterlidir. Kategori 2 olarak piyasaya sürülecek ise Notified Body den sertifika gereklidir. Forkliftin üzerindeki aletlerin sertifikalı olması tek başına yeterli değildir. Komple tüm ürününde sertifikalandırılması şarttır. Toparlama forklift yapıp komplesi için sertifika almadan piyasaya süren çok firma mevcuttur. Bunun mahsuru ne? Ark çıkaran elektrik motoru, kumanda butonu gibi tehlike kaynaklarının hepsi exproof ve sertifikalı olduğuna göre tamamı için tekrardan bir sertifika almanın anlamı nedir? Bir kere ATEX yönetmeliği ("Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (94/9/AT)" 31.12.2006 tarih ve 26392 sayılı resmi gazete) böyle istemektedir. Diğer taraftan, şasenin diğer aksamlarında statik elektrik toplayan parçalar olabileceği gibi, ısınan veya aşırı sürtünen hareketli aksamlar olabilir. En önemlisi ise üçüncü bir tarafın (Onanmış Kuruluş) denetim yapmış olmasıdır. Eğer iş yerinizde patlama tehlikesi var ise her halde malınızın havaya uçmasını istemezsiniz. Satıcı dışında üçüncü bir tarafın (Onanmış Kuruluş) müteselsil kefil olması fena olmaz.

8.05 KOVALI ELEVATÖRLER

Dikey malzeme taşıyan kavalı elevatöler taşıdıkları malzemeye göre patlayıcı ortam içersinde bulunabilmektedirler. Örneğin hububat silolarında tahıl nakleden elevatörler patlayıcı toz ortamının tamamen içersine gömülüdür. Genellikle bu gibi elevatörler tam kapalıdırlar ve iç kısımlarında patlayıcı toz oluşmaktadır. Bu nedenle, bu gibi elevatörlerin iç kısımlarında meydana gelebilecek sürtünme gibi ateşleme kaynaklarına karşı önlem alınması yeterli olmaktadır. Normalde elevatörlerin içersinde elektrikli alet bulunmamaktadır. Tahrik motorları ve yolverme tertibatları patlayıcı toz ortamından uzak tutulmaktadırlar. Toz ortamına yakın sensörler var ise bunların sertifikalı olması yani patlayıcı ortama uygun olarak seçilmesi yeterli olmaktadır. Elevatörleri çalıştıran kumanda butonları (düğmeleri) de toz ortamından uzak tutulmaktadır. Bu uzaklıklar nedir sorusu ise ZON ayrımı kapsamına girmektedir. Çalışma ortamına ve nakledilen malzemeye göre değişmektedir.

Elevatör imalatçısı veya kullanıcı elevatörün kullanma şartlarına göre bir risk değerlendirmesi yapmalıdır. (risk assestment) Bu değerlendirmeye göre gerekli önlemler alınmalıdır. Elevatör dıştan tam kapalı ise ancak iç kısımlarında bir tehlikeli ortam oluşabilmektedir. Bu kesimleri de tehlikeye düşüren elevatör parçalarının sürtünmeleri ve saire gibi hususlardır. Genelde elevatörün içersinde elektrikli alet bulunmaz. Bu gibi basit hususlara dikkat edilmesi yeterli olmaktadır.

Elevatör için genellikle komple bir uyumluluk testi ve sertifikaya gerek yoktur. Buna rağmen herhangi bir elevatör yoğun patlayıcı ortam içersinde ise elbette EC testine ve notified body den sertifikaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Kısaca okuyucularımızın bilmesi

gereken elevatörün bulunduğu ortama göre tedbir alınması yeterli olabilmektedir. Bu konuda kesin çizgiler yoktur. Her şey mal sahibinin yaptırdığı risk analizine bağlıdır. Yoğun toz ortamında çalışan bir elevatöre de "riks yoktur" gibi bir rapor vermek her uzmanın cesaret edeceği bir iş değildir. Ayrıca mal sahibi kendi mal varlığını düşünmelidir. Toz patlaması gazlardaki patlamadan çok daha tehlikeli ve tahrip edicidir. İnternette biraz gezinen nice güvenilir ve modern tesislerin nasıl yerle bir olduklarını görebilirler.

Elevatörlerin en altta bulunan tahrik motorları genellikle sürekli tozlu ortamdadır ve hatta tehlike seviyesi yüksektir (EPL-a). Kategori tabili ile kategori 1 ve ZON 0 ortamındadırlar. Bu ortama müsait kategori 1 motor henüz piyasalarda mevcut değildir. Bu konuda uzmanlar hem fikir değildirler ve bu nedenle tozla ilgili standart çalışmaları gecikmektedir.

8.06 ELEKTRİK SÜPÜRGELERİ

Patlayıcı toz bulunan işyerlerinde temizlik maksadı ile kullanılan toz toplama süpürgeleri exproof olmak zorundadırlar. Büyük sanayi tipi olan bu süpürgelerin piyasada ex-proof olanları mevcuttur. Bu gibi exproof süpürgeler, mobilya ve un fabrikaları, hububat, şeker siloları ve saire gibi büyük miktarda patlayıcı toz ile ilgilenen tesislerde söz konusudur. Ufak pastane, lokanta gibi yerlerde ve evlerde patlayıcı tozdan ve exproof süpürgeden söz edilmemektedir. Genel olarak toplamda 25 kg dan fazla patlayıcı toz (un, şeker vs) bulundurmayan ufak işletmelerde patlayıcı ortam risk analizi ve dolayısı ile ex-proof teçhizat istenmemektedir.

8.10 BOYA KABİNLERİ

İçersinde herhangi bir ateşleme kaynağı bulunmayan basit boya kabinlerinin exproof sertifikası bulunmasına gerek yoktur. Kabin içersinde basınçlı hava ile boya atılıyor ise yalnızca statik elektriklenmeye karşı önlem alınması yeterlidir. Uyumluluk testine ve herhangi bir notified body den sertifika alması gerek yoktur.

Büyük sanayi tipi boya kabinlerinin ise amatörce değil profesyonelce yapılıp, yetkili bir Onanmış Kuruluştan sertifika almaları zorunludur. Yazımızın devamında böyle bir boya kabini hakkında exproof açısından detaylı bilgi verilecek olup, konuyu bu kadar detaylı ele almamızın nedeni okuyucularımıza örnek olması içindir. İsteyen aynı metodu çalıştıkları veya planladıkları sanayi tesislerine uygulayabilir. Metodoloji ve inceleme yöntemi aynıdır. Örneğin boya kabini değil de her hangi bir gaz dolum tesisi, alkol kolonya gibi depolama veya şişeleme tesisleri gibi patlayıcı ve parlayıcı maddeler ile çalışan iş yerleri de aynı mantık ile incelenerek risk analizi yapılabilir.

8.11 BOYA MADDELERİNİN PARLAMA NOKTALARI

Piyasada çok değişik boya bulunmakla birlikte, genelde selilozik ve sentetik boya tabir edilen iki cins yağlı boya ile karşılaşılmaktadır. Bunların kimyasal yapıları konumuz dışıdır. Bizi ilgilendiren bu gibi "yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı" sıvıların PARLAMA NOKTALARIDIR (FLASH POINT). Aşağıdaki tabloda bazı firmaların ürettikleri yağlı boya ve tinerlerin parlama değerleri görülmektedir. Bu değerler ilgili firmaların internet sitelerinden alınmıştır.

Firma	Boya tipi	Parlama Noktası Flash Point °C
DYO	303 - Dyoplast - Plastik Duvar Boyası	yok
	084 - Dyolux - Sentetik Boya	41°C
	036 - Dyosen - Sentetik boya	38°C
	457 - Dyoterm - özel boya	yok
	130 - Ripolin - Antipaslı son kat boya	38°C
	260 - Silikonlu ipek mat iç cephe boyası	yok
	276 - Dyotex - akrilik dış cephe boyası	38 °C
	VMM - Sentetik Tiner	>21 °C
	SL-9950wt - Tinerler	>21 °C
Filli Boya	Yağlı Boya - Astar	43°C
	Endüstriyel Tiner	<23 ºC
	Polimarin Zehirli boya	> 43°C
	Polimarin tekne astarı	> 21 °C
	İzosan yat verniği	25°C
	Merbolin akrilik poliüretan tiner	<21°C
	Lux merbotex ahşap koruyucusu	38 °C
	Merbolin süper selülozik tiner	< 21 °C
	834023 - ÇBS Eğriboz sentetik tiner	42°C

Her kimyasal maddenin emniyet ve sağlıkla ilgili bilgilerini içeren bir "malzeme emniyet çizelgesi (material safety data sheet= MSDS" mevcuttur. Bu bilgi sayfaları, o maddenin sağlıklı kullanımı ile ilgili ikazlar içerdiği gibi, parlama ve patlama ile ilgili bilgiler de içermektedir. MSDS verileri insan sağlığı için olduğu gibi, yangına karşı alınacak önlemler açısından da önemlidir.

8.12 BOYA HANE TASARIM ESASLARI

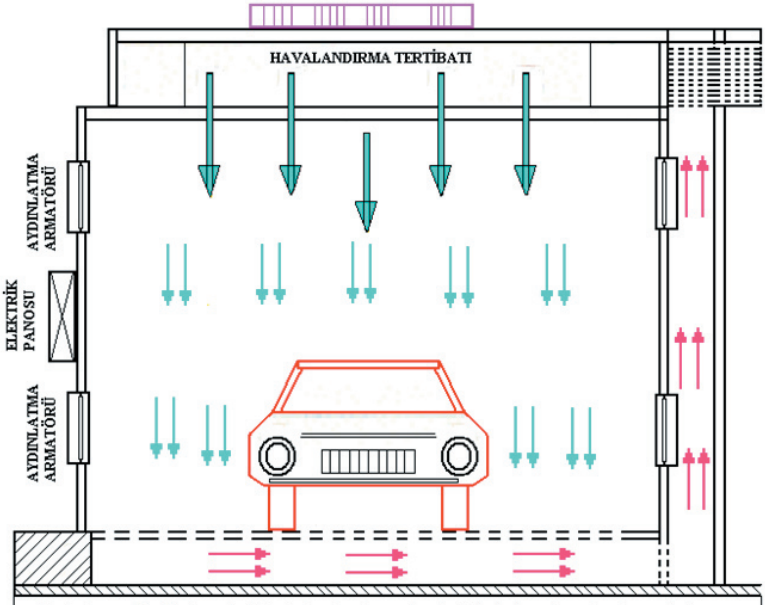
Boya hanelerin exproof açısından dizaynında dört noktaya dikkat edilmelidir, bunlar önem sırası ile:

1. İyi ve uygun bir havalandırma
2. Statik elektriklenmeye karşı önlem alma
3. İnsan faktörü
4. Elektrik ve makine tesisatının uygun tasarımı ve tekniğine uygun seçimi ve yerleştirilmesi

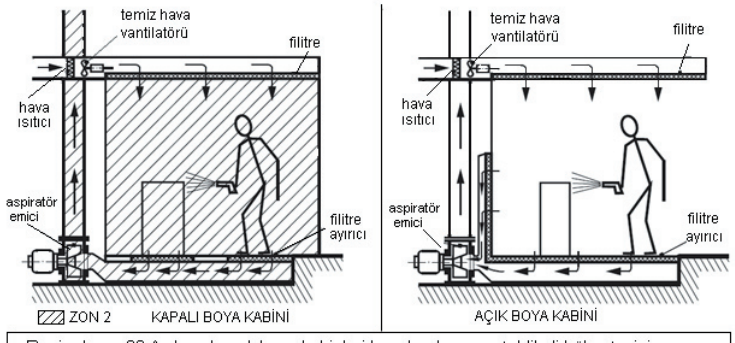
İnsan faktörü ve çalışanların bilinçlendirilmesi ve düzgün çalışmalarının sağlanması, anti statik giyecek kullanımı ve saire, önemli bir konudur. Bu önlemler çok basit oldukları için genellikle insanlar "bana bir şey olmaz" düşüncesi ile hareket etmekte ve olay olduktan sonra da geri dönüş yoktur.

1) HAVALANDIRMA

Boya haneler sağlık yönünden olduğu gibi patlamaya karşı alınacak emniyet tedbirleri açısından da iyi bir şekilde havalandırılmak zorundadır. Boya veya tiner buharı alta çöktüğünden, havalandırma, patlayıcı buharı alttan alıp götürecek (süpürecek) şekilde tasarlanmalıdır. Resim boya-01 de görüleceği gibi hava akışı yukarıdan aşağıya doğru olmalıdır.



Resim boya-01: Bir boya kabininin havalandırma kesit görünüşü ve havalandırma yönü



Resim boya-02:Açık ve kapalı boya kabinleri havalandırma ve tehlikeli bölge tayini

Basınçlandırılarak dışarı atılan boya veya tiner buharı havalandırmayı gerçekleştiren elektrik motoru üzerinden geçmemelidir. Bu nedenle elektrik motoru, havayı emme değil basma tarafına yerleştirilir. Diğer bir deyim ile içersinde tiner buharı bulunan pis hava elektrik motoru üzerinden veya motoru yalayarak geçmemelidir. Hava emme yoluna boya zerrelerini tutmak için filtre de konulmaktadır. Filitrelerin patlamayı önlemek ile alakası yoktur. Yalnız filitreler anti statik olmalıdır. Elektrik motoru dışında, boyahanenin diğer aksamlarını çalıştıran pano ve saire gibi elektrik tesisatları (resim boya-06 da görüldüğü gibi) temiz havada bulunmalıdır. (tiner buharının bulunmadığı ve bulunma ihtimali olmayan bölmede).

Temiz havaya veya güvenli bölmeye alınamayan elektrikli aletler, exproof tabir edilen özel yapım olmak zorundadırlar. Bu aletler normallerinden 5-10 misli pahallıdırlar ve ayrıca unutulma malıdır ki EXPROOF OLMAKLA BİRLİKTE YÜZDE YÜZ EMNİYETLİ DEĞİLLERDİR. Bu nedenle zorunlu olmadıkça tercih edilmemelidirler. Diğer bir tabir ile her ne kadar exproof olsalar dahi patlayıcı ortama elektrikli alet konulması en son tercih olmalıdır. "NE KADAR AZ ELEKTRİK, O KADAR ÇOK GÜVENLİK" sözü unutulmamalıdır. Ana prensip budur. "Nasıl olsa exproof olanı var, alır koyarım" şeklinde bir düşünce ile plan yapmak doğru bir tasarım değildir. Buna rağmen elektrikli aleti patlayıcı ortamda kullanmak zorunda iseniz aşağıdaki seçim kurallarına dikkat etmelisiniz.

8.13 EXPROOF ELEKTRİK AKSAMI SEÇİM KURALLARI ve ZON TANIMLARI

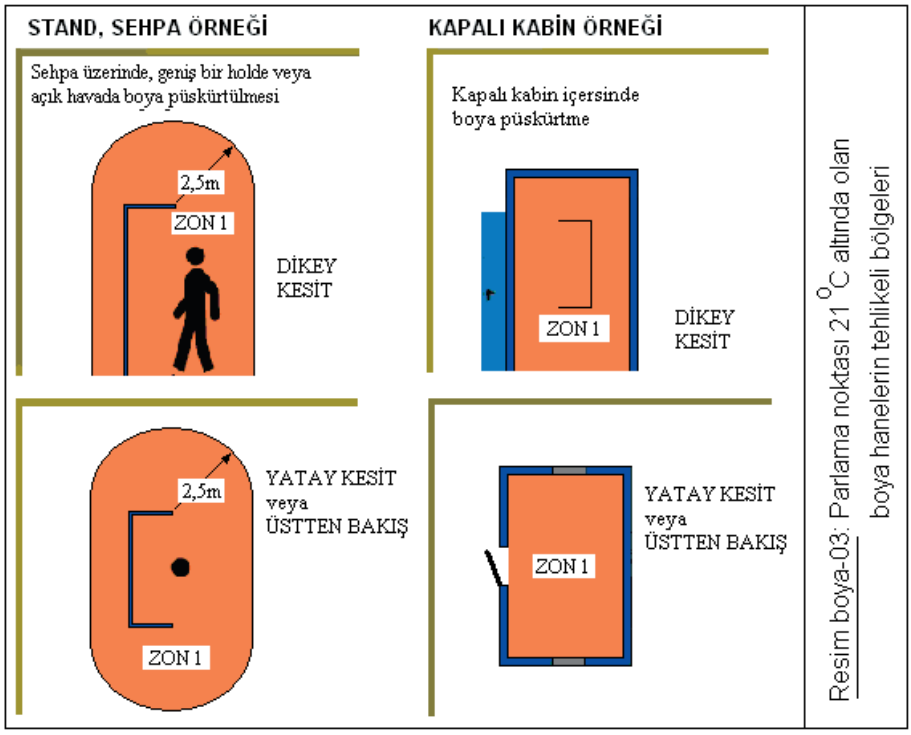
Türkiye"de exproof olarak yerleşmiş olan tabirin tam karşılığı "patlayıcı ortama karşı korunmuş elektrikli alet" olmalı veya kısaca PATLATMAZ denilebilir ise de yaygın kullanılan tabir exproof dur ve maalesef dilimize bu şekilde yerleşmiştir. Elektrikli aletlerin seçimi ve uygulanması basit değildir. Bilgi seviyesi yüksek bir uzmanlık işidir. Bu nedenle en ufak bir boyahane yapımında konuyu bilen kişilere danışılması gerekir. Elektriğin patlayıcı gaz, toz ve sıvıları tehlikeye düşürdüğü bilinen bir gerçektir. Voltajın düşük olması, insanı çarpmayacak seviyede (24 Volt gibi) olması patlama yönünden emniyetli olduğu anlamına gelmez. Bu yanılgıya düşüp hatalı tesis yapan çok kişi ve kuruluşlar mevcuttur.

Elektrikli aletlerin patlayıcı ortamı tehlikeye düşürmemesi için çok değişik önlemler alınmakta ve değişik koruma yöntem ve metotları uygulanmaktadır. Konumuz elektrikli aletlerde alınan koruma önlemleri olmadığından bu konuya girilmeyecektir. Elektrikli aletler yetkili kuruluşlarca test edilerek gerekli sertifikaları bu yetkili kuruluşlarca verilmektedir. "Bizim kullanıcı olarak ne yapmamız ve neleri bilmemiz gerektiği", yazımızın devamında açıklanmaya çalışılacaktır. Elektrikli alet seçiminden önce, bir tehlikeli bölge (ZONE) tanım laması yapmamız ve boyahanenin nerelerinin ne derece tehlikeli olduğunu belirlememiz gerekmektedir. Bu tip bir incelemenin günümüzdeki adı risk analizidir (risk assessment) ZONE tanımlaması kullanılan boya maddesinin parlama noktasına (FLASH POINT) göre ele alınmaktadır. Parlama noktası düşük olan kimyasallar çok daha tehlikelidirler. Bu tanımlamalarda 21 °C baz alınmaktadır ve aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

a) PARLAMA NOKTASI < 21 °C ALTINDA BOYA KULLANILAN BOYA HANELER

Eğer boya hanede parlama noktası 21 °C nin altında olan boya veya tinerler kullanılıyor ise, uyulması gereken tehlike bölgeleri resim boya-03 de gösterilmiştir. Bu gibi durumlarda boyanacak nesnenin 2.5 metre etrafı tehlike bölgesi 1 (Kuşak 1, Zone 1) ve 6 metre etrafı da tehlike bölgesi 2 (Zone 2) olarak kabul edilmektedir. Parlama noktası 21 °C'nin üstünde olmasına rağmen ön ısıtma ile boya atılıyor ise aynı şartlar geçerlidir. Bu gibi boya hanelerde kategori 2 sertifikalı exproof aletler kullanılır. Boyama kapalı bir kabinde yapılıyor ise kabinin içi tehlike bölgesi 1 olarak kabul edilir.

Bu mesafeler bir öneridir. İsteyen emniyet mesafelerini artırır veya eksiltebilir. Uygulama durumuna göre bazı kısıtlamalar, işletmeci tarafından yapılabilir. Aşağıdaki örnek Federal Alman uygulamalarından alınmıştır.

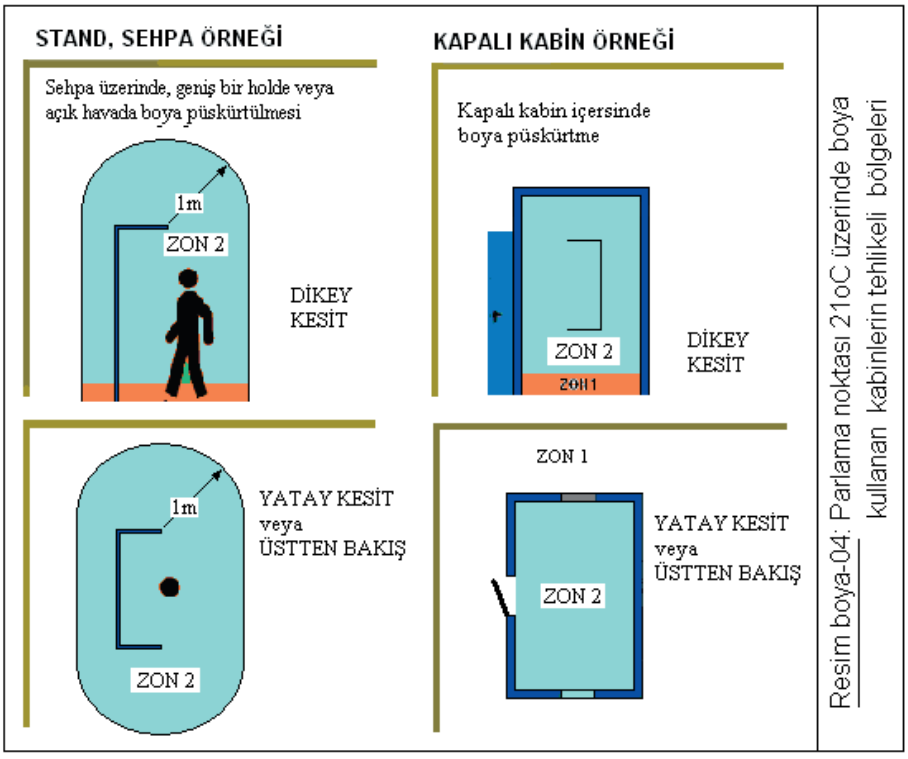


b) PARLAMA NOKTASI > 21 °C ÜZERİNDE BOYA KULLANILAN BOYA HANELER:

Parlama noktası 21 °C üzerinde olan boya ve tinerler kullanıldığı takdirde uyulması gereken tehlike bölgeleri resim boya-04'deki gibidir. Tiner ve boya buharları dibe çöktükleri için zeminden 50-30 cm yukarısı tehlike bölgesi 1 (Kuşak 1, Zon 1) olarak kabul edilmiş olup, bu kesime elektrikli her hangi bir alet sokulmaz, gerekiyor ise 30 cm yüksekliğinde bir sehpa üzerinde getirilir. Buna rağmen tehlike bölgesi 1 de elektrikli alet kullanılmak

isteniyor ise "exproof kategori 2 sertifikalı" olmak zorundadır. Bu tip boya hanelerin diğer kısımları tehlike bölgesi 2 (kuşak 2, zon 2) olarak kabul edilmekte olup, kullanılan elektrikli aletlerinin exproof kategori 3 belgeli olmaları yeterli olmaktadır. Açıkta boya püskürtülüyor ise boyanan parçanın 1 metre etrafı zone 2, yukarısı ise temiz bölge olarak kabul edilir. Kapalı bir kabinde boya atılıyor ise boyanan parçanın 2.5 m üstü temiz bölge olarak kabul edilmektedir. Bazı kaynaklar kapalı kabinin tamamını Zone 2 olarak tanımlamakta, yerden 30 cm yüksekliği Zone 1 olarak ayırmamaktadır.

Parlama noktası 21 °C altında olan boya ve tiner çok yaygın değildir. Bu boyaların buharı havadan hafif olduğu için yukarı uçmakta, boya atılan yerin üst kısımlarını, tavanı tehlikeye düşürmektedir. Parlama noktası 21 °C üstünde olan boya ve tinerlerin buharı dibe çökmekte, boya atılan odanın alt bölmelerini tehlikeye düşürmektedirler. Aynen LPG ve Doğal gazda olduğu gibi, LPG yere çöker, doğal gaz ise yukarı uçar. Buna göre alınacak önlemler de çok farklıdır.



Eğer bir tesiste parlama noktaları 21 °C hem altında ve hem de üstünde olan boyalar kullanılıyor ise, bunların mekanları ayrılmalı ve ayrı ayrı kabinlerde işlem yapılmalıdır.

Eğer açık havada boya atılıyor ise boya püskürtülen noktanın 1 m etrafı tehlike bölgesi 2 olarak kabul edilmektedir. Boyalar genellikle kapalı mekanlarda atılmaktadır.

Bir örnek boya kabini Resim boya-05'de görülmektedir. Burada boya basınçlı hava ile atılmaktadır. Tehlikeli bölge içersinde aydınlatma armatüründen başka elektrikli alet yoktur. Burada kullanılan armatürlerin tamamı exproof sertifikalı ve en az kategori 3 olmalıdırlar.

Exproof kategori 3 aletler nasıl olmalıdır sorusu konumuz değil ise de, birkaç söz edebiliriz. Kategori 3 aletlerin imali kategori 1 ve 2 deki gibi sıkı kontrole tabi değildir. Daha kolay ve basittir. Yine de konuyu bilmeyenlerce üretildiğinde sorun çıkmaktadır. Her IP54 korumalı (etanş) alet kategori 3 sayılmaz. Yüzey ısınması gibi patlayıcı ortamlarla

Resim boya-05: Bir otobüs boya kabini örneği

Resim boya-06: Farklı bir boya kabini örneği ve elektrikli aletlerin konumu

ilgili bazı basit kurallara dikkat edilmesi gerekir. Kategori 3 elektrikli aletlerin Onanmış bir kuruluştan (Notified body) uyumluluk sertifikası (conformity certificate) alması gerekmiyor ise de, yetkili ve akredite olmuş bir kuruluşlardan sertifika almalarında yarar vardır. Ayrıca IEC 60079-0'ın son sürümü bazı konularda sıkı test şartları getirilmiştir. Örneğin düşürme ve darbe testlerinde test mesafeleri iki misline çıkarılmış ve plastik malzemelerde eskitme deneyleri gibi sıkı deneyler ön görülmüştür. Bilindiği gibi IEC 60079-0 tüm exproof malzemeler için geçerlidir ve tüm exproof ekipmanlar bu standardın şartlarını yerine getirmek zorundadır. Tabi ki usul, yöntem ve standartlara hakkı ile uyan kuruluşlar için bu maddelerin anlamı vardır. Ticare piyasa maalesef gayrı ciddi firmalarla doludur ve bir çoğunun sertifika olarak sunduğu belgeler sahtedir. Tedarikçi ve tüketici firmalara önerimiz şartnamelerinde IEC normlarının en son sürümlerine dair üçüncü kuruluşlardan belge istemeleridir. Ne var ki belge veren üçüncü kuruluşlar, Notified Body içersinde de ciddi çalışan pek azdır. Bu konuda yazılacak değil de şifahi olarak söyleyebileceğimiz çok şeyler vardır ve exproof ile ilgilenenlerce de bilinmektedir.

Resim boya-05'de bir otobüs boya kabini resmedilmiş olup, burada aydınlatma armatürlerinden başka her hangi bir elektrikli alet görülmemektedir. Yine Resim boya-06'da BOTERSAN firması tarafından yapılan bir boya kabini görülmekte olup, elektrikli aletlerin tamamının boya atılan yerin dışında olduğu görülmektedir.

8.14 STATİK ELEKTRİKLENME

Tüm patlayıcı ortamlarda olduğu gibi, boyahanelerde de, havalandırmadan sonra ikinci önemli tedbir statik elektriklenmeye karşı önlem almak ve statik elektriklenme ile mücadeledir. Mücadele diyoruz çünkü, elektrikli aletlerde olduğu basit bir tesis kurma ile iş bitmemekte, sürekli dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle boya hanelerin tüm duvarları alüminyum ve demir gibi metallerden üretilmekte, suni madde zorunlu olmadıkça seçilmemektedir. Duvar, kapı, çerçeve gibi aksamların metalden yapılmış olması yetmemekte, bunların iyi bir şekilde zemine topraklaması da gerekmektedir. Boyahanelerde paratoner olmalımıdır? Paratonerin statik elektriklenme açısında bir faydası yoktur. İyi bir topraklama var ise, gökteki bulutların statik yüklerini alacak ve yer küreye iletecektir. Boya hanelerin metal oluşları bir faraday kafesi yaratmakta ve iç kısımda bulunan patlayıcı maddeleri bulutların etkisinden korumaktadır. Faraday kafesi olan bir tesiste paratonere gerek olmamasına rağmen, yine de bir çok boyahanenin hemen tepesine bir paratoner dikilmiş olduğu görülmektedir. Çünkü Çalışma Bakanlığı Müfettişleri, risk analizi, tehlikeli bölge tanımlamaları gibi "patlamayı önleme dokümantasyonu" isteyecekleri yerde, kendileri uzman kesilip karar vermekte ve "buraya paratoner konulacak, buraya exproof aydınlatma yapılacak" gibi karalar üretmektedirler. İşveren de müfettişlerle sorun yaşamamak için itiraz etmemektedir. Aksi halde "kılıçları bence lüzumundan fazla keskin" olan müfettişler tesisin başka yerlerinde hata bulmaktadır.

Topraklama yalnızca elektrik aksamına değil tüm metal aksama uygulanmalı ve estetik yönden bir sakınca yok ise, kapı, duvar, çatı ve saire gibi tüm parçalar özel topraklama kabloları ile bir birlerine bağlanmalıdır. Bazı metallerin bir birlerine karşı uyum sağlamadıkları unutulma malı ve özellik ile alüminyum ile bakır veya galvanizli şerit bir birlerine bağlanırken özel eleman kullanılmalıdır. En doğrusu, topraklama konuya bilen özel bir kuruluşlara yaptırılmasıdır. Eş potansiyel kuşaklama adı verilen bu gibi birbirine bağlama şeklinde topraklama yapılması IEC 60079-17 de istenen şartlardan biridir.

8.15 EN 12215

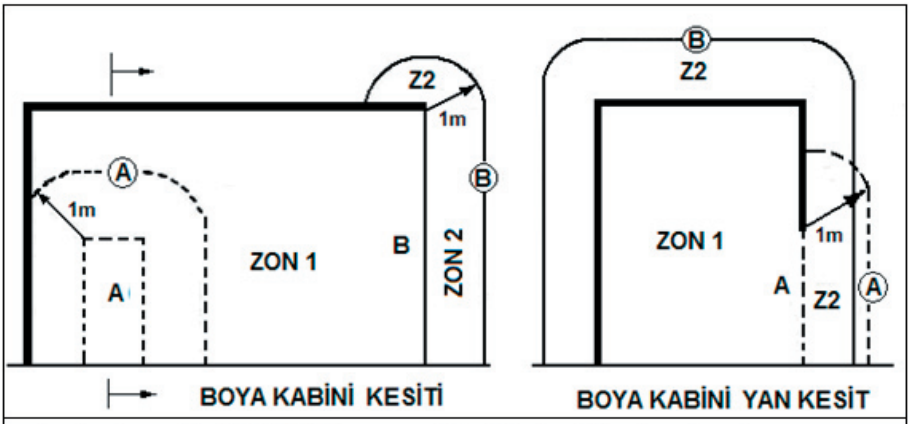
Boya kabinleri için "Kaplama tesisleri - Organik sıvı kaplama maddelerinin uygulanması için püskürtme kabinleri - Güvenlik kuralları" adında geçerli bir standart mevcuttur (İngilizce Adı: Coating plants - Spray booths for application of organic liquid coating materials - Safety requirements)

Bu standart ZON ayrımlarını LEL seviyesine göre yapmakta ve %50 üzerinde LEL bulunduran yerleri ZON 1 olarak tanımlamaktadır. Sıvı buharlarının LEL seviyelerinin ne olduğundan ve nasıl tespit edileceğinden bahsetmemekte, diğer standartlara atıf yapmaktadır. LEL seviyesi düşük ise boya kabininin içi ZON 2 olarak da tanımlanabilmektedir. Bu durumun nasıl tespit edileceği EN 12215 de yazılı değildir. IEC 60079-10 da verilen metot ve bilgilere göre havalandırma hesabı yapılarak patlayıcı tiner buharı %25 in altına düşürülebilip düşürülmediği hesaplanmalıdır. Patlayıcı buhar seviyesini düşürmek havalandırmanın debisine bağlıdır. Çok yüksek debi ise boya atma tekniğini etkileyebileceğinden bu gibi hesapları boya kabinin konusunda tecrübeli olan kişi ve kuruluşlara yaptırılmalıdır.

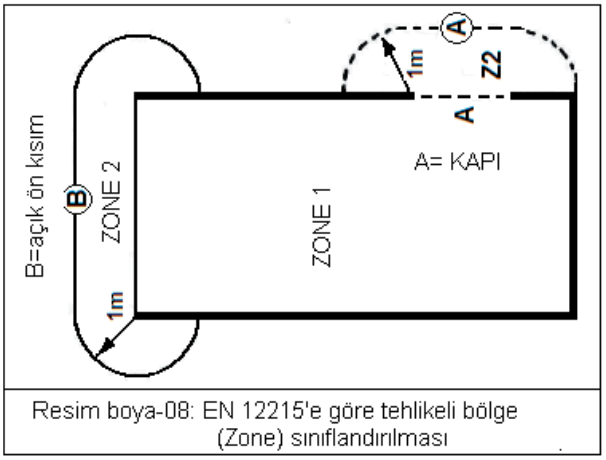
Bu standartta yalnızca kabinlerden söz edilmekte, boya atılan diğer mekanlardan söz edilmemektedir. Yukarıda yaptığımız tanımlamadan farklı olarak, perde gibi açıklıkların 1 metre etrafını da tehlike bölgesi 2 (ZON 2) olarak tanımlamaktadır. Resim boya-07 ve 08 de EN 12215 de örnek olarak verilen bir boya kabinindeki Zone tanımlamaları görülmektedir. Söz konusu bu standart çok daha sıkı davranmakta ve kabinin iç kısmını Zone 1 olarak deklere etmektedir.

Resim boya-07 ve 08 deki örnekte boya kabininin içi ZON 1 ve kapı ve perde gibi açıklıkların 1 metre etrafı da ZON 2 olarak alınmıştır. Kapının etrafının da tehlikeli bölge olarak tanımlanması dikkat çekici ve bizce de doğrudur. Meslek kuruluşları verdikleri örneklerde kapı ve etrafından söz etmemektedirler. Bu tip kabinlerin içersine elektrikli herhangi bir alet monte edilmesi gerekmemektedir. Eğer monte edilecek ise kategori 2 alet kullanmak zorunludur. Önemli olan statik elektriklenmeye karşı iyi bir topraklama yapılmasıdır. Boya kazanı ve hatta boya tabancası da topraklıdır. Boya kazanı içersinde elektrikli bir alet bulunma maktadır. Eğer boya hazırlama safhasında elektrikli bir alet ile karıştırılıyor ise bu alet exproof olmak zorundadır. Boya tabancası basınçlı hava ile çalışmalıdır. Elektrikli tabancalar asla kullanılamaz. Exproof sertifikalı boya

tabancaları var ise de elektrik boya tabancalarından sertifikalı olanı mevcut değildir. Basınçlı hava ile çalışanı basit olmasına rağmen exproof korumalı olmak zorundadır. Çünkü benzin ve LPG dolum tabancalarında olduğu gibi, her an patlayıcı ortam ile karşı karşıyadırlar.

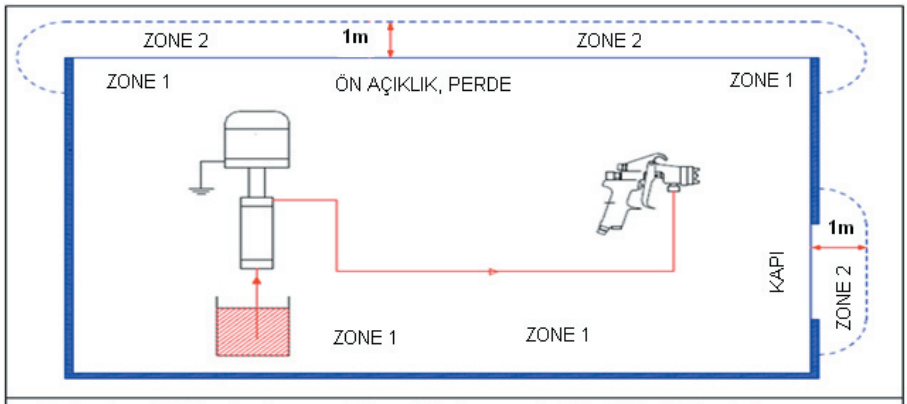


Resim boya-07: EN 12215'e göre tehlikeli bölge (Zone) sınıflandırması



Resim boya-08: EN 12215'e göre tehlikeli bölge (Zone) sınıflandırılması

Resim boya-09 da önü açık ve içersinde cebri havalandırma bulunmayan basit bir boya kabinin örneği verilmiştir. Burada havalandırma yapılmadığı için kabinin iç kısmı tehlike bölgesi 1 olarak alınmıştır. Resimdeki gibi eğer boya Hazırlığı (karıştırma) yapılıyor ise karıştırıcı motoru kategori 2 (EPL-b) sertifikalı olmak zorundadır. Hazırlık açık havada yapılabiliyor ise, exproof malzemeye ihtiyaç kalmayabilir gibi akla geliyor ise de, karıştırıcının kendisi patlayıcı tiner buharına çok yakın mesafededir ve exproof olmayan sanayi tipi bir karıştırıcı kullanılması çok rizikoludur.



Resim boya-09: Havalandırmasız önü açık bir boya mahallinin tehlikeli bölgeleri

SB-E-2-510 ISS.04

CE Ex II 2 G X

EC Declaration of Conformity

We, **ITW Finishing UK, Ringwood Rd, Bournemouth, Dorset, BH11 9LH, UK**, as the manufacturer of the **Spray gun model SRi**, declare, under our sole responsibility, that the equipment to which this document relates is in conformity with the following standards or other normative documents:

BS EN 292-1 PARTS 1 & 2: 1991, BS EN 1953: 1999; and thereby conform to the protection requirements of Council Directive **98/392/EEC** relating to ***Machinery Safety Directive,*** and;

EN 13463-1:2001, council Directive **94/9/EC** relating to ***Equipment and Protective Systems intended for use in Potentially Explosive Atmospheres*** *protection level* ***II 2 G X.***

This product also complies with the requirements of the EPA guidelines, PG6/34.

Transfer efficiency certificates are available on request.

B. Holt, General Manager
30th June 2003

8.16 BOYA TABANCASI

Yukarıda sertifikalı ve ATEX'e uygun bir boya tabancası görülmektedir. Çok basit olan bu boya tabancası yazımıza özellikle alınmıştır. Sertifikasız devasa tesis kurup çalıştıranlara örnek olacağını umarız. Tabancanın uyumluluk deklerasyonu ve etiketi de yazımıza özellikle eklenmiştir.

8.20 KALORÜFER KAZAN DAİRELERİ

Merkezi kaloriferlerin kazanlarında ve sıcak su sistemlerinde yakıt olarak kömür, fuil oil, mazot. LPG, doğal gaz veya LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) kullanmaktadır. Kömürle çalışan kazan dairelerinde kömür tozu, diğerlerinde ise patlayıcı buhar veya gaz tehlikesi akla gelmektedir. Bu gibi yerlerde exproof ekipman kullanılmalımıdır? kullanılmamalımıdır? Yazımızın devamında bu soru ele alınıp incelenecektedir.

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik konu ile ilgili maddeler içermektedir. Ayrıca belediyeler de şartnameler yayınlayarak bu gibi yerlerin yapımı ile ilgili hükümler getirmişlerdirler. İzmir, İstanbul, Bursa gibi büyük şehir belediyelerin şartnameleri mevcut olup, konumuz (exproof) ile ilgili olan kısımları bir birinin aynıdır.

Yangın yönetmeliğinde *"Gaz kullanılan kapalı bölümlerde, gaz kaçağından oluşabilecek patlama olaylarına karşı bir yırtılma yüzeyi inşa etmek zorunludur. Bu yüzey kapalı bölümün yan duvarlarında olabilir 0.2 m²/m³ büyüklük yeterlidir"* ibaresi olup, söz konusu "yırtılma yüzeyi" exproof korumanın bir parçasıdır ve "explosion vent" olarak bilinir.

Kömürle çalışan kazan dairelerinde exproof ekipman istenmemekte, yalnızca depolanabilir kömür miktarlarına kısıtlama getirilmektedir. Çünkü bu gibi yerler hem nemli olmakta ve hem de sık sık yıkanmaktadır. Bu nedenle patlayıcı toz birikimi ve patlama ihtimali çok azdır Ayrıca kömür depolarının havalandırılması ile ilgili zorlayıcı maddeler mevcuttur. Aynı şekilde fuil oil, mazot ve LPG kazan dairelerinde depolanabilecek yakıt miktarları da kısıtlanmıştır. Binaların yangından korunması ile ilgili yönetmelik madde 54, 55, 56 konu ile ilgili bilgiler içermektedir.

LPG veya doğal gaz kullanan kazan dairelerinde gaz kaçağını algılayan ölçü ve alarm sistemi istenmektedir. Binaların yangından korunması ile ilgili yönetmelik açıkça patlayıcı ortam ve ATEX den bahsetmiyor ise de konu ile ilgili 56. maddede "kullanılan gazın özelliği dikkate alınarak aydınlatma ve açma kapama anahtarlarıyla panolar kapalı tipte uygun yerlere tesis edilmelidir" denilmektedir. Yani bu gibi ark çıkaran ve tehlike yaratabilen elemanların emniyetli bölgeye alınmasını istemektedir. Genellikle panolar kalorifer dairesinin dışına ve aydınlatma armatürlerini çalıştıran anahtarlar da giriş kapısının yan tarafına, temiz bölgeye konulmaktadır.

LPG li veya doğal gazlı kazan dairelerinin, birincil önlem olarak iyi bir havalandırması olmalıdır. İşin püf noktası ve olmazsa olmazı burasıdır. Uygun havalandırılmayan bir yerde exproof alet kullanmanın faydası yoktur. Herhangi bir şekilde kaçan gaz kolayca dışarı atılmalı, baca sistemi oluşabilecek gazı dışarı taşıyabilmelidir. Bu gibi kazan dairelerinde en önemli risk veya deşarj noktaları boru bağlantıları ile vanalardır. Brülör kendisi tehlike arz etmemekte gelen gazı yakmaktadır. Ola ki, gaz yanmadan dışarı çıkıyor ise brülörün yapısı icabı çıkan gaz yanmadan bacadan dışarı atılır, kazan dairesinin içersine gaz gelmez. Exproof brülör yaptığını iddia eden ve piyasaya süren firmalar da mevcuttur. Boruların kaçak yaparak dışarı gaz verme ihtimali çok düşüktür. Bunun için anahtar ve prizlerin kazan dairesi dışına konulması yeterli olmaktadır. Bu gibi bağlantılar düzgün yapıldığında ve bir de gaz izleme (ölçme) sistemi bulunduğunda her hangi bir exproof alet kullanmaya gerek yoktur.

Yalnız LPG ile doğal gaz çok farklıdır. LPG havadan ağırdır ve dibe çöker. Doğal gaz (metan, CH4) ise havadan hafiftir yukarı çıkar. Kazan dairesinin üst kısımlarındaki tehlike kaynaklarından etkilenebilir. Bu nedenle hem doğal gaz ve hem de LPG kullanan

kazan dairesi olamaz. LPG li kazan dairesinde tavana bitişik veya çok yakın olarak monte edilmiş olan aydınlatma armatürleri doğal gazlı veya LNG li kazan dairelerinde mümkün olduğunca aşağı alınmalıdır. Kazan dairesinin yüksekliğine göre, armatürler tavandan 40-50 cm aşağıya sarkıtılmalıdır. Resim kazan-01 ve 02 de LPG ve doğal gazlı kazan dairelerinin tehlikeli bölgeleri gösterilmiştir. LPG'li kazan dairelerinde hava emişi zeminden yapılırken doğal gazda tavandan olmalı veya tabi emişe bırakılmalıdır. Bir kazan dairesinde exproof elektrikli alet kullanımı en son seçenektir ve keyfe kederdir İsteyen kullanabilir. Fakat havalandırmanın düzgün olmadığı bir yerde exproof malzeme kullanmanın faydası yoktur Belediyelerin şartnamesinde konutlar için exproof tesisattan bahsedilmemekte, yalnızca sanayi tesislerinde istenmektedir.

Gaz dağıtım kuruşlarının kazan daireleri hakkındaki tavsiyeleri mevcut olup, bunlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Kazan dairelerinde binanın diğer katlarına ait aspiratör, klima santralı gibi cihazların olmaması daha iyidir. Vakum etkisi yapıp, kazan çekişini etkiler ve brülör arızası oluşturabilir.

2. Kazan dairelerini fayans kaplamak lüks gibi görünse de pratik yararlar sağlamaktadır.

3. Kazan dairesi, makine dairesi (bodrumda, ara katta, çatı katında vb.) gibi hacimlerde ses ve titreşim ile ilgili önlemler alınmalıdır. Bu gibi tedbirler konfor açısından önem kazanmaktadır.

a. Cihaz seçerken ses seviyesi düşük cihazlar seçilmelidir.

b. Oluşan sesin binaya iletilmemesi için önlemler alınmalıdır.

c. Akustik önlemler alınmalıdır. Makine dairesine akustik tavan yapılmalıdır. Pompa ve cihazların altına titreşim önleyiciler eklenmelidir.

4. LPG kullanılan kazan dairelerinde

a. Kazan kaidesini yerden 30 cm. yükseltmek gerekir.

b. Lambayı dışarıdan açıp kapama imkanı yaratılmalıdır.

c. Gaz alarmı hissedicisini yerden 10 cm. yukarı monte etmek gerekir.

d. İçeride kontaktör, hidrofor vb. bulunmaması tavsiye olunur.

5. Yakıt depoları duvar ile çevrili ayrı bir bölüme monte edilmelidir ve bu hacim için doğal havalandırma sağlanmalıdır.

6. Hermetik duvar tipi kazanların kullanıldığı kazan dairelerinde, yanma için gerekli olan dış hava girişi olmadığı için; kazan dairesinin soğuması azaldığı gibi, havayla birlikte toz girişi de önlenir. Yanma odasına sürüklenen tozun yarattığı olumsuz etki de ortadan kalkar.

İzmir Gaz Dağıtım A.Ş. tesisat teknik şartnamesinin elektrik ile ilgili bölümü:

5.9.1 Elektrik Tesisatı:

Cihazlar için gerekli elektrik enerjisinin alınacağı elektrik panosu etanj tipi ex-proof olmalı, kumanda butonları pano ön kapağına monte edilmeli ve kapak açılmadan butonlarla açma ve kapama yapılabilmelidir. Elektrik dağıtım panosunun kazan dairesi dışında olması durumunda pano ve aksesuarlarının exproof olmasına gerek yoktur.

Brülör kumanda panosu etanj tipi olmalı, ana kumanda panosundan ayırt edilebilecek şekilde ve brülöre yakın bir yere monte edilmelidir. Ana pano ile brülör kumanda panosu arasında çekilecek besleme hattı projede hesaplanmış kesitte ve yanmaz TTR tipi fleksible kablo ile yapılmalıdır. (Buradaki TTR tabiri yanıltıcıdır. TTR standart bir tanımlama değildir. Elektrikçilerin kullandığı bir tabirdir. Bizce silikon izoleli ve esnek kablo denilmesi daha doğru olacaktır)

Aydınlatma sistemi tavandan en az 50 cm aşağıya sarkacak biçimde veya üst havalandırma seviyesinin altında kalacak şekilde zincirlerle veya yan duvarlara etanj tipi exproof flouresan armatürlerle yapılmalıdır. Kazan dairelerinde muhtemel tehlikeler karşısında kazan dairesine girmeden dışarıdan kumanda edebilecek şekilde tüm elektriğin kesilmesini sağlayacak ilave tesisat yapılarak kazan daireleri kontrol altına alınmalıdır.

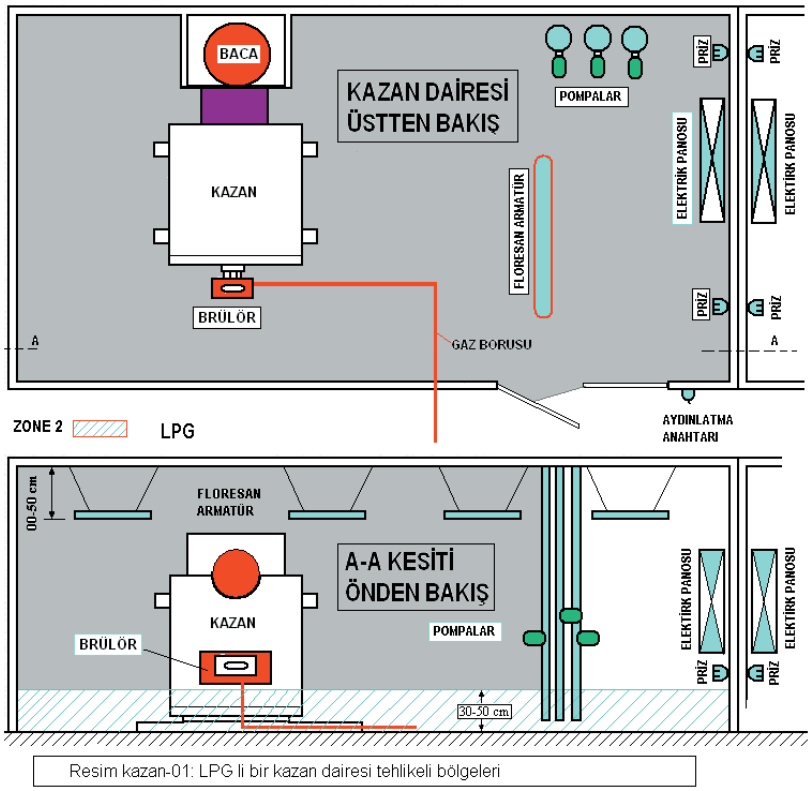
İzmir Doğalgaz Dağıtım A.Ş. konutlar için ayrı bir şartname çıkarmıştır. Konutların elektrik tesisatında exproof dan söz edilmemektedir.(madde 8.10). Yalnız nasıl yapılacağı tarif edilmektedir ki, resim kazan-01 ve 02 de yaptığımız risk değerlendirmesine uygun düşmektedir.

Aşağıda LPG ve doğal gazlı kalorifer kazan dairelerinin exproof açısından bir değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmede konut veya sanayi gibi bir ayırım yapılmamıştır. Gaz kaçağı olma ihtimali çok düşük olduğundan ZON 2 den daha tehlikeli bölge seçilmemiştir. Isı sınıfı olarak doğal gazda T1 LPG de T3 ön görülmüştür.

LPG özellikleri %70 bütan %30 propan	Propan	Bütan	Karışım
Kimyasal Formülü	C3H8	C4H10	
İzafi Yoğunluk (hava=1)	1,522	2,006	1,861
Alt patlama sınırı	(%)	2,15	1,55
Üst patlama sınır	(%)	9,6	8,6
En Düşük Tutuşma Sıcaklığı (havada)	(°C)	493	482

Görüldüğü gibi LPG havadan ağırdır, dibe çöker. Bu nedenle kazan dairesinin zemini tehlikelidir. Havalandırma tavandan değil zeminden emilerek yapılmalıdır. İyi bir havalandırması olan LPG li kazan dairelerinde yerden 1-1,5 m yükseklikte normal elektrikli alet bulunmasının hiç bir mahsuru yoktur. Yerden 30-50 cm yükseklik ZONE 2 ve üstüde temiz bölge olarak alınabilir. Yangın yönetmeliği ve gaz dağıtım kuruluşları emniyetli

sahada kalmak için fazla esnek davranmamakta ve ark çıkaran elektrikli aletlerin kazan dairesi dışına alınmasını istemektedir. Tam olarak tehlikeli bölge tabirini kullanmıyorlar ise de kazan dairesinin tamamını ZONE 2 olarak kabul etmektedirler. Bizce de doğru bir seçimdir. Çünkü risk analizini yaparken yalnızca normal çalışma koşullarına bakarak dar çerçevede kalmamak ve insan faktörünü de dikkate almak gerekir. Tehlikeli bir yerde elektrikli alet var ise çalışanlar hiçbir şey olmayacakmış gibi davranabilirler. Alt kısım tehlikeli, üst kısım tehlikesizmiş gibi bir düşüncede olmayabilirler. Veya çalışanların bazıları bilinçli davranabilir bazıları ise vurdumduymaz olabilirler. Bu nedenlerle LPG'li veya doğal gazlı kazan dairelerin tamamını Zone 2 olarak almak doğru bir karar olacaktır.



Resim kazan-01: LPG li bir kazan dairesi tehlikeli bölgeleri

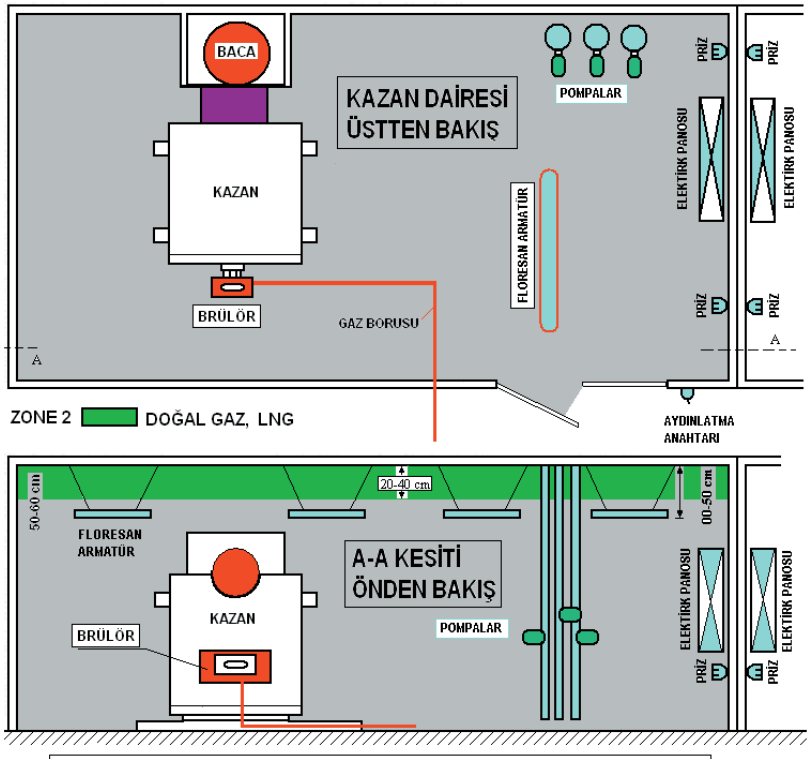
Resim kazan-01 de LPG li bir kazan dairesinin üstten kuş bakışı resmi ve yandan görünüşü çizilmiş ve tehlikeli bölgeler işaretlenmiştir. Kazan dairesinin tamamı ZONE 2 olarak alınmıştır. Çünkü yukarıda izah ettiğimiz gibi hem Türkiye'deki mevzuat ve hem de uluslar arası temayül bu yöndedir. Federal Alman uygulamalarında LPG ve doğal gazlı kazan dairelerine gaz dedektörü, uzaktan izleme ve alarm dahi istenmemektedir. Çünkü bu gibi yerlerde çok ender gaz kaçağı yaşanmaktadır ve çalışanlar da sistemin bakımı ile ilgilenmemektedirler. Gaz ölçümünde kullanılan ucuz dedektörler ise uzun

süre gaz algılamadıklarında uykuya dalmakta ve gerçekten bir gaz geldiğinde ise algılama yapmamaktadırlar. Özellikle katalitik yanma ve kimyasal sensörler sık sık bakım ve canlılık kontrolü istemektedirler. Bakım istemeyen ve uzun sure (yıllarca) hiç gaz algılamadıkları halde canlı kalabilen sensörler kızıl ötesi ışık prensibine göre çalışan IR sensörlerider ki, konutların bu tip 3 bin euroluk bir dedektörü alacak gücü yoktur.

DOĞAL GAZ ÖZELLİKLERİ

Doğal gaz, ağırlıkla metan gazından oluşur, çok az miktarda etan, bütan, propan ve pentan gazlarını da içerir. Katıksız, temiz bir metan gazı değildir.

Doğal gaz özellikleri	Metan
Kimyasal Formülü	CH4
İzafi Yoğunluk (hava=1) gr/cm^3	0,678
Alt patlama sınırı % LEL	5
Üst patlama sınır % UEL	15
En Düşük Tutuşma Sıcaklığı (havada)	538 (°C)



Resim kazan-02: Doğal gazlı bir kazan dairesi tehlikeli bölgeleri

Bildiğimiz kadarı ile konutlarda ve büyük apartman dairelerinin altındaki kazan dairelerinde Dünyanın hiçbir ülkesinde ex-proof tesisat istenmemektedir. Brülörün elektrik tesisatı brülöre ve gaz borularına çok yakın mesafede durmasına rağmen exproof olması istenmemektedir. Düşük basınçla çalışan gaz boruları etrafı tehlikeli sayılmamaktadır. Evlerde ve kazan dairelerindeki doğal gaz boru hatları düşük basınçlıdır. Brülör gibi gaz yakan cihazların etrafı tehlikeli sayılmamaktadır. Tabi iyi bir baca sisteminin çalıştığı varsayımı ile. Brülörün hemen yanında elektrikli ve elektronik bir kumanda cihazı bulunmaktadır. Bu cihazın dahi exproof olmasına gerek yoktur. Piyasada söz konusu brülör kontrol cihazını exproof yaparak "exproof brülör" pazarlayan firmalar mevcuttur.

8.30 GENEL ANLAMLI TEHLİKELİ BÖLGE TANIMLAMALARI

8.3.1. KOLAY YANICI SIVILARIN DEPOLANMASI

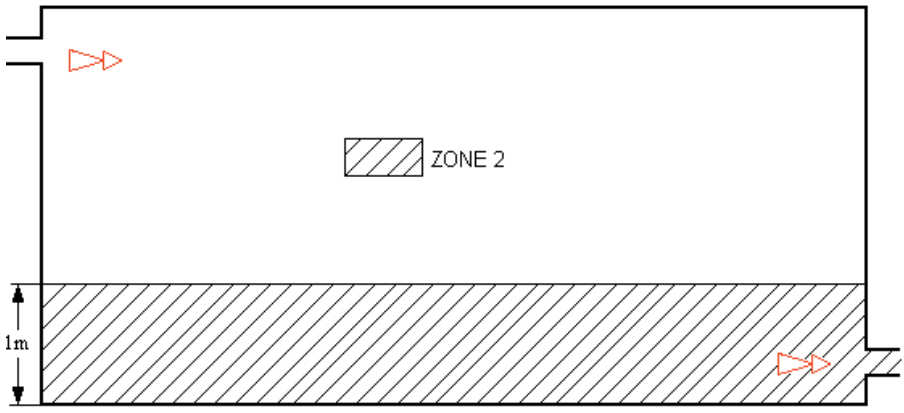
8.3.1.1 Varil veya küçük tanklarda depolama (ünite hacmi <2m³)

a) İçersinde doldurma boşaltma yapılmayan tabi veya suni (cebri) havalandırmalı

ÇÖZELTİ (SOLVENT) DEPOSU

Kolay yanıcı çözeltici sıvılar küçük tanklar veya kutulara doldurulmuş, paketlenmiş ve paletler halinde dizilerek yerleştirilmiş oldukları depolarda, (eğer her hangi bir doldurma boşaltma işlemi yapılmıyor ise) tehlikeli bölge tanımlaması resim tb01 deki gibi yapılabilir. Deponun havalandırması ister tabi (kendiliğinden) isterse suni (cebri) olsun değerlendirme değişmez. Palet veya tankların her birinin hacmi 2000 litreyi aşmadığı takdirde deponun yerden 1 m yüksekliği ZONE 2 olarak alınabilir. Deponun 1m üzeri ise temiz bölgedir.

Cebri havalandırma yapılıyor ise, temiz hava üstten verilmeli, pis hava alttan emilmelidir. Çünkü çözelti buharı deponun zeminine çökmektedir.

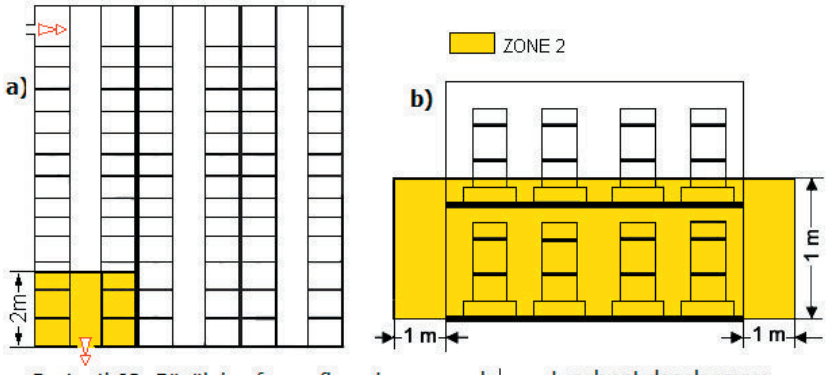


b) YÜKSEK HANGARLARDA RAFLARDA DEPOLAMA

Boya malzemeleri gibi kutu veya tenekeler halinde bulunan tiner veya solvent gibi malzemeler hangarın belli bir bölümüne yerleştirilmeli, dağınık halde depolanmamalıdır. Böyle bir deponun tehlikeli bölge tanımı resim tb02-a) deki gibi olabilir.

c) SOLVENTLERİN AÇIK HAVADA DEPOLANMASI

Solventleri resim tb02-b) deki gibi açık havada depolanması durumunda, deponun 1m yüksekliği Zone 2 olarak değerlendirilir.

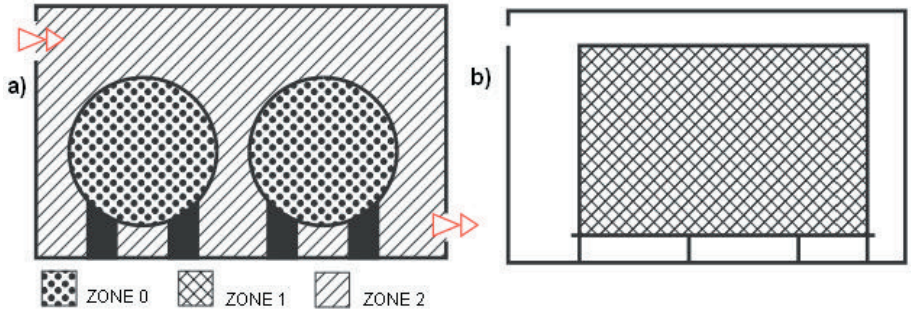


Resim tb02: Büyük hanfgar raflarında veya açık havada solvent depolanması

8.3.1.2 ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ TANKLARDA DEPOLAMA

Tank hacmi 250 metre küpe kadar olan tanklar

a) TANK ODASI, Tankın kapalı oda veya hangarlarda depolanması



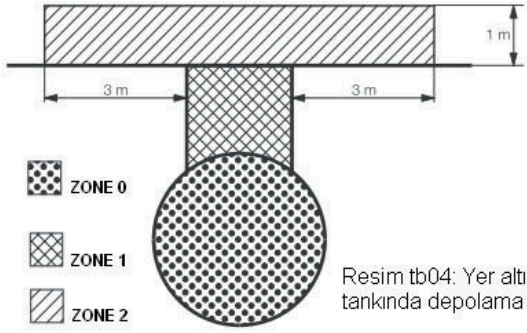
Resim tb03: Fuiloil veya Mazot depolama tankı

Tank içersinde kolay yanıcı ve parlama noktası (flash point < 30°C) 30 derecenin altında olan çözeltiler (solvent) depolanıyor ise tehlikeli bölge tanımları resim tb03-a deki gibi yapılabilir. Eğer tankın hacmi küçük ise ve havalandırması iyi ise resim tb03-b) deki gibi

tankın etrafı temiz bölge olarak kabul edilebilmektedir. Bu değerlendirme uzmandan uzmana farklılık gösterebilmektedir. Burada yazdığız gibi tankın etrafını temiz bölge olarak kabul etmek cesaret işidir ve risklidir. İyi havayandırılıyor olsalar dahi, bu gibi kapalı depo bölgeleri ancak geçici hallerde temiz bölge olarak alınabilir. Tavsiyemiz bu yöndedir.

b) KOLAY YANICI SIVILARIN YER ALTI TANKLARINDA DEPOLANMASI

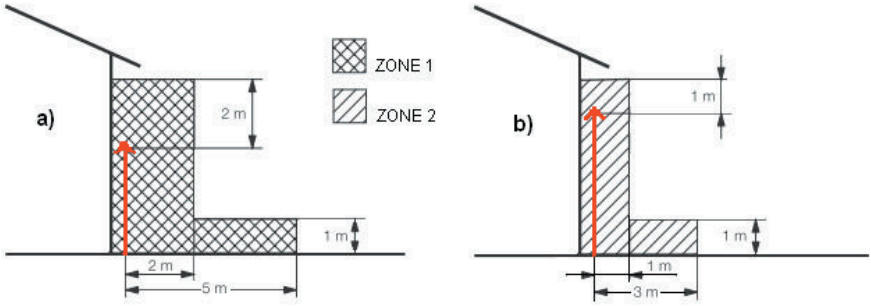
Bu gibi hallerde resim tb04 deki gibi tankın içi tehlike bölgesi 0 alınırken tankın boğaz kısmı çukur olması dolayısı ile Zone 1 olarak kabul edilmektedir. Tankın dolum ağzının 3 metre etrafı ile 1 metre yüksekliği tehlike bölgesi 2 olarak kabul edilmektedir. Benzin tankları da bu şekilde değerlendirilmekte ve dolum ağzının bulunduğu çevreye herhangi bir ateşleme kaynağı yanaştırılmamakta ve ikaz levhası ile donatılmaktadır.



Resim tb04: Yer altı tankında depolama

c) KOLAY YANICI BİR SIVI TANKININ ESNEME (BASINÇ ATMA) BORUSU

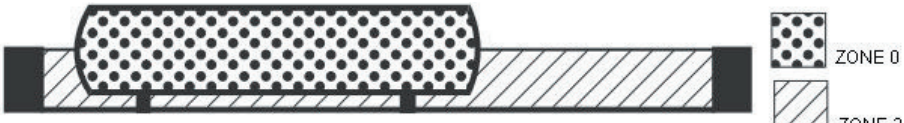
Açıkta duran esneme borusu resim tb05 a) deki gibi her hangi bir vana olmaksızın serbest duruyor ve basit bir boru ise, boru ağzının 3 metrelik bir çevresi tehlike bölgesi 1 olarak alınır. Eğer esneme çıkışında basınç-vakum vanası var ise veya otomatik bir geri dönüşüm tertibatı var ise, çıkış ağzının 2 metre etrafı tehlike bölgesi 2 olarak alınır. Çünkü otomatik vana bulunan tesislerde esneme borusu ucundan eriyik buharı çıkma ihtimali çok azdır. Benzin tanklarının da aynı şekilde esneme açıklıkları bulunmak, uzun borularla dışarı uzatılmaktadır.



Resim tb05: Yeraltı tankı esneme borusu etrafı

d) AÇIKTA DURAN TANK

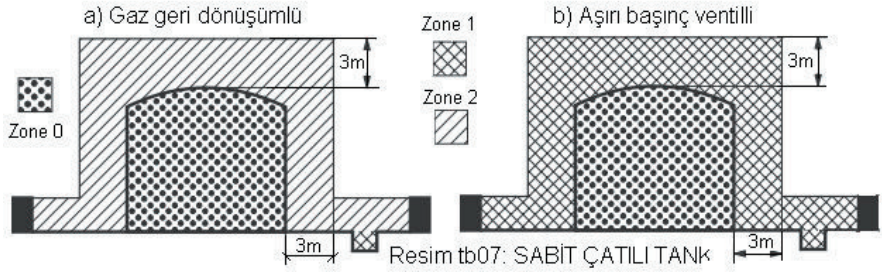
Açık havada yatay duran bir tankın kapalı devre esneme tertibatı (basınç dengeleme) var ise tehlikeli bölge tanımı resim tb06 deki gibi yapılmaktadır. Esneme veya genleşme tertibatı farklı ise tehlike bölgeleri yukarıda paragraf c) de izah edildiği gibi yapılır.



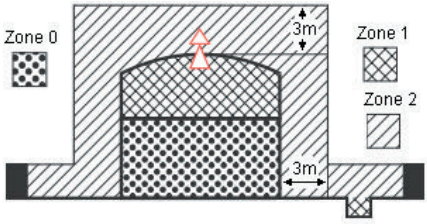
Resim tb06: AÇIK HAVADA DURAN ÇÖZELTİ TANKI

8.3.1.3 BÜYÜK TANKLARDA DEPOLAMA (250 m3'den büyük)

a) PARLAMA NOKTASI < 30^{0}C OLAN KOLAY YANICI SIVILARIN DİKEY TANKLARDA DEPOLANMASI



Resim tb07: SABİT ÇATILI TANK

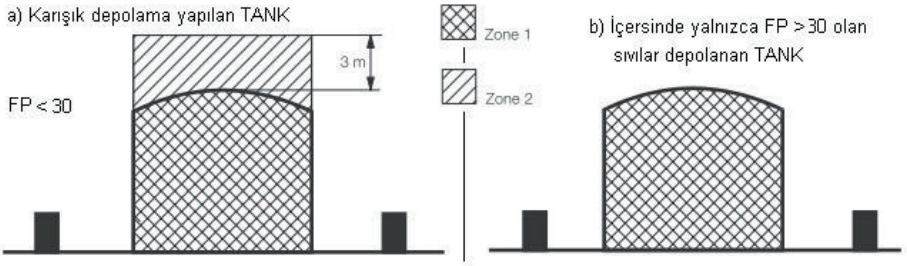


Resim tb07-c): Membranlı sabit çatılı TANK

İçersinde parlama noktası 30 ^{0}C altında olan çok kolay yanıcı ve tehlikeli solvent depolanan tanklarda genleşen buharın geri dönüşüm (kazanım) tertibatı bulunuyor ise etrafa tehlikeli buhar sızma ihtimali çok azdır ve tehlikeli bölge tanımı resim tb07 a) daki gibi yapılır ve tankın 3 metre etrafı Zone 2 olarak alınır. Genleşme için aşırı basınç ventili kullanılıyor ise resim tb07-b deki gibi tankın 3 metre etrafı tehlike bölgesi 1 olarak alınır. Çünkü etrafa buhar sızma ihtimali daha fazladır. Eğer tankın içinde sıvı üzerinde yüzücü bir membran kullanılıyor ve resim tb07-c) deki gibi membranın üzeri havaya açık ise tankın 3 metre etrafı tehlike bölgesi 2 olarak alınır. Tankın tepesinin açık olması etrafa serbestçe buhar sızabileceği izlenimini veriyor ise de membran buharlaşmayı önlemektedir.

b) DİKEY FUİLOİL veya MAZOT TANKLARI

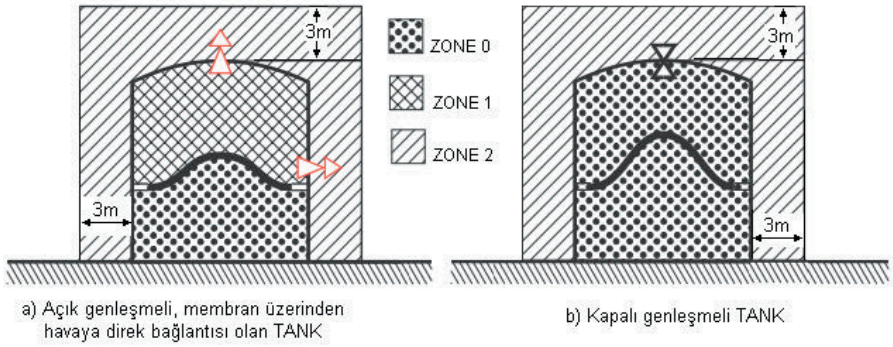
Karışık depolama yapılan tanklar, içersinde parlama noktası 30 ^{0}C ve altında olan sıvılar depolanıyor ise tehlikeli bölge tanımı resim tb08 a) daki gibi yapılır. Eğer açıkta duran tankta yalnızca parlama noktası 30 ^{0}C üstünde olan yakıt depolanıyor ise yalnızca tankın içersi tehlikelidir. Etrafı temiz bölge olarak kabul edilir. (resim tb08-b). Burada eşik değer 21 derece alınmamıştır. Sıvı yakıtlara uygun bir değer alınmıştır.



Resim tb08: YAKIT TANKI, AÇIK HAVA TANKLARI

8.3.1.4 GAZOMETRE TİPİ KOLAY YANICI SIVI TANKLARI

Resim tb09 daki gibi membran üzerinde buhar depolama hacmi (genleşme veya esneme bölümü) bulunan ve çıkan buhar serbestçe havaya karışabilen tankların 3 metre etrafı zone 2 olarak kabul edilir. Tankın tepesinde bir ventil var ise aynı şekilde tankın 3 m etrafı bölge 2 dir.



Resim tb09: Genleşme bölmeli, gazometre tipi TANKLAR

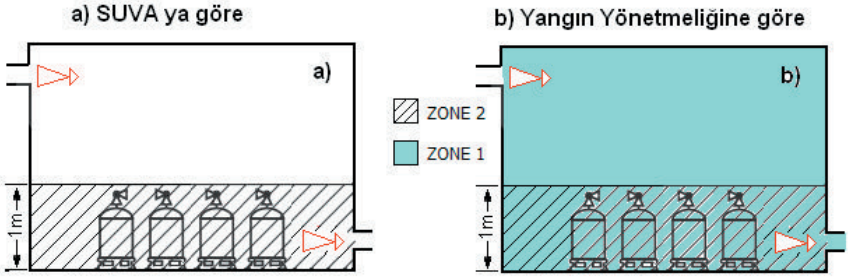
8.3.2. SIVILAŞTIRILMIŞ GAZLARIN DEPOLANMASI

09.12.2007 tarih ve 26735 sayılı resmi gazetede yayınlanan ve daha sonra 09.09.2009 tarih ve 27344 sayılı resmi gazetede bazı değişiklikler yapılan "Binaların yangından korunması hakkında yönetmelik" LPG tüpleri, doğal gaz, ve sıvı akaryakıtlar ile ilgili hükümler içermekte ve bu gibi tesislerin tehlikeli sahalarını tanımlamaktadır. Bu yönet-

meliğin sekizinci kısmı yanıcı ve tehlikeli maddelerin depolanmasına ayrılmıştır. Yangın Yönetmeliği madde 106-111 LPG ler ile ilgilidir ve bu yönetmelik LPG tüpü depolanan kapalı yerlerde elektrik tesisatının ex-proof olmasını istemektedir.

8.3.2.1 LPG TÜPLERİNİN (SIVI PROPAN) DEPOLANMASI

LPG tüpleri açık havada depolanır. Eğer kapalı bir odada depolamak zorunlu ise resim tb10 daki gibi tüplerin bulunduğu oda iyi bir havalandırmaya sahip olmalıdır. Ya tabii veya cebri yolla odanın altından alınan hava dışarı atılmalıdır. Herhangi bir kaçak durumunda havadan ağır olan LPG gazı deponun zeminine yayılacağından, havalandırmanın alttan zemini süpürecek şekilde yapılması önemlidir.



Resim tb 10: LPG tüplerinin kapalı bir odada depolanması

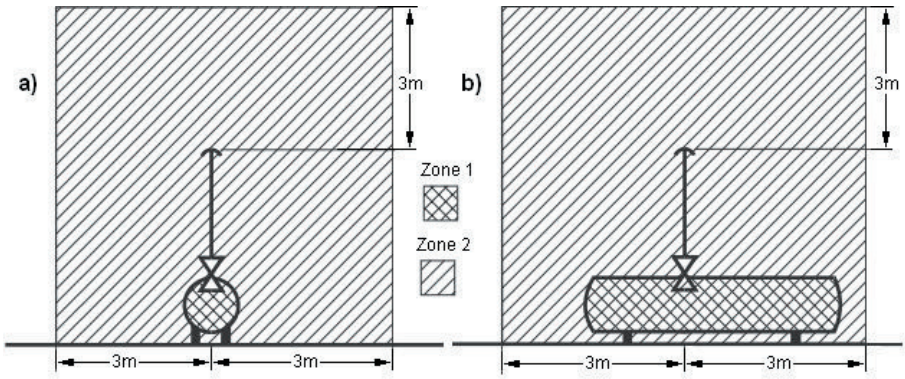
SUVA, İsviçre Kazaları Önleme Teşkilatının www.suva.ch web sitesinden alınan dokümanda (resim tb10-a) LPG kapalı deposunun 1 metre mesafesi tehlikeli böle 2 olarak alınırken, deponun üst kısmı temiz bölge olarak kabul edilmektedir. Bu durumda odanın aydınlatması exproof olmayan armatürlerle de yapılabilir. Bazı uzmanlar ise bu tanımı farklı yapmakta ve Zone 2 olarak gösterilen kısmı Zone 1 ve üst kısmı da Zone 2 olarak kabul etmekte ve deponun aydınlatmasını exproof floresan armatürler ile gerçekleştirmektedirler. Burada sıvı gazın, tüp süpabı arızalandığında fışkırarak deponun tavanına kadar fışkırabileceği varsayımı uzmanlarca farklı değerlendirilmektedir.

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik 111-(1)-b maddesinin 1 ve2. Bent-leri depo ve tank sahasındaki elektrik tesisatının ex-proof olmasını istemektedir. Resim tb10-b daki tanımlamaya göre yerden 1m mesafede elektrik olmamalı veya exproof kategori 3 olmalıdır. Diğer kısımlar temiz bölge sayıldığından, örneğin tavandaki aydınlatma armatürleri sanayi tipi olabilmektedir. Kısaca resim tb10-a deki tehlike bölgeleri tanımlaması Türkiyede geçerli olan yangın yönetmeliğine aykırıdır ve resim tb10-b deki gibi tanımlanmalıdır. Ayrıca yangın yönetmeliği tüplerin depolanması ile ilgili daha bir çok maddeler içermektedir. Genel kaide tüplerin kapalı bir odada depolanmaması şeklindedir. Depolandığı takdirde de depo sahası tehlikeli bölge olarak kabul edilir. Yangın yönetmeliğine göre tüp depolanan kapalı bir odanın tehlikeli bölge tanımlaması resim 10-b deki gibi olmalıdır.

8.3.2.2 AÇIK HAVA LPG TANKI

Resim tb11 deki açık hava tankının emniyet süpabı ve genleşme borusu mevcuttur. Genleşme borusunun çıkış ağzı ile tankın 3 metre etrafı tehlikeli bölge 2 olarak alınmıştır. Burada tanka doldurma yapıldığı da dikkate alınmıştır.

Yangın yönetmeliği madde 111-b paragraf 2 kapalı ortamlarda olduğu gibi açık havadaki deponun etrafını tehlikeli bölge olarak kabul etmekte, fakat 3m gibi bir kısıtlamada bulunmamaktadır. Bu yönü ile resim tb11 deki açık hava tankı tehlikeli bölge tanımları yangın yönetmeliği ile hemen hemen örtüşmektedir.

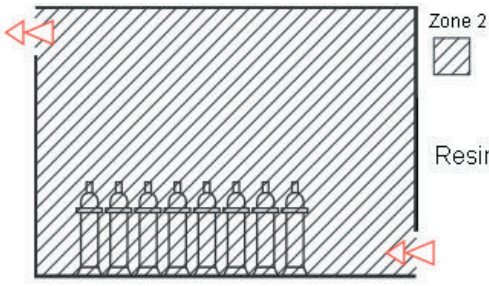


Resim tb11: Açık hava LPG tankı a) önden görünüş b) yandan görünüş

8.3.3. HAVADAN HAFİF OLAN YANICI GAZLARIN DEPOLANMASI

Bu bölümde, 273 K'da (0^0C de) ve 1 bar atmosfer basıncında yoğunluğu 1,3 kg/Nm'den küçük olan gazlar değerlendirilmektedir.

Yangın yönetmeliği madde 112 doğal gaz ile ilgili hususlar içermekte ise de, tehlikeli bölgeler ile ilgili tanımlamalar yapmamakta ve kısıtlayıcı ölçüler vermemektedir. Tüpler ile ilgili ve özellikle depolanabilecek sayılar ile ilgili kısıtlamalar mevcuttur



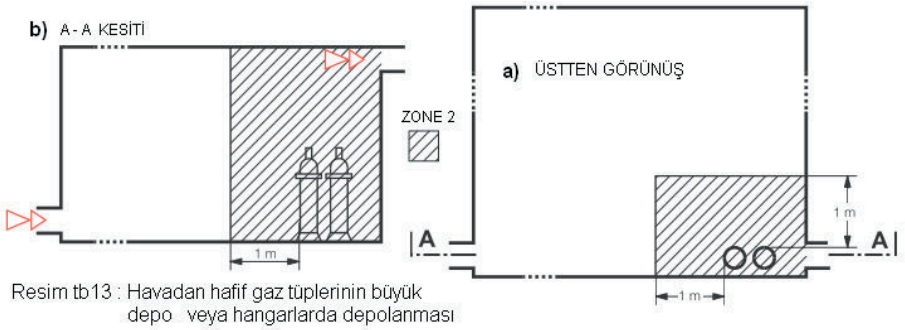
Resim tb12: Havadan hafif gaz tüplerinin müstakil bir odada depolanması

8.3.3.1 GAZ TÜPLERİNİN veya TÜP GRUPLARININ MÜSTAKİL BİR ODADA DEPOLANMASI

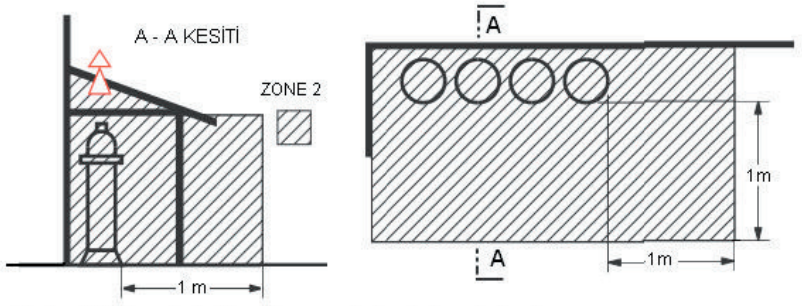
Tüplerin depolandığı oda tabi veya suni havalandırmalı olabilir. Dikkat edileceği gibi LPG tüp depolarının tersine temiz hava girişi odanın altından çıkışı da üstünden tavanın hemen altından yapılmaktadır. Resim tb12 de görüldüğü gibi, kapalı odanın tamamı tehlike bölgesi 2 olarak alınmıştır.

8.3.3.2 GAZ TÜPLERİNİN BÜYÜK BİR ODA veya HANGARDA DEPOLANMASI

Tüplerin depolandığı ambar veya hangar tabi veya suni havalandırmalı olabilir. Resim tb13'de görüleceği gibi tüplerin 1 m etrafı zone 2 olarak alınmıştır.



Resim tb13 : Havadan hafif gaz tüplerinin büyük depo veya hangarlarda depolanması



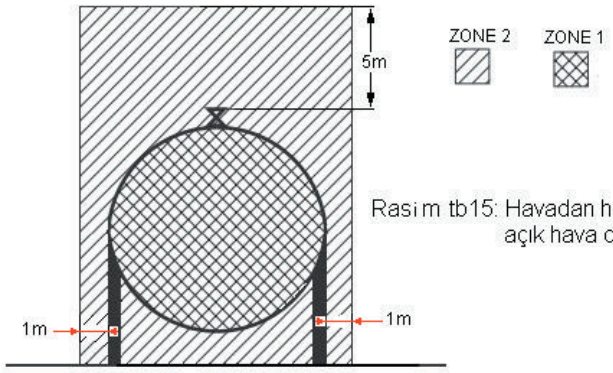
Resim tb14: Havadan hafif gaz içeren tüplerin açık havada depolanması

8.3.3.3 HAVADAN HAFİF GAZ İÇEREN TÜPLERİNİN AÇIK HAVADA DEPOLANMASI

Havadan hafif gaz içeren tüpler açık havada bir salaç altında (resim tb14) depolandıkları durumdu tüplerin 1 metre etrafı tehlike bölgesi 2 olarak alınmaktadır. Bu gibi yerlerde herhangi bir ateşleme kaynağı bulundurulmamakta ve ikaz levhası bulundurulmaktadır.

8.3.3.4 AÇIK HAVA GAZ DEPOLARI, BASINÇLI GAZ DEPOLARI

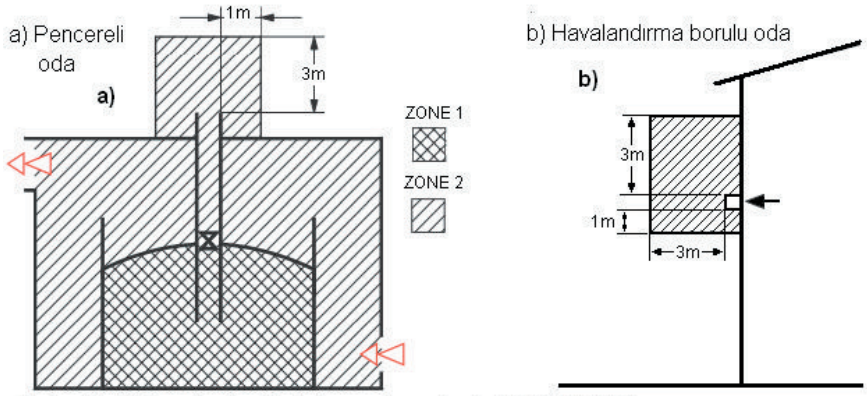
Resim tb15 deki açık hava gaz deposu havadan hafif gaz içerdiği için emniyet süpabının üstünden itibarın 5 metrelik bir mesafe tehlike bölgesi 2 olarak alınmıştır. Bu gibi tankların etrafı tel çit ile korumaya alınmakta ve statik elektriklenmeye dikkat edilerek gerekli topraklamalar yapılmaktadır.



Rasi m tb15: Havadan hafif gazlar için açık hava deposu

8.3.3.5 DÜŞÜK BASINÇLI GAZ TANKLARI (Kapalı saha)

Resim tb16'da kapalı bir odada bulunan ve havadan hafif düşük basınç patlayıcı gaz içeren bir gaz tankı görülmektedir. Oda pencereler vasıtası ile tabi veya suni olarak usulüne uygun havalandırılmakla birlikte, odanın tepesinde bir açıklık veya baca bulunmaktadır. Muhtemel sızan gaz tavandaki bu açıklıktan dışarı çıkacağından, tavanda 1 metre genişliğinde ve 3 metre yüksekliğinde bir alan tehlike bölgesi 2 olarak alınmıştır. Resim tb16-b) de aynı odada tepedeki baca yerine yatayda bir dışarı atma borusu veya emniyet açıklığı bulunduğunda alınan tehlikeli bölgeyi göstermektedir. Ayrı şekilde 3 m açıklık ve yere doğru 1 m mesafe zone 2 olarak kabul edilmektedir.

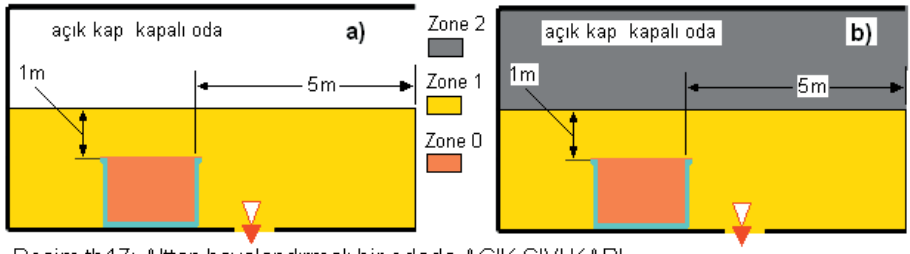


Resim tb 16: Kapalı oda düşük basınç havadan hafif GAZ TANKI

8.3.4. KOLAY YANICI SIVILARLA ÇALIŞMA, İŞLEM YAPMA

8.3.4.1 DOLDUMA (dolum veya pompalı transfer merkezleri) İSTASYONLARI KARIŞTIRMA (döndürme, çalkalama) MERKEZLERİ

Resim tb17 de kapalı bir odada bulunan bir yanıcı sıvı kabı görülmektedir. Bu kabın olduğu mekan alttan temiz hava emilerek havalandırılmaktadır. Kabın 5 metre etrafı ve kabın boyu artı üst seviyesinden itibaren 1 metre yüksekliği tehlikeli bölge 1 olarak alınmıştır. Burada sıvının parlama (Flashpoint) noktasından söz edilmemektedir. Bizce resim tb17-a) deki değerlendirme mantıklı gözükmemektedir. Sıvının parlama noktası ve sıvı buharının özgül ağırlığına göre karar verilmelidir. Ayrıca Zone 1 etrafında, Zone 2 de olmalı ve tavana kadar kapalı mekanın tamamı zone 2 olarak deklere edilmelidir. Cebri olarak emilen hava miktarı istenilen seviyede ise zone 2 deklerasyonuna gerek olmadığı gibi zone 1 e de gerek yoktur veya 5 metre mesafe çok fazla olabilir.

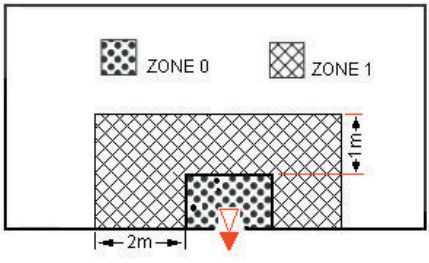


Resim tb17: Alttan havalandırmalı bir odada AÇIK SIVI KABI

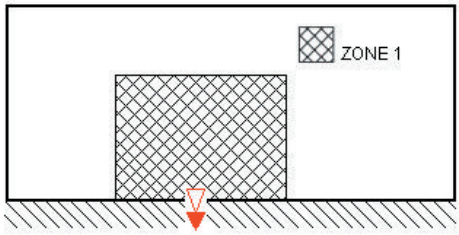
8.3.4.2 TEMİZLEME TESİSLERİ

a) İçersinde kolay yanıcı SOĞUK sıvı kullanılan temizleme tesisleri

Resim tb18 de sembolize edilen bir temizleme tesisinin iç kısmı zone 0 alınırken 1 m etrafı zone 1 alınmıştır. Bizce kapalı odanın diğer kısmı ise zone 2 alınmalıdır. Resimdeki gibi temiz bölge olarak alınmamalıdır.



Resim tb18: SOĞUK SIVILI temizleme tesisi



Resim tb19: FP<30 sıvı kullanılan KAPALI temizleme tesisi

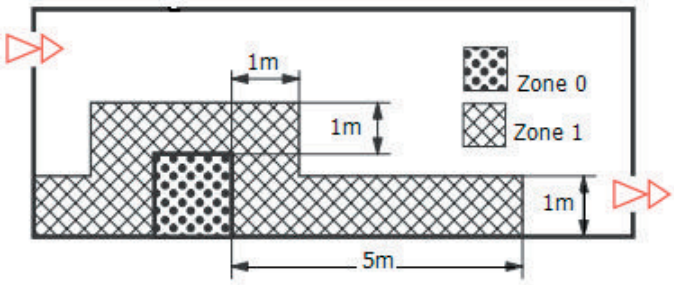
b) İçersinde parlama noktası <30^{0}C olan yanıcı sıvı kullanılan (püskürtülen)

KAPALI TEMİZLEME TESİSLERİ

Resim tb19 da görülen tesisin içi tehlike bölgesi 1 olarak alınmıştır. Püskürtülen yanıcı sıvı emilerek dışarı atılmaktadır. IEC 60079-10 da verilen örneklere göre bu gibi yerlerde tehlikeli alan tanımı havalandırmanın hızı ile de ilgilidir.

8.3.4.3 KÜÇÜK DAMITMA, DESTİLASYON TESİSLERİ

Resim tb20 de görülen kapalı oda damıtma tesisinin bulunduğu odada havalandırma mevcut olup, sıvı buharının yere çökeceği varsayımı ile üstten temiz hava verilip alttan dışarı atılacak şekilde tasarlanmıştır. Tesisin 1 m etrefı ile yatayda 5 m ve duvar dibine kadar olan kısım zone 1 olarak alınmıştır. Burada zone 1'in devamında zone 2 gösterilmemiştir. Bizce odanın tamamı zone 2 olarak alınmalıdır.



Resim tb20: Yanıcı sıvı içeren küçük bir damıtma tesisi

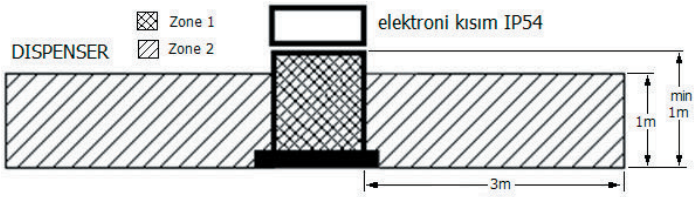
8.3.4.4 SIVI BUHARI GERİ KAZANIMLI AÇIK HAVA BENZİN DİSPENSERLERİ

Hidrolik (yanıcı sıvı) ve elektronik kısım arası gaz veya sıvı buharı geçirmeyecek şekilde contalı veya IP 54 olarak imal edilmiş dispenserler

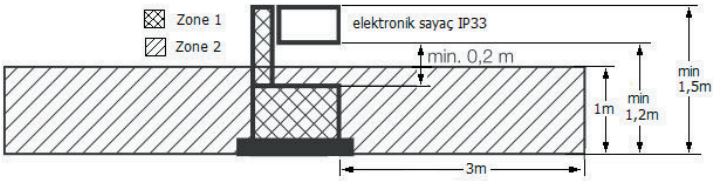
a) ÖLÇÜ KISMI en az IP54 OLAN DİSPENSER

b) ÖLÇÜ KISMI IP33 OLAN DISPENSER

Resim tb21 ve tb22 de benzin dispenserlerinin tehlikeli bölge tanımları görülmektedir. İsviçre "Çalışma güvenliği teşkilatı" tarafından yapılan bu tanımlama kısım I bölüm 3.63 de TS12820'ye göre yapılan tanımlamadan çok farklıdır. TS 12820 de yatayda 6 m çapında bir daire alınırken resim tb21 ve 22 de 3 m alınmıştır. TS 12820 de pompanın üstünde bulunan elektronik ölçü ve hesap bölümü hiç dikkate alınmamaktadır. İsviçrenin yaptığı tanımlama Türkiye'de görülen uygulama ile tamı tamına örtüşmektedir. Zaten TS 12820 Avrupa değil Amerikan standardından alınmıştır ve ATEX den söz edilmemektedir. TS 12820 yapılan tanımlama Amerikan NFPA 70, diğer adı ile NEC (national electrac code) madde 514.3 de yer almaktadır.

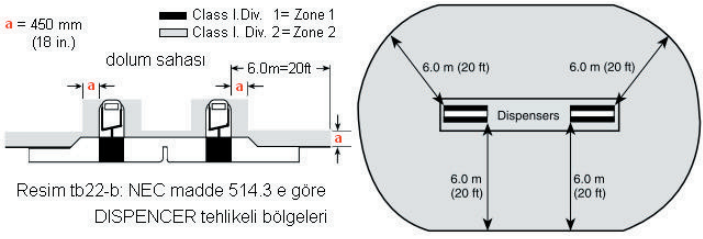


Resim tb21: Elektronik kısım IP54 olan BENZİN POMPALARI



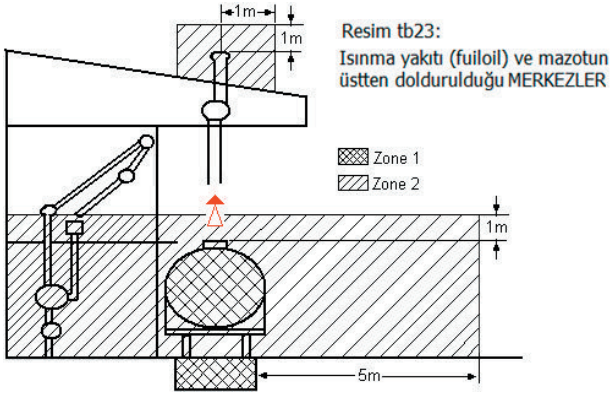
Resim tb22: Elektronik sayaç bölümü IP 33 olan BENZİN POMPALARA

Yangın yönetmeliğinde de LPG ve akar yakıt pompa istasyonları ile ilgili hükümler bulunmakta olup, daha ziyade emniyet mesafeleri ele alınmıştır. TS12820 ile uyuşmayan tarafları da mevcuttur.



Resim tb22-b: NEC madde 514.3 e göre
DISPENCER tehlikeli bölgeleri

Resim tb22-b de NEC madde 514.3 de akar yakıt dolum istasyonları ile ilgili, yapılan tehlikeli bölge tanımlamaları görülmektedir.



Resim tb23:
Isınma yakıtı (fuiloil) ve mazotun
üstten doldurulduğu MERKEZLER

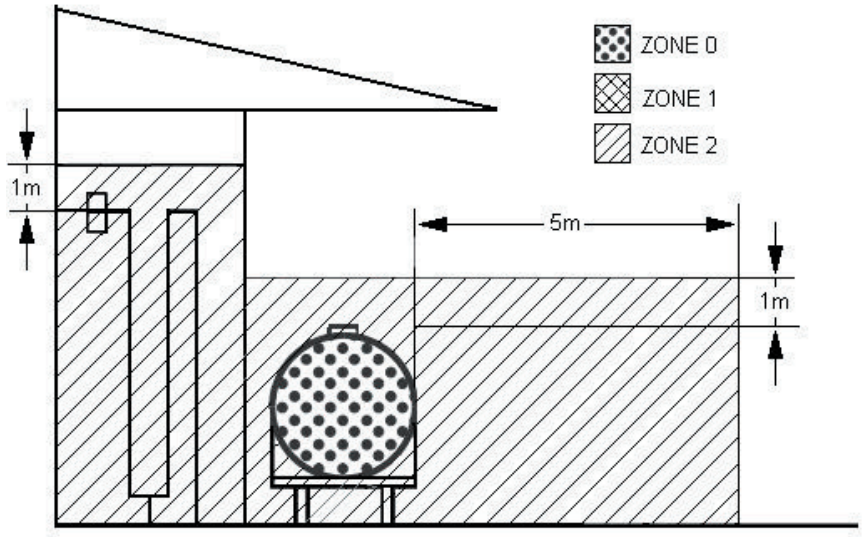
8.3.4.5 ÇEKİCİ TANKERLER İÇİN BÜYÜK BOŞALTMA MERKEZLERİ

a) YAĞ (fuiloil) veya MAZOTUN ÜSTTEN DOLDURULDUĞU YERLER

Resim tb23 de üstten doldurulan bir tanker görülmektedir. Araçtan emilen mazot veya fuiloil tankerin içine yukarıdan aşağıya doğru boşaltılmaktadır. Bu durumda yere mazot dökülme ihtimali vardır. Ayrıca tankerden üst te (çatıya) uzatılan doldurma ağzının etrafı (1m kadar) tehlike bölgesi 2 olarak tanımlanmaktadır. Yalnızca tankın içi ve altında var ise çukur kısımları zone 1 dir.

b) PARLAMA NOKTASI < 30^{0}C OLAN AKAR YAKITLARIN (benzin) ALTTAN DOLDURULMASI (buhar geri kazanım düzenekli))

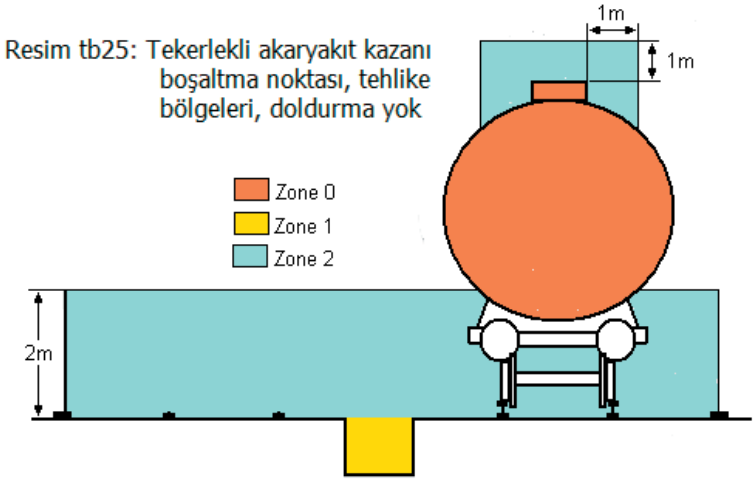
Resim tb24 de görülen ve alttan doldurmalı tankın altında çukur yoktur. Tankın içi zone 0, etrafı ise zone 2 dir. Zone 1 olarak tanımlanan hiçbir yeri yoktur.



Resim tb24: Parlama noktası 30^{0}C altında olan akar yakıtların depolanması

8.3.4.6 BÜYÜK AKARYAKIT KAZANLARI (TEKERLEKLİ) BOŞALTMA NOKTALARI

Resim tb25 de tekerlekli büyük bir akaryakıt kazanının tehlikeli bölgeleri görülmektedir. Kazanın içersine konulan kolay yanıcı akaryakıt belli bir yere çekilerek burada içinde bulunan akaryakıt boşaltılmaktadır. Doldurma yapılmamaktadır. Resim tb25 de böyle bir boşaltma noktasının tehlike analizi görülmektedir.

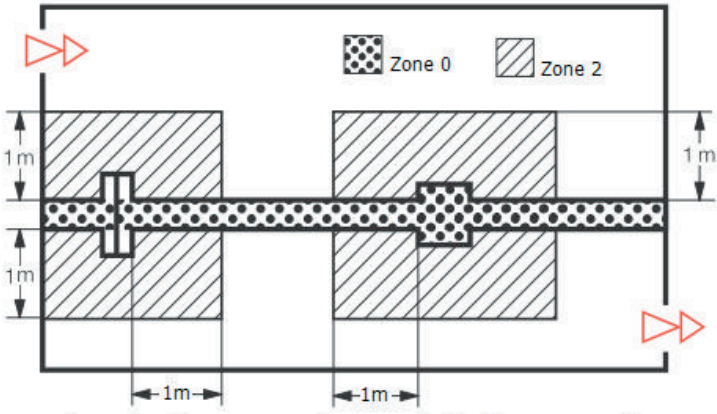


Resim tb25: Tekerlekli akaryakıt kazanı boşaltma noktası, tehlike bölgeleri, doldurma yok

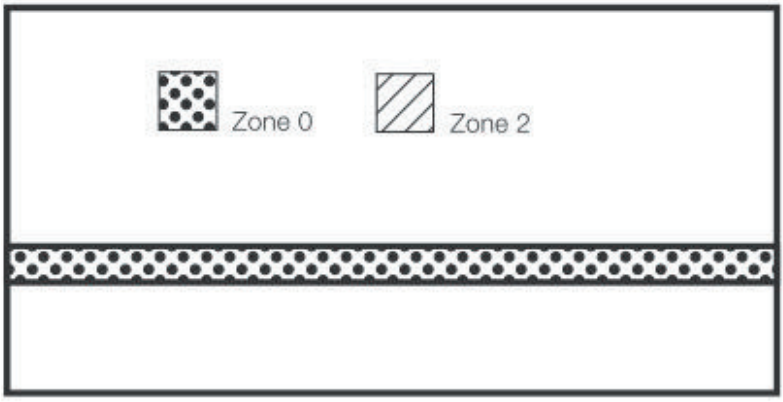
8.3.4.7 KOLAY YANICI SIVI ve BUHAR TAŞIYAN BORULARIN, AÇIK HAVA veya BÜYÜK KAPALI ODALARDAKİ TEHLİKELİ BÖLGELERİ

a) FLANŞ veya VİDA BAĞLI veya ÖZEL ARMATÜRLE İRTİBATLI BORU HATLARI

Resim tb26 da boru hatlarının tehlikeli bölgeleri görülmektedir. Flanş veya vidalı bir tertibatla bağlı olan kısmın 1 metre etrafı tehlike bölgesi 1 olarak alınmaktadır. Borunun içi zone 0 dır. Eğer borular kaynakla bağlı iseler, borunun etrafı temiz bölge olarak kabul edilmektedir. Bu tanımlama ideal şartlara göredir. Her hangi bir nedenle boru delindiğinde etrafa akaryakıt dağılması gibi insan faktörlerini içeren hususlar dikkate alınmamıştır. İdeal şartlara göre değerlendirme yapılmıştır. Bizce kaynak yapılan nokta da aynı şekilde tehlikeli bölge olarak alınmalıdır. Çünkü kaynak zaman içersinde çürümekte ve sızmalara neden olmaktadır.



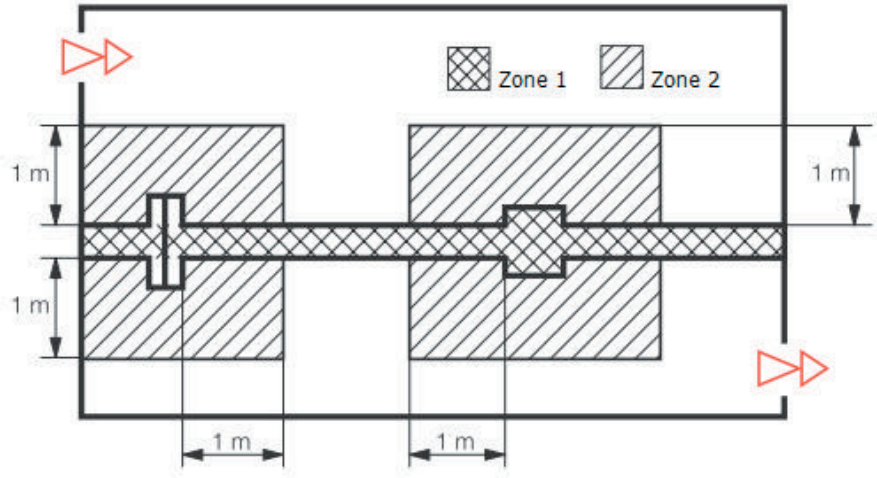
Resim tb26 a): Flanş veya özel armatürle bağlı BORU BAĞLANTILARI



Resim tb26 b): Kaynaklı boru hattı

b) SIVI ile TAM DOLU OLAN BORU HATLARI

Yanıcı sıvı (akaryakıt) ile tam dolu olan boru hatlarında doldurma ve boşaltma esnasında etrafa sıvı sızmadığı ve sızar ise de uzun sürmediği garanti edildiği durumlarda tehlikeli bölge tanımlaması resim tb27 deki gibi yapılmaktadır. Resim tb26 dan farklı olarak, borunun içi tamamı ile sıvı dolu olduğu için iç kısım zone 1 olarak alınmaktadır. Bu tanımlama boru cidarlarına ölçü duyargaları yerleştirmeyi kolaylaştırmaktadır.

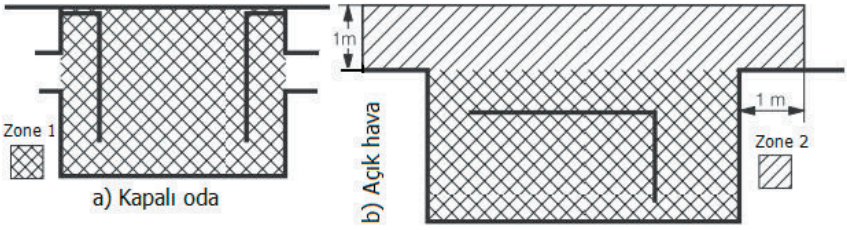


Resim tb27: İçi yanıcı sıvı ile tam dolu olan ve boşluk bulunmayan boru hattı tehlikeli bölgeleri

8.3.4.8 KOLAY YANICI SIVI AYIRMA (SEPERATÖR) TESİSLERİ

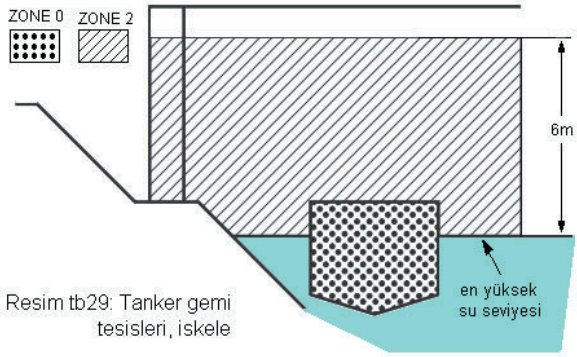
a) KAPALI ve AÇIK SEPERATÖRLER

Resim tb28 de yanıcı sıvı (akaryakıt) seperatör tesislerinin tehlikeli bölge tanımlaması görülmektedir. Resim tb28-a) da tam kapalı ve resim tb28-b) de de açık bir seperatörün resmi görülmektedir. Seperatörün iç kısmı tehlike bölgesi 1 alınırken üst kısmı zone 2 olarak alınmaktadır.



Resim tb28: Yanıcı sıvı (akaryakıt) SEPERATÖR tesisleri

8.3.4.9 İSKELE TESİSLERİ (TANKER GEMİLERİ İÇİN)

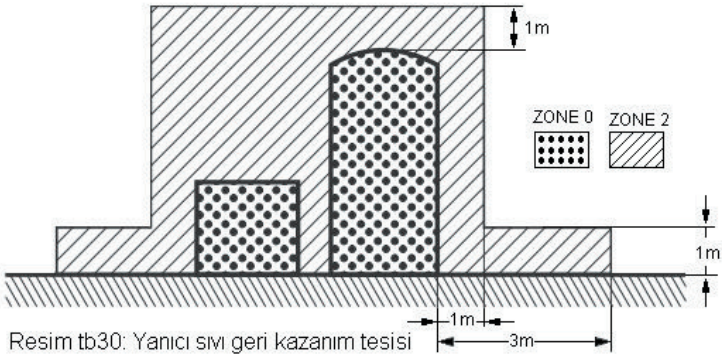


Resim tb29: Tanker gemi tesisleri, iskele

Resim tb29 da görülen bir tanker iskele tesisinin tehlikeli bölgeleri görülmektedir.Geminin 6 metre üstü tehlike bölgesi 1 olarak alınmıştır. Gemi açık havada duruyor ise 6 m fazla değil mi? İsviçre Kazaları Önleme Teşkilatı tarafından yayınlanan bu tavsiyeler muhtemelen nehir gemileri için olmalıdır. Kapalı bir iskeleye çekilen gemide 6 m mesafenin bir anlamı olabilir fakat açık havada 6 m biraz fazla gibi?

8.3.4. 10 SOLVENT GERİ KAZANIM TESİSİ (KAPALI TESİS)

Resim tb-30 da sembolize edilen bir geri kazanım tesisleri genellikle bir genleştirme ve birde damıtma tesisi gibi iki parçadan oluşmaktadırlar. Burada tesisin detayı çizilmemiştir. Genel anlamı ile bir tehlikeli bölge tanımı yapılmıştır ki, tanımlama tam kapalı bir tesis içindir. Aksi halde 1 metre mesafe yeterli gelmeyebilir.

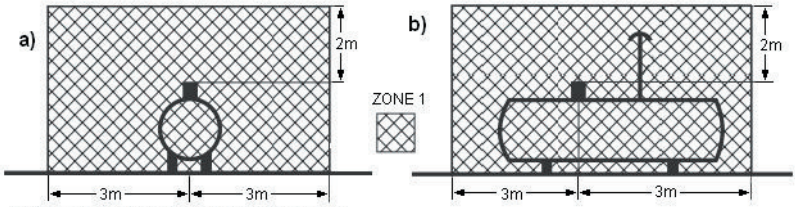


Resim tb30: Yanıcı sıvı geri kazanım tesisi

8.3.5. YANICI ve PATLAYICI GAZLARLA ÇALIŞMA

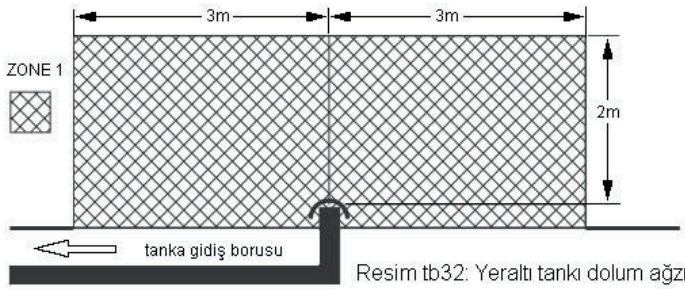
8.3.5.1 SIVI GAZ TRANSFER İSTASYONLARI

a) SEVİYE GÖSTERGELİ, DOLDURMA TERTİBATLI TANKLAR



Resim tb31: Sıvı gaz doldurma TANKI

Resim tb31 de dolum tertibatı üzerinde bulunan bir sıvı gaz dolum tankeri sembolize ilmiştir. Bu tankın dolum ağzından itibaren 3 m etrafı ve 2 m yüksekliği Zone 1 olanak alınmıştır. Bu demektir ki, tankın 3 m etrafında her hangi bir elektrik tesisi bulunmamalıdır. Paragraf 8.3.2.2 deki LPG açık hava tankından farkı, mesafenin dolum ağzından itibaren 2 m alınmış olmasıdır. Resim tb11 deki LPG tankında ise, esneme borusunun ucundan itibaren 3 m mesafe alınmıştır. Burada ise tankın üzerinden itibaren 2 metre alınmıştır. Çünkü bu örnekteki tank sanayide geçici doldurma işlemleri için kullanılmaktadır. Sabit bir dolum tesisinde bu mesafeleri almak doğru olmayabilir.



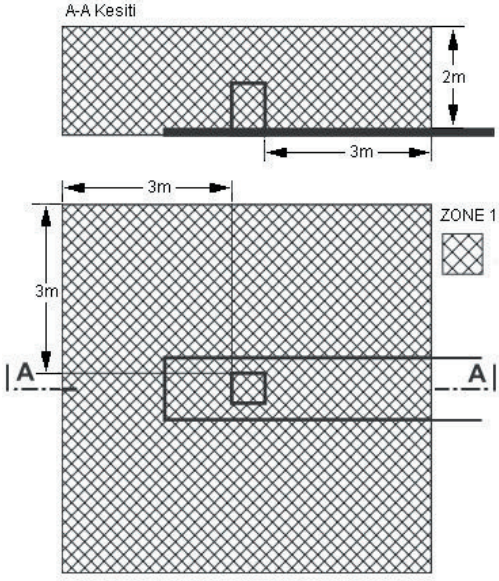
Resim tb32: Yeraltı tankı dolum ağzı

b) TANK DOLDURMA AĞZI

Bazı hallerde resim tb32 de görüldüğü gibi takın dolum ağzı uzakta bulunmakta, bir hortum veya boru ile akaryakıt akıtılarak depoya ulaşılmaktadır. Bu gibi basit dolum uçlarının 3 m etrafı ile 2 m yüksekliği tehlike bölgesi 1 olarak alınmaktadır.

8.3.5.2 SIVI GAZ DOLDURMA POMPALARI

Resim tb33 de bir sıvı gaz doldurma istasyonunun tehlikeli bölgeleri görülmektedir. Pompa istasyonunun detayı yok ise de benzin pompalarında olduğu gibi 3 m etraf ile 2 m yüksekliği zone 1 olarak kabul edilmiştir. Burada elektronik ölçü tertibatı var ise ne olacak? Bu gibi detaylar belirsiz olmakla birlikte genel bir fikir vermesi açısından benzeri tesis kullanan meslektaşlarımıza yardımcı olabilir veya bir fikir verebilir. Ancak halka açık olmayan sanayi tesislerinde bu kesafeler alınabilir.



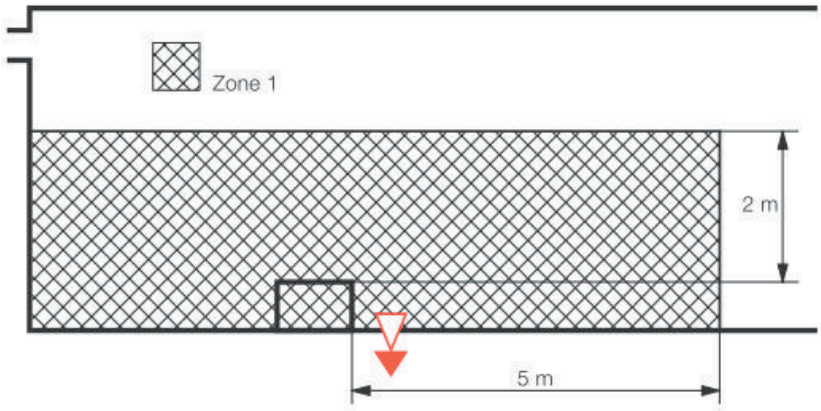
Resim tb33: Sıvı gaz cekme noktası, pompası

8.3.5.3 SIVI GAZ TÜPLERİ DOLDURMA TESİSLERİ

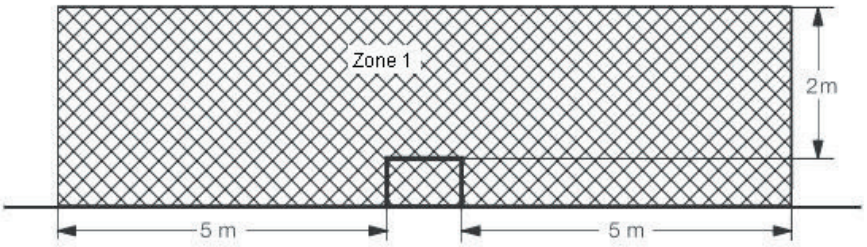
a) SIVI GAZ TÜPLERİNİN KAPALI YERDE (BİNA İÇERSİNDE) DOLDURULMASI

Resim tb34 de kapalı mekanda LPG tüpü doldurulan bir tesisin tehlikeli bölgeleri görülmektedir. Bu gibi yerlerde doldurma işlemi ile bina havalandırması paralel çalışmalıdır. Diğer bir deyiş ile, havalandırma tertibatı ile doldurma işleminin aynı anda çalışmasını sağlayan otomatik bir düzenek bulunmalıdır. Doldurma yapıldığında cebri havalandırma pervanesi çalışmalıdır. Bizce burada zone 1 in üstü (binanın tavanına kadar) zone 2

olarak alınmalıdır. Havalandırma tertibatı ya temiz hava basmalı veya pis havayı emmelidir. Pis hava emildiği takdirde emme aspiratörünün exproof olması gerekir. Resim tb35 de aynı şekilde bir açık hava dolum tesisi görülmektedir. Piyasada LPG tüpleri için en çok uygulanan açık hava yerleridir. Fakat alınan emniyet mesafeleri (5+5 = 10 m) bizce biraz aşırıya kaçmış gibi gözükmektedir. Bizce 2-3 m bir mesafe yetebilir. Ancak basınç altındaki gazın fışkırma ihtimali dikkate alınıyor ise, 10 m bir mesafenin anlamı olabilir. Bunun anlamı LPG dolum yapılan yerin 5 metre etrafında, sokak aydınlatması dahil herhangi bir tesis bulunmamalıdır.



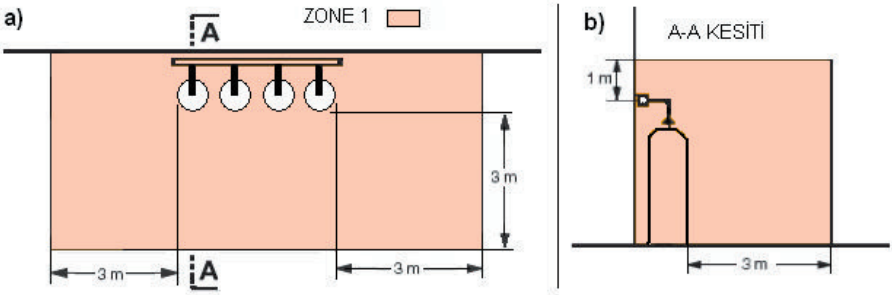
Resim tb34: Sıvı gaz tüpü kapalı alan boşaltma yeri



Resim tb35: Bir açık hava sıvı gaz tüpü boşaltma noktası

8.3.5.4 SIVI GAZ TÜPLERİ GEÇİCİ BEKLETME YERLERİ, RAMPALAR

Resim 36 a) ve b) de bir sıvı gaz dolum rampasının tehlikeli bölgeleri görülmektedir. Atölye ve imalat hanelerde kaynak tüpleri benzeri yerlerde bekletilmektedir. Tüplerin 3 m etrafına yanaşılmaması, herhangi bir elektrik tertibatı konulmaması ve her hangi bir ateşleme kaynağı ile yanaşılmaması gerekmektedir. Bu gibi yerlerde özel tabelalar ile ikaz işaretleri bulunmalıdır.

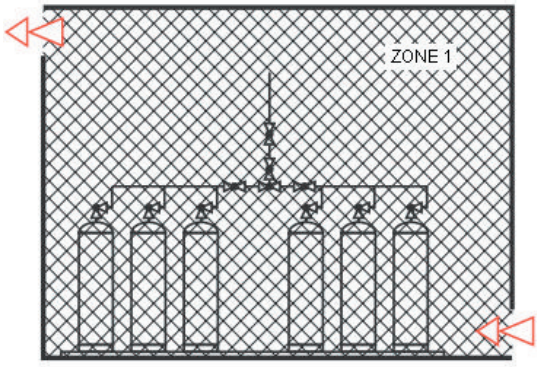


Resim tb36: Sıvı gaz tüpleri bekleme rampası

8.3.5.5 HAVADAN HAFİF SIVI GAZ TÜPLERİNİN BEKLEME RAMPALARI

273 K derece ve 1 bar basınç altında yoğunluk 1,3 kg/Nm den küçük olan gazlar.

a) Özel kapalı bir odadaki RAMPA



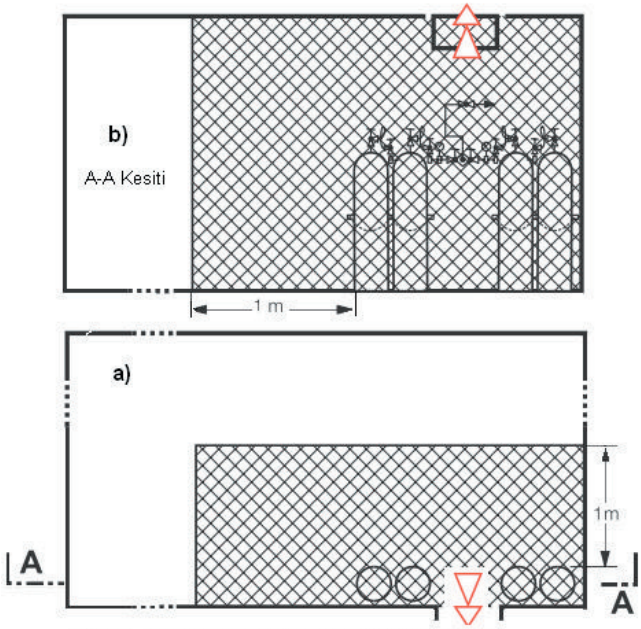
Resim tb37: Kapalı sıvı ga tüpü rampası

Resim tb37 deki kapalı oda sıvı gaz tüpü bekletme rampa odasının tamamı tehlike bölgesi 1 olarak alınmıştır. Bizce doğru bir tanımdır. Her he kadar odanın havalandırması var ise de mesafeler ile tanımlama yapılmamış, odanın tamamı zone 1 olarak kabul edilmiştir. Atölyelerde kullanılan hidrojen ve asetilen kaynak tüpleri bu cinstendir. Bu tüplerin zorunlu olmadıkça kapalı yerlerde tutulması doğru değildir ve har zaman tehlikeli olabilmektedirler.

b) BÜYÜK BİR ATÖLYE HOLÜNÜN SIVI GAZ TÜP RAMPASI

Resim tb38 de büyük bir atölyenin içersinde bulunan tüp rampasının tehlikeli bölgeleri görülmektedir. Burada biraz sıkı davranılmış ve geniş mesafelere yer verilmemiştir. Çünkü atölye içlerinde pek geniş yerler bulunmamaktadır. Çoğunlukla kaynak tüplerinden

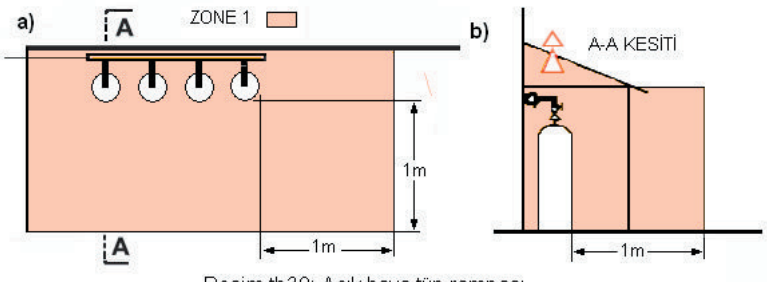
oluşan bu gibi yerlerde genelde tüp bulundurulmamaktadır. Onun için kenarda köşede yerler aranmakta ve kaynak tüpleri köşeye bir yere yerleştirilmektedir.



Resim tb38: Büyük bir atölyenin tüp rampası

c) AÇIK HAVA TÜP RAMPASI

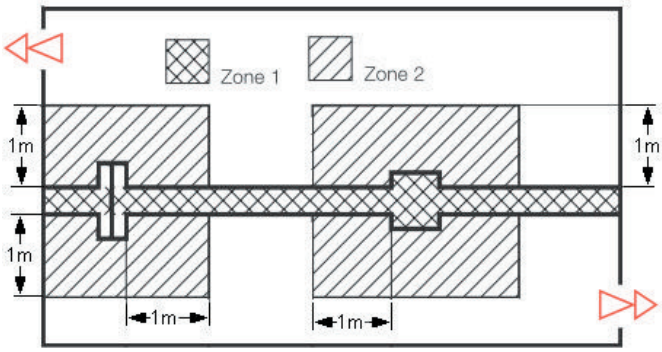
Resim tb39 da görülen tüp rampasında da tehlikeli mesafeler 1 metre olarak alınmıştır. Atölyeler için en emniyetli tüp bulundurma mahalleri açık hava rampalarıdır. Bu gibi yerlerin önüne ikaz levhaları konularak tedbir alınmakta ve herhangi bir patlama veya yangının önüne geçilmektedir. Daha ziyade asetilen ve hidrojen tüpleri için tercih edilen bu gibi yerlere kaynak işleminde kullanılan oksijen tüpleri bırakılmaz. Oksijen tüpleri tehlikesiz oldukları için atölyenin her hangi bir yerinde de muhafaza edilebilmektedir.



Resim tb39: Açık hava tüp rampası

8.3.5.6 YANICI GAZ BORU HATLARI (Hidrojen, LPG, doğal gaz gibi)

a) FLANŞLI veya VİDALI BORU HATLARI

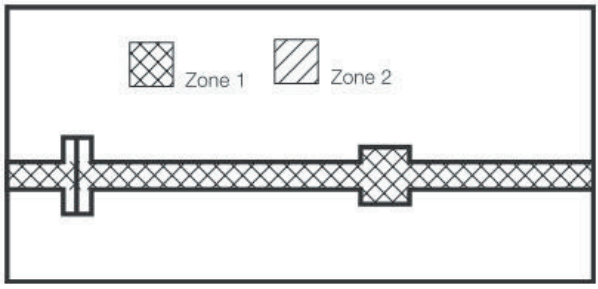


Resim tb40: Flanşlı veya vidalı boru hatları

b) SIKI BAĞLI veya KAYNAKLI BORU HATLARI

Resim tb40 da flanşlı veya vidalı olarak bağlanan boru hatları görülmektedir. Bu gibi boru bağlantı noktalarının 1 metre etrafı tehlike bölgesi 1 olarak alınmaktadır. Resim tb26 ve tb27 deki sıvılarla ilgili değerlendirmeye benzemektedir.

Resim tb41 de kaynaklı boru hatları ile çok iyi birbirine bağlanmış ve gaz sızdırma ihtimali olmayan boru güzergahı görülmektedir. Bu gibi yerlerde borunun etrafı tehlikeli olarak ilan edilmemektedir.



Resim tb41: Kaynaklı veya sıkı bağlı boru hatları

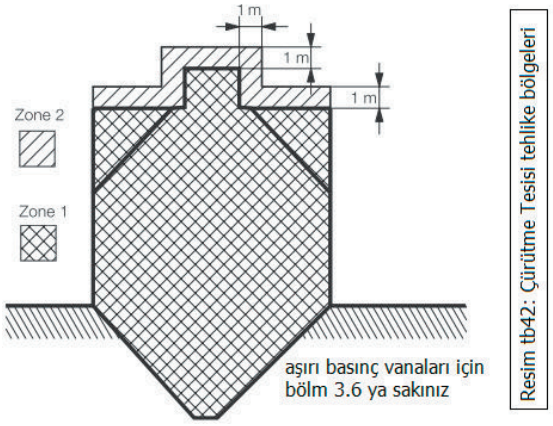
8.3.6. ATIK SU ARITMA TESİSLERİ

8.3.6.1 BIOGAZ ÜRETİM TESİSLERİ

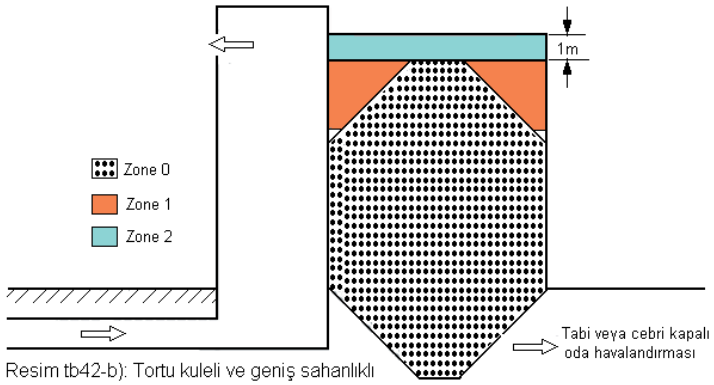
a) ÇÜRÜTME ODASI

Bir biyo gaz tesisinin en önemli ünitesi bitki artıklarının çürütülüp bakteriler yardımı ile metan gazına dönüştürüldüğü bölümdür. Böyle bir tesisin genel yapısı resim tb42 de

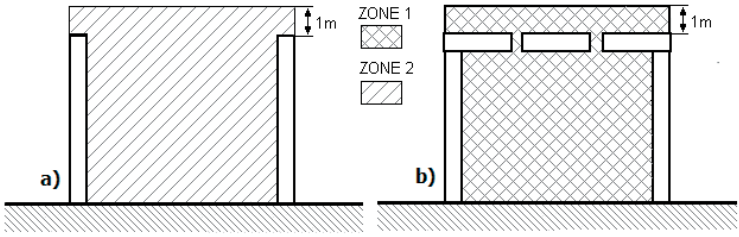
görülmekte olup, çıkan metan gazının oluşturduğu tehlike bölgeleri de aynı resimde görülmektedir. Genellikle çürütme odasının üst kısmında 1 m mesafe zone 1 olarak kabul edilmektedir. Bu varsayım açık hava tesisine göredir. Eğer kapalı odada çürütme yapılıyor ise kriterler farklı olacaktır. Resim tb43-a) da açık ve resim tb43-b) üstü kapalı istifleme odalarının tehlike bölgeleri görülmektedir. İstifleme odaları da organik artıkların bekletildiği yerlerdir.



Resim tb42: Çürütme Tesisi tehlike bölgeleri



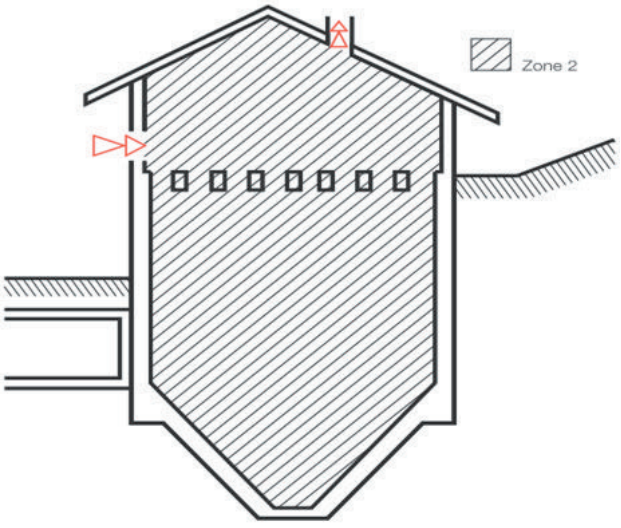
Resim tb42-b): Tortu kuleli ve geniş sahanlıklı
bir ATIK SU ARITMA TESİSİ



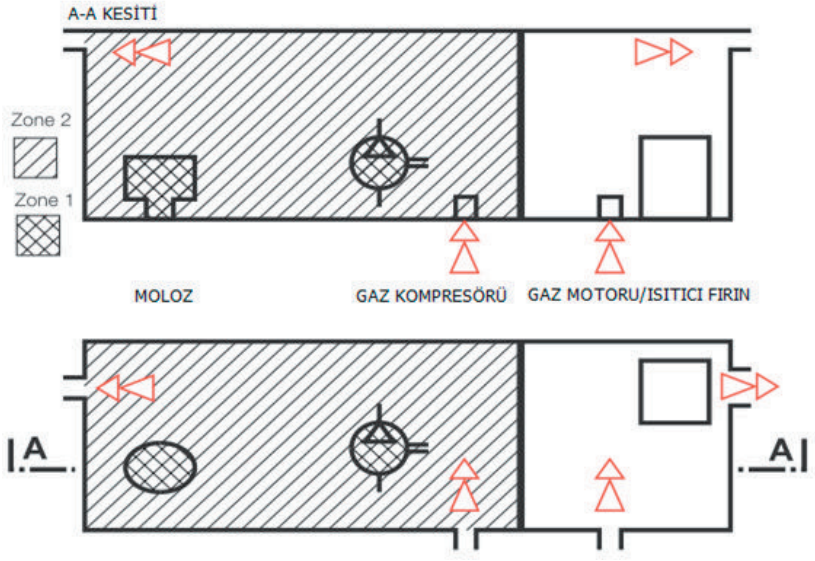
Resim tb43: a) Üstü açık, b): üstü kapalı açık hava istifleme deposu

b) KAPALI ODA AÇIK İSTİFLEME DEPOSU

Resim tb44 deki kapalı oda açık istifleme tesisinin iç kısmı tehlike bölgesi 1 olarak kabul edilmektedir. Aslında bu istifleme odaları da çürümenin başladığı dolayısı ile metan gazının bol olduğu mekanlar olmasına rağmen zone 0 değil de zone 1 olarak alınmıştır. Gerçek bir üretim tesisinde belki bazı bölümler zone 0 olarak da kabul edilebilir. Burada genel bilgiler verilmektedir.



Resim tb44: Kapalı oda açık istifleme deposu



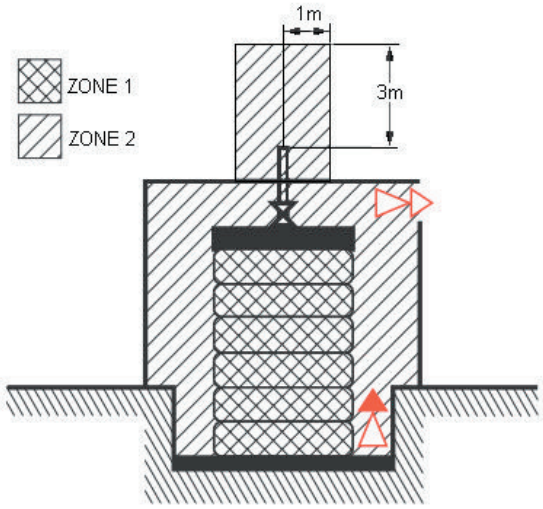
Resim tb45: Gaz, kopmresör odası ve ısıtma fırınları

8.3.6.2 GAZ ODASI, KOMPRESÖR ODASI, GAZ MOTORU, ISITMA FIRINI

Kapalı odadaki gaz kompresörü, gaz motoru, ısıtıcı fırın gibi bölmelerin tehlike analizleri resim tb45 deki gibi yapılabilir. Kompresör ve moloz odasının tamamı zone 2 olarak alınmıştır. Havalandırma durumuna göre zone 1 olarak da alınabilir.

8.3.6.3 KAPALI ODA GAZ DEPOLARI, GAZOMETRE

Kapalı odalardaki gaz depolarının tamamı tehlikeli bölge 2 alınırken, emniyet süpabının 3 m yüksekliği ile 1 m çapındaki bölümü aynı şekilde zone 2 olarak kabul edilmektedir. Bence kapalı odanın tamamı zone 1 alınmalıdır.

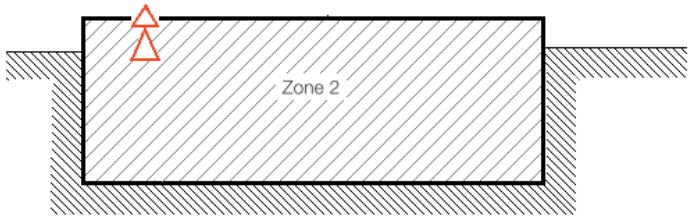


Resim tb46: Kapalı oda gaz deposu

8.3.6.4 KÜÇÜK YAĞMURLAMA TEKNELERİ (500 m3 den küçük)

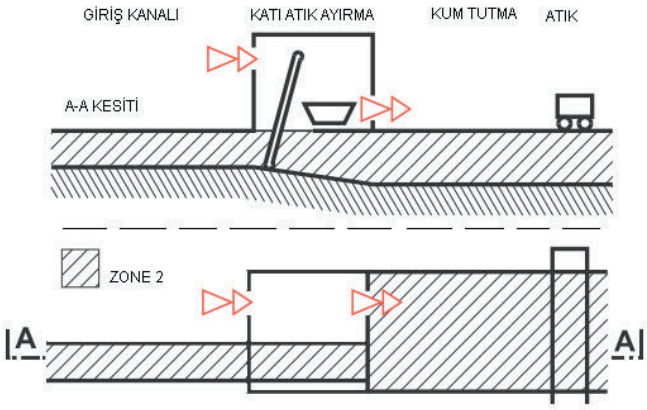
Yağmur suları ile gelen çöp ve atıkların bekletilerek çürütüldüğü havuzlarda çürüme dolayısı ile çıkan metan gazının yarattığı tehlike bölgeleri resim tb47 deki gibi değerlendirilmektedir.

Havalandırma tabi veya suni (cebri) olabilmektedir. Değerlendirme çürütme teknesinin havalandırmasına göre farklılık gösterebilir.



Resim tb47: Sabit veya mobil havalandırmalı yağmurlama teknesi

8.3.6.5 PİS SU KATI ATIK AYIRMA ve ATMA TESİSİ



Resim tb48: Kanalizasyon katı atık ayırma tesisi

Kanalizasyon suyunun aktığı kanallarda çürüme dolayısı ile metan gazı bulunmaktadır. Kanalizasyondan gelen çürütülecek bitkisel atıkların içindeki çürümeyen katı maddeleri ayıran tesisin tehlikeli bölge analizi resim tb48 deki gibi olabilir.

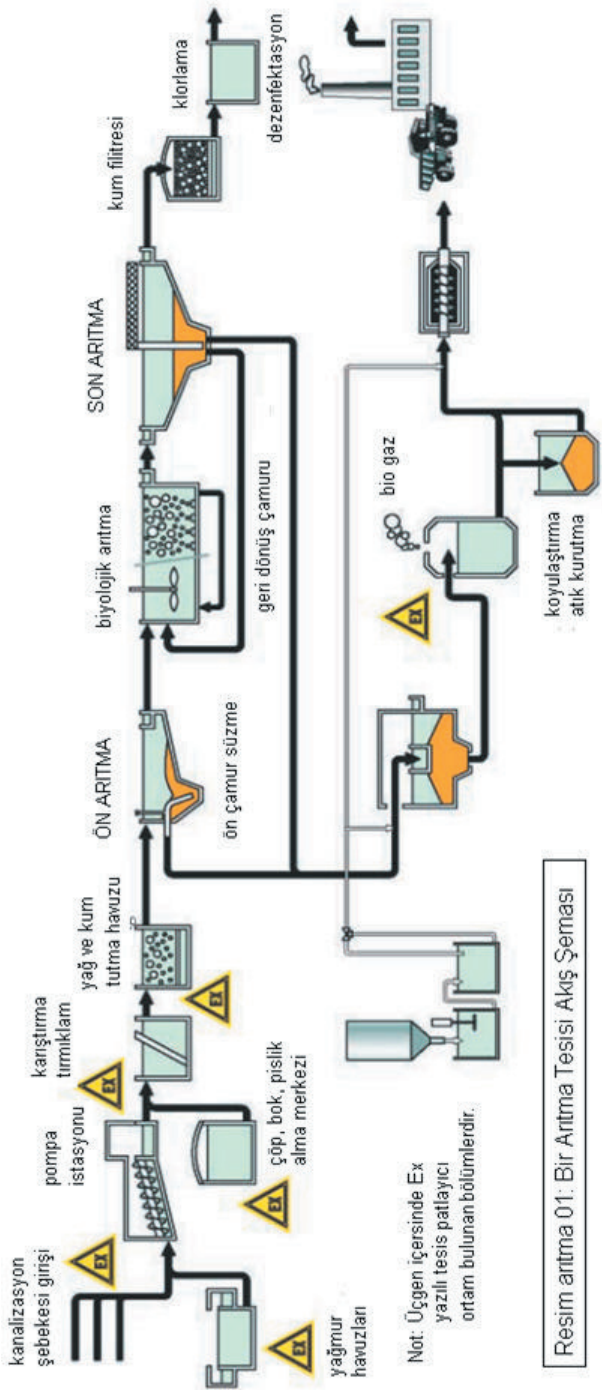
8.3.7 KİMYA ve İLAÇ SANAYİ, MEDİKAL SEKTÖR

8.3.7.1 İMALAT ODALARI

Resim tb49 da bir ilaç üretim tesisinin genel yapısı görülmektedir. Düzenleme imalatçıdan imalatçıya farklı olabilmektedir. Buradaki maksat genel bir bilgi vermektir. Ofis hariç üretim alanlarının tamamının tehlike bölgesi 2 (zone 2) olarak alınması tavsiye edilmiştir. Ayrıca yüksekliğe ve kullanılan parlayıcı maddenin özelliğine dikkat edilmemiştir. Örneğin buharı havadan ağır alkol kullanılıyor ise tavan bölümleri tehlikeli olmayabilir ve bu alandaki aydınlatma armatürlerinin exproof olması gerekmeyebilir. Kimya ve ilaç sektöründe risk analizi yaparken geniş davranılmakta ve ileriki tarihlerde özelliği farklı olan kimyasallarında kullanılabileceği ihtimali göz önünde tutulmaktadır. Bu nedenlerle resim tb 49 deki gibi tüm üretim alanı, depo dahil en az bölge 2 olarak alınmıştır. Gerçek bir üretim birimi değerlendirildiğinde bazı bölümlerin Zone 1 veya Zone 0 olarak alınması gerekebilir.

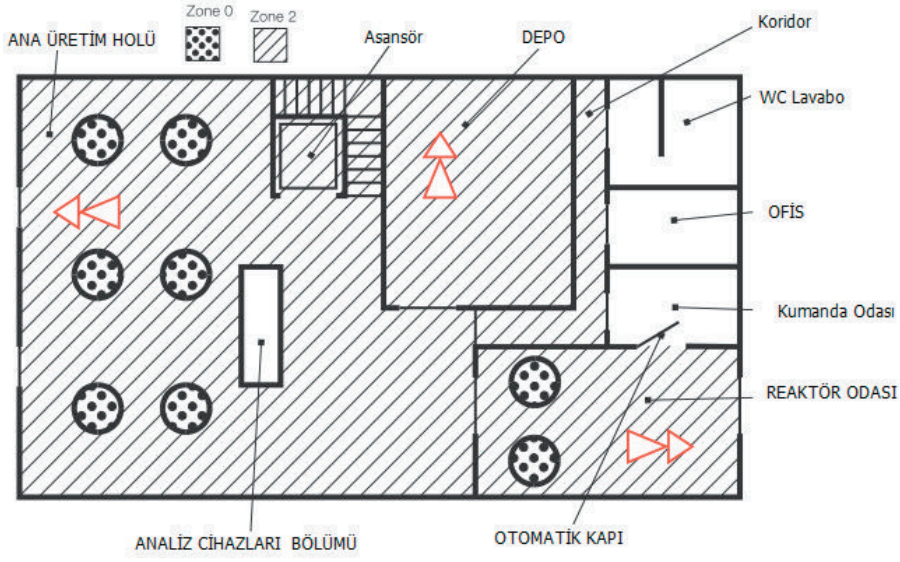
8.3.7.2 KORUYUCU GAZ İLE ÇALIŞAN ALETLER (INERT GAZLI)

Koruyucu gaz kullanılarak çalıştırılan bazı kimya tesislerinin riks değerlendirmesi resim tb50 deki gibi yapılabilir. Buruda genel anlamda gösterilen reaksiyon odası tehlike bölgesi zone 1 olarak alınmıştır.Reaksiyon tesisinin veya bölümünün etrafı ise zone 2 olarak tanımlanmıştır. Herhangi bir mesafe veril memiştir. Kapalı binalara göre değerlendirme yapılmıştır. Resim tb39 da olduğu gibi tüm çalışma alanı riskli bölge olarak kabul edilmiştir. Koruyucu gaz kullanmanın exproof açısından pek faydası olmamış gibi gözükmektedir.

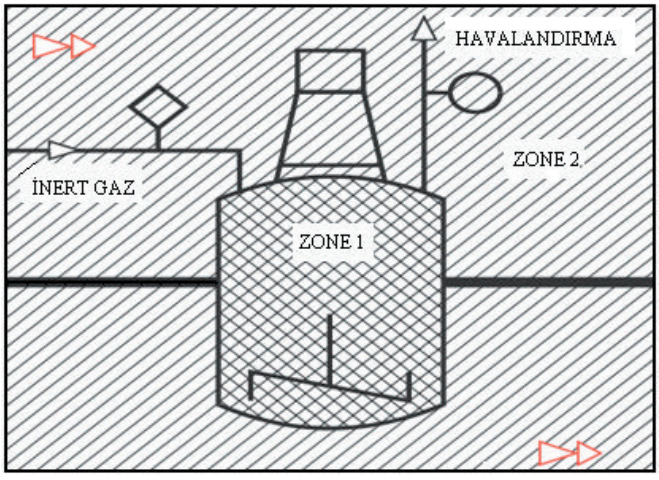


Resim arıtma 01: Bir Arıtma Tesisi Akış Şeması

Endress+Hauser firmasının internet sitesinden alınan (www.ch.endress.com) yukarıdaki Arıtma-01 nolu resimde komple bir" atık arıtma tesisi" nin prensip şeması görülmektedir. Bu resimde ilginç olan hangi ünitelerin ex-proof bölge olduklarının belirlenmiş olmasıdır. Türkiye'deki belediyelerin tamamında arıtma tesisleri mevcuttur. Acaba hangisinde patlayıcı ortam açısından bir risk analizi yapılmıştır ve exproof tehlike bölgeleri belirlenmiştir ve acaba hangi Belediyenin arıtma tesislerinde exproof malzeme kullanılmaktadır. Yalnız atık su arıtma tesisini kullanma suyu arıtma tesisleri ile karıştırmamak gerekmektedir.



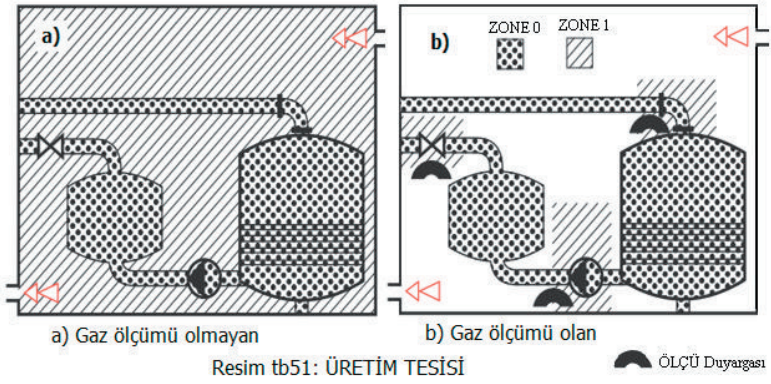
Resim tb49: Örnek üretim odası tehlikeli bölgeleri



Resim tb50: Koruyucu gazlı (inert gazlı) proses örneği

8.3.7.3 ÜRETİM TESİSİ

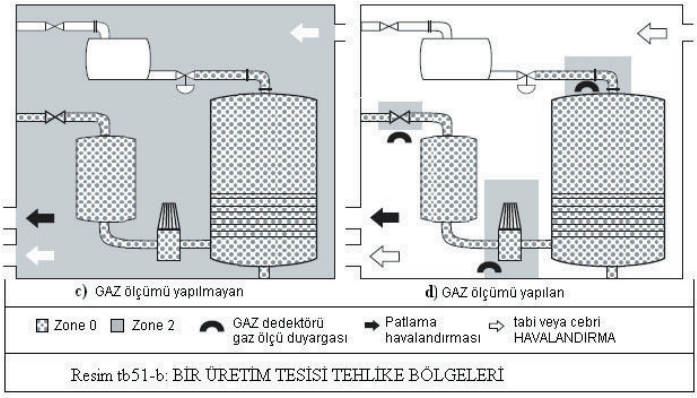
Resim tb51 de değişik yapıdaki üretim birimleri canlandırılmıştır. Gaz kaçağı izleme tertibatına göre riks değerlendirmesi ve tehlikeli bölge tanımları farklı olmaktadır. Gaz kaçağı izlemeli tesislerde yalnızca vana gibi sızma ihtimali olan noktaların etrafı tehlikeli bölge olarak kabul edilmektedir.



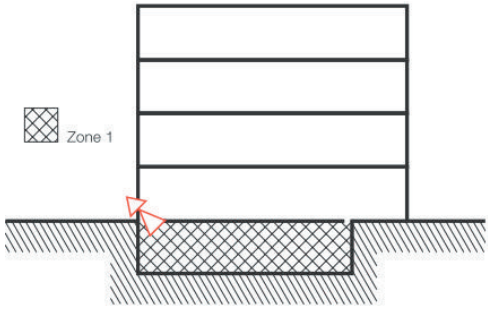
Resim tb51: ÜRETİM TESİSİ

8.3.7.4 YANGIN ANINDA KULLANILAN ATIK SU DEPOSU

Bazı yerlerde yangın anında kanalizasyonda toplanan ve bir miktar arıtılan sular söndürme gayesi ile kullanılmaktadır. Bu gibi atık sular cürüme dolayısı ile metan gazı içermektedirler. Sanayi sitelerinde olması gereken atık su depolarının tehlike bölgeleri resim tb52 de gösterilmiştir.

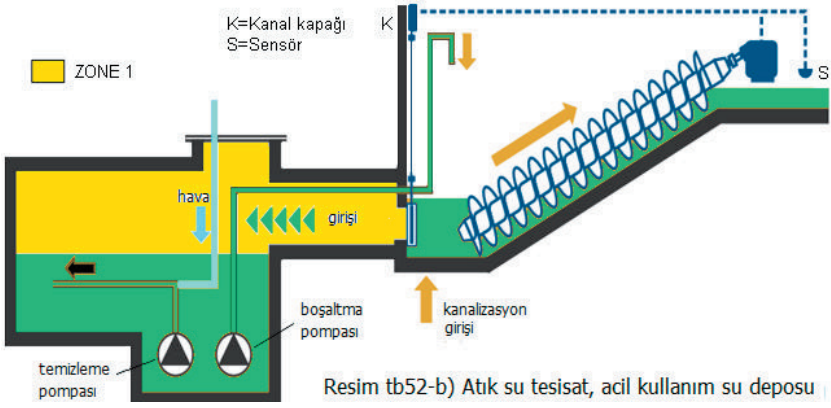


Resim tb51-b: BİR ÜRETİM TESİSİ TEHLİKE BÖLGELERİ

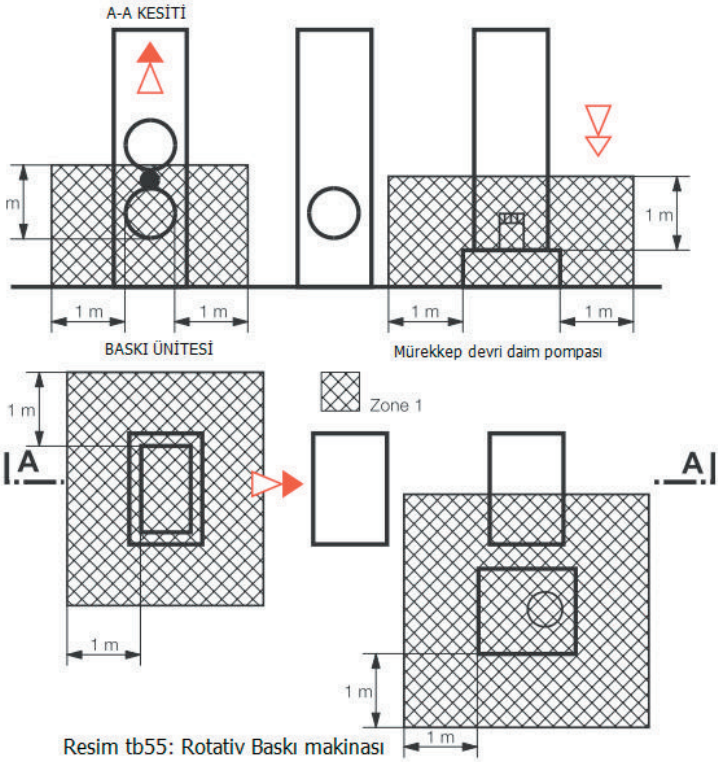


Resim tb52: Atık su acil kullanım deposu

Resim tb52-a genel yapısı ile bir atık su değerlendirme tesisi resmedilmiştir. Gerçeğe çok daha yakın bir tesis resim tb52-b de görülmektedir. Buradaki değerlendirme de gerçek tesiste farklı olabilir. Helezon elevatör ile yukarı itilen katı atıklar bölümü kapalı bir oda içersi ise bu kesim Zone 2 olarak alınabilir. Mevcut resimde elevatör açık havada bulunduğu için temiz bölge olarak alınmıştır.



Resim tb52-b) Atık su tesisat, acil kullanım su deposu



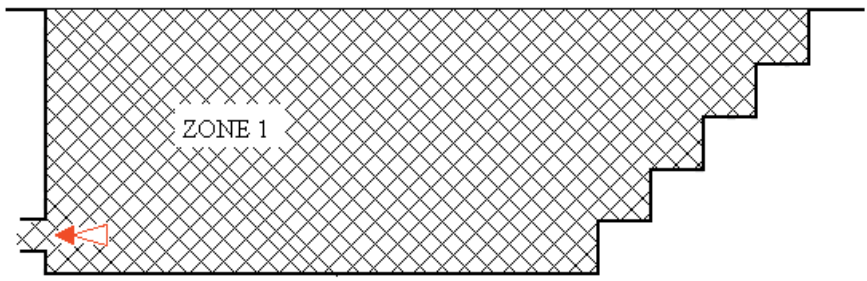
Resim tb55: Rotativ Baskı makinası

8.3.8 ROTATİF BASKI MAKİNALARI

Baskı makinelerinde kullanılan mürekkepler solvent içerdiklerinden yanıcı ve parlayıcı özelliğe sahiptirler. Bu bakımdan solvent içerikli mürekkep kullanan rotatif baskı veya matbaa tesislerinin tamamı exproof açısında risk değerlendirmesine alınmak zorundadır. Resim tb55 de bir rotatif baskı tertibatının genel yapısı resmedilmiş olup, bir fikir vermesi için tehlike bölge tanımlamaları yapılmıştır. Gerçek bir tesiste değerlendirme ve tehlikeli bölge tanımlamalar farklı olabilir.

8.3.9 OTOMOBİL TAMİRHANELERİ

Resim tb 56-a deki değerlendirmeye uyan otomobil tamirhane çukuru büyük firmaların servislerinde bulunuyor olabilir. Hiçbir firmanın servisinde bu gibi detaya dikkat edilme mekte ve tamirci basit seyyar bir lamba ile arabayı alttan kontrol etmektedir. Zaten hiçbir araba tamirhanesinde ex-proof her hangi bir malzeme mevcut değildir. Resim tb56-b ye bakıldığında elektrik sisteminin havalandırma ile otomatik çalışması gerektiği anlaşıl maktadır ki, böyle bir tesis tarafımda görülmemiş olmakla birlikte, yapılan değerlendirme çok yerindedir. Arabaların depoları benzin doludur ve herhangi bir benzin sızması durumunda gerçekte çok tehlikeli olabilmektedir. Belki bu gibi hatalardan çok kazalar yaşanıyor da kimsenin haberi olmuyor olabilir. Tamirci çıraklarının sigara ağızlarında arabaların altında dolaştıkları görülmeyen bir olay değildir.



Resim tb56-a: Otomobil tamir çukuru, havalandırma elektrik sistemi ile otomatik değil

Resim tb56-b: Otomobil tamir çukuru, havalandırmanın elektrik sistemi ile otomatik çalıştığı durum

8.3.10 YANICI TOZLAR

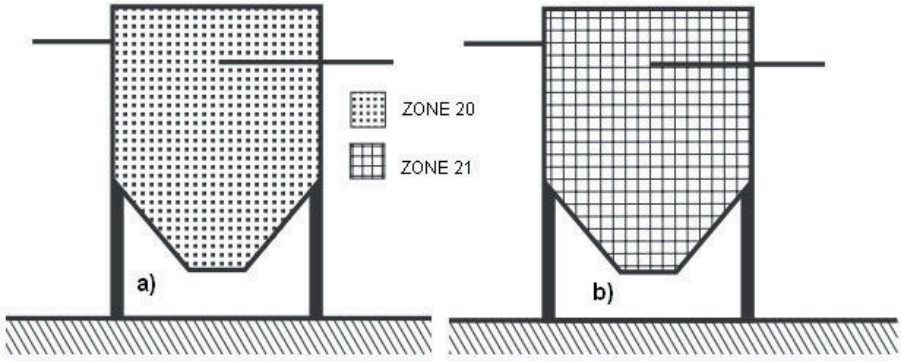
8.3.10.1 DEPOLAMA ve AYIRMA TESİSLERİ

Aşağıdaki değerlendirmeler daha ziyade öğütme, karıştırma ve kurutma tesisleri için geçerlidir.

a) TOZ GEÇİRMEYECEK ŞEKİLDE İMAL EDİLMİŞ OLAN BİR TESİS

Herhangi bir tehlikeli toz birikimi olmayan tesislerin patlayıcı toz riski resim tb57 deki gibi değerlendirilebilir. Toz olayı gazlardan çok farklıdır. Risk değerlendirmesi yaparken mesafelere ve havlandırma yönüne dikkat edilmelidir. Toz hiç beklenmedik yerlere uçarak tehlike oluşturabilmektedir. Aletlerin üzerine biriken ince toz tabakaları herhangi bir nedenle patladıklarında diğer toz kümelerini de havaya üflediğinden tehlike katlanarak artmakta ve patlama bir nevi yürümektedir.

Resim tb57-a) da toz toplama tesisi ve kurutma gibi sık sık toz birikme ihtimali olan bir tesisinin genel değerlendirmesi görülmektedir. Resim tb57-b de ise tozlanma ihtimali az olan bir tesisin aynı şekilde değerlendirilmesi gösterilmiştir. Tozlanma ihtimali fazla olan tesisin iç kısmı zone 21 alınırken tozlanma ihtimali az olan tesisin iç kısmı ise zone 22 olarak değerlendirilmiştir.



Resim tb57: Toz toplama tesisi, a) Sık sık toz biriken tesis b) Ender toz oluşan tesis

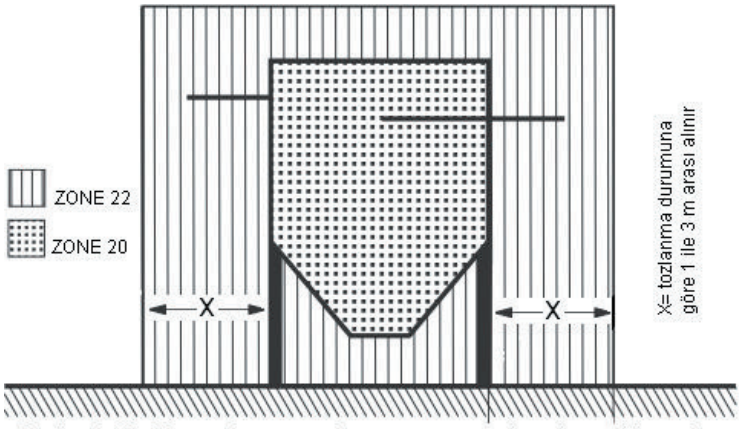
b) TOZ SIZDIRMAZLIĞI OLMAYAN ve BOL TOZLANAN TESİSLER

Toz geçirmesi önlenemeyen ve biriken tozların rüzgarla havaya karışma ihtimali olan tesislerin toz patlama riski resim tb58 deki gibi değerlendirilebilir. Tesisin iç kısmı zone 20 alınırken dış kısmı zone 22 alınmıştır. Dış kısımdaki tehlikeli bölgenin mesafesi tozlanma derecesine göre 1 ile 3 metre arası alınmaktadır.

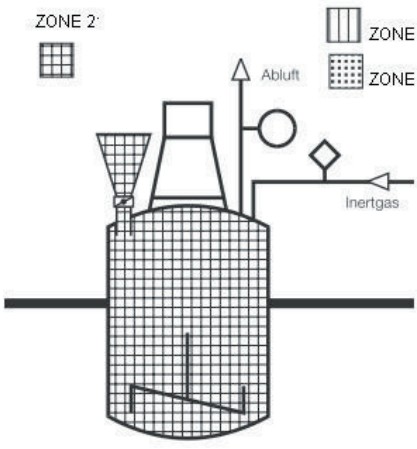
c) KORUYUCU GAZ KONTROLLU ve TAM KAPALI BİR TESİS

Koruyucu gaz (inert) kullanılan ve koruyu gazın durumu sürekli otomatik kontrol edilen tam kapalı bir tesisin patlayıcı toz risk değerlendirmesi resim tb59 deki gibi yapılabilir.

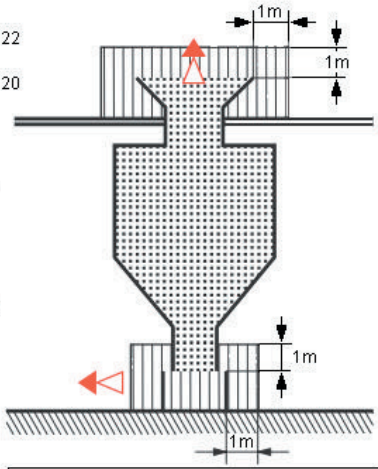
Tesisin iç kısmı zone 21 alınırken dış kısmı temiz kabul edilmektedir. Koruyucu gaz ancak çok tehlikeli olan hafif metal tozlarında kullanılmaktadır.



Resim tb58: Toz sızdırması önlenemeyen ve çok tozlanan bir tesis



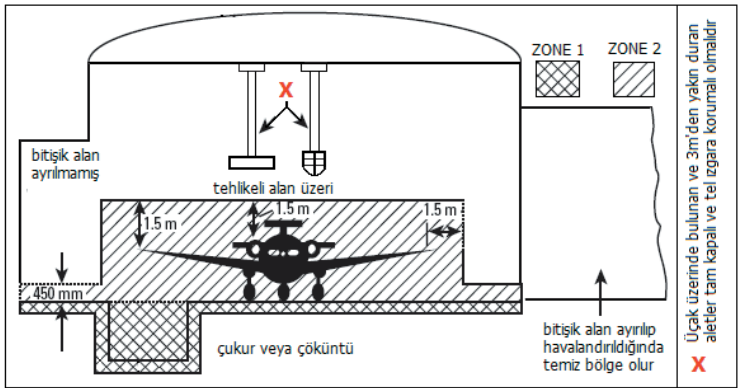
Resim tb59: Koruyucu gaz kullanılan kapalı bir tesis örneği



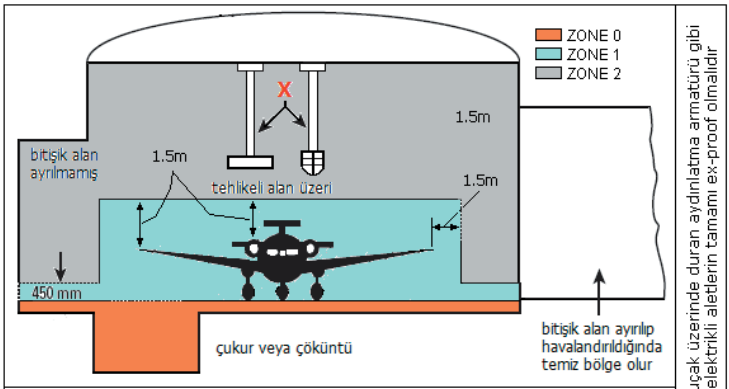
Resim tb60: Bir dodurma boşaltma (çuvallama) tesisi örneği

8.3.10.2 DOLDURMA BOŞALTMA TESİSLERİ

Resim tb60 da toz tutma tertibatı olmayan bir tesisin toz patlamasına karşı risk değerlendirmesi örneği görülmektedir. Tesisin iç kısmı zone 20 alınırken, üst kısmındaki açık sahanın 1m etrafı zone 22 olarak alınmıştır. Örneğin istifleme yapılmayan bir torbalama tesisinde olduğu gibi.



Resim tb61: UÇAK HANGARLARI Tehlikeli Bölgeleri



Resim tb61-b : UÇAK HANGARLARI Tehlikeli Bölgeleri

8.3.11 UÇAK HANGARLARI

NEC madde 513.3'e göre uçağın motorundan itibaren 1.5 metre yüksekliğe kadar kısım tehlike bölgesi 2 (Zone 2) olarak alınır. Kapalı alanda uçağın 1.5 m etrafı bölge 2 olarak alınır. Alt kısımda çukur veya kanal gibi akaryakıt buharının çökme ihtimali olan yerler var ise bu kısımlar tehlike bölgesi 1 dir. Uçağın altındaki hangar yüzeyi zone 1 olarak kabul edilir. Bu kesim için bir yükseklik verilmemiştir. Fakat zeminden 45-50 cm yükseklik zone 2 olarak alınmaktadır. Uçağın girdiği hangarın yanlarında bulunan ve bir duvar ile ayrılabilen yerlere akaryakıt dökülme ihtimali yoktur. Bu kısımlarda genellikle elektrik odaları, ofis, ambar gibi yerler bulunmaktadır. Buralar temiz bölge olarak kabul edilmektedir.

NEC Standardı her ne kadar resim tb61 deki tanımlamayı koymuş ise de pratikte bu kadar kesin değerler vermek mümkün olamamaktadır. Çünkü hangarlara hangi tip bir uçağın geleceği bilinmemekte ve bazı hallerde çok daha yüksek ve hangarın çıdarlarına kadar

uzanan uçaklar gelebilmektedir. Bu nedenle hangarın tamamının tehlike bölgesi ZONE 2 olarak alınması daha doğru olmaktadır. Bitişik bölgeler fiziki duvarlarla ayrılamıyor ise buralarında tehlikeli bölge olarak ilan edilmesi zorunlu olabilmektedir. Ayrıca uçaklar çok pahalı aletlerdir. Hafife almak doğru olmamaktadır. Bu nedenle tarafımdan resim tb61-b deki biraz daha temkinli bir zone tanımlaması önerilmektedir..

8.40 YANGIN YÖNETMELİĞİ ve ATEX

Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik tehlikeli bölgeleri tarif etmiş ve bu bölgelerde ne gibi aletler kullanılacağını da belirlemiştir. (madde 116 ve 117) . Burada "patlama ve kıvılcım güvenlikli" aletlerden bahsedilmekte ve TSE den belgeli alet kullanılması gibi günümüzde geçerli olmayan uygulamalardan söz edilmektedir. Bu hali ile Yangın Yönetmeliğinin Amerikan kaynaklarından alınmış olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü Amerikan kaynakları kıvılcım güvenliğinden (non sparking) söz etmektedirler. Diğer taraftan madde 116 ve 117 ATEX yönetmelikleri ve Avrupa uygulamaları ile de çatışmaktadır. Çünkü patlayıcı ortamlardaki tehlikeli bölge tanımlamaları ATEX 137 de yapılmakta ve nerelerde ne gibi aletler kullanılacağını (alet kategorileri) belirlemektedir. Türkiye AB ye girme çabasında olmasına rağmen eski alışkanlıklardan taviz verilmemekte ve milli kuruluşların üstünlüğü (korumacılık) ve Amerikan uygulamalarının ön plana alınması gibi düşüncelerden feragat edilememektedir. Devlet ihalelerinde dahi TSE belgeli gibi tabirler kullanılmaktadır. AB düşüncesinde Türkiye değil Avrupa'nın tamamı vardır. Herhangi bir Avrupa ülkesinde pazara çıkan herhangi bir ürüne hiçbir Avrupa ülkesi sınırlama getiremez. Serbest ticaret başta gelir, korumacılığa asla müsaade edilmez.

EKLER

EK 01: YANICI PARLAYICI ve PATLAYICI MADDELERİN ÖZELLİKLERİ

a) GAZLAR

YANICI GAZ ve BUHARLAR						
Adı	**Formülü**	**Patlama sınırı**		**Parlama noktası**	**Buhar yoğunluğu**	**Patlama sıcaklığı**
		LEL *)	**UEL *)**	**°C**	**Hava=1**	**°C**
ALKOLLER						
Metil alkol	CH_3OH, metanol	5.5 (6.7)	44 (36)	+11	1.1	464
Etil alkol	CH_3CH_2OH, etanol	3.3	19	+13	1.59	363
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$	2.2	14			
ESTERLER						
Ethyl Acetat	$CH_3COOC_2H_5$	2.2	11			
ETERLER						
Ethyl Ether	$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	1.85	48 (36)	-40	2.56	170
Methyl Ether	CH_3OCH_3	3.4	27			
Karbon hidratlar						
Metane	CH_4	5.0	15	gaz	0.55	538
Propan	$CH_3CH_2CH_3$	2.1	9.5 (10)	gaz	1.5	450
Butan	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	1.8	8.4-9.0	gaz	2.0	410
Hexan $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$		1.2	7.4	-22	2.97	233
Heptan, $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$		1.05	6.7			
Acetilen	$HC\equiv CH$	2.5	100	gaz	0,91	305
Benzin	(kurşunsuz)	1.2	7.1			
Jet benzini	JP-4	1.3	8			
Nafta	Naphtha	1.7	4.8			
Terebentin	(neft yağı)	0.7				
Kapalı bileşimler						
Toluene	$C_6H_5CH_3$	1.2	7.1	+4	3.14	535
Xylene	$C_6H_4(CH_3)_2$	1.1	6.4			
Ethylene Oxide	CH_2OCH_2	3.6	100			
KETONLAR						
Acetone	CH_3COCH_3	2.6	12.8-13	-18	2.00	535
Methyl Ethyl Ketone $CH_3COC_2H_5$		1.4	10			
İnorganik gazlar						
Carbon Monoxide	CO	12.5	74	gaz	0.97	570
Hydrogen Sulfide	H_2S	4.0	44			
Ammonia	NH_3	15	28	gaz	0.58	630
Hydrogen	H_2	4	80 (77)	gaz	0.07	585
Benzen		21.4	7.1	-11	2.77	560
Karbon disülfit		1.25	44.0	-30	2.64	102
Etan		3.0	12.5	gas	1.0	472
Etil asetat		2.2	11.4	- 4	3.04	460
Metilen		2.7	36.0	gaz	0.98	425
Etil nitrat		4.0	100	+10	3.14	85
Oktan		0.8	6.5	+13	3.9	220
Pentan		1.5	7.8	-49	2.48	285
Petrol		1.3	6.0	-43	3.5	250-400
O-Xylen		1.0	7.6	+32	3.7	464

*) havadaki hacimsel oran, % olarak

Bir yanlışlığa sebep olmamak için maddelerin İngilizce orijinal isimleri aynen muhafaza edilmiştir.

	Explosive Limits (% by vol.in air)		**Flash Point**	**Vapour Density**	**Ignition Temp.**
	LEL	**UEL**	**'C**	**Air=1**	**'C**
Acetone	2.6	12.8	-18	2.00	535
Acetylene	2.50	100.0	gas	0.91	305
Ammonia	15.0	28.0	gas	0.58	630
Benzene	21.4	7.1	-11	2.77	560
Butane	1.8	9.0	gas	2.0	410
Carbon disulphide	1.25	44.0	-30	2.64	102
Carbon monoxide	12.5	74.0	gas	0.97	570
Ethane	3.0	12.5	gas	1.0	472
Ethyl acetate	2.2	11.4	- 4	3.04	460
Ethyl alcohol	3.3	19.0	+13	1.59	365
Ethylene	2.7	36.0	gas	0.98	425
Ethyl ether	1.85	48.0	- 40	2.56	170
Ethyl nitrate	4.0	100.0	+10	3.14	85
Hexane	1.2	7.5	-22	2.97	233
Hydrogen	4.0	80.0	gas	0.07	585
Methane	5.0	15.0	gas	0.55	538
Methyl alcohol	5.5	44.0	+11	1.1	464
Octane	0.8	6.5	+13	3.9	220
Pentane	1.5	7.8	-49	2.48	285
Petrol	1.3	6.0	-43	3.5	250-400
Propane	2.2	10.0	gas	1.5	450
Toluene	1.3	7.0	+ 4	3.14	535
O-Xylene	1.0	7.6	+32	3.7	464

LEL= Gazların alt patlama sınır (Lover explosive limits)
UEL= Gazların üst patlama sınırı (Upper explosive limits)
Flash point= Sıvıların patlama moktası, patlayabilecek kıvamda buhar oluşan sıcaklık
Vapour density= Buhar yogunluğu, havaya göre oranı
Ignition temperature= Ateşlenme ısısı, gaz veya sıvının kendiliğinden statik patlama ısısı.

LEL değerleri değişik bir literatürde aşağıdaki gibi farklı verilmektedir.

Lower Explosive Limits of Combustible Gases

Acetone	2.5% by volume	Hydrogen	4.0% by volume
Acetylene	2.5% by volume	Isopropyl Alcohol (Isopropanol)	2.0% by volume
Benzene	1.2% by volume	Methane	5.0% by volume
Butane	1.9% by volume	Methyl Alcohol (Methanol)	6.0% by volume
Butyl Alcohol (Butanol)	1.4% by volum	Methyl Ethyl Ketone	1.4% by volume
Diethyl Ether	1.9% by volume	n-Pentane	1.4% by volume
Ethane	3.0% by volume	Propane	2.1% by volume
Ethyl Alcohol (Ethanol)	3.3% by volume	Propylene	2.0% by volume
Ethylene	2.7% by volume	Styrene	0.9% by volume
Ethylene Oxide	2.7% by volume	Toluene	1.1% by volume
Hexane	1.1% by volume	Xylene	1.1% by volume

Her hangi bir gazın hacimsel oranı LEL olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

Gazın % LEL değeri=	(hacimsel olarak % gaz yoğunluğu) x (100) / Hacimsel olarak % gaz alt patlama sınır değeri LEL

%25 LEL pentan %0,35 pentan anlamına gelir.

25% LEL Pentan=	(0.35% Vol. pentan) x (100) / 1.4% Vol.= (100% LEL)

Bilinen bazı gaz ve buharların ısı grupları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu değerler normal statik patlama sıcaklıklarının altındadır.

ISI SINIFI	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
Patlama sıcaklığı	>450°C	300-450°C	200-300°C	135-200°C	100-135°C	85-100°C
Aset aldehit				T4		
Aseton	T1					
Asetilen		T2				
Etan	T1					
Etil asetat	T1					
Etil eter				T4		
Etil alkol		T2				
Etil klorit	T1					
Etilen		T2				
Etilen klorit simetrik		T2				
Etilen oksit		T2				
Etil glikol			T3			
Amonyak	T1					
i-Amil asetat		T2				
Otomobil benzinleri Kaynama başlangıcı <135°C			T3			
Özel benzin Kaynama başlangıcı >135°C			T3			
Benzol (saf)	T1					
n-Butan		T2				
n-Butil alkol		T2				
Siklo heksan		T2				
Diesel, mazot			T3			
Jet veya Roket yakıtı			T3			
Sirke asiti	T1					
Sirke asiti anhidriti		T2				
Kalorüfer yakıtı DIN 51603			T3			
n-Hexan			T3			
Karbon monoksit	T1					
Metan	T1					
Metanol	T1					
Metil klorit	T1					
Naftalin	T1					
Yağ asiti		T2				
Fenol	T1					
Propan	T1					
n-Propil alkol		T2				
Kükürt karbon						T6
Kükürt hidrojen			T3			
Şehir gazı	T1					
Tetralin (Terahidronaftalin)		T2				
Toluol	T1					
Hidrojen	T1					

b) SIVILAR

TS 12820'ye göre sıvıların tehlike sınıfları: Bu standart Amerikan NFPA 30 ve 30/A dan alınmış olup aşağıdaki değerler NFPA 30 a uygundur.

YANICI SIVILARIN TEHLİKE SINIFLARI				
SINIF (class)	**Parlama noktası (flash point)**		**Kaynama noktası (boiling point)**	
IA (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf<73 °F	Tb<37.8 °C	Tb<100 °F
IB (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf<73 °F	Tb>37.8 °C	Tb>100 °F
IC (parlayıcı)	Tf > 22.8 °C	Tf>73 °F	Tb<37.8 °C	Tb<100 °F
II (yanıcı)	37.8 °C<Tf< 60°C	100 °F<Tf<140 °F	II	
IIIA (yanıcı)	60 °C < Tf < 93 °C	140 °F<Tf200 °F	IIIA	
IIIB (yanıcı)	Tf>93 °C	Tf>200 °F	IIIB	

Yanıcı sıvıların tehlike sınıflarına tipik örnekler

IA	Dietil eter, etilen oksit, bazı hafif ham petroller
IB	Araba ve uçak benzinleri, toluen, lakuer, lakuer tiner
IC	Ksilen, bazı boyalar, solvent tabanlı bazı çimentolar
II	Mazot (diesel yakıtı), boya tineri
IIIA	Evlerde kullanılan yakıtlar, fuel oil ve kalorüfer yakıtı gibi
IIIB	Yemeklik yağlar, yağlama yağları ve motar yağları

İSİM	**Flash Point**		**Yoğunluk lbs./gal.**	**Tehlike Sınıfı**	**NFPA-704 Renk kodu**	**Tehlike sınıfı**
89 oktanlık benzin	-44 °F	-42 C	6.26	IA	B-2, R-4, Y-0	patlayıcı
87 oktanlık benzin	-44 °F	-42 °C	6.23	IA	B-2, R-4, Y-0	patlayıcı
Diesel # 2, mazot	120-180 °F	49-118 °C	7.19	II	B-2, R-2, Y-0	yanıcı
K-1 Kerosene, Jet yakıtı	122-150 °F		6.92	II	B-1, R-2, Y-0	yanıcı
# 2 Fuel Oil	120-180 °F	84-118 °C	7.15	IIIA	B-0, R-2, Y-0	yanıcı
Motor Oil 10W-30	401	82 °C	7.33	IIIB	B-0, R-1, Y-0	yanıcı
Anti friz, Etilen glikol	235		9.38	IIIB	B-3, R-1, Y-0	patlamaz
Lube Oil 90 W 90W Nolu yağ	360		7.53	IIIB	B-1, R-1, Y-0	yanıcı

Flash Point: Sıvılar atmosfer şartlarına (hava sıcaklığına) göre buharlaşarak hava ile karışırlar. Tam patlayabilecek oranda buhar oluşturdukları sıcaklığa PLASH POINT (patlama noktası) adı verilir. Gazlarda LEL ne ise sıvılarda da Flash point odur.

TS 12820 ye göre bazı parlayıcı ve yanıcı sıvılar

TS 12820 ye göre bazı parlayıcı ve yanıcı sıvılar							
	Patlama noktası Flash point		Sınıf	Kaynama hoktasi Boiling point		Havada asgari Tutuşma sıcaklığı	
	°C	°F		°C	°F	°C	°F
Benzin	-40 ile -46	-40ile -46	IB	38 ile 204	100 ile 400	Yaklaşık 441	Yaklaşık 825
Diesel yakıt	> 55	> 131	II				
Gaz yağı	> 38	> 100	II	151 ile 301	304 ile 574	227	(440)
Antifiriz	110	230	IIIB	149	300		
Fren sıvısı	149	300	IIIB	282	540		
Şase gresi	204	400	IIIB	>427	>800	>427	>800
Dişli yağı	202	395	IIIB	>427	>800	>427	>800
Lityum-moli gres	193	380	IIIB	>427	>800	>482	>900
Yağlama yağları	149-232	300-450	IIIB				
Hidrolik direksiyon sıvısı	177	350	IIIB	>288	>550		
Beyaz gres	241	465	IIIB	>427	>800	>427	>800
Cam yıkama sıvısı Metanol / su karışımları							
%100 metanol	12	54	IB	64	148	385	725
%50 metanol	27	80	IB				
%20 metanol	48	118	II				
%5 metanol	97	206	IIIB				

OSH'ya göre bazı patlayıcı sıvıların sınıflandırılmaları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Buradaki **PEL=** müsaade edilen patlama sınırı anlamına gemliktedir ve ppm olarak verilmiştir. (ppm= milyonda bir)

Class IA, SINIF IA

SIVILAR		Flash Point (°F)	Kaynama noktası (°F)	Patlama sınırları		Buhar Yoğunluğu Hava= 1	PEL (ppm)
Genel ismi	Diğer adı			LEL	UEL		
1-1 Dikloro etilenler	Vinilidler Kloritler	0	99	7.3	10.0	3.4	-
Etil aminler		<0	63	3.5	14.0	1.6	10
Etil kloritler	Klor etan	-58	54	3.8	15.4	2.2	1000
Etil eter	Eter	-49	95	1.9	36.0	2.6	400
İzo pentanlar		<-60	82	1.4	7.6	2.5	-
İzo propil kloritler	2-Kloropropanlar	-26	97	2.8	10.7	2.7	-
Metil Formatlar		-2	90	5.0	23.0	2.1	100
Pentanlar		<-40	97	1.5	7.8	2.5	1000
Propilen Oksitler		-35	93	2.8	37.0	2.0	100

Class IB, SINIF IB

SIVILAR		Flash Point (°F)	Kaynama noktası (°F)	Patlama sınırları		Buhar yoğunluğu Hava=1	PEL (ppm)
Genel ismi	**Diğer adı**			**LEL**	**UEL**		
Asetonlar		0	134	2.6	12.8	2.0	1000
Benzenler	Benzol	12	176	1.3	7.1	2.8	1
Karbon Disulfidler	Karbon bisulfidler	-22	115	1.3	50.0	2.6	20
1,2-Dikloroetilenler	Asetilen dikloridler	43	140	9.7	12.8	3.4	200
Etil Asetatlar		24	171	2.2	11.0	3.0	400
Etil Alkoller	Etanol, Tahıl alkolü	55	173	3.3	19	1.6	1000
Etil Benzenler		59	277	1.0	6.7	3.7	100
Akar yakıtlar, benzin		-45	100-399	1.4	7.6	3-4	-
Heksanlar		-7	156	1.1	7.5	3.0	500
Metil Asetatlar		14	135	3.1	16	2.6	200
Metil Alkol	Ağaç alkolü, Metanol	52	147	6.7	3.6	1.1	200
Metil Etil Ketonlar	MEK, 2-Butanonlar	21	176	1.8	10	2.5	200
Metil Propil Ketonlar	2-Pentanonlar	45	216	1.5	8.2	2.9	200
VM&P Napfta	76 Nafa	20-45	212-320	0.9	6.0	4.2	-
Oktanlar		56	257	1.0	6.5	3.9	500
Propil Asetatlar		58	215	2.0	8.0	3.5	200
Isopropil Asetatlar		40	192	1.8	8.0	3.5	250
Isopropil Alkoller	IPA, 2-propanol	53	180	2.0	12	2.1	400
Toluenler	Toluol	40	232	1.2	7.1	3.1	200
Butil Asetatlar		72	260	1.7	7.6	4.0	150

Class IC, SINIF IC

SIVILAR		Flash Point (°F)	Kaynama noktası (°F)	Patlama sınırları		Buhar yoğunluğu Hava= 1	PEL (ppm)
Genel ismi	**Diğer adı**			**LEL**	**UEL**		
Iso amİl asetatlar	Muz yağı	77	288	1.0	7.5	4.5	100
Amil Alkol	Pentanol	91	281	1.2	10	3.0	
Butil	Butanol	84	243	1.4	11.2	2.6	100
Metil Isobutil Ketonlar	MIBK, Hexone	73	246	1.4	7.5	3.5	100
Nafta (Petrol)	Mineral ispirto, Petrol eteri ruhu	85-110	302-399	0.8	6.0	4.2	-
Propil Alkol	Propanol	77	208	2.1	13.5	2.1	200
Styrenler (Monomer)	Vinil Benzenler	90	295	1.1	6.1	3.6	100
Turpentinler		95	307-347	0.8	-	-	100
Ksilenler	Ksilol	81-115	281-291	1.1	7.0	3.7	100

Class II, SINIF II

SIVILAR		Flash Point (°F)	Kaynama noktası (°F)	Patlama sınırları		Buhar yoğunluğu Hava= 1	PEL (ppm)
Genel ismi	Diğer adı			LEL	UEL		
Isoamyl		109	268	1.2	-	3.0	100
Cellosolve asetatlar	2-Ethoxyethyl acetate	117	313	1.7	-	4.7	100
Sikloheksanonlar		111	313	-	-	3.4	50
Fuel Oil #1 & #2		100+	-	-	-	-	-
Fuel Oil #4		110+	-	-	-	-	-
Fuel Oil #5		130+	-	-	-	-	-
Kerosenler		110-150	180-300	0.7	5.0	4.5	-
Naphtha (coal tar)	(kömür katranı)	100-110	300-400	-	-	4.3	100
Naphtha (High Flash)	100 Naptha Emniyet çözücüsü Stoddard Solvent	100-110	300-400	0.8	6.0	>4.2	500
Metil Cellosolve	2- Methoxyethanol	115	255	2.5	14.0	-	25

Class III, SINIF III

SIVILAR		Flash Point (°F)	Kaynama noktası (°F)	Patlama sınırları		Buhar yoğunluğu Hava= 1	PEL (ppm)
Genel ismi	Diğer adı			LEL	UEL		
Aniline		158	363	1.3	-	3.2	5
Butyl Cellosolve	2-Butoxyethanol	160	340	1.1	10.6	4.1	50
Cellosolve Solvent	2-Ethozyethanol Cellosolve Solvent	202	275	1.8	14.0	3.1	200
Cyclohexanol		162	322	-	-	2.5	50
Ethylene Glycol	Glycol	232	387	3.2	-	-	-
Furfural		140	324	2.1	19.3	3.3	5
Glycerine	Glycerol	320	554	-	-	3.2	-
Isophorone		184	419	0.8	3.8	-	25
Nitrobenzene		190	412	-	-	4.3	1

Alevlenmez, Patlamaz sıvılar (*)

SIVILAR		Kaynama noktası (°F)	PEL (ppm)
Genel ismi	Diğer adı		
Karbon Tetrakloritler		171	10
Kloroform	Triklorometanlar	142	50
Etilene Dibromitler	1,2-Dibromoetanlar	270	20
Metil kloroform	1,1,1-Trikloroetanlar	165	350
Metilen kloridler	Diklorometanlar	104	500
Perkloroetilenler	Tetrakloroetilenler	248	100
Trikloroetilenler	TCE, Triklor	190	100

*) Normal şartlarda patlamaz sıvılar. Triklor etilenler ince aluminyum tozu ile karaşırlarsa tehlikeli olabilirler.

c) TOZLAR, KATI MADDELER

TOZ CİNSİ	PATMA ISISI	
	BULUT	5 mm film
Aluminyum	560°C	>450°C
Odun kömürü	520°C	320°C
Linyit kömürü tozu	380°C	225°C
Kakao	590°C	250°C
Kahve tozu	580°C	290°C
Hububat, mısır	530°C	460°C
Methyl cellulose	420°C	320°C
Kağıt lifi, kırpıntısı	570°C	335°C
Phenolic resin	530°C	>450°C
Polietilen tozu	440°C	melts
PVC tozu	700°C	>450°C
Şeker tozu	490°C	460°C
Kurum, is	810°C	570°C
Nişasta	460°C	435°C
Toner	520°C	melts
Buğday	510°C	300°C

Bulut: Tozun havada karışmış hali anlamına gelmektedir.
5 mm Film: Alet veya zemin üzerine çökmüş vaziyette bulunan tz tabakasının statik patlama ısıları

Toz cinsi	M, [µm]	Pmax, [bar]	Kst, [bar m s^{-1}]	MEE [mJ]
Aktif kömür	bis 10	7,3	72	500000
Brom fenoksim	bis 20	11,9	342	250000
Tinopal	43	6,8	69	80000
Marul tozu	40	8,5	157	100
Yeşil mercimek unu	27	9,1	109	100
Çamur çöktürücü (76 % organik bileşenlil)	89	7,5	71	50
Mısır nişaştası	10	9	200	10
Paraformaldehyd **)	19	9,6	405	5
Bal mumu, parafin	bis 20	8,4	185	5
Polyester, poliester	35	7,8	140	5
Celluloseacetat	31	7,5	116	5
İstifleme, örtü tozu (60 % anorganik bileşenli)	40	5,6	90	5
Herbizid *)	21	8,4	168	2
Lycopodium	32	7	134	2
Antioxidant	18	9	214	1
Epoxidharz, epoksi reçine	27	7,5	161	1
Polyurethan,poliüretan	29	7,8	150	1
Aluminium	bis 10	11,4	625	0,1

*) İstenmeyen otlarla mücadelede kullanılan tarım ilacı
**) PARAFORMALDEHYD; Polyoxymethylen; HO(CH2O)nH; Erime noktası: 120-180 °C, Patlama noktası (flammpunkt): 71 °C, Kendiliğinden patlama ısısı: 300 °C, Bağıl Yoğunluk (su 1): 1.46, Patlama sınırı (% hacım olarak): 7.0-73.0

Tozlarla ilgili bazı isimlerin Türkçe karşılıkları tam bulunamadığından orijinal hali ile muhafaza edilmiştir. Tozların patlama özelliklerinin ölçümü ile ilgili belli değerler mevcuttur. Bu konuya girilmeyecektir. Burada bilgi için bazı değerler verilmiştir. Aşağıdaki tablodaki gibi tozlar patlama sınıflarına ayrılmaktadır. Kst değeri tozlar için karakteristik bir veridir.

Toz patlama Sınıfı	K_{st} (bar m s^{-1})	Özellik (Characteristics -)
St 0	0	Patlayıcı değil
St 1	$0 < K_{st} < 200$	Zor patlayıcı hale gelir, Zayıf patlayıcı
St 2	$200 < K_{st} < 300$	Kuvvetli patlayıcı.
St 3	$300 < K_{st}$	Çok kuvetli patlayıcı.

EK 02: AMERİKAN UYGULAMALARI ÖZETİ

ABD kaynaklı eski ve yeni sınıflandırma aşağıdaki tabloda görülmekte olup, orijinal İngilizce metin aynen muhafaza edilmiştir.
HAZARDOUS AREA CLASSIFICATIONS PATLAYICI ORTAM SINIFLANDRMALARI
Class I Area Groups, Sınıf I sahaları ve grupları

Division 1 and 2	**Zone 0, 1 and 2**
A: Acetylene	IIC: Acetylene
B: Hydrogen Acrolein, Asrine, Butadiene, Ethylene Oxide Propylene oxide, Propylnitrate	Hydrogen
C: Ethylene Ethylenmine, Ethyl mercaptan, Ethyl sulfide Hydrogen cyanide, Hydrogen sulfide, Morpholine 2-Nitropropane, Tetrahydrofuran Unsymmetrical dimethylhydrazine	IIB: Ethylene Ethyl Either Butadiene
D: Propane Acetic acid (glacial), Acetone Acrylonitrile, Ammonia, Benzene	IIA: Propane Cyclopropane, Ethane, Butane, Benzene, Pentane, Heptane, Acetone Methyl Alcohol, Ethyl Alcohol
Butane 1- Butanol (butyl alcohol) 2- butanol (secondary butyl alcohol) n- butyl acetate, Isobutyl acetate Sec.- butyl alcohol, Di-isobutylene Ethane, Ethanol (ethyl alcohol) Ethyl acetate, Ethylene diamine (anyhydrous) Ethylene dichloridex, Gasoline (56-60 octane) Hexanes, Heptanes, Isoprene, Isopropyl ether Mesityl oxide, Methane (natural gas) Methanol (methyl alcohol	I: Methane (Gaseous Mines)
3-methyl-1 butanol (isoamyl alcohol) Methyl ethyl ketone, Methyl isobutol keytone 2-methyl-1 proponal (isobutyl alcohol)	
2-methyl-2 proponal (tertiary butyl) Petroleum naptha, Pyridine, Octanes, Pentanes 1-pentanol (amyl alcohol), 1-propanol (propyl alcohol) 2-propanol (isoproyl alcohol) Propylene, Styrene, Toluene, Vinyl acetate Vinyl chloride, Zylenes (o-xylene)	

Applicable Certification Documents, Uygulanan sertifika dökümanları veya standartları

Area	**Protection Methods**	**U.S.**	**Canada**
Div. 1	• Explosion Proof UL 1203 CSA-30	UL 1203	CSA-30
	• Intrinsically safe (2 fault)	UL 913	CSA-157
	• Purged/pressurized (Type X or Y)	NFPA 496	NFPA 496
Div. 2	• Nonincendive	UL 1604	CSA-213
	• Non-sparking device	UL 1604	CSA-213
	• Purged/pressurized (Type Z)	NFPA 496	NFPA 496
	• Hermetically sealed	UL 1604	CSA-213
	• Any Class I, Div. 1 method	----	----
	• Any Class I, Zone 1 or 2 method	----	----

Class I, Zone 0, 1 and 2 Protection Methods, Sınıf I, Zon 0, 1, ve 2 Koruma Metodları

Applicable Certification Documents, Uygulanan sertifika dökümanları veya standartları					
Area	**Protection Methods**	**U.S.**	**Canada**	**IEC**	**Europe**
Zone 0	• Intrinsically safe, 'ia', (2 fault)	UL 2279, Pt. 11	CSA-E79-11	IEC 60079-11	EN 50020
	• Class I, Div. 1 intrinsically safe (2 fault)method	UL 913	CSA-157	----	----
Zone 1	• Encapsulation, 'm'	UL 2279, Pt. 18	CSA-E79-18	IEC 60079-18	EN 50028
	• Flameproof, 'd'	UL 2279, Pt. 1	CSA-E79-1	EIC 60079-1	EN 50018
	• Increased safety, 'e'	UL 2279, Pt. 7	CSA-E79-7	IEC 60079-7	EN 50019
	• Intrinsically safe, 'ib' (1 fault)	UL 2279, Pt. 11	CSA-E79-11	IEC 60079-11	EN 50020
	• Oil immersion, 'o'	UL 2279, Pt. 6	CSA-E79-6	IEC 60079-6	EN 50015
	• Powder filling, 'q'	UL 2279, Pt. 5	CSA-E79-5	IEC 60079-5	EN 50017
	• Purged/pressurized, 'p'	----	CSA-E79-2	IEC 60079-2	EN 50016
	• Any Class I Zone 0 method	----	----	----	----
	• Any Class I, Div. 1 method	----	----	----	----
Zone 2	• Nonincendive, 'nC'	UL 2279, Pt. 15	CSA-E79-15	IEC 60079-15 pr	EN 50021
	• Non-sparking device, 'nA'	UL 2279, Pt. 15	CSA-E79-15	IEC 60079-15pr	EN 50021
	• Restricted breathing, 'nR'	UL 2279, Pt. 15	CSA-E79-15	IEC 60079-15 pr	EN 50021
	• Hermetically sealed, 'nC'	UL 2279, Pt. 15	CSA-E79-15	IEC 60079-15 pr	EN 50021
	• Any Class I, Zone 0 or 1 method	----	----	----	----
	• Any Class I, Div. 1 or 2 method	----	----	----	----

Class II, Division 1 and 2 Protection Methods, Sınıf II, Bölüm 1 ve 2 Koruma Metodları

	Applicable Certification Documents, Uygulanan sertifika dökümanları veya standartları		
Area	Protection Methods	U.S.	Canada
Div. 1	• Dust-ignition proof	UL 1203	CSA-25 or CSA-E-1241-1-1
	• Intrinsically safe	UL 913	CSA-157
	• Pressurized	NFPA 496	NFPA 496
Div. 2	• Dust Tight	UL 1604	CSA-157 or CSA-E-1241-1-1
	• Nonincendive	UL 1604	----
	• Non-sparking	UL 1604	----
	• Pressurized	NFPA 496	NFPA 496
	• Any Class II, Div. 1 method	----	----

Hazardous Locations Markings, Patlayıcı ortamlara kullanılan cihazların ETİKETLENMESİ

Class I, II & III, Division 1 & 2 (U.S. & Canada) ---- This marking would include: Class(es), Division(s), Gas/Dust Group(s), Temperature Code Example: Class I, Division 1, Group C & D, T4A
Class I, Zone 0, 1 & 2 (U.S. & Canada) ---- This marking would include Method A: For Zone Listings based on UL 2279 or the CSA-E79 Series Class, Zone(s), Ex, Protection Method(s), Gas Group, Temperature Code Example: Class I, Zone 1, Ex de IIB T4
Method B: For Zone Listings based on UL or CSA Division Certification Documents Class, Zone(s), Gas Group, Temperature Code Example: Class I, Zone 1, Group IIB, T4
Note: For U.S. Zone Listings based on UL 2279, Article 505 of the 1999 NEC requires that the “Ex” element of the marking string shall read “Aex.”
Note: For Canadian Zone Listings based on the CSA-E79 Series, The “Class” and “Zone” elements of the marking string are optional.
Zone 0, 1 & 2 (IEC only) ---- This marking would include: Ex, Protection Method(s), Gas Group, Temperature Code, Example: Ex de IIB T4
Zone 0, 1 & 2 (Europe only) ---- This marking would include: EEX, Protection Method(s), Gas Group, Temperature Code Example: EEX de IIB T4

North American NEC/CEC - European IEC Conversion
KUZEY AMERİKA NEC/CEC - AVRUPA IEC KIYASLAMASI, KARŞILAŞTIRILMASI

Division 1: Where ignitable concentrations of flammable gases, vapors or liquids can exist all of the time or some of the time under normal operation conditions. Patlayıcı orandaki gaz, buhar veya sıvının, normal çalışma koşullarında sürekli veya belli bir süre var olduğu veya var alabileceği (ihtimali olana) yerler (ortamlar) Division 1 olarak kabul edilir.	< >	Zone 0: Where ignitable concentrations of flammable gases, vapors or liquids can exist all of the time or for long periods of time under normal operating conditions. [Only achievable by Intrinsically safe, ‘ia’ (2 fault)] Patlayıcı orandaki gaz, buhar veya sıvının, normal çalışma koşullarında sürekli veya uzunca bir süre var olduğu veya var olabileceği (ihtimali olan) yerler (ortamlar) Zon 0 olarak kabul edilir. Yalnızca kendinden emniyetli “ia” tipi (2. hataya da dayanabilen türdeki) elektrik aletleri kullanılabilir
Division 1: Where ignitable concentrations of flammable gases, vapors or liquids can exist all of the time or some of the time under normal operation conditions. Patlayıcı orandaki gaz, buhar veya sıvının, normal çalışma koşullarında sürekli veya belli bir süre var olduğu veya var alabileceği (ihtimali olana) yerler (ortamlar) Division 1 olarak kabul edilir.	< >	Zone 1: Where ignitable concentrations of flammable gases, vapors or liquids can exist some of the time under normal operating conditions. Patlayıcı orandaki gaz, buhar veya sıvının, normal çalışma koşullarında belli bir süre var olduğu veya var olabileceği (ihtimali olan) yerler (ortamlar) Zon 1 olarak kabul edilir.
Division 2: Where ignitable concentrations of flammable gases, vapors or liquids are not likely to exist under normal operating conditions. Patlayıcı orandaki gaz, buhar veya sıvının, normal çalışma koşullarında var olma ihtimalinin az olduğu veya az olabileceği (ihtimali olan) yerler (ortamlar) Division 2 ortamlar olarak kabul edilir.	< >	Zone 2: Where ignitable concentrations of flammable gases, vapors or liquids are not likely to exist under normal operating conditions. Patlayıcı orandaki gaz, buhar veya sıvının, normal çalışma koşullarında var olma ihtimalinin az olduğu veya az olabileceği (ihtimali olan) yerler (ortamlar) Zon 2 ortamlar olarak kabul edilir.

EK 03: PATLAYICI ORTAMLARLA İLGİLİ STANDARTLAR

1) AKAR YAKIT DOLUM İSTASYONLARI İLE İLGİLİ STANDRATLAR

01	TS 12820	Akaryakıt İstasyonları - Emniyet Kuralları
02	TS 12664	İşyerleri - Motorlu Taşıtların Yakma Sistemlerinin, Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG) veya Sıkıştırılmış Doğalgaz (CNG) Kullanımı İçin Dönüşümünü Yapan - Genel Kurallar
03	TS 11939	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)- İkmal İstasyonu- Karayolu Taşıtları İçin- Emniyet Kuralları Direktif: NFPA/ANSI 58:1998 EQV
04	TS EN 12819	Tanklar-LPG İçin-Yerüstü, 13 m^{3}'den Büyük Tankların Muayene ve Yeniden Sınıflandırılması
05	TS 1446	Sıvılaştırılmış Petrol Gazlarının (LPG)- Depolama Kuralları
06	TS 1445	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) - Taşıma Kuralları NFPA 58-88, ANSI-Z-106.1(89)
07	TS 1449	Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)-Doldurma ve Boşaltma Kuralları [ANSI-Z106-1/1970, 1972: NFPA-58/1969, 1972]
08	TS EN 13355	Boya kabinleri emniyet kuralları
09	TS EN 12215	"Kaplama tesisleri - Organik sıvı kaplama maddelerinin uygulanması için püskürtme kabinleri - Güvenlik kuralları"

2) PATLAYICI ORTAMLARLA İLGİLİ STANDARTLAR

TS EN 1127-1	Patlayıcı ortamlar - patlama önleme ve koruma Bölüm 1: Temel Kurallar ve metodoloji
TS 9038	Patlamaya Karşı Korunma Sistemleri- Kısım 2: Yanıcı Gazların Havada Patlama İndislerinin Tayini
TS 9039 EN 26184-3	Patlamaya Karşı Koruma Sistemleri Kısım 3: Toz/Hava ve Gaz/Hava Karışımları Dışındaki Yakıt/Hava Karışımlarının Patlama İndislerinin Tayini
TS 9040 EN 26184-4	Patlamaya Karşı Koruma Sistemleri Kısım-4: Patlamayı Bastıran Sistemlerin Etkinliklerinin Tayini
TS 2944 16.05.1990	Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması- Genel Özellikleri ve Hassasiyet Deneyleri
TS 3489 19.03.1998	Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrik Aygıtları İçin Genel Kurallar - Yüzey Sıcaklıkları-En Büyük Değerlerin Sınıflandırılması
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

b) PATLAYICI ORTAMLARLA İLGLİ AVRUPA NORMLARI
Avrupa Parlamentosu talimatı 94/9/EC'ye göre yeniden düzenlenen UYUMLU standartların listesi
Summary list of titles and references to harmonised standards under Directive 94/9/EC

Avrupa Normları ile IEC aynı numaralamayı kullanmak istemektedirler ve son çıkan Avrupa normlar 60079 serisi ile isimlendirilmektedir.

STANDART No.	Reference and title of the harmonised standard (and reference document)
TS EN 1010-1 31.03.2005	Makinalarda güvenlik - Baskı ve kağıt dönüştürme makinalarının tasarımı ve yapılışı için güvenlik kuralları - Bölüm 1: Ortak kurallar
TS EN 1010-2 12.10.2006	Makinalarda güvenlik - Baskı ve kağıt dönüştürme makinalarının tasarım ve yapımı için güvenlik kuralları - Bölüm 2: Ön pres makinaları dahil baskı ve laklama makinaları
TS EN 1127-1 22.05.2008	Patlayıcı ortamlar - Patlamayı önleme ve korunma - Bölüm 1: Temel kavramlar ve metodoloji
TS EN 1127-2+A1 12.02.2009	Patlayıcı ortamlar - Patlamayı önleme ve korunma - Bölüm 2: Madencilikte temel kavramlar ve metodoloji
TS EN 1710+A1 12.02.2009	Yeraltı maden ocaklarında potansiyel patlayıcı ortamlarda kullanılan donanımlar ve bileşenler
TS EN 1755 27.03.2002	Endüstriyel Taşıtlarda Emniyet - Muhtemel Patlayıcı Ortanlarda Çalışma - Yanabilir Gaz, Buhar, Duman ve Atıkların Kullanımı
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
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
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
TS EN 1839 28.01.2004	Gazların, Buharların ve Bunların Karışımlarının Patlama Sınırlarının Tayini
TS EN 12581 13.04.2006	Kaplama tesisleri - Organik sıvı kaplama malzemeleri - Elektrodeşarj ve daldırma metodu ile kaplama makinaları - Güvenlik şartları
TS EN 12621 20.07.2006	Basınç altında çalışan kaplama malzemelerinin temini ve sirkülasyon için makinalar - Güvenlik kuralları
TS EN 12757-1 16.02.2006	Kaplama malzemeleri için karıştırma makinaları - Güvenlik şartları- Bölüm 1: Taşıt yüzeylerinin yeniden işlenmesinde kullanılan karıştırma makinaları
TS EN 12874 27.04.2003	Alev Durdurucular-Performans Özellikleri, Deney Metotları ve Kullanım Sınırları
TS EN 13012 13.04.2006	Akaryakıt ikmal istasyonları - Yakıt dağıtım birimleri üzerindeki otomatik yakıt doldurma tabancalarının yapım ve performans gerekleri
TS EN 13160-1 28.01.2004	Sızıntı belirleme sistemleri - Bölüm 1: Genel prensipler -
EN 13160, 2003	Automotive LPG filling system for light and heavy duty vehicles - Nozzle, test requirements and dimensions
TS EN 13237 13.04.2006	Potansiyel patlayıcı ortamlar - Potansiyel patlayıcı ortamlar içinde kullanılması amaçlanan donanımlar ve koruyucu sistemler için terimler ve tarifler

TS EN 13463-1 20.02.2007	Potansiyel patlayıcı ortamlar için elektrikli olmayan donanımlar - Bölüm 1: Temel metot ve kurallar, TS EN 13463-1/AC20.02.2007
TS EN 13463-2 31.03.2005	Potansiyel patlayıcı ortamlarda kullanım için elektrikli olmayan donanım - Bölüm 2: Akış kısıtlama mahfazası “fr” ile koruma
TS EN 13463-3 27.12.2005	“Potansiyel patlayıcı ortamlarda kullanım için elektrikli olmayan donanım - Bölüm 3: Alev geçirmez mahfaza “d” ile koruma”
TS EN 13463-5 28.01.2004	Potansiyel patlayıcı ortamlarda kullanımı tasarlanan elektrikli olmayan donanım - Bölüm 5: Yapısal güvenlik “c” ile koruma
TS EN 13463-6 27.12.2005	Potansiyel patlayıcı ortamda kullanılması tasarlanan elektrikli olmayan donanım - Bölüm:6 Ateşleme kaynağının kontrolu “b” ile koruma
TS EN 13463-8 28.01.2004	“Potansiyel patlayıcı ortamlar için elektrikli olmayan donanım - Bölüm 8: Sıvıya daldırma “k” ile koruma”
TS EN 13616 02.12.2004	Sıvı petrol ürünü yakıtlar için statik tankların aşırı dolum önleme tertibatı TS EN 13616/ AC25.04.2006
TS EN 13617-1 13.04.2006	Akaryakıt istasyonları - Bölüm 1: Pompalı ve pompasız dağıtım birimleri ve uzaktan pompalama birimleri - Yapım ve performans ile ilgili emniyet gerekleri TS EN 13617-1/AC 25.04.2006
TS EN 13617-2 13.04.2006	Akaryakıt istasyonları - Bölüm 2: Pompalı ve pompasız dağıtım birimlerindekullanılan emniyetli ayırma tertibatları - Yapım ve performans ile ilgili emniyet gerekleri
TS EN 13617-3 13.04.2006	Akaryakıt istasyonları - Bölüm 3: Kesme vanaları - Yapım ve performans ile ilgili emniyet gerekleri
TS EN 13617-4 13.04.2006	Akaryakıt istasyonları - Bölüm 4: Pompalı ve pompasız dağıtım birimlerinde kullanılan döner bağlantılar - Yapım ve performans ile ilgili emniyet gerekleri
TS EN 13673-1 27.12.2005	Gazların ve buharların azamî patlama basıncının ve azamî basınç yükselme hızının belirlenmesi-Bölüm 1: Azamî patlama basıncının belirlenmesi
TS EN 13673-2 27.12.2005	Gazların ve buharların azamî patlama basıncının ve azamî basınç yükselme hızının belirlenmesi-Bölüm 2: Azamî patlama basıncı yükselme hızının belirlenmesi
TS EN 13760 19.06.2007	Hafif ve ağır hizmet tipi karayolu taşıtlarında LPG dolum sistemi - Doldurma başlığı - Deney şartları ve boyutlar
TS EN 13821 27.9.2005	Potansiyel Patlayıcı ortamlar-Patlamanın Önlenmesi ve Korunma-Toz/ Hava Karışımlarının En Düşük Tutuşma Enerjisinin Tayini
TS EN 13980 16.03.2006	Potansiyel patlayıcı ortamlar - Kalite sistemlerinin uygulanması
TS EN 14034-1 02.12.2004	Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 1: Toz bulutlarının azami patlama basıncının (Pmax) tayini
TS EN 14034-2 12.10.2006	Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 2: Azami patlama basıncı yükselme hızının tayini
TS EN 14034-3 12.10.2006	Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 3: Toz bulutlarının düşük patlama sınırının (LEL) tayini
TS EN 14034-4 02.12.2004	Toz bulutlarının patlama karakteristiklerinin tayini - Bölüm 4: Toz bulutlarının sınırlandırıcı oksijen konsantrasyonun (LOC) tayini
TS EN 14373 16.02.2006	Patlamayı baskılayıcı sistemler, Explosion suppression systems
EN 14460 12.10.2006	Patlamaya dirençli donanım, Explosion resistant equipment
TS EN 14491 12.10.2006	Toz patlamaları - Havalandırmalı koruyucu sistemler, TS EN 14491/AC 28.04.2009, Dust explosion venting protective systems

TS EN 14492-2 29.06.2009	Vinçler (Krenler) - Güç tahrikli vinçler ve ceraskallar - Bölüm 2: Güç tahrikli ceraskallar
TS EN 14522, 27.12.2005	Gazların ve buharların kendisliğinden tutuşma sıcaklığının tayini
TS EN 14591-1 02.12.2004	Yeraltı madenlerinde patlamayı önleme ve korunma - Koruyucu sistemler - Bölüm 1: 2-bar'lık patlama dirençli havalandırma yapıları, TS EN 14591-1/AC 25.04.2006
TS EN 14591-2 31.01.2008	Yeraltı madenlerinde patlama önleme ve korunma - Koruyucu sistemler - Bölüm 2: Pasif su oluklu bariyerler
TS EN 14591-4, 03.04.2008	Yeraltı madenlerinde patlama önleme ve korunma - Koruyucu sistemler - Bölüm 4: Galeri açma makinaları için otomatik yangın söndürme sistemleri, TS EN 14591-4/AC 04.12.2008
TS EN 14677, 04.12.2008	Makinalarda güvenlik-İkincil çelik imalat-Sıvı çeliğin işlemleri için makine ve tesisat, TS EN 14677 12.02.2009
TS EN 14678-1, 20.07.2006	LPG donanımı ve aksesuarları - LPG ikmal istasyonlarında kullanılan - Yapım ve performans - Bölüm 1: Dağıtım birimleri (pompalar/ dispenserler)
TS EN 14681, 21.12.2006	Makinalarda güvenlik - Elektrik ark ocaklarında çelik üretimi için makina ve donanımın güvenlik kuralları
TS EN 14756, 27.03.2007	Alevlenebilir gazlar ve buharlar için sınırlandırıcı oksijen derişiminin /LOC) tayini
TS EN 14797, 03.07.2007	Patlama ve havalandırma tertibatları, Explosion venting devices
TS EN 14973, 04.12.2008	Yer altı tesislerinde kullanım için konveyör bantlar - Elektrik ve alevlenebilirlik güvenlik özellikleri
TS EN 14983, 31.01.2008	Yeraltı madenlerinde patlama önleme ve korunma - Grizu drenajı için donanımlar ve koruyucu sistemler
TS EN 14986, 03.07.2007	Potansiyel patlayıcı atmosferde çalışan fanların tasarımı
TS EN 14994, 03.07.2007	Gaz patlama menfezini koruma sistemleri
TS EN 15188, 03.04.2008	Toz birikimlerinin kendiliğinden tutuşabilirliğinin tayini
TS EN 15198, 03.04.2008	Potansiyel patlayıcı ortamlarda kullanılması amaçlanan elektrikli olmayan donanım ve bileşenlerin risk değerlendirme metodolojisi
TS EN 15233, 03.04.2008	Potansiyel patlayıcı ortamlar için koruyucu sistemlerin fonksiyonel güvenlik değerlendirme metodolojisi
TS EN 15268, 28.04.2009	Akaryakıt dolum istasyonları-Dalgıç pompaların yapımı için güvenlik özellikleri
TS EN 50050, 27.03.2007	Elektrikli Cihazlar-Potansiyel Patlayıcı Atmosferde Kullanılan-Elle Kullanılan Elektrostatik Püskürtme Ekipmanı
TS EN 50104, 14.04.2003	Oksijenin Algılanması ve Ölçülmesi İçin Elektrikli Cihazlar-Performans Kuralları ve Deney Metotları, TS EN 50104/A1 08.11.2005, Note 2.1
EN 50176, 1996	Automatic electrostatic spraying installations for flammable liquid spraying material
EN 50177, 1996	Automatic electrostatic spraying installations for flammable coating powder
EN 50223, 2001	Automatic electrostatic application equipment for flammable flock material
TS EN 50241-1, 30.04.2003	Yanıcı veya Toksik Gazların ve Buharların Belirlenmesi İçin Kullanılan Optik Olarak Açık Yollu Cihazların Özellikleri-Bölüm 1: Genel Kurallar ve Deney Metotları, TS EN 50241-1/A1 08.11.2005
TS EN 50241-2, 31.03.2003	Yanıcı veya Toksik Gazların ve Buharların Belirlenmesi İçin Kullanılan Optik Olarak Açık Yollu Cihazların Özellikleri-Bölüm 2: Yanıcı Gazların Belirlenmesi Amacıyla Kullanılan Cihaza Ait Performans Kuralları

EN 50281-1-1, 1998	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 1-1: Electrical apparatus protected by enclosures - Construction and testing,
EN 50281-1-2, 1998	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust -- Part 1-2: Electrical apparatus protected by enclosures - Selection, installation and maintenance
TS EN 50281-2-1, 22.05.2008	Elektriksel donanım - Yanıcı toz ortamlarında kullanılan - Bölüm 2-1: Deney metotları - Tozun en düşük tutuşma sıcaklıklarının belirlenmesi metotları
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
TS EN 50381, 31.03.2005	İç tahliyeli veya iç tahliyesiz, taşınabilir havalandırmalı odalar, TS EN 50381/AC 22.05.200
TS EN 60079-0, 2008	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 0: Genel özellikler
TS EN 60079-1,2008	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar-Bölüm 1: ‘d’ tipi aleve dayanıklı mahfazalar tarafından korunan cihazlar
TS EN 60079-2, 2008	Patlayıcı gaz ortamları-Bölüm 2: t”p” tipi basınçlı mahfazalar ile korunan cihazlar
TS 3382 IEC 60079-4, 1979	Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik aygıtları için genel kurallar, Bölüm 4: Tutuşma sıcaklığı tayin metodu.
TS EN 60079-5, 2008	Patlayıcı gaz ortamları-Toz Doldurma “q” ile korunan cihazlar
TS EN 60079-6, 2008	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 6:
TS EN 60079-7, 2007	Patlayıcı gaz ortamlarında elektrikli cihazlar-Bölüm 7: Artırılmış güvenlik “e”
IEC 60079-10	Patlayıcı Ortamları-Bölüm 10: Tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması
IEC 60079-11, 2010	Patlayıcı Atmosferler-Bölüm-11: Kendinden Emniyetli Elektrik Cihazları “i”
IEC 60079-12, 1979	Electrical apparatus for explosive gas atphmosferes Part 12: Classicification of mixturex of gases or vapour with air according to their maximum experimental safe gaps and minimum ignition currents
IEC 60079-13, 1982	Electrical apparatus for explosive gas atphmosferes Part 13: Construction and use of rooms or buildings protected by pressurization
TS EN 60079-14, 2006	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 14: Tehlikeli alanlardaki elektrik tesisatı (maden ocakları hariç)
TS EN 60079-15, 2007	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 15: “n” tipi korumalı elektrikli cihazların yapılışı, deneyi ve işaretlemesi
TS IEC 60079-16, 1998	Patlayıcı ortamlar-bölüm 16: analizleme binalarının korunması için yapay havalandırma
TS EN 60079-17, 2008	Patlayıcı gaz ortamları - Bölüm 17: Elektrik tesislerinin muayenesi ve bakımı
TS EN 60079-18, 2006	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 18: Kapsül içine alınan “m” tipi korumalı elektrikli cihazların yapılışı, deneyi ve işaretlenmesi, TS EN 60079-18/AC 19.02.2009
IEC 60079-19, 2010	Patlayıcı ortamlar-Bölüm 19: Cihazların tamir. Bakım ve Islahı
IEC 60079-20-1, 2009	Patlayıcı ortamlar- Bölüm 20-1: Gaz ve buharların malzeme özelliklerinin tayini için test metodu

TS EN 60079-25, 2006	Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar Bölüm 25: Kendinden güvenlikli sistemler
TS EN 60079-26, 2009	Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan - Bölüm 26: Cihaz koruma seviyesi (EPL) Ga olan teçhizat
TS EN 60079-27, 04.12.2008	Patlayıcı ortamları-Bölüm 27: kendinden emniyetli veri nakil sistemleri tasarımı FISCO ve etkisiz (patlatmaz) veri nakil sistemleri tasarımı FNICO
TS EN 60079-28, 19.02.2009	Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan Bölüm 28: Optik ışıma kullanılarak teçhizatın ve iletim sistemlerinin korunması
TS EN 60079-29-1, 22.05.2008	Patlayıcı gaz ortamları - Bölüm 29-1: Gaz dedektörleri-Alevlenebilir gazlar için dedektör performans özellikleri
TS EN 60079-29-2 04.12.2008	Patlayıcı gaz ortamları - Bölüm 29-2: Gaz dedektörleri- Alevlenebilir gazlar ve oksijen dedektörlerinin seçim, montaj, kullanım ve bakımı
TS EN 60079-29-4, 2009	Patlayıcı ortamlar-part 29-4: Performance riquirements of open path dedectors for flammable gases
TS EN 60079-30-1 9.04.2009	Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan Bölüm 30-1: Elektriksel dirençli zemin altı ısıtma - Genel ve deney işlemi özellikleri
TS EN 60079-30-2 9.04.2009	Elektrikli cihazlar - Patlayıcı ortamlarda kullanılan - Bölüm 30-2: Elektriksel dirençli zemin altı ısıtma - Tasarım, tesis ve bakım için uygulama kılavuzu
IEC 60079-31, 15.01.2010	Explosiv atmosphers-part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure type “t”
IEC 60079-33, 2009	Explosive atmosphere-part 33: Equipment protection by special protection ‘s’, (Heniüz yürürlükte diğil)
IEC 60079-35-1, 2009	Cap light for use in mines susceptible to firedampf-part 1: general requirments, construction and testineg in relation to the risk of explosion.
IEC 60079-35-2, 2009	Cap light for use in mines susceptible to firedampf-part 2: performance and other safety-related matters
TS EN 61241-0 03.07.2007	Yanıcı toz ortamında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 0: Genel kurallar
TS EN 61241-4 03.07.2007	Yanıcı toz ortamında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 4: “pD” tipi koruma
TS EN 61241-11 03.07.2007	Yanıcı toz ortamında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 11: Yapısal güvenlik “iD” ile koruma
TS EN 61241-14, 02.12.2004	IEC 61241-10, 1. baskı: Yanıcı toz ortamında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 10:Yanıcı tozların olduğu veya olabileceği alanların sınıflandırılması
TS EN 61241-17, 17.01.2006	Yanıcı toz ortamında kullanılan elektrikli cihazlar - Kısım 1: “tD”mahfazalar ile koruma (IEC 61125-1: 2004)
TS EN 61241-18, 17.01.2006	Yanıcı toz ortamında kullanılan elektrikli cihazlar - Bölüm 18: mD ile koruma, TS EN 61241-18/AC 22.05.2008
EN 61779-1, 2004	Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases -- Part 1: General requirements and test methods
IEC, CEN 62013-1, 2006	Caplights for use in mines susceptible to firedamp -- Part 1: General requirements - Construction and testing in relation to the risk of explosion

EK 04: TEST LABORATUVARLARI, ONANMIŞ KURULUŞLAR YETKİLİ SERTİFİKA OTORİTELERİ

(Testing Laboratories and Certification Bodies outside the EEA)

Bu listedeki yerler Alman DMT/BVS ile işbirliği yapan ve DMT'nin raporlarının kabul eden, AET (AB) dışındaki kuruluşlardır.

Ülke Sem.	Bulunduğu Şehir	Teşkilatın kısa yazılışı	Kapsam *)	Standard	Fax / E - Mail
CH	Zürih	SEV	II	EN	+41 1 956 1401
PL	Mikolów	Barbara	I + II		+48 32 2028 745
CZ	Ostrawa	FTZÚ	I + II	EN	+420 69 623 2672
HU	Budapeşte	BKI	I + II	EN	+36 1 250 1720
SI	Ljubljana	SIQ	I + II	EN	+386 61 1778 229
HR	Zagreb	S-Komisija	I + II	JUS (EN)	+385 1 3667 262
Bosnia	Sarajevo	BA-Ex Commission			387 71 670 656
RO	Petrosani	INSEMEX/ SCEEx	I + II	EN	+40 54 542233
BG	Sofya	Minproject	I + II		
UA	Makejevka	MakNII	I + (II)	GOST	+ 380 6232 65634
UA	Donezk	ISZVE (TCCexEE)	II	GOST	+380 622 941243
RU	Kemerovo	VostNII	I + II	GOST	+7 3842242651
RU	Moskova	IGD	I + II	GOST	7 095 558 8087
RU	Moskova	SERTIUM		GOST	7 095 279 3455
RU	Mendeleyevo	VNIIFTRI		GOST	+7 095 535 7386
RU	Arsamas 16	VNIIEF		GOST	7 095 278 0423
US	Norwood, MA	FMRC	II	FM, ISA (IEC)	+1 781 7629375
US	Northbrook, IL	UL	II	UL, (IEC)	+1 847 272 8129
US	Triadelphia, WVa.	MSHA	I	30 CFR	+1 304 547 2044
CA	Rexdale & Edmonton	CSA	II	CSA, IEC	+1 416 7474149 +1 403 4350998
CA	Ottawa	CANMET	I	IEC	+1 613 996 2597
BR	Rio de Janeiro	CEPEL	II	IEC	+55 21 2667-8630
AR	Buenos Aires	INTI	II	IEC	+54 1 754 2102
AU	Redbank, QLD	SIMTARS	I + II	AS,IEC,EN	+61 7 3810 6366
AU	Londonderry, NSW	TestSafe Australia	I + II	AS, IEC	+61 47 244 999
AU	Sydney, NSW	QAS	I + II	AS, IEC	:+61 2 8206 6032
JP	Onogawa	NITE	I	JIS (IEC)	-3332
JP	Tokyo	TIIS	II	JIS (IEC)	+81 424 952461
CN	Shanghai	NEPSI	II	IEC	+86 21 64333 566
CN	Tschungking	CCMRI	I	IEC	
CN	Nanyang	NEPEARI	II	IEC	+86 377 3225471
KR	Seoul	KTL	II	IEC	+82 2 8601 116
KR	Inchon	KOSHA	II	IEC	+82 32 518 6484
IN	Calcutta	ERTL (East)	II	IS	9,13E+10
IN	Dhanbad	CMPD	I	IS	
ZA	Pretoria	SABS	I + II	SABS IEC	+27 12 428 6854

*) I= maden sanayi, I. Grup gazlar, II= maden sanayi dışındaki diğer sanayi kollarını, II. Grup gazlar

List of accreditations and notifications of DMT/BVS

AREA	Standard	Group	Notification	Reference	
IECEx	IEC 79-..	I + II	IECEx	IEE04	
Europe (EEA)	EN ..	I + II	CEC	94/9/EC	
Europe (EEA)	EN 50014 -EN 50039	II	CEC	76/117/EEC	
Europe (EEA)	EN 50014 -EN 50033	I	CEC	82/130/EEC	
Germany	VDE 0170/ 0171	II	Ministry of Labour	ElexV	
Germany	VDE 0170/ 0171	I	Ministry of Economics	ElZulBergV	
Japan	JIS (IEC)	I	METI		Certificates: NITE / Sapporo
Japan	IEC	II	MHLW		Certificates: TIIS/Tokyo
New Zealand	IEC AS/NZS	I+II	MED	AS/NZS 2381.1	

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ

Ülke	İsim	Adresi	Id No.
Avusturya	TÜV Österreich TÜV-A http://www.tuev.or.at/	Deutschstr. 10, A - 1230 Wien	408
Belçika	Institut Scientifique des Services Publics (ISSeP)	Siège de Colfontaine 60 rue Grande, B - 7340	492
Çek Cumh.	Fyzikalne Technicky Zkusebni Ustav S.P.	Pikartska 7, 716 07 Ostrava- Radvanice, Czech Republic	1026
Danimarka	DEMKO A/S, Lyskoer 8 http://www.demko.dk/	Postboks 514, DK-2730 Herlev	539
Danimarka	Teknologisk Institut http://www.teknologisk.dk/	Teknologiparken, Kongsvang Allé 29 DK 8000 Århus C	396
Finlandiya	VTT Industrial Systems (VTT Toutteet Ja Tuotanto)	P.O. Box 13071, FIN - 33101 Tmpere	537
Fransa	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques - INERIS http://www.ineris.fr/	Parc Technique, ALATA, BP 2 F - 60550 Verneuil en Halatte	80
Fransae	Laboratoire Central des Industries Electriques - LCIE, http://www.lcie.fr/	Avenue du Général Leclerc, 33 F - 92266 Fontenay-aux-Roses Cedex	81
Germany	RWTÜV Systems GmbH	Langemarkstrasse, 20, D - 45141 Essen	44
Almanya Germany	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) http://www.ptb.de	Zertifizierungsstelle für Explosionsschutz, Bundesallee 100 D - 38116 Braunschweig	102
Almanya Germany	DMT - Deutsche Montan Technologie GmbH	Am Technologiepark 1 D - 45307 Essen	158
Almanya Germany	Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung BAM	Unter den Eichen 87, D - 12205 Berlin	589
Italya	CESI - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta SpA	Via Rubattino 54, I - 20134 Milano	722
Lüksemburg	Société Nationale de Certification et d'Homologation s.a.r.l.,	11 Route de Sandweiler L - 5230 Sandweiler	499

Hollanda	KEMA Quality B.V. http://www.kema.nl/	Utrechtseweg 310, Postbus 9035 NL - 6800 ET Arnhem	344
Polonya	Ośrodek Badań i Certyfikacji "OBAC" Sp. z o.o.		1461
Slovakya	EVPÚ, a.s., SKTC 101, EVPU, JSC http://www.evpu.sk/	Trenčianska 19, SK - 018 51 Nová Dubnica, Slovakia	1293
Slovakya	Technická inšpekcia (TI) e-mail: tisr@us.tisr.sk	Vazovova, 7/A,v SK - 81107 Bratislava	1354
İspanya	Laboratorio Oficial Jose Maria de Madariaga (LOM)	Calle Alenza 1 - 2, E - 28003 Madrid	163
İsveç	Swedish National Testing and Research Institute SP	Box 857, S - 50115 Borås http://www.sp.se/	402
UK İngiltere	Lloyd's Register of Shipping LRQA Centre, Hiramford	Middlemarch Office Village, Siskin Drive, UK - Coventry CV3 4FJ	38
İUK İngiltere	BSI Product Services	Maylands Avenue, Hemel Hempstead, Herts, UK - HP2 4SQ	86
UK	SIRA Certification Service	South Hill, Chislehurst - Kent	518
İngiltere	http://www.siraservices.co.uk/	GB - BR7 5EH	
UK	Baseefa (2001) Ltd	Harpur Hill, GB - SK17 9JN	1180
İngiltere	Health and Safety Laboratory Site	Buxton-Derbyshire	

EFTA Ülkeler	**İsim**	**Adres**	**Id. n**
Norveç	NEMKO AS http://www.nemko.com/	Gaustadalleen 30, P.O. Box 73 Blindern, N - 01314 Oslo	470
Norveç	Det Norske Veritas classification AS	Viritasveien 1, N - 1322 Hovik	575
İsviçre	Swiss Electrotechnical Association (SEV)	Luppmenstrasse, 1 CH - 8320 Fehraltorf	1258

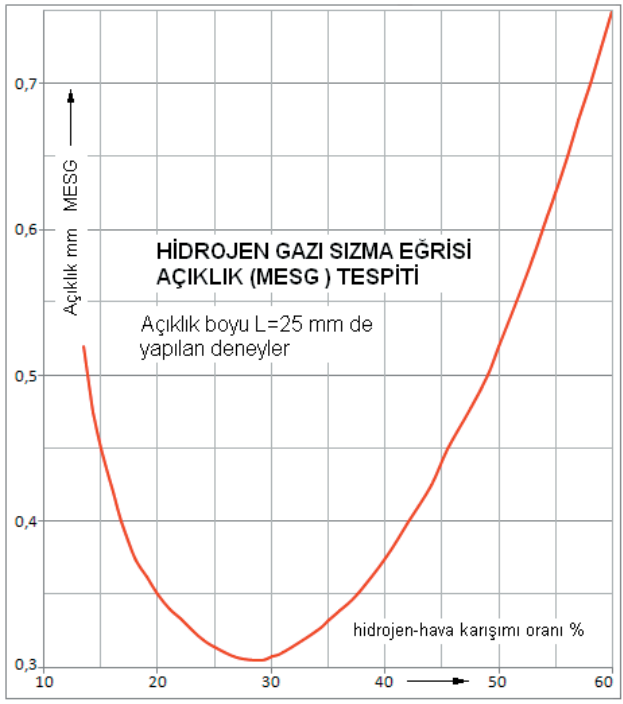
EK 05: HİDROJEN GAZI PATLAMA EĞRİSİ

1	2	1	2
% H2	mm	% H2	mm
13,4	0,52	35	0,332
14	0,48	36	0,34
14,33	0,47	37,5	0,35
15	0,45	40	0,37
16	0,42	42	0,4
16,8	0,4	44	0,42
18	0,37	45,5	0,45
19	0,32	47,5	0,47
20	0,35	49	0,5
21	0,34	50	0,52
22	0,33	51,5	0,55
23	0,32	53	0,58
24	0,32	54	0,60
25	0,31	55	0,62
27	0,31	56	0,65
29	0,305	57	0,67
30	0,31	58	0,7
31	0,31	59	0,72
34	0,32	60	0,75

1= H2 Oranı %
Hava içindeki H2

2= Açıklık, mm
MESG
Sızma aralığı

EN BÜYÜK DENEYSEL AÇIKLIK. MESG
HİDROJE GAZI SIZMA EĞRİSİ



EK 06: EN BÜYÜK DENEYSEL AÇIKLIKLAR MESG MIXIMUM EXPERIMENTAL SAFE GAPS

IEC 60079-1'in 7.sürüm hazırlıklarında teklif edilen AÇIKLIKLAR. Hacim sınırı 5750 cm^{3}'e çıkarılmak istenmektedir. Asıl değişiklik kırmızı renk ile gösterilmiştir.

Tablo 5-06: Grup I, IIA, ve IIB EKİPMANLAR İÇİN MİNİMUM EK UZUNLUĞU ve MAKSİMUM EMNİYET AÇIKLIĞI

En küçük bağlantı uzunluğu		L	Hacme göre azami açıklık (Gap) i, W, mm (hacim V cm^3)																	
			V <100			100 < V 500			500 < V 2000			2000<V <5750			V>5750				
Bağlantı veya ekin tipi			I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB		
Düz flanşlı, silindirik veya geçmeli tip ekler, birleşmeler		6	0,30	0,30	0,20														
		9,5	0,35	0,30	0,20	0,35	0,30	0,20	0,08	0,08	0,08		0,08	0,08		0.08			
		12,5	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20	0,15	0,40	0,20	0,15		
		25	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20		
Silindirik ek ve bağlantılar elektrik motorlarının dönen mil ve yatakları için	Kaymalı yataklar	6	0,30	0,30	0,20														
		9,5	0,35	0,30	0,20	0,35	0,30	0,20											
		12,5	0,40	0,35	0,25	0,40	0,30	0,20	0,40	0,30	0,20	0,40	0,20		0,40	0,20			
		25	0,50	0,40	0,30	0,50	0,40	0,25	0,50	0,40	0,25	0,50	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20		
		40	0,60	0,50	0,40	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,30	0,60	0,50	0,25	0,60	0,50	0,25		
	Bilyalı veya masuralı yataklar	6	0,45	0,45	0,30														
		9,5	0,50	0,45	0,35	0,50	0,40	0,25											
		12,5	0,60	0,50	0,40	0,60	0,45	0,30	0,60	0,45	0,30	0,60	0,30	0,20	0,60	0,30	0,20		
		25	0,75	0,60	0,45	0,75	0,60	0,40	0,75	0,60	0,40	0,75	0,60	0,30	0,75	0,60	0,30		
		40	0,80	0,75	0,60	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,45	0,80	0,75	0,40	0,80	0,75	0,40		

Not: En büyük aralık hesaplanırken ISO 31-0'a göre yuvarlamalar dikkate alınmalıdır.

EK 07: DIRECTIVE 94/9

30.12.2006 tarih ve 26392 sayılı R.G.
Sanayi ve Ticaret Bakanlığından:

MUHTEMEL PATLAYICI ORTAMDA KULLANILAN
TEÇHİZAT VE KORUYUCU SİSTEMLER İLE İLGİLİ
YÖNETMELİK
(94/9/AT)
BİRİNCİ BÖLÜM
Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar

Amaç

MADDE 1- (1) Bu Yönetmeliğin amacı; Yönetmelik kapsamına giren muhtemel patlayıcı ortamda kullanılan teçhizatın ve koruyucu sistemlerin güvenli olarak piyasaya arzı için gerekli emniyet kuralları ile uygunluk değerlendirme prosedürlerine ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Kapsam

MADDE 2- (1) Bu Yönetmelik, muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemleri kapsar.

(2) Ayrıca, muhtemel patlayıcı ortamlar dışındaki amaçlar için kullanılan, ancak patlama tehlikelerine karşı teçhizatın ve koruyucu sistemlerin emniyetli çalışması için gerekli olan veya buna katkı sağlayan emniyet cihazları, kumanda cihazları ve ayarlama donanımları da bu Yönetmelik kapsamındadır.

(3) Bu Yönetmelik aşağıdakileri kapsamaz:

a) Tıbbi bir ortamda kullanılan tıbbi cihazlar,

b) Patlama tehlikesinin sadece patlayıcı maddelerin veya kararsız kimyasal maddelerin bulunmasından kaynaklandığı yerde bulunan teçhizat ve koruyucu sistemler,

c) Muhtemel patlayıcı ortamların yalnızca kazayla gaz sızıntısı sonucu nadiren oluşabileceği ev ortamı ve ticari olmayan ortamlarda kullanılan teçhizatlar,

ç) Kişisel Koruyucu Donanım ile İlgili Yönetmelik (89/686/AT) kapsamındaki kişisel koruyucu teçhizatlar,

d) Üzerindeki teçhizatlarla birlikte açık denizde seyreden gemiler ve kıyıdan uzaktaki seyyar üniteler,

e) Ulaşım vasıtaları; yalnızca yolcuların havayolu, karayolu, demiryolu veya su vasıtası ile taşınmasına yönelik taşıtlar ve bunların römorkları ile malların havayolu, karayolu, demiryolu veya su vasıtası ile taşınması için tasarlanmış olan nakil vasıtaları. Muhtemel patlayıcı bir ortamda kullanılacak taşıtlar, bu Yönetmelik kapsamından hariç tutulmaz.

f) Ulusal savunma açısından gerekli olan silah, mühimmat ve savaş malzemeleri.

Dayanak

MADDE 3- (1) Bu Yönetmelik;

a) 29/6/2001 tarihli ve 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun'a dayanılarak ve

b) Avrupa Birliğinin 94/9/EC direktifine paralel olarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4- (1) Bu Yönetmelikte geçen;

a) Aksam: Teçhizatın ve koruyucu sistemlerin emniyetli çalışması için gerekli olan ancak bağımsız olarak işlevi olmayan herhangi bir parçayı,

b) Amaca uygun kullanım: Ek I'de açıklanan teçhizat grup ve kategorisi ile teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazların emniyetli çalışabilmeleri için gerekli olan ve imalatçı tarafından sağlanan tüm bilgilere uygun olarak bu Yönetmeliğin atıfta bulunduğu Teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazların kullanımını,

c) Bakanlık: Sanayi ve Ticaret Bakanlığını,

ç) Komisyon: Avrupa Birliği Komisyonunu,

d) Koruyucu Sistemler: Yeni başlamış patlamaları derhal durdurmak ve/veya patlama alevlerinin ve patlama basınçlarının etki alanlarını sınırlamak için düşünülmüş olan, bağımsız sistemler olarak kullanılmak üzere ayrı olarak piyasaya arz edilebilen, yukarıda tanımlanan ekipmanların aksamları dışındaki cihazları,

e) Muhtemel patlayıcı ortam: Konumu ve işletme şartları nedeniyle patlayıcı hale gelebilen ortamı,

f) Muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemler: Bu Yönetmelikte "teçhizat" olarak ifade edilecektir. Ayrı ayrı veya birlikte, enerjinin üretilmesi, aktarılması, depolanması, ölçülmesi, kontrolü ve dönüştürülmesi için ve/veya malzemenin işlenmesi için kullanılacak olan ve muhtemel tutuşma kaynakları ile patlamaya yol açabilecek makineler, donanım, sabit veya seyyar cihazlar, kumanda aksamları ile cihazları ve algılama veya koruma sistemlerini,

g) Müsteşarlık: Başbakanlık, Dış Ticaret Müsteşarlığını,

ğ) Patlayıcı ortamlar: Atmosfer şartları altında, tutuşma oluştuktan sonra yanmanın tüm yanmamış karışıma yayıldığı gaz, buhar, sis veya toz halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımını,

h) Teçhizat grupları ve kategorileri: Gerekli koruma seviyesini tanımlayan teçhizat grup ve kategorileri Ek I'de açıklanmış olup;

1) I. Grup teçhizat: Madenlerin yeraltı bölümlerinde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları ve bu tip madenlerin grizu gazı ve/veya yanıcı tozlar tarafından muhtemel tehlike oluşturabilecek yerüstü tesislerinde kullanılan parçaları,

2) II. Grup teçhizat: Patlayıcı ortamlar tarafından tehlikeye uğraması muhtemel diğer yerlerde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları, ifade eder.

İKİNCİ BÖLÜM

Genel Hükümler ve Standartlar

Genel Hükümler

MADDE 5- (1) Teçhizat, emniyet cihazları, kumanda cihazları ve ayarlama donanımları, aksamlar ve koruyucu sistemler aşağıda belirtilen şartları yerine getirir.

a) Kullanım amaçları göz önünde bulundurularak, bu Yönetmeliğin Ek II'sinde belirtilen ve uygulanacak olan temel sağlık ve emniyet gereklerini karşılar.

b) Beraberinde Ek X'da belirtilen AT uygunluk beyanı bulunan ve 8 inci maddede öngörülen CE uygunluk işaretini taşıyan cihazların ve beraberinde 7 nci maddenin (c) bendinde belirtilen yazılı uygunluk onayı bulunan aksamların bu Yönetmeliğin Üçüncü Bölümünde yer alan ilgili uygunluk değerlendirme prosedürleri de dahil olmak üzere bu Yönetmeliğin tüm hükümlerine uygun olduğu kabul edilir.

c) Teçhizat ve koruyucu sistemler özellikli bir patlayıcı ortam için tasarımlanabilir. Bu durumda, bu teçhizat ve koruyucu sistemler buna göre işaretlenmelidir.

ç) Bakanlık, kişilerin ve özellikle de işçilerin bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ve cihazları kullanırken korunmalarını teminen lüzumlu gördüğü gerekleri koyabilir. Ancak bu durum, söz konusu teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların bu Yönetmelikte öngörülmeyen bir yolla değiştirilmesi anlamına gelmez.

d)Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi'nde referansı yayımlanan, uyumlaştırılmış bir standarda karşılık gelen ulusal bir standardın temel sağlık ve emniyet gereklerinden bir ve daha fazlasını kapsaması halinde, bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinde yer alan ve bu standarda uygun olarak imal edilmiş teçhizat, koruyucu sistem, cihaz ve aksamların ilgili sağlık ve emniyet gereklerine uygun olduğu kabul edilir. Bakanlık uyumlaştırılmış standartlara karşılık gelen ulusal standartların referanslarını Resmi Gazete'de yayımlar. Uyumlaştırılmış standartların bulunmaması durumunda, ilgili ulusal standartlara uygun olarak üretilmiş olan bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların veya aksamların bu Yönetmeliğin ilgili temel sağlık ve emniyet gereklerine uyduğu kabul edilir.

e) Bakanlık uyumlaştırılmış standartların hazırlanması ve izlenmesi işleminde ulusal seviyede sosyal tarafların katılımını sağlayacak gerekli tedbirleri alır.

Standartlar

MADDE 6- (1) Bu Yönetmelik kapsamına giren teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazlarla ilgili atıfta bulunulan uyumlaştırılmış Avrupa standartları ve Türk Standartları Enstitüsünce belirlenen uyumlaştırılmış Avrupa standartlarına karşılık gelen ulusal standartların isimleri ve referans numaraları ile değişiklikler ilgili olduğu yönetmeliğe atıfta bulunmak suretiyle Bakanlıkça Resmi Gazete'de yayımlanır.

(2) Ulusal standartların mevcut olmadığı durumlarda, Bakanlık bu Yönetmeliğe ek olarak çıkartılacak tebliğ aracılığı ile Türk Standartları Enstitüsünce hazırlanan

standartların isimleri ve numaralarını Resmi Gazete'de yayımlar ve bu standartların isimleri, numaraları ve metinlerini Komisyona iletilmek üzere Müsteşarlığa bildirir.

(3) Komisyonun ulusal standartların 5 inci maddede belirtilen ilgili gerekleri tam olarak karşılamadığını veya ulusal standartların söz konusu gerekleri artık karşılamadığını bildirmesi halinde bu standartların uygulamadan tamamen ve ya kısmen çekilmesi hususundaki Komisyon görüşü Bakanlık tarafından değerlendirilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Uygunluk Değerlendirme Prosedürleri, CE Uygunluk İşareti CE Uygunluk İşaretinin Haksız İliştirilmesi

Uygunluk değerlendirme prosedürleri

MADDE 7- (1) Uygunluk değerlendirme prosedürlerine ilişkin hususlar aşağıda belirtilmiştir.

a) Gerektiğinde bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin 2 nci fıkrasında belirtilen cihazlar da dahil olmak üzere, teçhizatın uygunluğunun değerlendirilmesi ile ilgili prosedürler aşağıdaki gibidir.

1) I. ve II. Grup Teçhizat, M1 ve 1 kategorisindeki teçhizat;

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, bu Yönetmeliğin 8 inci maddesinde belirtilen CE uygunluk işaretini iliştirmek için Ek III'te belirtilen AT Tip İnceleme prosedürüne ek olarak;

Ek IV'te belirtilen Üretim Kalite Güvencesine ilişkin prosedürü veya

Ek V'te belirtilen Ürün Doğrulamasına ilişkin prosedürü takip eder.

2) I ve II. Grup Teçhizat, M2 ve 2 kategorisindeki teçhizat;

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, bu grup ve kategorilerdeki içten yanmalı motor ve elektrikli teçhizat bakımından CE uygunluk işaretini iliştirilebilmek için Ek III'te belirtilen AT Tip İnceleme prosedürüne ek olarak;

Ek VI'da belirtilen Tipe Uygunluk ile ilgili prosedürü veya

Ek VII'de belirtilen Ürün Kalite Güvencesi ile ilgili prosedürü takip eder.

Bu grup ve kategorilerdeki diğer teçhizat bakımından imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi CE uygunluk işaretini iliştirebilmek için Ek VIII'de belirtilen İç Üretim Kontrolü ile ilgili prosedürü takip eder ve Ek VIII'in 3 üncü paragrafında öngörülen dosyayı onaylanmış kuruluşa verir. Onaylanmış kuruluş bu dosyayı aldığını en kısa zamanda bildirir ve dosyayı muhafaza eder.

3) II. Grup Teçhizat, 3 kategorisindeki teçhizat;

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, CE uygunluk işaretini iliştirmek için Ek VIII'de belirtilen İç Üretim Kontrolü ile ilgili prosedürü takip eder.

4) I ve II. Grup Teçhizat;

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, CE uygunluk işaretini iliştirilebilmek için bu bendin (1), (2) ve (3) nolu alt bentlerinde belirtilen prosedürlere ek olarak, Ek IX'da belirtilen AT birim doğrulaması ile ilgili prosedürü de izleyebilir.

b) Bağımsız koruyucu sistemlerin uygunluk değerlendirmesi için bu maddenin (a) bendinin (1) veya (4) numaralı alt bentlerinin hükümleri uygulanır.

c) Bu maddenin (a) bendinde belirtilen prosedürler, CE uygunluk işaretinin iliştirilmesi hariç, bu Yönetmeliğin 4 üncü maddesinde tanımlanan aksamlara da uygulanacaktır. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi tarafından nihai teçhizat veya koruyucu sistemler için geçerli temel gereklere uyum sağlanmasına yardımcı olmak üzere, aksamların bu Yönetmeliğin hükümlerine uygun olduğunu, uygulamasını ve özelliklerini ifade eden, teçhizat veya koruyucu sistemlere nasıl dahil edileceğini açıklayan bir yazılı beyan düzenlenir.

ç) Ayrıca, imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi CE uygunluk işaretini iliştirmek için, Ek II'nin 1.2.7 numaralı paragrafında belirtilen emniyet hususları ile ilgili olarak Ek VIII'de belirtilen İç Üretim Kontrolü ile ilgili prosedürü izleyebilir.

d) Önceki bentlere rağmen, Bakanlık, haklı bir talep üzerine bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen ve yukarıdaki bentlerde belirtilen prosedürlerin uygulanmadığı ve kullanımı koruma amaçlı olan teçhizatın, koruyucu sistemlerin ve her bir cihazın piyasaya arzına ve hizmete sunulmasına izin verebilir.

e) Yukarıda bahsedilen prosedürlerle ilgili belge ve yazışmalar Türkçe veya ilgili onaylanmış kuruluşun kabul edeceği bir dilde yapılır.

f) Teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazlar, 8 inci maddede belirtilen CE uygunluk işaretinin iliştirilmesini öngören diğer hususları kapsayan başka yönetmeliklere tabi olması halinde, bu işaret teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazların söz konusu başka yönetmeliklerin hükümlerine uygun kabul edildiğini de belirtecektir.

(2) Ancak, bu yönetmeliklerden bir ve daha fazlasının imalatçıya, bir geçiş dönemi içinde, hangi düzenlemelerin geçerli olacağını seçmesine izin vermesi halinde, CE uygunluk işareti yalnızca, imalatçının uyguladığı yönetmeliklere uygunluğu gösterecektir. Bu durumda, yönetmeliklerin öngördüğü ve teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazların beraberinde bulunan belgelerde, uyarılarda veya talimatlarda söz konusu yönetmeliklerin Resmi Gazete'de yayımlandığı şekilde ayrıntıları verilmelidir.

CE uygunluk işareti

MADDE 8- (1) CE uygunluk işareti CE harflerinden oluşur. Kullanılacak işaretleme şekli Ek X'da gösterilmiştir. CE uygunluk işaretinin iliştirilmesinde ve kullanılmasında 2001/3530 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe konulan "CE" Uygunluk İşaretinin Ürüne İliştirilmesi ve Kullanılmasına Dair Yönetmelik hükümleri geçerlidir.

CE Uygunluk İşaretinin Haksız İliştirilmesi

MADDE 9- (1) Bu Yönetmeliğin 13 üncü maddesi hükümleri saklı kalmak kaydıyla;

a) CE uygunluk işaretinin uygunsuz olarak iliştirilmiş olduğunun Bakanlık tarafından tespit edilmesi durumunda, imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi CE uygunluk işareti ile ilgili hükümlere uygunluğunun sağlanması ve Bakanlık tarafından getirilen şartlar dahilinde ihlalin sona erdirilmesi ile yükümlüdür.

b) Uygunsuzluğun devam etmesi halinde, Bakanlık söz konusu ürünün piyasaya arzını kısıtlamak ya da yasaklamak veya bu Yönetmeliğin 13 üncü maddesinde belirtilen prosedürlere uygun olarak piyasadan çekilmesini sağlamak için uygun bütün tedbirleri alır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
Onaylanmış Kuruluş

Onaylanmış Kuruluş

MADDE 10- (1) Bakanlık tarafından görevlendirilecek onaylanmış kuruluşlar, Ek XI'de belirtilen asgari gerekleri sağlamak zorundadır. Bakanlık, bu Yönetmelik kapsamındaki uygunluk değerlendirme işlemlerinde faaliyet gösterecek onaylanmış kuruluşların tespitini, atamasını, bildirimini ve statülerinin kaldırılmasını 2001/3531 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe konulan Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ile Onaylanmış Kuruluşlara Dair Yönetmelikte belirtilen hükümler çerçevesinde gerçekleştirir.

BEŞİNCİ BÖLÜM
Piyasaya Arz, Piyasa Gözetimi ve Denetimi ile Genel Hükümlere Uygunsuzluk

Piyasaya arz

MADDE 11- (1) Bu Yönetmeliğe uygun olarak imal edilmiş teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların piyasaya arzına ilişkin hususlar aşağıda belirtilmiştir.

a) Bu Yönetmeliğe uygun teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların piyasaya arzı ve hizmete sunulması yasaklanmaz, kısıtlanmaz ve engellenmez.

b) Beraberinde 7 nci maddenin birinci fıkrasının (c) bendinde belirtilen yazılı bir uygunluk beyanı bulunan, bu Yönetmeliğin amacı dahilindeki teçhizat veya koruyucu sistemlere dahil edilmesi niyetlenen aksamların piyasaya arzı yasaklanmaz, kısıtlanmaz ve engellenmez.

c) Bakanlık, bu Yönetmelikte belirtilen teçhizat, koruyucu sistemler ve cihazların, ancak gerektiği gibi monte edilip bakımının yapılması ve amacına uygun olarak kullanıldığında insanların, evcil hayvanların veya eşyaların sağlık ve emniyetini tehlikeye düşürmemeleri halinde, piyasaya sürülebilmeleri ve hizmete sunulabilmeleri için gerekli tüm tedbirleri alır.

ç) Teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların uygun olmadığını açıkça gösteren bir işaret bulunması, imalatçısı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi tarafından uygun hale getirilinceye kadar satışa sunulmamaları kaydıyla, ticaret fuarları, sergiler, tanıtımlar ve benzeri yerlerde yapılan bu Yönetmelik hükümlerine uygun olmayan, teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların gösterimini Bakanlık engellemez. Tanıtım esnasında kişilerin korunmasını sağlamak için yeterli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Piyasa Gözetimi ve Denetimi

MADDE 12- (1) Bakanlık, cihazların piyasa gözetimi ve denetimini 2001/3529 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe konulan Ürünlerin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelikte ve 9/5/2003 tarihli ve 25103 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Tarafından Gerçekleştirilecek Piyasa Gözetimi ve Denetimine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelikte belirtilen hükümler çerçevesinde gerçekleştirir. Denetim sonuçlarının olumsuz olması halinde, bu Yönetmeliğin 18 inci maddesi hükümleri uygulanır.

Genel hükümlere uygunsuzluk

MADDE 13- (1) Bakanlık, CE uygunluk işareti taşıyan ve amacına uygun olarak kullanılan bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların; kişilerin, evcil hayvanların veya eşyaların emniyetini tehlikeye düşürdüğünü tespit etmesi durumunda, bu teçhizat veya koruyucu sistemlerin piyasadan çekilmesi, piyasaya arzı, hizmete sunulması veya kullanılmasının yasaklanması ya da serbest dolaşımının kısıtlanması için uygun bütün tedbirleri alır.

(2) Bakanlık alınan böyle bir tedbiri, kararının gerekçelerini ve özellikle de uygunsuzluğun aşağıdakilerden kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirterek Müsteşarlık aracılığı ile ivedilikle Komisyona bildirir.

a) Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen temel gereklerin sağlanmaması,

b) 6 ncı maddede belirtilen standartların yanlış uygulanması,

c) 6 ncı maddede belirtilen standartlardaki eksiklikler.

(3) Uygun olmayan teçhizat veya bir koruyucu sistemin CE uygunluk işareti taşıması halinde, Bakanlık işareti iliştirenler hakkında gerekli işlemi yapar ve bu durumu Müsteşarlık aracılığı ile Komisyona ve diğer üye ülkelere bildirir.

ALTINCI BÖLÜM
Çeşitli ve Son Hükümler

Bildirim

MADDE 14- (1) Bu Yönetmeliğin uygulamaya konulduğu, Müsteşarlık aracılığı ile Komisyona ve Avrupa Birliği üyesi ülkelere bildirilir.

Kararların bildirilmesi

MADDE 15- (1) Bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, bir koruyucu sistem veya bir cihazın piyasaya arzını ve/veya hizmete sunulmasını kısıtlayan veya yasaklayan ya da piyasadan çekilmesini öngören bu Yönetmeliğe uygun olarak alınan herhangi bir kararın dayandığı kesin gerekçeler belirtilir. Böyle bir karar ilgili tarafa derhal bildirilir, aynı zamanda yürürlükte bulunan mevcut yasalar dahilinde başvurabileceği yasal yolları ve süreleri hususunda bilgilendirilir.

Gizlilik

MADDE 16- (1) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında yer alan tüm tarafların görevlerini yaparken edindikleri tüm bilgilerle ilgili olarak gizlilik hükmüne riayet etmeleri zorunludur. Bu hüküm, Bakanlığın ve Onaylanmış Kuruluşların bilgi alışverişi ve uyarıların dağıtılması ile ilgili yükümlülüklerini etkilemez.

Aykırı davranışlara uygulanacak hükümler

MADDE 17- (1) Bu Yönetmelik hükümlerine aykırı davranışta bulunanlara 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun ve bu Kanun çerçevesinde Dış Ticaret Müsteşarlığı tarafından yayımlanan mevzuat hükümleri uygulanır.

Düzenlemeler

MADDE 18- (1) Bakanlık, bu Yönetmeliğin uygulanması ile ilgili gerekli mevzuat düzenlemeleri yapmaya yetkilidir.

Yürürlükten kaldırılan mevzuat

MADDE 19- (1) 27/10/2002 tarihli ve 24919 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik (94/9/AT), yürürlükten kaldırılmıştır. Daha önce diğer düzenlemelerde söz konusu Yönetmeliğe yapılan atıflar, bu Yönetmeliğe yapılmış kabul edilir.

Yürürlük

MADDE 20- (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 21- (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Sanayi ve Ticaret Bakanı yürütür.

Ek I

TEÇHİZAT GRUPLARININ KATEGORİLER HALİNDE SINIFLANDIRILMASINI BELİRLEYEN KRİTERLER

1. I. Grup Teçhizat

(a) M1 kategorisi, imalatçı tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun çalışabilecek ve yüksek seviyede koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış ve gerektiğinde buna yönelik olarak ilave özel koruma araçları ile teçhiz edilmiş teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizatın, madenlerin yeraltı bölümlerinde ve bu madenlerin grizu ve/veya yanıcı toz tehlikesi altındaki yerüstü bölümlerinde kullanılması amaçlanmıştır.

Bu kategorideki teçhizatın, patlayıcı bir ortam mevcutken nadir gerçekleşen olaylarda bile çalışır durumda kalması gerekir ve aşağıdaki gibi koruma araçları ile karakterize edilir:

- Bir koruma aracı arıza yaptığında en azından bağımsız ikinci bir araç gerekli koruma seviyesini sağlar veya

- Gerekli koruma seviyesi birbirinden bağımsız olarak iki arıza olması durumunda sağlanır.

Bu kategorideki teçhizat Ek II'nin 2.0.1 numaralı paragrafında belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

(b) M2 kategorisi, imalatçı tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun çalışabilecek ve yüksek seviyede koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizatın, madenlerin yeraltı bölümlerinde ve bu madenlerin grizu ve/veya yanıcı toz tehlikesine maruz kalabilecek yerüstü bölümlerinde kullanılması amaçlanmıştır.

Bu teçhizat bir patlayıcı ortam olduğu takdirde enerji kesilmesi içindir.

Bu kategorideki teçhizatla ilgili koruma aracı normal çalışma esnasında ve aynı zamanda daha ağır çalışma koşulları olduğu takdirde, özellikle de kötü muamele ve değişen ortam koşullarından kaynaklanan koşullar altında gerekli koruma seviyesini sağlar.

Bu kategorideki teçhizat, Ek II'nin 2.0.2 numaralı paragrafında belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

2. II. Grup Teçhizat

(a) 1 Kategorisi, imalatçı tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun olarak çalışabilecek ve yüksek seviyede bir koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizat, hava ve gaz, buhar veya sis ya da hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamların uzun bir süreyle sürekli olarak veya sık sık mevcut olduğu alanlarda kullanılır.

Bu kategorideki teçhizat, gerekli koruma seviyesini teçhizatla ilgili istisnai olaylarda bile sağlamalıdır. Bu teçhizat aşağıdaki koruma araçları ile karakterize edilir:

- Bir koruma aracının arızalanması durumunda en azından bağımsız ikinci bir koruma aracı gerekli koruma seviyesini sağlar veya

- Gerekli koruma seviyesi iki arızanın birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkması durumunda sağlanır.

Bu kategorideki teçhizat Ek II'nin 2.1 numaralı paragrafında belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

(b) 2 Kategorisi, imalatçı tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun olarak çalışabilecek ve yüksek seviyede bir koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizat gaz, buhar, sis veya hava/toz karışımlarının yol açtığı patlayıcı ortamların nadiren oluşabileceği alanlarda kullanılır.

Bu kategorideki teçhizat ile ilgili koruma araçları sık sık oluşan bozulmalarda veya normal olarak dikkate alınması gereken teçhizat arızalarında bile gerekli koruma seviyesini sağlar.

Bu kategorideki teçhizat Ek II'nin 2.2 numaralı paragrafında belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

(c) 3 Kategorisi, imalatçı tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun olarak çalışabilecek ve normal seviyede bir koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizat, gaz, buhar, sis veya hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamların oluşma ihtimali olmayan veya seyrek olarak ve yalnızca kısa süreyle oluştuğu alanlarda kullanılır.

Bu kategorideki teçhizat gerekli koruma seviyesini, normal çalışma esnasında sağlar.

Bu kategorideki teçhizat, Ek II'nin 2.3 numaralı paragrafında belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

Ek II

MUHTEMEL PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILACAK TEÇHİZAT VE KORUYUCU SİSTEMLERİN TASARIM VE YAPIMI İLE İLGİLİ TEMEL SAĞLIK VE EMNİYET GEREKLERİ

Ön gözlemler

A. Hızla değişebilen teknolojik bilgi mümkün olduğunca dikkate alınmalı ve hemen kullanılmalıdır.

B. Bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin 2 nci fıkrasında belirtilen cihazlar için temel gerekler, sadece patlama riskleri açısından emniyetli ve güvenilir çalışmaları için gerekli olmaları halinde geçerlidir.

1. TEÇHİZAT VE KORUYUCU SİSTEMLERE AİT ORTAK GEREKLER

1.0. Genel Gerekler

1.0.1. Entegre patlama emniyetinin ilkeleri

Muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemler entegre patlama emniyeti açısından tasarlanmalıdır.

Bu bağlamda, imalatçı:

- Her şeyden önce mümkün olduğu kadar teçhizatın ve koruyucu sistemlerin kendi kendine üretebileceği veya ortaya çıkarabileceği patlayıcı ortamların oluşmasını engelleyecek,

- Her bir elektrikli ve elektriksiz ateşleme kaynağının yapısını dikkate alarak patlayıcı ortamların ateşlenmesini önleyecek,

- Kişileri ve duruma göre evcil hayvanları veya eşyaları doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek patlamanın oluşması halinde bunu derhal durduracak ve/veya patlama alevlerinin ve patlama basınçlarının yayılım uzaklığını yeterli emniyet seviyesine kadar sınırlayacak,

tedbirleri almalıdır.

1.0.2. Teçhizat ve koruyucu sistemler, tehlikeli durumları mümkün olduğunca ortadan kaldırmak için olası işletme hataları gerektiği şekilde analiz edildikten sonra tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Makul olarak beklenebilecek herhangi bir yanlış kullanım dikkate alınmalıdır.

1.0.3. Özel kontrol ve bakım şartları

Özel kontrol ve bakım şartlarına tâbi teçhizat ve koruyucu sistemler bu şartlar göz önünde bulundurularak tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.0.4. Çevre şartları

Teçhizat ve koruyucu sistemler fiili veya öngörülebilen çevre şartlarının üstesinden gelebilecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.0.5. İşaretleme

Tüm teçhizat ve koruyucu sistemler aşağıdaki asgari detaylara sahip, okunaklı ve silinmeyecek bir şekilde işaretlenmelidir;

- İmalatçının adı ve adresi,

- CE işareti (Ek X, Bölüm A'ya bakınız),

- Seri veya tip işaretlemesi,

- Varsa, seri numarası,

- İmal yılı,

- Teçhizat grup ve kategorisinin simgesi ardından patlamaya karşı korunma özel işareti

- II. Grup Teçhizat için, "G" harfi (gaz, buhar veya sisten kaynaklanan patlayıcı ortamlarla ilgili) ve/veya "D" harfi (tozdan kaynaklanan patlayıcı ortamlarla ilgili).

Ayrıca, gerektiğinde emniyetli kullanımı için zorunlu tüm bilgiler teçhizat üzerine işaretlenmelidir.

1.0.6. Talimatlar

(a) Tüm teçhizat ve koruyucu sistemlerle birlikte talimatlar bulunmalıdır, bu talimatlar en az aşağıdaki ayrıntıları içermelidir:

- Seri numarası hariç (bu Ekin 1.0.5 numaralı paragrafına bakınız), bakımı kolaylaştıracak uygun ilave bilgiler (örneğin; ithalatçının, tamircinin, vs. adresi) ile birlikte teçhizat veya koruyucu sistemler üzerinde işaretli bulunan bilgilerin tekrarı,
- Emniyet için talimatlar:
- Hizmete sunma,
- Kullanım,
- Montaj ve demontaj,
- Bakım (servis ve geçici tamir),
- İşletme tesisatı,
- Ayar,
- Gerektiğinde, basınç emniyet tertibatlarının ön tarafındaki tehlike alanlarının gösterilmesi,
- Gerektiğinde, eğitim talimatları,
- Herhangi bir şüphe halinde belli bir kategorideki bir teçhizatın veya bir koruyucu sistemin istenen alanda beklenen işletme koşulları altında emniyetli bir şekilde kullanılıp kullanılamayacağına dair karar alınmasını sağlayan detaylar,
- Elektrik ve basınç parametreleri, maksimum yüzey sıcaklıkları ve diğer kritik değerler,
- Gerektiğinde, tecrübeyle ortaya çıkabileceği anlaşılan olası yanlış kullanım detaylarını içeren özel kullanım şartları,
- Gerektiğinde, teçhizat veya koruyucu sisteme takılabilecek araçların asgari özellikleri.

(b) Talimatlar, imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi tarafından Türkçe hazırlanmalıdır.

Hizmete sunulurken, tüm teçhizat ve koruyucu sistemlerin beraberinde orijinal dilinde ve kullanılacağı ülkenin diline çevrilmiş talimatlar bulunmalıdır.

Bu çeviri, imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi tarafından veya teçhizat veya koruyucu sistemleri söz konusu dil bölgesine sokan kişi tarafından yapılmalıdır.

Bu şarttan ayrı olarak, imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisince görevlendirilen uzman personel tarafından kullanılacak bakım talimatları, bu personel tarafından anlaşılan bir Topluluk dilinde hazırlanabilir.

(c) Talimatlar, özellikle emniyetle ilgili olmak üzere, tüm faydalı talimatlarla birlikte, hizmete sunma, bakım, muayene, düzgün çalışma kontrolü, gerektiğinde teçhizatın veya koruyucu sistemin onarımı için gerekli çizim ve şemaları içermelidir.

(d) Teçhizat veya koruyucu sistemi açıklayan literatür emniyet konularıyla ilgili talimatlara ters düşmemelidir.

1.1. Malzemelerin seçimi

1.1.1. Teçhizat ve koruyucu sistemlerin yapımında kullanılan malzemeler, öngörülebilen işletme gerilimleri dikkate alınarak, patlamaya yol açmamalıdır.

1.1.2. İmalatçı tarafından belirtilen işletme şartlarının sınırları dâhilinde kullanılan malzemelerle muhtemel patlayıcı ortamın bileşenleri arasında patlamaya karşı koruma özelliğini bozabilecek bir reaksiyon oluşmamalıdır.

1.1.3. Malzemeler, özelliklerinde tahmin edilebilen değişiklikler ve diğer malzemelerle uyumu sağlanan korumanın azalmasına yol açmayacak şekilde seçilmelidir; özellikle, malzemenin korozyon ve aşınma direnci, elektrik iletkenliği, mekanik mukavemeti, yaşlanma direnci ve sıcaklık değişimlerinin etkileri yeterince dikkate alınmalıdır.

1.2. Tasarım ve Yapım

1.2.1. Teçhizat ve koruyucu sistemler, öngörülen ömürleri boyunca emniyetli bir şekilde çalıştırılabilmesi için, patlamaya karşı koruma hakkındaki teknolojik bilgi gerektiği şekilde dikkate alınarak tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.2.2. Teçhizata ve koruyucu sistemlere dahil edilecek veya teçhizatta yedek parça olarak kullanılacak parçalar, imalatçının talimatlarına uygun olarak monte edildiğinde, patlamaya karşı koruma amacı doğrultusunda emniyetli çalışacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.2.3. Muhafazalı yapılar ve kaçakların önlenmesi: Yanıcı gaz veya toz yayabilecek teçhizatlar mümkünse yalnızca muhafazalı yapıda olmalıdır.

Teçhizatın açıklıklar veya sızdıran contalar içermesi halinde, oluşan gaz veya tozlar mümkün olduğunca teçhizatın dış kısmında patlayıcı ortam oluşturamayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Malzemelerin sokulduğu veya alındığı noktalar mümkün olduğunca, doldurma veya boşaltma sırasında yanıcı malzemelerin açığa çıkmasını sınırlayacak şekilde tasarlanmalı ve teçhiz edilmelidir.

1.2.4. Toz birikintileri

Toza maruz alanlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemler yüzeylerinde biriken tozlar tutuşmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Genel olarak, toz birikmesi mümkünse sınırlanmalıdır. Teçhizat ve koruyucu sistemler kolayca temizlenebilmelidir.

Teçhizat parçalarının yüzey sıcaklıkları biriken tozun tutuşma sıcaklığının oldukça altında tutulmalıdır.

Biriken tozun kalınlığı dikkate alınmalı ve mümkünse ısı oluşumunu önlemek için sıcaklığı sınırlayacak tedbirler alınmalıdır.

1.2.5. İlave koruma araçları

Belli tiplerde harici gerilmelere maruz kalabilecek teçhizat ve koruyucu sistemler gerektiğinde ilave koruma araçları ile teçhiz edilmelidir.

Teçhizat, patlamaya karşı korumayı olumsuz yönde etkilemeden, ilgili gerilmelere dayanmalıdır.

1.2.6. Emniyet deliği

Teçhizat ve koruyucu sistemler patlamaya karşı korumanın bir parçasını oluşturan bir muhafaza veya kilitli bir konteynır içinde ise, bu muhafaza veya konteynır sadece özel bir araç veya uygun koruma tedbirleri ile açılabilmelidir.

1.2.7. Diğer tehlikelere karşı koruma

Teçhizat ve koruyucu sistemler:

(a) Fiziksel yaralanma veya doğrudan ya da dolaylı temas yoluyla ortaya çıkabilecek diğer zararları önleyecek,

(b) Erişilebilen parçalarda tehlikeye yol açabilecek yüzey sıcaklıklarının veya radyasyonun oluşmamasını sağlayacak,

(c) Tecrübe ile ortaya çıkan elektriksel olmayan tehlikeleri ortadan kaldıracak,

(d) Öngörülebilen aşırı yük şartlarının tehlikeli durumlara yol açmamasını sağlayacak,

şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Teçhizat ve koruyucu sistemler için, bu paragrafta belirtilen riskler tamamen veya kısmen Avrupa Birliği Direktiflerine dayanan diğer yönetmeliklerin kapsamında olması halinde, bu özel yönetmeliklerin böyle teçhizat ve koruyucu sistemler ve böyle riskler üzerine uygulandığı takdirde bu Yönetmelik uygulanmaz veya uygulanması sona erer.

1.2.8. Teçhizatın aşırı yüklenmesi

Teçhizatın tehlikeli bir şekilde aşırı yüklenmesi, aşırı akım kesicileri, sıcaklık sınırlayıcıları, diferansiyel basınç anahtarları, debimetreler, zaman röleleri, aşırı hız monitörleri ve/veya benzer tipte izleme cihazları gibi bütünleşmiş ölçüm, regülasyon ve kumanda cihazları ile tasarım aşamasında önlenmelidir.

1.2.9. Aleve dayanıklı muhafaza sistemleri

Bir muhafazanın içine patlayıcı bir ortamı oluşturabilecek parçalar yerleştirilmesi halinde muhafazanın, patlayıcı bir karışımın dahili olarak patlaması sırasında oluşan basınca dayanmasını sağlayacak, muhafazayı çevreleyen patlayıcı ortama patlamanın sirayetini önleyecek tedbirler alınmalıdır.

1.3. Muhtemel tutuşma kaynakları

1.3.1. Farklı tutuşma kaynaklarından ortaya çıkan tehlikeler:

Kıvılcım, alev, elektrik arkı, yüksek yüzey sıcaklıkları, akustik enerji, optik radyasyon, elektromanyetik dalga ve diğer tutuşma kaynakları gibi muhtemel tutuşma kaynakları oluşmamalıdır.

1.3.2. Statik elektrikten kaynaklanan tehlikeler:

Tehlikeli deşarjlarda ortaya çıkarabilecek elektrostatik yükler uygun tedbirlerle önlenmelidir.

1.3.3. Endüksiyon elektriği ve kaçak akımlardan kaynaklanan tehlikeler:

İletken teçhizat parçalarında, tutuşma yaratabilecek örneğin tehlikeli korozyona, yüzeylerin aşırı ısınmasına veya kıvılcımlara yol açabilecek endüksiyon elektriği ve kaçak akımlar önlenmelidir.

1.3.4. Aşırı ısınmadan kaynaklanan tehlikeler:

Örneğin, dönerken veya yabancı madde girmesiyle birbiri ile temas halindeki malzeme veya parçalar arasındaki sürtünme veya çarpmadan kaynaklanan aşırı ısınma mümkünse tasarım aşamasında önlenmelidir.

1.3.5. Basınç dengeleme işlemlerinden kaynaklanan tehlikeler:

Teçhizat ve koruyucu sistemler, kendilerinden kaynaklanan basınç dengelemeleri tutuşmaya yol açabilecek şok dalgaları veya baskılar oluşturmayacak şekilde tasarlanmalı veya bütünleşmiş ölçü, kumanda ve regülâsyon cihazları ile teçhiz edilmelidir.

1.4. Dış etkilerden kaynaklanan tehlikeler

1.4.1. Teçhizat ve koruyucu sistemler, imalatçı tarafından belirlenen çalışma şartları sınırları dikkate alınarak, kendilerinden beklenen fonksiyonu değişen çevre şartlarında ve yabancı dış gerilimlerde, nem, titreşim, kirlenme ve diğer dış etkiler mevcutken dahi tamamen emniyetli olarak yerine getirebilecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.4.2. Kullanılan teçhizat parçaları, tasarlanan mekanik ve ısıl gerilmelere uygun olmalı ve mevcut veya öngörülebilen girişken maddelerin etkilerine dayanabilmelidir.

1.5. Emniyetle ilgili cihazlar hususunda gerekler

1.5.1. Emniyet cihazları çalışma için gerekli herhangi bir ölçü ve/veya kumanda cihazlarından bağımsız olarak çalışmalıdır.

Mümkün olduğunca, bir emniyet cihazının arızalandığı, tehlikeli bir durumun ortaya çıkma ihtimalinin çok düşük olmasını sağlayacak uygun teknik araçlarla yeterince hızlı bir şekilde tespit edilmelidir.

Arızaya karşı emniyetli olma ilkesi genel olarak uygulanır.

Emniyetle ilgili anahtarlama genel olarak, ilgili kumanda devrelerini, ara bir yazılım komutu olmadan, doğrudan çalıştırmalıdır.

1.5.2. Bir emniyet cihazının arızalanması halinde, teçhizat ve/veya koruyucu sistemler mümkünse emniyete alınmalıdır.

1.5.3. Emniyet cihazlarının acil durdurma kumandaları mümkünse, sıfırlama kilitleri ile teçhiz edilmelidir. Yeni bir başlatma komutu, normal çalışmada yalnızca, sıfırlama kilitleri sıfırlandıktan sonra devreye girebilir.

1.5.4. Kumanda ve ekran üniteleri:

Kumanda ve ekran üniteleri kullanıldığında, bunlar, patlama tehlikesi konusunda mümkün olan en üst seviyede çalışma emniyeti sağlamak için ergonomi ilkelerine uygun olarak tasarlanmalıdır.

1.5.5. Patlamaya karşı korumaya ait ölçme işlevine sahip cihazlarla ilgili gerekler:

Patlayıcı ortamlarda kullanılan teçhizat ile ilgili olduğu kadarıyla, ölçme işlevine sahip cihazlar öngörülen çalışma şartları ve özel kullanım gereklerine dayanabilecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.5.6. Gerektiğinde, ölçme işlevine sahip cihazların gösterge değerinin doğruluğu ve hizmete uygunluğu kontrol edilebilmelidir.

1.5.7. Ölçme işlevine sahip cihazların tasarımı özellikle tesisatın çalışma şartları ve ölçme sistemindeki olası sapmalar dikkate alınarak, alarm eşiği, kaydedilecek ortamların patlama ve/veya tutuşma sınırlarının yeterince dışında kalmasını sağlayan bir emniyet faktörü içermelidir.

1.5.8. Yazılımdan kaynaklanan tehlikeler

Yazılım kontrollü teçhizatın, koruyucu sistemlerin ve emniyet cihazlarının tasarımında, programdaki hatalardan kaynaklanan tehlikelere özel bir dikkat gösterilmelidir.

1.6. Sistemle ilgili emniyet gereklerinin dahil edilmesi

1.6.1. Emniyeti azaltmaması kaydıyla, istenen çalışma şartlarından sapma gösteren otomatik işlemler içinde yer alan teçhizat ve koruyucu sistemleri durdurmak için manüel durdurma mümkün olmalıdır.

1.6.2. Acil durumda sistemi çalıştığı zaman biriken enerji mümkün olduğunca hızlı ve emniyetli bir şekilde dağıtılmalı veya bundan böyle tehlike oluşturmayacak şekilde izole edilmelidir.

Bu, elektrokimyasal olarak depolanan enerji için geçerli değildir.

1.6.3. Enerji kesilmesinden kaynaklanan tehlikeler

Teçhizat ve koruyucu sistemlerin, enerji kesilmesi durumunda ilave tehlikeler yayması halinde bu tehlikeler tesisatın geri kalan bölümünden bağımsız olarak emniyetli çalışma durumunda tutulabilmelidir.

1.6.4. Bağlantılardan kaynaklanan tehlikeler

Teçhizat ve koruyucu sistemlerde uygun kablo ve tesisat girişleri bulunmalıdır.

Teçhizat ve koruyucu sistemler diğer teçhizat ve koruyucu sistemlerle birlikte kullanılacağı zaman ara yüz emniyetli olmalıdır.

1.6.5. Uyarı cihazlarının teçhizatın parçaları olarak yerleştirilmesi

Teçhizat veya koruyucu sistemlerde patlayıcı ortamların oluşmasını izlemek için uyarı cihazları bulunması halinde, bunların uygun yerlere konmasını sağlayacak gerekli talimatlar verilmelidir.

2. TEÇHİZATLA İLGİLİ İLAVE GEREKLER

2.0. I. Grup Teçhizatın M kategorisindeki teçhizatla ilgili gerekler

2.0.1. I. Grup Teçhizatın M1 kategorisindeki teçhizatla ilgili gerekler

2.0.1.1. Teçhizat, tutuşma kaynakları teçhizatla ilgili nadiren gerçekleşen olaylarda bile aktif hale geçmeyecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Teçhizat, aşağıdaki koruma araçları ile teçhiz edilmelidir:

- Bir koruma aracının arızalanması halinde en azından bağımsız ikinci bir araç gerekli koruma seviyesini sağlar, veya

- Birbirinden bağımsız olarak iki arıza çıkması halinde gerekli koruma seviyesi sağlanır.

Gerektiğinde bu teçhizat özel ilave koruma araçları ile teçhiz edilmelidir.

Mevcut bir patlayıcı ortam çalışır durumda kalmalıdır.

2.0.1.2. Gerektiğinde teçhizat, içine toz girmeyecek şekilde imal edilmelidir.

2.0.1.3. Asılı tozların tutuşmasını önlemek için, teçhizat parçalarının yüzey sıcaklıkları öngörülebilen hava/toz karışımlarının tutuşma sıcaklığının yeterince altında tutulmalıdır.

2.0.1.4. Teçhizat, açılması tutuşma kaynağı olabilen teçhizat parçalarının yalnızca aktif olmayan veya yapısal olarak emniyetli şartlar altında iken açılacak şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizatı devre dışı bırakmak mümkün değilse, imalatçı teçhizatın açılan bölümüne bir uyarı etiketi iliştirmelidir.

Gerekirse, teçhizatta uygun ek kilit sistemleri bulunmalıdır.

2.0.2. I. Grup Teçhizatın M2 kategorisindeki teçhizata uygulanabilen gerekler

2.0.2.1. Teçhizatta tutuşma kaynaklarının normal çalışma esnasında özellikle kaba muamele ve değişen çevre şartlarından kaynaklanan daha ağır çalışma şartları altında bile harekete geçmemesini sağlayan koruma araçlarıyla teçhiz edilmelidir.

Teçhizatın bir patlayıcı ortam olduğu takdirde enerjisinin kesilmesi amaçlanır.

2.0.2.2. Teçhizat, açılması tutuşma kaynağı olabilen teçhizat parçalarının yalnızca aktif olmayan şartlar altında veya uygun kilitleme sistemleri vasıtasıyla açılacak şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizatı devre dışı bırakmak mümkün değilse, imalatçı teçhizatın açılan bölümüne bir uyarı etiketi iliştirmelidir.

2.0.2.3. Tozdan kaynaklanan patlama tehlikeleri konusunda, M1 kategorisine uygulanabilen gerekler uygulanmalıdır.

2.1. II. Grup Teçhizatın 1 kategorisindeki teçhizata uygulanabilen gerekler

2.1.1. Gaz, buhar veya sisin sebep olduğu patlayıcı ortamlar

2.1.1.1. Teçhizat, tutuşma kaynakları teçhizat ile ilgili nadir olaylarda bile harekete geçmeyecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Teçhizat aşağıdaki koruma araçları ile teçhiz edilmelidir:

- Bir koruma aracının arızalanması halinde en azından bağımsız ikinci bir araç gerekli koruma seviyesini sağlar veya

- Birbirinden bağımsız olarak iki arıza çıkması halinde gerekli koruma seviyesi sağlanır.

2.1.1.2. Isınabilecek yüzeylere sahip teçhizat için en kararsız durumlarda dahi belirtilen maksimum yüzey sıcaklığının aşılmamasını sağlayacak tedbirler alınmalıdır

Isınmadan ve kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan sıcaklık yükselmeleri de dikkate alınmalıdır.

2.1.1.3. Teçhizat, açılması tutuşma kaynağı olabilen teçhizat parçaları yalnızca aktif değilken veya yapısal olarak emniyetli şartlar altında iken açılabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizatı devre dışı bırakmak mümkün değilse, imalatçı teçhizatın açılan bölümüne bir uyarı etiketi iliştirmelidir.

Gerekirse, teçhizat uygun ek kilit sistemleri ile teçhiz edilmelidir.

2.1.2. Hava/toz karışımlarının sebep olduğu patlayıcı ortamlar

2.1.2.1. Teçhizat, hava/toz karışımları, teçhizatla ilgili nadir olaylarda bile tutuşmayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Teçhizat aşağıdaki koruma araçları ile teçhiz edilmelidir:

- Bir koruma aracının arızalanması halinde en azından bağımsız ikinci bir araç gerekli koruma seviyesini sağlar veya

- Birbirinden bağımsız olarak iki arıza çıkması halinde gerekli koruma seviyesi sağlanır.

2.1.2.2. Gerektiğinde teçhizat, tozun yalnızca özel olarak belirlenen noktalardan teçhizata girip çıkabileceği şekilde tasarlanmalıdır.

Bu şartı, kablo delikleri ve bağlantı parçaları da sağlamalıdır.

2.1.2.3. Asılı tozların tutuşmasını önlemek için, teçhizat parçalarının yüzey sıcaklıkları öngörülen hava/toz karışımlarının tutuşma sıcaklığının oldukça altında tutulmalıdır.

2.1.2.4. Teçhizat parçalarının emniyetli bir şekilde açılması konusunda bu Ekin 2.1.1.3 numaralı paragrafının gerekleri uygulanır.

2.2. II. Grup Teçhizatın 2 kategorisi için gerekler

2.2.1. Gaz, buhar veya sisin sebep olduğu patlayıcı ortamlar

2.2.1.1. Teçhizat, sıkça ortaya çıkan bozukluklar ve teçhizat işletme arızalarında bile, normal olarak dikkate alınması gereken tutuşma kaynaklarının meydana gelmesini önleyecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.2.1.2. Teçhizat parçaları, imalatçı tarafından öngörülen normal olmayan durumlardan kaynaklanan tehlikelerde bile, belirtilen yüzey sıcaklıkları aşılmayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.2.1.3. Teçhizat, açılması tutuşma kaynağı olabilen teçhizat parçalarının yalnızca aktif olmayan şartlar altında veya uygun kilitleme sistemleri vasıtasıyla açılacak şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizatı devre dışı bırakmak mümkün değilse, imalatçı teçhizatın açılan bölümlerine bir uyarı etiketi iliştirmelidir.

2.2.2. Hava/toz karışımlarının sebep olduğu patlayıcı ortamlar

2.2.2.1. Teçhizat, sıkça oluşan bozulmalar veya normal olarak dikkate alınması gereken teçhizat arızalarında dahi hava/toz karışımlarının tutuşması engellenecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.2.2.2. Yüzey sıcaklıkları konusunda bu Ekin 2.1.2. 3 numaralı paragrafının gerekleri uygulanır

2.2.2.3. Toza karşı koruma konusunda bu Ekin 2.1.2. 2 numaralı paragrafının gerekleri uygulanır

2.2.2.4. Teçhizat parçalarının emniyetli bir şekilde açılması konusunda bu Ekin 2.2.1.3 numaralı paragrafının gerekleri uygulanır

2.3. II. Grup Teçhizatın, 3 kategorisindeki teçhizata uygulanabilen gerekler

2.3.1. Gaz, buhar veya sisin sebep olduğu patlayıcı ortamlar

2.3.1.1. Teçhizat, normal çalışma sırasında ortaya çıkabilecek öngörülebilen tutuşma kaynaklarını önleyecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.3.1.2. Yüzey sıcaklıkları amaçlanan çalışma şartlarında belirtilen maksimum yüzey sıcaklıklarını aşmamalıdır. İstisnai durumlardaki yüksek sıcaklıklara yalnızca imalatçının özel ilave koruyucu tedbirler belirlemesi halinde izin verilebilir.

2.3.2. Hava/toz karışımlarının sebep olduğu patlayıcı ortamlar

2.3.2.1. Hava/toz karışımları, normal çalışma sırasında öngörülen tutuşma kaynakları tarafından tutuşturulamayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.3.2.2. Yüzey sıcaklıkları konusunda bu Ekin 2.1.2. 3 numaralı paragrafının gerekleri uygulanır

2.3.2.3. Teçhizat, kablo girişleri ve bağlantı parçaları dâhil, toz, tane boyutunu dikkate alarak, hava ile patlayıcı karışım oluşturmayacak ve teçhizat içinde tehlikeli birikimler oluşturmayacak şekilde imal edilmelidir.

3. KORUYUCU SİSTEMLERLE İLGİLİ İLAVE GEREKLER

3.0. Genel Gerekler

3.0.1. Koruyucu sistemler, patlama etkilerini yeterli emniyet seviyesine indirecek şekilde boyutlandırılmalıdır.

3.0.2. Koruyucu sistemler, patlamaların tehlikeli zincirleme reaksiyonlardan veya sıçramalardan yayılmasını önleyecek şekilde veya yeni başlamış patlamalar ateşleyici haline gelmeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

3.0.3. Enerji kesilmesi durumunda koruyucu sistemler tehlikeli durumu engellemeye yetecek süreyle çalışabilecek kapasitelerini muhafaza etmelidir.

3.0.4. Koruyucu sistemler dış müdahaleler nedeniyle arızalanmamalıdır.

3.1. Planlama ve tasarım

3.1.1. Malzemelerin özellikleri

Malzemelerin özellikleri konusunda planlama aşamasında dikkate alınacak maksimum basınç ve sıcaklık, uç çalışma şartları altında oluşan bir patlama sırasında beklenen basınç ve alevin tahmin edilen ısıtma etkisidir.

3.1.2. Patlamalara mukavemet gösterecek veya bastıracak şekilde tasarlanmış koruyucu sistemler, üretilen şok dalgalarına, sistem bütünlüğünü kaybetmeden dayanabilmelidir.

3.1.3. Koruyucu sistemlere bağlı aksesuarlar beklenen maksimum patlama basıncına, çalışma kapasitelerini kaybetmeden dayanabilmelidir.

3.1.4. Çevre teçhizatındaki ve bağlı olan boru tesisatındaki basınçların yol açtığı reaksiyonlar koruyucu sistemlerin planlama ve tasarımında dikkate alınmalıdır.

3.1.5. Basınç tahliye sistemleri:

Koruyucu sistemler üzerindeki gerilmelerin yapısal mukavemetini aşma ihtimali varsa, tasarımda çevredeki insanları tehlikeye düşürmeyecek uygun basınç tahliye tertibatları için gerekli önlemler alınmalıdır.

3.1.6. Patlamayı bastırma sistemleri

Patlamayı bastırma sistemleri, maksimum basınç artış oranı ve maksimum patlama basıncı gerektiği şekilde dikkate alınarak, bir olay vukuunda yeni başlamış bir patlamaya mümkün olan en erken aşamada tepki verecek ve en etkili şekilde durduracak şekilde planlanmalı ve tasarlanmalıdır.

3.1.7. Patlama dekuplaj sistemleri

Yeni başlamış patlamalarda, teçhizatın bağlantısını uygun tertibatlarla mümkün olan en hızlı şekilde kesmek için düşünülmüş dekuplaj sistemleri iç tutuşmanın iletilmesine karşı sağlam kalacak ve çalışma şartları altında mekanik mukavemetini koruyacak şekilde planlanmalı ve tasarlanmalıdır.

3.1.8. Koruyucu sistemler, emniyetli çalışmayan teçhizat parçalara malzeme beslemesinin ve enerji girişinin kesilmesi ve bu parçaların durdurulması için uygun bir alarm eşiğine sahip bir devreye entegre edilebilmelidir.

Ek III

AT TİP İNCELEMESİ MODÜLÜ

1. Bu modül, bir Onaylanmış Kuruluşun üretimin tanıtıcı bir numunesinin bu Yönetmeliğin uygulanabilen ilgili hükümlerini karşıladığını tahkik ve tasdik etmek için izlediği prosedürün bir bölümünü açıklar.

2. AT tip incelemesi için müracaat imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilci tarafından seçilen Onaylanmış Kuruluşa yapılır.

Başvuruda aşağıdakiler bulunmalıdır:

İmalatçının adı ve adresi ile müracaat Türkiye'de yerleşik yetkili temsilci tarafından yapılmışsa, ayrıca onun adı ve adresi,

- Aynı müracaatın başka herhangi bir Onaylanmış Kuruluşa yapılmadığına dair yazılı bir beyan,

- Bu Ekin madde 3'de belirtilen teknik dosya.

Başvuru sahibi, başvuru konusu üretimi temsil eden ve bundan böyle "tip" olarak anılacak olan bir numuneyi Onaylanmış Kuruluşa verir. Onaylanmış Kuruluş, test programını gerçekleştirmek için gerekirse başka numuneler de isteyebilir.

3. Teknik dosya, ürünün bu Yönetmeliğin gereklerine uygunluğunu ortaya koyacak şekilde hazırlanır. Teknik dosya, uygunluk değerlendirmesinin amacı bakımından gerekli olduğu kadarıyla ürünün tasarımı, üretimi ve çalışmasına ilişkin bilgileri ve aşağıdaki hususları kapsar:

- Genel bir tip açıklaması,

- Parçaların, aksamların, devrelerin, vs. tasarım ve imalat resimleri ile yerleşim planları,

- Söz konusu resim ve yerleşim planları ile ürünün çalışmasının anlaşılması için gerekli tarif ve açıklamalar,

- Tamamen veya kısmen uygulanan, bu yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen standartların bir listesi ve söz konusu standartların uygulanmadığı durumlarda bu Yönetmeliğin temel gereklerini karşılamak için kullanılan çözümlerin açıklamaları,

- Yapılan tasarım hesaplarının, gerçekleştirilen incelemelerin vs. sonuçları,

- Test raporları.

4. Onaylanmış Kuruluş;

4.1. Teknik dosyayı inceler, tipin teknik belgelere uygun olarak imal edildiğini kontrol eder ve bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen standartların ilgili hükümlerine göre tasarlanmış olan öğeleri ve bu standartların ilgili hükümleri uygulanmadan tasarlanmış olan parçaları tespit eder.

4.2. Bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen standartların uygulanmadığı durumlarda, imalatçı tarafından benimsenen çözümlerin bu Yönetmeliğin temel gereklerini karşılayıp karşılamadığını kontrol etmek için uygun incelemeleri ve gerekli testleri yapar veya yaptırır.

4.3. İmalatçı ilgili standartları uygulamaya karar verdiği zaman, bunların gerçekten uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek için uygun inceleme ve gerekli testleri yapar veya yaptırır.

4.4. Müracaat sahibi ile birlikte, incelemelerin ve gerekli testlerin nerede yapılacağına karar verir.

5. Tipin bu Yönetmeliğin hükümlerini karşılaması halinde, Onaylanmış Kuruluş başvuru sahibine bir AT tip inceleme belgesi verir. Bu belgede imalatçının adı ve adresi, inceleme sonuçları ve onaylanmış tipin tanımlanmasına ait gerekli bilgiler bulunur.

Teknik dosyanın önemli bölümlerinin bir listesi AT Tip İnceleme Belgesine eklenecek ve bir nüshası onaylanmış kuruluş tarafından muhafaza edilir.

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisine AT Tip İnceleme Belgesinin verilmesinin reddedilmesi halinde, Onaylanmış Kuruluş bu şekildeki ret için ayrıntılı gerekçeyi sağlayacaktır. İtiraz işlemi için gerekli önlem alınır.

6. Başvuru sahibi, AT tip inceleme belgesi ile ilgili teknik belgeleri muhafaza eden Onaylanmış Kuruluşa onaylanmış teçhizat veya koruyucu sistemlerdeki tüm değişiklikleri bildirir ve bu değişiklikler, ürünün temel gereklere uygunluğunu veya öngörülen kullanım şartlarını etkileyebilecek yapıda ise ayrıca onaylanması gerekir. Bu ilave onay, orijinal AT Tip İnceleme Belgesine ek şeklinde verilir.

7. Her bir Onaylanmış Kuruluş verdiği AT Tip İnceleme Belgesine ve ek onaylar ile bunların geri çekilmesine ilişkin yaptığı işlemler hakkında diğer onaylanmış kuruluşları bilgilendirir.

8. Diğer onaylanmış kuruluşlar, AT tip inceleme belgelerinin ve/veya ilavelerinin kopyalarını temin edebilirler. Belgelerin ekleri diğer onaylanmış kuruluşların kullanımına açık tutulur.

9. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi teknik belgelerle birlikte AT tip inceleme belgelerinin ve ilavelerinin kopyalarını en son teçhizat veya koruyucu sistemlerin imal edildiği tarihten sonra en az 10 yıl muhafaza eder.

İmalatçının veya yetkili temsilcisinin Türkiye'de yerleşik bulunmaması halinde, teknik belgeleri muhafaza etme yükümlülüğü ürünü piyasaya arz eden kişiye aittir.

Ek IV

ÜRETİM KALİTE GÜVENCESİ MODÜLÜ

1. Bu modül, bu Ekin 2 numaralı paragrafında belirtilen yükümlülükleri yerine getiren imalatçının söz konusu ürünün AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olmasını ve bu Yönetmeliğin ilgili şartlarını yerine getirmesini sağlamak ve bunu beyan etmek için izlediği prosedürü açıklar. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi teçhizatın her bir parçasına CE uygunluk işaretini iliştirir ve bir uygunluk beyanı düzenler. CE uygunluk işaretinin yanında bu Ekin 4 numaralı paragrafında belirtilen, AT izlemesinden sorumlu Onaylanmış Kuruluşun tanıtım numarası bulunur.

2. İmalatçı, bu Ekin 3 numaralı paragrafında belirtildiği gibi, üretim, son teçhizat muayenesi ve testi için onaylanmış bir kalite sistemi uygulayacak ve bu Ekin 4 numaralı paragrafında belirtilen izlemeye tabi olur.

3. Kalite Sistemi

3.1. İmalatçı, söz konusu teçhizat için, seçtiği bir Onaylanmış Kuruluşa kalite sisteminin değerlendirilmesi için başvuruda bulunmalıdır.

Başvuruda aşağıdakiler bulunur:

- Öngörülen ürün kategorisi hakkında ilgili tüm bilgiler,

- Kalite sistemi ile ilgili belgeler,

- Onaylanmış tip hakkında teknik belgeler ve AT tip inceleme belgesinin bir kopyası.

3.2. Kalite sistemi teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve teçhizata uygulanacak olan Yönetmeliğin gereklerine uygunluğunu sağlar.

İmalatçı tarafından belirlenen tüm öğeler, şartlar ve hükümler, yazılı olarak politika, prosedür ve talimatlar sistematik ve sıralı bir şekilde belgelenir. Kalite sistem belgeleri kalite programlarının, planlarının el kitaplarının ve kayıtlarının tutarlı bir şekilde yorumlanmasını sağlamalıdır.

Kalite sistem belgeleri özellikle, teçhizat kalitesi hususunda, kalite hedefleri ve organizasyon yapısı, yönetim kademesinin ürün kalitesi konusundaki yetki ve sorumlulukları hakkında yeterli açıklamayı içermelidir,

- İmalat, kalite kontrol ve kalite güvence teknikleri, kullanılacak üretim biçimi ve sistematik faaliyetler,

- İmalattan önce, imalat sırasında ve imalattan sonra yapılacak incelemeler ve testler, bunların ne sıklıkta yapılacağı,

- Muayene raporları ve test verileri, kalibrasyon verileri, ilgili personelin vasıfları ile ilgili raporlar gibi kalite kayıtları,

- Gerekli teçhizat kalitesine ulaşma ve kalite sisteminin etkili çalışmasını izleme araçları.

3.3. Onaylanmış Kuruluş kalite sisteminin bu Ekin 3.2 numaralı paragrafında belirtilen şartları sağlayıp sağlamadığını değerlendirecektir. Onaylanmış Kuruluş ilgili uyumlaştırılmış standartları uygulayan kalite sistemlerinin bu şartlara uygun olduğunu kabul edecektir. Denetim ekibinde ilgili teçhizat teknolojisinin değerlendirilmesinde deneyimli en az bir üye bulunacaktır. Değerlendirme işlemi imalatçının tesislerinin denetim amacıyla ziyaret edilmesini kapsar. Karar imalatçıya bildirilir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunur.

3.4. İmalatçı onaylanan kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmeyi ve sistemi yeterli ve verimli tutmayı taahhüt eder.

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi kalite sistemini onaylayan Onaylanmış Kuruluşa kalite sisteminde düşünülen herhangi bir geliştirmeyi bildirir.

Onaylanmış Kuruluş öngörülen değişiklikleri değerlendirir ve değiştirilen kalite sisteminin bu Ekin 3.2 numaralı paragrafında belirtilen şartları karşılayıp karşılamadığına veya tekrar değerlendirme gerekip gerekmediğine karar verir.

Onaylanmış Kuruluş kararını imalatçıya bildirir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunur.

4. Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda gözetim

4.1. Gözetimin amacı imalatçının onaylanmış kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmesini sağlamaktır.

4.2. İmalatçı denetim amacıyla Onaylanmış Kuruluşun imalat, muayene, test ve depolama tesislerine girmesine izin verecek ve gerekli tüm bilgileri ve özellikle de muayene raporları ve test bilgileri, kalibrasyon verileri, ilgili personelin vasıfları ile ilgili raporlar gibi kalite kayıtlarından oluşan kalite sistem belgelerini verir.

4.3. Onaylanmış Kuruluş imalatçının kalite sistemini muhafaza etmesini ve uygulamasını sağlamak için periyodik denetimler yapacak ve denetim raporunu imalatçıya verir.

4.4. Ayrıca, Onaylanmış Kuruluş imalatçıya beklenmedik ziyaretler düzenleyebilir. Bu ziyaretlerde Onaylanmış Kuruluş gerekirse, kalite sisteminin düzgün işleyip işlemediğini kontrol etmek için testler yapabilir veya yaptırabilir. Onaylanmış Kuruluş imalatçıya ziyaret raporu ve herhangi bir test yapılmış ise test raporunu verir.

5. İmalatçı en son teçhizat parçası imal edildikten sonra en az 10 yıl süreyle aşağıdakileri ulusal makamların denetimine açık tutar:

- Bu Ekin 3.1 numaralı paragrafında ikinci fıkranın ikinci satırında belirtilen belgeler,

- Bu Ekin 3.4 numaralı paragrafında ikinci fıkrasında belirtilen geliştirme,

- Bu Ekin 3.4 numaralı paragrafında son fıkrasında, bu Ekin 4.3 ve 4.4 numaralı paragraflarında belirtilen, Onaylanmış Kuruluşun verdiği karar ve raporlar.

6. Her bir Onaylanmış Kuruluş verilen veya geri alınan kalite sistem onayları ile ilgili bilgileri diğer Onaylanmış Kuruluşlara gönderir.

Ek V
ÜRÜN DOĞRULAMA MODÜLÜ

1. Bu modül bir imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisinin bu Ekin 3 numaralı paragrafının hükümlerine tabi teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olduğunu ve Yönetmeliğin ilgili gereklerini yerine getirdiğini kontrol etmek için izlediği prosedürü açıklar.

2. İmalatçı, imalat işleminin teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve Yönetmeliğin ilgili şartlarına uygun olmasını sağlamak için gerekli tüm tedbirleri alır. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, CE uygunluk işaretini her bir teçhizat parçasına iliştirir ve bir uygunluk beyanı düzenler.

3. Onaylanmış Kuruluş, bu Ekin 4 numaralı paragrafında belirtildiği şekilde her bir ürünü test ve muayene ederek bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinde belirtilen teçhizatın, koruyucu sistemin veya cihazın Yönetmeliğin ilgili gereklerine uygunluğunu kontrol etmek için uygun incelemeleri ve testleri yapar.

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, uygunluk beyanının bir kopyasını en son teçhizat parçası imal edildikten sonra en az 10 yıl süreyle muhafaza eder.

4. Her bir teçhizat parçasının incelenmesi ve test yoluyla doğrulanması

4.1. AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve bu Yönetmeliğin ilgili gereklerine uygunluğunu doğrulamak için, tüm teçhizat teker teker incelenecek ve bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen ilgili standart(lar)da yer alan uygun testler veya eşdeğer testler yapılır.

4.2. Onaylanmış Kuruluş, her bir onaylanmış teçhizat parçasına tanıtım numarasını iliştirecek veya iliştirilmesini sağlayacak ve yapılan testlere uygunluk belgesi düzenler.

4.3. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, Onaylanmış Kuruluşun düzenlediği uygunluk belgesi talep edildiğinde verebilmeyi sağlar.

Ek VI

TİPE UYGUNLUK MODÜLÜ

1. Bu modül, prosedürün; imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisinin söz konusu teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olmasını ve Yönetmeliğin ilgili şartlarını karşılamasını sağlamak ve bunu beyan etmek için izlediği bölümünü açıklar. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, CE uygunluk işaretini her bir teçhizat parçasına iliştirir ve yazılı bir uygunluk beyanı düzenler.

2. İmalatçı, imalat işleminin imal edilen teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve bu Yönetmeliğin ilgili gereklerine uygunluğunu sağlaması için gerekli tüm tedbirleri alır.

3. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi uygunluk bildiriminin bir kopyasını en son teçhizat parçası imal edildikten sonra en az 10 yıl süreyle muhafaza eder. Ne imalatçının ne de yetkili temsilcisinin Türkiye'de yerleşik olmaması durumunda, teknik belgeleri muhafaza etme yükümlülüğü teçhizat veya koruyucu sistemleri piyasaya arz eden kişiye aittir.

İmal edilen her bir teçhizat parçası için, ürünün patlamaya karşı koruma yönleri ile ilgili testler imalatçı tarafından veya onun adına yapılır. Testler, imalatçının seçtiği bir Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda yapılır.

İmalatçı, Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda, imalat işlemi sırasında Onaylanmış Kuruluşun tanıtım numarasını iliştirir.

Ek VII

ÜRÜN KALİTE GÜVENCESİ MODÜLÜ

1. Bu modül, bu Ekin 2 numaralı paragrafındaki yükümlülükleri yerine getiren imalatçının teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olmasını sağlamak ve bu uygunluğu beyan etmek için izlediği prosedürü açıklar. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi her bir ürüne CE uygunluk işareti iliştirir ve bir yazılı uygunluk beyanı düzenler. CE uygunluk işareti ile birlikte bu Ekin 4 ncü maddesinde belirtilen, gözetimden

sorumlu Onaylanmış Kuruluşun tanıtım numarası da bulunur.

2. İmalatçı, bu Ekin 3 numaralı paragrafında belirtildiği şekilde, teçhizatın son muayene ve testi için onaylanmış bir kalite sistemi uygulayacak ve bu Ekin 4 numaralı paragrafında belirtilen gözetime tabi olur.

3. Kalite sistemi

3.1. İmalatçı, seçeceği bir Onaylanmış Kuruluşa teçhizat için kalite sisteminin değerlendirilmesi başvurusunda bulunacaktır.

Başvuruda şunlar bulunacaktır,

- Öngörülen ürün kategorisi ile ilgili tüm bilgiler,

- Kalite sistemi ile ilgili belgeler,

- Onaylanmış tip hakkında teknik belgeler ve AT tip inceleme belgesinin bir kopyası.

3.2. Yönetmeliğin ilgili gereklerine uygunluğu kontrol etmek için, kalite sistemi dâhilinde her bir teçhizat parçası incelenerek, bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen ilgili standart(lar)da yer alan uygun testler veya eşdeğer testler yapılacaktır. İmalatçı tarafından kabul edilen tüm öğeler, şartlar ve hükümler, yazılı olarak politika, prosedür ve talimatlar sistematik ve sıralı bir şekilde belgelenir. Bu kalite sistem belgeleri kalite programlarının, planlarının el kitaplarının ve kayıtlarının tutarlı bir şekilde yorumlanmasını sağlamalıdır.

Bu belgelerde özellikle aşağıdakilerin yeterli bir açıklaması bulunmalıdır:

- Kalite hedefleri ve organizasyon yapısı, yönetim kademesinin ürün kalitesi konusundaki yetki ve sorumlulukları,

- İmalattan sonra yapılacak muayene ve testler,

- Kalite sisteminin etkili işleyişinin izlenmesine yönelik araçlar,

- Muayene raporları ve test verileri, kalibrasyon verileri, ilgili personelin vasıfları ile ilgili raporlar gibi kalite kayıtları.

3.3. Onaylanmış Kuruluş, kalite sisteminin bu Ekin 3.2 numaralı paragrafında belirtilen şartları sağlayıp sağlamadığını değerlendirir. Onaylanmış Kuruluş ilgili uyumlaştırılmış standartları uygulayan kalite sistemlerinin bu şartlara uygun olduğunu kabul eder. Denetim ekibinde ilgili teçhizat teknolojisinin değerlendirilmesinde deneyimli en az bir üye bulunur. Değerlendirme işlemi, imalatçının tesislerinin denetim amacıyla ziyaret edilmesini kapsar. Karar imalatçıya bildirilir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunur.

3.4. İmalatçı, onaylanan kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmeyi ve sistemi yeterli ve verimli tutmayı taahhüt eder.

İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, kalite sistemini onaylayan Onaylanmış Kuruluşa kalite sisteminde düşünülen herhangi bir geliştirmeyi bildirir.

Onaylanmış Kuruluş, öngörülen değişiklikleri değerlendirir ve değiştirilen kalite sisteminin bu Ekin 3.2 numaralı paragrafında belirtilen şartları karşılayıp karşılamadığına veya tekrar değerlendirme gerekip gerekmediğine karar verir.

Onaylanmış Kuruluş kararını imalatçıya bildirir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunur.

4. Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda gözetim

4.1. Gözetimin amacı imalatçının onaylanmış kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmesini sağlamaktır.

4.2. İmalatçı, denetim amacıyla Onaylanmış Kuruluşun muayene, test ve depolama tesislerine girmesine izin verecek ve gerekli tüm bilgileri ve özellikle de:

- Kalite sistem belgelerini,

- Teknik belgeleri,

- Muayene raporları ve test verileri, kalibrasyon verileri, ilgili personelin vasıfları ile ilgili raporlar gibi kalite kayıtlarından oluşan bilgileri

verir.

4.3. Onaylanmış Kuruluş, imalatçının kalite sistemini muhafaza etmesini ve uygulamasını sağlamak için periyodik denetimler yapacak ve denetim raporunu imalatçıya verir.

4.4. Ayrıca, Onaylanmış Kuruluş imalatçıya beklenmedik ziyaretler düzenleyebilir. Bu ziyaretlerde Onaylanmış Kuruluş gerekirse, kalite sisteminin düzgün işleyip işlemediğini kontrol etmek için testler yapabilir veya yaptırabilir. Onaylanmış Kuruluş imalatçıya ziyaret raporu ve herhangi bir test yapılmış ise test raporu verir.

5. İmalatçı, en son teçhizat parçası imal edildikten sonra en az 10 yıl süreyle aşağıdakileri ulusal makamların denetimine açık tutar:

- Bu Ekin bu Ekin 3.1 numaralı paragrafında ikinci fıkrasının ikinci satırında belirtilen belgeler,

- Bu Ekin 3.4 numaralı paragrafında ikinci fıkrasında belirtilen geliştirme,

- Bu Ekin 3.4 numaralı paragrafında son fıkrasında, bu Ekin 4.3 ve 4.4 numaralı paragraflarında belirtilen, Onaylanmış Kuruluşun verdiği karar ve raporlar.

6. Her bir Onaylanmış Kuruluş, verilen veya geri alınan kalite sistem onayları ile ilgili bilgileri diğer Onaylanmış Kuruluşlara gönderir.

Ek VIII
İÇ ÜRETİM KONTROLÜ MODÜLÜ

1. Bu modül, bu Ekin 2 numaralı paragrafında belirtilen yükümlülükleri yerine getiren imalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi teçhizatın bu Yönetmeliğin ilgili gereklerini karşılamasını sağlamak ve bu şartları karşıladığını bildirmek için izlediği prosedürü açıklar. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi CE uygunluk işaretini her bir teçhizat parçasına iliştirecek ve yazılı bir uygunluk beyanı düzenler.

2. İmalatçı, bu Ekin 3 numaralı paragrafında açıklanan teknik belgeleri düzenler ve bu belgeleri imalatçı veya yetkili temsilcisi en son teçhizat parçası üretildikten sonra en az 10 yıl süreyle ulusal makamların denetimine açık tutar.

Hem imalatçının, hem de yetkili temsilcisinin Türkiye'de yerleşik olmaması halinde teknik belgeleri muhafaza etme yükümlülüğü, teçhizatı piyasaya arz eden kişiye aittir.

3. Teknik belgeler, teçhizatın Yönetmeliğin ilgili gereklerine uygunluğunu sağlamalıdır. Bu belgelerde, değerlendirme için gerekli olduğu ölçüde ürünün tasarım, imalat ve çalışmasını kapsar. Teknik belgelerde aşağıdakiler bulunur:

- Teçhizatın genel bir açıklaması,

- Kavramsal tasarım ve imalat çizimleri ile aksamların şemaları, kısmi montaj, devreler vs.,

- Söz konusu resim ve şemaların ve teçhizatın çalışmasının anlaşılması için gerekli tarifi ve açıklamaları,

- Kısmen veya tamamen uygulanan standartların listesi ve standartların uygulanmadığı durumlarda Yönetmeliğin emniyet hususlarını sağlamak için uygulanan çözüm yollarının açıklaması,

- Yapılan tasarım hesaplarının, gerçekleştirilen incelemelerin vs. sonuçları;

- Test raporları.

4. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi, uygunluk beyanının bir kopyasını teknik belgelerle birlikte muhafaza eder.

5. İmalatçı, imalat işleminin imal edilen ürünün bu Ekin 2 numaralı paragrafında belirtilen teknik belgelerle ve Yönetmeliğin bu teçhizat ile ilgili gereklere uygun olmasının sağlanması için gerekli tüm tedbirleri alır.

Ek IX
BİRİM DOĞRULAMA MODÜLÜ

1. Bu modül imalatçının bu Ekin 2 numaralı paragrafında belirtilen belgeyi alan teçhizatın veya koruyucu sistemin uygulandığı Yönetmeliğin gereklerine uygun olmasını sağlamak ve bu uygunluğu beyan etmek için izlediği prosedürü açıklar. İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi teçhizat veya koruyucu sistemlere CE uygunluk işaretini iliştirecek ve bir uygunluk beyanı düzenler.

2. Onaylanmış Kuruluş, Yönetmeliğin ilgili gereklerine uygunluğunu kontrol etmek için, her bir teçhizat veya koruyucu sistemi inceler ve bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen ilgili standart(lar)da yer alan uygun testleri veya bunların eşdeğeri olan testleri yapar.

Onaylanmış Kuruluş, onaylanmış teçhizat veya koruyucu sisteme kendi tanıtım numarasını iliştirir veya iliştirilmesini sağlar ve yapılan testlerle ilgili bir uygunluk belgesi düzenler.

3. Teknik belgelerin amacı bu Yönetmeliğin gereklerine uygunluğunu değerlendirilmesini ve teçhizat veya koruyucu sistemin tasarım, imalat ve çalışmasının anlaşılmasını sağlamaktır.

Belgelerde aşağıdakiler bulunur:

- Ürünün genel bir açıklaması,

- Kavramsal tasarım ve imalat çizimleri ile aksamların montaj şemaları, kısmi montajlar, devreler, vs.,

- Söz konusu çizimler ve montaj şemaları ile teçhizat veya koruyucu sistemin çalışmasının anlaşılması için gerekli tarifler ve açıklamalar,

- Bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen, kısmen veya tamamen uygulanan standartların listesi ve 6 ncı maddede belirtilen standartların uygulanmadığı durumlarda Yönetmeliğin temel gereklerini sağlamak için uygulanan çözüm yollarının açıklaması,

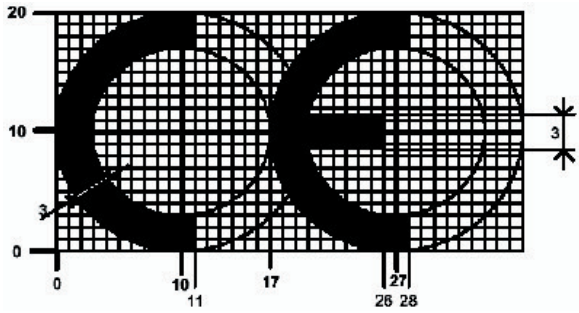
- Yapılan tasarım hesaplarının, gerçekleştirilen incelemelerin vs. sonuçları,

- Test raporları.

Ek X

CE UYGUNLUK İŞARETİ

A. CE uygunluk işareti aşağıdaki şekilde yer alan CE harflerinden oluşur:



İşaretin küçültülmesi ya da büyütülmesi halinde, yukarıdaki ölçekli resimde verilen oranlara uyulmalıdır.

CE uygunluk işaretinin çeşitli bileşenleri 5 mm'den az olmamak üzere hemen hemen aynı düşey boyutta olmalıdır.

Küçük ölçekli teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazlar için bu asgari boyuttan vazgeçilebilir.

B. AT uygunluk beyanı içeriği.

AT uygunluk beyanında aşağıdakiler bulunmalıdır:

- İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisinin adı veya tanıtıcı işareti ve adresi,

- Bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin 2 nci fıkrasında belirtilen teçhizat, koruyucu sistem veya cihazın açıklaması,

- Bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin 2 nci fıkrasında belirtilen teçhizat, koruyucu sistem veya cihazın yerine getirdiği ilgili tüm hükümler,

- Uygun olduğunda, Onaylanmış Kuruluşun adı, tanıtım numarası ve adresi ile AT tip inceleme belgesinin numarası,
- Uygun olduğunda, uyumlaştırılmış standartlara yapılan atıflar,
- Uygun olduğunda, kullanılan standartlar ve teknik talimatnameler,
- Uygun olduğunda, uygulanan Avrupa Birliği Direktiflerine dayanan diğer Yönetmeliklere yapılan atıflar,
- İmalatçı veya Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi adına imzaya yetkili şahsın kimlik bilgileri.

Ek XI

ONAYLANMIŞ KURULUŞLAR İÇİN DİKKATE ALINACAK ASGARİ KRİTERLER

1. Kuruluş, kuruluşun yöneticisi ve doğrulama testlerinin yapılmasından sorumlu personeli, denetledikleri bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin 2 nci fıkrasında belirtilen teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların tasarımcısı, imalatçısı, satıcısı veya montajcısı veya bunlardan birinin Türkiye'de yerleşik yetkili temsilcisi olmayacaktır. Bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin 2 nci fıkrasında belirtilen teçhizat, koruyucu sistemler veya cihazların tasarımında, imalinde, pazarlamasında veya bakımında doğrudan veya yetkili temsilcileri olarak yer almayacaklardır. Bu hüküm, imalatçı ile kuruluş arasındaki teknik bilgi alışverişi imkânını engellemez.

2. Kuruluş ve denetleme personeli doğrulama testlerini en yüksek mesleki dürüstlük, teknik ehliyet içinde yapacak ve özellikle maddi olmak üzere, kontrol sonuçları üzerinde çıkarı olan kişi veya kişi gruplarından gelebilecek, test sonuçlarını etkileyebilecek tüm baskı, etkiden uzak olmalıdır.

3. Kuruluş, doğrulama ile ilgili idari ve teknik görevleri layıkıyla yerine getirebilmesi için gerekli personel ve imkânları bulundurmalıdır. Kuruluş, aynı zamanda özel bir doğrulama için gerekli teçhizata da ulaşabilmelidir.

4. Denetlemeden sorumlu personel:

- Uygun teknik ve mesleki eğitime sahip olacaktır,
- Yapacakları testlerin gerekleri konusunda yeterli bilgiye ve bu testler konusunda yeterli deneyime sahip olmalıdır,
- Testlerin yapıldığını belgelemek için gerekli belge, kayıt ve raporları hazırlayabilmelidir.

5. Denetleme yapan personelin tarafsızlığı garanti edilmelidir. Personelin liyakati yapılan test sayısına veya bu testlerin sonuçlarına bağlı olmamalıdır.

6. Sorumluluk sigortası, ulusal yasaya göre devletin sorumluluğunda olmadıkça veya üye devlet testlerden doğrudan sorumlu olmadıkça, kuruluş tarafından yapılmalıdır.

7. Kuruluş personeli, bu Yönetmelik kapsamındaki veya bu Yönetmeliğin uygulanmasını sağlayan bir ulusal yasa hükmü kapsamındaki görevlerini yaparken, faaliyetlerin gerçekleştirildiği devletin yetkili idari makamları önünde bilgi verilmesi hariç, elde ettikleri tüm bilgiler için mesleki gizlilik ilkesine sıkı sıkıya bağlı olmalıdır.

EK 08: ATEX 137 DIRECTIVE 99/9

PATLAYICI ORTAMLARIN TEHLİKELERİNDEN ÇALIŞANLARIN KORUNMASI HAKKINDA

YÖNETMELİK

* 26 Aralık 2003 tarih ve 25328 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır

BİRİNCİ BÖLÜM: Amaç, Kapsam, Hukuki Dayanak, Tanımlar

Amaç

Madde 1- Bu Yönetmeliğin amacı, işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için alınması gerekli önlemleri belirlemektir.

Kapsam

Madde 2- Bu Yönetmelik, 22/5/2003 tarihli ve 4857 sayılı İş Kanunu kapsamına giren ve patlayıcı ortam oluşması ihtimali bulunan işyerlerini kapsar.

Ancak;

a) Hastalara tıbbi tedavi uygulamak için ayrılan yerler ve tıbbi tedavi uygulanması,

b) 01/4/2002 tarihli ve 24713 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Gaz Yakan Cihazlara Dair Yönetmelik kapsamında yer alan cihazların kullanılması,

c) Patlayıcı maddelerin ve kimyasal olarak kararsız halde bulunan maddelerin üretimi, işlemlerden geçmesi, kullanımı, depolanması ve nakledilmesi,

d) Sondaj yöntemiyle maden çıkarma işleri ile yeraltı ve yerüstü maden çıkarma işleri,

e) Uluslararası antlaşmaların kapsamında bulunan kara, hava ve su yolu taşıma araçlarının kullanılması,

bu Yönetmelik kapsamı dışındadır.

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerlerde kullanılacak her türlü taşıma aracı Yönetmelik kapsamındadır.

Bu Yönetmelikte belirtilen daha sıkı ve özel önlemler saklı kalmak kaydı ile, 4 üncü maddede tanımlanan 'patlayıcı ortam' oluşması ihtimali bulunan işyerlerinde, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği hükümleri ve ilgili diğer Yönetmeliklerin hükümleri de uygulanır.

Dayanak, Madde 3- Bu Yönetmelik 4857 sayılı İş Kanununun 78 inci maddesine göre düzenlenmiştir.

Tanımlar, Madde 4- Bu Yönetmeliğin amacı açısından;

a) Patlayıcı ortam: Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımıdır.

b) Normal çalışma şartları: Bir tesisin tasarımlanan amaç doğrultusunda, ölçü ve değerlerde çalıştırılmasıdır.

İKİNCİ BÖLÜM: İşverenin Yükümlülükleri

Patlamaların Önlenmesi ve Patlamadan Korunma

Madde 5- Patlamaların önlenmesi ve bunlardan korunmayı sağlamak amacıyla işveren, aşağıda belirtilen temel ilkelere ve verilen öncelik sırasına uyarak, yapılan işlemlerin doğasına uygun olan teknik ve organizasyona yönelik önlemleri alacaktır:

a) Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,

b) Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,

c) İşçilerin sağlık ve güvenliklerini sağlayacak şekilde patlamanın zararlı etkilerini azaltacak önlemleri almak.

Bu önlemler, gerektiğinde patlamanın yayılmasını önleyecek tedbirlerle birlikte alınacaktır. Alınan bu tedbirler düzenli aralıklarla ve işyerindeki önemli değişikliklerden sonra yeniden gözden geçirilecektir.

Patlama Riskinin Değerlendirilmesi

Madde 6- İşveren, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde belirtildiği şekilde işyerinde risk değerlendirmesi yaparken patlayıcı ortamdan kaynaklanan özel risklerin değerlendirmesinde aşağıdaki hususları da dikkate alacaktır:

a) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığı,

b) Statik elektrik de dahil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri,

c) İşyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri,

d) Olabilecek patlamanın etkisinin büyüklüğü.

Patlama riski, patlayıcı ortamların oluşabileceği yerlere açık olan veya açılabilen diğer yerler de dikkate alınarak bir bütün olarak değerlendirilecektir

İşyerinin Güvenli Hale Getirilmesi

Madde 7- Risk değerlendirmesinin temel ilkelerine ve bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen hususlara uygun olarak çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için işveren:

a) İşçilerin ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliği için tehlikeli patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yerlerde güvenli çalışma şartlarını sağlayacak,

b) İşçilerin sağlık ve güvenliği için tehlikeli patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yerlerde, yapılan risk değerlendirmesi sonucuna göre çalışma süresince uygun teknik yöntemlerle bu kısımların gözetim altında tutulmasını sağlayacaktır.

Koordinasyon Görevi

Madde 8- Bir işyerinde birden fazla işverene ait çalışan bulunması durumunda, her işveren kendi kontrol alanına giren tüm hususlardan sorumlu olacaktır.

İşverenlerin, İş Kanunu ve İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde belirtilen sorumlulukları saklı kalmak kaydı ile yasal olarak işyerinin tümünden sorumlu olan işveren, bu Yönetmeliğin 10 uncu maddesinde belirtilen Patlamadan Korunma Dokümanında öngörülen, çalışanların sağlık ve güvenlikleri ile ilgili önlemlerin belirlenmesi ve uygulanmasını koordine edecektir.

Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerlerin Sınıflandırılması

Madde 9- İşveren;

a) Patlayıcı ortam oluşması ihtimali olan yerleri Ek-I'de belirtildiği şekilde sınıflandıracak,

b) Yukarıda (a) fıkrasına göre sınıflandırılmış olan bölgelerde Ek-II'de verilen asgari gereklerin uygulanmasını sağlayacak ve

c) İşçilerin sağlık ve güvenliğini tehlikeye atabilecek miktarda patlayıcı ortam oluşabilecek yerlerin girişine Ek-III'de verilen işaretleri koyacaktır.

Patlamadan Korunma Dokümanı

Madde 10- İşveren, bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen yükümlülüğünü yerine getirirken, aşağıda belirtilen ve bundan sonra "Patlamadan Korunma Dokümanı" olarak anılacak belgeleri hazırlayacaktır.

Patlamadan Korunma Dokümanında, özellikle;

a) Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği,

b) Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,

c) İşyerinde Ek-I'e göre sınıflandırılmış yerler,

d) Ek-II'de verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,

e) Çalışma yerleri ile uyarı cihazları da dahil iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrol ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,

f) İşyerinde kullanılan tüm ekipmanın "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ne uygun olduğu,

hususları yazılı olarak yer alacaktır.

Patlamadan korunma dokümanı, işin başlamasından önce hazırlanacak ve işyerinde, iş ekipmanında veya organizasyonunda önemli değişiklik, genişleme veya tadilat yapıldığında yeniden gözden geçirilerek güncelleştirilecektir.

İşveren, yürürlükteki mevzuata göre hazırladığı patlama risk değerlendirmesini, dokümanları ve benzeri diğer raporları birlikte ele alabilir.

İşyerleri ve İş Ekipmanları İçin Özel Gerekler

Madde 11- Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan işyerlerinde, işverenler aşağıda belirtilen hususlara uymakla yükümlüdür:

a) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan yerlerde, bu Yönetmeliğin yayımlandığı tarihte kullanılmakta olan veya kullanıma hazır olan iş ekipmanları, 30/6/2006 tarihine kadar Ek-II A'da belirtilen asgari gerekleri karşılamak zorundadır.

b) Patlayıcı ortam oluşma ihtimali bulunan yerlerde kullanılmak üzere bu Yönetmeliğin yayımlandığı tarihten sonra yeni alınacak iş ekipmanları, 30/6/2006 tarihine kadar Ek-II A ve Ek-II B'de verilen asgari gerekleri karşılayacaktır.

c) Patlayıcı ortam oluşabilecek kısımları bulunan ve 30/6/2006 tarihinden sonra açılacak işyerleri ise bu Yönetmelikte belirtilen şartlara uygun olarak kurulacaktır.

d) Patlayıcı ortam oluşabilecek kısımları bulunan ve 30/6/2006 tarihinden önce açılmış olan işyerleri, bu Yönetmeliğin yayımlandığı tarihten itibaren en geç üç yıl içinde bu Yönetmelik hükümlerine tam olarak uygun hale getirilecektir.

Patlayıcı ortam oluşabilecek kısımları bulunan işyerlerinde 30/6/2006 tarihinden sonra herhangi bir değişiklik, eklenti veya tadilat yapıldığında, işveren bu Yönetmelik hükümlerine tam olarak uyulmasını sağlayacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: Son Hükümler

İlgili Avrupa Birliği Mevzuatı

Madde 12- Bu Yönetmelik 16/12/1999 tarihli ve 1999/92/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi esas alınarak hazırlanmıştır.

Yürürlük, Madde 13- Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme, Madde 14- Bu Yönetmelik hükümlerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı yürütür.

EK- I

PATLAYICI ORTAM OLUŞABİLECEK YERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Yönetmeliğin 5, 6, 9 ve 10 uncu maddelerine göre önlem alınması gereken yerlerde aşağıda belirtilen sınıflandırma sistemi uygulanacaktır.

1- Patlayıcı Ortam Oluşabilecek Yerler

Çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için özel önlem alınmasını gerektirecek miktarda patlayıcı karışım oluşabilecek yerler, bu Yönetmeliğe göre tehlikeli kabul edilecektir.

Çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak için özel önlem alınmasını gerektirecek miktarda patlayıcı karışım oluşması ihtimali bulunmayan yerler bu Yönetmeliğe göre tehlikesiz kabul edilecektir.

Parlayıcı ve/veya yanıcı maddelerin hava ile yaptıkları karışımların, bağımsız olarak bir patlama meydana getirmeyecekleri yapılacak araştırmalarla kanıtlanmadıkça, bu maddeler patlayıcı ortam oluşturabilecek maddeler olarak kabul edilecektir.

2- Tehlikeli yerlerin sınıflandırılması

Tehlikeli yerler, patlayıcı ortam oluşma sıklığı ve bu ortamın devam etme süresi esas alınarak, bölgeler halinde sınıflandırılır.

Ek-2 A'ya göre alınacak önlemler, yapılan bu sınıflandırmaya göre belirlenir.

Bölge 0

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

Bölge 1

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

Bölge 2

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

Bölge 20

Havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların, sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşabilecek yerler.

Bölge 21

Normal çalışma koşullarında, havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.

Bölge 22

Normal çalışma koşullarında, havada bulut halinde yanıcı tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak böyle bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler.

Not:

Tabaka veya yığın halinde yanıcı tozların bulunduğu yerler de, patlayıcı ortam oluşturabilecek diğer bir kaynak olarak dikkate alınmalıdır.

EK- II

A- ÇALIŞANLARIN SAĞLIK VE GÜVENLİKLERİNİN PATLAYICI ORTAM RİSKLERİNDEN KORUNMASI İÇİN ASGARİ GEREKLER

Bu ekte belirtilen gerekler;

a) İşyerlerinin, iş ekipmanının, kullanılan maddelerin veya yürütülen faaliyetin yapısından kaynaklanan patlayıcı ortam riski bulunan ve Ek-1'e göre tehlikeli sınıfına giren yerlere,

b) Tehlikeli yerlerde bulunan ekipmanın güvenli bir şekilde çalışması için gerekli olan veya bu ekipmanların güvenli çalışmasına yardımcı olan ancak kendisi tehlikeli bölgede bulunmayan ekipmanlara,

uygulanacaktır.

1. Organizasyon Önlemleri

1.1. Çalışanların Eğitimi

İşveren, patlayıcı ortam oluşabilen yerlerde çalışanlara, patlamadan korunma konusunda yeterli ve uygun eğitimi sağlayacaktır.

1.2. Yazılı Talimatlar ve Çalışma İzni

Patlamadan Korunma Dokümanında gerekli görülmesi halinde;

a) Tehlikeli yerlerdeki çalışma, işverence düzenlenen yazılı talimatlara uygun yapılacaktır.

b) Gerek tehlikeli işlerin yapılmasında, gerekse başka çalışmaları etkileyerek tehlikeye neden olabilecek diğer işlerin yapılmasında, bir "Çalışma İzni" sistemi uygulanacaktır.

Çalışma izni, bu konuda yetkili ve sorumlu olan bir kişi tarafından işe başlamadan önce yazılı olarak verilecektir.

2. Patlamadan Korunma Önlemleri

2.1. Patlama tehlikesine neden olabilecek parlayıcı gazlar, buharlar, sisler veya yanıcı tozların isteyerek veya istemeyerek ortaya çıkması halinde, bunların güvenli bir yere uygun şekilde yönlendirilmesi veya uzaklaştırılması sağlanacak, bunun yapılması pratik olarak mümkün değilse yayılmalarını önleyecek başka uygun önlemler alınacaktır.

2.2. Eğer patlayıcı ortam birkaç çeşit parlayıcı ve/veya yanıcı gazlar, buharlar, sisler veya tozlardan oluşuyorsa, alınacak koruyucu önlem en yüksek riske uygun olacaktır.

2.3. Özellikle, çalışanların ve çalışma ortamının statik elektrik taşıyıcısı veya üreticisi olabileceği durumlarda, bu Yönetmeliğin 5'inci maddesinde belirtilen tutuşturma tehlikesinin önlenmesinde, statik elektrik boşalmaları da dikkate alınacaktır. Patla-

yıcı ortamı tutuşturabilen statik elektrik oluşumunu önlemek için çalışanlara uygun malzemeden yapılmış kişisel koruyucu giysiler verilecektir.

2.4. Tesis, ekipman, koruyucu sistemler ve bunlarla bağlantılı cihazların patlayıcı ortamda güvenle kullanılabileceğinin, Patlamadan Korunma Dokümanında belirtilmesi halinde bunlar hizmete sokulabilir. Bu kural 27/10/2002 tarihli ve 24919 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelik'e göre ekipman veya koruyucu sistem sayılmayan ancak tesiste yerleştirildikleri yerlerde kendileri bir tutuşturma tehlikesi oluşturan iş ekipmanları ve bağlantı elemanları için de geçerlidir. Bağlantı elemanlarında herhangi bir karışıklığa meydan vermemek için gerekli önlem alınacaktır.

2.5. Patlama riskini en aza indirmek ve olası bir patlamada, patlamayı kontrol altına almak, işyerine ve iş ekipmanlarına yayılmasını en aza indirebilmek için; işyerleri, iş ekipmanları ve bunlarla bağlantılı tüm cihazların tasarımı, inşası, montajı ve yerleştirilmesi, bakım, onarım ve işletilmesinde gerekli tüm önlemler alınacaktır. İşyerlerinde patlamanın fiziksel tesirlerinden çalışanların etkilenme riskini en aza indirmek için uygun önlemler alınacaktır.

2.6. Gereken durumlarda, patlama şartları oluşmadan önce, çalışanların sesli ve/veya görsel işaretlerle uyarılması ve ortamdan uzaklaşması sağlanacaktır.

2.7. Patlamadan Korunma Dokümanında gerekli görülmesi halinde; bir tehlike durumunda çalışanların tehlikeli bölgeden anında ve güvenli bir şekilde uzaklaşabilmeleri için tahliye sistemi kurulacak ve her an işler durumda bulunması sağlanacaktır.

2.8. Patlayıcı ortam oluşabilecek bölümleri bulunan işyerlerinde; faaliyete başlanılmadan önce bütün işyerinin patlama yönünden güvenliğinin sağlandığı kanıtlanacaktır. Patlamadan korunmayı sağlamak için bütün koşullar yerine getirilecektir.

Patlama yönünden güvenliğin sağlandığının kanıtlanması, patlamadan korunma konusunda eğitim almış ve deneyimli uzman kişilerce yapılacaktır.

2.9. Yapılan risk değerlendirmesinin gerektirmesi halinde ;

a) Her hangi bir güç kesilmesinin ilave risklere neden olabileceği durumlarda, ekipmanın ve güvenlik sistemlerinin, tesisin diğer kısımlarından bağımsız olarak güvenli bir şekilde çalışmasını sürdürmesi mümkün olacaktır.

b) Otomatik proseslerde amaçlanan çalışma koşullarından her hangi bir sapma meydana geldiğinde, otomatik sistemle bağlantılı ekipmana ve koruyucu sistemlere güvenliği tehlikeye atmamak şartıyla el ile müdahale yapılabilir olacaktır. Bu müdahaleyi sadece bu işte yetkili çalışanlar yapacaktır.

c) Sistemin acil durdurulması halinde, biriken enerji mümkün olduğu kadar çabuk ve güvenli bir şekilde boşaltılacak veya tehlike oluşturmayacak şekilde izole edilecektir.

B- EKİPMANLARIN VE KORUYUCU SİSTEMLERİN SEÇİMİNDE UYULACAK KRİTERLER

Risk değerlendirmesine göre hazırlanan patlamadan korunma dokümanında aksi belirtilmemesi halinde, patlayıcı ortam oluşabilecek tüm yerlerdeki ekipman ve koruyucu sistemler, 27/10/2002 tarihli ve 24919 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemlerle İlgili Yönetmelikte belirtilen kategorilere göre seçilecektir.

Özellikle gazlar, buharlar, sisler ve tozlar için aşağıda belirtilen bölgelerde, karşılarında verilen kategorideki ekipman kullanılacaktır.

Bölge 0 veya Bölge 20: Kategori 1 ekipman,

Bölge 1 veya Bölge 21: Kategori 1 veya 2 ekipman,

Bölge 2 veya Bölge 22: Kategori 1, 2 veya 3 ekipman.

EK- III

PATLAYICI ORTAM OLUŞABİLECEK YERLER İÇİN UYARI İŞARETİ

Patlayıcı ortam oluşabilecek yerler için uyarı işareti aşağıda belirtilen şekil ve renklerde olacaktır.

	Uyarı işaretinin belirleyici özellikleri: Üçgen şeklinde, Siyah kenarlar ve sarı zemin üzerine siyah yazı, Sarı zemin işaret alanının en az %50'si kadar olacaktır.

LİTERATÜR, REFERANS

01	Intrinsic safety in Coal Mines, J.R. Hall, 1985
02	Intrinsic Safe, E.C. Magison, 1984
03	Collery Electrician N.C.B. 1976
04	Handbuch für Explosionsschutz, BBC 1971
05	Elektrische AuSrüstungen ir explosionsgefaehrdeten Betiriebsstaetten 1975
06	Practical electical equipment and installation in hazardous areas Geoffrey Bottrill, Derec Cheyne, G. Vijaraghavan
07	Explosion protection in Europe, Jürgen Kühlmey
08	EX DIGEST, Cooper Crouse-Hinds, www.crouse-hinds.com
09	Hazardous location Guide, Coope Crouse-Hnds
10	2008 Code Digest, Cooper Crouse-Hnds
11	Elektrische Betriebsmittel und Installationen für explosionsgefaehrdete Bereiche Thuba Ltd. İsviçre, www.thuba.com
12	Principle of explosion protection, Coopor Crouse-hndt ww.ceag.de
13	Basics of explosion protection, R.Stahl, www.stahl.de
14	ANSI/ISA-12.01.01-1999, Definiton and information pertaininig to electrical apparatus in hazardous (classified) location
15	NFPA 70, National Electrical Code (NEC) edition 2005
16	Hazardous area technical guidi, Weidmüller, www.weidmueller.com
17	ATEX Guidelines 2009, http://ec.europa.eu/enterprise/atex/guide.htm
18	SEW Explosion proof drivers, www.sew-eurodrive.com
19	IEC-NEC classificatuon Comparator, www.appletonelec.com
20	Applikationen und Nachweis der Eigesicherheit, www.camillebauer.com
21	SIEMENS, SIMATIC S7-300, M7-300, ET 200M automation systems Principle of intrinsically-safe design, edition 2,
22	SIEMENS, Principle of explosion protection. Edition 4. 2005
23	Basic of explosion protection, www.stahl.de
24	Ex-Zeitschriften von R.Stahl Company
25	Explosionsschutz, Grundsaetze Mindestvorschriften Zonen, Suvo, Schweizerische Unfallversicherunganstalt, www.suva.ch/waswo
26	HBG, Holz-Berufgenossenschft, BGI 740: Lakierraume und Einrichtungen
27	BG Information, BGI 557, Lakierer
28	UNDERSTANDING EXPLOSIONS Daniel A. Crowl ISBN 0-8169-0779-X
29	BGR 104Zu den Explosionsschutz-Regeln (EX_RL) Beispielsammlung “grün” (alt)
30	BGR 104 Explosionsschutz-Regeln, Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch Explosionsfahige Atmosphere mit Beispielsammlung