

EXPROOF

PATLAYICI ORTAMLAR ve PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ



Yazan : Elektrik Yük. Müh.
M. Kemal Sarı

Sürüm Eylül 2007

ÖZET

EXPROOF

PATLAYICI ORTAMLAR ve PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

Petrol, petrol ürünleri, kimya, LPG, doğal gaz, kömür madenleri, hububat siloları, şeker fabrikaları, kereste ve mobilya fabrikaları, ekmek fırın ve fabrikaları ve saire gibi yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddelerle uğraşan bir çok sanayi kollarında normal çalışma icabı veya arıza ve bakım gibi hallerde (gaz , toz, veya yanıcı madde buharı gibi nedenlerle) patlayıcı ortam oluşmaktadır. Elektrik aletlerinin çıkardığı kıvılcım ve ark bu ortamları tehlikeye düşürmekte ve patlamalara neden olmaktadır. Bu nedenlerle bu gibi işyerlerinin 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 tanınmaktadır. Aslında exproof tabiri Amerikan uygulamasından alınmış olup Türkçesi yazımızın başlığında olduğu gibi PATLAYICI ORTAMLAR ve PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİKLİ ALETLER şeklinde olmalıdır. Exproof yerine kısaca PATLAMAYA KARŞI KORUNMUŞ tabiri 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 ve yönetmelik gibi) gelişmelere yer verilmiş olup, okuyanlara exproof (patlayıcı ortam) hakkında kısa öz ve kapsamlı bir bilgi verilmeye çalışılmıştır. Exproof konusunda Avrupa ve Amerikan uygulamaları çok farklı olup, bu konu yazımızda aydınlatılmaya çalışılmıştır. Her ne kadar son yıllarda Amerikalılar Avrupa uygulamalarına yanaşiyor ve IEC normlarını kabul etmeye başlamışlar ise de, sanayide eski tesisler kurulu vaziyettedir ve bir çok meslektaşımız, eski, yeni, Amerikan veya Avrupa uygulamaları ile karşı karşıyadırlar. Bu nedenlerle her ne kadar günümüzde EXPROOF uygulamaları Avrupa normundan ziyade (ATEX ve EN) IEC (Uluslar Arası Elektroteknik Komisyonu) standartları etrafında birleşiyorlar ise de eski uygulamaları da bilmek zorundayız.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

1945 doğumlu olan yazar Elektrik Mühendisliği tahsilini Almanya'da Berlin Teknik Üniversitesinde tamamlamış ve uzun yıllar Zonguldak'taki taş kömürü maden ocaklarında çalışmıştır.

1970 yıllarında Zonguldak'ta faaliyet gösteren kömür işletmesi (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 laboratuvarı kurulmasına ön ayak olmuştur.

Meslek hayatı boyunca exproof ortamlar ve exproof aletlerle ilgilenen yazarın konu ile ilgili deneyim ve tecrübelerini kağıda aktardığı bu yazının okurlara yararlı olacağını umuyoruz.

KISIM I

TEMEL TANIM ve TEMEL BİLGİLER

1. 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 edilecektir.

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 inşi 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 madenciye uğraştırma mıdır. 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 "davi emniyet lambası" nı geliştirmiştir. 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. Bu gün cadmium-nikel akülü hafif ve taşınması kolay olan lambalar geliştirilmiş olup bir nevi aydınlatmadan kaynaklanan patlama tehlikesi tamamen ortadan kalkmıştır.



Resim 02: MADENCİ BAŞ LAMBALARI

Transformatör, elektrik motoru, şalt cihazları ve akkor flamanlı aydınlatma armatürleri gibi bir çok elektrik aletinın madenlerde kullanımına 1912'lerde 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 (flameproof) ile ilgili ilk standart İngiltere'de 1926 yılında "BS229: Flameproof 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 laboratuvarlarda denenmeye başlanmış ve ilk deney laboratuvarları kurulmaya başlanmıştır. Bu günkü gibi uluslar arası bir birlik ve fikir alış verişini 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 laboratuvarlar ve test merkezleri kurulmuştur. Bu nedenle maden ve petro kimya sanayi için ayrı ayrı standartlar yayınlanmış olup bu ayırım günümüzde de halen devam etmektedir.

Patlayıcı ortamlarla 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 bahsettiğimiz gibi bu sanayi kollarında patlayıcı ortamlara karşı önlem almak daha kolaydır.

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 tanımı budur.

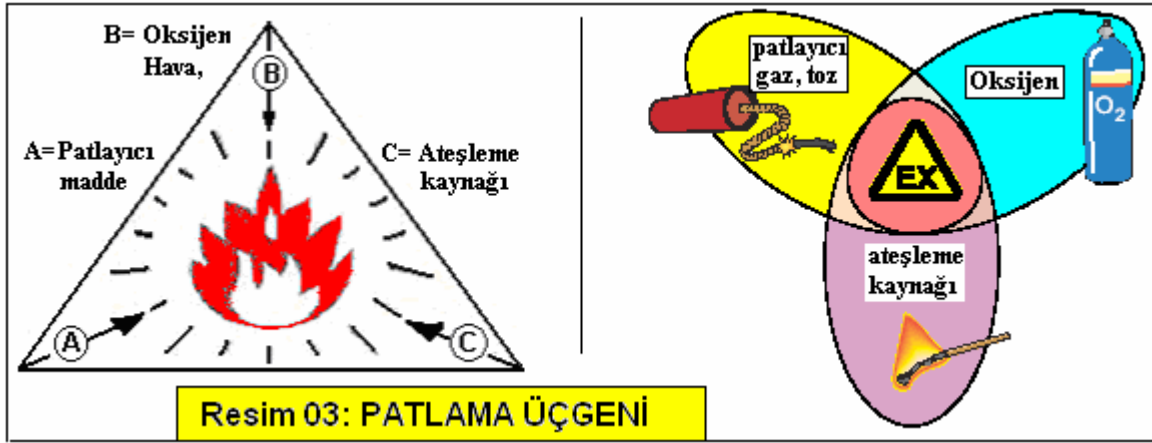
Patlayıcı ortam oluşması ve tehlike yaratabilmesi için üç unsurun bir araya gelmesi gerekir.

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 aşağıdaki resimde sembolize edilmiştir.



2.2. PATLAYICI, PARLAYICI ve YANICI GAZ, TOZ ve BUHARLAR

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 karışımlarında 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 bahsedebilirler (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 zincirli zift ve mumları oluşturur.

CH ₄	metan (gaz)	C ₆ H ₁₄	heksan (sıvı)
C ₂ H ₆	etan (gaz)	C ₇ H ₁₆	heptan (sıvı)
C ₃ H ₈	propan (gaz)	C ₈ H ₁₈	octan (sıvı)
C ₄ H ₁₀	butane (gaz)	C ₉ H ₂₀	nonan (sıvı)
C ₅ H ₁₂	pentan (sıvı)	C ₁₀ H ₂₂	decan (sıvı)

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

Gaz	Formül	Hava ile karışım		Saf oksijenle karışım		Patlama ısısı	Minimum Patlama enerjisi
		LEL *)	OEL *)	LEL *)	OEL *)		
Metan	CH ₄	4.4-5.0	15-16,5	4.8	60	595	280
Propan	C ₃ H ₈	1.7-2.1	10-10,9	2.0	60	470	250
Bütan	C ₄ H ₁₀	1.4-1.8	9,3-10.6	1.8	57.5	365	
Hexan	C ₆ H ₁₄	1,0	8,1			265	
Nonan	C ₆ H ₂₀	0,7	5,6			205	
Etilen	C ₂ H ₄	2,3-2.9	32,4-33.5	3.0	81.5	425	
Benzol	C ₆ H ₆	1,2	8,0			555	200
Hidrojen	H ₂	4	77	4.0	95.0	560	11
Asetilen	C ₂ H ₂	1,5	78			305	19

b) SIVILAR

Bilinen, “yanıcı parlayıcı ve patlayıcı” sıvıların başında petrol ürünleri gelir (benzin, benzol, mazot, tiner gibi). Yanıcı sıvılar buharlaşarak hava ile karışıp patlayıcı ortam oluştururlar. 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.

Sıvılar patlama noktalarına göre tehlike sınıflarına ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmalar Amerikan NFPA 30 standardına göre yapılmaktadır ve Dünyaya Amerikan uygulaması hakimdir. TS 12820’de yapılan sınıflandırma da NFPA 30 dan alınmıştır.

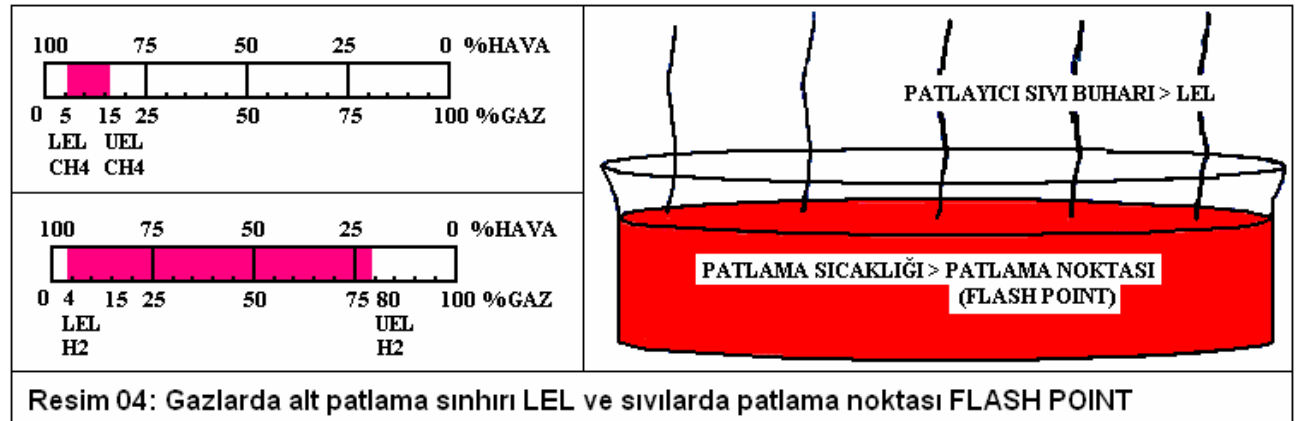
SINIF (class)	Parlama noktası (flash point)	Kaynama noktası (boiling point)
IA (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf < 73 °F
IB (parlayıcı)	Tf < 22.8°C	Tf < 73 °F
IC (parlayıcı)	Tf > 22.8 °C	Tf > 73 °F
II (yanıcı)	37.8 °C < Tf < 60°C	100 °F < Tf < 140 °F
IIIA (yanıcı)	60 °C < Tf < 93 °C	140 °F < Tf < 200 °F
IIIB (yanıcı)	Tf > 93 °C	Tf > 200 °F

Yanıcı sıvıların tehlike sınıflarına tipik örnekler.

IA	Dietil eter, etilen oksit, bazı hafif ham petroler
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 kalorüfer yakıtı gibi
IIIB	Yemeklik yağlar, yağlama yağları ve motar 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)
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				

Gazlardaki patlama sınırı (LEL) ile sıvılardaki parlama noktası (flash point) aşağıdaki resimde sembolize edilmiştir.



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, kırıntı 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 Kst , hava toz karışımının kapalı bir kaptaki 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 aşağıda tablo halinde verilmiştir.

TOZ CİNSİ	PATLAMA ISISI		TOZ CİNSİ	PATLAMA ISISI	
	BULUT	5 mm film		BULUT	5 mm film
Aluminyum	560°C	>450°C	Polietilen tozu	440°C	melts
Oğun 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	melts
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

Toz cinsi	M, [µm]	Pmax, [bar]	Kst, [bar m s ⁻¹]	MEE [mJ]
Aktif kömür	bis 10	7,3	72	500000
Yeşil mercimek unu	27	9,1	109	100
Çamur çöktürücü (76 % organik bileşenli)	89	7,5	71	50
Mısır nişastası	10	9	200	10
Paraformaldehid Polyoxymethylen; HO(CH ₂ O) _n H	19	9,6	405	5
Bal mumu, parafin	bis 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
Aluminyum	bis 10	11,4	625	0,1

2.3. ATEŞLEME KAYNAKLARI:

"Patlayıcı, parlayıcı ve yanıcı gaz, toz ve buharın" havanın oksijeni ile karışıklarında patlayabilmeleri için bir enerji kaynağına ihtiyaç vardır. Bu enerji kaynağı genellikle elektrikli aletlerin ark çıkaran kontaktarı 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 şunlardır: (ignition source)

- Elektrik ark ve kıvılcımı:

Şalterler açılıp kapandıklarında
Elektrostatik olarak yüklü elemanlar deşarj olduklarında
Kablolar ezilip koptuklarında veya kısa devre olduklarında
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 (yalnızca elektrikli değil) 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 konstruksiyonda 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 halikarda patlar. Elektrik aletlerinin çalışıp çalışmaması önemli değildir. Kazmanın, çekicinin, ayakkabı demirinin ucundan çıkan kıvılcımla patlar. Elbisedeki naylon parçalarının 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 okkor haldeki parçacıklar patlayıcı ortamı ateşleyebilir. Bu tip partikeller 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 topraklamaya dikkat edilir, ki topraklama noktaları arası gerilim farkı oluşmasın. Örneğin conta ile izole edilmek zorunda kalınan boru kısımlarının, civata ile metalik bağlantısı olmasına rağmen, bakır bir levha ile ilaveten bir birlerine irtibatlanmaları gibi.

- **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 boyu 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.

2.4.1 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 ortamdaki uzak tutmaktır. Örneğin transformatör ve şalt merkezleri gibi tesisler, patlayıcı ortam oluşma veya oluşma ihtimali olan yerlerden çok daha uzağa monte edilirler. Petrol ve kimya sanayinde çok uygulanan bir yöntemdir. Prensip, ateşleme kaynağını patlayıcı ortamdaki uzak tutmaktır.
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 önlenmektedir. Örneğin azot gazı, karbon monoksit veya su buharı 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 önlenir. Prosesin durumuna göre havalandırma kendiliğinden tabii bir şekilde olabileceği gibi vantilatörlerle zoraki havalandırma da yapılarak patlayıcı ortam oluşması önlenir.

Girzulu kömür madenlerinde zorunlu olan bir uygulama yöntemidir. Madenler, hem çalışanların oksijen ihtiyacı ve hem de oluşan metan gazının dışarı atılması için havalandırılmak zorundadır.

5. Bazı patlayıcı ve yanıcı sıvıların içersine ilave madde katılarak patlama noktası (flash point) yükseltmekte 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.

2.5 İKİNCİL (SEKONDER) ÖNLEMLER

Primer önlemler alınamıyor veya bu önlemlere rağmen patlayıcı ortam ihtimali halen mevcut 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 İKİNCİL ÖNLEMLER işlenecektir.

3.0 PATLAYICI ORTAMLARIN SINIFLANDIRILMASI

3.1 PATLAYICI BÖLGE veya ZONLARIN TARİFİ

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 adını 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 sanayiinde öncü olan **KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ** ve DIVISION SİSTEMİ ve uygulamasıdır.

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

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

3.2 BATI AVRUPA GÖRÜŞÜ ve UYGULAMASI ZON SİSTEMİ

ZON’ların tarifi IEC 79-10 ve EN 50 014 de yapılmıştır. En son şekli ile ATES 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.

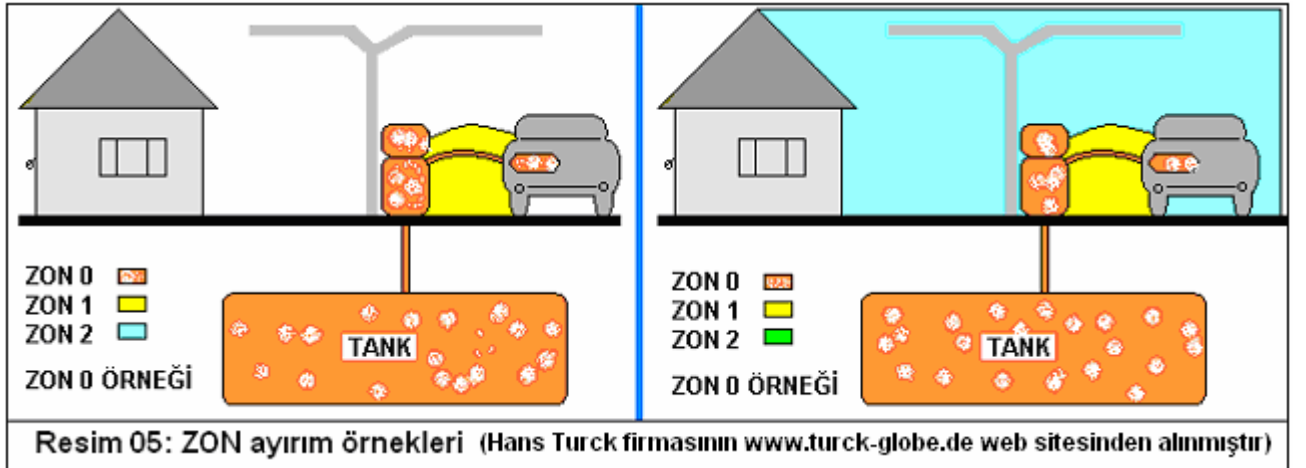
ATEX 100a'ya göre bu zonda 1.kategoriye giren aletler kullanılabilir. Kategoriler ATEX bölümünde tekrar ele alınacak olup, bu gruptaki aletler yüksek güvenlik ve emniyet özelliğine sahiptirler. Ancak kendinden emniyetli ve a-kategorisindeki sistemler (devreler) ZON 0 da kullanılabilir (Ex-ia sertifikalı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

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 ihtimaliz olan ve oluştuğunda da kısa süren yerler ZON 1 olarak adlandırılmaktadır.

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

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.

Yalnızca 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 kullanılabilir. Bu kategorideki aletlerin ex-sertifikaları olmakla birlikte diğer kategoriler gibi sıkı şartlara bağlı değildir. Koruma tipi "Ex-n" olan aletler kullanılabilir. "n" işareti "non-sparking" terimini çağırıştırıyor ise de standartların son versiyonlarında ABD uygulaması olan "non-sparking" e yer verilmemekte ve hafifletilmiş "p" ve "d" tipi korumamaları da içine almaktadır. Koruma tipleri yazımız ileriki bölümlerinde izah edilecektir.

Resim 05 de zon ayrımının iyi anlaşılması için örnek verilmiş olup yazımız ileriki bölümlerinde akar yakıt dolum istasyonlarındaki zon tarifleri ayrıca izah edilecektir.

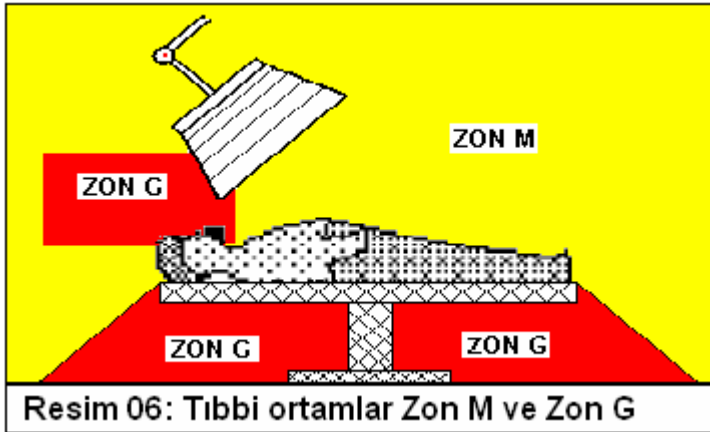
Tozlar için ayrı bir ZON tarifi (EN50.028) yapılmış olup, gaz ve buharların aynıdır. Burada toz Zonları Zon 10, 11 ve 12 olarak adlandırılmış ise de 1999 yılında yayınlanan ATEX137 bu isimlendirmeyi Zon 20, 21 ve 22 olarak değiştirmiştir. İçerik aynıdır, değişen isimdir.

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.

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



ZON G: “Kapalı medikal gaz sistemi” olarak bilinir. Sürekli veya tesadüfi, patlayıcı karışım (patlayıcı ortamdaki 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 tıbbi 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:

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

PATLAMA GRUBU I : METAN

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

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

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

3.3. KUZEY AMERİKAN GÖRÜŞÜ ve UYGULAMASI: DIVISION SİSTEMİ

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 (DIVISION) ayırır. Kısaca USA standartları patlayıcı ortamları iki bölüme ayırmaktadır.

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

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

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

CLASS I : Patlayabilir gaz ve buharlar.

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

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

NEC ayrıca aşağıdaki patlayıcı madde gruplarını da tarif etmiştir.

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

GROUP B : Bu grupta hidrojen gazı vardır.

GROUP C : Alkoller ve eterler

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

GROUP E,F,G : Toz gruplarıdır.

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

GROUP E : Metal tozları. İletken olan ve iletkenliği 100 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. Çünkü iletken olan grafit tozu aynı zamanda karbondan ibarettir.

Tablo 06: 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

Gaz grupları ile ilgili Amerikan ve Avrupa uygulamasının kısa özet tablosu

PATLAYICI GAZ ÖRNEĞİ	KUZEY AMERİKA 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

3.4. AMERİKAN DIVISION SİSTEMİ ile AVRUPA ZON SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

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

Her ne kadar DIVISION sisteminin sonu gözüküyor ise de ülkemizde ABD yapımı birçok rafineri, petro-kimya ve doğal gaz tesisi bulunmakta olup hemen tamamı DIVISION felsefesine göre dizayn edilmişlerdir. Bu nedenle konu ile ilgilenenlerin, her iki sistem hakkında da bilgi ve fikir sahibi olmaları gerekir.

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 kullanımındadır. Division sistemi "explosion prof = patlatmaz" metodunu kullanırken, ZON sistemi "explosion protected = patlamaya karşı korunmuş" metodunu kullanmaktadır.

Tablo 08: 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 AMERİKA (NEC/CEC)	Division 1		Division 2 veya Zone 2
	Zone 0	Zone 1	
CENELEC/IEC	Zone 0	Zone 1	Zone 2

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 mutual) 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 düşünülür 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 sistemi kullanılmakta ve kablo ve klemens kutuları gibi bir çok aletler bu boruların içersinden geçirilmektedir. Şalter, pano, buton, siviç ve saire gibi elektrikli aletlerin gövdesine de bu kondiutlara sıkıca irtibatlandırılmaktadır. Condiutların belli yerlerine patlamanın ilerlemesini önlemek için engeller (tıkaçlar) konulmaktadır.

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

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

ABD uygulamasında, tesisin tümü için bir “listed and labeled” denilen (listelenmiş ve markalanmış) 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 düşünülür 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 otoritelerce 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 uyumsuzlar. 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 conduit sistemine uymaz.

NEC 1996 yılında ZON sistemine de 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.

3.5 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 sorumlu uzman mühendisi). Devlet veya kamu nerede devreye girer? İnsan sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili hususlarda kamu otoritesi devreye girer ve mal sahibi (işletmeci) bu hususlara uymak zorundadır.

Rafineri doğal gaz santrali gibi "patlayıcı parlayıcı ve yanıcı" madde ile çalışan büyük tesislerin bir ZON (DİVİSİON) haritası mevcuttur. Bu gibi tesislerde çalışanlar nerelerinin 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 tanımı yapılmakta ve nerelerin hangi zonlara girdiğinin belirlenmesi işverene (mal sahibine) bırakılmaktadır. Dolayısı ile ZON bölgelerinin tespiti, mühendisler 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 tamamında yuvarlak laflar vardır. “çalışanların güvenliği ile ilgili önlem alınacak” gibi. İş veren zonları belirlemede şeklen tam serbest gibi gözüküyor ise de o kadar da değil. Bir olay olduğunda işverenin her zaman başı sıkıntıdadır (dolayısı ile sorumlu mühendisin).

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

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 otoritelerce 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 gibi halka açık dolum istasyonlarının, tehlikeli bölge belirlemeleri (yukarıda bahsettiğimiz 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.

3.6 ZON AYIRIMLARI

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 yarar 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, içerslerinde 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 ayırımlarına 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.

a) 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 aşağıdaki tabloda 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 09: Trafo ve Şalt binalarının patlayıcı tesislerden uzaklıkları		
Elektrik Tesisi	Patlayıcı ortam	Emniyet Mesafesi
Kapalı trafo ve şalt binaları	Patlayıcı açık hava tesisleri ile duvarla ayrılmış her türlü patlayıcı ortam duvarından	10 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	Her nevi patlayıcı ortamdandır	15 m mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve şalt binaları	Her nevi patlayıcı ortamdandır	25 m mesafede inşa edilir
Kapalı trafo ve şalt binaları	Patlayıcı patlayıcı 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

Yukarıdaki 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 aşağıdaki tabloda görülmektedir.

BENZİN İSTASYONLARI

TS12820’ye göre benzin istasyonlarında uyulması gereken ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ,

(Mart 2002)

	Yer altı tankı	Pompa Dispenser	Tank havalandırma borusu	Tank dolum ağızı
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

Ölçüler metredir.

*) Otel, motel, lokanta, kafeterya, çay salonu, kuaför gibi halka açık yerler (iş yerleri)

TS12820'ye göre ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ, özel akaryakıt istasyonları için, Mart 2002

	Yer üstü tankı	Yer altı tankı	Pompa Dispenser	Tank havalandırma borusu	Tank dolum ağızı
İdari bina, tesis içi	15	4	6	6	10
Komşu asa 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

Ölçüler metredir.

*) 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 hattı hali ne olur bilinmez. Bence benzin istasyonlarının üzerinden enerji nakil hattı geçirilmesi veya enerji nakil hatlarının altına benzin veya LPG istasyonu yapılması 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.

TS12663 e göre benzin istasyonlarında uyulması gereken ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ

Nisan 2000

	Yer üstü tankı	Yer altı tankı	Pompa Dispenser	Tank havalandırma borusu	Tank dolum ağızı
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	

Emniyet mesafeleri TS 12663'de de verilmiştir. TS 12820, TS 12663'ü yürürlükten kaldırmamıştır her ikisi de günümüzdü geçerlidir. TS 12820 de bazı bazı hatalar düzeltilmiş ve emniyet aralıklarına daha geniş tutulmuştur. Örneği bir okuldan mesafe 50m olarak değil okulun arsa sınırından 50m olarak belirlenmiştir. TS 12663'e göre okul binasından 50m hesaplanması gerekirken TS 12820'ye göre okulun bahçesinden itibaren 50m 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.

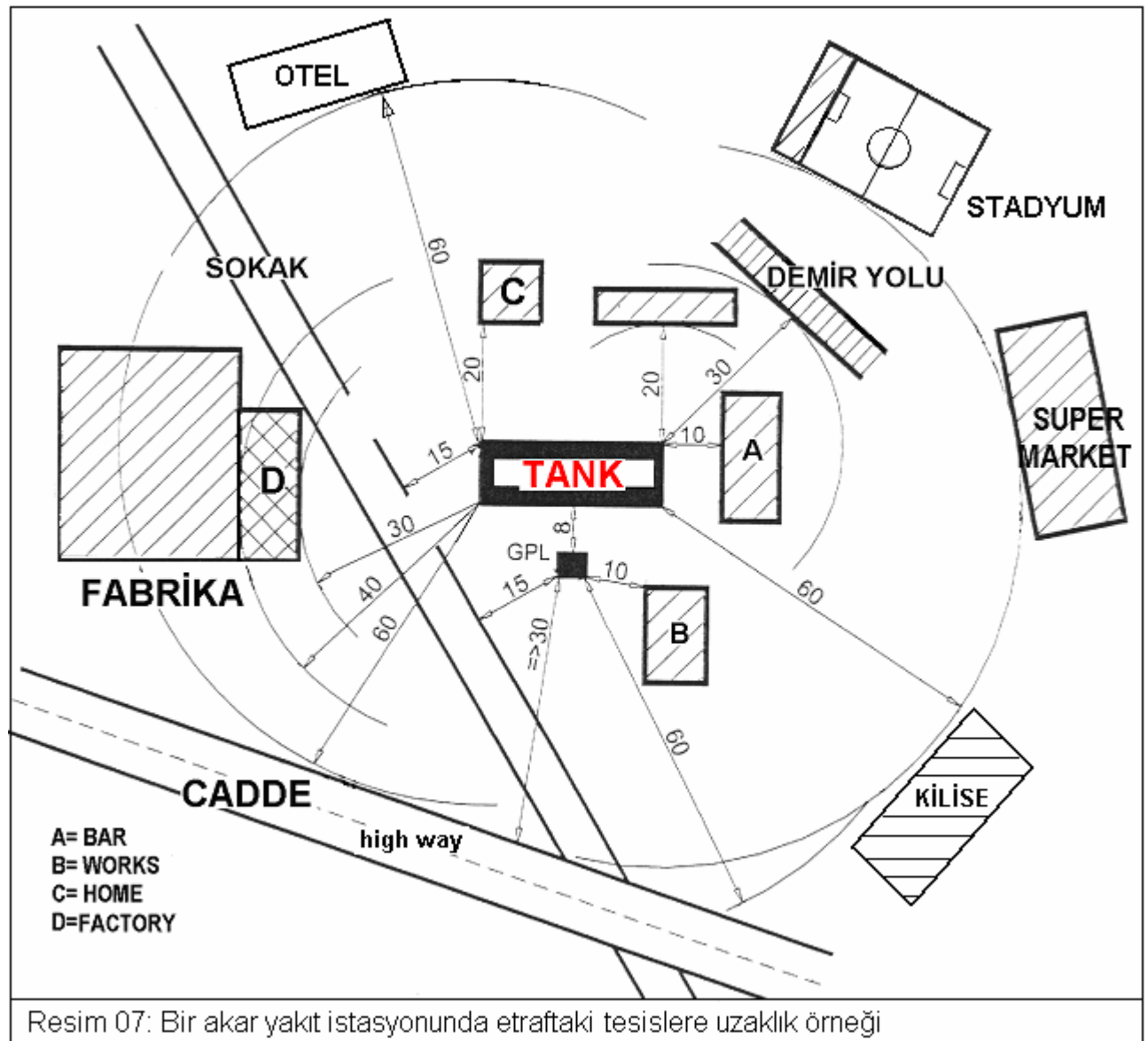
LPG DOLUM İSTASYONLARI

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.

TS 11939 a göre LPG dolum istasyonlarında uyulması gereken
ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ

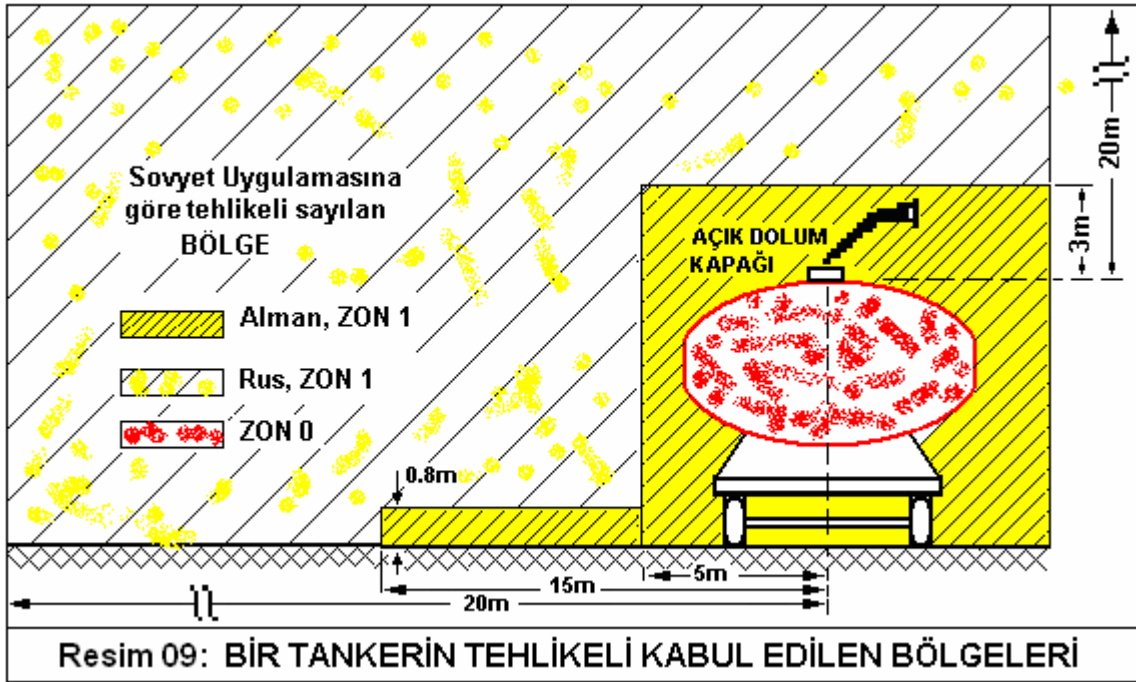
Ocak 2001

	LPG tankı, Yer altı		LPG tankı, Yer üstü		LPG, Dispenseri
	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

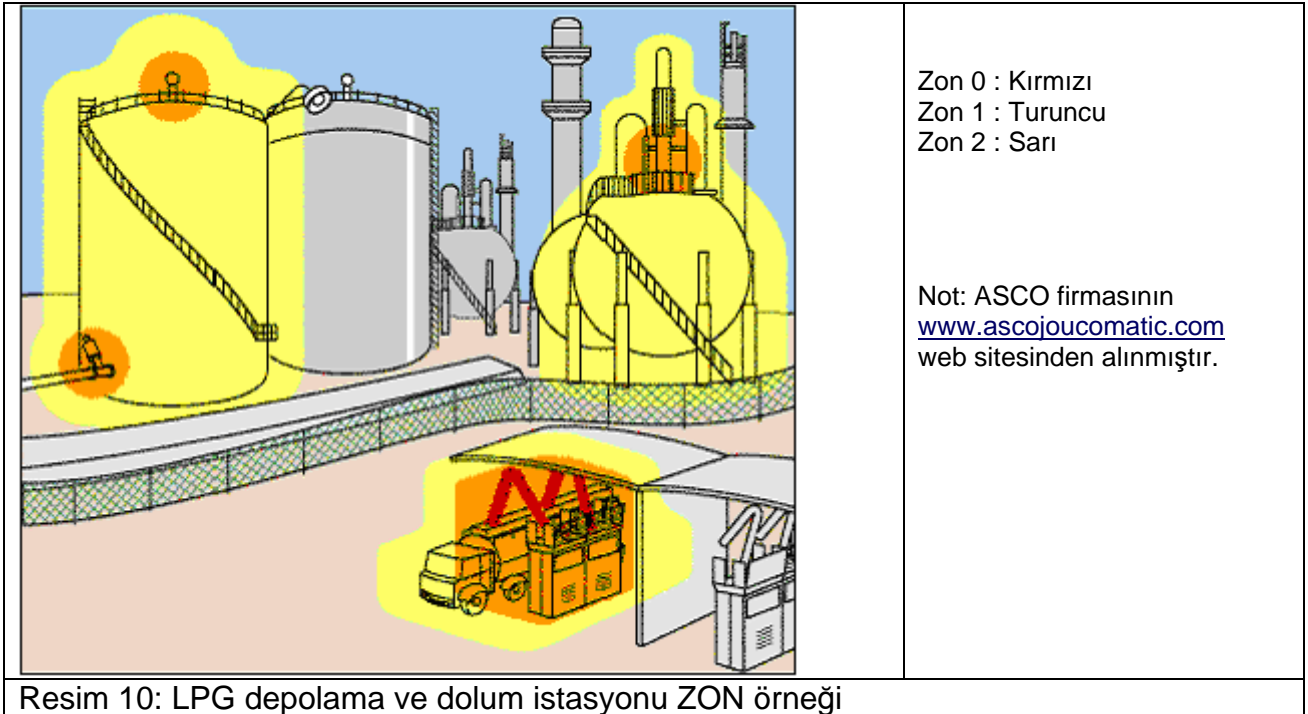


Akar yakıt, LPG ve doğal gaz tanklarının meskun mahalden uzaklıkları, bina içersi veya dışı kullanımı ve saire gibi yapım ve kullanımı ile ilgili “binaların yangından koruma

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

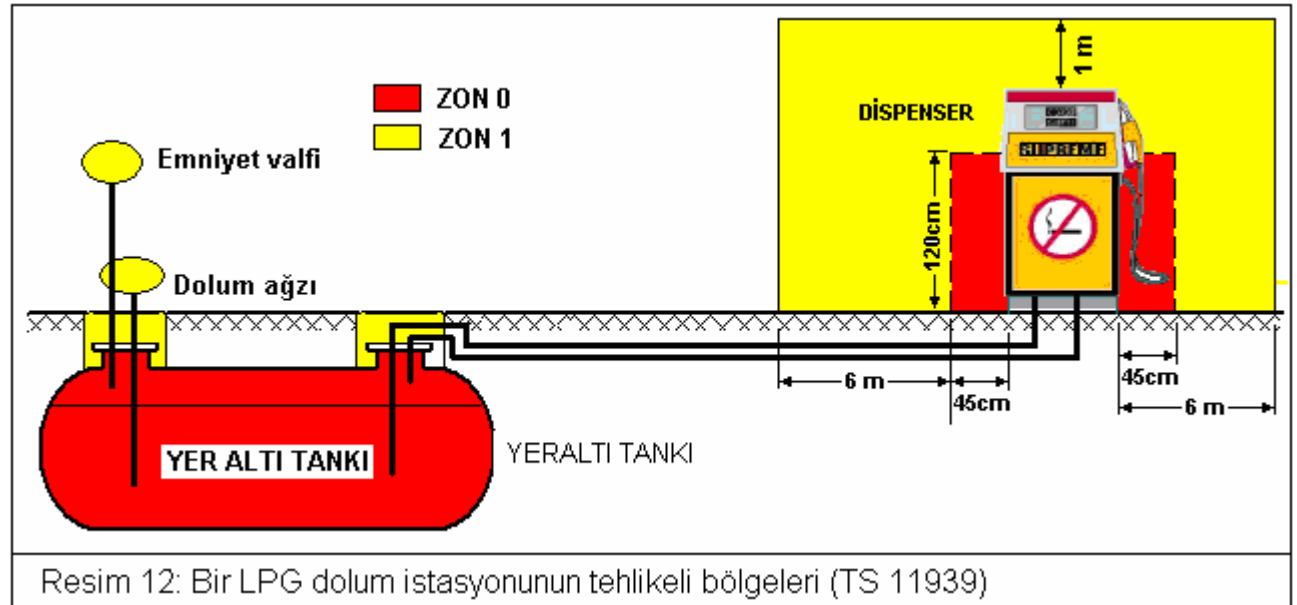
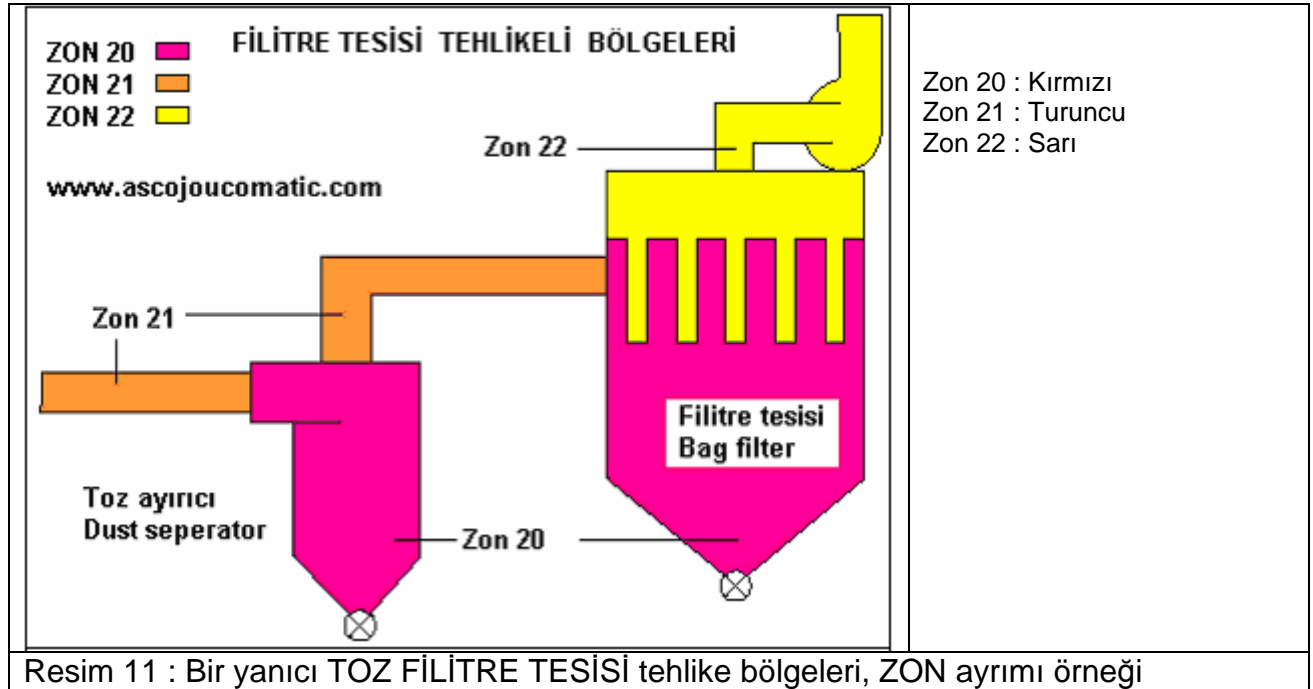


Bu mesafeler ülkeden ülkeye farklılık arz ettiği gibi, patlayıcı maddenin sınıfına, tahliye valfinin yapısına, tankın yapısına, alınan önlemleri (aralara konulan duvar ve tankın içine konulan "innert" gazı gibi) göre de değişmektedir.



Resim 10 da 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 yukarıda bahsettiğimiz nedenlerle çok farklı olabilmektedir.

Resim 11 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.



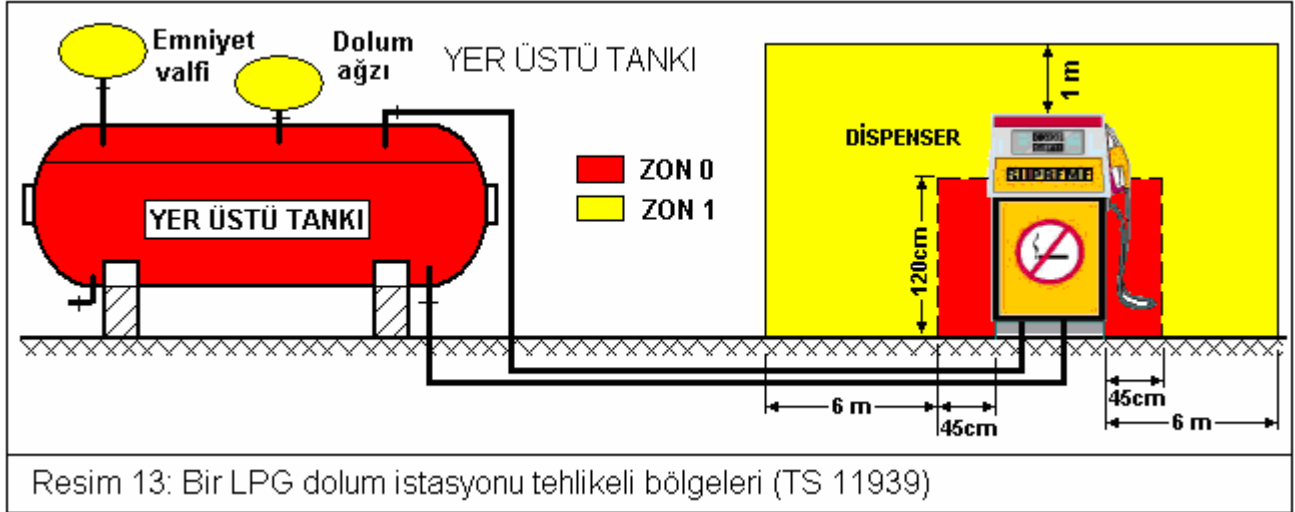
c) LPG İSTASYONLARI

LPG istasyonları ile ilgili kurallar TS11939'da verilmiş olup, bu standart da Amerikan NFPA /ANSI 58-1998 den yararlanılarak hazırlanmıştır. Tehlikeli bölge (ZON) ayırımı aşağıdaki resimlerde görülmektedir.

DİSPENSER:

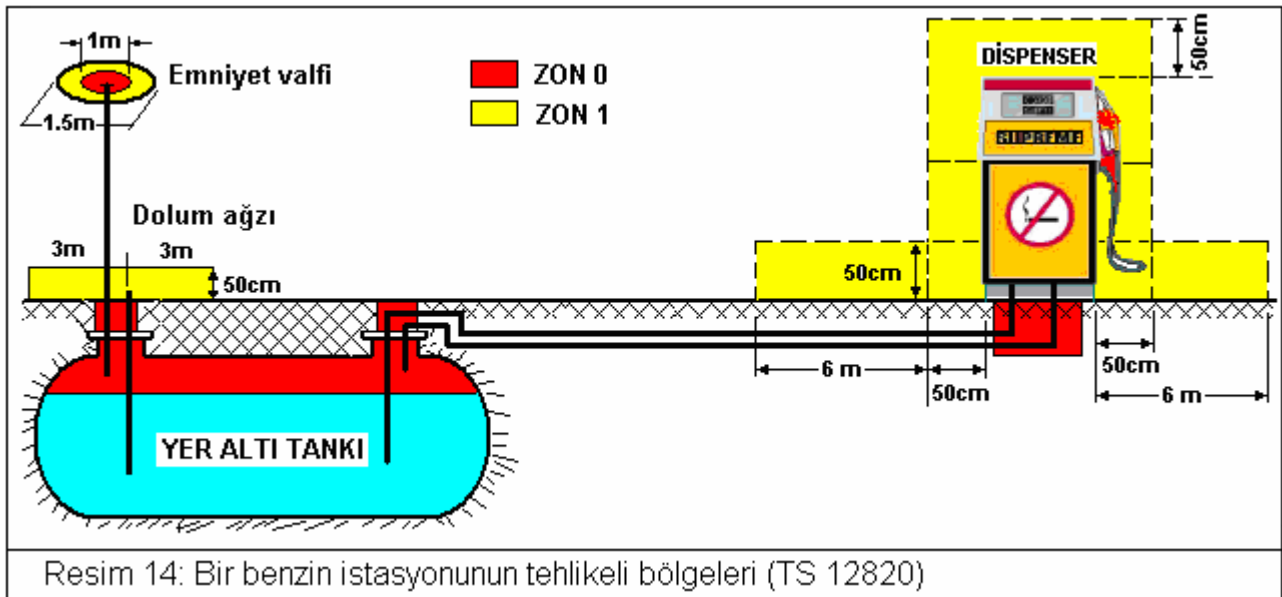
Dispenserin içi ile yatayda 45 cm ve dikeyde de 120 cm etrafı ZON 0 olarak kabul edilirken; yatayda 6 metre etrafı ile tepesinden 1 metre yüksekliği ZON 1 olarak kabul

edilmektedir. Burada Zon 0 ve Zon 1 tariflerinde bir karışıklık var gibi gözükmemektedir. 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 elektrikle sayıcılar mevcuttur. Ayrıca yabancı uygulamalarda da dispenser etrafı Zon 1 olarak kabul edilmektedir.



TANK:

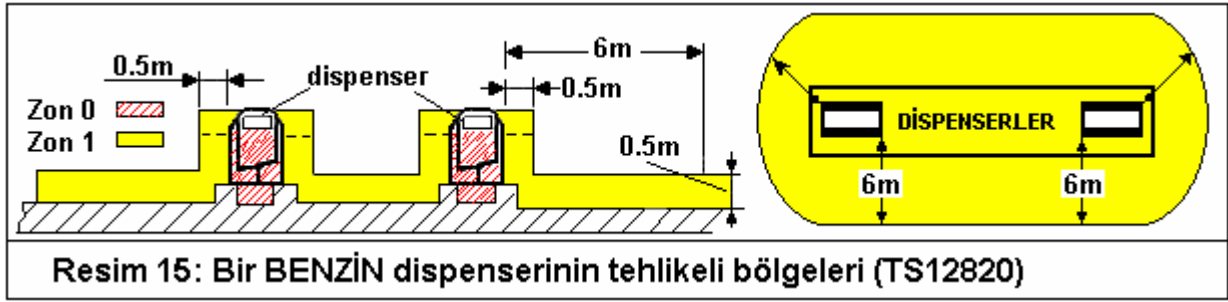
Tankın içi ZON 0 olarak izah edilirken, üzerindeki dolum ağzı ile emniyet valfi etrafı ZON 1 olarak kabul edilmekte fakat herhangi bir ölçü verilmemektedir.



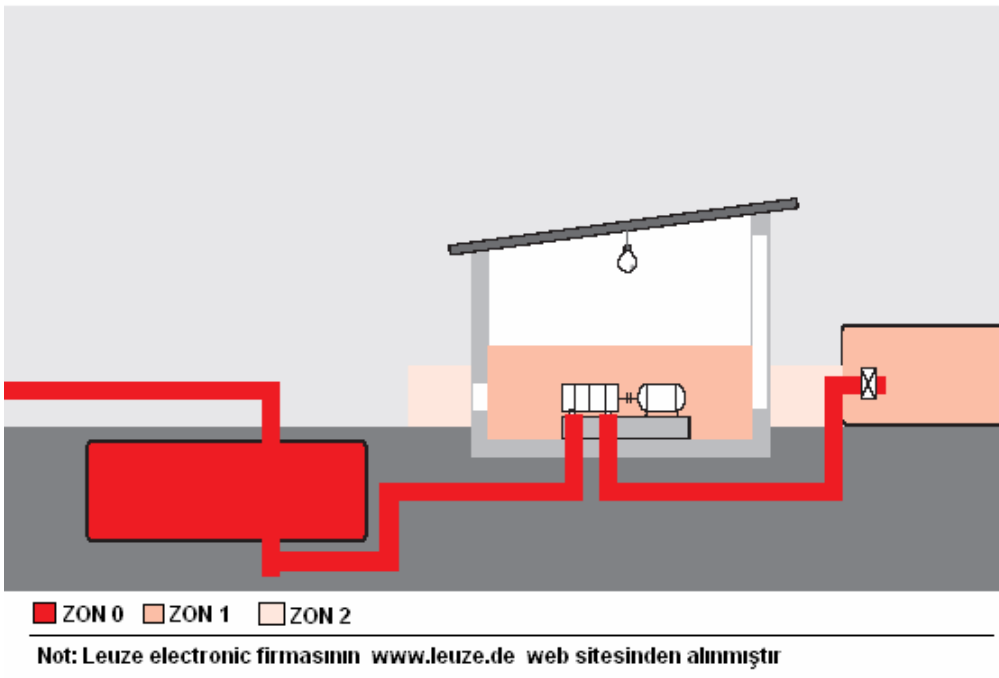
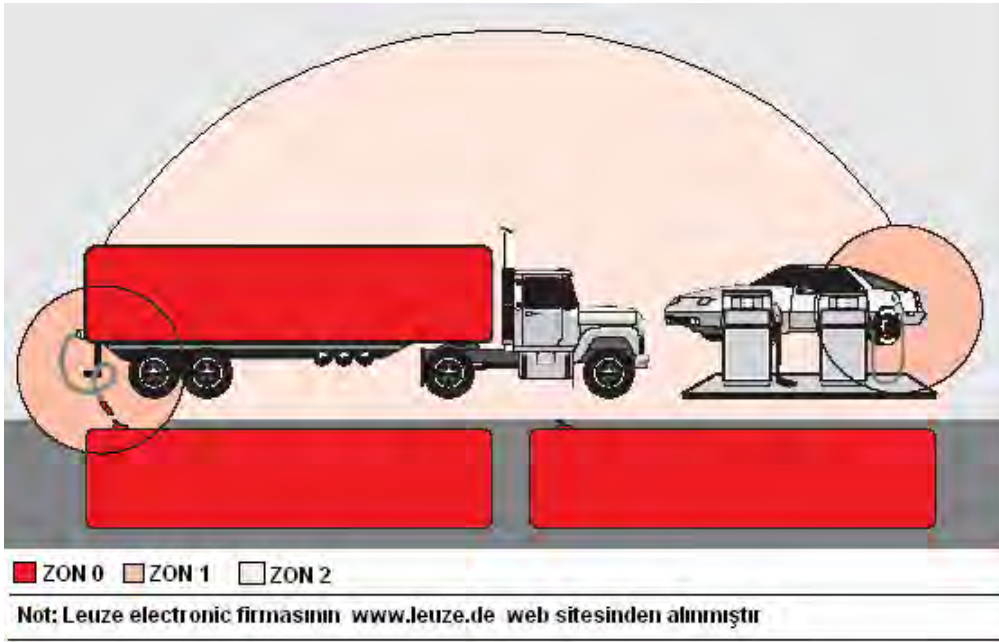
d) BENZİN İSTASYONLARI

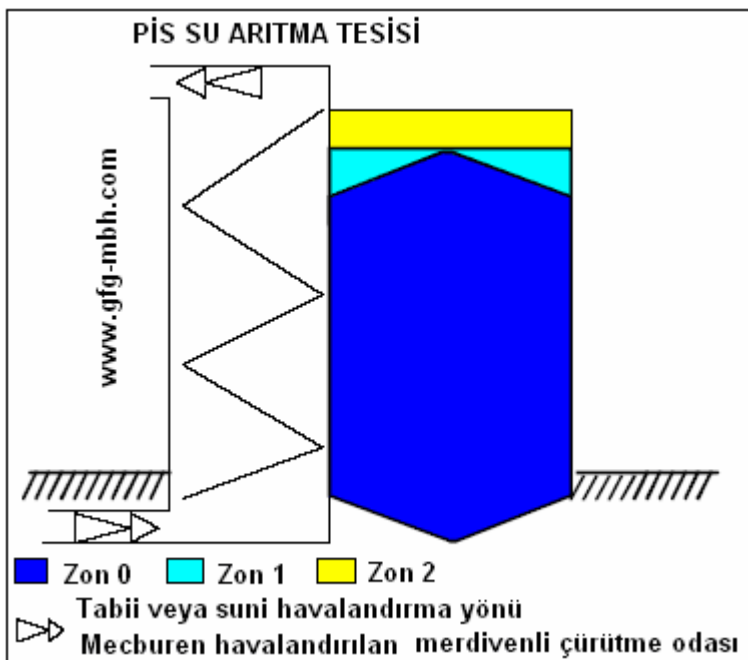
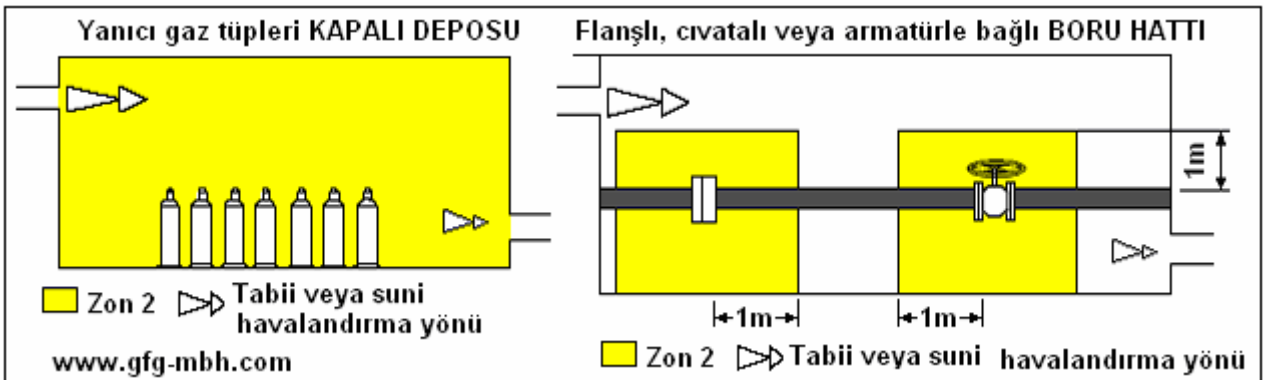
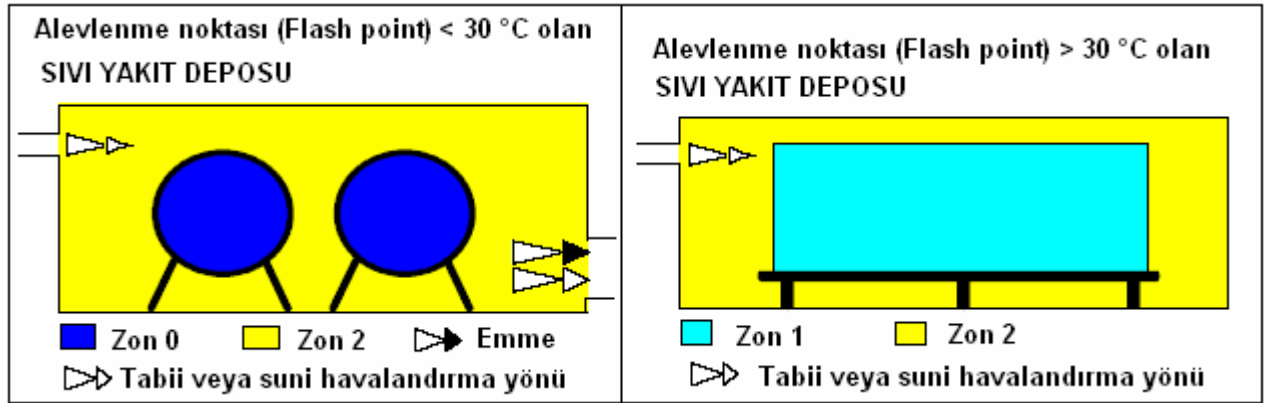
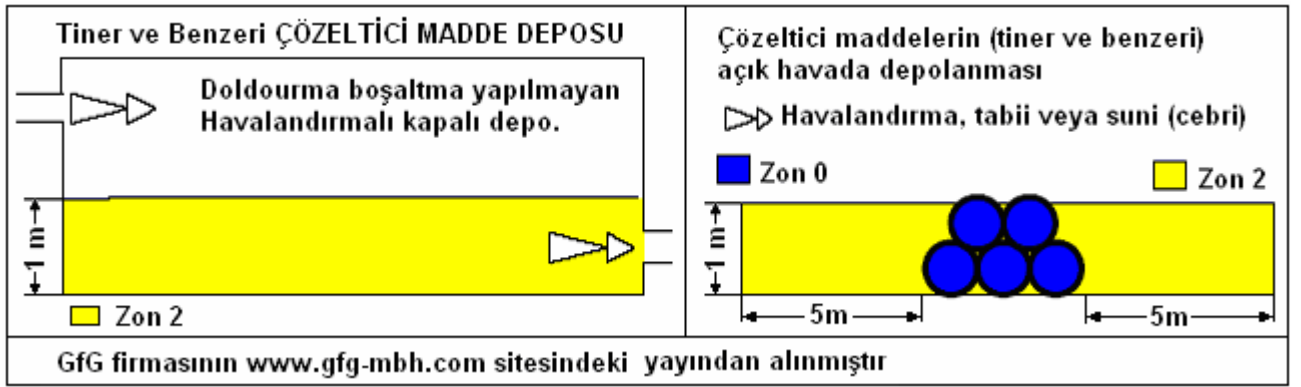
Benzin istasyonlarının tehlikeli bölgeleri TS12820'de tanımlanmış olup, aşağıdaki resimlerde özetlenmiştir. Benzin tankının içi ile dispenser etrafındaki çukurluklar (var ise) ZON 0 olarak kabul edilirken dispenserin yerden 50cm yüksekliği ile 6m etrafı ZON 1 olarak tanımlanmıştır. Dolum ağzındaki çukurluklar ve blöf vanasının etrafı (1m) ZON 0 olarak tanımlanmıştır.

Deposu yer üstünde bulunan benzin istasyonu olmadığından yer üstü tankına ait bir örnek verilmemiştir.



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





3.7 PATLAMA SICAKLIĞI ve ISI 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 12: Patlama ısıları ve ısı grupları, ESKİ TARİFLER								
ATEŞLEME ISISI		ISI SINIFI						
CCCP RUSYA	BRD ALMANYA	CCCP RUSYA		BRD ALMANYA		USA		
		eski	yeni	yeni	eski	NEC		ISA, UL, ANSI
450°C	450°C	A	T1	T1	G1	A	280°C	280°C
300-450°C	300-450°C		T2	T2	G2	B	280°C	280°C
175-300°C	200-300°C		T3	T3	G3	C	180°C	160°C
120-175°C	135-200°C		T4	T4	G4	D	280°C	215°C
	100-135°C		T5	T5	G5			
	85-100°C							

Isı gruplamasında kuzey amerikan görüşü ile uluslararası görüş (IEC) ve Avrupa görüşü aynıdır ve NEC 505 de son değişikliği ile IEC de olduğu gibi 6 ısı grubu tarif etmiştir. Yalnız bu gruplar da aralarında alt bölümlere ayrılmıştır. NEC in eski uygulamalı farklıdır ve tablo 12 de görülmektedir. Yeni ısı sınıflandırmaları ve uluslararası kabul ile NEC'in son uygulaması tablo 13 de görülmektedir.

Tablo 13: NEC , IEC ve EN ye göre kabul gören ısı grupları YENİ TARİFLER				
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 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 12 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 aşağıda verilmiştir. Bu konuda meslek kuruluşlarının detaylı verileri mevcuttur.

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

BAZI ÜLKELERİN GAZ GRUPLARI ve KARŞILAŞTIRILMASI

IEC CENELEC AVUSTURALYA	İNGİLTERE BS4683	ALMANYA & JAPONYA VDE0171 RIIS-TR-TR-79-1	U.S.A. NEC (national electric code)	Temsil eden örnek gaz		
II	II	I A	1	D	Propan	
		I B	2	C	Etilen	
		I C	3n	3a	B	Hidrojen
				3b	None	Karbon Disulfid
				3c	A	Acetylene

IEC = uluslar arası elektroteknik komisyonu

CENELEC = Avrupa norm kuruluşu, Avrupa normu

U.S.A. = ABD

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

b) SIVI YAKITLARIN PARLAMA NOKTALARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI, FLASH POINT

Yanıcı sıvılar (Otomobil yakıtları) 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. Aşağıda Tablo 16'da NFPA 30'a göre yapılan ve uluslar arası geçerli olan sınıflandırma görülmektedir.

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-etileter, 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		Kalorüfer yakıtları (fuel oil)
III B	F>93 °C (>200 °F)		Sıvı mutfak yağları, motor yağları, makina yağları

BAZI ÜLKELERİN ISI GRUPLAMALARI ve KARŞILAŞTIRILMASI

IEC/CENELEC (EN) AVUSTURALYA		JAPONYA (RIIS - TR - 79 - 1)		U.S.A. (ABD) (NEC 1984)		MİNİMUM ATEŞLEME SICAKLIĞI
Sınıf	Maksimum Yüzey Isısı	Sınıf	Maksimum Yüzey Isısı	Sınıf	Maksimum Yüzey Isısı	
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

4.0. PATLAYICI ORTAMLAR ÜZERİNE SON GELİŞMELER ve HUKUKİ DAYANAK

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.

1996 yılına kadar her Avrupa ülkesinin ayrı yasa, standart ve yönetmelikleri var idi ve bağlayıcı olan bunlar idi. 1 Temmuz 2003 den itibaren tüm Avrupa ülkeleri tek bir yasa ve standarda kavuşmuştur. ATEX 100a tabir edilen yeni Avrupa parlamentosu talimatları (directive) 1 Temmuz 2003 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Artık herkes ATEX den söz eder olmuş ve exprotection, exproof, flameproof gibi sözler unutulmaya başlanmıştır. Firmalar kataloglarında ATEX 100a'ya uyumlu tabirini kullanmaktadırlar.

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

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.

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

1980' e kadar nasıl yürür idi:

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

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

1980 den 2003' kadar:

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

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

Avrupa Parlamentosu 23 Mart 1994 yılında ATEX 100a tabir edilen ve resmi adı "directive 94/9/EC" olan bir talimat yayınlamıştır. Bu talimat ortaklık anlaşmasının 100a maddesine dayanılarak çıkarıldığından (serbest ticaret ve serbestçe mal alış verişi ile ilgili madde) ve patlayıcı ortamın Fransızca tabiri olan atmosphere 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 133 sayfadan oluşmaktadır.

Avrupa Parlamentosu Aralık 1999 yılında kullanıcıları kapsayan "directive 99/9/EC" talimatını da yayınlamış ve 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 güvenliği ve işçi sağlığını kapsayan bu talimat iş verenleri yani kullanıcıları ilgilendirmekte olup 1 Temmuz 2006'ya kadar geçiş süresi tanınmaktadır. ATEX 137, Zon tarifleri 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 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 işyeri 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. Bu konu ile ilgili uyum çalışmaları, yenilik ve değişimler devam etmektedir.

İŞLETMECİLERE GETİRİLEN YENİLİK ve KÜLFETLER:

01.07.2003 den itibaren kurulacak yeni tesisler için

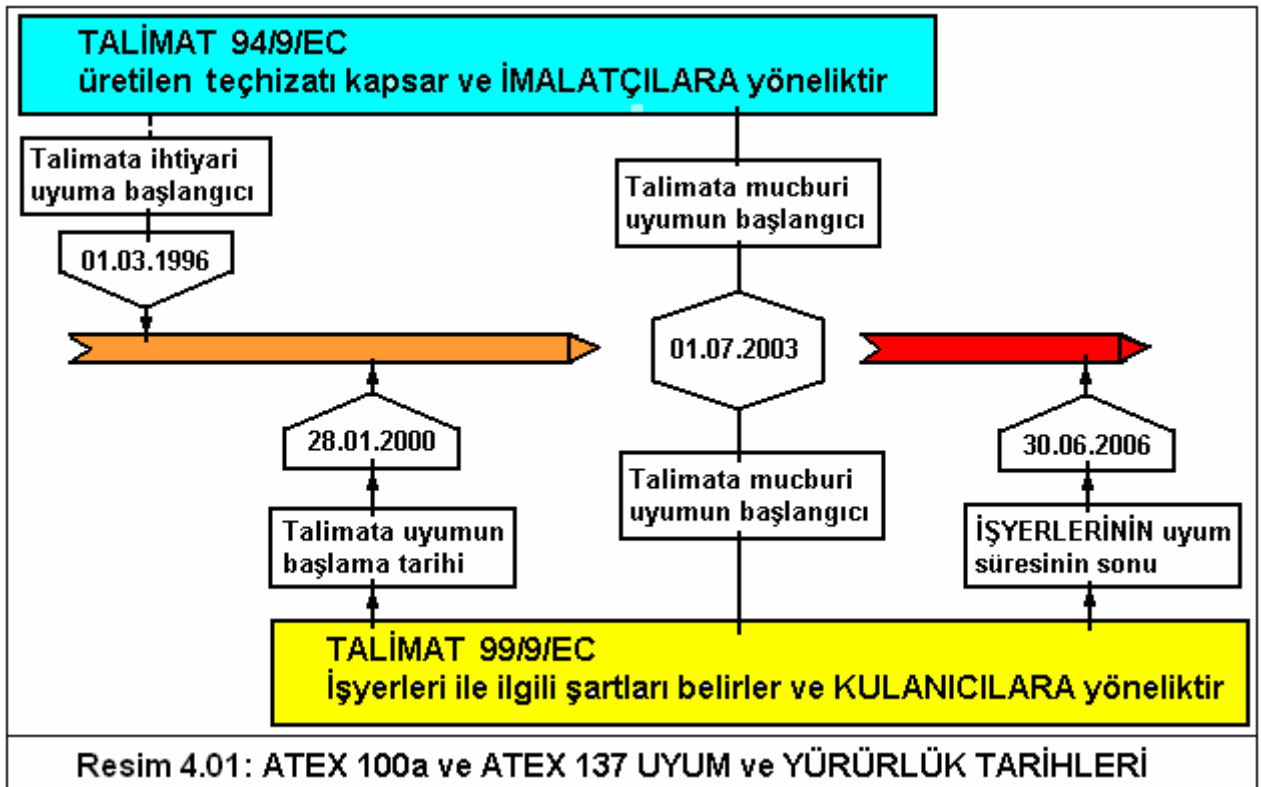
1. Tehlike analizi raporu (ZON'lara ayırma ve ısı sınıflarını belirleme gibi)
2. Patlamaya karşı koruma analizi (ex-koruma önlemleri dokümanı)
3. Kullanılan aletlerin 94/9/EC talimatına uyumluluk raporu. (conformity)

Bulunmak 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. Aşağıda uygulamanın zaman diyagramı görülmektedir.



İMALATÇILARA GETİRİLEN YENİLİK ve KÜLFETLER :

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

ATEX 94/9/EC 1996 dan itibaren geçerlidir. Uyum mecburiyeti ise 01.07.2003 den itibaren başlamıştır. Üretici firmalar zaten uyumlarını sağlamış durumdadırlar. Avrupa dışına satılacak aletler farklı standartlara göre de imal edilebilir. Çoğu firma hem Amerikan ve hem de Avrupa standardına göre alet üretmekte ve pazarlamaktadır.

4.2 ATEX 100a TEKNİK BAZDA NE GİBİ YENİLİKLER GETİRMEKTEDİR:

ATEX 100a'nın (directive 94/9/EC) girişindeki izah bölümünde gerekli açıklamalar yapılarak ne gibi yenilik ve değişiklikler getirildiği izah edilmektedir.

Konu ile ilgili literatür karıştıran ve firma kataloglarına bakan meslektaşlarımız ilk bakışta patlayıcı ortamlarla ilgili Avrupa Normlarının yürürlükten katılığı hissine kapılabilirler.. ATEX 100a bir standart değildir. Mevcut standartlar bu talimata uyumlu hale getirilmek zorundadır ve bir çoğu da değiştirilerek uyumlu hale getirilmişlerdir. Zaten konu ile ilgili standartların çıkarılış nedeni ve hukuki dayanağı ATEX 100a dır.

Getirilen en önemli yenilikler:

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 kalacaktır e yayınlamaya başlamıştır.
2. **Koruyucu sistemleri** de kapsamaktadır. Patlamayı önlemek veya yayılmasına mani olmak için yapılan tüm sistemler (flame arrestor) ATEX 100a'ya uyumlu olmak zorundadır. Bu tip tertibatlar da bundan böyle exproof sertifika alacak ve CE belgesi ve damgası bulunacaktır. Örneğin madenlerde kullanılan su püskürtme sistemleri ve petrol sanayinde kullanılan "buhar bariyerleri" gibi.
3. 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, **Madenlerin ayrıcalığı kalkmıştır**.
4. Aletleri kullanma ortamlarına göre kategorilere ayırmıştır (ZON'lara). **İlk defa kategorilerden bahsedilmeye başlanmıştır**. Bunların ne oldukları yazımızın ileriki bölümlerinde izah edilecektir.
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.
6. Etiket şekli değişecek ve aletin etiketinden, kullanılacağı yer (gaz grubu), kullanılacağı ortam zon (kategori) ve kullanılacağı ortamın cinsi (gaz, toz gibi) anlaşılacaktır.
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.

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 ise ve bu cihaz ticari piyasaya sürülüyor ise aynı şekilde yeni bir sertifika ve CE uyumluluk belgesi almak yani ATEX 100a'ya uymak zorundadır.
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.

4.3. ALET KATEGORİLERİ

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

Grup I: Girzulu maden ocaklarını ve var ise yer üstü tesislerin, kısaca maden sanayini kapsamaktadır. Kullanılan aletlerin yüzey sıcaklığı metan ve kömür tozuna göre dizayn edilecektir. Kömür tozu var ise 150 °C yok ise 450 °C olabilmektedir.

Kategori M1:

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

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

Etiketinde M1 işareti olan bir alet en az 2 arızada tehlike yaratmayacak şekilde dizayn edilecektir. Ayrıca ikinci bir emniyet önlemi alınmalıdır. ATEX ifadesinde bu şekilde yuvarlak sözler kullanılmaktadır. Pratikte bu önlemler; grizu ölçülerek tehlike, halinde

(gizunun %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 kategorisindeki)

Kategori M2:

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

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

Grup II : Maden sanayi dışındaki sanayi kollarını kapsar. Aletlerin yüzey sıcaklıkları kullanılan ortama göre farklı olabilmektedir. Tehlike bölgeleri üç ayrı ZON'a ayrılmıştır (Zon 0, 1 ,2).ve üç ayrı kategoride alet kullanılabilir. 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.

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 kategoride (**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 katsayısı 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 bariyer (diod?) vardır. Biri veya ikisi arızalansa emniyetlilik devam etmektedir.

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.

Tablo 4.01: 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 kullanılabilirler.

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

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

Patlayıcı ortamlarla ilgili ikinci tüzük “**parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışan iş yerlerinde ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzük**” dür ve son şekli ile 24.12.1973 tarih ve 14752 nolu resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. 30 yılı aşkın geçmişi olan bu tüzük hiç tadilata uğramamıştır. Yine maden emniyet nizamname-

sinde olduğu gibi 1950'lerin felsefesine göre hazırlanmış olup, daha ziyade Amerikan uygulaması ağır basmaktadır.

Maden emniyet nizamnamesinde olduğu gibi bu tüzük de bazı koruma tiplerini izaha çalışmaktadır (Alev geçirmez = d-tipi koruma, basınçlı gaz ile üflenecek veya asal gaz gibi ifadeleri ile p-tipi korumayı tarife çalışmaktadır). Ayrıca etanş aletlerden bahsetmekte ve bu tip aletlerin kullanımına müsaade etmektedir. **ETANŞ tabiri IP54** veya yukarısı koruma anlamına gelir ve o aletin nemli yerlerde kullanılabileceğini ifade eder. Patlayıcı ortam kullanımı ile ilgisi yoktur. Bu tipik bir Amerikan uygulamasıdır ve yine Amerikan uygulamasında olduğu gibi ZON tarifi ve ayırımından bahsetmemektedir. Kondiut kullanımına öncelik vermiş, kablolar da bir açık kapı bırakmıştır. Ülkemizde petrol, petro-kimya ve gaz sanayinin Amerikan ağırlıklı olduğunu unutmamak gerek.

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

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 yaşamaktadır. 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. Eski tüzükler de aynı anda geçerliliklerini korudukları için şu anda (01.08.2004) uyum ihtiyaridir, mecburi değildir.

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.

Directive 94/9 aynen bire bir tercüme edilmiş olup çoğu yerde de ufak tefek hatalar içermektedir. Bence bazı yerlerinde fahiş hatalar da mevcuttur. Örneğin Ek II madde 1.2.9 da "Aleve dayanıklı mahfaza" (Flameproof enclosure) tarifinde olduğu gibi. Yönetmeliği madde madde detayları ile incelemiş değilim. Yalnız benim sizlere tesviyem daim orijinal İngilizce metin ile çalışmaktır. Tercümenin yanlış olduğunu iddia etmek de bence biraz haksızlık olur. Çünkü bazı maddeler var ki ben kendim hem İngilizce ve hem de Almanca metinleri okuyarak zor anlam çıkarabilmekteyim. En önemli husus ise şudur : ATEX 100a 1994 yılında yayımlandıktan birkaç yıl sonra, her ülkenin kendine göre farklı anlamlar çıkardığı, farklı yorumlarda bulunarak farklı uygulamalarda bulunduğu anlaşılmış ve 1999 (2000 ?) yıllarında açıklayıcı metin yayınlanmıştır. 16 madde ve ekleri ile birlikte yaklaşık 25 sayfadan oluşan Derictive94/9,133 sayfanın üzerinde bir kitapçık halinde yayınlanmıştır. Bu nedenle Türkçe metinleri okurken ve bunlara göre herhangi bir yorum yapılırken tercümesinin pek güvenilir olmadığını şaşmamak gereke. Bu tercümenin yanlış yapıldığı

dikkatli davranılmalı, başkalarının da ne anladığı göz önünde tutulmalıdır. ATEX 100a (Directive 94/9) tüm Avrupa topluluğu ülkeleri için geçerlidir ve herhangi bir AT ülkesinden alınan sertifika tüm topluluk ülkeleri içersinde 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 tercüme yapıpken acaba böyle bir şey düşünmüş müdür? Zannet miyorum. 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 yeterlidir. Bence hiç fark etmez. Türk sanayicilerinin hangisi hangi yönetmelik veya tüzüğe uyuyor ki. Büyük kuruluşlar dışındaki sanayinin, patlayıcı gaz dağıtım şirketlerinin, ve saire ATEX denilen şeyden haberleri bile olduğunu sanmıyorum. Ufak şirketlerin hemen tamamı gayri nizami çalışıyor ve bunlara da devlet makamları "sanayi koruma açısından" göz yumuyor. Diğer taraftan "patlayıcı ortamlar" konusunda bilgisi olan iş güvenliği müfettişi sayısı ne kadardır bilinmez. Bu konunun en bariz örnekleri maden işletmelerinde yaşanmaktadır. Grizulu kömür madenlerinde bir patlama olduğunda konu gündeme gelmekte "madenlere exproof malzeme konulması" istenmekte, fakat aradan birkaç ay geçinde konu unutulup "sümen altı" edilmektedir. Burada birilerini suçlama değil Türkiye gerçeklerini dile getirmek istiyorum. Madalyonun öbür yüzüne bakarsak, exproof malzeme normal ekipmanın 5-10 misli pahalıdır. Bu pahalı ekipmanları alıp ekonomik üretim yapmak ve "gayri nizami üreticilerle" rekabet etmek kolay değildir. Müfettişler eğer üstlerine giderlerse benim bildiğim kömür madeni işletmelerinin %99'u kapatır gider. "Bağcıyı mı dövmek üzüm mü yemek" gibi bir durum ile karşı karşıya gelmektedir. Diğer taraftan "gayri nizami" olan yalnızca madenler mi?

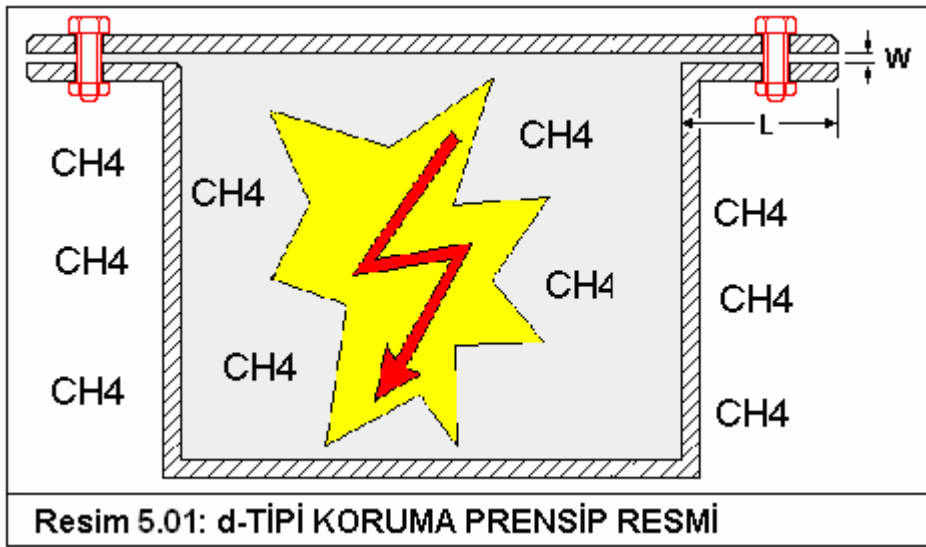
5.0 KORUMA TIPLERİ

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrikli aletlerin ortamı tehlikeye düşürmemesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntem ve metotlar aletin yapısına göre farklıdır ve aşağıda teferruatlıca incelenecektir.

5.1. d-TİPİ KORUMA, ALEVSIZMAZ KORUMA (FLAMEPROOF ENCLOSURE) ALEVSIZMAZ KAP

EN 50018, IEC 60079-1, TS 3380

İlk uygulanan koruma yöntemi d-tipi korumadır. Diğer metot ve yöntemler sonradan geliştirilmiştir. Bu tip korumanın prensip resmi aşağıdaki resim 5.01'de görülmektedir.



a) Genel bakış

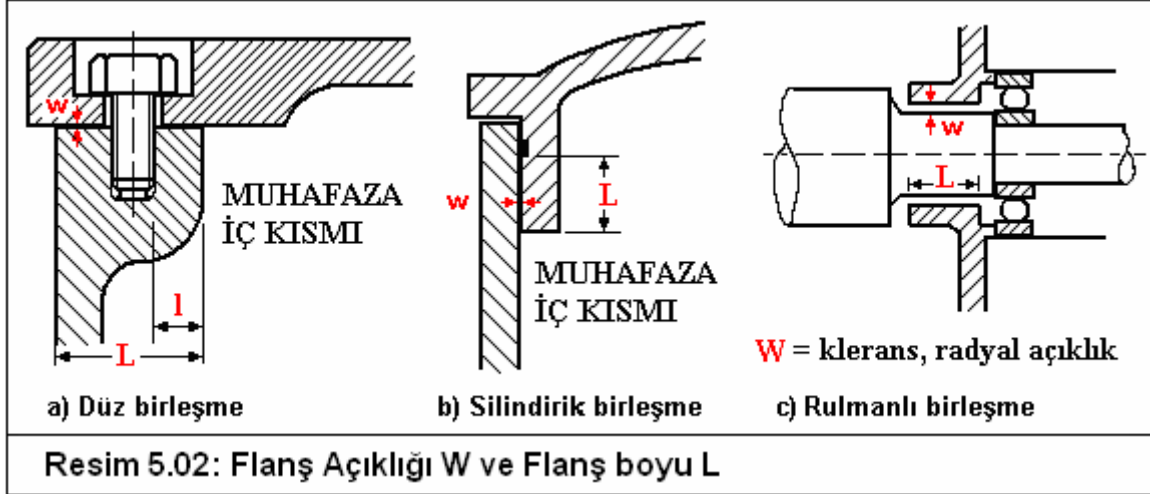
En çok kullanılan ve geniş bir tatbikat alanı olan bir koruma yöntemidir. Bu yöntemde ark veya ısı üreten alet (örneğin transformatör, kesici, yol verici gibi) basınç dayanıklı bir muhafaza içersine yerleştirilir. Patlayıcı gaz, flanş ve kapak aralıklarından her an içeri sızabilir ve yol verme esnasında çıkan elektrik arkı bu gazı patlatabilir. D-tipi muhafaza öyle yapılmıştır ki, muhafazanın içersinde 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 ortamlarla irtibatı olan bağlantı kısımları öyle yapılmıştır ki, patlama anında sızan alev soğur ve ısı da dış ortamdaki gazı patlatmaya yetmez. Bu nedenle flanş aralık ve yüzeyleri belli genişlikte imal edilmek zorundadır. Bu ölçüler tablolarda görüleceği gibi standartlarla belirlenmiştir.

Sızan alevin soğuyarak dışarıdaki gazı patlatmama olayına, ALEVSIZDIRMAZLIK denilir ve bu tabir standartlara da yerleşmiştir. Alevsizmaz tabirinin İngilizce karşılığı FLAMEPROOF ve Almanca'sı ise SCHLAGWETTERGESCHÜTZ olarak bilinmektedir. Konu ile ilgilenenler bu tabirlere sıkça rastlayabilirler.

b) en küçük flanş uzunlukları (L) ve emniyet açıklıkları (w):

Alev sızmaz bir muhafazanın nasıl imal edileceği TS EN 50018 de detayları ile verilmiştir. Burada bazı önemli noktalar vurgulanacaktır. Flanş boyları (L) ve en büyük emniyet açıklıkları (W) aşağıda resimlerde görüldüğü gibi bağlantı şekline göre farklıdır ve tablolarda görüleceği gibi standartlar da farklı değerler verilmektedir.



c) alev sızmazlığın denemesi

Resim 5.01'de görüldüğü gibi d-tipi muhafazanın deney yöntemi prensip olarak çok basittir. Muhafazanın içine ve dışına patlayıcı kıvamda gaz (örneğin %6 metan hava karışımı) verilir. Sonra muhafazanın içersini 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 flanş 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 dibine 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 yapılmaya başlanarak, d-tipi deneyleri o kadar basitleştirilmiştir ki, laboratuvarında yanında sigara içilebilecek kadar emniyetli hale gelmiştir. 1960 ve 70'li yıllarda sır olan bu deney yöntemleri günümüzde standart hale gelmiş ve Avrupa normlarında da yerini almıştır. Aşağıda da bahsedeceğimiz gibi, gaz grupları örnek gazları ile değil, belli orandaki hidrojen gazı ile yapılmaktadır.

d) En büyük emniyet aralığı MESG

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 verilmiştir. Örneğin metan gazının azami deneysel emniyet açıklığı 1.1 mm iken standartlar 0.8 mm olarak vermektedir. Burada alev yolu uzunluğuna (L) dikkat etmek gerekir. L kısaldıkça MESG de küçülmektedir. Çünkü alevle soğuyabilecek fazla bir yüzey kalmamaktadır. Aşağıda bu

değerler tablo halinde verilmiştir. 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 EN 50 018 de 0.5 mm olarak verilmektedir. Bunun sebebi imalatın kolaylaşması ve otomatik makineler 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 gresli tutulur ki, kapak kolayca açılabilsin.

Patlayıcı madde	Patlama derecesi °C	Minimum ateşleme enerjisi μJ	Minimum ateşleme akımı mA	Patlama açıklığı MESG *)	Patlama sınırı (hava ile% olarak, hacimsel karışım)	
					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 bisülfid	95	9	--	0,34	0,6	60,0

*) Maksimum patlama açıklığı veya en büyük patlama aralığı olarak tercüme edilen bu değer İngilizce orijinali MESG = maximum experimental safe gap

PATLAMA SINIFI				AÇIKLAK (mm)		
USA NEC500	CCP VII-3	BRD, VDE		CCCP VII-3	BRD, VDE	
		eski	yeni		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	-

Flanş uzunluğu, L mm (açıklık bayu, L, (mm))		Hacime göre azami açıklık (Gap) W, mm (hacim V cm ³)								
		V < 100			100 < V < 2000			V > 2000		
		I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB
Düz birleşme	6 < 9.5	0.30	0.30	0.20	-	-	-	-	-	-
	9.5 < 12.5	0.30	0.30	0.20	-	-	-	-	-	-
	12.5 < 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 < 12.5	0.30	0.30	0.20	-	-	-	-	-	-
	12.5 < 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	6	0.45	0.45	0.30	-	-	-	-	-	-
	12.5 < 25	0.60	0.50	0.40	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	0.30
	40 < L	0.75	0.75	0.60	0.75	0.75	0.45	0.75	0.75	0.40

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. Aşağıda bu değerler tablo halinde verilmiştir. 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 MESG'nin ne olduğu ve hangi gaz karışımında 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.

2.000 cm³'den büyük hacmi olan bir d-tipi muhafazanın flanş boyu 25 mm'den uzun olmak zorundadır. Rulmanlı yataklarda bu boy daha da uzamaktadır. Çünkü açıklık (W) hareket nedeni ile küçük tutulamamaktadır. Bu açıklıklar "filer çakısı" ile de kontrol edilmektedir. Yalnız, yukarıda verilen açıklıklar patlama esnasında, kabın genişlediği andaki değerlerdir. İşletmede faal bulunan bir d-tipi alet daha küçük (0,3mm gibi) filerle kontrol edilir. Gazın kolayca içeri girmesini önlemek ve patlama esnasında alevin enerjisini alabilmek için d-tipi aletlerde bağlantı yüzeyleri daima gresli tutulur. Bakımlarda gres filmi yenilenir ve temiz tutulmaya çalışılır. Çünkü iğne başı kadar bir aralık alevin sızmasına yetmektedir.

Yeni sertifika alırken imalatçılar teknik resimlerinde açıklıkları belirtmektedir. Bu değerlerin küçük gösterilmesinin bir anlamı yoktur. Yukarıda bahsettiğimiz gibi hidrojen gazı ile yapılan deneylerde laboratuvar yetkilisi gerçek açıklığı kolayca tespit edebilmektedir. Bu değere deneysel açıklık adı verilir (MESG, minimum experimental safe gap). Standartlarda bu değerlerin hangi aralıklarda olacağı belirtilmiştir.

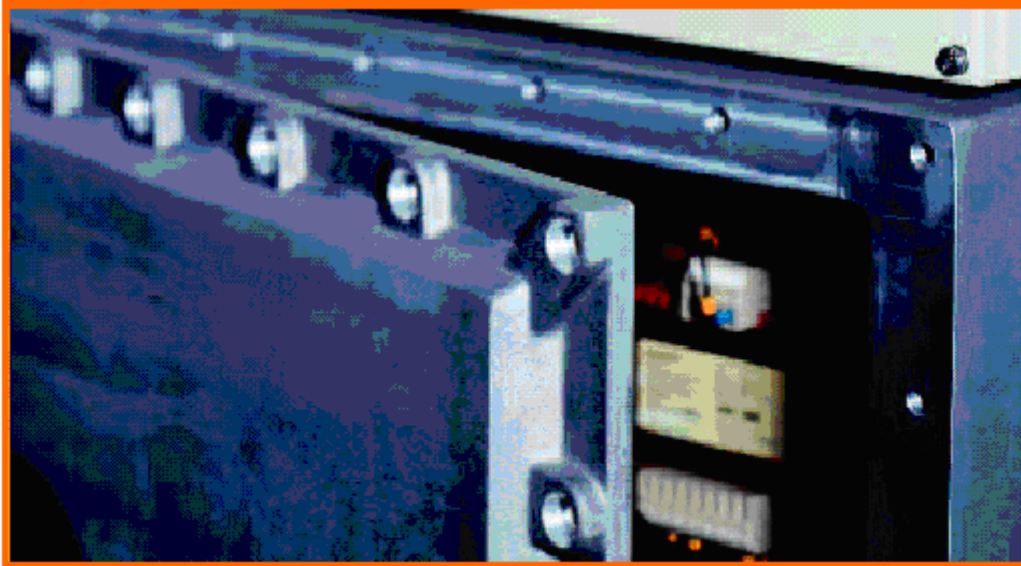
Bu kadar küçük açıklıkları (w) patlama anında yakalamak basit değildir. Bu nedenle d-tipi korumalı aletlerin gövdesi robust olur. Gövde metan gazı için 10 atmosfer statik basınca dayanmak ve bu basınçta deforme olmamak zorundadır.

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

Yukarıda görüldüğü gibi 10 cm³'den küçük hacimlerde basınç testi hiç istenmemektedir. Bu da çok küçük hacimli buton ve siviç gibi kumanda devresi aletlerinin yapımını kolaylaştırmaktadır.

d-tipi muhafazaların test gazları ve hava ile karışım oranları aşağıdaki tabloda görülmektedir

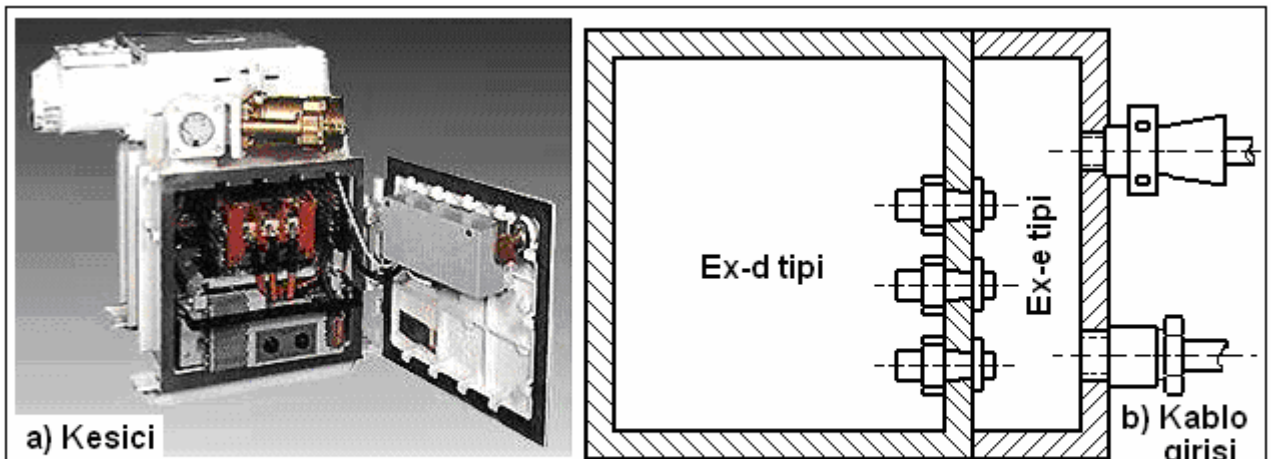
Tablo 5.05: Gaz gruplarının hidrojen eşdeğerleri			
GAZ GRUBU	GAZ KARIŞIMI	Hava ile karışım oranı	
I	%58 CH ₄ +%42 H ₂	%12.5	Metan grubu
IIA	H ₂	%55 H ₂	Propan grubu
IIB	H ₂	%35 H ₂	Etilen grubu
IIC	H ₂	%28 H ₂	Hidrojen grubu



R.Stahl firmasının www.stahl.de sitesinden alınmıştır

Resim 5.03: Ex-d tipi gövde, flanş yüzeyleri işleme örneği

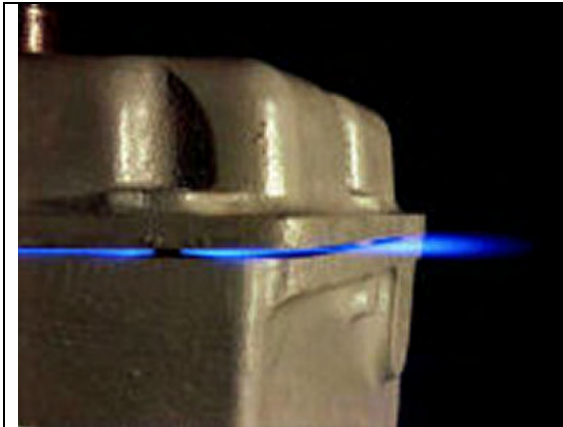
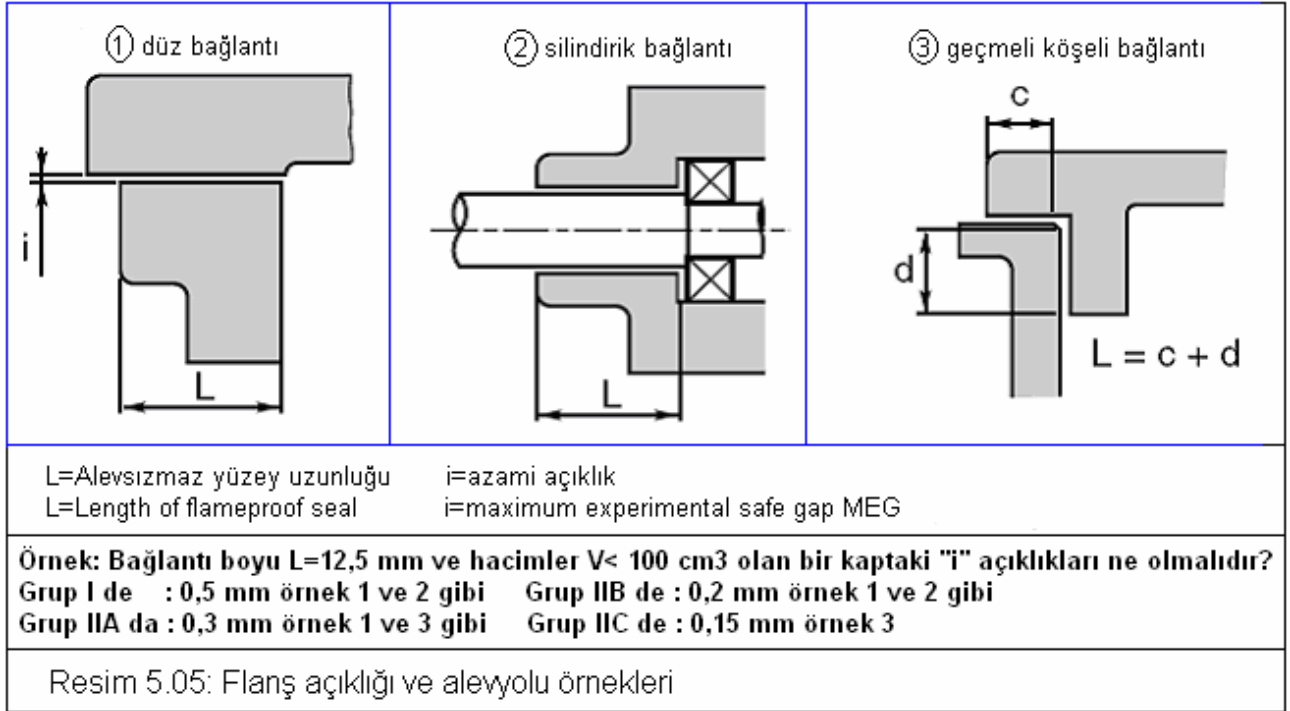
Resim 5.03e d-tipi bir muhafazanın kapağı ve işlenmiş flanş yüzeyleri görülmektedir. Ayrıca kısa aralıklarla yerleştirilen civata bağlantıları d-tipi kap imalatının kolay olmadığını göstermektedir. Yine resim 5.04 a)'da bir yol verici gövdesi ve işlenmiş kapak yüzeyleri görülmektedir.



Resim 5.04: a) Ex-d tipi bir kesici gövdesi ve işlenmiş flanş yüzeyleri
b) Ex-d tipi bir gövdeye, Ex-e tipi üzerinden kablo girişi

d) Kablo girişleri:

Alev sızmaz aletlerin enerji girişleri özel yapılmak zorundadır. Çünkü bunlar muhafaza ile birlikte basınç ve alev sızdırma deneyine alınmaktadır. Resim 5.04 b) de bir enerji giriş tertibatı görülmektedir. Normal kablo başlıkları ise e-tipi korunmuş ayrı bir buvat veya terminal kutusu üzerinden yapılmaktadır. Aslında kablo başlıkları basınca ve alev sızma deneyine mukavim 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.



d-tipi koruma en güzel yandaki resimde canlandırılmaktadır. Kapaklardan sızan alev görülmekte olup, hedef sızan bu alevi kapak yüzeylerinde soğutarak alevin dışarı sazmasını önlemektir.

İngiliz test otoritesi BASEEFA nın web sitesinden alınmıştır. www.baseefa.com

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

EN 50019, IEC 60079-7, TS 3385

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

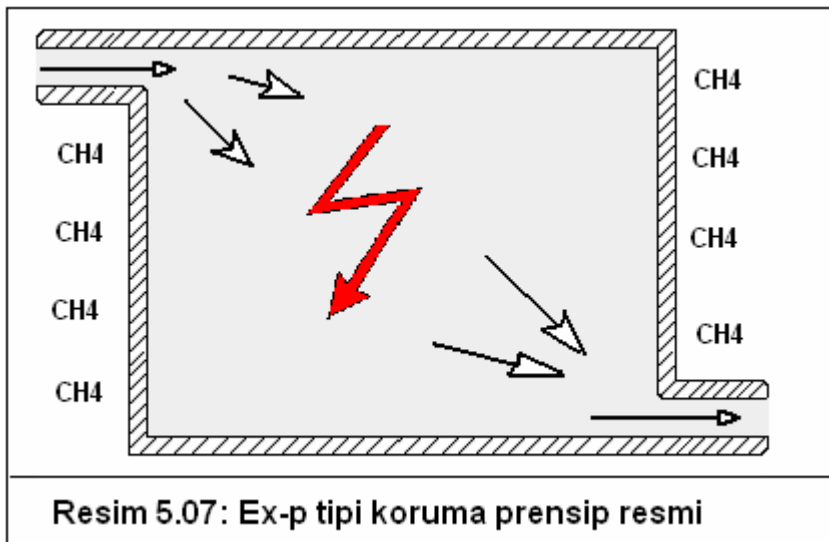
- Gövde, her ne kadar basınca dayanıklı olmayacaksa da, belli bir mekanik dayanımı olmalıdır. Bu dayanıklılık darbe testi ile ölçülmektedir. Gövde bu darbe testi şartlarına uygun imal edilmelidir.
- İçersinde barındırdığı alete göre dış yüzey sıcaklığı imal edildiği ısı sınıflarını aşmamalıdır. Örneğin T6'ya 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 metal (çelik veya alüminyum) malzemeden yapılırken, Ex-e tipi gövdeler metal olabileceği gibi plastik veya fiber gibi suni maddelerden de imal edilebilmektedir. Hangi malzemenin kullanılacağı sürüme ve satış miktarına bağlıdır. Az satılan ekipmanlarda metal türü gövdeler ekonomik olmaktadır. Zaten exproof malzemeler de fazla satılmadığından plastik türüne pek rastlanmamaktadır.

5.3. p-TİPİ KORUMA, BASINÇLI TİP KORUMA, (pressurized enclosures)

EN 50016, IEC 60079-2

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

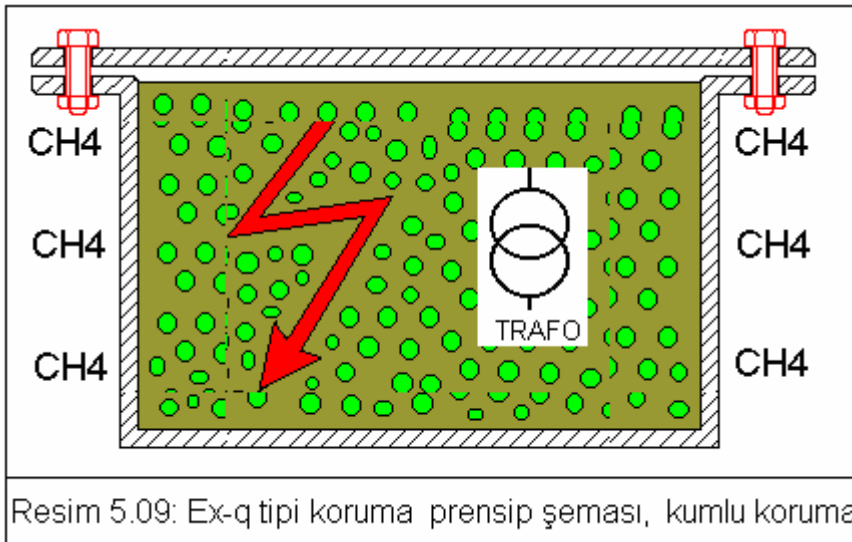


Ex-p tipi koruma yöntemi, basınçlı üfleme sistemi dolayısı ile pahalı bir uygulamadır. Son zamanlarda bazı şalt istasyonu gibi komplike tesislerde uygulanmakta ve ekonomik olmaktadır. Patlayıcı ortam için ön görülmeyen yani exproof olmayan bir tesis basınçlı temiz hava ile (içersinde patlayıcı gaz olmayan) üflendiğinde, tesisin içersinde bulunan ark çıkaran veya aşırı ısınan aletler etraflarındaki patlayıcı ortamı tehdit etmemektedir.

Korunan kısımda 0.5 mbar'lık bir basınç farkı yaratmak yeterli olmaktadır. Gaz kaçaqları sürekli üfleme ile karşılanmakta ve Ex-p tipi korunan tesisin içersi sürekli temiz tutulmaktadır. Herhangi bir basınç düşümünde korunan sistemin elektriği kesilerek tehlike önlenmektedir. Ex-p tipi korunan tesisin bu gibi basınç ve gaz ölçü sistemleri kendinden emniyetli Ex-i tipi olmak zorundadır ki, ortamın tehlikeye girdiği (basıncın düştüğü) hallerde de çalışabilsin. Sürekli çalışan üfleme sisteminin yanı sıra bu gibi özel ölçü sistemleri Ex-p tipi koruma yöntemini pahlandırmaktadır.

Son zamanlarda ATEX'in mekanik sistemleri de kapsamına alması dolayısı ile üfleme koruma sistemi (Ex-p tipi koruma) popolarite kazanmış ve uygulama alanı bulmaya başlamıştır.

Resim 5.08'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 sızmasına müsaade edilmemektedir. Bu odanı dışarıya göre basınç farkı ve üflenmiş hava miktarı ve saire gibi bazı veriler sürekli ölçülerek otomatik kontrol sağlanmaktadır. Bu yapıları ile Ex-p tipi korunan tesislerde ölçü önem kazanmakta ve bazı firmalar ölçü ve kontrol sistemi üreterek piyasaya arz etmektedir. Korunacak tesis ise kullanıcının her hangi bir tesisi olabilmekte, ölçü ve kontrol sistemini imal eden firma tesisi kurup gerekli sertifikayı da almaktadır. Yani Ex-p tipi koruma yönteminde Ex-d tipi korumada olduğu gibi sergilenebilen başlı başına tek bir alet olamamaktadır, bir tesis veya sistem korunmaktadır.



5.4 q-TİPİ KORUMA, KUMLU KORUMA (POWDER (sand) filling) EN 50017, IEC 60079-5

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

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

5.5. o-tip KORUMA, YAĞLI KORUMA (oil immersion) EN 50015, IEC 60079-6

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

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

5.6. m-TİPİ KORUMA, (DÖKÜMKORUMA), KAPSÜLLÜ KORUMA (moulding/encapsulation) EN 50028, IEC 60079-18, IEC 61241-6 Ex-mD

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

Büyük miktarda enerji üretmeyen transformatör ve rölelerde de uygulanmaktadır. Daha ziyade kendinden emniyetlilik uygulanamayan devrelerde tatbik edilir. Ölçü, kumanda kontrol gibi otomasyon devrelerinde yaygındır.

5.7. n-TİPİ KORUMA, ARK ÇIKARMAZ (non-sparking) EN 50021, IEC 60079-15

Patlayıcı ortamların ZON 2 seviyesindeki bölgeleri için ön görülmüş bir koruma yöntemidir. Non-sparking daha ziyade İngiliz ve Amerikan uygulaması olarak bilinmektedir. Son yıllarda, IEC ve CENELEC çalışmalara katılan ABD uzmanlarınca gündeme getirilip standartlara konulmuş ve Avrupa normlarında 1999'dan sonra yer almıştır. Amerikan "non incendive" standartlarına benzer şekilde nA, nC, nR, nP ve nL olarak adlandırılan beş ayrı kategorisi mevcut olup, bunların anlamı:

nA = (non-sparking) 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 = (non-incendive components, circuits) Normal çalışmalarında ark çıkaran aletler, nC tipi korunarak ZON 2 ortamlarda kategori 3 sınıfı alet olarak kullanılabilir. Ex-d tipi (alevsizmaz) 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) bu gruba girebilirler. Yalnız contalama yöntemi ile kapatılmış ve ticari piyasada adları “tam kapalı röle” (hermetically sealed relays) olarak bilinen röleler nC tipi koruma yöntemine alınmaz, bu anlamda tam kapalı olarak kabul edilmemektedirler.

nC tipi korunan ve normal çalışmalarında ark çıkaran aletlere bir kısıtlama getirilmiş olup, iç hacimleri 20 cm³’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 ısınma yan elektrik aletlere Ex-nC tipi koruma uygulanabilmektedir.

nR = (restricted breathing) Tip C’de olduğu gibi ark çıkaran bir alet olup, ark çıkaran kısmın havalandırması sınırlıdır. Patlayıcı gaz veya buharın içerdeki ark çıkaran bölmeye girmesi zorlaştırılmıştır. Özel bir sızdırma deneyi ile test edilmektedir.

nP = Basitleştirilmiş veya uygulama şartları hafifletilmiş basınçlı koruma şeklidir. Ex-p tipi korumanın biraz daha hafif şeklidir. Çünkü Ex-nP tipi bir alet ancak ZON 2 bölgelerde kullanılabilir. Güvenlik seviyesi düşük, kategori 3 aletler için geçerlidir.

nL = (energy limited) Enerji seviyesi düşük olan aletlerde uygulanır, Kendinden emniyetliliğin hafifletilmiş şeklidir.

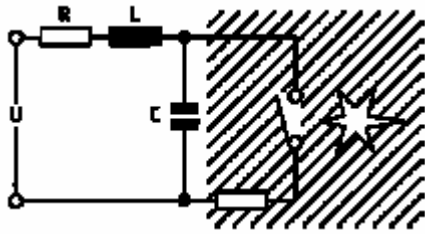
n-tipi koruma yönteminin bilinen korumalara benzerlikleri aşağıdaki tabloda özet olarak verilmiştir.

Tablo : n-tipi korumanın alt grupları				
İşareti	Anlamı	Kıyaslanabilir bilinen koruma 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 sınırlandırılması	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-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 Breathing	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.		*) Avrupadakinden farklı

5.8. i-TİPİ KORUMA, KENDİNDEN EMNİYETLİLİK EN 50020, IEC 60079-11



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.

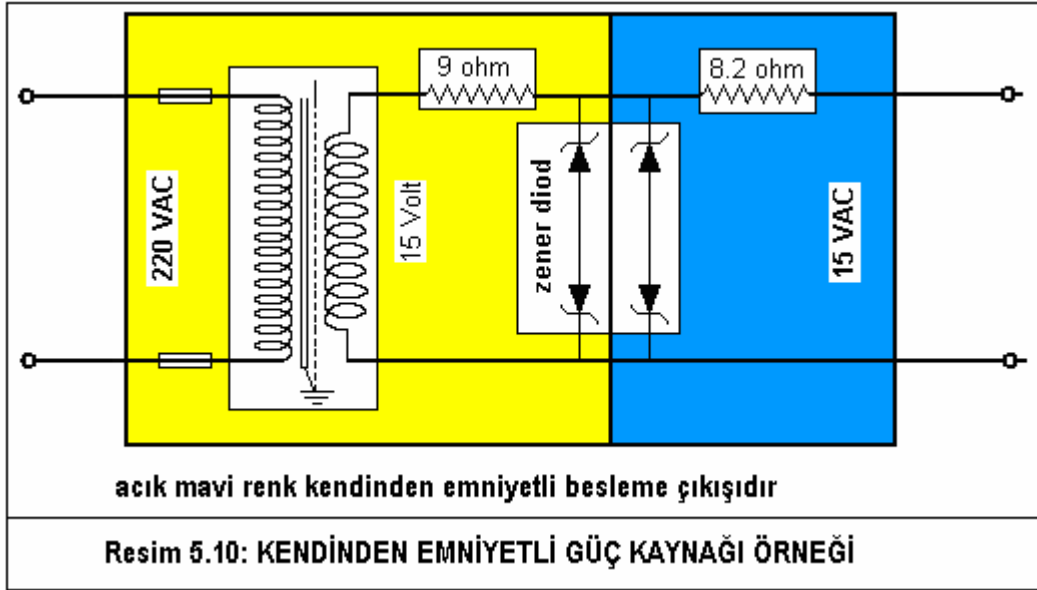
Elektrik arkının çıkaracağı enerjinin çok düşük olması gerektiğinden bu tip koruma ancak kumanda, ölçü ve otomasyon devreleri gibi düşük voltajda çalışan aygıt ve devrelerde uygulanabilir. Arıza ve anormal hallerde de emniyetli olacağına göre en güvenilir koruma yöntemidir. Sürekli gazlı ortamda (ZON 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 çalıştırılmaz. Çünkü bağlantı yüzeylerinden sızmak isteyen alev bu yüzeyleri birkaç peş peşe patlamadan sonra ısıtacağından, sızmak isteyen alev soğutulamaz hale gelir. Bu nedendir ki d-tipi alet 6 kere peş peşe testi başarmasına göre denir. Kendinden emniyetli aygıtlarda deney sayısı 100'ün üstündedir.

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

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

Kendinden emniyetliliği sağlayan; bu devreyi besleyen güç kaynağıdır. Bu güç kaynağı kendisi kendinden emniyetli olabileceği gibi, d-tipi korunmuş da olabilir. Bu takdirde çıkışı kendinden emniyetlidir. Alternatif akım güç kaynaklarının hemen tamamı bu şekildedir. Kendinden emniyetliliği sağlayan güç ünitesi d-tipi mahfazaya veya tehlikesiz yere yerleştirilmiştir. Kendinden emniyetli çıkışa ise hemen her tip alet bağlanabilir. Yalnız bu aletler enerji depolayan tip olmamalıdır. Kondansatör ve bobinler enerji depoladıklarından

bunların kendinden emniyetli devreye bağlanması rast gele olamaz. Hangi cihazların nasıl bağlanacağı imalatçı tarafından belirlenmiştir. Bu nedenle kendinden emniyetli aletin üzerine “yalnız kendinden emniyetli devre içindir” 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 tıpa aynı olabilir. Bu hususa çok dikkat edilmelidir. Çünkü kendinden emniyetli cihazlar diğer tip korunmuş aletlerle yan yana kullanılmaktadır. Örneğin güç devresi ex-korunmalı iken (d-tipi korunmuş) kumanda devresi kendinden emniyetli olabilir.



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

Bazı literatürlerde gazlara göre minimum ateşleme enerjisi verilmektedir. Bunun yukarıda ki konu ile ilgisi yoktur. Ayrıca yazımızda verilen “minimum ateşleme akımı” ’nın da kendinden emniyetlilikle ilgisi yoktur. Verilen bu akım ancak omik devreler için geçerlidir.

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

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 durumunda 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 patlatmakta idiler. 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.

5.9. S-TİPİ KORUMA SPECIAL TYPE OF PROTECTION

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. Bilinen söz konusu bu tip aletler ise, madenci baş lambaları ile dinamit ateşleme manyetolarıdır. Madencin baş lambalarının akülerinin Ex-d tipi (alevsızmaz) metal bir gövde içersine almak mümkün değildir. Bu takdirde bele takılarak taşınmaları güçleşir. Ayrıca kabloları ve ampul kısımları da Ex-d tipi korunamazlar, aynı şekilde taşınmaz bir kütle haline gelirler. Bu nedenle lambalarda özel bir yöntem uygulanmaktadır. Yazımız devamında konuya detaylıca girilecektir.

Patlayıcı ortamlarda patlatılan dinamitleri (yer altı madenleri) ateşlemek için kullanılan ateşleme manyetoları da baş lambalarında olduğu gibi tam anlamı ile Ex-d tipi (alevsızmaz) veya Ex-i (kendinden emniyetli) olarak imal edilemezler. Çünkü dinamit kapsülünün ateşlenmesi için belli bir gerilim ve enerjiye ihtiyaç vardır. Yüksek gerilim ve enerjinin süresi kısıtlanarak istenilen emniyet sağlanmaktadır. Konuya yazımızın ileriki bölümlerinde girilecektir.

Okuyucularımızın aklına “patlayıcı ortamda dinamit mi olurmuş?” sorusu gelebilir. Evet grizulu (metan) yer altı madenlerinde kullanılan özel dinamitler mevcuttur. Bir nevi “exproof dinamit” mevcuttur. Konumuz olmadığı için detayına girilmeyecektir. Bu tip dinamitler patladığında etrafındaki “patlayıcı ortamı” ateşlememektedir.

5.10. TOZA KARŞI KORUMA

EN 50281, IEC 61241

Bilinen koruma yöntemleri toz için aynen geçerlidir. Yalnız etiketlerde D harfi ile toza karşı korundukları belirtilir. Tozlarla ilgili Avrupa normu EN 50281-1-1, EN 50281-4, -5, -6 ve IEC normu IEC 61241-1-1, IEC 61241-4, -5, -6 olup, bilinen koruma yöntemlerinin geçerli standartlarının yanı sıra bu standartlara da dikkiat edilmesi gerekir.

5.11 ELEKTRİKLİ OLMAYAN ALETLERDE KORUMA

EN 13463

- 1) **fr - tipi korumu**, restricted breathing, sınırlı nefes alma
EN 13463-2

Gaz girişini önleyen veya sınırlayan özel bir mahvaza ile yapılan bir koruma yöntemidir. nR tipi korumaya benzemektedir. Özel contalama yöntemi ile patlayıcı gaz veya tozun ateşleme kaynağının bulunduğu ortama girmezi zorlaştırılır. Conta normal çalışmada aşınmamalı ve bu nedenle plastik conta yerine döküm conta kullanılmalıdır. Ayrıca çalışma

ısı < 10K artışa göre hesaplanmalı ve ısı grubu buna göre seçilmelidir. Bu tip koruma ancak tehlike bölgesinde 2 (Zon 2) kategori 3 olarak kullanılabilir.

2) **d – tipi koruma** alevsiz mahvaza
prEN 13463-3

Elektrikli malzemelerde uygulanan d-tipi korumanın aynısıdır. Ark çıkaran veya ısınan parçalar basınca dayanıklı özel bir mahvaza içersine yerleştirilir. Firen ve kaplinlerde uygulanabilir.

3) **g – tipi koruma** inherent safety
prEN 13463-4

3) **c – tipi koruma** constructional safety, güvenli yapım
prEN 13463-5, :

Sistemin alet veya komponentleri normal çalışma esnasında ark çıkarmayacak şekilde tasarlanır ve böylece arıza halinde herhangi bir patlama kaynağı oluşması minimuma indirilmiş olur. Aynı zamanda sürtünme dolayısı ile statik elektriklenme de önlenecek şekilde tedbir alınır. Anti statik malzeme seçilir. Yapımda EN 50014 ve EN 1127-1 e dikkat edilir. Kaplin, pompa, dişli, zincirli tahrik ünitesi, kayışlı konveyörlerde uygulanabilir.

4) **b – tipi koruma** ignition source monitoring, ateşleme kaynağının izlenmesi
EN 13463-6

Patlayıcı ortam sürekli izlenerek korunacak sistem ile bağlantı oluşturulur. Herhangi bir patlayıcı ortam oluşmadan sistem otomatikman durdurulur veya alarm vererek operatörü ikaz eder. Tehlike oluşmadan patlama kaynağı durdurularak gerekli önlem alınmış olur. Pompa ve kayışlı konveyörlerde tatbik edilebilmektedir.

6) **p – tipi koruma**, pressurized enclosure, basınçlı üfleme koruma
EN 13463-7

Elektrikli malzemelerde uygulanan p-tipi koruma yönteminin aynısıdır. Pompalarda uygulanabilmektedir.

5) **k – tipi koruma** liquid immersion, sıvı içersine daldırma
EN 13463-8

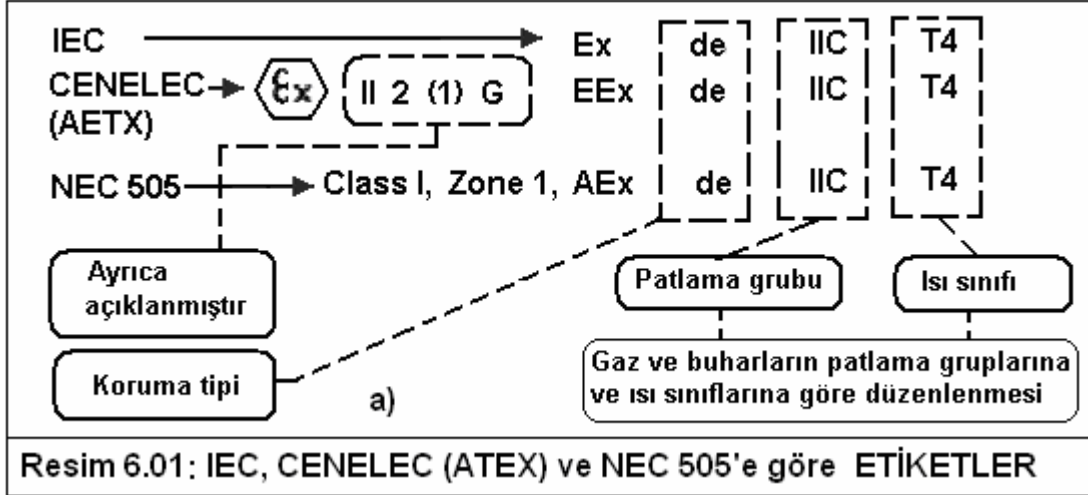
Bir sıvıya daldırılarak yapılan koruma yöntemidir. Elektrikli aletlerdeki yağlı korulaya benzemektedir. Sıvıya daldırma uygulandığı gibi sıvı akıtarak patlamanın önlenmesi sağlanabilir. Dalma pompa, dişli gibi aletlerde uygulanabilmektedir.

STATİK ELEKTRİKLENME

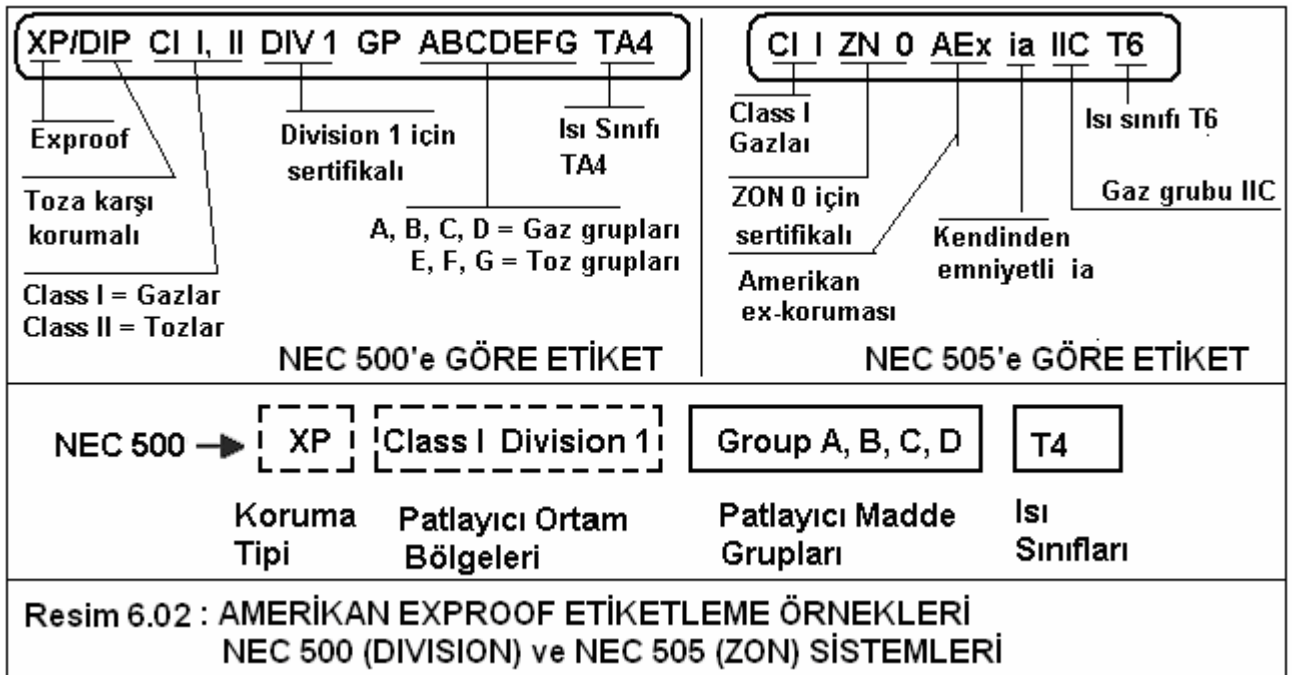
Patlayıcı ortamlarda kullanılan fakat elektrikli olmayan aletlerde en çok statik elektriklenmeye dikkat edilir ve anti statik malzeme kullanılır. Patlamaların kaynağının %40'ın üzerinde statik elektriklenme sonucu çıkan ark olduğu bilinmekte olup yalnızca keçizatın değil çalışan insanların da giyimine dikkat etmesi gerektiği unutulmamalıdır.

6. PATLAMAYA KARŞI KORUNMUŞ ALETLERİN ETİKETLERİ

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



Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), Avrupa Ekonomik Topluluğu Standartlaşma Kuruluşu (CENELEC) ve Amerika Birleşik Devletleri Milli Elektrik Kotları'nın (NEC) ön gördükleri etiketleme şekilleri resim 6,01' da görülmektedir. Yukarıda da izah ettiğimiz gibi ABD de hem ZON ve hem de DIVISION sistemi aynı anda geçerlidir. Bu nedenle NEC de iki ayrı etiket şekli ön görülmekte olup aynı resim b) bendinde DIVISION sistemine göre sertifika alan aletlerin etiket şekli görülmektedir.



ABD ve Kanada da uygulanan DIVISION sistemine göre etiket şekli resim 6.02 de görülmekte olup, burada 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 : Basıncılı 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 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.

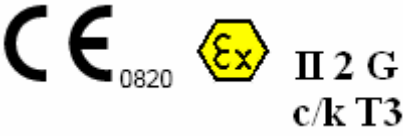
EN 50.014'e göre ETİKET	ATEX 100a'ya göre ETİKET
E Ex ia IIC	CE Ex 0031 II (1) G
E Ex ib (ia) IIC T6	CE Ex 0031 II 2 (1) G
Avrupa Ex koruması	CE ve Ex işareti ve sertifika veren kuruluşun kodu
Ex korumalı	Bulunacağı Ortam G = Gazlı ortam D = Tozlu ortam
Koruma Tipi ib = kendinden emniyetli kategori b	EKİPMAN GRUBU GAZ GRUBU I Madenler II Diğer sanayi kolları
ISI SINIFI T6=85°C	Ortam Sınıflandırması Kategori 1 = ZON 0 Kategori 2 = ZON 1 Kategori 3 = ZON 2
GAZ GRUBU IIC = Hidrojen	

Resim 6.03 : EN 50.014 ve ATEX 100a'ya UYUMLU ETİKET ŞEKLİ

Avrupa, CENELEC uygulamasında, etiketin üzerinde imalatçı firmanın isim, seri no, tip işaretleri 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 6.03 de görülmektedir. Ayrıca pratik etiket örnekleri de resim 6.04 de verilmiştir. Bu etiketler adı geçen firmaların internet sitelerinden alınmıştır.

CEAG eLLK 92036/36 CEAG Sicherheitstechnik GmbH, Senator-Schwarz-Ring 26, 59494 Soest	Ex II 3 GD c PES2 CE
S. Nr.: D123456 2000 Ex II 2 G CE 0102	T amb C T T C Year -20° / +40° T6 85° 2003 -20° / +70° T5 100°
PTB 96 ATEX 2144 110-254 V 50-60 Hz	PES 50 TA 80 R-DM
EEx ed IIC T4 110-230 V DC	CATALOGUE No Option 450 00 725 612013
Lampe: G13-81-IEC-1305-2 Ta ≤ 50 °C	SERIAL No Tech. file ref 1569434/1 A61977-NO
	P. maxi = 10 bar / 140 psi BP312 92506 Rueil Cedex France ASCO JOUOMATIC

Resim 6.04 ÖRNEK ETİKET (adı geçen firmaların internet sitelerinden alınmıştır)



ATEX talimatlarının geçerlilik kazanması ile elektrikli olmayan aletlerin de ex-sertifika alması ve aynı şekilde etiketlenmeleri gündeme gelmiştir. Yalnız elektrikli olmayan aletlerin etiketlenmelerindeki yegane fark, yandaki resimde görüldüğü gibi EEx işaretinin olmayışıdır.

7.0 YABANCI MADDE GİRİŞİNE KARŞI KORUMA, IP, IEC 529, EN 60529

7.1 IEC ve AVRUPA UYGULAMASI

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

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

IP işaretinden sonra gelen birinci rakamın anlamı:

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

IP işaretinden sonra gelen ikinci rakamın 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: Basıncılı suya karşı korunmuştur. Alet üzerinde belirtilen basınç da su altında çalışabilir dalgıç pompalar gibi.

		SUYA KARŞI KORUMA								
	Dokunmaya ve Yabancı Cisimlere karşı korumu	0	1	2	3	4	5	6	7, 8	
0	Korumasız									
1	Geniş bir yüzeye dokunma									
2	Parmakla dokunma									
3	2.5 mm çaptan büyük takımlarla dokunma	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

7.2 AMERİKAN UYGULAMASI

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

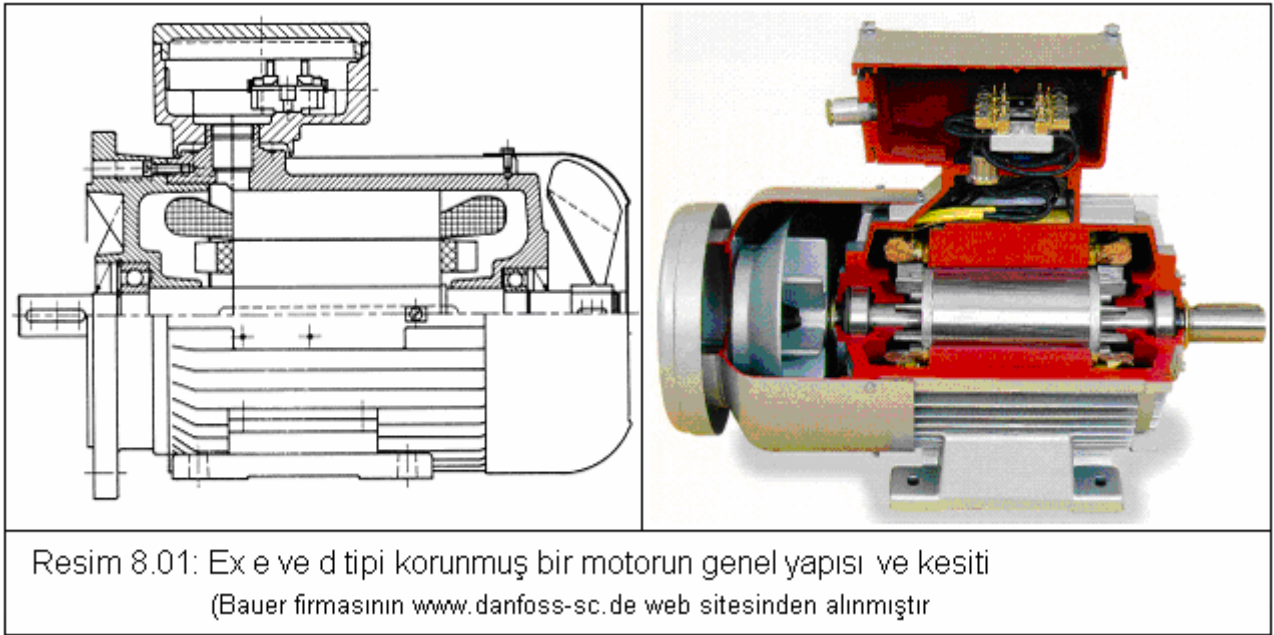
NEMA-Kodu	Bölüm *)	Koruma	Kıyaslanabilir IP karşılığı
1	İçeri	Düşen pislik (cisim)	IP10
2	İçeri	Damlayan su, düşen pislik	IP11
3	Dışarı	Rüzgarla gelen toz, Yağmur ve dolu; harici buzlanma hasarı yok	IP54
3R	Dışarı	Yağmur ve dolu; harici buzlanma hasarı yok	IP14
3S	Dışarı	Rüzgarla gelen toz, Yağmur ve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

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

8.00 ÖNEMLİ ELEKTRİK ALETLERİNDE UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ

8.01 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.



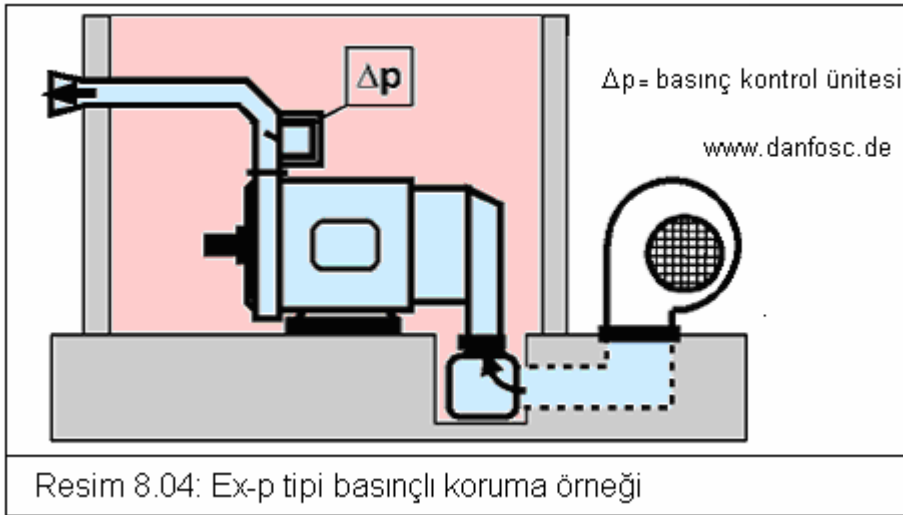
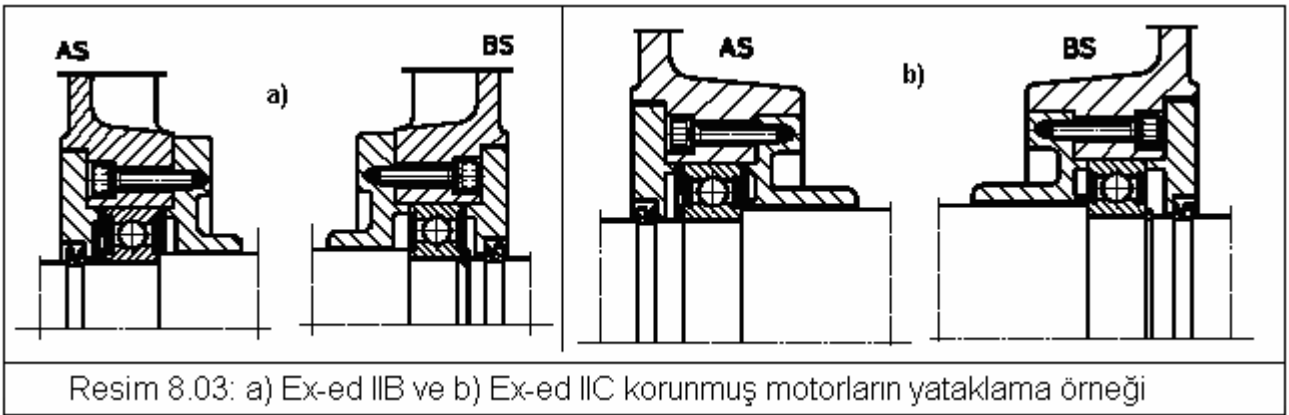
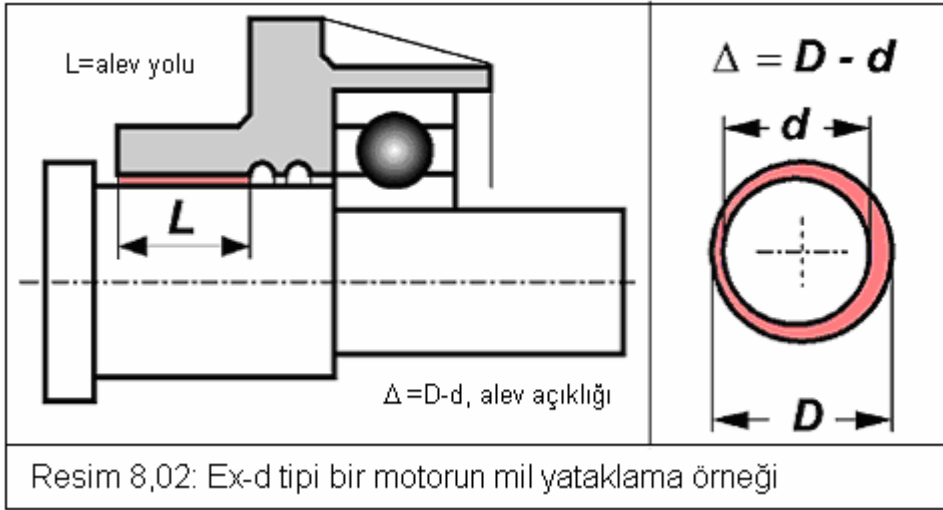
a) Ex-d tipi korumalı elektrik motorları

Her tip motora tatbik edilebilir. Ex-d tipi korunan motorun gövdesi I.grup gazlarda (metan) 10 atmosfer, II.grup gazlarda ise 15 atmosfer statik basınca dayanıklı olmak zorundadır. Bu ise motorun ağırlığını artırır. Gövdenin mukavim ve 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 ısınmasını dikkate almaya gerek yoktur.

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.

D-tipi korumalı bir motorun yataklama örneği resim 8.02 ve 8.03 de görülmektedir. Hareketli olan yatak kısmında gerekli açıklığı (MESG) tutturmak kolay değildir.

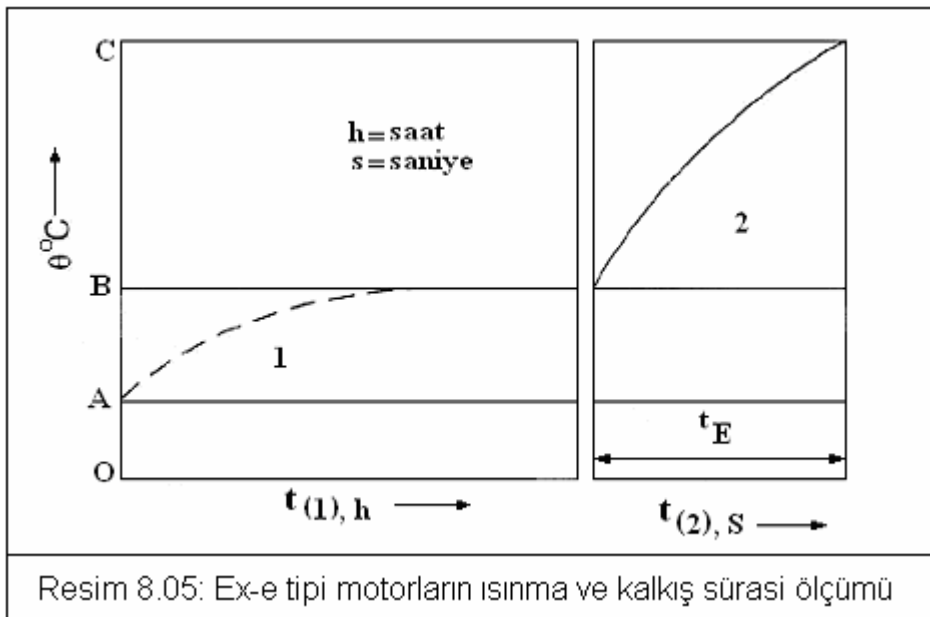


b) Ex-p, tipi korumalı elektrik motorları:

Aşağıda izah edeceğimiz Ex-e tipi korumanın mümkün olmadığı ve Ex-d tipi korumanın da çok külfetli olduğu hallerde tatbik edilir. İri cüsseli büyük ve fırçalı motorlarda tatbik edilir. Üfleme mekanizması motorun soğumasına da yardımcı olacağından bazı avantajları da vardır. Fakat yine de en son akla gelen bir uygulamadır. Çünkü pahalı ve üfleme sisteminin ayakta tutulması ve bakımı nedeni ile işletme giderleri yüksektir. Büyük motorlarda tercih edilir.

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 15 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 denilerek sökülmemelidir, aksi halde koruma ortadan kalkmış olur.

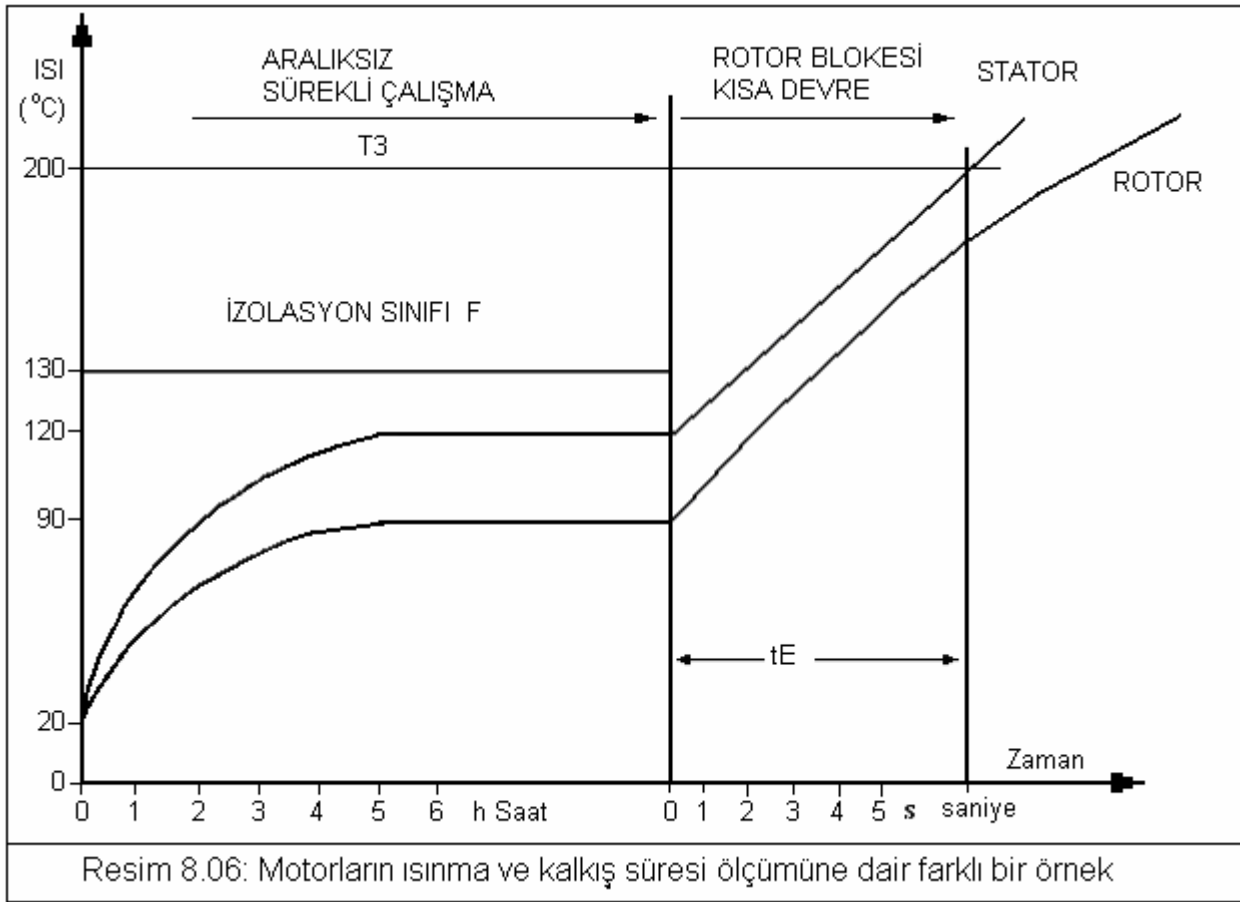


Ex-e tipi motorlarda istenen önemli hususlar

- Gövde her ne kadar 10 veya 15 atmosfer basınca dayanıklı olmak zorunda değil ise de hepten dayanıksız olması anlamını gelmez, TS EN 50019 standardında belirlenen bir darbe deneyine dayanmak zorundadır.
- 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.
- İletkenler arası mesafe (minimum clearance) ve yalıtkanlara uzaklık (creepage distance) standartlarda belirlenen mesafelerden az olmayacaktır.
- Sargı telleri ve kullanılan vernik izolasyon ve ısıl yönden dayanıklı ve kaliteli olmak zorundadır.
- Kalkış akımı zaman sabitesi $t_E = 5$ saniyeden az ve kalkış akımının nominal akımına oranı 10 dan fazla olamamalıdır.

Ex-d tipi motorların yalnızca dış gövde sıcaklığı dikkate alınır ve ölçülürken, 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 t_E ve akım oranlarına sınırlama getirilmiştir. Bu veriler motor sargılarının kesitlerini sınırlamaktadır. Kalkış akımı ve t_E zamanı TS EN 50019 da 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 resim 8.05 ve 8.06 da görülen grafikler elde edilir. Ayrıca motora kısa devre deneyi yapılarak t_E süresi ölçülür. t_E süresinin sonunda sargı sıcaklıkları belirlenir ve aynı zamanda motorun çektiği akım ölçülür. Motorun kalkınma (demeraj akımı belli oranlar içerisinde kalmalıdır. I_a/I_n oranı (kalkınma akımının anma akımına oranı) yüksek ise motor kısa sürede yüksek ısılarla ulaşır.



t_E = Maksimum çevre sıcaklığında ve normal çalışma altında ısıl dengesini sağlamış bir motora kalkınma akımı I_a tatbik edildiğinde sargıların belli bir ısıya kadar ısınması için geçen süredir. Belli sıcaklık, motorun ön görüldüğü ısı grubudur. ($T_1=450\text{ °C}$, $T_5=130\text{ °C}$). 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 çalışırken herhangi bir nedenle durup, hemen tekrar yol verilmek istendiğinde ve motorun ikinci kez yol alamadığı hallerde rastlanmaktadır.

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 8.05 deki grafik yardımı ile t_E zamanı hesaplanır. Bu grafikteki verilerin anlamı:

OA = Çevre ısı, genelde 40°C dir.

AB = Tam yükte çalışan motorun, rotor veya 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.

Motorların stator sargılarına termistör yerleştirilirken, rotor sargılarına termokupol yerleştirmek pek kolay değildir ve standartlar da böyle bir şey istemez. Çok özel motorlarda rotora termistör konması uygulanmaktadır. Sertifika alacak prototip motorların rotoruna ölçü gagesi ile geçici olarak termistör bağlanır ve sertifika denemeleri böylece yapılır.

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 hususlardan biridir. 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 motorda da garanti verilemez, 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.

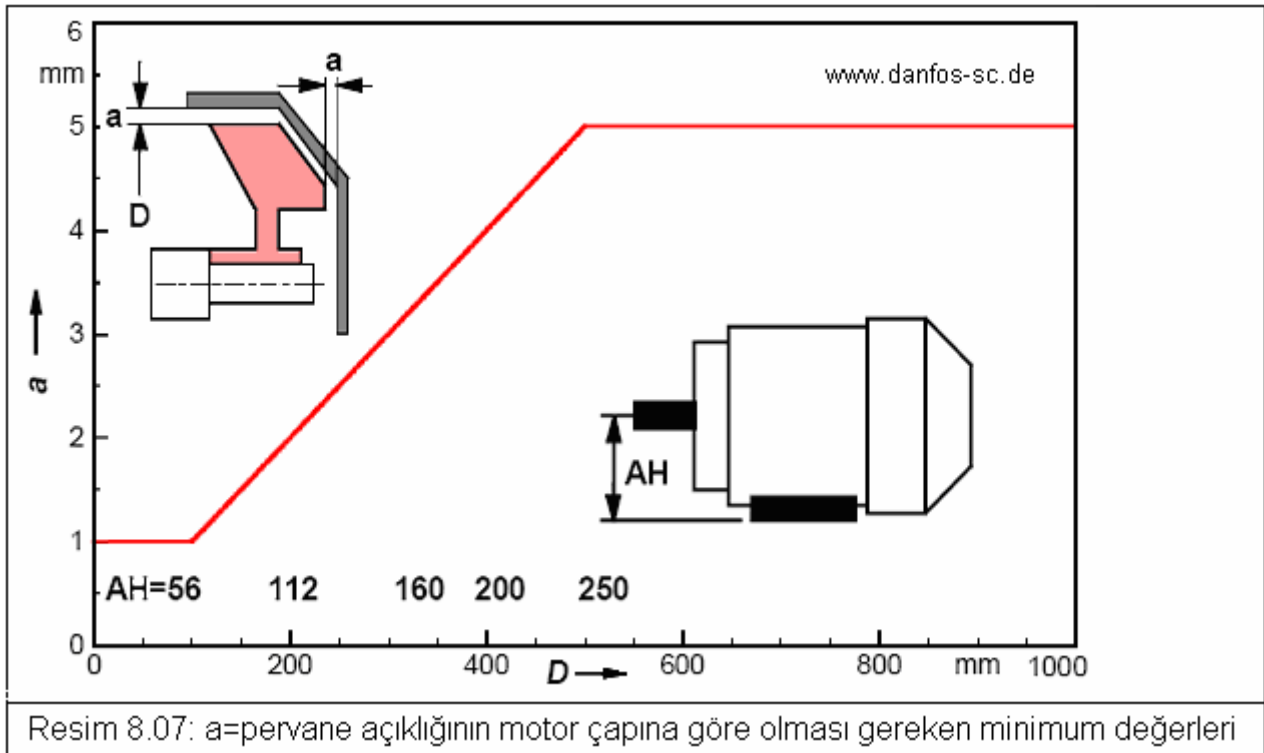
Ex-e den farkı, 5 saniye olan tE zamanının ve kalkınma akımının nominal akıma oranı 10 olması şartının aranmasıdır.

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 anlaşılabilen bu olaylardan dolayı yeni bir standart hazırlanarak ilgili uzmanlara sunulmuş ve henüz tam yürürlüğe konulmamıştır. (pr ENV 5026).

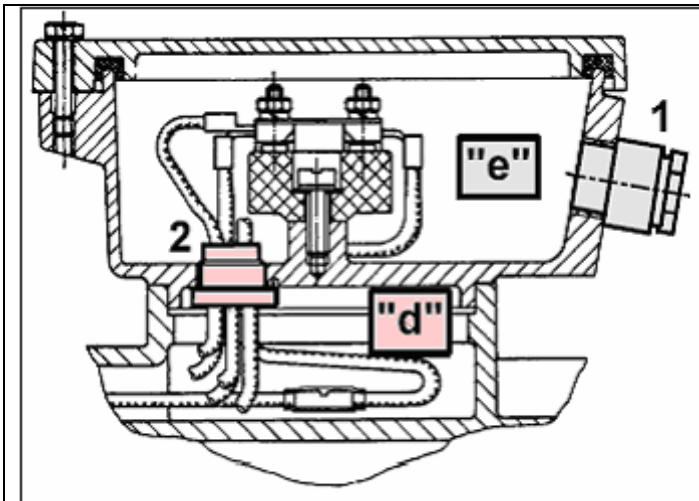
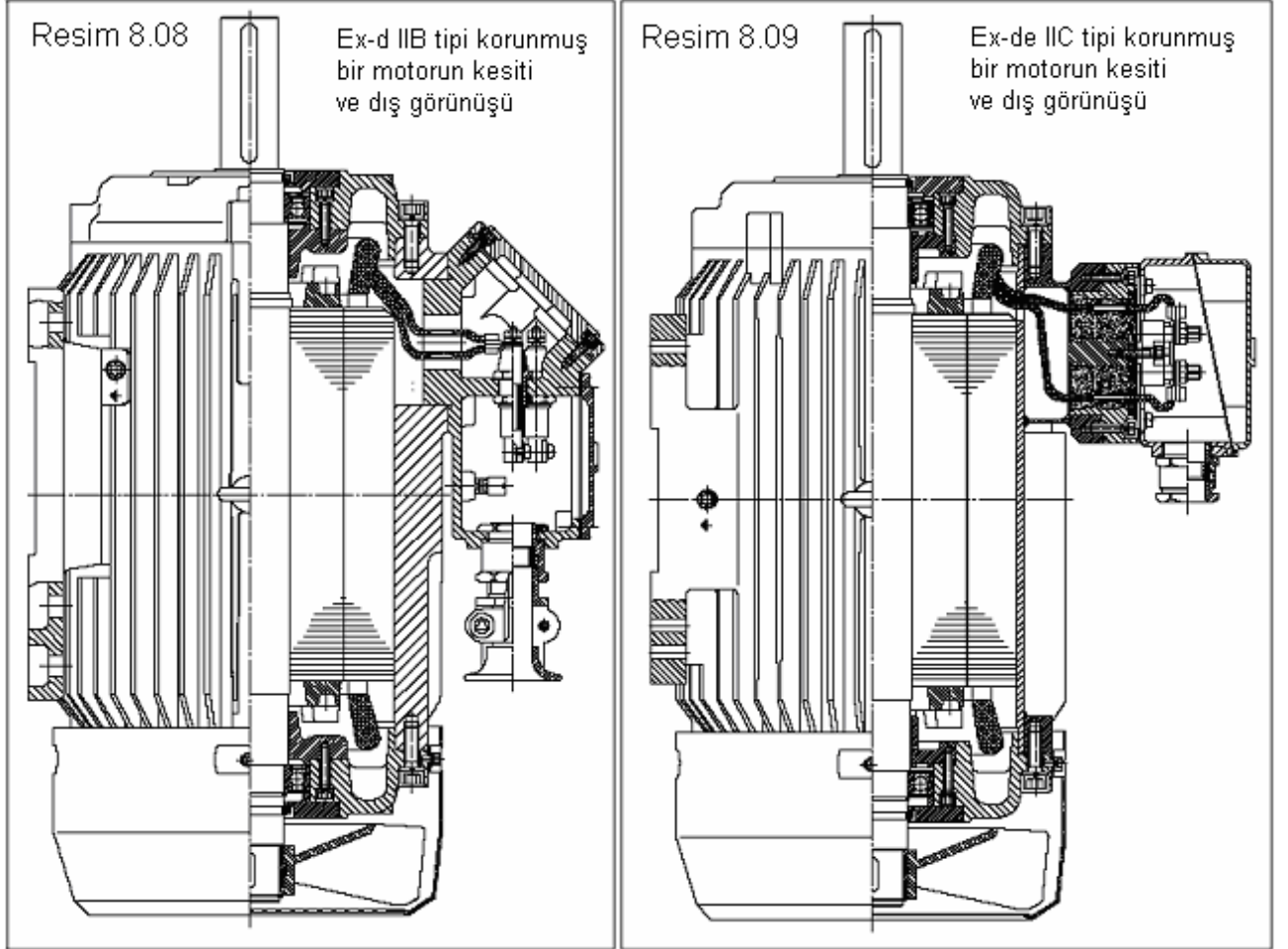


e) Motor Soğutma Pervanesi

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 (resim 8.07z deki a açıklığı) bazı kısıtlamalar getirilmiştir (EN 50014). Pervane metalik değil ise anti statik olmak zorundadır, kapaktan açıklığı en az 1 mm olmalıdır ve saire gibi. Resim 8.07 de motor mil çapına göre olması gereken açıklık görülmektedir. Burada görüleceği gibi pervane ile gövde arası açıklık 1 mm den 4mm ye kadar olabilmektedir.

f) Örnek motorlar ve önemli aksamları

B fikir vermesi için, ABT Sever Motor firmasının www.sever.co.yu web sitesinden alınan örnekler resim 8.08 ve 8.09 verilmiş olup, bu motorların dış görünüşü itibarı ile diğer normal motorlardan farkı kablo klemenslerinin iri oluşudur. İç yapıda en önemli ayrıntı yataklama-
dadır. 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 exproof motorlarda hayati önem taşımaktadır. Tamirata gidip hiçbir exproof özelliği kalmadan geri gelen motorlara çok rastlamışım.



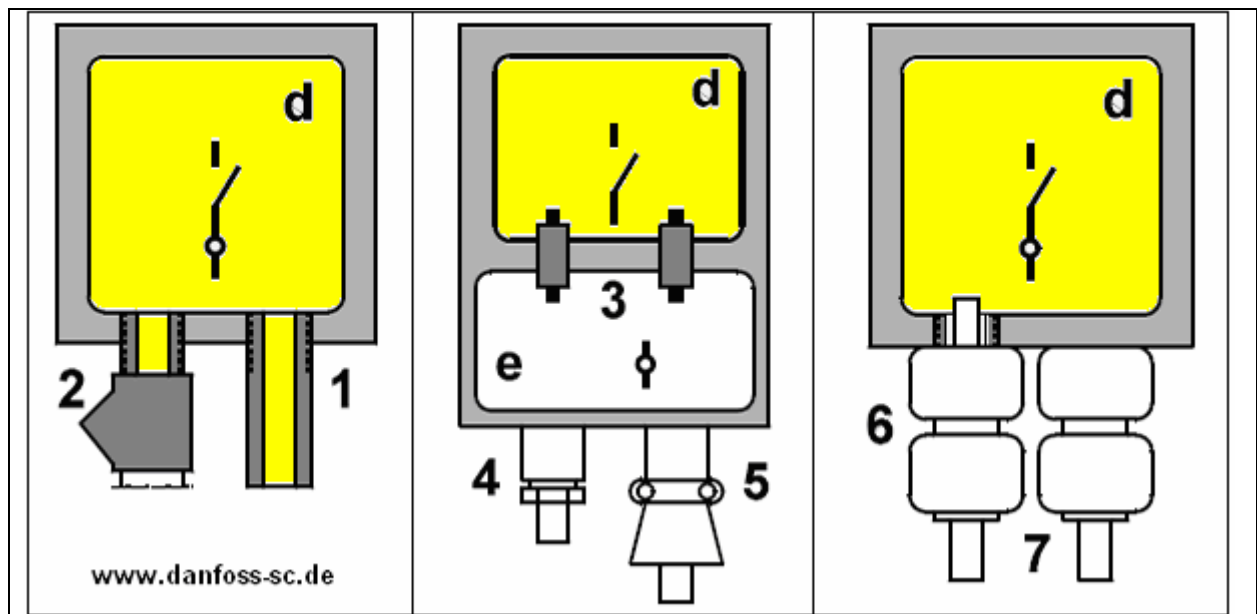
Resim 8.10:
Ex-d tipi bir motorun Ex-e tipi bağlantı kutusu

1 = kablo girişi
2 = motor bölümü girişi

Alevsizmaz bir motorun (Ex-d tipi) kullanılacağı yere göre azami emniyet açıklıklarını aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi tekrar hatırlarsak, bu açıklıkları (gap) tutturmanın pek de kolay olmadığı anlaşılacaktır.

Ekipman grubu	Gaz grubu	25 mm flanş açıklığında emniyet açıklıkları (safe gap) mm
II	A	gap > 0,9
	B	0.5 < gap < 0.9
	C	Gap < 0.5

Motorların klemens kutuları ve kablo geçitleri örneği resim 8.10 ve 8.11 de 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.



Resim 8.11: Motor kablo bağlantı örnekleri, d = Ex-d, e = Ex-e korumalı.

1=boru (conduit) girişi

2=conduit bariyeri (1 ve 2 Amerikan uygulaması)

4 = basit kablo bağlantısı,

5 = esnek kablo bağlantısı

6 = d-tipi (exproof) kablo bağlantısı, 7 = d-tipi zırlı kablo bağlantısı

8.02 DEVRE KESİCİ ve YOL VERİCİLER

a) GENEL

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

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 (korunmuş veya korunmamış) halen faal çalışmaktadır.

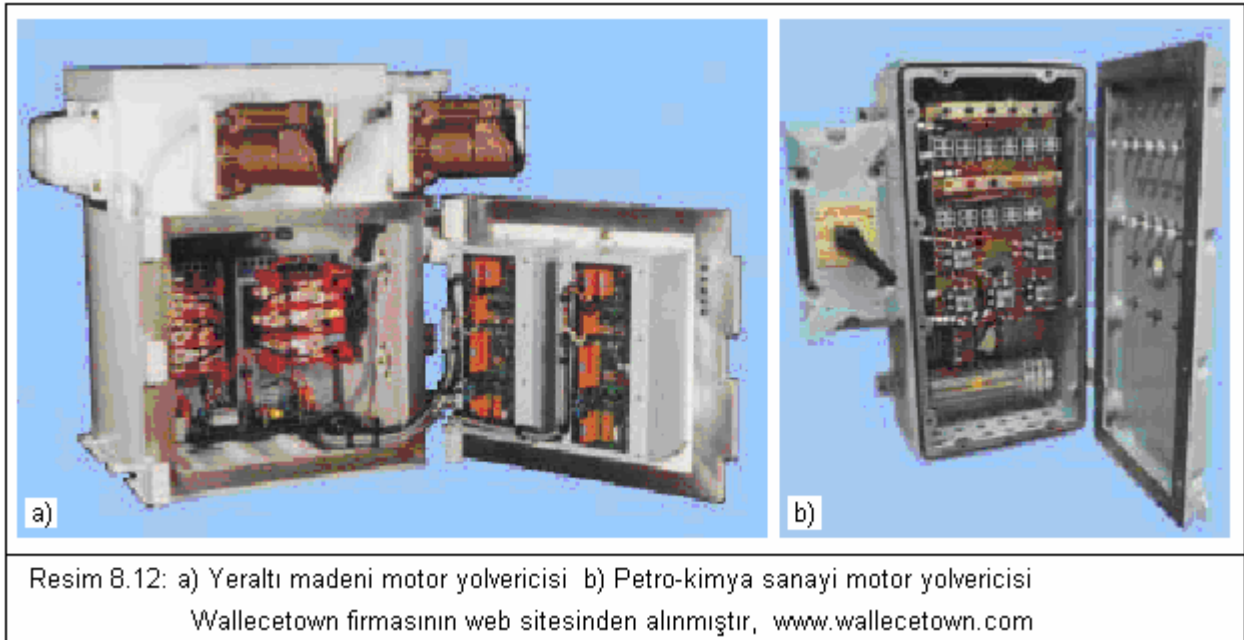
D-tipi korunmuş aletin gövdesi 10 veya 15 atmosfer gibi büyükçe bir statik basınca dayanmak zorunda olduğu için, sonuçta bu şalterler bir demir yığınının dönüşümündedir. Korunmamış normal bir motor yol vericisi 20-40 kg gelirken aynı güçteki, d-tipi korunmuş bir şalter 300-500 kg gelmektedir. Bu ise patlayıcı ortama karşı korunmanın getirdiği külfeti ve emniyetin bedelini izah etmeye yeterlidir.

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

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

D ve e-tipi karışık kullanılabilir. Şalt cihazlarının kablo girişleri e-tipi yapılabilir. Gerçekte klemens ve kablo girişi gibi kesimler normal çalışma icabı ark çıkarmazlar. Ancak tamir ve bakım esnasında dokunulmaları gerekir ki, bu hallerde de elektrik kesilmeden çalışamaz. Zaten bu tip aletler mekanik olarak öyle dizayn edilmişlerdir ki kapakları açıldığında cereyanları otomatikman kesilir. Ancak giriş kablosunun cereyanı kesilmeyebilir. Bu kesime müdahale edilecekse bir önceki şalterden elektrik kesilmelidir. Bu yöntem şalt cihazlarını biraz daha hafif ve ucuz hale getirmektedir. Ne var ki İngiliz uzmanlar aynı görüşte değildir. Onlar klemens kutularının da d-tipi imal edilmesinde direnmektedirler. Bu görüş yalnızca madenler için geçerlidir. Bu nedenle madenlerde kullanılan, İngiliz malı şalterler ile Alman malı şalterleri bir birlerine akuple etmek zordur.

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



Genel kaide olarak, II.Grup gazlı ortamlarda, şalt 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 8.12 de Allenwest-Wallecetown firmasının web sitesinden alınan, madenler ve petro-kimya sanayi için üretilmiş olan, d-tipi korumalı motor yol vericilerinin 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 boyuttur ve 76 kg kadardır. Bu, madenler ile diğer sanayi arasındaki farkı ortaya koymaktadır.

b) Vakum ve SF6 gazlı Şalterler:

Bu şalterlerin ark çıkaran kısmı tamamen kapalıdır ve patlayıcı ortamdan izole edilmiştir. Otomatikman korunmuş sayılabilirler mi?. Bu konuda uzmanlar (aynen trafolarında 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 içersine yerleştirilmektedir. Bu şalterlerin kontakları patladığında, tehlikeli olduğu görüşü hakimdir. Bu nedenle istisnasız d-tipi muhafaza içersine yerleştirilmektedirler.

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 Ex-p tipi korunmuş şalt dolapları yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar.

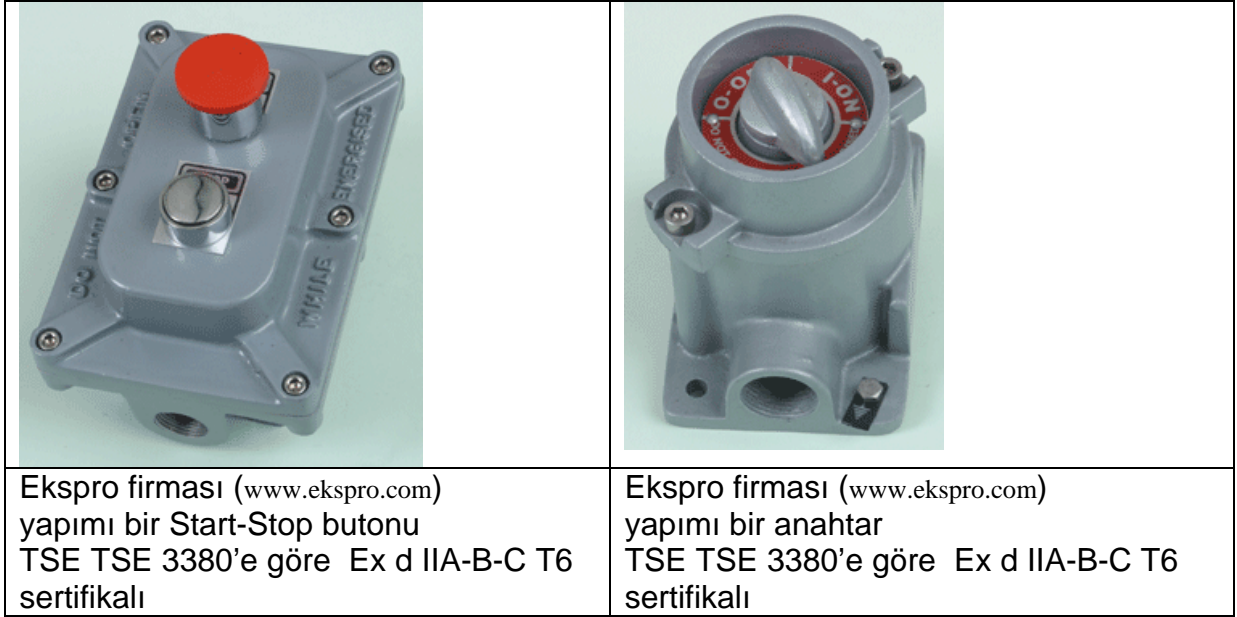
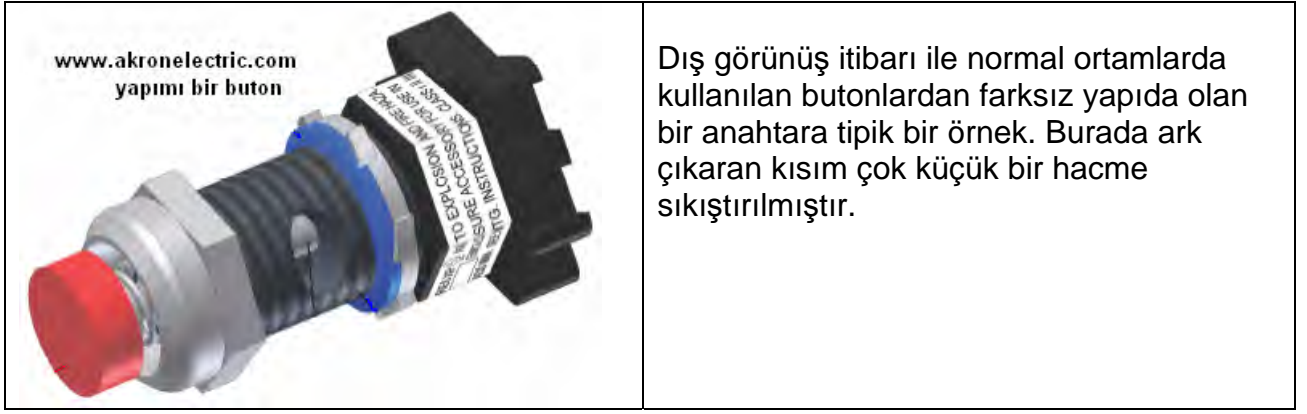
c) Küçük Anahtarlar

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

Aşağıda Extronix firması yapımı (www.extronics.com.uk) pano tipi bir exproof düğme görülmektedir. Bu butonun normal panolarda kullanılan dış görünüş olarak pek farkı yoktur. Gövdesi biraz uzun ve yayılan kısımlar açıkta değildir.

	<p>Çalışma ortamı ısısı -20°C to +40°C IP65 ATEX II 2G EEx de IIC T6 (Push Buttons) ATEX II 2G EEx mde IIC T6 (Indicator Lamps) 24-240 V Gövde : Polyester ve polyamid Kablo : 4x1.5 Ağırlık : 600 gr – 1 kg</p>
---	--

Sertifika işaretinden anlaşıldığı gibi d-tipi bir uygulama mevcuttur. Elektrikli kesme olayının çok küçük hacimli bir ortamda uygulaması söz konusudur. Bu konuyu anlamak için 8.06 daki akkor flamanlı lamba duyuna bakınız. Burada kablo bağlantılarından söz edilmemektedir. Bunların da Ex-e tipi olması gerek. Sonuçta bu düğmeyi veya anahtarı basit bir harici kutu üzerine koyarak exproof uygulama yapabiliriz.



Yukarıda yerli yapım (www.ekspro.com) start-stop butonu ve anahtar görülmektedir. Burada buton normal bir eksproof kutu üzerine yerleştirilmiştir. Butonun basma düğmesininin mekanik aksamı eksproof nizamnamelerini yerine getirmektedir. Ark çıkaran elektrikli kısım ise normal bir siwiçtir. Eksproof bir kutu içersinde bulunduğu için patlayıcı ortamda kullanılabilir hale gelmektedir. Yukarıdaki yabancı firma uygulamalarının tersi bir durum söz konusudur,

8.03 TRANSFORMATÖRLER

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

Maden sanayi dışında patlayıcı ortamlara karşı önlem almak zorunda olan kimya ve petrol sektöründe güç transformatörlerini patlayıcı ortamdan izole etmek mümkündür. Transformatör patlayıcı ortamın teşekkül ettiği bölgenin çok daha uzağına yerleştirilerek, enerji buradan kablo ile nakledilmektedir. Bu nedenle ticari piyasada madenler dışında ex-proof transformatöre kullanan yer yoktur. Grizulu madenlerde ise, trafoyu uzak tutmak her zaman mümkün olmayabilir. Küçük madenlerde, enerji dışarıdan iletilebilirse de uzun yeraltı tünelleri bulunan madenlerde antigrizu transformatörlerin kullanılması zorunludur.

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

Normal çalışmalarında ark çıkarmadıkları için e-tipi korunabilecekleri akla geliyor ise de hiç bir ülkede, uzmanlar e-tip korunmuş transformatöre müsaade etmemektedirler. Alman uzmanlar elektrik motorlarında e-tipi korumaya müsaade ettikleri halde, transformatörlerde böyle bir uygulamaya geçit verilmemişlerdir. Sebebi de transformatörlerin patladığında çok tehlikeli olmaları ve genelde kullanıcının gözetiminden de çok uzak yerlerde bulunmalarıdır. Motorlarda ise durum tersinedir. Motor işletme ve üretimle ilgili olduğu için çoğunlukla işletici motorun yanı başındadır ve ayrıca motor güçleri de trafolar kadar büyük değildir. Aynı görüş yukarıdaki bölümlerde de bahsettiğimiz vakumlu şalterlerde de hakimdir.



Yağlı trafolarında, o-tipi yani yağlı koruma uygulanmaktadır. Şalterler bölümünde de bahsettiğimiz gibi günümüzde yağlı aletler sanayiden elini eteğini çekmekte, kullanıcı tercih etmemektedir. Bu nedenle resmen yasak olmamakla birlikte, alıcı olmadığı için yağlı korunmuş ex-transformatörler imalatçılar tarafından piyasaya sürülmemektedirler.

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 korunmaktadır. E veya m-tipi korumaya rastlanmamaktadır.

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

Resim 8.13 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 tünellerine naklini zorlaştırmaktadır.

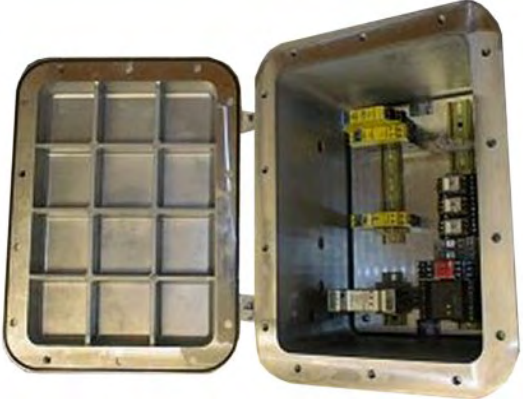
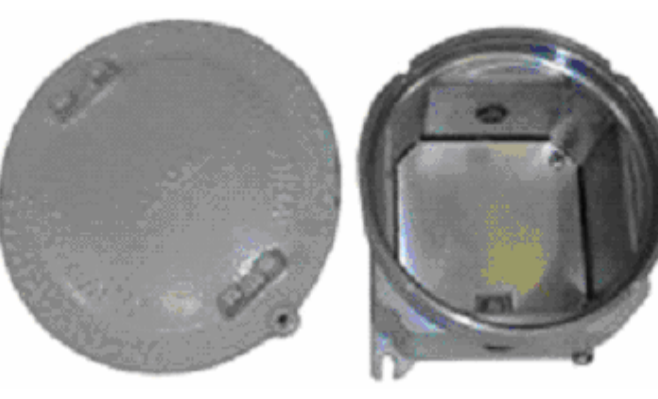
8.04 GENEL AMAÇLI EXPROOF CİHAZ ve EK KUTULAR

Sanayide kablo eklemek ve içersine cihaz yerleştirmek maksadı ile geliştirilmiş genel amaçlı eksproof kutular mevcuttur. Bu kutular en kötü şartlara göre denenerek



sertifikalandırılmaktadırlar. Örneğin resim 8.14 de görülen EKSPRO firması yapımı bu kutular üzerinde hiçbir delik ve bağlantı elemanı görülmemektedir. Kullanıcının isteğine göre bu kutu üzerine en büyüğü 1” çapında olmak üzere 4 adet delik açılabilmekte ve buralara istenilen kablo rekorları bağlanabilmektedir. Bu sayede söz konusu bu cihaz bir kablo bağlama elemanı (ek kutusu) olarak kullanıldığı gibi içersine istenirse kontaktör, sigorta veya kesici konularak bir motora yol vericisi veya herhangi bir şalt kutusu şeklini alabilmektedir. Açılacak kablo delik sayıları delik çaplarına göre değişmekte ve imalatçı broşürlerinden gerekli bilgiler alınabilmektedir. İmalatçının vereceği bilgiler dahilinde bu gibi değişiklikler yapmanın hiçbir sakıncası yoktur. Bu gibi genel amaçlı exproof kutular kullanıcılara çok kolaylık ve esneklik sağladığı için yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar.



Extronix firmasından alınan (www. extronics.com) alavsizmaz mahfaza örnekleri

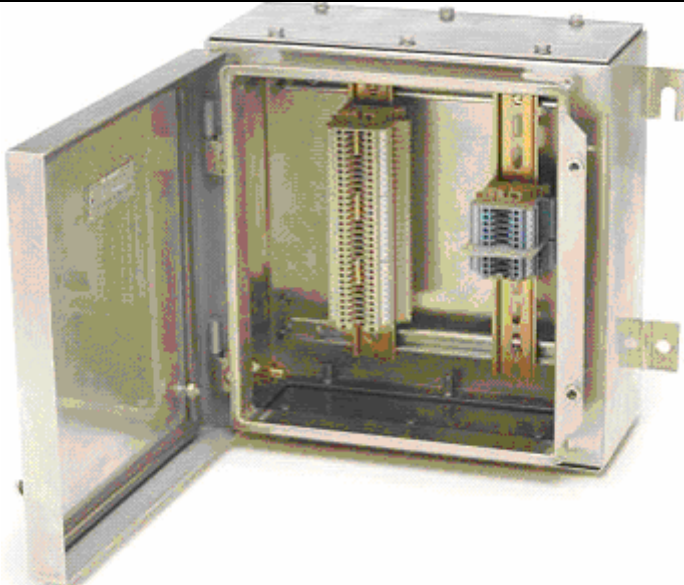
(Flameproof Enclosures) IIB	Flameproof Enclosure IIC
	
ATEX II 2G EEx d IIB T6,T5,T4	ATEX II 2GD EEx d IIC T6 or T5 IP66

Yine aynı firmanın web sitesinden alınan alevsizmaz enstruman tablosu örnekleri

(Flameproof Instrument Housing IIB)	Flameproof Instrument Housing IIC
	
ATEX II CE Ex II 2 G EEx-d IIB , IP65	ATEX II2 GD EEx d IIC T5/T6 T85 veyi T100°C IP66

KENDİNDEN EMNİYETLİ EK KUTULARI

Patlayıcı ortamlarda kullanılan robust demir döküm (Ex-d tipi) ek kutularının yanı sıra, normal ortamlarda kullanılanlardan hiç farksız ek kutuları da görülmektedir. Bunlar kendinden emniyetli devrelere ait ek kutularıdır. Dış yüzeylerinin açık mavi renge boyanmış ve üzerlerine kendinden emniyetli devre kablolarına ait olduklarının belirten bir yazı olması yeterli olmaktadır. Aşağıdaki örneklerde olduğu gibi İngiliz uzmanlar pek de mavi renge boyamamaktadırlar. EN 50020 nin son sürümleri mavi rengi şart koşturmaktadır.

Extronics firması yapımı kendinden emniyetli terminal kutusu örneği	
	<p>Resim 8.15 Artırılmış emniyet Ex-e ve kendinden emniyetli Ex-i tipi korunmuş terminal kutusu</p> <p>ATEX II 2 GD EEx e II EEx ia IIC T6/T5 sertifikalı Çalışma ortamı : -50°C +55°C arası IP66</p>

Kendinden emniyetlilik çok farklı bir koruma yöntemi olup, ayrı bir yazımızda ele alınacaktır. Bizce kendinden emniyetli bir devrede kullanılan bir terminal kutusuna sertifika

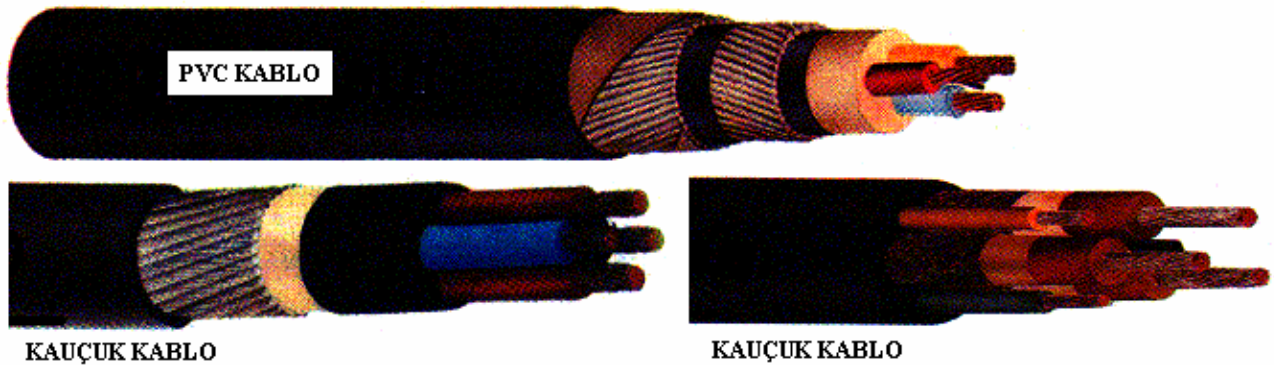
vermenin anlamı yoktur. Resim 8.15 deki örnekte neden sertifikadan bahsedilmektedir bilinmemektedir. Bu resim ilginç bir örnek olduğu için yazımıza alınmıştır. Ex-d tipi korunmuş kutularda olduğu gibi bu tip kendinden emniyetli kutuların içersine herhangi bir alet yerleştirmemiz veya istediğimiz gibi modifiye edip düzenlememiz söz konusu değildir. “Exproof mu eksproof” şeklinde düşünmek çok yanlıştır. Unutulmamalıdır ki, “kendinden emniyetlilik” çok farklı bir koruma yöntemidir.

8.05. 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. Fakat piyasada “alev sızmaz = flameproof” kablolar mevcuttur. Konu ile ilgili standartlarda yayınlanmıştır.

Ex-koruma olarak, kablolarda iki önlem alınır. Birincisi dış kılıfın zırlı yapılarak kesilme, kopma ve ezilmenin zorlaştırılması, ikincisi de yanmanın önlenmesidir. Standartlar ex-korunmalı sahada hiç yanmayan tip (silikon) kablo şartı koşmamakta, yandıklarında alevi iletmeyecek yapıda olmaları (çıra gibi yanmamaları) yeterli kabul etmektedir. İngilizcesi ile “fire retardant” yanmayı geciktirici olmaları yeterli olmaktadır.



ÜNİKA firmasının web sitesinden alınmıştır. www.unika.com.tr

Bir fikir vermesi açısından, yukarıda ÜNİKA firmasının ürettiği yer altı maden kablolarının resmi verilmiştir. Bu resimde koruyucu zırlı ve hatta çift zırlı PVC kabloda görülmektedir.

Kablo kullanımı konusunda büyük kuruluşların kendi özel tercihleri bulunmaktadır. Madenler ayrı, petrol ve kimya sanayi ayrı tip kablo tercihinde bulunmaktadır. Her kuruluş kendi özel şartlarına göre özel seçim yapmaktadır.

Amerikan boru “conduit” uygulamasında ise kablonun zırlı olmasına gerek yoktur. Zırlının yerini çelik boru almaktadır.

Kabloların ekproof olup olmadıklarına ve ATEX kapsamına girip girmediklerine dair sıkça sorular sorulmaktadır. Unutmayınız KABLONUN EXPROOF veya ALEVSIZMAZI olmaz. Ancak bu tip kabloları isteyen kuruluşların özel şartnameleri olabilir. Örneğin Taşkömürü işletmesinin MGM tabir edilen özel şartnamesi vardır ve bazı firmalar bu şartnameye göre ürettikleri kabloları exproof veya alevsizmaz olarak pazarlamaktadırlar. Aynı şekilde kablolar ATEX kapsamında değildir. Yukarıda da yazdığımız gibi kablonun iki şartı (kolay yanmama ve kolay ezilmeme gibi) yerine getirmesi yeterli olmaktadır.

Gemi sanayi de özel kablo kullanmaktadır. Bura istenen özellik patlayıcı ortam olmasından ziyade gemi sanayinin ve gemi elektriğinin özelliğinden ve ağır koşullarından kaynaklanmaktadır.

b) KABLO BAĞLAMA ELEMANLARI

Kablolar exproof cihazlara bağlanırken, cihazın exproof özelliğini bozmamalıdır. Bu nedenle ex-d tipi cihazlar kablo başlığı ve bağlı kablo örneği ile beraber denenir (exproof sertifika tip deneylerinde). Kullanıcıya kendine göre bir değişiklik yapma imkanı bırakılmaz. Kablo girişi ayrı bir bölme olarak tasarlanır. 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 Ex-e tipi İngiliz uzmanlar ise Ex-d tipi giriş dizayn ederler.

ABD uygulaması ise tamamen farklıdır. Exproof olayı bir bütün olarak algılandığı için kablo bağlantısı da ex-d tipi gövde içersinde imiş gibi düşünülür ve bu nedenle borulu (conduit) bağlantı ön plana çıkmıştır. Boru bağlantılarının da kendine göre farklı yapım şekli, özel ara bağlantı elemanları, rekorları ve saireleri mevcuttur.

1) KABLO EKLERİ :

Kablolar özel kimyasal maddelerle ve piyasada kolayca bulunan “kablo ek garnitürleri” ile bir birlerine bağlanmaktadır. Normal ortamlarda uygulanan bu tür ekleme şekilleri çoğu kişilerce bilinmektedir. Ayrıca kabloların cihazlara veya panolara bağlandıkları noktalarda kullanılan kablo başlıkları mevcuttur. Bu kablo ek ve başlık malzemeleri kablonun cinsine ve gerilimine göre değişik olmaktadır. Piyasada orta gerilim açık hava tesislerinde (35 kV a kadar) kullanılan silikon kablo başlıkları mevcuttur. Silikon başlıkların görevi toz ve yağmura karşı koruma teşkil etmektir.

Bu tip uygulamalar patlayıcı ortamlarda (exproof olarak) tatbik edilebilir mi?. OG açık hava tesislerinde kullanılan silikon başlıkların patlayıcı ortamlarda kullanılması söz konusu değildir. Çünkü exproof ortamda açık hava elektrik tesisi bulunamaz.

Özellikle yer altı şehir şebekelerinde kullanılan “kablo ek tertibatının” ve yine “ek garnitürlerinin” veya “ek muflarının” patlayıcı ortamlarda kullanılmasının her hangi bir sakıncası yoktur. Çünkü ek yerinde herhangi bir nedenle ark çıkma veya ek yerinin su veya yağmur alması gibi bir durum söz konusu değildir. Büyük güçlü elektrik tesisleri daha ziyade patlayıcı ortamın dışında bulunduğu için bu gibi tesislerin kablo girişleri de bilinen yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

Özel kablo ekleri yer altı madenlerinde ve hareketli açık maden işletmelerinde gündeme gelmektedir. Bu işletmelerde, yukarıda bahsettiğimiz, hariçte kullanılan ekleme yöntemleri kullanılabilir ise de hareketlilik ve işlerin hızlılığı nedeni ile özel ek tertibatları tercih edilmektedir..

2) GEÇMELİ TİP EKLEME (FİŞ-PRİZ)

Geçmeli tip fiş-priz şeklindeki kablo bağlama tertibatını İngiliz uzmanlar yıllardır yer altı ve yer üstü madenlerinde uygulamaktadır. Bu tertibatlar hareketli elektrik şebekesinde ve 10 kV' a kadar uygulanmaktadır.

Aşağıdaki resimde yer altı madenlerinde kullanılan VİCTOR firması yapımı bir kablo ek tertibatı görülmektedir.



dişi soket



erkek soket

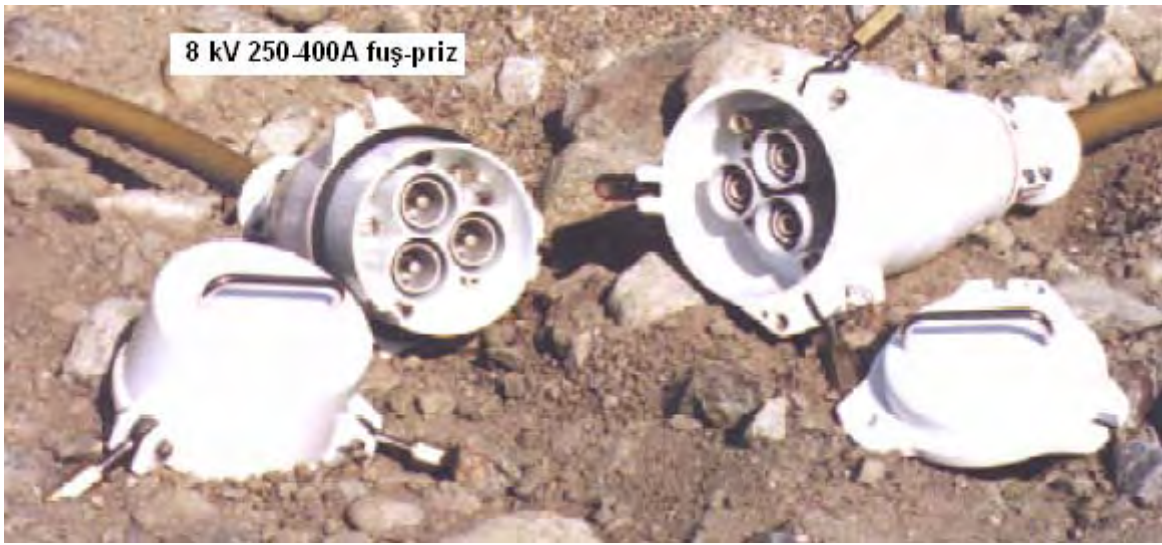
Bu tip fiş priz sisteminin sakıncaları neler olabilir?. Evvela normal ortamda dahi 6.000 volt gibi bir şebekede fiş-priz sistemi kullanılamaz. Tertibatın rast gele açılmalarına ve su girmelerine karşı korunmuş olmasa gerekir. Türk nizamnameleri böyle bir uygulamaya müsaade etmez. Ya kablo sabit bir şekilde eklenecek veya bu noktaya bir kesici konulacaktır ki, bu pahalı bir yöntemdir. İngiliz uzmanların uyguladığı yöntem basit ve pratiktir. Fakat bu uygulamanın da getirdiği ve götürdüğü avantaj ve dezavantajlar mevcuttur. Evvela fiş-priz düzeneği sabit tesiste uygulanmaz. Hareketli kısımlarda ve özellikle motor kumandası bulunan kablo kollarında uygulanır.

Fiş-priz sistemini uygulayabilmek için şebekenin yapısı farklı olmak zorundadır. Kablolarda 3 fazın yanı sıra bir de pilot damarı mevcuttur. Diğer bir söz ile bu gibi fiş-priz sistemi uygulanan şebekelerde **pilot koruma** tabir edilen özel bir koruma yöntemi uygulanmak zorundadır. Böylece rast gele çıkarmalara karşı önlem alınmış olun. Fişin pilot ucu diğer faz pimlerinden daha kısadır. Fiş açılırken evvela pilot pimi çıkar ve elektriğin kesilmesini sağlar. Burada konumuz olmadığı için pilot koruma sisteminin detaylarına girilmeyecektir. Kısaca, maksat pilot pimi çıktığında elektriğin kesilmesini sağlamaktır. Kesici veya motor yol vericisi pilot devre tamamlamadan (kabloların fiş-prizleri birbirlerine bağlanmadan) kesiciyi veya kontaktörü kapatmamaktadır. Şebeke ve elektrik sistemi buna göre dizayn edilmiştir. Böyle bir şebeke yapısında, yukarıdaki fiş-prizler tertibatını kullanmanın hiç bir sakıncası yoktur.

İngiliz ve Alman uzmanların uyguladıkları kablo bağlama elemanları arasında farklılık mevcuttur. Bunların yapım felsefesini bilmeden ve hiç düşünmeden kendi aralarında değiş tokuş yapamaz ve karışık kullanamayız. Çünkü İngiliz'in kullandığı şebeke ile Almanın veya bir başka ülkenin kullandığı elektrik şebekesi ve bu şebekenin kumanda kontrol sistemi aynı olmayabilir. Kablo bağlama elemanlarında ana prensip, elektrik kesilmeden başlığın çıkarılmaması veya ekin açılmamasıdır. Başlık ne tip olur ise olsun, evvela elektrik kesilecek sonra başlık çıkarılacaktır.

Kablo başlıklarının ayrıca su geçirmezliğine de dikkat edilmelidir. IP54 den aşağı koruması olan başlık kullanıldığı tarafımdan bilinmemektedir. Nemli ve sulu ortamda IP67 ye kadar uygulanabilir. Çoğu kez, başlık içersine reçine dökülerek izolasyon ve su geçirmezliği sağlanmaktadır. Eski uygulamalarda zift (katran) döküm görülmektedir. Günümüzde zift tamamen kalkmıştır. Çünkü zaman almakta, ziftin soğuyup sertleşmesi 6-24 saat sürmektedir. Avantajı ise ziftin sökülerek başlığın tekrar kullanılabilme olasılığıdır.

UEE Unit Electrical Engineering Ltd. Kanada firmasının www.uee.com web sitesinden alınan açık maden işletmelerine ait aşağıda kablo bağlama uygulamaları görülmektedir.



Ağır maden işletmeleri dışında uygulanan fiş priz sistemleri de mevcuttur. Bunların tamamı bir şalter veya otomatik sigortanın çalıştırılması prensibine dayanır. Fiş yerine oturtulmadan şalter açık olmak zorundadır ve yine fiş çıkarılmak istendiğinde şalter otomatikman açılır. Aşağıda EKSPRO firması (Elektrik Malzemeleri İmalat Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. <http://www.ekspro.com>) yapımı benzeri bir fiş-priz tertibatı görülmektedir.



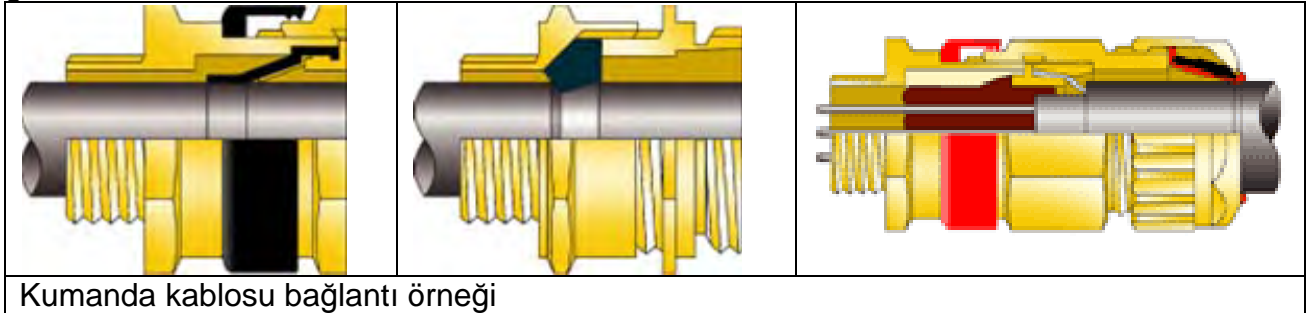
www.ekspro.com
yapımı bir fiş-priz

TSE 3380'e göre EEx d II A-B
T5 sertifikalı

Kumanda devrelerinde kullanılan Ex-d tipi kablo başlıklarının hemen tamamın pirinç veya bronz gibi paslanmaz malzemeden yapılmıştır. Normal şartlarda kolayca çekilerek

açılmamalı ve ark çıkmasına neden olmamalıdır. Bu nedenle exproof kablo başlıkları diğer uygulamalara kıyasla daha teferruatlıdır. Uygulama esnasında imalatçı firmanın izahatı ve uygulama örnekleri titizlikle okunmalı ve “ben bunu nasılsa biliyorum, her yerde uyguladığım gibi” bir düşünce ile kumanda kabloları bağlanır ise hatalı olur.. Kablo başlıkları dış görünüş itibarı ile normal ortamlarda kullanılan benzediği için elektrikçiler peşin hükümlü davranmakta ve çoğu kez hata yapmaktadırlar. Hatalı kablo bağlantılarına çok rastlamışım. Kendinden emniyetli devrelerde kullanılan başlıklar farklı olabilir. Ayrı bir yazıda ele alınacak olan kendinden emniyetliliğin yapısı tamamen farklıdır, diğer uygulamalar ile karıştırılmamalıdır.

Kablo bağlama elemanları IEC 60079-14'e uygun olmak zorundadır. Aşağıda, bir fikir vermesi maksadı ile İngiliz HAWKE firması yapımı kumanda kablosu başlık örnekleri görülmektedir.



8.06 AYDINLATMA AYGITLARI

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

1) AKKOR FLAMANLI ARMATÜRLER

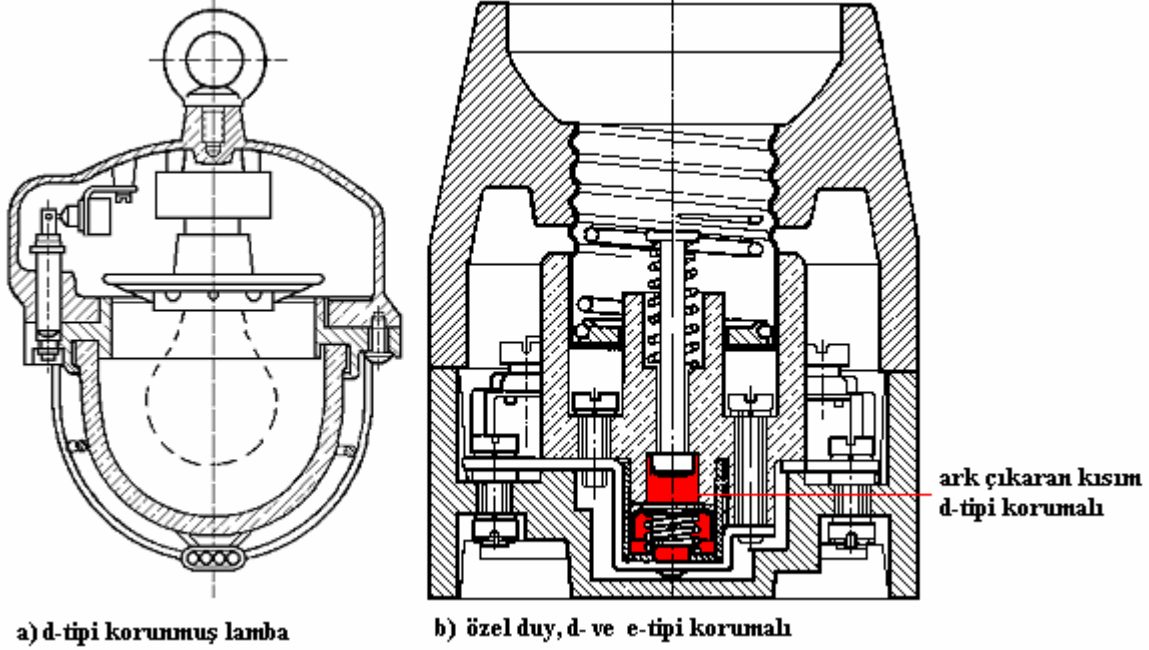
Akkor flamanlı ampuller normal çalışmaları icabı ark çıkarmazlar. Ark çıkaran kısım anahtarlarıdır ki, buda şalter konusuna girer. Bu durumda acaba patlayıcı ortamı tehlikeye düşüren nedir diye sorarsak akla gelen flamanın 2000°C'yi aşan ısı ve ampulün cam yüzeyinin sıcaklığıdır. Flaman sıcaklığının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

a) d-tipi korunmuş akkor flamanlı aydınlatma armatörü:

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

b) e-tipi korunmuş akkor flamanlı aydınlatma armatörü

Özel fanus imali yerine özel ampul imal edilirse e-tipi koruma uygulanabilir ve armatör daha ucuza imal edilebilir. Ampul biraz büyüğe imal edilerek yüzeyin genişlemesi ve böylece yüzey sıcaklığının düşmesi sağlanır. Bu durumda cam fanusun basınca dayanıklı olması gerekmez. Yalnızca darbelere karşı önlem alınır. Bu maksatla cam fanusun üzerine bir çelik ızgara geçirmek yeterli olmaktadır. Ayrıca toz ve neme karşıda önlem alınmalıdır. Özel ampul dolayısı ile, bu tip armatürler pek kullanım sahası bulamamıştır.



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

Ampul değişimi esnasında elektriğin kesilmesi şart ise de buna pratikte pek uyulmamaktadır. Bu maksatla gerilim altında ampulü değişebilen armatür geliştirilmiştir. Değişim esnasında ark ampulün dip kısmında çıkar. Yukarıdaki resimde görülebildiği gibi yaylı bir mekanizma ile, kontağın duyun dışında ufak hacimli başka bir bölmede oluşması sağlanır. Bu bölme de kolayca d-tipi korumalı yapılabildiğinden problem çözülmüş olur. 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 kullanıldığından ve değişimi de pratik olduğundan yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

2) FLORESAN TÜPLÜ ARMATÖRLER

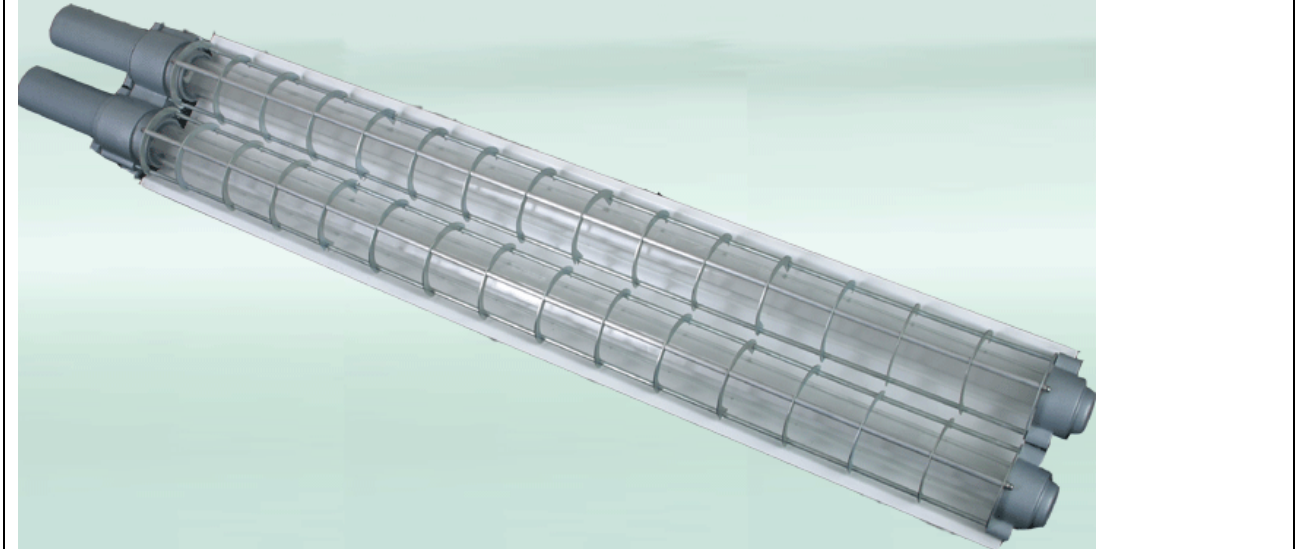
Floresan lambaların normal çalışmalarında ark çıkaran kısmı STARTER' leridir. Akkor flamanlı lambalarda olduğu gibi tüpün yüzey sıcaklığı da sorun teşkil etmektedir. Starterin özel korumaya ve floresan tüpünde basınca ve darbelere dayanıklı özel bir tüp içersine konulması gerekir veya özel bir floresan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

a) d-tipi korunmuş floresan armatörler:

Starter ve floresan tüp ayrı ayrı d-tipi korunmuş muhafaza içersine yerleştirilir. Son zamanlarda güç faktörünü düzeltmek için kondansatör de istendiğinden starterle kondansatör

birlikte aynı d-tipi bir muhafazaya yerleştirilmiş olarak imal edilmektedir. Floresan tüp ise basınca dayanıklı özel imal edilmiş bir cam tüp içersine konulur. Bu tüp denenmiş ve basınca dayanıklı olduğunu ispat eden sertifikaya sahip olmalıdır. Yuvarlak tüp şeklinde olduğundan cam fanusa kıyasla daha kolay imal edilir, basınç ve darbelere de daha dayanıklıdır.

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



Ekspro firması yapımı (www.ekspro.com) bir floresan armatür örneği. TES 3380’e göre EEx d IIA-B-C T6 sertifikalı

b) e-tipi korunmuş floresan armatörler.

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 üstlenir. 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 uygulanabilir. Bu durumda basınca dayanıklı bir koruyucu tüpe gerek yoktur. Yalnızca IP koruması (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 piyasadaki kolayca teminleri mümkün değildir. Ambarda stok bulundurmak gerekir.



d-tipi korunmuş floresan armatür.
Viktor firmasının web sitesinden alınmıştır.
www.viktor.co.uk



e-tipi korunmuş floresan armatür.
Chalmit firmasının web sitesinden alınmıştır.
www.chalmit.com

Bir fikir vermesi açısından, yukarıda d- ve e-tipi korunmuş floresan armatürlerin resmi verilmiştir. D-tipi armatürde koruyucu tüp ve e-tipi korunmuş olanda da koruyucu şeffaf kapak görülmektedir.

3) CIVA BUHARLI ARMATÜRLER:

Ancak d-tipi koruma tatbik edilebilir. Akkor flamanlılarda olduğu gibi ampul, basınca dayanıklı cam bir fanusa konulurken, starter ayrı bir metal kaba yerleştirilmektedir. Armatürün üst kısmı d-tipi korunmuş, starter gövdesini ve altında cam fanusa yerleştirilmiş olan cıva buharlı ampulü oluşturur. Bu yönü ile ağır ve dolayısı ile pahalıya mal olduklarından pek yaygın değildirler.

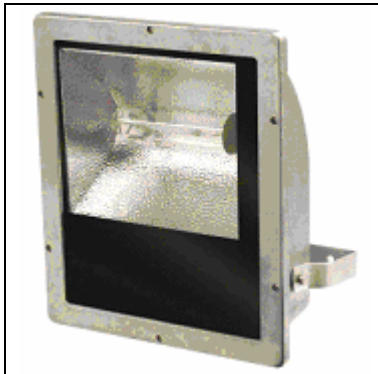
Flüoresan ampullerde olduğu gibi starter gerektirmeyen cıva buharlı ampuller de imal edilmiştir. Bu tip ampuller kullanılan armatürlere, e-tipi koruma tatbik edilebilir. Daha hafif olmalarına rağmen özel ampule ihtiyaç duyduklarından pek ucuza mal olmazlar. Bu nedenle yaygın kullanım alanı bulamamışlardır.

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

LED diyotlar kullanılarak imal edilen sinyalizasyon lambaları da mevcuttur. Bunlara e veya ib-tipi koruma uygulanabilmektedir.

TS EN 50014 Lambalarla ilgili genel hükümler içermektedir. Bunlardan en önemlisi ve lambaları pahalı kılan, ampul değişmek için kapak açıldığında elektriğin kesilmiş olması şartıdır (Madde 231.2). Lambaların gücü küçük ve dolayısı ile çektikleri akım düşük olduğundan bu şart küçük hacimli d-tipi korunmuş odacıklarla kolayca çözümlenebilmektedir. Çünkü standartlar küçük hacimli d-tipi muhafazaları kolaylıklar getirmektedir.

4) PROJEKTÖRLER



Extronics firmasının www.extronics.com web sitesinden alınmıştır.

Restricted Breathing
ATEX II 3GD EEx nR II T3/T2 IP65
Operating Temp. Range -40°C to (25-56)° C

Sertifikasyonundan anlaşılacağı gibi, bu projektör her ortamda kullanılamamaktadır. Zon 2 de kullanılabilir.

Piyasada hemen hemen her cins lambanın exproof olanı mevcuttur. Bunların sertifikaları incelenerek nerelerde kullanılabileceğine dikkat etmek gerekir. Yukarıdaki resimdeki projektör örneği özellikle verilmiştir. Çünkü bir projektörün patlayıcı ortamı patlatmayacak kadar sağlam ve tehlikesiz olabilmesi mantıksızdır. Yukarıdaki örnekteki projektör ise Zon 2 de yani patlayıcı ortam meydana gelme ihtimali çok az olan yerlerde kullanılabilir. Buna dikkat etmeden projektörü alır, bir gaz deposunun hemen üzerine monte ederseniz tesisinizi tehlikeye atmış olursunuz.

8.07 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 kullanışsızdır. Bu tip telefon cihazları en az 25 kg gelmektedirler. 50-60 kg ağırlığında olanları da vardır. Böyle bir cihazın taşınması ve montajı kolay değildir. D- ve e-tipi karışık olarak uygulananlar biraz daha hafiftir.

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



Tamamen kendinden emniyetli teknolojiye göre imal edilen telefon cihazları da mevcuttur. Bu cihazların kendinden emniyetliliğini sağlayan zener bariyerlerdir. Bu bariyerler otomatik telefon santralının yanına ve tehlikesiz ortama yerleştirilirler. Telefon cihazları gerekli konuşma enerjilerini içerlerindeki bir bataryadan alırlar ve bu batarya tetikleme yöntemi ile uzaktan şarj edilmektedir. Bu yapıları ile Ex-ia veya ib tipi korunmuş telefon cihazları doğrudan normal telefon şebekelerine bağlanamazlar, arada mutlaka özel bir bariyer tertibatı bulunmak zorundadır.

Telefonların enerji harcayan bölümleri zil tertibatlarıdır. Günümüzde çok az enerji gerektiren ve düşük gerilimle çalışan "piezzo kristal" zil kullanan telefon cihazları mevcuttur.

Aşağıda Alman Funke+Huster+Fernsig firması yapımı birkaç örnek görülmektedir.

	EEX ia IIC T6 sertifikalı, pilsiz, ses takatli bir telefon. Ağızlıktaki bir mekanizma çevrilerek uyarı yapılmaktadır. Bu cihazın özelliği hiçbir enerji kaynağına ihtiyaç duymamasıdır.	
		a) Tek abonelik bir telefon b) Çok aboneli bir telefon sistemi için kendinden emniyetlilik santrali b) EEx ia IIC T6

Tam otomatik bir telefon örneği. Telefon cihazının kendisi dış görünüş itibarı ile normal ortamlarda kullanılan cihaza benzemektedir. Kendinden emniyetliliği sağlayan, a) örneğindeki gibi ya müstakil bir cihaz veya b) örneğindeki gibi komple bir santraldir.

	<p>Solda ağır çalışma ortamına göre yapılmış duvar tipi bir otomatik telefon ve sağda da kendinden emniyetliliği sağlayan tek bir telefona göre yapılmış KE telefon bariyeri görülmektedir</p> <p>Cihazlar Funku+Huster+Fernsig yapımı olup koruma sınıfı Ex-ia IIC T6 dir.</p> <p>KE telefon bariyerini alıp bunun çıkışına sıradan bir telefon cihazı bağlayamazsınız. KE nin anlamı kalmaz.</p> <p>http://www.fhf.de/</p>	
---	---	---

8.08 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. Prensipte olarak metrolarda kullanılan telsizlere benzerler. Yegana farkları patlayıcı ortama karşı korunmuş olmalarıdır.

Grizulu yer altı madenlerinde kullanılan çok özel telsiz sistemleri mevcuttur. Bunlar yer üstünde 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 sahalarının da çalışan kişilere tavsiye edilir.

8.09 ÖLÇÜ ALETLERİ ve İZOLASYON MEGERLERİ

Ölçü aletleri özel itina ile kullanıldıklarından ex-koruma gerektirmezler. Patlayıcı ortamdaki bir panonun kapağını açıp gerilim veya akım ölçmenize normalde müsaade edilmez. Gerilimi kesmeniz gerekir. Arıza takip ediyorsanız ve gerilim altında çalışmak zorunda iseniz, özel önlem almanız gerekir. Bu işi ise patlayıcı ortamdaki gazı ölçerek yaparsınız. Ya kendiniz, gaz 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-korunmalıdır, bir şey olmaz" demeniz riziko almanız anlamına gelir.

Bazı Avrupa ülkeleri, ölçü aletlerinin tehlikeli ortamda taşınırken sorun teşkil ettiğini, nizamnamelere aykırı olduğunu ve bu nedenle ex-korunmalı ölçü aleti taşımak ve kullanmak gerektiğini ileri sürerler. Bu nedenle ex-korunmalı İZOLASYON MEGERİ dahi yapılarak piyasaya sürülmüştür. Konuyu derinlemesine bilmeyen meslektaşlarımız, ex-korunmalı meger kullandığında her şeyin normal olduğunu zannederler. Halbuki bu megerler taşınma

esnasında ve ucuna alet bağlanmadığı hallerde ex-korunmalıdır. 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-korunmalı diye rahat davranamazsınız, tedbir almanız gerekir.

Piyasada kendinden emniyetli tipte imal edilmiş avometreler mevcuttur ve korumasız tipine kıyasla çok da pahalıdır. Bence ex-korunmalı meger, ticari oyundan ve kandırmaca dan başka bir şey değildir. Ex-korunmalı ve hatta Ex-i korunmalı avometrenin bir anlamı olabilir. Çünkü kendinden emniyetli Ex-ia tipi devrelerin gerilim altında kapakları açılıp tamir edilebilmektedir. Fakat aynı avometrenin normal ex devrede tehlikeli olabileceğini unutmayınız.

KISIM II

KENDİNDEN EMNİYETLİLİK

ÖZ GÜVENLİK

INTRINSIC SAFETY, CADMIUM SAFE, EIGENSICHERHEIT

1.0 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 yapıp 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. Alevsızmazlıkla 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 bilinmiyorsa 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) 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 unutulmuş 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 tespiti 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.

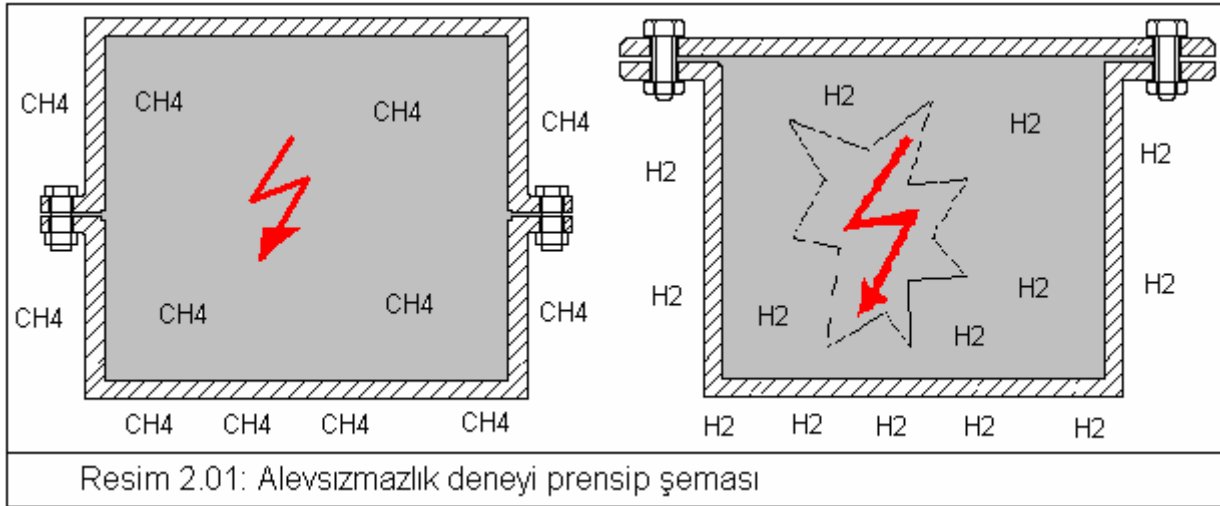
2.0 KENDİNDEN EMNİYETLİLİK NEDİR ?

Kendinden emniyetliliği anlamak için evvela alevsizmazlık (flameproof) ve patlatmazlık (exproof) nedir bilmemiz gerekir. Bu tip aletlerde 2.01 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 aralıklarıyla sürekli devam ederse ne olur? Bu durumda alevsizmazlık özelliği bozulur. Çünkü gövdenin flanş yüzeyleri ısınır ve alevi soğutacak gücü kalmaz. Bu nedenle bu tip aletler 6 adet peş peşe patlamaya göre denir. Kısacası 6 adet peş peşe patlamada sızdırmıyor ise o mahfaza alevsizmaz özelliğe sahip demektir. Bu nedendir ki madenlerde grizu %1.5'i aşınca elektriğin kesilmesi şartı konulmuştur. %1.5 genel ortam içindir, kenarlarda ve alet içersinde biriken gaz, patlama oranına ulaşmış 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 ve telsiz gibi haberleşme aletleri de günümüzde kendinden emniyetli imal edilmektedir.



Alevsizmazlık (flameproof) ve patlatmazlıkta (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 (Sengheny madeninde olduğu gibi) diğer aletlerle rasgele 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. Rasgele herhangi bir tadilat elektriki olarak sistemi çalıştırabilir ise de hiç farkına varılmadan kendinden emniyetlilik dolayısı ile antigrizu şartları bozulmuş olabilir. Bu nedenle:

1. Kendinden emniyetli devreler için bir renk standardı öngörülmüştür ki hatalı bağlantılar mümkün mertebe önlenilsin. K.E. kablo ve aletler açık mavi renge boyalı olmak

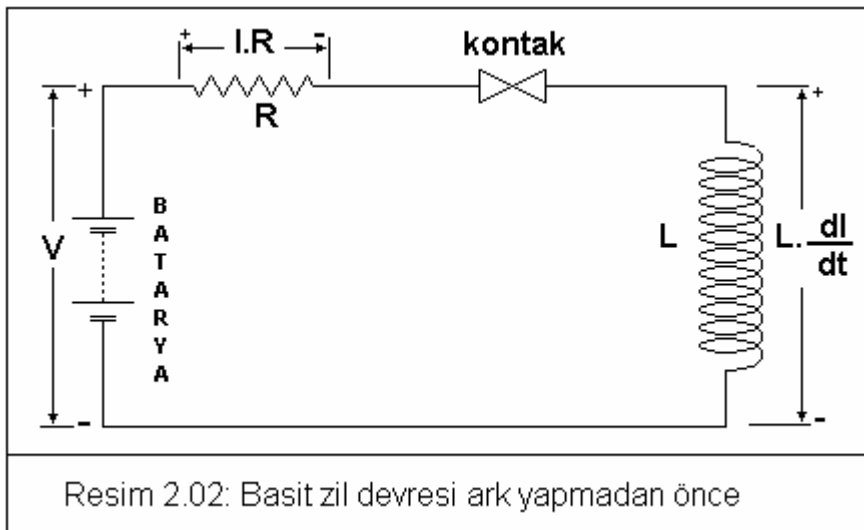
zorundadır. Bu şarta uymayan İngiltere ve ABD'de son zamanlarda K.E. aletlerini açık mavi renge boyayarak piyasaya sürmektedirler. Bu konuda bildiğimiz kadarı ile zorlayıcı bir standart yok ise de imalâtçı ve kullanıcılar açık mavi renk kotuna uymaktadırlar.

2. KE devrelerde kullanılan aletlerin tamir ve bakımı ancak yetkili servislerce yapılmak zorundadır. Çünkü keyfi ve rasgele değişiklik KE özelliğini bozabilir. Anlamsız gibi görülen elemanların hep bir anlamı vardır. Alevsizmaz aletlerde durum farklıdır. FLP veya EX gövdenin içersinde tadilat yapılabilir. Çünkü burada önemli olan gövdedir.
3. Basit siviç ve saire gibi içersinde enerji depolayan elemanı bulunmayan aletler KE devrelerde kullanılabilir ve KE özelliğini de bozmazlar. Fakat herhangi bir işçilik hatasını önlemek ve rasgele alet kullanılabilir gibi bir imajı önlemek için KE devresine bağlanan bu gibi aletlerin üzerine "YALNIZCA KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRELER İÇİNDİR" ibaresi yazılır. Bu konuda 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 KE aletlerinin üzerinde böyle bir damga görülmez. Türkiye gibi bir ülkede benzeri uygulamanın yararlı olacağı şüphesizdir.

2.1.KENDİNDEN EMNİYETLİ DEVRE PLANLAMANIN ESASLARI

Bir elektriki 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.



Bir endüktif eleman (L) üzerinden I akımı geçiyor ise depolanan enerji:

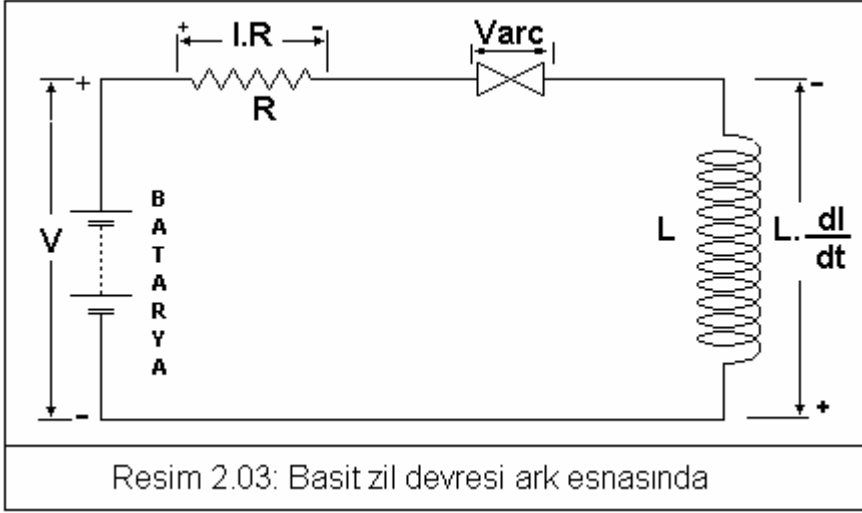
$E = 1/2 \cdot (L \cdot I^2)$ formülü ile ifade edilir.

Bir C kapasitansı üzerinde V gerilimi var ise, bu sığaç içerisinde depolanan enerji :

$E = 1/2 \cdot (C \cdot V^2)$ formülü ile ifade edilir.

Eğer bir kondansatöre (C) doğru akım tatbik edilirse içersinden akım geçmez. Fakat yukarıdaki formülle verilen enerji üzerinde yüklü beklemektedir.

Endüktans (L) bir bobinden, üzerine tel sarılı bir makaradan ibarettir. DC verilirse içersinden, (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 içersinde 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 unutulmuş faktör budur.



Resim 2.03: Basit zil devresi ark esnasında

Resim 2.02 ve 2.03 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 edilebilir:

$$V = I \cdot R + L \cdot di/dt$$

Burada görüldüğü gibi bataryadan $V=I \cdot R$ 'ye (bilinen Ohm kanununa) uygun olmayan farklı bir akım çekilir. Yani basit Ohm kanunu geçerli değildir.

$L \cdot di/dt$ kısmı, bobinin (zilin) oluşturduğu manyetik alan için lüzumludur. Burada harcanan enerji ise dt üzerinden $V \cdot I$ 'nin entegrali alınarak bulunabilir.

$P = V \cdot I$ elektriki gücü verir

$E = V \cdot I \cdot t$ " enerjisi verir

$$\begin{aligned} E &= V \cdot I \cdot dt = (I^2 \cdot R + L \cdot I \cdot di/dt) \cdot dt \\ &= I^2 \cdot R \cdot t + L \cdot I \cdot di \\ &= I^2 \cdot R \cdot t + 1/2 \cdot L \cdot I^2 \end{aligned}$$

Burada $I^2.R$, t , faktörü t zamanı içerisinde 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:

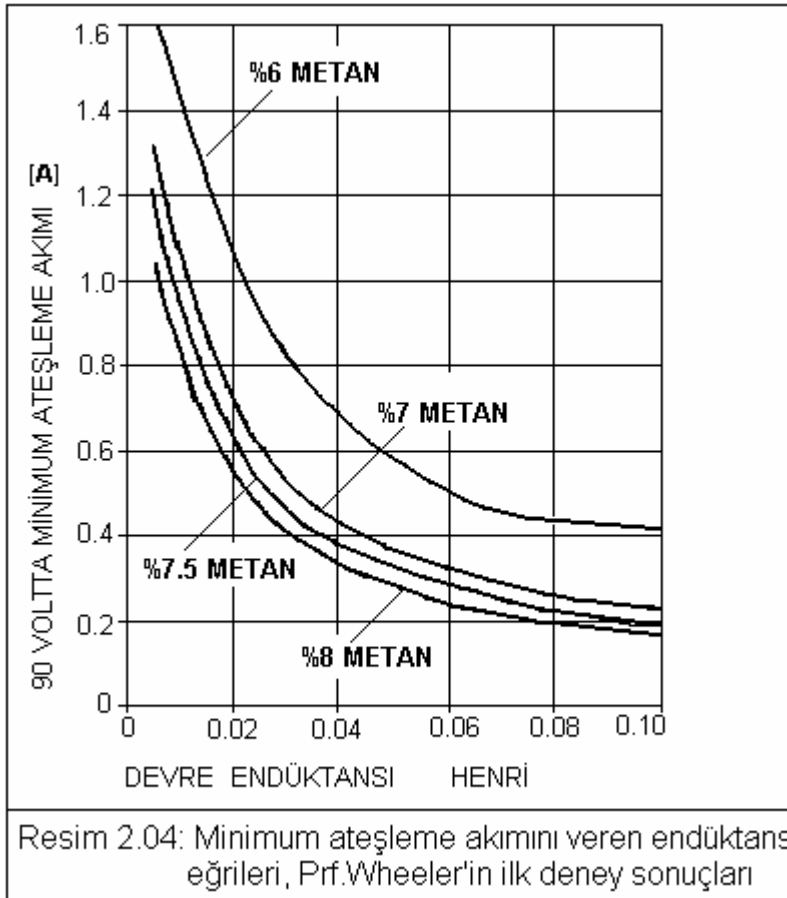
$$V + L.di/dt = I.R + V_{arc}$$

Burada $V=I.R$ ve $V_{arc}=L.di/dt$ yerini almış olur. Çünkü açılıp kapama olayı başlamadan önce $V=I.R$ geçerlidir. Bu kısaltma ile ark olayından V_{arc} ($V_{arc}=L.di/dt$) 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.

$$V_{arc} = L.di/dt$$

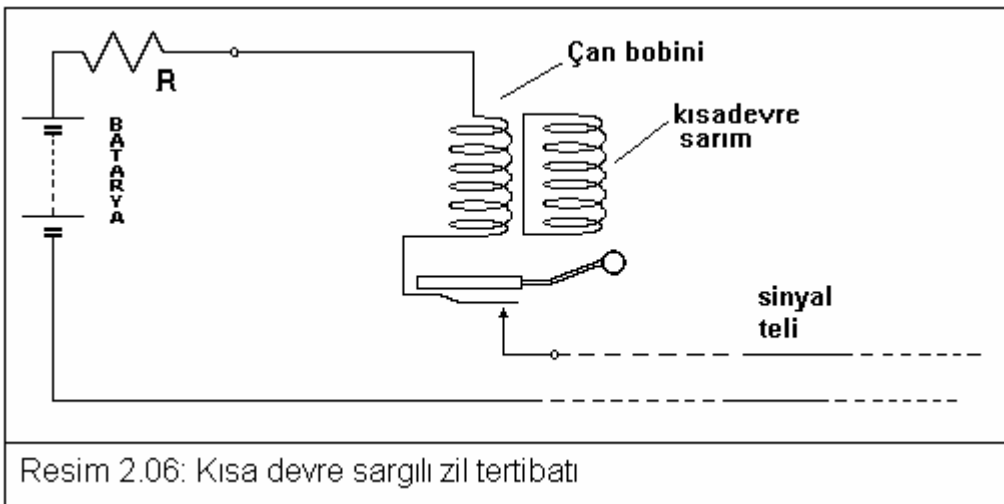
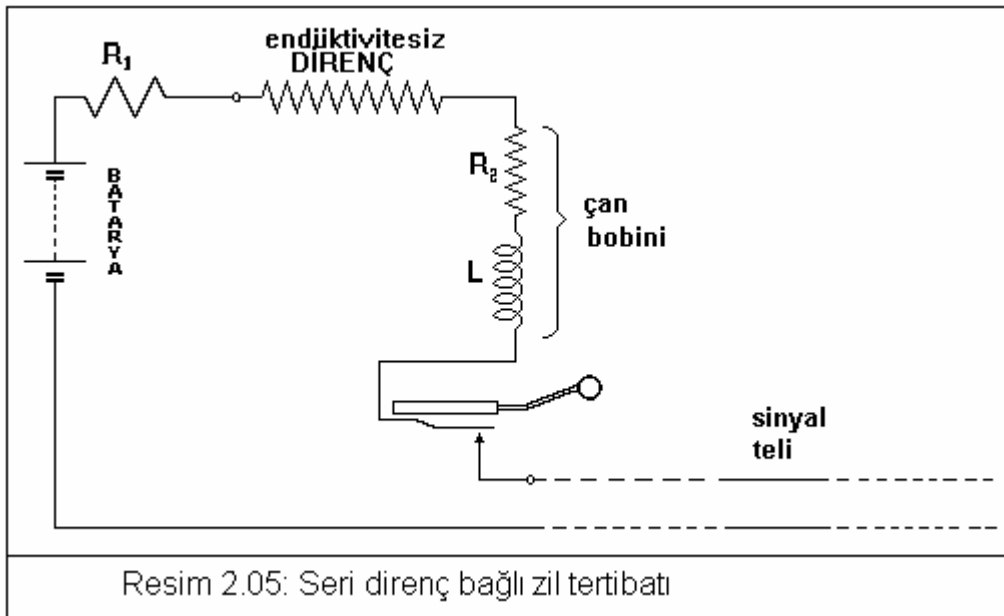
Formülünün yorumunu yaparsak, ark olayına sebep olan gerilimin, devrenin toplam endüktansı (L) ile doğru, zaman ile ters orantılı olduğunu söyleyebiliriz. Devre ne kadar hızlı açılırsa gerilim o kadar yüksek olur. Akımın zamana göre değişimi esastır. İlk bakışta V_{arc} 'in besleme voltajı V 'den bağımsız olduğu zannedilir ise de, kapamanın başlangıç anında ($t=0$) i akımının değerini, ($V=I.R$ formülü dolayısı ile) V gerilimi belirler. Aynı zamanda V geriliminin düşük olması ark geriliminin (V_{arc}) dolayısı ile çıkan arkın hafif olacağı anlamına da gelmez. V gerilimi ne kadar düşük olursa olsun akım yüksek ise, ark gerilimi (V_{arc}) büyük olur. Dolayısı ile grizuyu 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 potansiyometre ile sınırlayarak, metan gazını patlatabilen minimum ateşleme akımını tespiti çalışmıştır. O devirde çeşitli endüktanslar ile yaptığı deneyler ve elde ettiği sonuçlar resim 2.04' 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 2.05'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. Prof. 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.



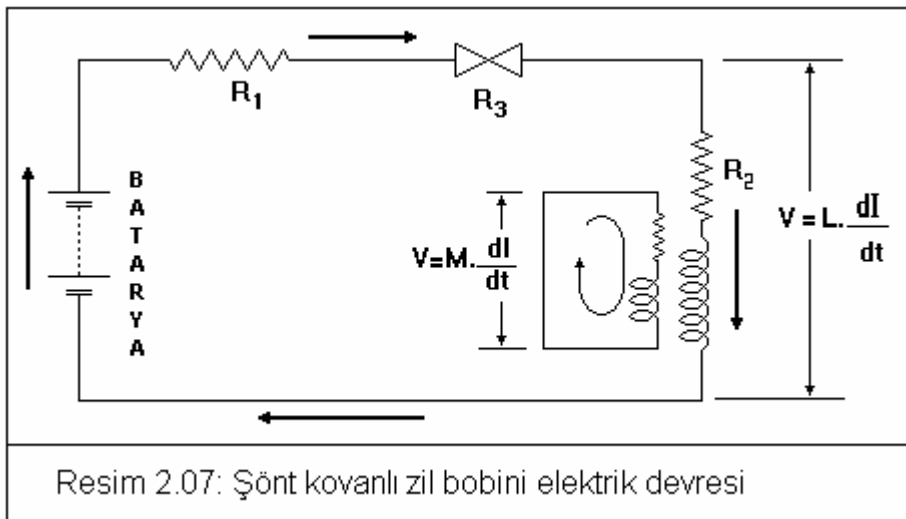
Wheeler daha sonra zillerin gücünü düşürmeden, yani amper sarımla oynamadan, L endüktivitesini düşürmenin yollarını aramıştır. Bu maksatla Resim 2.06'da görüldüğü gibi iç içe sarılı, yani çift sargılı zil bobinleri yaparak denemiş ve sonucun daha elverişli olduğunu, hem zilin iyi çalıştığını ve hem de 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 bağlıdır.

Tablo 2.01'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 denenerak sonuçları tablo 2.01 de kısaca özetlenmiştir

GÜÇ KAYNAĞI : 10 ADET SIVI LÖKLANŞE HÜCRESİ				
	çift bobin		tek bobin	
	ilave sarım		ilave sarım	
	açık devre	kapalı devre	açık devre	kapalı devre
bobin veya bobinlerin DİRENÇİ	20 Ω	20 Ω	10 Ω	10Ω
Çan bobininden geçen AKIM	0.47 A	0.47 A	0.70 A	0.70 A
Çan çalışmasını durduran azami DİRENÇ	100	115	75	95
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	--	10	--
MAA'yı elde etmek için gerekli olan VOLTAJ	--	38 Volt 26 kuru pil	--	31 Volt 21 kuru pil

Tablo 2.01: Kısa devre bobiniyle yapılan deney sonuçları



Kısa devre bobini yerine, sargıların altına manyetik olmayan, bakır, pirinç ve benzeri metalden yapılmış, bir kovan konulabilir. Bu kovan tek sarımı olan ikinci bobin gibi iş görür ve açılıp kapanma 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 olacağını bilmemesidir.

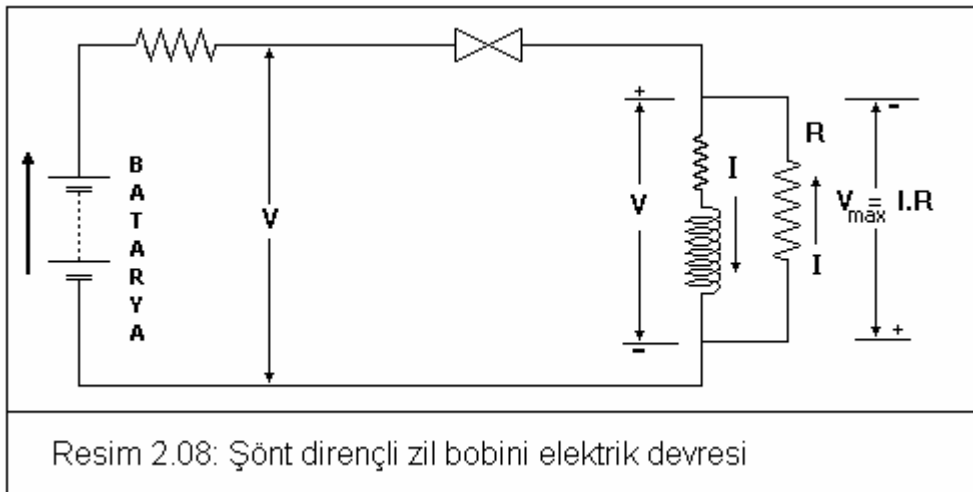
Resim 2.07'de görüldüğü gibi zil bobinindeki (ana sargılardaki) endüklenen gerilim $L.di/dt$ 'dir. Ana sargının tüm manyetik akısı, bakır şönt tarafından tamamiyle kavranamaz. Aradaki karşılıklı endüktans M ise, şönt kovanında endüklenen gerilim $M.di/dt$ kadardır.

Ana devrede ve şönt içerisinde ne kadar enerji kaybolduğu ve aralarındaki oran, bu devrelerden akan akımın kolaylığına, yani omik direncine bağlıdır. Bu devrelerin iç dirençlerini resim 2.07'de incelersek ana zil devresi:

Batarya iç direnci	R_1
Bobin sargı direnci	R_2
Kontak direnci	R_3 'den oluştuğunu görürüz.

Bakır şöntün direnci çok düşüktür. Kontak direnci R_3 ise açılıp kapanma esnasında ve kısa bir sürede sonsuz ve sıfır değerlerini alır. Bu durumda, en büyük enerji kaybının şönt içerisinde zühür ettiği aşikardır. Kısacası, açılıp kapanma 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.



Wheeler şönt bobinden başka diğer yöntemleri de denemiştir. Bunlardan biri ve etkili olanı Resim 2.08'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 $V_{max}=I.R$ 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

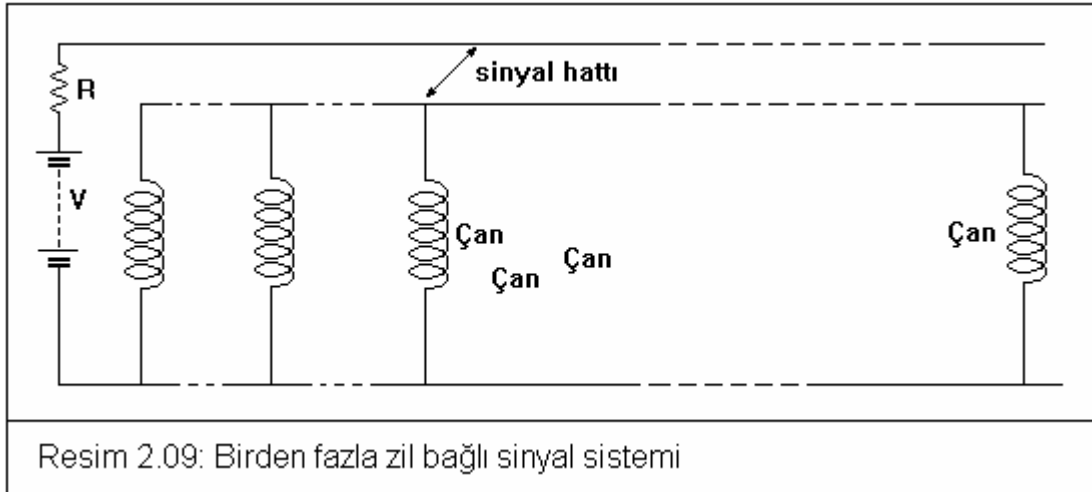
bobinine verilen faydalı akım da düşeceğinden, belli bir seviyenin altına inilemez. Ayrıca bu direnç bataryadan lüzumsuz yere fazla akım çekilmesine de neden olmaktadır. Zaten Profesör Wheeler ilk teklifini bu yönde yapmış ise de, bataryadan fazla akım çekmesi nedeni ile bu yöntem pek kabul bulmamış 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 arkin şiddeti önlenmektedir. Burada gerekli enerji bataryadan değil insan elinden sağlandığından, elin bir miktar daha yüklenmesi batarya gibi mahsur teşkil etmemektedir. Bu nedendir ki, yer altı manyetolu telefonlarının yer üstünde bürolarda kullanılanlara nazaran, daha kuvvetli çevrilmesi gerekmekte ve aradaki fark bariz şekilde hissedilmektedir. Ne var ki günümüzde manyetolu telefonlar hemen hemen kalmamış gibidir. Zonguldak'taki kömür ocaklarında azda olsa bir miktar mevcuttur.

2.2 KENDİNDEN EMNİYETLİ SİSTEMLER

Senghenyd madenindeki kazadan sonra, Prf.Wheeler tarafından yapılan araştırmalarda açık devre voltajı 25 volt olan sıvı löklaşe 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 alevsizmaz 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 löklaşe pilleri kullanmıştır.



Burada akla gelen soru "Birden fazla zil bobini devrede olduğu takdirde durum ne olur? "Emniyetlilik artar mı azalır mı" ? dir. Bu konu, daha sonraki yıllarda Sheffield'deki araştırma merkezi (SMRE) yetkililerinden Captain Platt ve R.A.Bailey tarafından araştırılarak 1928'lerde yayınlanmıştır. Resim 2.09'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.

PARALEL BAĞLI ÇAN SAYISI	MİNİMUM ATEŞLEME GERİLİMİ		
	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 2.02: Paralel bağlı çanların asgari ateşleme gerilimleri

ÇAN TİPİ	BOBİN DİRENCİ	KORUYUCU CİHAZ	PARALEL BAĞLI ÇAN SAYISI	Şönt direnç (Ohm) *)
TİP C	50	R Şöntü devrede	4	100
		R Şöntü yok	6	75
TİP D	25	Kısa devre:	4	55
		bakır kovan bakır tel	6	35
TİP E	30	R Şöntü devrede	4	40
		R Şöntü yok	6	30
TİP F	50	R Şöntü devrede	4	95
		R Şöntü yok	6	75

Tablo 2.03: Zil uçlarına paralel (şönt) direnç bağlanarak çeşitli sinyal sistemlerinin patlama sınırlarının tespiti

*) Çanı emniyetli hale getiren şönt direnç değeri

Şimdi bu önerileri tek tek irdeleyelim.

2.3 BATARYA VOLTAJININ DÜŞÜRÜLMESİ

Tablo 2.02'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.

2.4 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 2.03'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.

2.5. 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 sınırlandırarak, emniyeti sağlayan minimum dirençler tespit edilmiştir. Bulunan bu değerler tablo 2.04de 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 40Ω	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 2.04: Besleme akımı sınırlandırarak KE'nin sağlanması

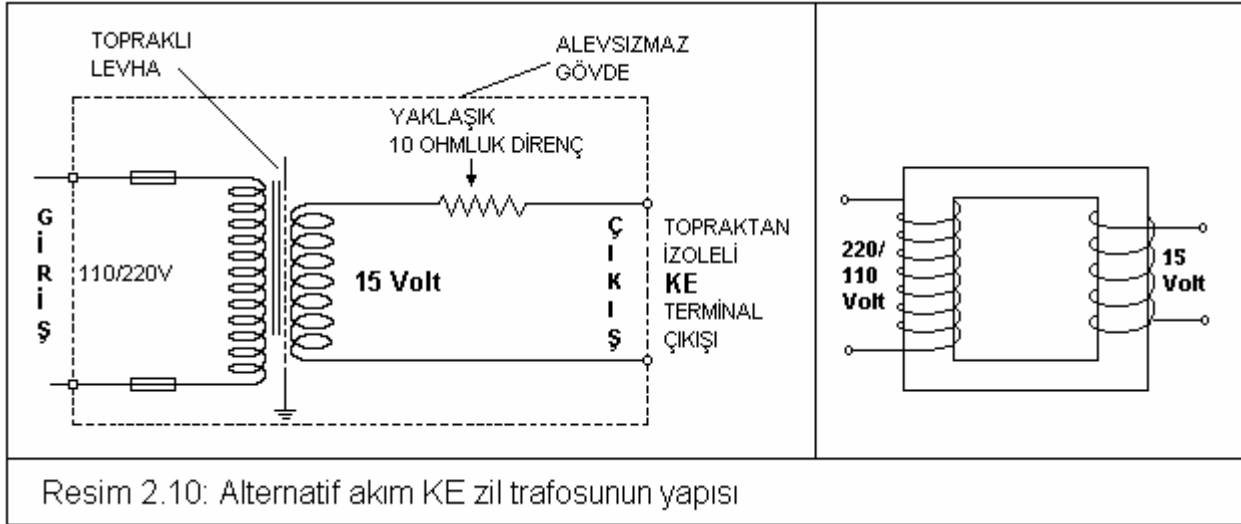
2.6 ONAYLI DOĞRU AKIM KAYNAKLARI

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 kullanılmaya başlanmıştır.

O zamanlar 12 Amper kısa devre akımı veren batarya kullananlar da vardı ki, bunlar Wheelerin 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 sökülebilmeye ihtimali vardır

Günümüzde sıvı pillerin yerini kuru veya çeşitli yapıdaki piller almıştır. Bunların tümünün KE güç kaynağı olarak kullanılabilirliği denenerek onaylanmakta ve sertifika verilmektedir.



2.7 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 yapıлып 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 2.10 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.

Alternatif akım sinyal trafolarında sekonder gerilim olarak 15 Volt öngörülmüştür ki, böylece tepe değerini 24 volt DC kaynağına yakın olması sağlanmıştır. ($15 \times \sqrt{2} = 21.5$ Volt). Bu trafoların kısa devre akımınının 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 mH'ye indirilmiştir.

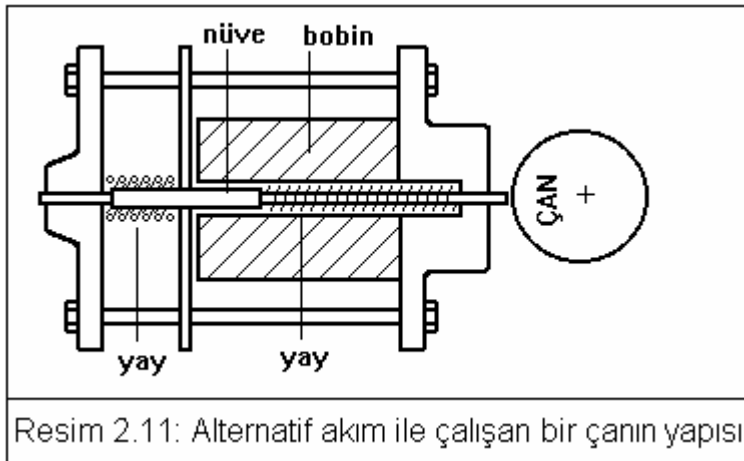
KE alternatif akım güç kaynağının (sinyal trafosu) bir özelliği de alevsizmaz mahfaza içersine yerleştirilmiş olmasıdır. Bilinen alevsizmazlık (FLP) standartlarına göre imal edilen mahfaza içersine yerleştirilen sinyal trafosunun yalnızca çıkışı KE dir. Günümüzde bu ve benzeri uygulamalar çok yaygındır. 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, alevsizmazlığı temsil eder şekilde sarıya diğer tarafı da KE çıkışı belirtmek için, kendinden emniyetliliğin standart rengi olan, açık maviye boyalıdır.

2.8 ALTERNATİF AKIM ÇAN ve RÖLELERİ

Bakır şönlü 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 2.11'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.



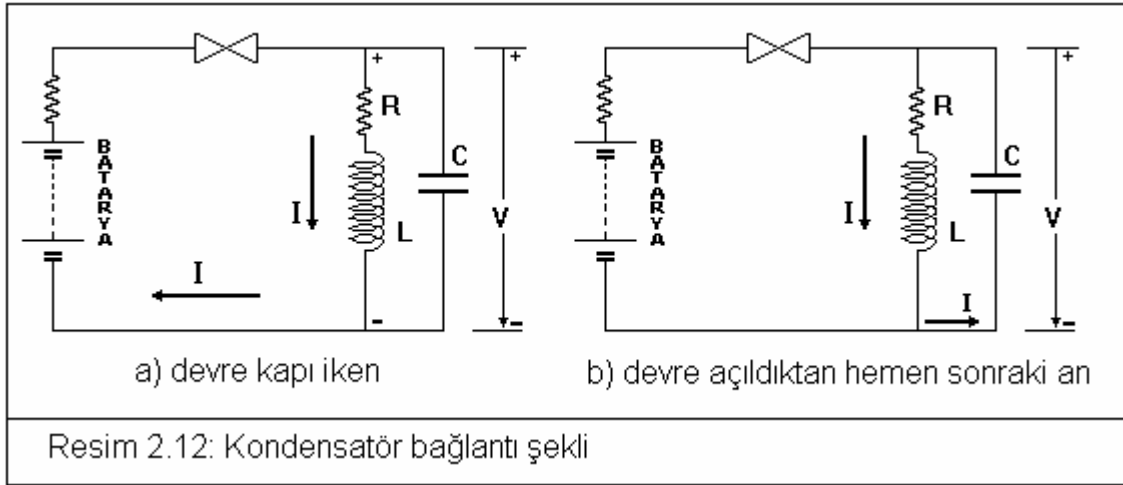
2.9 KONDANSATÖRLER

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 2.12'deki gibi bobine paralel bağlanırsa durum değişmektedir.

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 L-C 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 sönmülmeye 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:

$$1/2.C.(V_{max})^2 = 1/2.C.V^2 + 1/2.L.I^2$$



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.

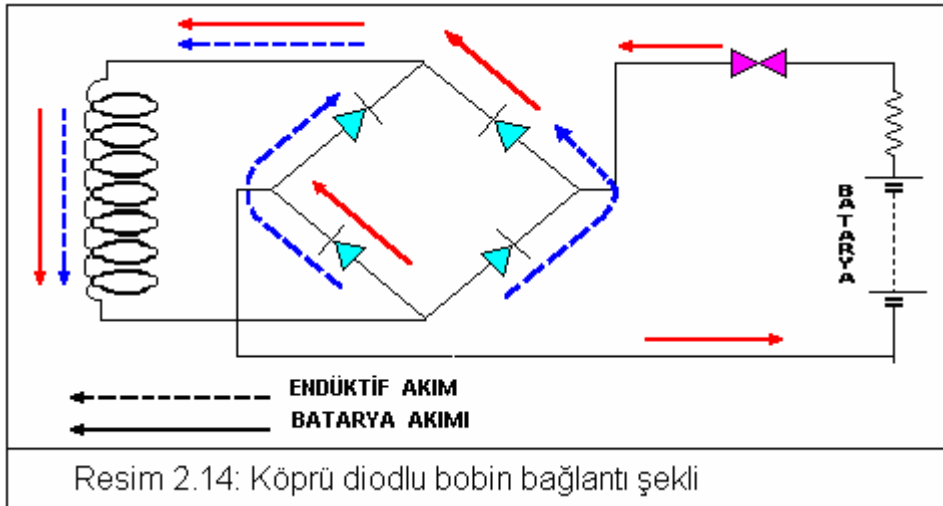
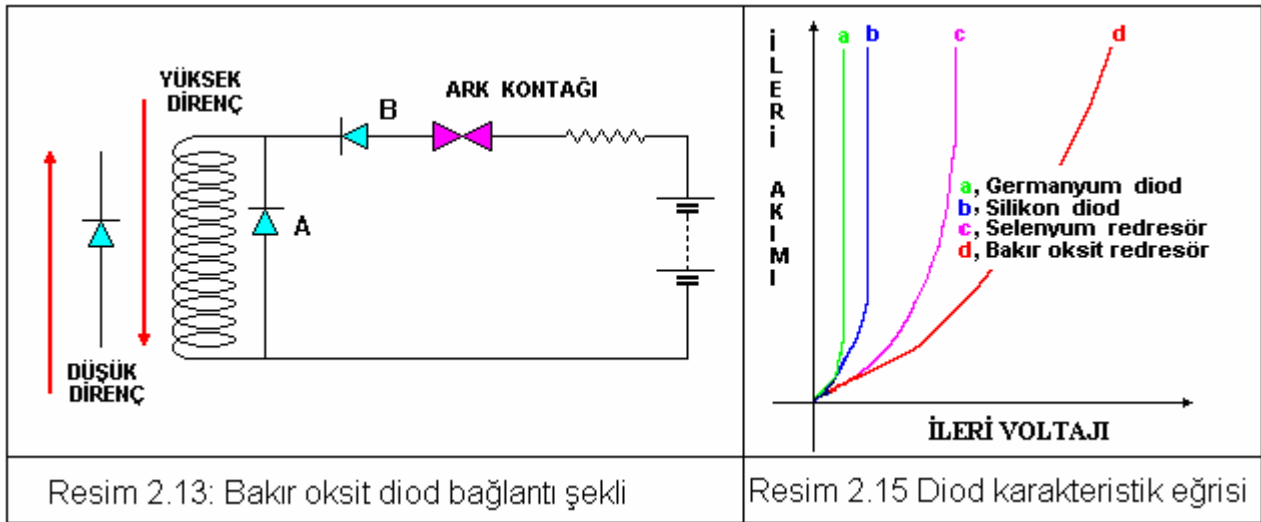
	MİNİMUM ATEŞLEME VOLTAJI	MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI
ÇAN A: 50 Ω, ŞÖNT: 500 Ω		
ŞÖNTSÜZ	06.0 V	0.12 A
ŞÖNTLÜ: 500 Ω	26.0 V	0.57 A
REDRESÖRLÜ	58.0 V	1.15 A
Westingshouse RGC3 tipi, 1 disk		
ÇAN B: 30 Ω, ŞÖNT: 100 Ω		
ŞÖNTSÜZ	04.0 V	0.11 A
ŞÖNTLÜ: 500 Ω	34.0 V	1.45 A
REDRESÖRLÜ	50.0 V	1.66 A
Westingshouse RGC3 tipi, 1 disk		
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 2.05: Bakır oksit diod bağlı çanlarla yapılan deney sonuçları

2.10 BAKIR OKSİTLİ 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 2.13' de görülmektedir.

Çan bobininde üretilen gerilimi sönmülemek 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 2.05'de verilmiştir. Bu tablodan, şönt dirence karşılık redresör kullanıldığında voltajın ne kadar arttığı ve emniyet seviyesinin yükseldiği açıkça görülmektedir.

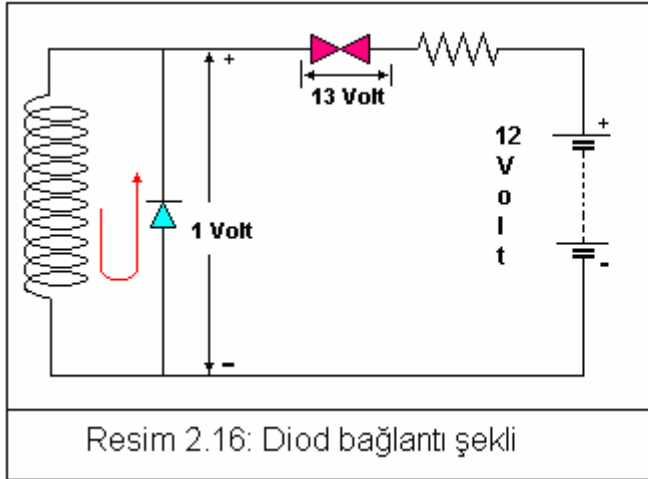


AC bobinlerde köprü redresör kullanılmakta ve daha da etkili olmaktadır. Resim 2.14'de redresörün bağlantı şekli görülmektedir. Çizgili verilen oklar devre açıldığında bobin ve redresörden akan akımı göstermektedir. Burada önemli olan köprü diodun bobin uçlarına paralel bağlı olmasıdır. Ark anında bobinin ürettiği akım diod üzerinden rahatlıkla geçebilmekte, yön değişikliği etkisiz kalmaktadır. Resimde görüldüğü gibi ark çıkmasına sebep olan endüktif akım, devresini köprü diod üzerinden tamamlamaktadır ki, böylece kontak üzerindeki ark azalmaktadır.

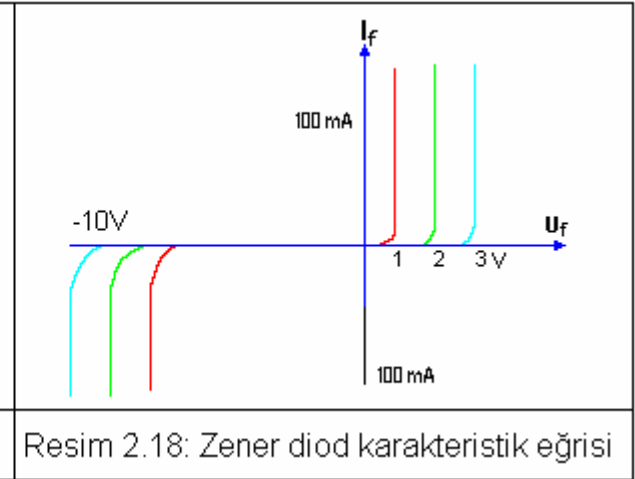
2.11 SELENYUM REDRESÖRLER

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 2.15'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.



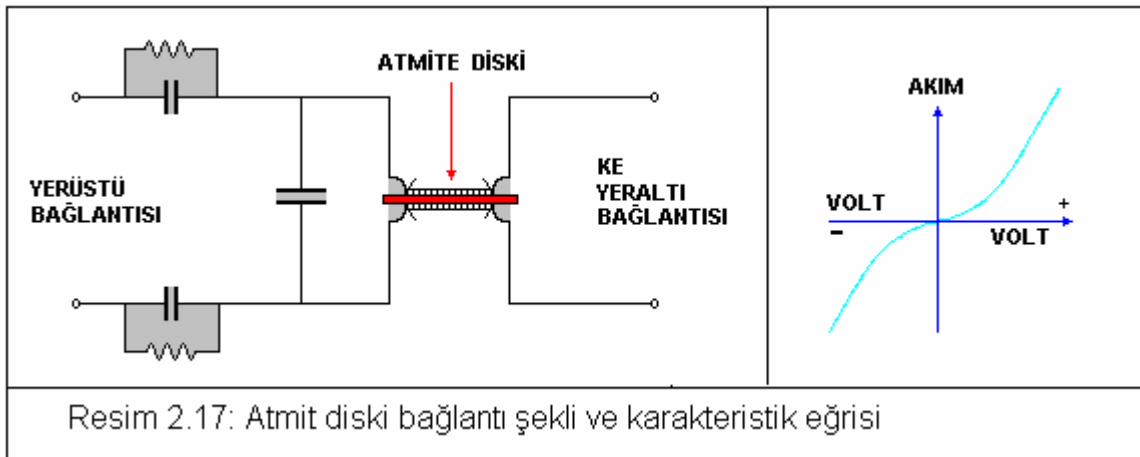
Resim 2.16: Diod bağlantı şekli



Resim 2.18: Zener diod karakteristik eğrisi

2.12 DOĞRUSAL OLMAYAN DİRENÇ ŞÖNTLER

Silikon karpit karışımı olan bu malzemeler doğrusal bir direnç eğrisi vermezler. Bu tip maddeden yapılmış çeşitli dirençler değişik tip aletlerde kullanım alanı bulmaktadırlar. Kendinden emniyetli devrelerde en yaygın kullanılanı telefon cihazlarındaki "atmite disk" dir. Resim 2.17'de şekli verilen bu disk yer altı telefonlarının KE bariyerinde kullanılmaktadır. Yani yer üstündeki KE olmayan telefon santrali ile yer altındaki KE telefonların adaptasyonunda tatbik edilmektedirler.



Resim 2.17: Atmite disk bağlantı şekli ve karakteristik eğrisi

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 2.17'de bu tip direncin bağlantı şekli ve karakteristik eğrisi verilmiştir.

2.13 ZENER DİODLAR

Zener diodların piyasaya çıkması ile şönt direnç sorunu çözülmüştür. Diodlarla birlikte, zener koruyucu şönt olarak kullanılmaya başlanmıştır. Zener diodlar düşük gerilimde yüksek direnç, yüksek gerilimde de düşük direnç göstermekte ve ilettime geçmektedirler.

Bu konuya ilerde de girilecek ve zenerlerle yapılan komple koruma cihazları (zener bariyerler) izah edilecektir. Zener diyotların icadı ile KE güç kaynakları ve KE teknolojisi kökünden değişmiştir,

Resim 2.18'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.

3.0 KE TEST ALETLERİ ve YAPILAN ARAŞTIRMALAR

3.1 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.

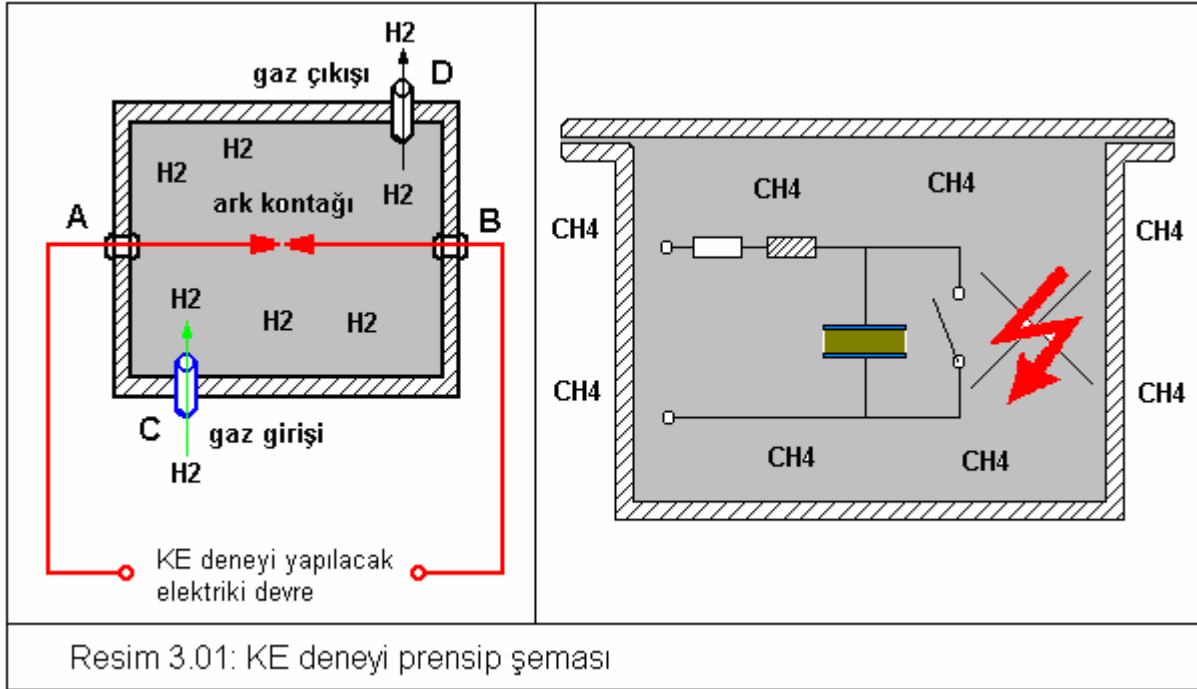
Normal alevsizmazlık deneyinde tüm devre dikkate alınmamakta kablolar kısa devre olduğunda tehlike arz edebilmektedir. Bu nedenle zırlı kablo kullanılmakta zırlı ezilip kısa devre olduğunda devrenin anında açılması için önlemler alınmakta ise de KE kadar güvenli değildir. Çünkü açma devreleri (koruma 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 yukarıda söylediğimiz şart KE devreler için halen geçerlidir. KE devrede kullanılan kablo zırlı 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.

Alevsizmaz muhafaza deneyi basittir. Önceki bölümlerde de izah ettiğimiz gibi, alevsizmaz muhafazanın içine ve dışına patlayıcı gaz (metan veya metana denk hidrojen) verilerek aletin içindeki gaz ateşlenir. Alev dışarı sızarsa muhafaza 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 3.01'deki gibi simule edebiliriz (benzetebili-

riz). Cihazın A-B 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 görüldüğü kadar da basit değildir. Çünkü alçak gerilim devrelerindeki ark olayının teorisi hayli karmaşık ve bir çok parametrelere bağlıdır. En önemli etken kontak açıp kapama hızıdır. Bilindiği gibi endüksiyon kanunu gereği kontak ne kadar hızlı açılırsa endüklenen gerilim o kadar yüksek olmakta ve aralarındaki bağıntı aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir.



$$\text{Varc} = L \cdot di/dt$$

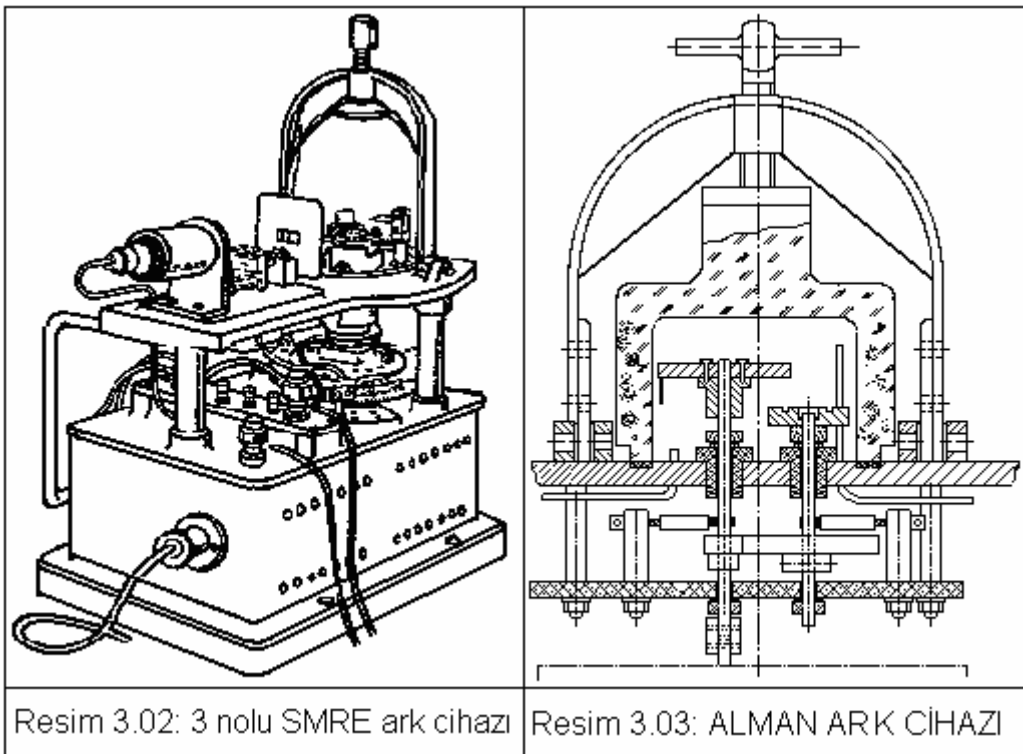
Diğer taraftan kontak maddesi ve yapılış biçimi de aynı derecede etkindir.

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. Alevsiz 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 içerisinde değişik yerlerde kullanılabilir 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 üzerinde 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

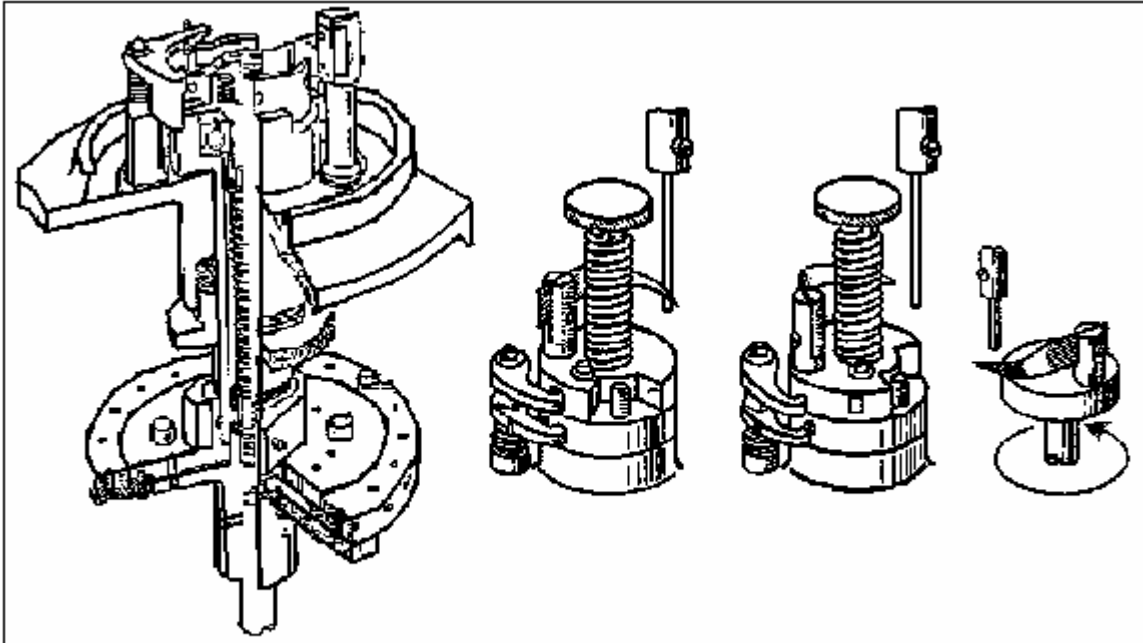
olan da bu tip olaylardır. Şimdi, bir KE devrede olağan dışı olay nasıl olabilir diye fazla düşünmeye gerek yoktur. Birinci derecede, devre kablolarının kopması veya herhangi bir nedenle ezilmesinden başka bir olay düşünülemez.

Gerçekte KE devrenin kablosu kopup bir birine bir daha hiç dokunmayabilir veya titreşerek sürekli açılıp kapanabilir. Dümdüz kısa devre olabilir veya arada direnç kalabilir veyahut ta 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 alevsizmada olduğu gibi 6 kere deneme ile halledilemez. Bu konuda bizce bilinen bir standart değer yok isede deneyler 250 adet açıp kapama esasına göre yapılmaktadır. Yani endüktivitenin 250 kere devreye girip çıkmasında herhangi bir patlama görülmemelidir.



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.

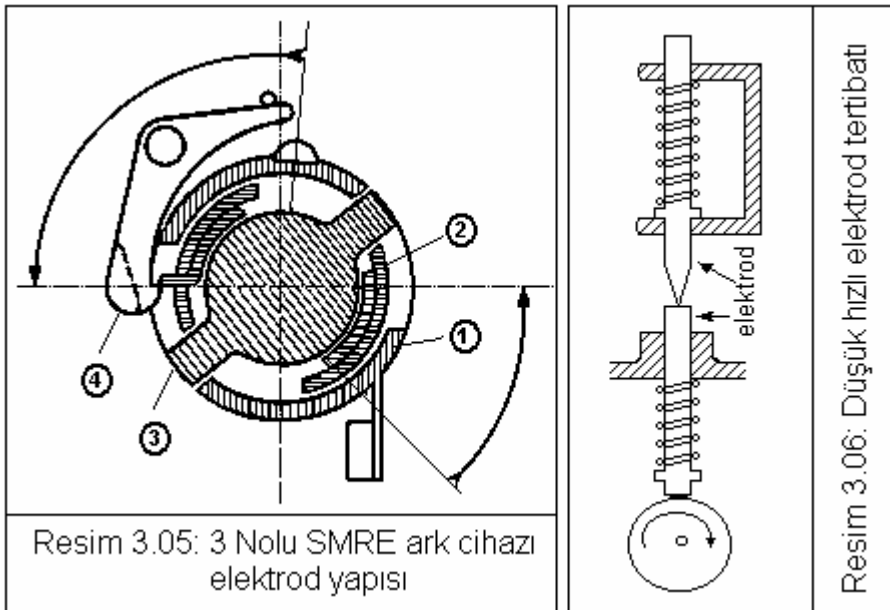
Kısacası KE devreler için bir test yöntemi geliştirme ihtiyacı doğmuş ve bazı unsurlar ön kabullenme ile belirlenmiştir. Prof.Wheeler o zamanki (1915 ler) imkanlarınca bir test aleti yapmış ve daha sonra Sheffield'daki İngiliz Test Bürosu "standart ark aleti" adı altında yeni bir test cihazı geliştirerek bir çok deneyler yapıp sertifikalar vermiştir. İngiliz test bürosunun geliştirdiği 2 ve 3 nolu ark aletleri de vardır ki, bu konulara derinlemesine girilmeyecektir. Resim 3.02 ve 3.03 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 3.04: SMRE Ark Cihazları elektrod yapıları

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 tabii ki elektrot hızıdır.



Resim 3.05: 3 Nolu SMRE ark cihazı elektrod yapısı

Resim 3.06: Düşük hızlı elektrod tertibatı

3.2 ELEKTROT 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 3.04'deki gibi idi.

Hareketli elektrotun yaprak şeklindeki yapısının elastizitesi 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 3.05'de görülmektedir.

2 nolu ark aletinde hız 3.2 m/s sabit iken 3 nolu alette kontak açılma hızı 2.1 m/s ile 2.4 m/s arasında ayarlanabilmektedir. Elektrot hızının etkisini ölçmek için, 24 V DC ile beslenen 95mH'lik bobin üzerinde yapılan deneylerin sonuçları tablo 3.01 de verilmiştir. Bu tabloda görüldüğü gibi hız arttıkça ateşleme akımı düşmekte, yani emniyetlilik sınırı daralmaktadır.

Elektrot ayrılma hızı m/s	1.83	2.34	3.05
Minimum ateşleme akımı A	0.21	0.186	0.17
Tablo 3.01: Elektrot Hızının Minimum Ateşleme Akımına Etkisi			

3.3 ELEKTROD MADDESİNİN ETKİSİ

Ateşleme akımı kullanılan kontak maddesinin buharlaşma ısısı ile artmaktadır. Buda yumuşak metallere 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 3.06' daki cihaz geliştirilmiş ve yine çeşitli metallere yapılan deney sonuçları resim 3.07 de verilmiştir

H	0.103	0.469	0.279	0.201	0.923
A	0.043	0.067	0.085	0.115	0.110
H	0.0602	0.0307	0.0088	0.00202	0.000714
A	0.201	0.290	0.560	1.10	2.6
H= Henry, bobin endüktansı, A= Akım, minimum ateşleme akımı					
Tablo 3.02: İçi boş endüktanslarla yapılan minimum ateşleme akımı tespiti					

3.4 ENDÜKTİF DEVRELERDE MİNİMUM ATEŞLEME AKIMININ TAYİNİ

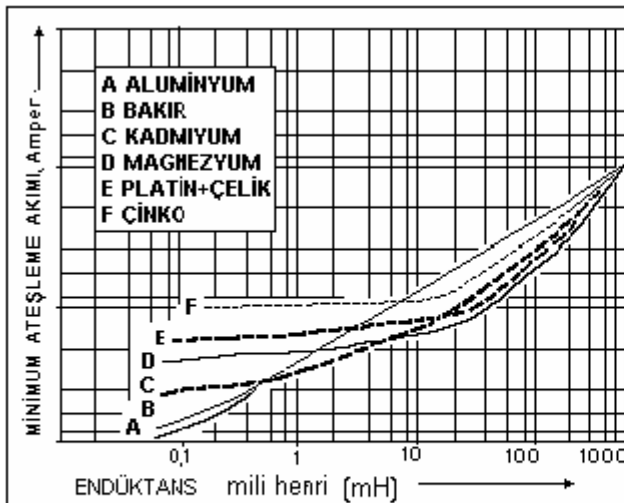
Elektrod ayrılma hızı 3.2 m/s olan 2 nolu ark aleti ile çeşitli endüktanslar üzerinde deneyler yapılarak elde edilen sonuçlar tablo 3.02 ve resim 3.08'de verilmiştir. Kullanılan endüktanslar demir nüvesiz olup 24 Volt yerine 12 Volt tatbik edildiğinde fazla bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

3.5 ŞÖNT DİRENÇİN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

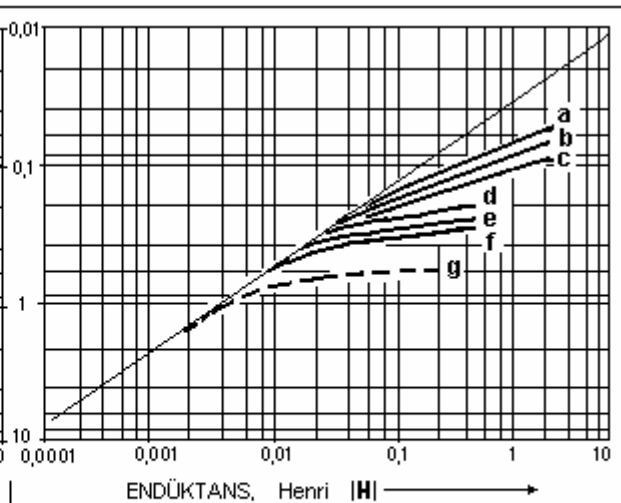
Bundan önceki konularda da bahsettiğimiz gibi bobin uçlarına paralel bağlanan direnç arki önleyerek bobini emniyetli kılmaktadır. Tablo 3.03'de çeşitli bobinlerle yapılan deneylerin özeti çıkarılmış olup resim 3.08' de de grafikleri çizilmiştir. Buradaki a,b, c,d,e,f eğrileri çeşitli dirençlere isabet eden değerler olup, direnç küçüldükçe KE etkisinin arttığı görülmektedir. Çünkü direnç küçüldükçe ark cihazının kontaklarından geçen akım azalmakta, direnç üzerinden geçen akım ise artmaktadır

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	0.076	0.090	0.112	---	----	----	---
0.469	0.107	0.116	0.152	0.214	0.236	0.325	---
0.2784	0.112	0.126	0.162	0.224	0.261	0.35	---
0.201	0.182	0.156	0.162	0.224	0.296	0.340	---
0.095	---	0.191	0.237	0.279	0.321	0.370	0.650
0.0088	---	0.306	0.322	---	0.371	0.440	0.660
0.03066	---	---	---	0.584	0.606	0.690	0.790
0.002015	---	---	---	---	---	---	1.580

Tablo 3.03: Şönt dirençlerin ateşleme akımına etkisi



Resim 3.07: Çeşitli kontak maddeleri ile yapılan deney sonuçları



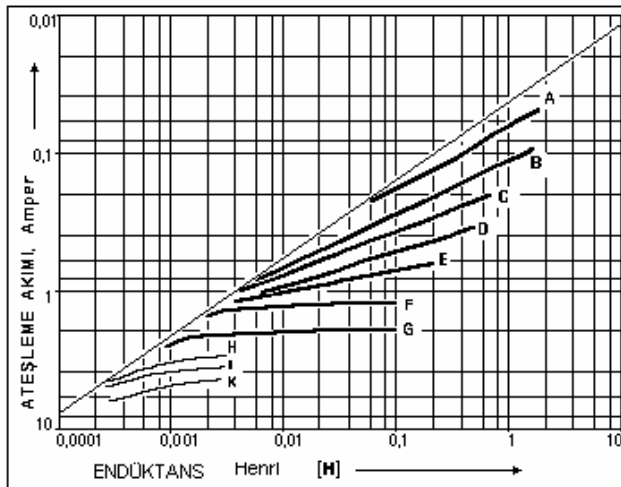
Resim 3.08: İçi boş ve direnç bağlı endüktanslarla yapılan minimum ateşleme akımı tespiti deneyleri

3.6 ŞÖNT KAPASİTÖRÜN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

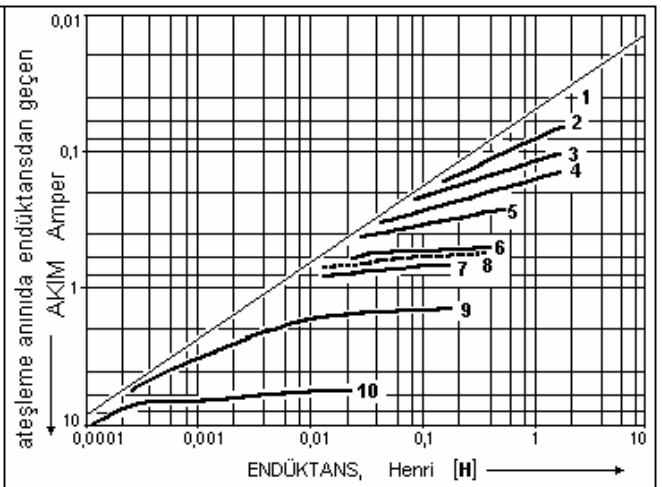
Kondansatör elektrik devrelerinde kontak arkını söndürmek maksadı ile çok yaygın kullanılmaktadır.

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 arki 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 3.04 ve resim 3.09 da verilmiştir.



Resim 3.09: Şönt kapasitörlerle elde edilen minimum ateşleme akımı değerleri



Resim 3.10: Lineer olmayan çeşitli dirençlerle yapılan deney sonuçları ve elde edilen minimum ateşleme akımı değerleri

ENDÜKTANS (H)	MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI (A)									
	ŞÖNT KAPASİTÖR F									
	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 3.04: Şönt kapasitörlerde ateşleme akımı tespiti

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.

3.7 LINEER OLMAYAN ŞÖNT DİRENÇLERİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

Bu tip dirençler daha ziyade silikon karpitlerden oluşur ve ohm kanununa uymazlar. Bunların Volt-Amper karakteristiği $I = k.E$ formülüne benzerler. k ve bilinen bir direnç için sabit değerler olup, değeri 4-5 arasındadır. 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 3.05'de test sonuçları verilen "lineer olmayan direnç" atmite diski tabir edilen ve telefon KE adaptöründe (barierinde) 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 3.05 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 voltaj-akım karakteristiğini bozmaktadır.

Sonuçlar ayrıca resim 3.10 da eğri halinde verilmiş olup 8 nolu eğri değerleri 6 nolu ile aynı yerde görülmektedir. Neticeler 400 ohmluk şönt direnci olan bobine benzemektedir.

(H)	ENDÜKTANS		(H)	MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI	
	Bir admit diski	İki admit diski		Bakır oksit redresör (1/6A)	Selenyum redresör (2SL)
0.201000	0.505	.....	0.095	1.30	.....
0.096000	0.646	0.46	0.003066	1.45	.....
0.030880	0.696	0.48	0.00227	.....	5.3
0.008800	0.770	0.77	0.0088	1.75	.....
0.000714	3.150	3.15	0.0002014	2.55	6.8
			0.000714	3.65	.....
			0.0000330	4.90	6.8
			0.0000098	.....	11.6
Tablo 3.05: Lineer olmayan dirençlerde minimum ateşleme akımının tespiti			Tablo 3.06: Metal oksit ve yarı iletken şönt diodlarla yapılan ateşleme akımı tespiti		

3.8 METAL ve YARI İLETKEN DİOD ŞÖNTLERİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

Önceki bahislerde de değindiğimiz gibi, kuyu çanlarına paralel direnç yerine, bakır oksit veya selenyum diyot bağlandığında KE yönünden daha iyi sonuç alınmaktadır. Çeşitli endüktansların ucuna bakır oksit ve selenyum diyotlar bağlanarak deneyler yapılmış ve bu deneylerde bakır oksit diyot olarak Westinghouse yapımı 1/6A tipi diyot kullanılırken selenyum olarak Westalite yapımı 2L tipi diod kullanılmıştır. Deney sonuçları tablo 3.06 ve resim 3.10 da grafik olarak özetlenmiştir (9, 10 nolu yakın değerler vermektedir. Bakır oksitin geçirme yönündeki direnci daha yüksek eğriler).

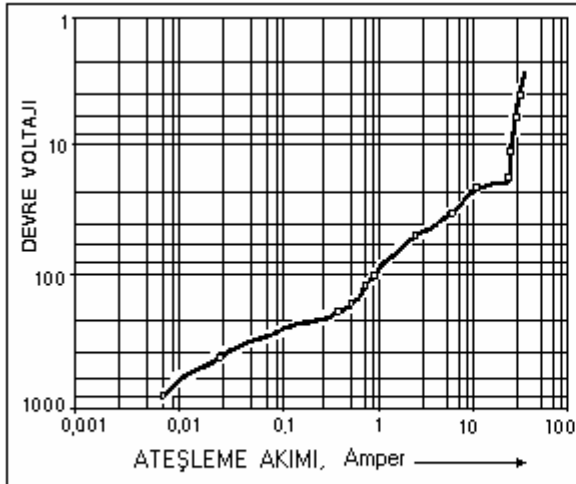
Bu malzemeler düşük omajlı şönt dirençlere olduğundan, selen dioda göre daha kötü sonuç vermektedir. Selenyum diodlar yüksek endüktanslı bobinlerde daha iyi sonuç vermekte, yüksek ateşleme akımlarında dahi koruyucu özelliğini muhafaza etmektedir.

3.9 GERİLİMİN ATEŞLEME AKIMINA ETKİSİ

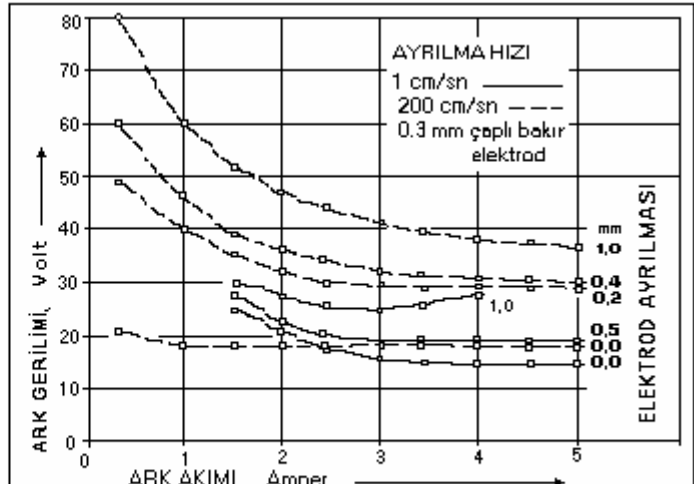
İlk yapılan deneylerde 24 Volt sabit olarak alınmış isede, gerilimin ateşleme akımına etkisi ayrıca araştırılmıştır. 1950'ler de yayınlanan ilk deney sonuçlarına göre, ancak çok düşük endüktivitesi olan devrelerde sonuç alınabildiği görülmüştür. Endüktivite büyüdükçe voltajın etkisi de hızla artmaktadır.

Resim 3.11 de 2 ile 800 volt arasında yapılan deneylerin sonuçları verilmekte olup sonuçların hiçbir formulasyona uymadığı görülmekte.

Çeşitli deneyler yüksek gerilimde KE devre imal edilemeyeceğini göstermiştir. Ancak çok özel omik devrelerde 125 volta kadar KE sertifikası alan tesis mevcuttur.



Resim 3.11: Voltajın KE üzerine etkisi



Resim 3.12: Minimum ark gerilimini veren eğriler

3.10 MİNİMUM ARK GERİLİMİ ve AKIMI

Elektriki ark olayı başlı başına bir ilmi otorite konusudur. Burada aklımıza gelen "acaba arkin 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 bilinme mektedir. Araştırma yapan bu kişiler de deneylerini endüktivitesi çok düşük devrelerde yapmışlardır. Yayımlanan sanuşlar tablo 3.07 de ve elde edilen eğriler de resim 3.12 de görölmektedir. Çeşitli elektrodlarla yapılan deneylerde en düşük ark voltajının cadmium metalinde elde edildiği tesbit edilmiştir.

Resim 3.12 de verilen eğride iki ayrı elektrod hızı ile yapılan deneylerin sonuçları görölmektedir.

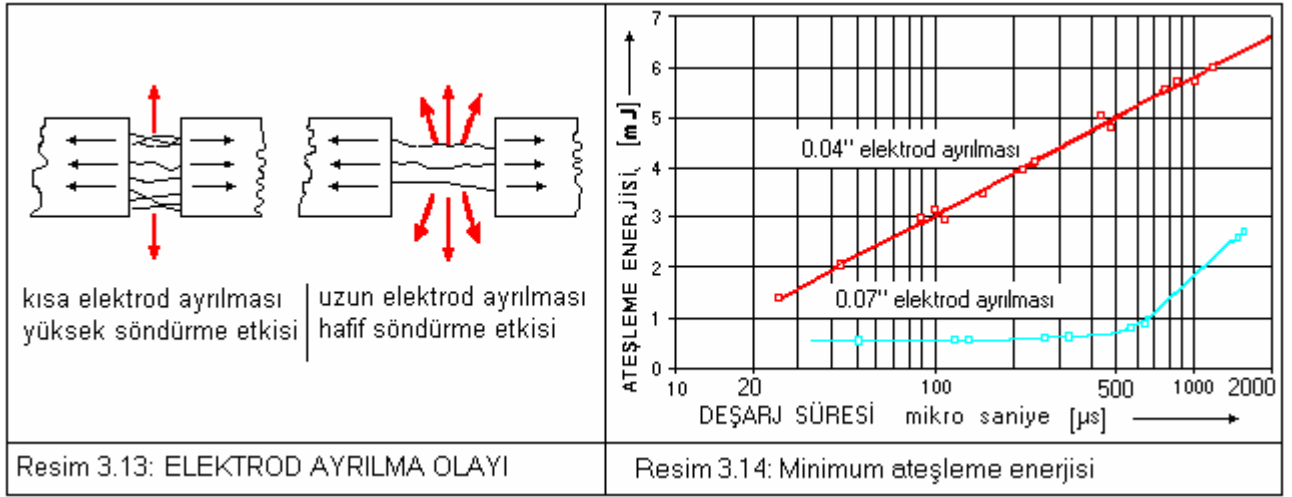
3.11 ATEŞLEME OLAYI ve MİNİMUM ATEŞLEME ENERJİSİ

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.

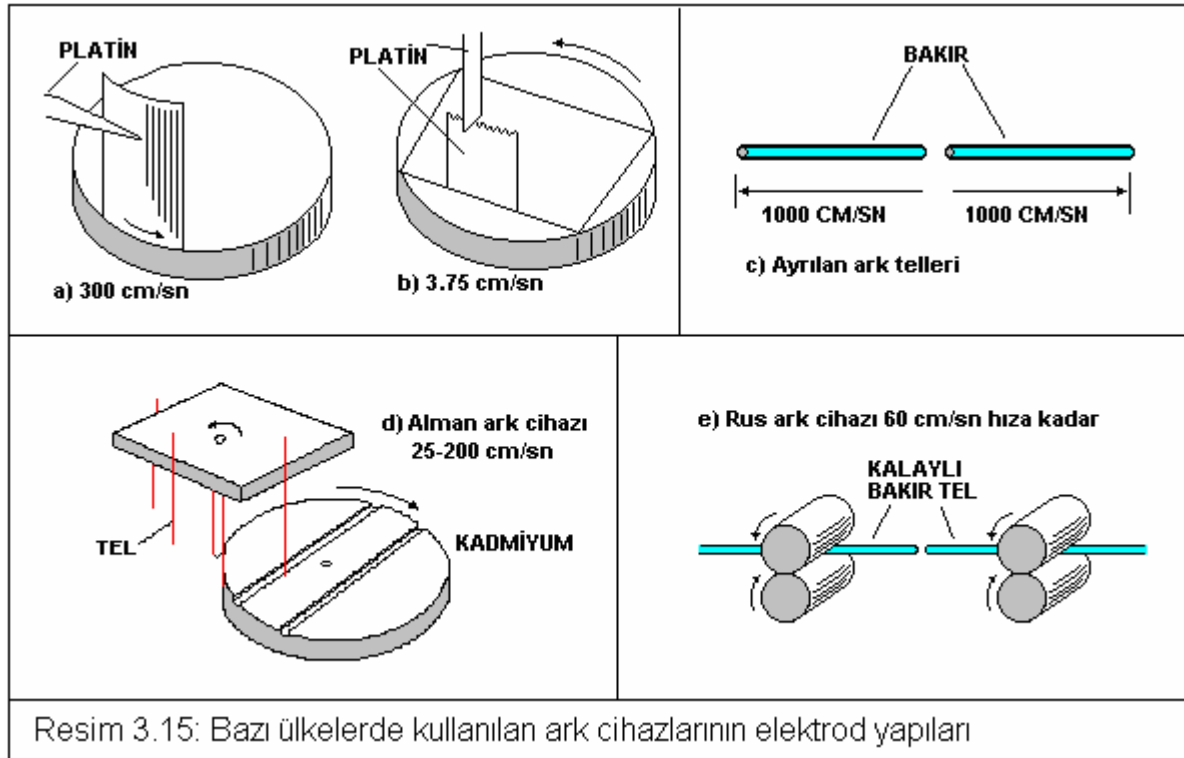
Ateşleme, elektriki arkın etrafındaki gazı patlatma olayıdır, ve tamamen termik bir reaksiyondur. Elektriki arkın (veya kıvılcımın) çıkardığı ısı etrafındaki gaz karışımını oksijenle reaksiyona sokabilecek kıvamda ise patlama meydana gelebilir. Kıvılcım, ilk enerjiyi verir. Esas patlama ise, çıkan bu 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 elektroduna dönebilip dönme mesi etkiler**. Resim 3.13'de elektrodan çıkan enerjinin yönleri gösterilmiştir. Elektrod hızlı ve kısa mesafeli ayrılır ise enerjinin çoğu elektrodta kalır. Ayrılma uzun sürer ve ark yoluda uzun ise enerjinin büyük miktarının etraftaki gaza aktarılma ihtimali daha fazladır.

METAL ELEKTROT	Minimum Ark Voltajı V _{min} (V)		Minimum Ark Akımı I (A)	
	SMRE	Holme (1958)	Fink (1938)	Holme (1958)
Kadmiyum	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 3.07: Minimum Ark Gerilimi ve Akımı



Etraftaki gazın arkı söndürme etkisi de ateşlemeye tesir eder. Elektrod yapısının yanı sıra gazın söndürme etkisi ve gazı ateşleyecek minimum enerji miktarında önemlidir. Bu olguyu tesbit 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 3.14 de verilmiştir. Bu deneylerde elektrod hızı 1.75 m/s ve patlayıcı gaz olarak %8.5'lik metan alınmıştır. Çünkü elektrodların ayrılma hızı, yani ark süresi, açığa çıkan ark enerjisini çok etkilemektedir.



3.12 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 iyi sonuç vermemektedir. 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.
Yani elektrot hızı kolayca ayarlanılıp hesaplanabilmeli.
- 2) Kadmiyum gibi yumuşak 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 3.15 de elektrot yapısı görülen bu aletin iki elektrotu da hareketlidir. Elektrotlardan biri kadmiyum 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 3.15 de İngiliz, Alman ve Rus yapısı ark cihazlarının elektrot yapıları görülmekle birlikte, günümüzde Alman yapımı alet Avrupa normunda da yayınlanarak uluslararası bir geçerlilik kazanmıştır.

4.0 ATEŞLEME EĞRİLERİ

4.1 GENEL İZAHAT

KE ile ilgili her nevi yazın ve standartlarda resim 4.01-06 da verilen eğriler görülmektedir. Yazımızın bu bölümünde bu eğrilerin ne anlama geldiğini, neye yaradığını ve nasıl istifade edileceğini izaha 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 hem de 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 4.01- 4.06) İngiliz araştırma kuruluşunca (SMRE) yayınlanan eğrilerdir. Ayrıca Avrupa normunda verilen eğrilerde eklenmiştir. Standart konusuna ilerdi ayrıca girilecektir.

4.01 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 X-Y 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 4.02'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 4.03'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 $10 \mu F$ 'ın altında ise emniyetli olabilmektedir. Seri direncin etkisi yüksektir. Seri direnç 40 ohm çıkarsa μF değeri de 1000 F 'ı aşabilmektedir.

4.04, 4.05 ve 4.06 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.

4.2 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 hesaplanabilmesi 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 J arasında ise 4.01 ve 4.04 nolu eğrilerden devrenin KE olabileceği görülür.

$$\begin{aligned} 24 \text{ Volt, } 1 \text{ mH (CH}_4 \text{ için) eğriden} & \quad I_{\text{min}} = 1.0 \text{ A okunur.} \\ 24 \text{ Volt, } 1 \text{ mH (H}_2 \text{ için) eğriden} & \quad I_{\text{min}} = 0.28 \text{ A okunur.} \\ E = 1/2 \cdot L \cdot I^2 = 1/2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot (1A)^2 & \\ E = 0.5 \text{ mJ CH}_4 \text{ için} & \\ E = 1/2 \cdot L \cdot I^2 = 1/2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot (0.28)^2 & \\ E = 39.2 \text{ J} = 40 \text{ J H}_2 \text{ için} & \end{aligned}$$

Hidrojen için 40 J (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.

4.3 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 4.01 nolu eğriden 1.05 Amper olarak bulunur. Kısa devre akımı ise $1.05/1.5 = 0.66$ Amperi aşmamalıdır.

Ayrıca elektrik devresinin voltajının da $\pm 10\%$ 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 herhangi 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). b-tipi 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 2 de kullanılabilirler.

4.4 REZİSTİF DC DEVRELER

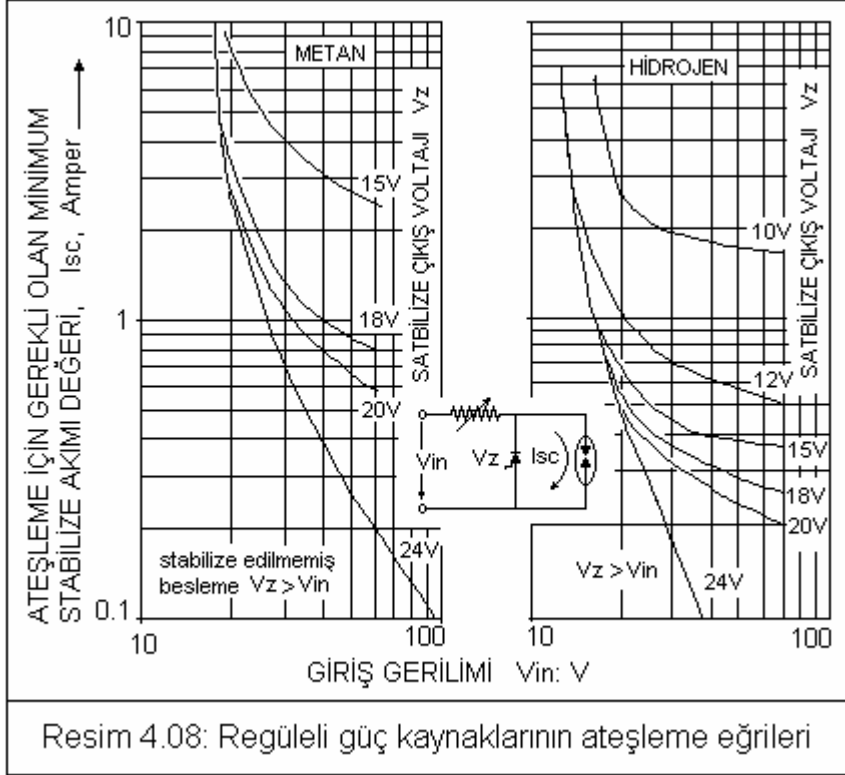
Resim 4.01 ve 4.04 de endüktivitesi ihmal edilebilecek kadar küçük olan devrelerin ateşleme eğrileri görülmektedir. Burada devre bir gerilim üretici gibi kabul edilebilir. Ark voltajı, kaynağın açık devre voltajı ve ateşleme akımı da, kısa devre akımı demektir. Yani güç kaynağını doğrudan test ediyormuş 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 $5\mu\text{H}$ civarındadır.

Rezistif devrelerin en yaygın örneği bataryadan oluşan güç kaynaklarıdır. Bunların kendi iç yapılarında endüktivite veya kapasiteleri yoktur. Ancak kablo pabuç 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.

Kuru pillerin iç direnci yüksektir. Aynı zamanda Cd-Ni 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, içyapısı, 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.



4.5 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 4.01 ve 4.04 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 4.07 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 4.01 ve 4.04 nolu eğrilerden ateşleme akımlarının tesbiti şüpheye düştüğünden regüleli devrelerle ilgili ayrıca deneyler yapılarak sonuçları resim 4.08 de görülen ateşleme eğrileri tespit edilmiştir. Burada voltaj regülatörü olarak zener diod kullanılmıştır. Bu nedenle resim 4.08 de verilen eğriler ancak zener şöntü kullanan seri regülasyonlarda tatbik edilebilir. Vin regülasyon devresine göre batarya voltajıdır.

4.6 ENDÜKTANS İÇEREN DEVRELER

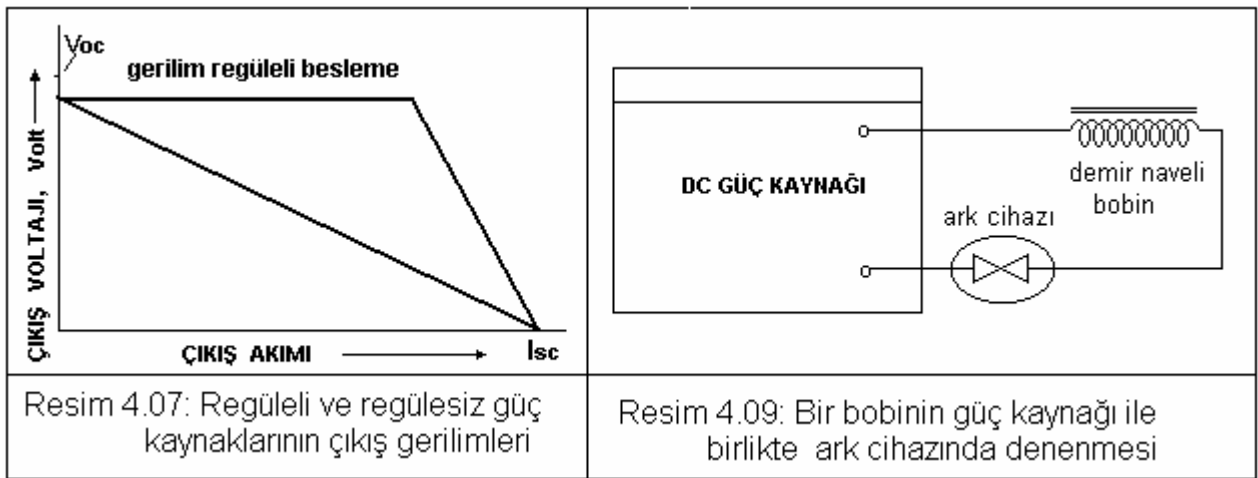
Yukarıda izah ettiğimiz akım sınırlayıcı direnç içeren DC batarya veya güç kaynağına, içersinde demir nüve olmayan bir bobin bağlandığında ateşleme akımını bulmak için 4.01 ve 4.04 nolu eğrilerden istifade edilebilir. Bu hallerde önemli olan kısa devre akımı ile bağlantı kablolarının endüktansıdır. Test esnasında gerçek devrenin kablo yapısı ve endüktansları bilinemez. Kablolar için ne kadar 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.

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 halikarda ark cihazına bağlanıp denemeleri şarttır.

Bobin emniyetini artırmak için, yani ark akımını sınırlamak için bobin uçlarına paralel direnç veya diod bağlanan hallerde 4.01 ve 4.04 nolu eğrilerin kullanılabilceği tavsiye edilmektedir. Ayrıca zener şöntlerde koruyucu olarak kullanılmaktadır. Bu hallerde olması gereken voltajı diodun veya zenerin geçirme voltajı (1 Volt) kadar artırarak 4.01 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 4.02 veya 4.05 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 yine de yönlendirici olduğundan tavsiye edilir.



Sac kalitesi imalat işleminin dolayısı ile de değişebildiğinden, demir nüveli tüm KE cihazlarının bir prototipi her halikarda ark cihazına bağlanıp denir. 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 4.09 da verilen bobin deney tertibatında bobin aşırı akımdan yansa dahi güç kaynağı emniyetli olmak zorundadır.

4.7 KAPASİTANS İÇEREN DEVRELER

4.03 ve 4.06 nolu eğrilerdeki değerler, şarj edilip yükü boşaltılan kondensatörler için elde edilmiştir. Güç kaynağı için içinde yoktur. Kondensatörler, iç direnci çok yüksek kaynaklarca yüklenip, güç kaynağı devreden çıkarılarak deneme yapılmıştır ki, saf kapasitör içeren değer elde edilebilsin.

Pratikte ise kondensatörler DC devrelerinde kullanılırken güç kaynağı her zaman için içindedir. Bu durumda ise 4.03 ve 4.06 nolu eğrilerden minimum ateşleme akımını almak imkansızdır. Çünkü ateşlemeyi kondensatörün yanı sıra güç kaynağı da etkiler. İşte bu durumda 4.03 veya 4.06 nolu eğrilerden istifade edilemez.

Şebekeyi incelerken kondensatör batarya voltajı ile yüklü bir güç kaynağı gibi düşünülebilir ve 4.01 veya 4.03 nolu eğrilerden istifade edilebilir.

4.8. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ

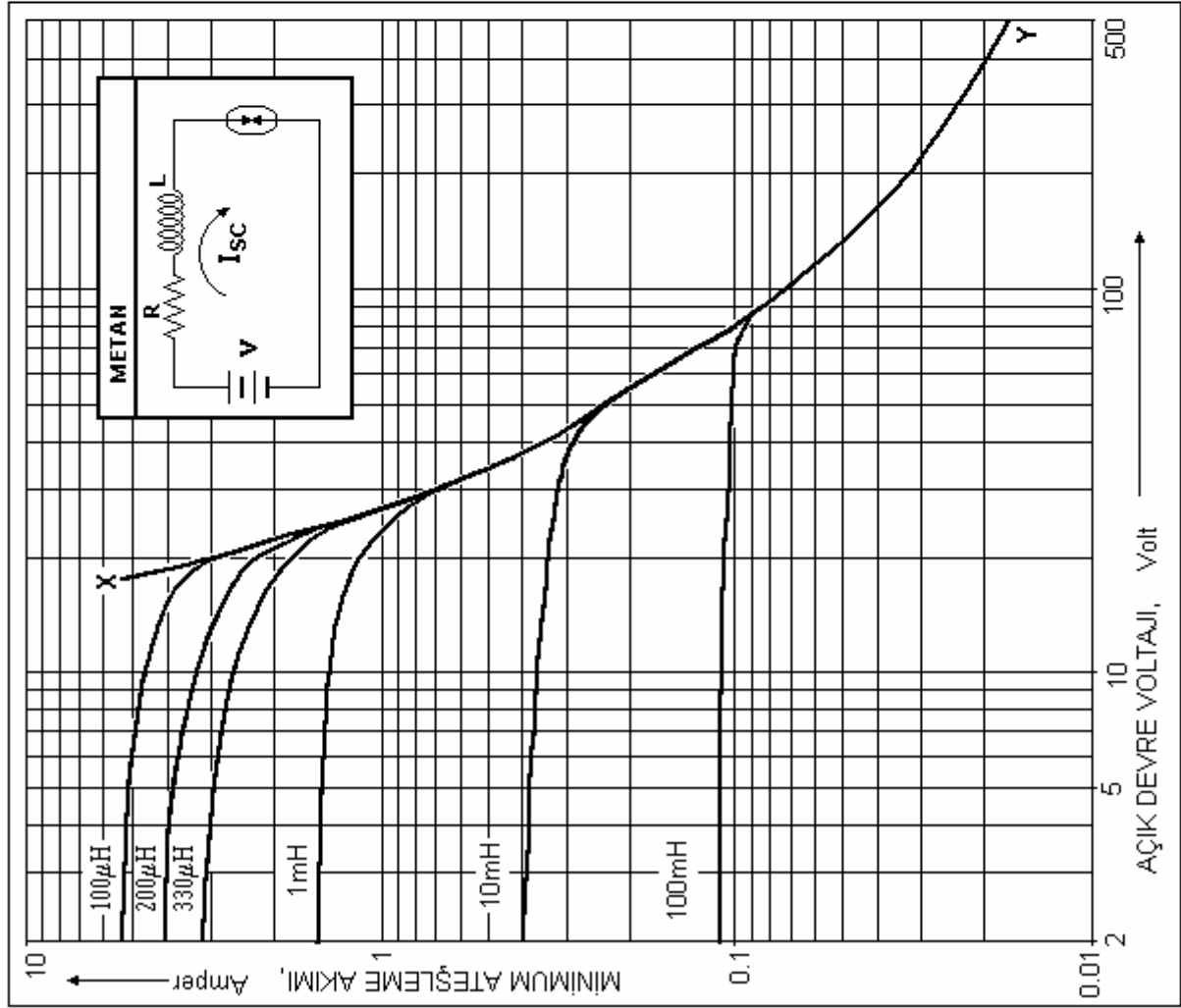
Akım ve gerilimin tepe değeri dikkate alındığında şebeke frekansında (50,60 Hz) çalışan alternatif akım devreleri DC ile çalışanların hemen hemen aynıdır. DC de olduğu gibi aynı şekilde "ateşleme eğrilerinden" istifade edilebilir. AC den DC üreten güç kaynakları bu kategoriye girmez. DC güç kaynakları 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.

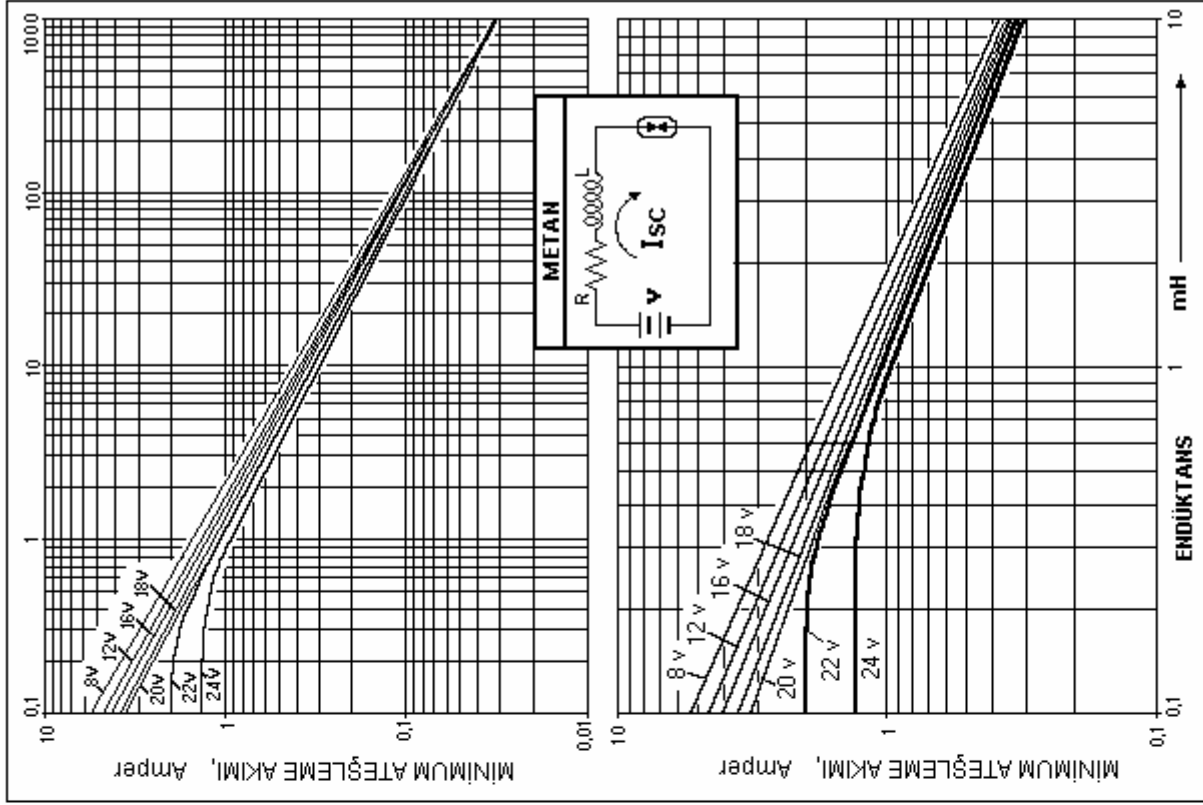
Bu sinyal trafoları AC'nin tepe geriliminde çalışan DC güç kaynağı gibi irdelenebilir. Sargıların kayıp endüktansı, içi boş bobin gibi ve devre dirençleri de akım sınırlayıcı direnç gibi düşünülebilir. Sekonder sargıların empedansı ancak kayıp endüktans olarak gözüktür. Primerden gelen empedans ise transformatörün 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 H olarak öngörülmüştür.

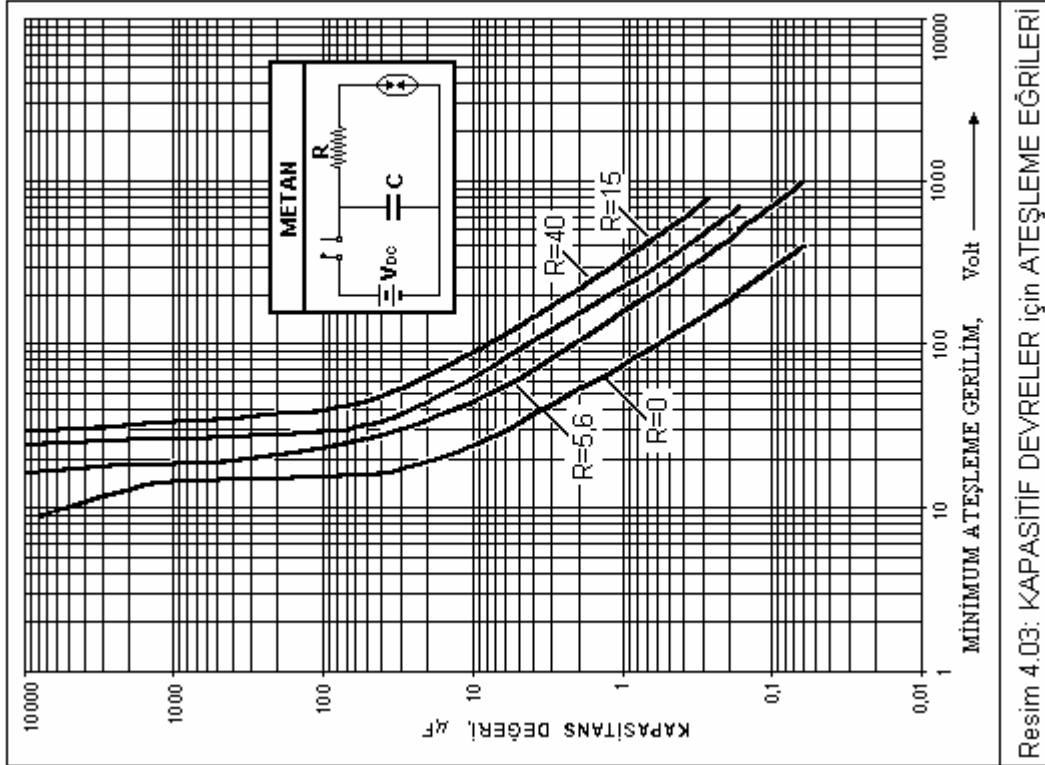
Bazı elektronik devreler ise DC'den AC üretirler. Bu devreler şebeke frekansında çalışıyorlar ise doğrudan AC veren transformatörlerden daha emniyetlidirler. Çünkü kısa devre akımını sınırlayan iç dirençleri daha yüksektir. Bu tip üreteçlerin çıkış frekansları 50 Hz'den yüksek ise durum değişir. Çünkü endüktivite frekansın karesi ile değişmektedir. Bu nedenle yüksek frekanslı devreler basit yöntemlerle incelenemez. Teorik incelemelerden başka ark aleti ile denenmeleri de gerekir.



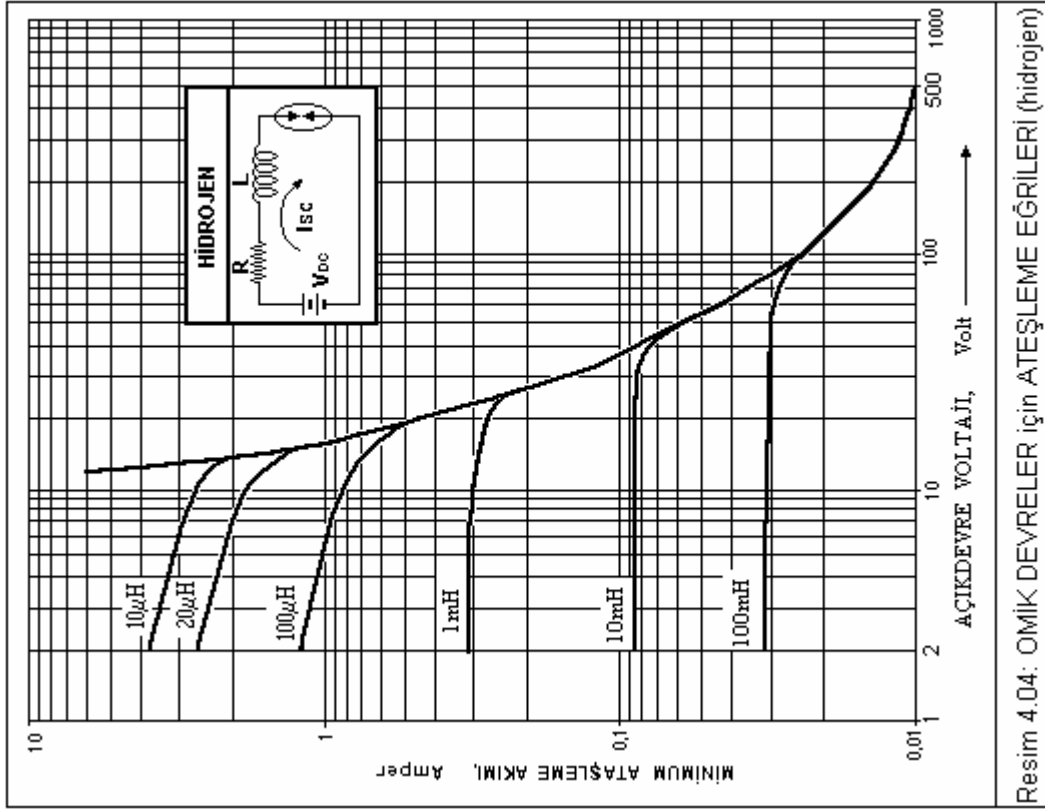
Resim 4.01: OMİK DEVRELER İÇİN ATEŞLEME EĞRİLERİ



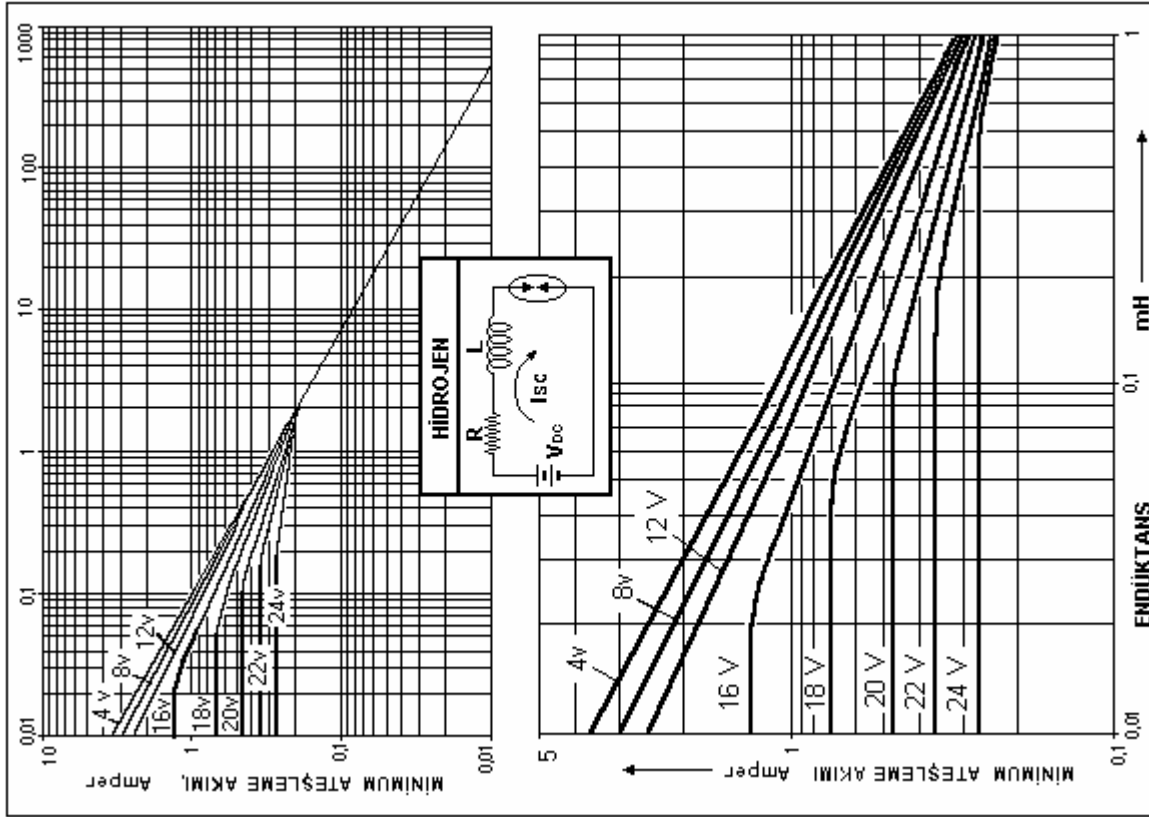
Resim 4.02: ENDÜKTİF DEVRELER İÇİN ATEŞLEME EĞRİLERİ



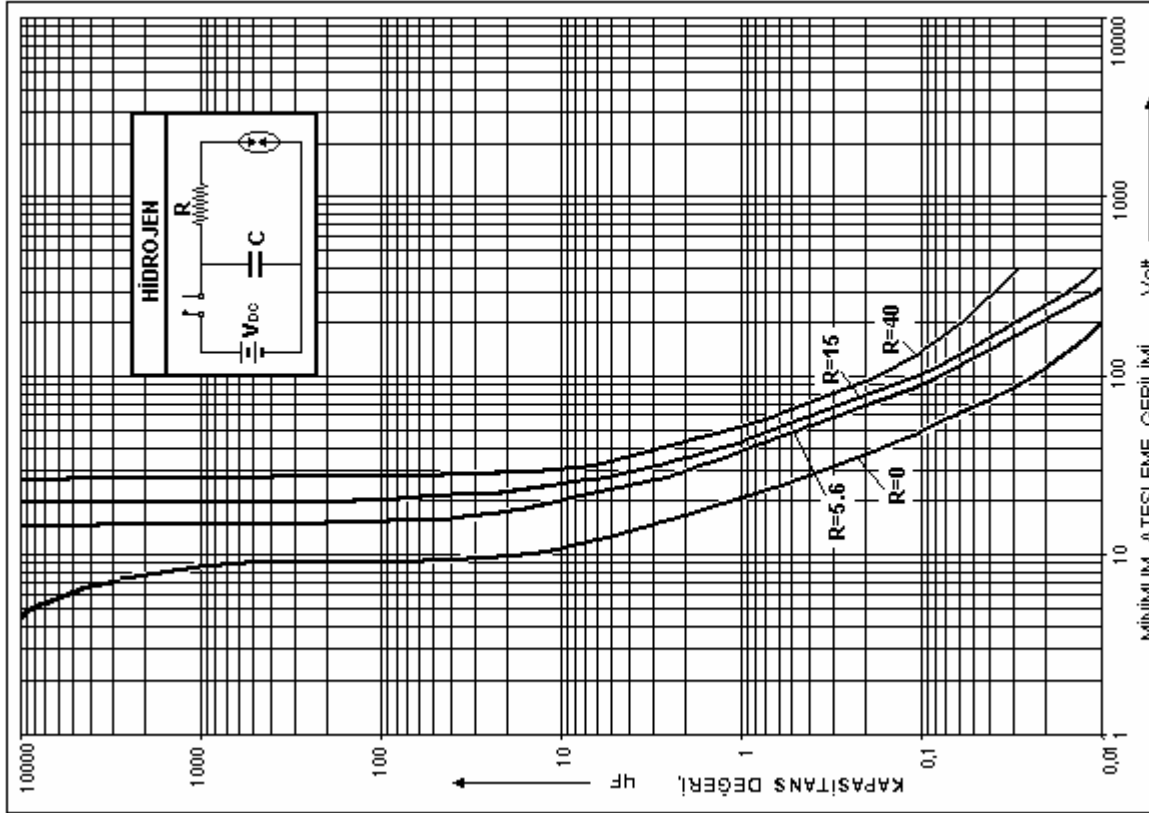
Resim 4.03: KAPASİTİF DEVRELER İÇİN ATEŞLEME EĞRİLERİ



Resim 4.04: OMİK DEVRELER İÇİN ATEŞLEME EĞRİLERİ (hidrojen)



Resim 4.05: Endüktif devreler için Ateşleme Eğrileri



Resim 4.06: Kapasitif devreler için Ateşleme Eğrileri

5.0 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 imatlardan 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 30-40 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.

5.1 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 kanunu" (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 Almanyadaki adı Bergamt ve Türkiyedeki de Maden Memurluğu idi ve merkezide Zonguldakta bulunmaktaydı.

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 laboratuvarları kurulmuştur. Bu laboratuvarlar hem araştırma yapıyor ve hem de antigrizu

aletleri test ederek sertifika veriyorlardı. Her ne kadar bu raporlar Bakanlıkça onaylanıyor idiye 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. Bu konuya ayrıca girilecektir.

Hukuken test işlerinden madenlerin bağlı olduğu Bakanlık sorumludur. Fakat bu işle ilgili Bakanlık adına Sheffield ve Boxton' daki test laboratuvarları (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 SANAYİ KOLLARI

Kimya ve petrol sanayi gibi madenler dışındaki diğer sanayi kollarında da patlayıcı ortam teşekkül ettiği ve buralarda da alev sızmaz ve KE aletler kullanılması gerektiği madenlerden çok daha sonra ortaya çıkmış ve önlemler de daha sonraları alınmıştır. Nitekim İngilterede 1937 yılında çıkartılan fabrikalar kanunu (factory act) bu konuyu kapsamaktadır. Bu kanun maden dışındaki sanayi kesiminde alev sızmaz ve kendinden emniyetli alet kullanımı ile ilgili tüm sertifika ve müsaade yetkisini fabrikaları kontrol eden müfettişlik teşkilatına bırakmıştır. Test işlemlerini ise yine Sheffield deki SMRE laboratuvarları yürütmektedir. 1969 yılında yerüstü tesisleri için ayrı bir test otoritesi (BASEEFA) oluşturulmuştur.

d) TEST YÖNETMELİKLERİ

Sheffield'eki test laboratuvarları (SMRE) yaptıkları araştırmalarla alevsızmaz ve KE alet imalatına da öncülük ettiklerinden test ve sertifika işlemlerinin nasıl yapılacağını belirten yönetmelikler yayınlamak 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 müseade şartları.	1973
No. 2	Patlayıcı maddelerin test ve müseade şartları.	1971
No. 5	Manyeto ve ilgili aletlerin test ve müseade şartları.	1975
No. 7	Metan ölçü aletlerinin test ve müseade şartları.	1971
No.12	Diesel ve batarya tahrikli lokomotifler ile çekici araç ve diesel motorlu araçların test ve müseadeleri.	1976
No.13	Elektrikli kapsüllerin test ve müseade 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 hem de diğer sanayi kollarında kullanılan aletlerin test yöntemlerini kapsamaktadır

5.2 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.

Alevsizmazlıkla ilgili ilk standart BS229 dur ve 1926 da yayınlanmıştır. Bu standart ise KE aletleri kapsamamaktadır. KE'yi kapsayan ilk standart 1945 yılında yayınlanan BS 1259 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 yapma maktadır.

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 idiye 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 efektif 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 yılda 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 mercinin takdirine bırakılmıştır. Sertifika veren merci, 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 Sheffield'de bulunan test laboratuvarı yetkililerinden başkası değildir. Çünkü konunun uzmanı onlardır. Bakanlık onaylama mercidir.

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, siklo heksan, heptan,
bütan, benzen, petrol buharı, aseton, karbon monoksit.

ETİLEN GRUBU : Etilen

HİDROJEN GRUBU : Hidrojen, şehir gazı, kok fırını gazları, mavi su gazı.

Burada dikkati çeken husus sınıflandırmanın d-tipi alevsizmaz 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.

5.3 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 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 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) alev sızmazlık ve KE ile ilgili komisyonlar oluşturup müşterek standartları oluşturmaya başlamış ve 1978 yılında EN 50 014 den EN 50 020'ye kadar patlayıcı ortamlarla ilgili bir seri standart yayınlamıştır. Bu standartlardan KE ile ilgili olan EN 50 020 dir.

İngiliz Standart kuruluşu 1978 de patlayıcı ortamlarla ilgili yeni standartlarını yayınlamıştır. Bu standartlar 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 dir. (Avrupa kömür ve çelik birliği).

İkincisi : EURATOM dur (Avrupa Atomik Enerji Birliği)

Üçüncüsü : EEC dir (Avrupa 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.

EN50.020 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 yayınlanarak 1981 yılında yürürlüğe girmiştir.

Bu konunun uzamasına İngiliz uzmanların itirazı ve İngiliz sanayini düşünmesi neden olmaktadır. Aksi halde BS 1259'un yürürlükten kalkması gerekir. Bizce bilinen, BS 1259'un halen geçerli oluşudur. (2003 e kadar)

5.4 TÜRK STANDARTLARI ve TÜRKİYEDEKİ DURUM, (1995)

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 alevsizmazlıkta 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 alevsizmaz alet imali ve bu aletleri test etme girişimlerinde bulunmuş ve bir test istasyonu kurarak 1975 yılında faaliyete geçirmiştir. Bu istasyonda madenler için imal edilen alevsizmaz 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). Türkiyede konu ile ilgili bir çalışma olmadığı bir devirde standart yayınlanmasına ve alevsizmazlıkla ilgili bir standart yok iken KE’nin öne çekilmesine bir anlam verilememektedir. Daha sonra Zonguldakta kurulan Alevsizmazlık Test İstasyonunun girişi 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 Yasasına 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 alevsizmaz (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 laboratuvarı kurarak faaliyete geçirmiştir. Bugün maden dışındaki tüm ihtiyaçlara bu istasyon cevap vermektedir.

Türk Standartları ancak standartlara uyumluluk veya kalite belgesi verebilir. Yeraltında veya patlayıcı ortamlarda kullanıma dair sertifika vermeleri diğer ülke uygulamalarına ters düşmektedir. Avrupa ülkelerinde standartlaşma kuruluşu ile patlayıcı ortam (exproof) konusunda sertifika veren kuruluşlar farklıdır.

Bilebildiğimiz kadarı ile 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. Fakat konunun 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 Almanınkine Amerikalı ya, İngilize ve Rusa benzememektedir. Yeraltı madencilğinde de elektrik şebekesinin dizaynı, koruma yöntem ve prensipleri farklıdır. TTK’da tamamen İngiliz sistemi seçilmiştir. Her hangi bir uyumsuzluk yoktur. Bu nedenledir ki Alman yapımı aletler Zonguldak madenlerinde yok denecek kadar azdır.

Avrupa Topluluğuna uyum çerçevesinde, TSE son olarak konu ile ilgili TS EN 1127-1, 1755, 1834-1,-2,-3, 50015,17,18,54, 50284, 50303, ve saire standartları yayınlamıştır.

6.0 YENİ STANDARTLARIN ETKİSİ (1995e kadar)

6.1 GİRİŞ

1965 yılında Alman KE normunun yayınlanması, İngilterenin Avrupa Topluluğuna katılması ve Uluslararası IEC Normunun devreye gemesi 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 çekmek ve hatta projeleri Alman firmalarınca yapılan madenlerimiz de dahi İngiliz yapımı elektik. teçhizatı tercih edilmektedir.

6.2 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 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 kadmiyum metali elektrot olarak kullanılmaktadır. Kadmiyum 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 çinkonu yerine kadmiyumun 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.

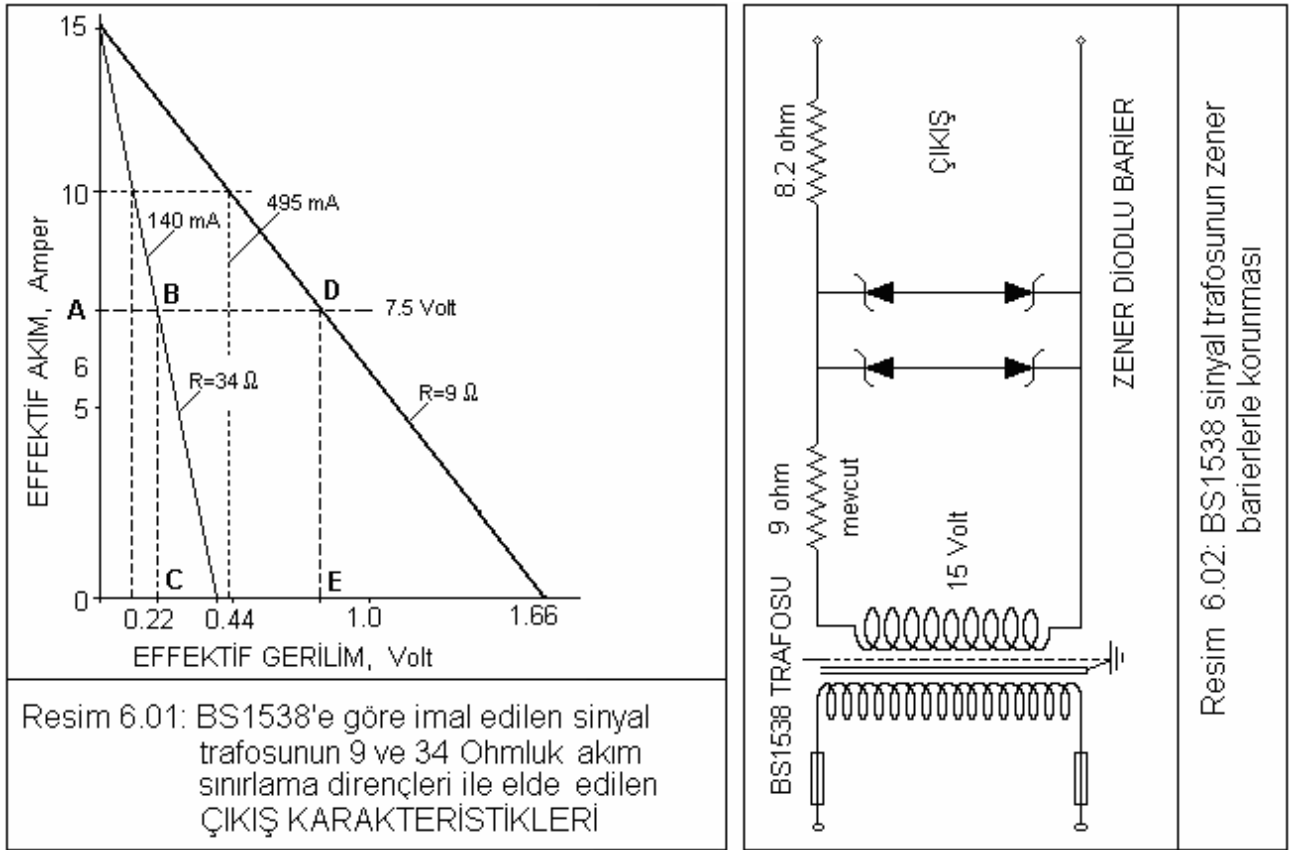
BS 1538'e göre imal edilip sertifika verilen bir sinyal trafosu 9 ohmluk sınırlayıcı direnci ile Alman test aletinde denendiğinde KE deneyini geçememekte ve KE olmaktan çıkmaktadır. Dünya ile rekabet eden İngiliz sanayi bu durumda ne yapacaktır? KE güç kaynakları ve KE devrelerde kullanılan bunca cihaz 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 konveyör sinyal ve haberleşme sistemi denenmektedir ve Alman test cihazı ile yapılan deneylerde bu sistemler sertifika alamamakta deneyleri başaramamaktadır.

Burada sorun dönüp dolaşıp kadmiyum elektrod kullanıp kullanmamaya dayanmaktadır. İngiliz test otoriteleri bu soruna bir çözüm bulmak zorundadırlar. Çözümü bir müddet daha kadmiyumsuz 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. EN50 039 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 denetilerken yeni sertifikalar alınmıştır. Bu nedenle İngiliz KE teknolojisinde "cadmium-free" ve "cadmium-safe" tabirleri yerleşmiştir. Cadmium safe Alman test aleti ile denenmiş ve daha emniyetli anlamına gelir ki rekabet dolayısı ile bazı firmalar buna önem vermektedir ve hatta bazı firmaların broşür ve kataloglarında halen bu tabire rastlanmaktadır. Günümüzde Avrupa normlarına göre sertifika almış aletlerde tamamen kadmium diskli cihazlarla denenmekte olup, en son teknolojiyi içermektedirler.

Burada biz kullanıcılar için bilinmesi gereken ve önemli olan 1960 öncesi standartlara göre sertifika alan cihazların alevsizmazlık yönünden olduğu gibi KE yönünden de bazı sakıncalarının olduğunu. Bu konuda kullanıcıyı tedbir almaya zorlayan herhangi bir tüzük veya nizamname tarafımızca bilinmemektedir. (1995 e kadar)



6.3 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?

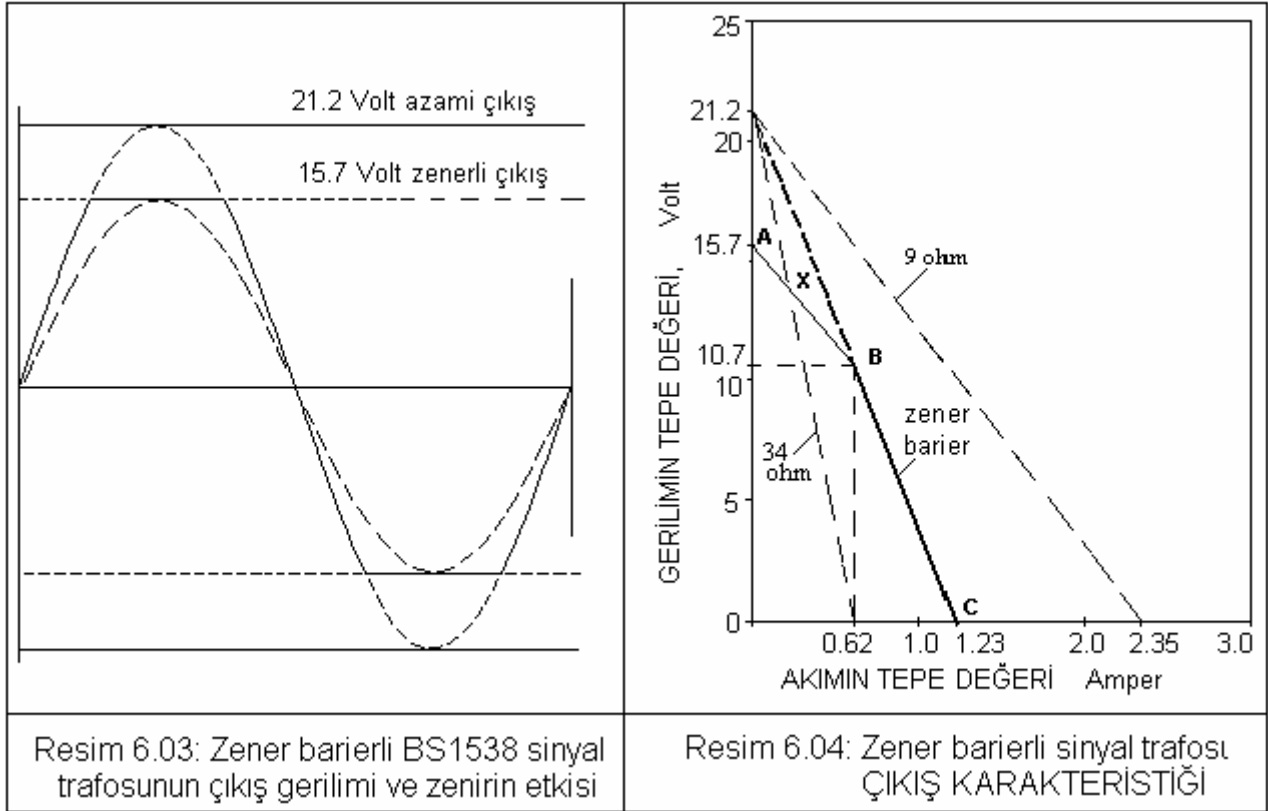
Bu sinyal trafosunun çıkışı 15 voltur ve içersinde de 9 ohmluk akım sınırlayıcı direnci bulunur. Bu dirençle alınan azami güç 6.25 Wattır. Kadmium diskli ark aleti ile yapılan deneylerde 9 ohm yerine 34 ohm'luk direnç konulduğu takdirde KE'nin sağlandığı

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 karşılaşmaktadır.

Resim 6.01'de 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.

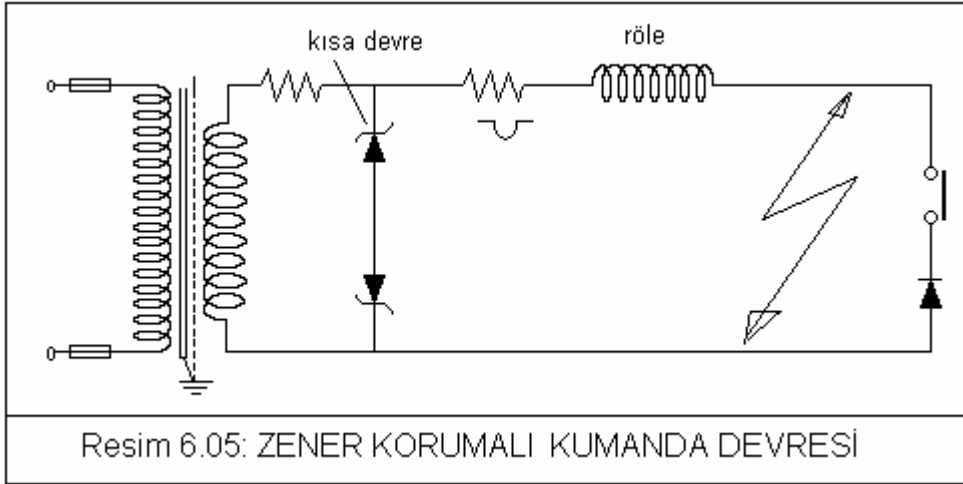


Resim 6.02'de zener korumalı alternatif akım trafosunun bağlantı şekli ve resim 6.03 ile 6.04'de de çıkış karakteristiği görülmektedir. A-B arasındaki çıkış gerilimi sinus biçimi değildir. 34 ohma denk gelen X noktasında azami akım 150-200 mA dir. B-C arasında ise zenerler iletmezler. Besleme 15 voltta sabit kalır.

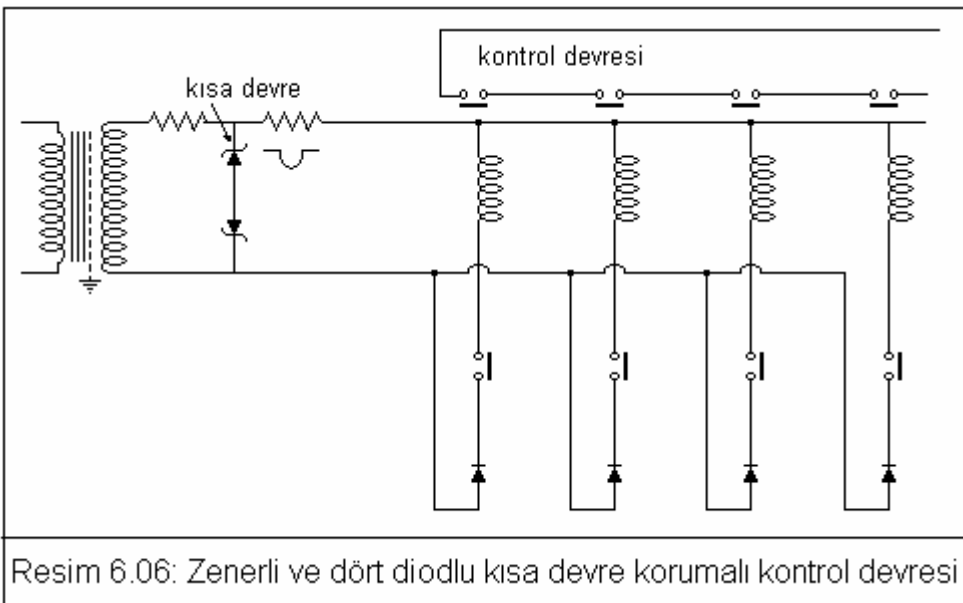
Hem akımı 34 ohmluk ön dirençle sınırlayarak ve hem de zener diod kullanarak BS 1538'e göre imal edilen trafoların emniyetinin artırılması ve yeni standartlara uyumunun sağlanması yoluna gidilmiştir. Direnç kullanılan trafoların etiketine "R" zener kullanılanlarında "Z" işareti konularak koruma şekli 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 6.03'deki 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.



Zenerle yapılan sınırlamanın dezavantajlarından biri de KE güvenilirliğini değil, bağlı cihaz veya sistemin çalışma güvenilirliğinin ve emniyetinin zedelenme ihtimalidir. Resim 6.05'de basit yol verme şekli görülen bir kontaktörün yol verme 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 yol vericilerini çalıştıran anahtarların (puş-pul) ucunda bir diyot mevcuttur. Bu diyot akımı doğrultur ve ürettiği yarım dalga doğru akım, yol vericinin kontaktör bobinini çalıştırır. Bu diyot en son noktada olmalıdır ki kabloda oluşabilecek herhangi bir kısa devrede diyot devre dışı olacağından doğru akım üretilmeyecek ve dolayısı ile kontaktör 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.



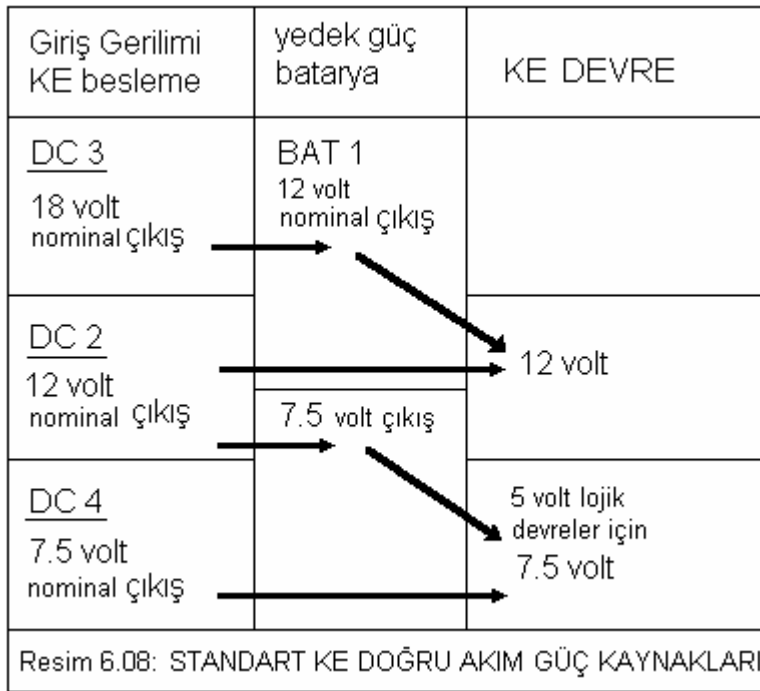
Zener diyotlardaki kısa devre hatasını önlemek için resim 6.06'da görülen konstruksiyon geliştirilmiştir. Burada resim 6.05 ve 6.07 deki aynı röleler kullanılmış ve bu rölelerin devresine bir ters birde düz diyot konulmuştur. Bu diyotlar yarım dalga akımında kumanda dev-

geliştirme ve ayrıca BS1259 ile BS1538'in de revize işleri NCB'ye kalıyordu. Bu nedenle aşağıda NCB nin geliştirdiği güç kaynakları incelenecektir.

6.5 ÇIKIŞ VOLTAJI ÜZERİNE DÜŞÜNCELER

KE alternatif akım trafosunun çıkış gerilimi 15 volttan 12 Volta düşürülünce bu trafodan beslenen DC çıkış gerilimi ne olacaktır. Bu gerilimde 12 voltu aşamaz. Fakat düzleştirme için kullanılan kondensatörde ayrı bir sorun teşkil etmektedir. Çünkü bu maksatla kullanılan kondensatör belli değerleri aşamaz. Diğer taraftan güç kaynağının kendisinin alev sızmaz 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 için 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.

Elektronikğin 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 yanı sıra 7.5 voltluk güç kaynakları da geliştirilerek sertifika alınıp piyasaya sürülmüştür. Bu cihazların yedek güç kaynakları da (batarya) 7.5 volt olarak seçilmiş ve bilhassa data naklinin yayılması ile 7.5 voltluk güç kaynaklarının kullanımı da artmıştır.

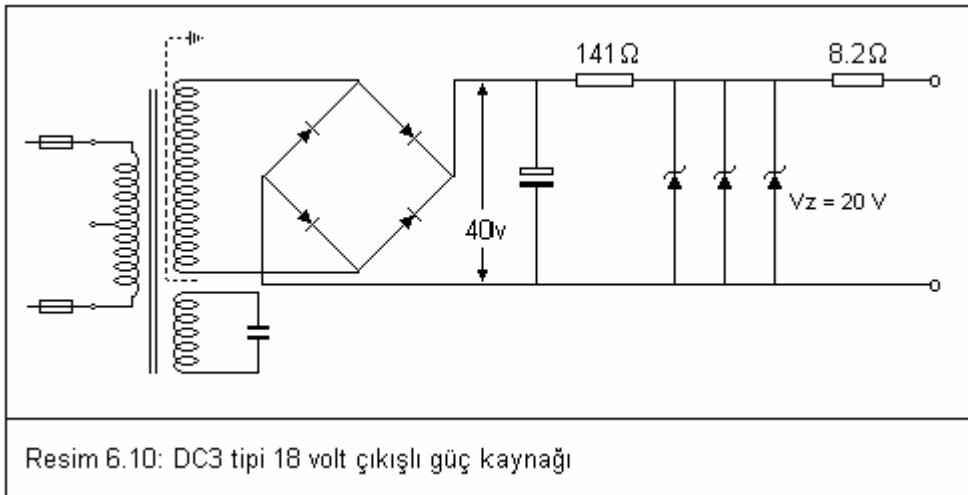
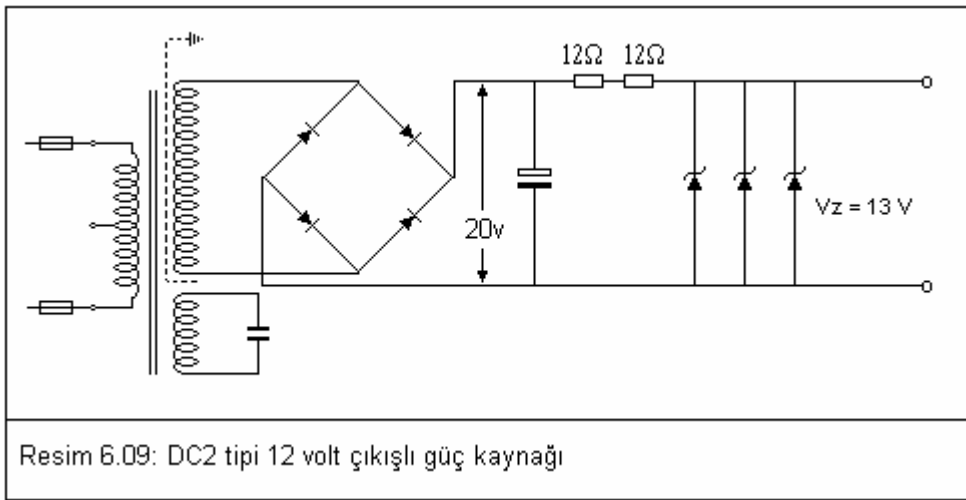
Resim 6.08'de NCB tarafından geliştirilen üç ayrı tip güç kaynağı karşılaştırılmaktadır. Burada görüldüğü gibi DC3'ün çıkışı 18 volttur ve BAT 1 tabir edilen bataryaların şarj

işinde kullanılır. KE devreyi doğrudan beslemez. DC2 ise hem 7.5 volt akü şarjında ve hem de 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 sanayiye katkıları bulunmuştur. DC1 ,DC2, DC3 ve DC4 güç kaynaklarını geliştiren bu kuruluştur.

6.6 YENİ GÜÇ KAYNAKLARI

Yukarıda da söylediğimiz gibi DC3 18 volt çıkışıdır BAT1'in şarjında kullanılır. KE devreyi beslemez. DC2 12 volt çıkışıdır hem şarj ve hem de KE devrede kullanılır. DC4 de aynı şekilde hem güç kaynağı ve hem de adaptör olarak kullanılan bir güç kaynağıdır.

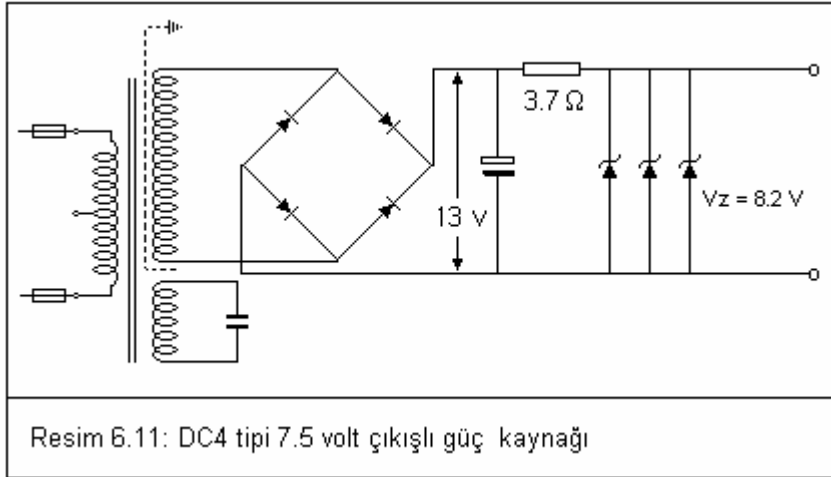


DC2 GÜÇ KAYNAĞI

Resim 6.09'da şekli verilen bu kaynak 12 volt çıkışıdır. 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 barrier de tabir edilen 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 müseade edilmiş olunur.

DC2, DC3 ve DC4 güç kaynaklarının yapıları teknik resim olarak aynıdır. Çıkış gerilimleri ve devre elemanlarının değerleri farklıdır. 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 6.12 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.

6.7 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.

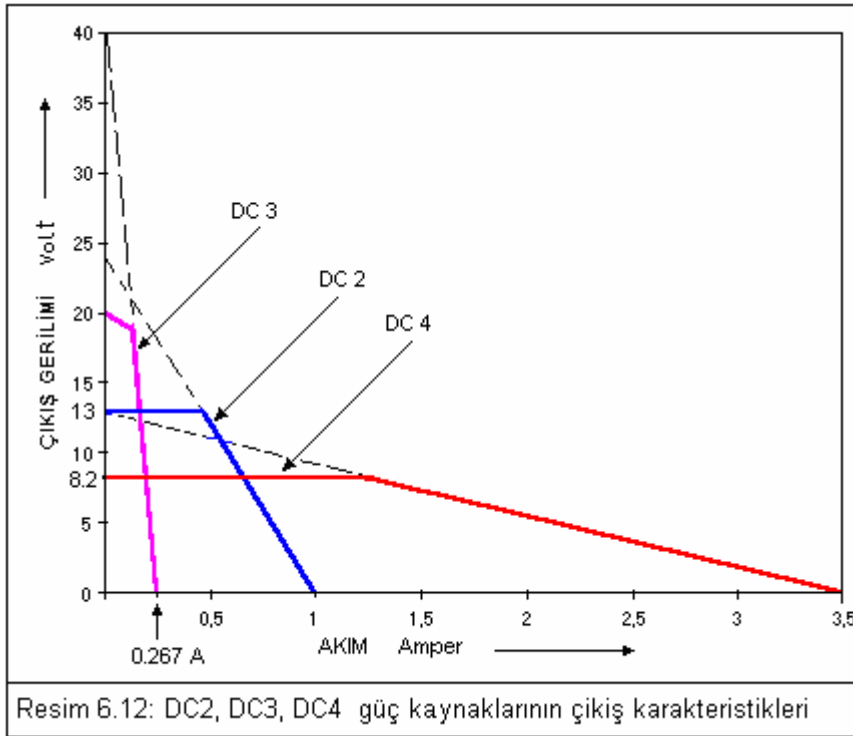
1950 lerde sıvı bataryalar devreden kalkmış yerini kuru piller ile elektrik şebekesinden doğrudan ceryan alan redresörlü aletler almıştır. Yani sıvı piller tamamen kalkmış kuru piller ve redresörler ön plana çıkmıştır.

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 sınırlıdır. Bizce bilinmesi gereken genel husus budur.



7.0 KABLOLARIN KE ÜZERİNE ETKİSİ

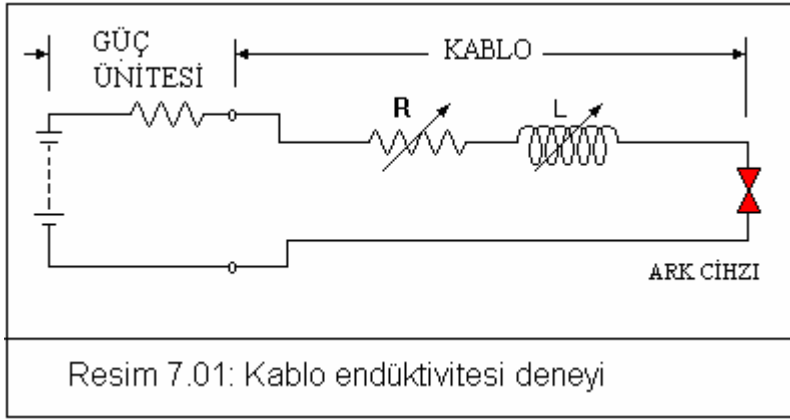
7.1 GİRİŞ

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 kabloların 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 $\frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$
kapasitanslarda $\frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ 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.

Kabloların endüktans 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 yönünden pek tehlike arz etmediğini göstermiştir. Şekilde 7.01’de kablonun etkisini ölçmek için uygulanan bir bağlantı şeması görülmektedir. KE ark cihazına çeşitli boylardaki kablounun bağlantısı görülmektedir. Bu devredeki akımı hesaplırsak: R = devreye bağlı kablo direnci, R_s = güç kaynağının kendi iç direnci olduğunda devreden geçen azami akım:

$$I = V_s / (R_s + R)$$

Bu akım aynı zamanda kablonun ucunda bir kısa devre olduğunda devreden geçen akımı da verir . Bu akımın kesilmesi halinde ark enerjisine dönüşen enerji miktarı:

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

Yukarıdaki I akımı yerine konulduğunda elde edilen enerji:

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \frac{V_s^2}{(R_s + R)^2}$$

R direncine, yani kablo boyuna bağlı olan maksimum enerji miktarını hesaplırsak, bir kaç matematiki işlemden sonra

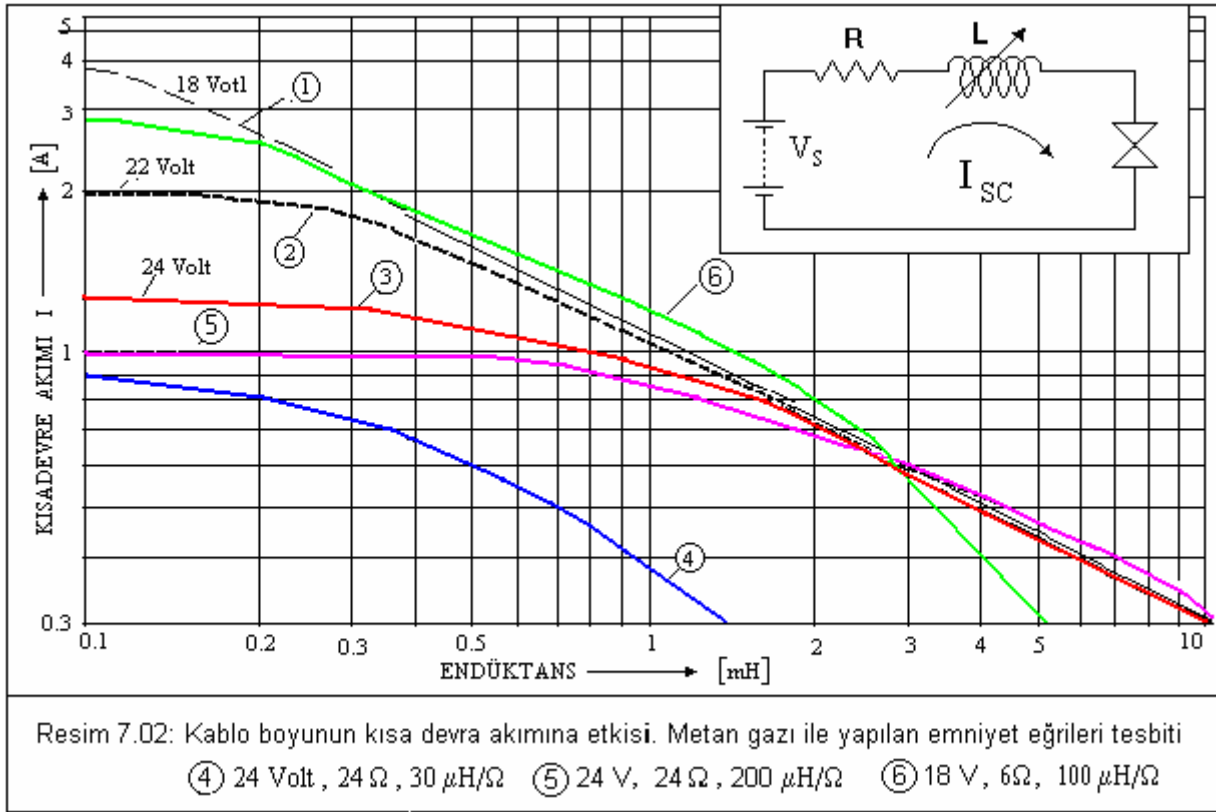
$R = R_s$ olması gerektiğini buluruz ki bu elektrikte bilinen bir kaidedir. “Maksimum enerjiyi alabilmek için güç kaynağı direnci ile dış devre direnci eşit olmalıdır”. Buradan varacağımız sonuç “kablounun kısa devre olması halinde azami enerji, güç kaynağının iç direnci ile kablounun kısa devre olduğu noktadaki direncinin eşit olması halinde görülür” olacaktır ki buda güç kaynağı dizaynında dikkate alınması gereken bir noktadır.

Kablo empedansının ark enerjisine etkisi şekil 7.02 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 dikkate alınmamıştır.

1,2 ve 3 nolu eğriler bundan önceki konularımızda (bölüm 4) 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 μ H 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.



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 7.02 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.

30 μH/ Ω ve 200 μH/ Ω'luk kabloların endüktanslarına bakarsak, 24 Ohmluk iç direnci olan güç kaynağının azami enerjiyi R=24 ohmda vereceğine göre bu duruda endüktanslar:

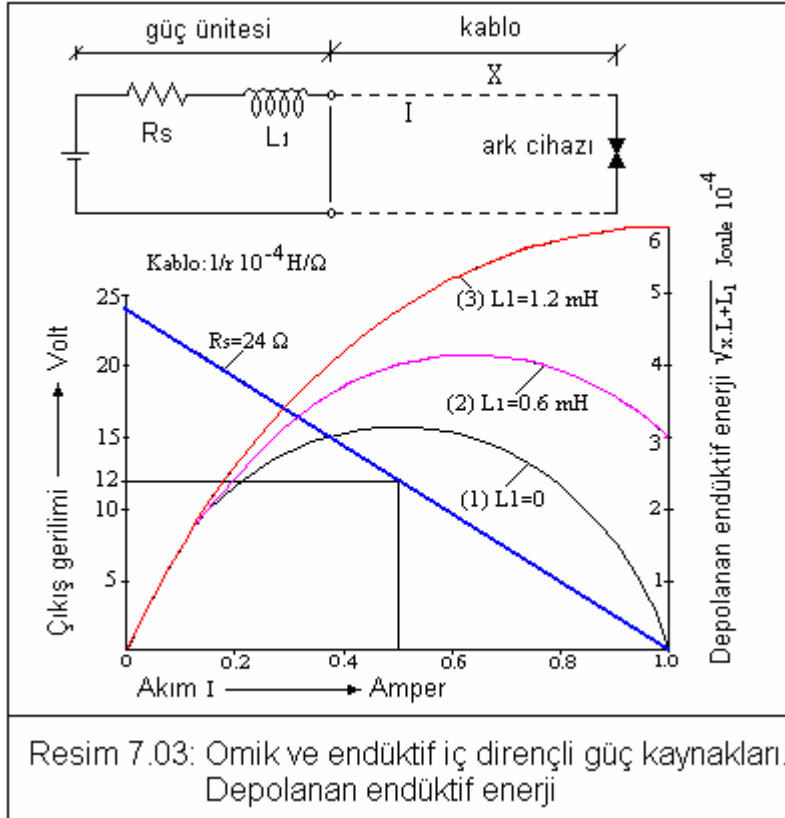
$$L=30 \times 24 = 0.72 \text{ mH}$$

$$L=200 \times 24 = 4.6 \text{ mH} \quad \text{olacaktır.}$$

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 eğrinin üstünü 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. Yani 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. Fakat buna rağmen belli güç üniteleri için tehlikeli kablo boyları hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalar aşağıda izaha çalışılacaktır.



BASİT GÜÇ KAYNAKLARI

Saf omik iç direnci ve endüktivitesi olmayan güç kaynaklarıdır. Bunlar için azami kablo boylarını hesaplamak mümkündür. Resim 7.03 de böyle bir güç kaynağı ve beslediği kabloların sembolik bağlantı şeması verilmiştir. $L1 = 0$ hali, x kablo boyunu ifade etmektedir.

Kablo direnci $R = x \cdot r$ endüktansı $L = l \cdot x$
Buna göre endüktif enerji :

$$E = 1/2 \cdot l \cdot x \cdot \left(\frac{V_s}{R_s + r \cdot x} \right)^2$$

Maksimum enerjiyi veren kablo boyu yani x mesafesi matematiki operasyon ile hesaplanır (türev alıp sıfıra eşitleme) ve optimum kablo boyu olarak

$X_o = R_s / r$ bulunur.

$$E_{\max} = \frac{V_s^2 \cdot l}{8 R_s \cdot r}$$

Bu mesafedeki azami endüktif enerji:

$V_s = 24 \text{ V}$, $R_s = 24 \Omega$, ve $L_1 = 0$ ise $100 \mu\text{H}/\Omega$ ' luk kablo cinsinde depolanan azami endüktif enerji ne olur:

Resim 7.03 de 1 nolu eğride depolanan endüktif enerji kablo boyuna bağlı olarak çizilmiştir. (yukarıdaki E_{\max} formülünden alınmıştır). Güç kaynağının normal çıkış voltajı $R_s = 24 \Omega$ eğrisinde verilmiştir. Görüldüğü gibi kablodaki kısa devre ile çıkış voltajı değişmektedir.

Bu eğride maksimum enerjinin akım ve voltajın yarı değerlerinde teşekkül ettiği görülmektedir.

7.2 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 7.03 deki gibidir. Yalnız $L_1 = 0$ değildir ve depolanan endüktif enerji $\frac{1}{2} L_1 I^2$ dir. Kablo ile birlikte depolanan endüktif enerji:

$$E_L = \frac{(L_1 + l \cdot x) \cdot V_s^2}{2 (R_s + r \cdot x)^2}, \quad E_{\max} = \frac{V_s^2}{8 \cdot (R_s - \frac{L_1 \cdot r}{l})} \cdot \frac{1}{r}$$

Güç kaynağının endüktansı olması maksimum güç değerini artırır ve azami akımın üstüne binebilir. Eğer L_1 çok yüksek ise kablo boyu sıfıra bile inebilir. Yani $x=0$ haline girmektedir. Bu durumda

$I_{\max}/r = 2 \cdot L/R_s$ olur ki, kablo boyu endüktanslı güç kaynağında daima etkilidir ve kablo boyu kısalma zorundadır (saf omik kıyasla).

Resim 7.03 de endüktanslı güç kaynağının da durumu çizilmiştir (2 ve 3 nolu eğriler). Güç kaynağı 24 Volt, 24Ω ve iç endüktansı $L_1 = 0.6 - 1.2 \text{ mH}$. İkinci eğride tepe değerinin akıma göre itildiği, 0.6 mH 'lik iç dirençde (2. eğri) belli bir kablo boyunda azami mesafeye denk geliyorsa da $L_1 = 1.2 \text{ mH}$ de $I = I_{\max}$ 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.

7.3 ZENER DİYOTLU GÜÇ KAYNAKLARI

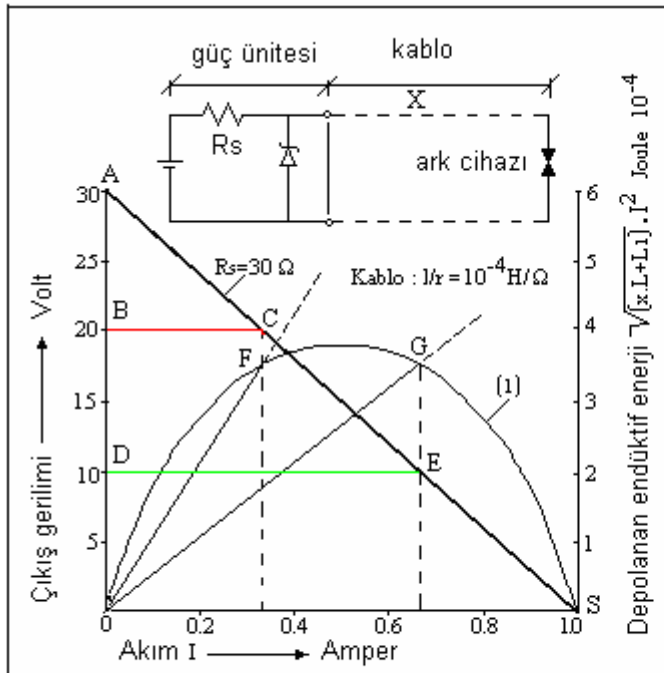
Bilindiği gibi zener diyotlar KE besleme devrelerinde ve KE barrierlerinde açık devre voltajını sınırlayıcı olarak kullanılmaktadır. Burada şönt olarak kullanılan zenerler gerilimin

belli bir maksimum değeri aşmasını önlemektedirler. Zenerler sayesinde, empedansı düşük, akım ve gerilimi yüksek olan KE güç kaynakları imali mümkün olmuştur.

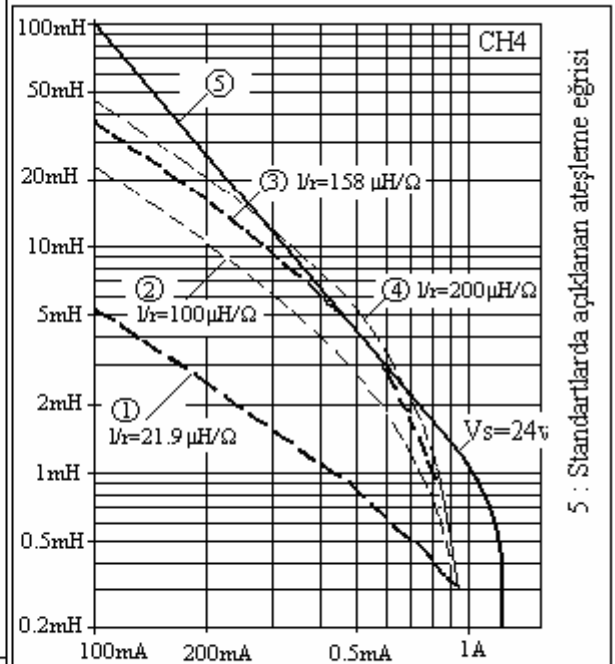
Zener barierlerde ise, zenerler hata halinde yüksek gerilimin KE devresine girmesini önlemektedirler. Buradaki incelememizin anlaşılır olması için güç kaynağına şönt olarak bağlı bir adet zener dikkate alınmıştır. Pratik uygulamalarda en az iki ve hatta üç adet zener şönt olarak kullanılmaktadır.

Resim 7.04 de bağlantı şekli verilen güç kaynağında R_s 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 7.04 deki 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'ın 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 $100 \mu\text{H}/\Omega$ olan çeşitli boylardaki kablo güç kaynağına bağlanırsa endüktivitenin etkisi ne olur? Zener olmadan olması gerekenleri bundan evvelki konumuzda incelemiştik. Bunun sonucu resim 7.03 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 7.04: Zener diodlu güç kaynağı çıkış karakteristiği ve depolanan enerji



Resim 7.05: BS 1538 sinyal trafosu ateşleme eğrileri. Kablo boyunun etkisi (emniyet faktörlü)

Kablo boyları dikkate alındığında, 30 Volt, 30Ω bir güç kaynağında optimum değerler 15 volt ile 0.5 amperde oluşu görülürken aynı güç kaynağına 20 voltluk bir zener diod şönt olarak bağlandığında optimum değerlerin yer değiştirmedeği yalnızca optimum akımda güç kaynağının gerilimi sabit tutma özelliğinin kalmadığı görülür. 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.

$$V = F \cdot V_S/2$$

$$E_{L \max} = \frac{F}{8} \cdot (2 - F) \cdot \frac{V_S^2}{R_s} \cdot \frac{1}{r} \quad \left| \quad x_o = \frac{2}{2 - F} \cdot \frac{R_s}{r} \right.$$

$F \leq 1$ olduğunda azami endüktif enerji ve kablo boyu aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$x_o = \frac{2}{2 - F} \cdot \frac{R_s}{r}$$

7.4 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.

7.4.1 EMNİYET FAKTÖRÜ

KE cihazı denenirken imalatçının ön gördüğü gerilim değerinin %10 üstüne çıkılmaktadır. Çünkü her elektrik aleti etiket değerlerinin %10 üstünde çalışmak zorundadır. Eğer dene-nen cihaz güç kaynağı ise ilaveten %10 daha artırılarak deney yapılmaktadır. Akım yönün-den alınan emniyet faktörü %50 dir. Yani normal akımın 1.5 katı ile deney yapılmaktadır. Bu şartlara göre pratikte kullanılan KE güç kaynaklarının durumunu inceleyelim.

7.4.2 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 34Ω olan tipi irdelenecektir. Trafonun kendi iç endüktansı $L= 300 \mu H$ alınmıştır. (BS= British Standart) Alternatif akım çıkış gerilimi 15 Volt olan bu sinyal trafosunun voltajının tepe değeri $V_s=15 \times 2= 21.21$ Volttur . Azami kısa devre akımı $I_{sc}=V_s/R_s = 21.21/34 = 0.623$ Amperdir. Emniyet faktörleri dikkate alındığında deneylerde hesaba katılacak akım ve voltaj değerleri:

$$V_{sc} = 1.1 \times (1.1 \times 21.21) = 25.66 \text{ volt (kısadevre gerilimi)}$$

$$I_{sc} = 1.5 \times 0.623 = 0.936 \text{ Amper (kısadevre akımı)}$$

Bu değerleri elde edebilmek için konulması gereken R_s direnci:

$$R_s = V_{sc}/I_{sc} = 25.66/0.936 = 27.61 \Omega \text{ bulunur.}$$

Bu güç kaynağı kendi klemensinde kısa devre olsa l/r oranı ne olur hesaplırsak (bundan önceki konulara bakarak)

$$l/r = 2L/R_s = (2 \times 300 \times 10^{-6}) / 27.61 = 21.9 \mu\text{H}/\Omega$$

Bunun anlamı: endüktivitesi 21.9 $\mu\text{H}/\Omega$ 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.

$$E_{\max} = \frac{V_z^2}{8 R_s} \cdot 10^{-4} = \frac{V_z}{8} \cdot \frac{V_z}{R_s} 10^{-4} = \frac{V_z \cdot I}{8} \cdot 10^{-4}$$

$X_o = R_s/V - 2L_s/l$ Optimum kablo boyu,
 $X_o/r = R_s - 2L_s/(l/r)$ bu mesafedeki kablo direnci

Endüktivitesi 100 $\mu\text{H}/\Omega$ olan bir kabloda:

$R = X_o/r = 21.41$ ohm olarak bulunur. Bu dirençteki kısa devre akımı:

$I_{sc} = 25.66 / 21.41 = 0.53$ Amper bulunur.

Resim 7.05 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 l/r oranını hesaplırsak

$$X_o \cdot l = 3.5 \times 10^{-3} - 300 \cdot 10^{-6} = 3.2 \text{ mH} \quad (\text{kablo endüktansı})$$

$(X_o \cdot l) / (X_o/r) = 3.2 \cdot 10^{-3} / 21.41 = 149 \mu\text{H}/\Omega$ bulunur. Bu değer ile yukarıdaki hesaplar tekrarlanarak ikinci yaklaşım (iterasyon) yapılırsa, kısa devre akımı $I_{sc} = 0.5$ Amper elde edilir. Bu akıma isabet eden 4mH lik bir endüktansdır. Yine yukarıdaki gibi hesaplamalara devam edilirse olması gereken kablo endüktans oranı $l/r = 158 \mu\text{H}/\Omega$ karşımıza çıkar

Yukarıdaki hesap yöntemine benzer bir seri iterasyon hesapları yapılarak çeşitli cins kabloların azami kısadevre akımları ve endüktansları hesaplanarak tablo 7.01 de özetlenmiştir.

	Devre Endüktansı ($\text{H} \times 10^{-4}$)			
Akım (mA)	$l/r=21.9 \text{ mH}/\Omega$	$l/r=100 \text{ mH}/\Omega$	$l/r=158 \text{ mH}/\Omega$	$l/r=200 \text{ mH}/\Omega$
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 7.01: KE sinyal trafosunda kablo endüktansının etkisi (Emniyet faktörü dikkate alınarak yapılan hesaplamalar)

Akım (mA)	Devre Endüktansı (mH)			
	$l/r=17,6 \text{ mH}/\Omega$	$l/r=70 \text{ mH}/\Omega$	$l/r=158 \text{ mH}/\Omega$	$l/r=305 \text{ mH}/\Omega$
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 7.02 :KE sinyal trafosunda kablo endüktansının etkisi (Emniyet faktörü dikkate alınmadan yapılan hesaplamalar)

Bu tabloda elde edilen değerler resim 7.05 de grafik haline getirilmiştir. Bu şekil incelendiğinde hangi cins kabloların (15 volt 34Ω sinyal trafosunda) tehlikeli olabileceği görülmektedir. $158 \mu\text{H}/\Omega$ 'luk kablo tam sınırdadır. Bu değer altındaki kablolar emniyetli, üstündeki kabloların ise boylarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin $200 \mu\text{H}/\Omega$ '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 7.02 de özetlenmiş ve yine resim 7.06'da grafik haline getirilmiştir. Bu şekilde yapılan hesaplamalarla $305 \mu\text{H}/\Omega$ 'luk kablonun dahi emniyet sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir.

Akım (mA)	Kablo Direnci Ω	Devre Endüktansı (mH)		
		$l/r=70 \text{ (mH}/\Omega)$	$l/r=140 \text{ (mH}/\Omega)$	$l/r=256 \text{ (mH}/\Omega)$
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 7.03 : DC3 güç kaynağında kablo endüktansının etkisi

7.4.3 DC3 GÜÇ KAYNAĞI

BS 1538'e göre yapılan sinyal trafosundaki incelemeleri aynı şekilde DC3 güç kaynağına uygularsak resim 7.07 deki eğrileri elde ederiz. Burada $256 \mu\text{H}/\Omega$ 'a kadar kabloların emniyet sınırı içerisinde olduğu görülmektedir.

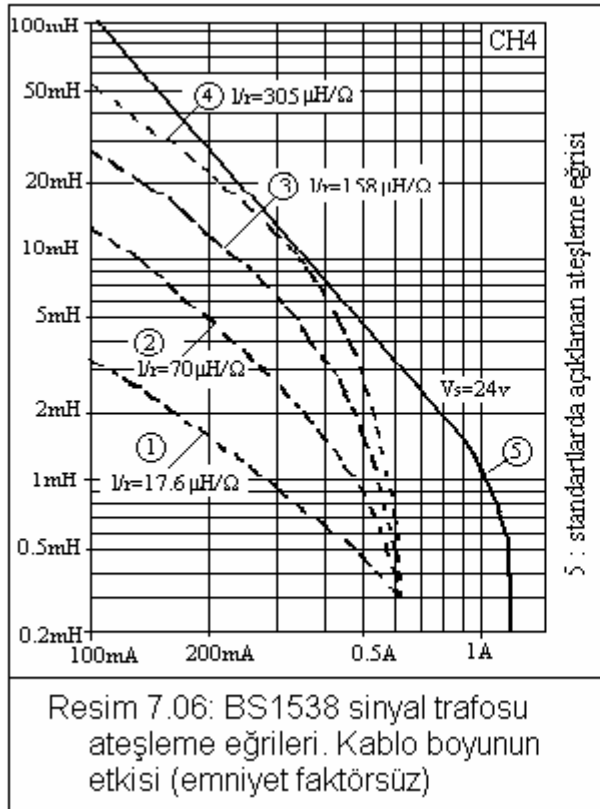
DC3 nominal çıkış gerilimi 18 Volt DC olan zener barierli ve 8.2 ohm akım sınırlayıcı iç direnci olan bir KE güç kaynağıdır.

Akım (mA)	Kablo Direnci (Ω)	Devre Endüktansı (mH)		Akım (mA)	Kablo Direnci (Ω)	Devre Endüktansı (mH)	
		$l/r=56 \text{ (mH}/\Omega)$	$l/r=102 \text{ (mH}/\Omega)$			$l/r=56 \text{ (mH}/\Omega)$	$l/r=102 \text{ (mH}/\Omega)$
1,5				5,25			
1,4	1,28	72	131	5	0,14	5	10

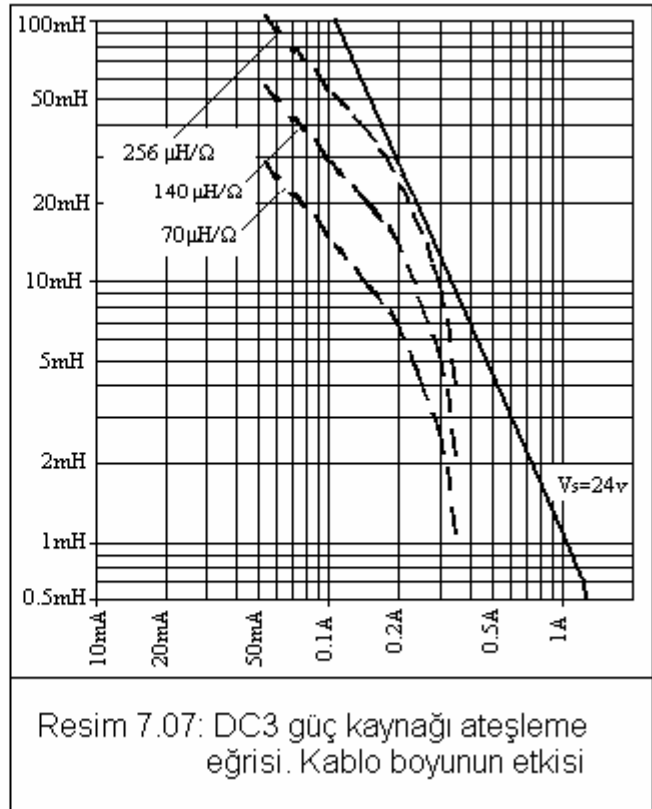
1,3	2,7	151	275	4,5	0,48	17	36
1,2	4,4	246	449	4	0,86	31	64
1,1	6,4	358	653	3,5	1,37	50	101
1	8,8	493	898	3	2,05	74	152
0,8	15,4	862	1570	2,5	3	108	222
0,6	23,8	1330	2430	2	4,43	160	328
0,4	35,8	2100	3850	1,5	6,3	227	466
0,2	71,5	4030	7293	1	9,46	340	700

Tablo 7.04 : DC2 güç kaynağında kablo endüktansının etkisi

Tablo 7.05 : DC4 güç kaynağında kablo endüktansının etkisi



Resim 7.06: BS1538 sinyal trafosu ateşleme eğrileri. Kablo boyunun etkisi (emniyet faktörsüz)



Resim 7.07: DC3 güç kaynağı ateşleme eğrisi. Kablo boyunun etkisi

7.4.4 DC2 ve DC4 GÜÇ KAYNAKLARI

Bu güç kaynakları ile yapılan hesaplamaların sonuçları resim 7.08 ve 7.09'da verilmiştir. Bu eğriler incelendiğinde hangi cins kabloların emniyet sınırı içerisinde kaldığı görülür. DC2, 12 volt ve DC4 de 7.5 volt nominal çıkışlı KE güç kaynaklarıdır

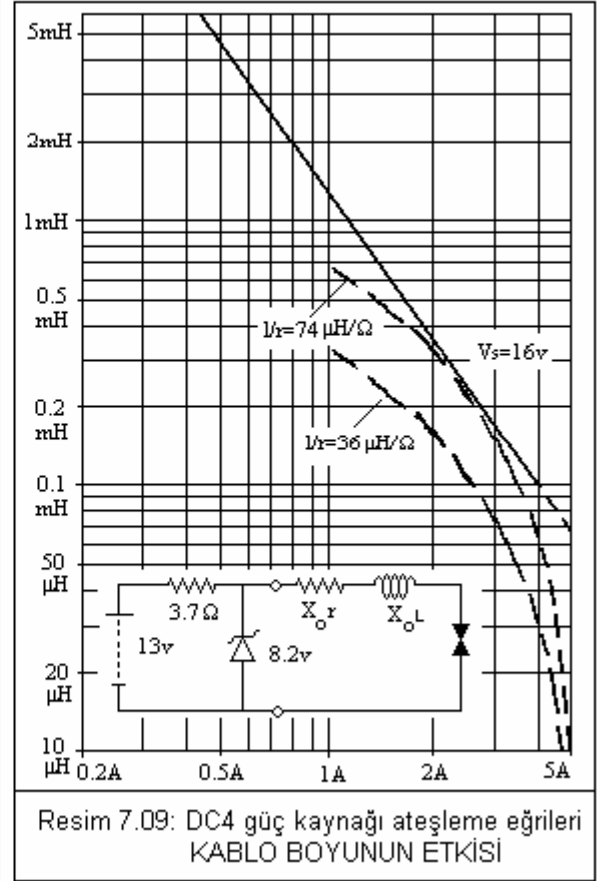
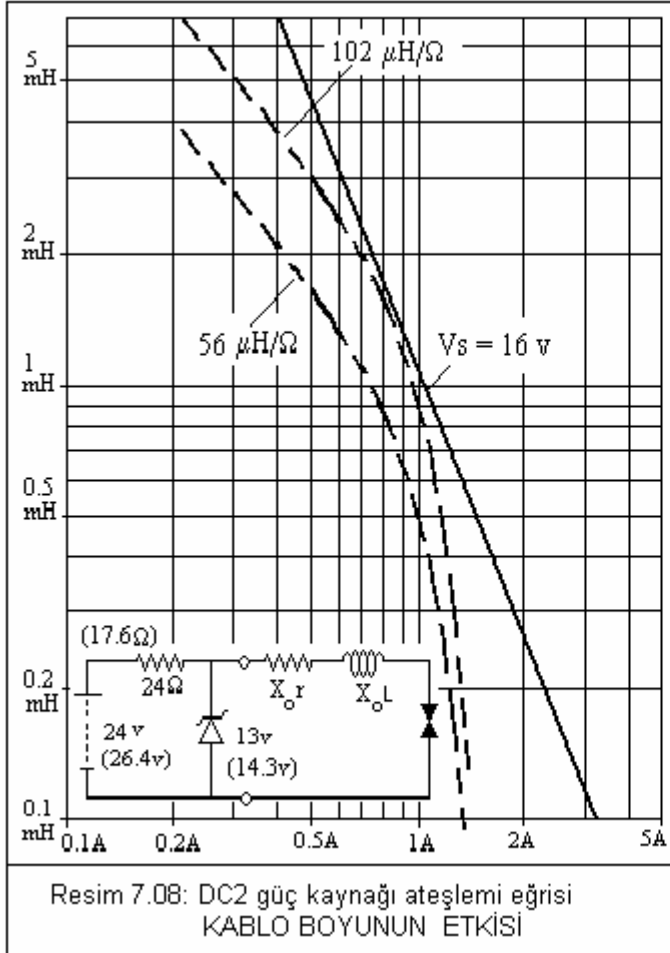
7.5 KABLO KAPASİTANSININ ETKİSİ

Bölüm 4 deki resim 4.03 de kapasitansın ark akımına etkisi görülmektedir. Bu eğriler de görüldüğü gibi 30 voltluk bir devrede $7\mu\text{F}$ 'lık bir sığanın tam emniyet sınırında olduğu görülür. Emniyet faktörleri dikkate alındığında 45 Volt $2,5\mu\text{F}$ 'lık bir devrenin emniyetli olacağı anlaşılır.

Madenlerde kullanılan kabloların tipik kapasitansı $0,1\mu\text{F}/\text{km}$ kadardır. Bu ise $2,5\mu\text{F}$ '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 ise KE devrelerde daha ziyade ince kumanda kabloları kullanılır. Bunların da çok uzun boylarda kullanılması hiç bir zaman gündeme gelmez.



7.5.1 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

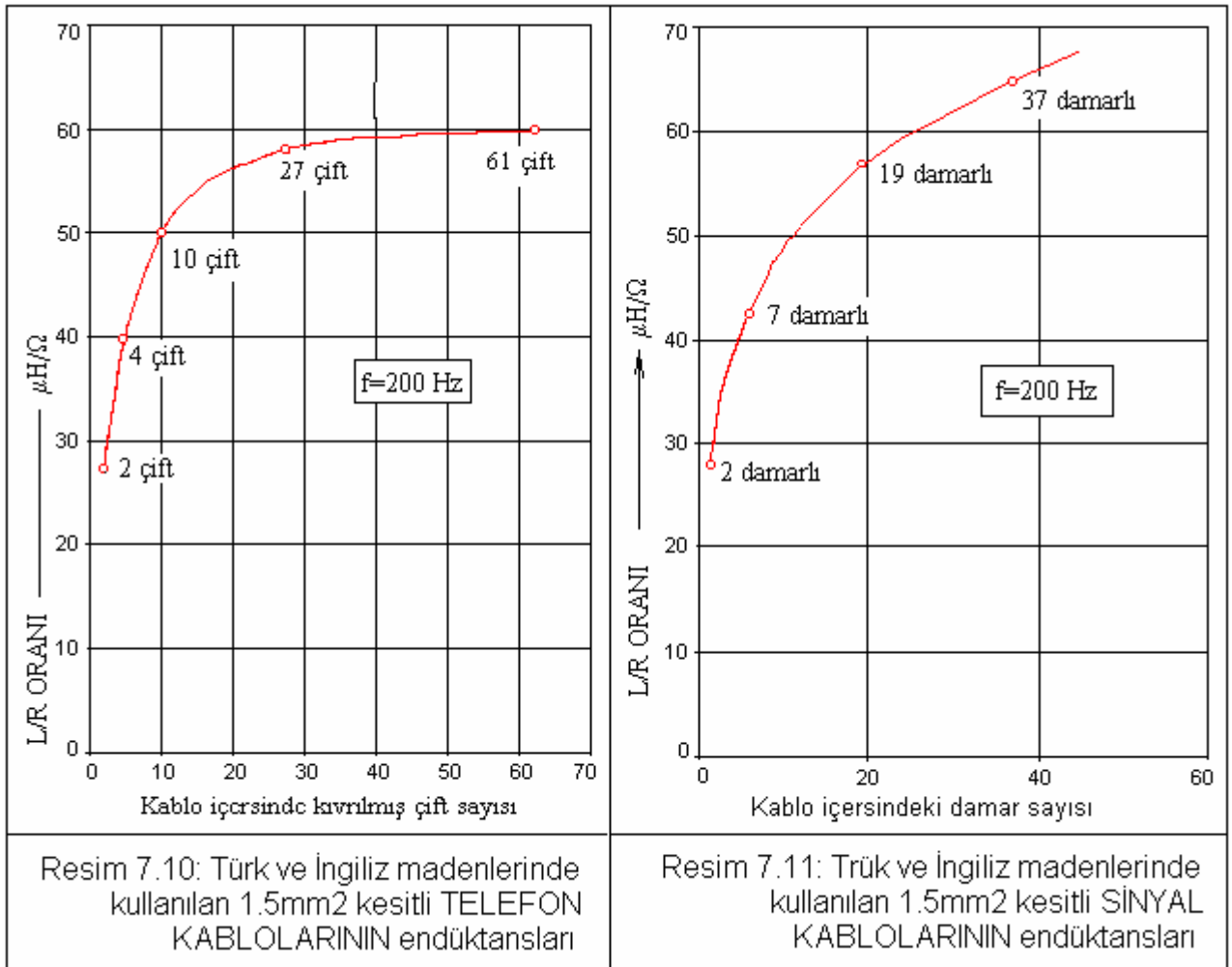
r_1 = iç iletken yarı çapı r_2 = dış iletken yarı çapı
 \ln =tabii logaritma

Kapasitans $C = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot K \cdot (2 \cdot \ln(r_2/r_1)) \mu F$
 K = izolasyon sabitesi (dielektrizite katsayısı)

Paralel Kablo:

Endüktans $L = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \ln(d/r)$ mH/m
 d = iletken merkezleri arası mesafe
 r = iletken yarı çapı

Kapasitans $C = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot K / (4 \cdot \ln(d/r)) \mu F$



7.5.2 MADENLERDE KULLANILAN TELEFON KABLOLARININ ENDÜKTANSI:

İngiliz maden işletmesinin 492 nolu şartnamesine göre imal edilen bu kabloların endüktansları şekil 7.10 da görülmektedir. Bu kablolar iletken kesitleri 1.5 mm² olup dışları çelik tel ve galvanizli şerit ile kaplıdır. Bir nevi çok damarlı koaksiyal kablo gibidirler. Zırlı olmaları KE yönünden de elzemdir. Diğer sanayi kollarında zırhsız kablo kullanılıyor ise de

demir boru içersinden (kondiut) çekilmek zorundadır. Bu kablolar en fazla 91 damara kadar imal edilmektedir.

7.5.3 MADENLERDE KULLANILAN SİNYAL KABLULARININ ENDÜKTANSI

İngiliz maden işletmesinin 493 nolu şartnamesine göre imal edilen bu kabloların endüktansı şekil 7.11 de görülmektedir. Bu kabloların da damar kesitleri 1.5 mm² dir ve telefon kablosundan farkı damarlar arasında gruplama olmamasıdır. Bu nedenle endüktansları biraz yüksektir. Aynı şekilde dışları zırlıdır.

7.5.4 ÖZET

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.

8.0 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 da 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.

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.

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

1980' e kadar nasıl yürür idi:

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

Testleri Almanya' da BVS ve PTB yapmakta ve sertifika vermekte idi. Bu sertifika yetkili mercilerce onaylandıktan sonra geçerlilik kazanmakta idi. 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 (conformite) her ülkenin kendi milli kuruluşu veriyor idi. Ayrıca yayınlanan EC talimatları mecburi hale getirilmiş ve ülkelerin ulusal yasaları bunlarla uyumlu hale getirilmeye başlamıştır.

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

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

ATEX 100a (directive 94/9/EEC) 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 133 sayfadan oluşmaktadır. Bu izahatlar Quide (klavuz) adı altında arada bir yenilenmektedir.

Avrupa Parlamentosu Aralık 1999 yılında kullanıcıları kapsayan "directive 99/9/EEC" talimatını da yayınlamış ve 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 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 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 Ortak Pazar ülkelerinde 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. Bu konu ile ilgili uyum çalışmaları, yenilik ve değişimler devam etmektedir.

8.2 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 tesislerini 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.

SİGA 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.

ETİKETLEMEDEKİ DEĞİŞİKLİK

KE aletlerin üzerindeki etiketlerde önceden [EEx ia] IIC şeklinde bir işaret yer almakta idi. Buradaki köşeli parantez söz konusu aletin patlayıcı değil temiz ortama yerleştirilmesi gerektiğini işaret ediyor idi. ATEX de bu etiketleme şu şekilde yer almış II (1) G veya II (2) G, olup, köşeli parantezlerin yerini normal parantezler almıştır. Buradaki işaret, aletin katagori 1 Zon 0 (tehlike bölgesi 0) da kullanılabilceği 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 katagorilerinde (koruma seviyesi ia) olanlarda galvanik ayırmanın mecburiyetin kaldırılmıştır. EN 50284'ün yeni sürümünde, galvanik ayırım yalnızca tavsiye edilmektedir. Önceki uygulamalarda, galvanik ayırım şartı dolayısı ile, güç kaynağına 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 ve ucuz olmasına imkan sağlanmıştır.

Ayrıca unutmayınız ki, kendinden emniyetliliği sağlayan güç kaynağını doğrudan tehlike bölgesi 0 da çalışacak hale getirebilmek mümkündür. Bu durumda güç kaynağının ia – katagorisinde' 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 pahalıdır. Ayrıca pratik yaşamda 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 kaldırılmış, 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. Onanmış kuruluşlara da bu yetkiyi milli otoriterler değil, Ortak Pazarın Brüksel'deki merkezi vermektedir.

ÜÇ YILDA BİR DENETLEME

Denetleme olayı 1 ve 2 katagorisindeki 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 exprooflukları imalatçının kendi yetkisine ve deklarasyonuna bırakılmıştır. 1 ve 2 kategorideki teçizatların denetlenmesi onaylanmış bir kuruluş tarafından yapılmak zorundadır. Gerçek bir tip testi yapılmasına gerek yoktur. Onanmış bir kuruluş tarafından gözle bir muayene yeterli kabul edilmektedir. Bu yönü ile, 3 yıllık denetlemeler kolay gibi gözüküyor ise de konu ile yetkili onaylanmış bir kuruluş (notified body) bulmak ve mali giderleri karşılamak küçük çaplı firmalar için altından çıkılması zor bir külfet olabilir.

Her üç yılda bir gözle denetleme olayı kalite garantisi modul 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 sürümü) 5 yılda bir kontrol istemektedir. Böylece her üç yılda bir exproof aletlerin exproof özelliklerini kaybedip kaybetmedikleri gözle de olsa kontrol edilmiş olacaktır.

Co ve Lo DEĞERLERİNİN DEĞİŞMESİNİN 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 sertifikalanmıŐ aletini ATEX gereği (01.07.2003 e kadar) onanmış kuruluşa (notified body) getiren bir imalatçı, alet içersinde her hangi bir değişiklik yapmamasına rağmen, KE g cihazının (KE adaptörünün) etiketinin değiştiğini görecektir. Yani cihaz aynı fakat etiket farklı olacaktır (2003 den itibaren). KE g cihazının çıkış gerilimine göre müsaade edilen değerleri EN 50020 de tablo halinde verilmektedir. AŞağıdaki tabloda bilgi için bazı gerilim kademeleri ve müsaade edilen kapasitans değerleri verilmiştir,

GERİLİM	Müsaade edilen kapasitans değerleri					
	Grup IIC		Grup IIB		Grup II A	
	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	11,00	3,35
20,0	0,90	0,22	5,60	1,41	20,00	5,50
15,0	3,0	0,58	20,2	3,55	100	14,00
12,0	8,4	1,41	100	9,0	--	36,0
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 kısılması 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 kablo boyu uzatılabilir. Örneğin $U_0=26$ Volt alındığında, $C_0= 99\text{nF}$ olarak biraz yükselmiŐ ve mesafe de 825 metreye uzamıŐ 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 alıŐma Bakanlığının yayınladığı "patlayıcı ortamların tehlikelerinden çalışanların korunması hakkında yönetmelik (ATEX 137)" madde 11-d gereği 26 Aralık 2006 da sona ermektedir.

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 imalatları pek zorlayacak düzeyde değildir. Çünkü çoğu aletin çalışma sıcaklık toleransları yüksektir.

KENDİNDEN EMNİYETLİLİĞİN İSPATI

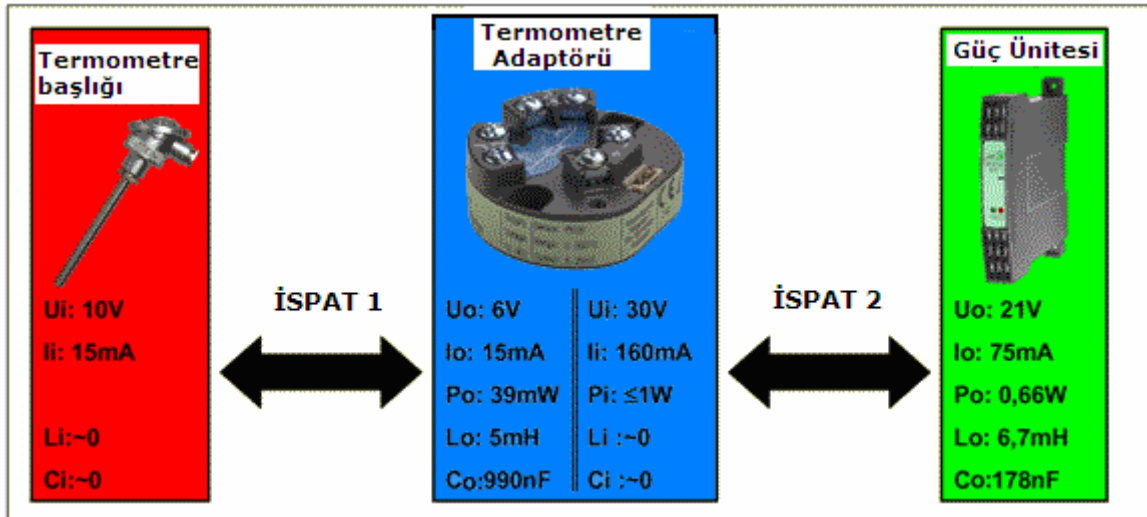
Kendinden emniyetlilik sertifikası almak diğer exproof aletler gibi değildir. Deneyleri ve bürokrasisi çok daha fazla ve külfetlidir. Yalnızca alet değil kullanım Şartları da dikkate

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 $U_o < U_i$, $I_o < I_i$ ve $P_o < P_i$ olmalıdır. Bu olayları anlayabilmemiz için bir örneğe bakmamızda yarar vardır. Aşağıdaki resimdeki bir ısı ölçümü örneği verilmiştir. Ölçü sistemini oluşturan “termometre başlığı”, “adaptör” ve “güç ünitesi” nin etiket değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Termometre başlığı	Termometre adaptörü		Güç ünitesi + KE bariyeri
	Çıkış değerleri	Giriş değerleri	Çıkış değerleri
$U_i : 10V$ $I_i : 15mA;$ $L_i \sim 0$ $C_i \sim 0$	$U_o : 6V$ $I_o : 15 mA$ $P_o : 39 mW$ $L_o : 5 mH$ $C_o : 990 nF,$	$U_i : 30V$ $I_i : 160 mA$ $P_i : < 1W$ $L_i \sim 0$ $C_i \sim 0$	$U_o : 21V$ $I_o : 75 mA$ $P_o : 0.66W$ $L_o : 6.7 mH$ $C_i : 178 nF$



Bu bölümdeki örnek Gossen-Metrewatt firmasının www.gmc-instruments.com internet sitesindeki Volker Pohl, CAMILLE BAUER imzalı yazıdan alınmıştır

Adaptör aslında ölçü başlığı içersindedir ve aşağıdaki resimdeki gibi ikisi bir ünite oluşturmaktadır.



Burada kendinden emniyetliliğin ispatı iki kere yapılmak zorundadır. Birincisi, ölçü başlığı ile adaptör arası, ikincisi de adaptör ile güç ünitesi arasındadır.

Başlık ile adaptör arasındaki akım ve gerilim olması gereken gibidir ($U_o < U_i$, $I_o < I_i$ ve $P_o < P_i$) ($6 V < 10 V$,) Başlığın dayanacağı gerilim 10 voltur. 6 volt tatbik etmenin bir mahsuru yoktur. Akım da denktir. Başlıkta güç değeri vermenin anlamı yoktur. C_o ve L_o değerleri çok yüksektir. Çünkü ısı ölçüm adaptörleri yüksek omajlıdır. KE içersinde kalmak için de gerilim düşürülmüş 6 volta çekilmiştir. C_o değerinin yüksek olması uzun bir ölçüm mesafesine müsaade ediliyor demektir. Başlığın C_o değeri olmadığına göre, adaptör-başlık arası kilometrenin üzerinde ($990/120 = 8,25$ km) olabilmektedir. L_o ' ya dikkat edilmelidir, L_o 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 arasındadır. Yine $U_o < U_i$, $I_o < I_i$ ve $P_o < P_i$ şartı sağlanmaktadır. ($21V < 30V$, $75mA < 160 mA$, $0.66 mW > 1 mW$). Ateşleme eğrilerinden belirlenen C_o ve L_o değerleri yüksektir ($L_o = 6.7 mH$, $C_o = 178 nF$). 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 görü oldukça uzun sayılabilir.

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 aşağıdaki tabloda verilmiştir.

P	T6°C	T5°C	T4°C	Buradaki örnekte güç 0,66 Wattır ve buna isabet eden ısı sınıfını da kullanıcı çevre ısısına göre seçmek zorundadır
1W	41	56	80	
0,9W	45	60	80	
0,8W	50	65	80	
0,7W	55	70	80	
0,66W	57	72	80	

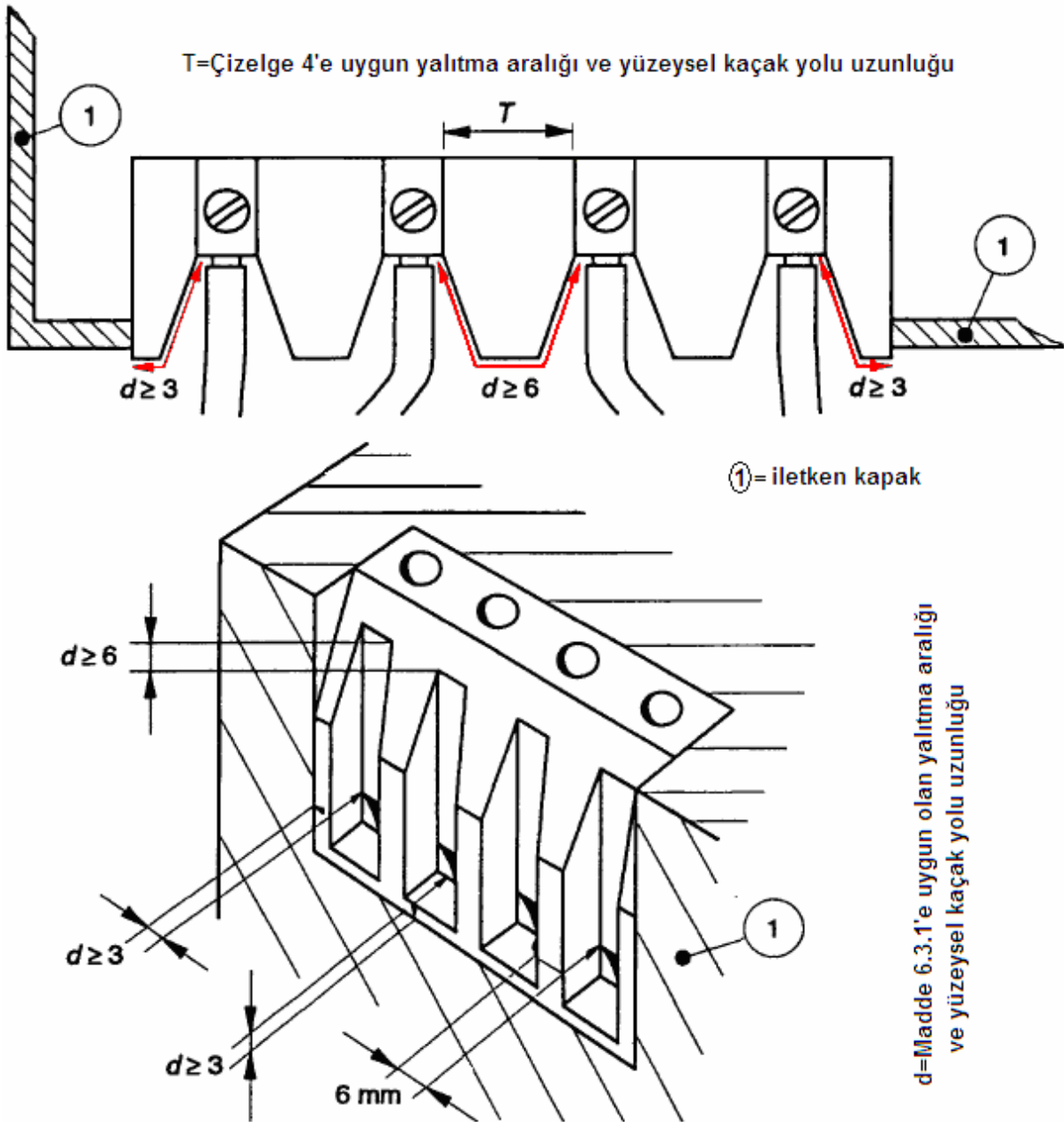
8.3 TS EN 50020 YE KISA BİR BAKIŞ

Kendinden emniyetlilikle ilgili standart EN 50020 olup TSE tarafından 2003 yılında yayınlanmıştır. Burada “kendinden emniyetlilik” yerine “öz güvenlik” deyimi kullanılmış olup, biz yazımızdaki deyimi değiştirmeyi düşünmedik. Çünkü bu konu ile ilgilenmek ve bilgilerini geliştirmek isteyenler mutlaka İngilizce orijinallerine bakmak zorundadırlar. Bizim yazdığımız konularda hata olabileceği gibi tercümelere de sık sık hatalar yapılmakta ve özellikle konuyu yorumlarken çok farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

TS EN 50020 Potensiyel Patlayıcı Atmosferlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar – Kendinden Güvenlik “i” 85 sayfa olup, içerisinde çok şeyler yazılıdır. En önemli konular patlama eğrileri ve akımları veren tablolardır. Kendinden emniyetli alet imalatı ve testi kolay bir olay değildir. Bildiğim kadarı ile Türkiye’de imalat yapan firma olmadığı gibi test eden otoritede yoktur. Yazımızda daha ziyade kullanıcıları ilgilendiren hususlar ön plana çıkarılmaya çalışılmıştır.

Standartlar paralı satıldığından yazımız ekinde KE ili ilgili standardı yayınlamamız mümkün değildir. Önemli noktalar vurgulanacak ve bazı maddeleri açıklanacaktır.

Yazımızın yukarıdaki bölümlerinde açıkladığımız güç trafoları ile ilgili temel prensipler ve detaylar hemen hemen hiç değişmemiştir. (bak madde 8.1) . Kendinden emniyetli cihazlar daha ziyade minyatür elektronik devreleri içerdiğinden klemens bağlantıları ile ilgili sınırlama getirilmiş ve “yüzeysel kaçak yolu” (bak madde 6.4.7) ve yalıtma aralığı (bak madda 6.3.4) tarif edilmiştir. Madde 6.4.12 de yalıtım deney gerilimi azami 500 Volt olarak belirlenmekte olup, izolasyon test cihazının (meger) da 5 mA den fazla akım vermemesi istenmektedir. Madde 6.5 de ters polariteye karşı önlem istenmektedir. Ayrıca madde 12.2 de bağlantıların **AÇIK MAVİ** renkli olacağı belirlenmiştir. Böylece yıllar önce Alman sanayi tarafından uygulanan açık mavi renk kullanımı tüm Avrupa tarafından benimsenmiştir.



KE devre bağlantılarının yalıtım aralığı ve yüzeysel kaçak yolu

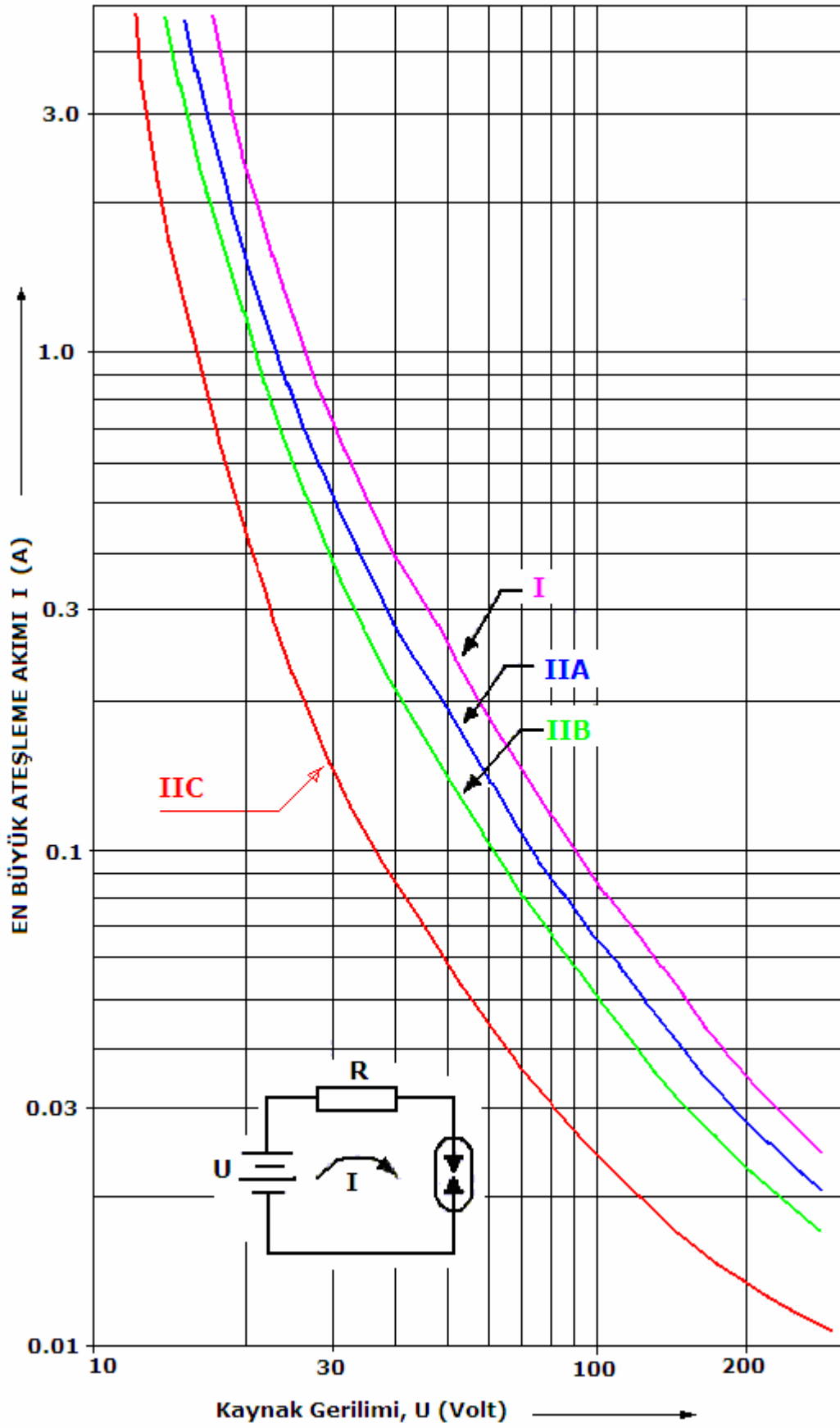
Madde 5.4 de basit cihazlar tarif edilmiştir. Buradaki tarif biraz ilmi ve genel yapılmıştır. Basit cihazdan anlaşılması gereken “enerji depolamayan ve depoladığı enerji ile devreyi

tehlikeye düşürmeyen” cihazlar anlaşılır. Start stop butonu en güzel örnektir. Kullanıcı için önemli olan, bu basit cihazların test edilmiş olmalarına ve sertifika almalarına gerek olmadan kullanılabilmesidir. Bu nedenle üzerinde de herhangi bir exproof etiketi bulunmayabilir. Bu tip cihazların dışı açık mavi renge boyanarak rahatlıkla KE devrelerde kullanılabilir. Basit cihazların İngilizce karşılığı PASSIV dir. Pasif cihazlar her ne keder KE etiketi taşımak zorunda değil iseler de kendinden emniyetliliğin ispatında dikkate alınmak zorundadırlar. Yukarıda verdiğimiz ısı ölçüm örneğinde kullanılan termo elemanı da pasif bir alettir. Buna rağmen KE ispatında irdelemeye alınmıştır.

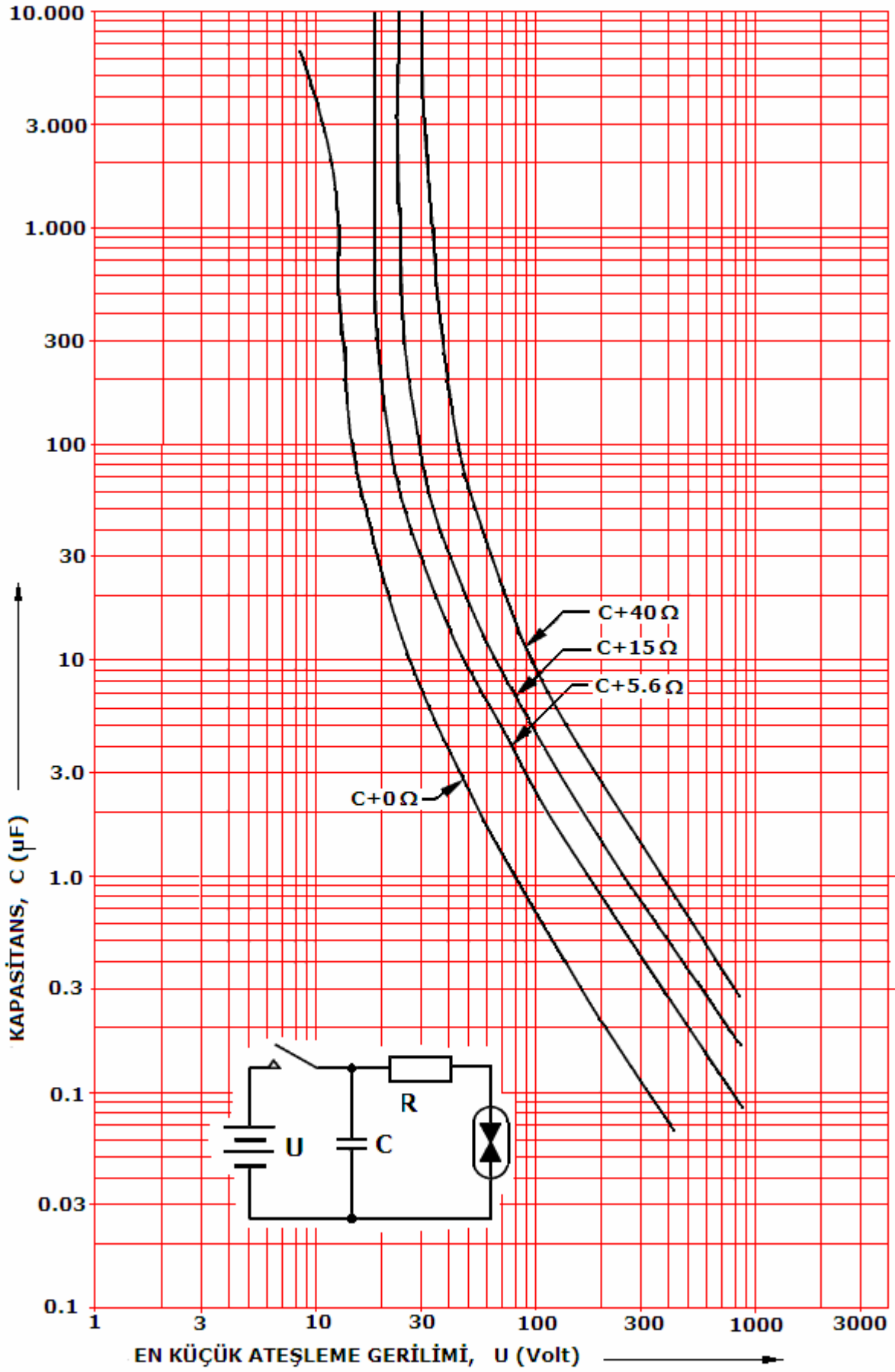
Madde 7.2 de ön görülen şart da kullanıcılar için önemlidir. Burada KE devreler ile KE olmayan devrelerin bariz bir şekilde birbirlerinden ayrılması istenmektedir. Özellikle pano tasarımcıları KE soketlere dikkat etmelidirler. Şevven KE olmayan soketlere bağlantı yapılması önlenmelidir. Özellikle, ölçü gayesi ile kullanılan ve normal panolar içersine yerleştirilen KE bariyerleri diğer devrelerden araya perde konularak ayrılmalıdır. Pano içersine bakıldığında KE devre kendini belli etmelidir.

Madde 7.3 sigortalar ile ilgili hükümler içermektedir. Genel kaide olarak KE cihaz ve devrelerin sigortaları orijinaleri ile değiştirilir. Rast gele sigorta konulmaz.

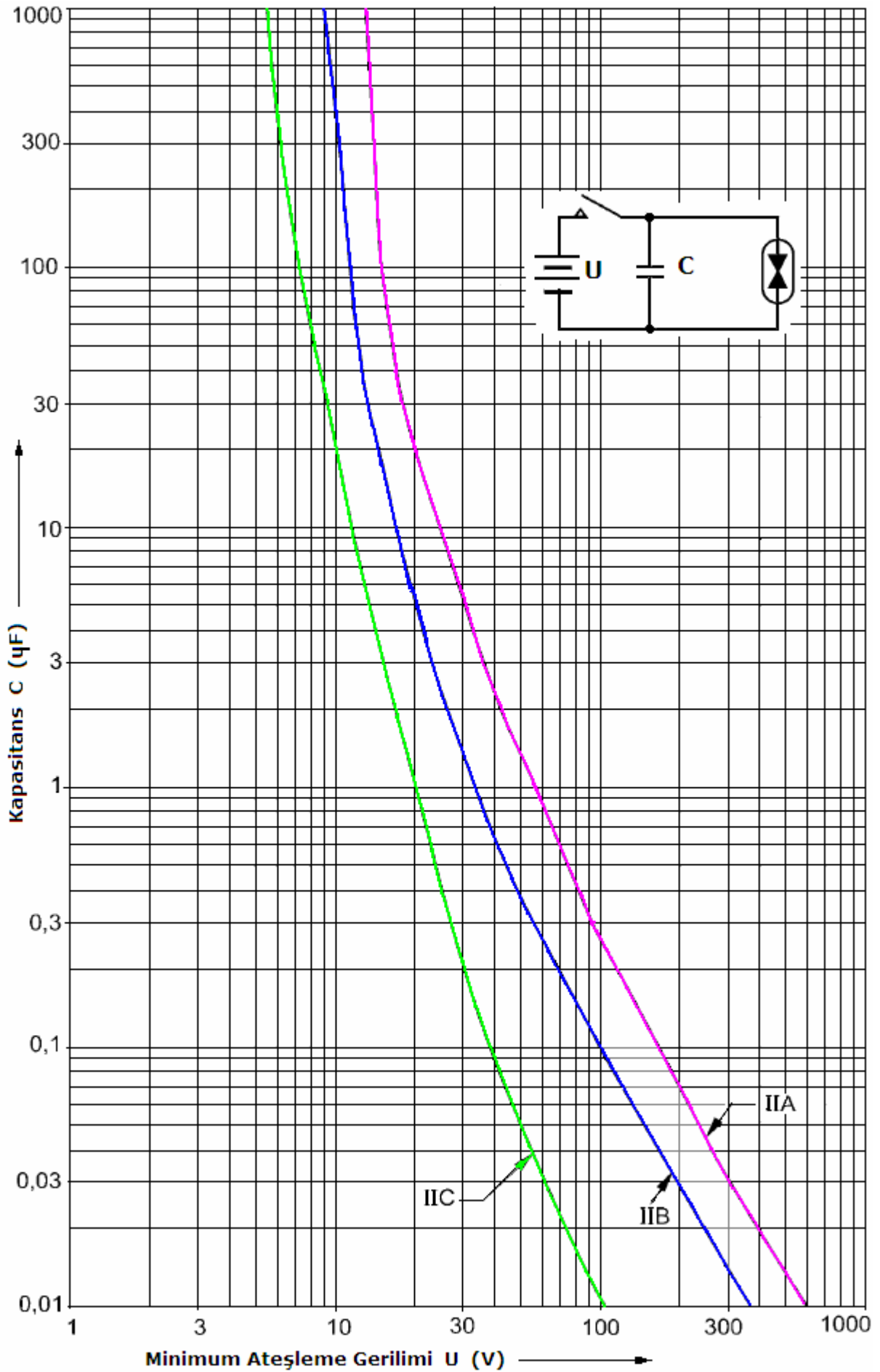
8.4 ATEŞLEME EĞRİLERİ



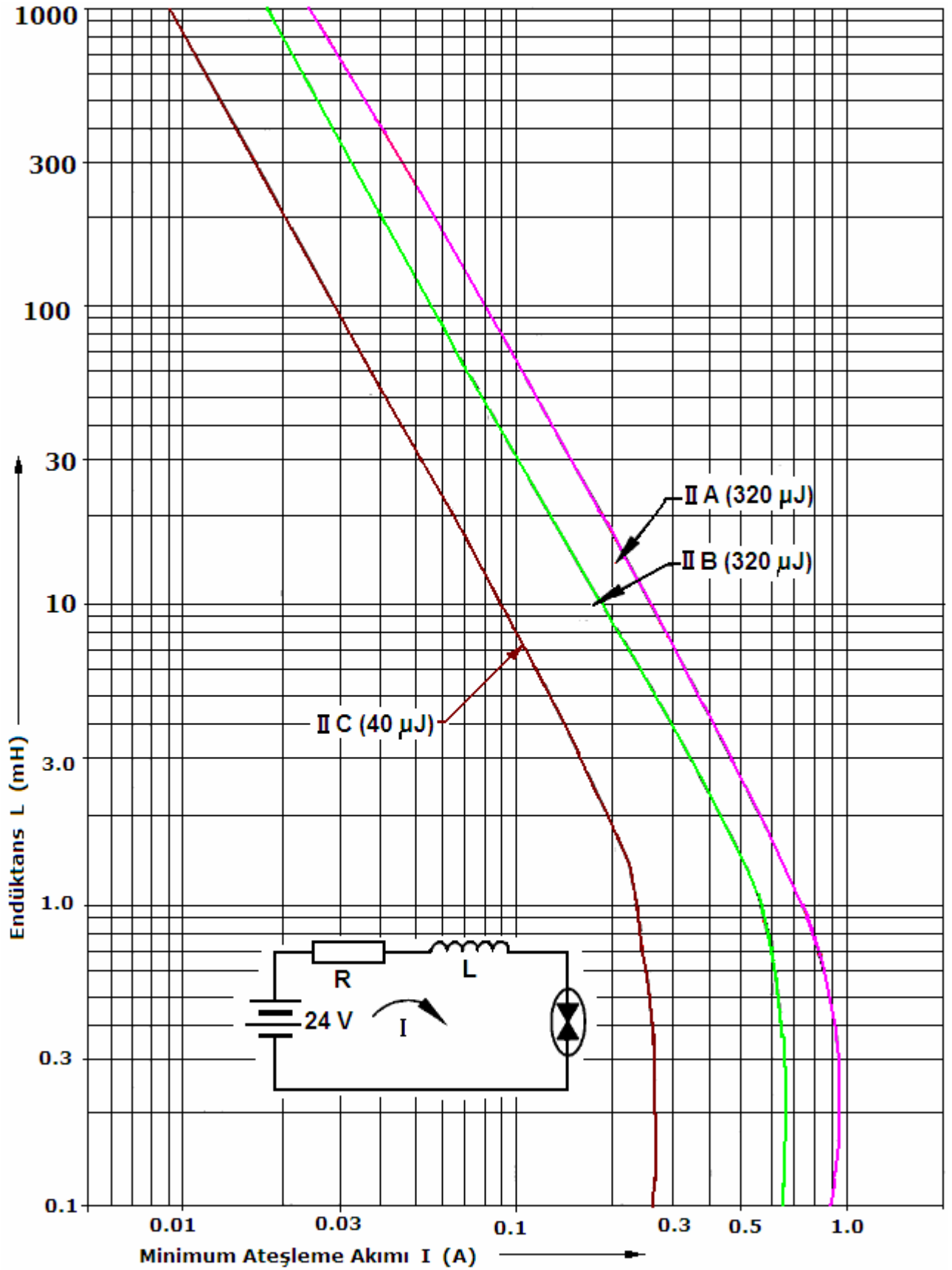
Resim 01 : REZİSTİF, SAF OMİK DİRENÇLİ DEVRELER



Resim 02 : GRUP I KAPASİTİF DEVRELER



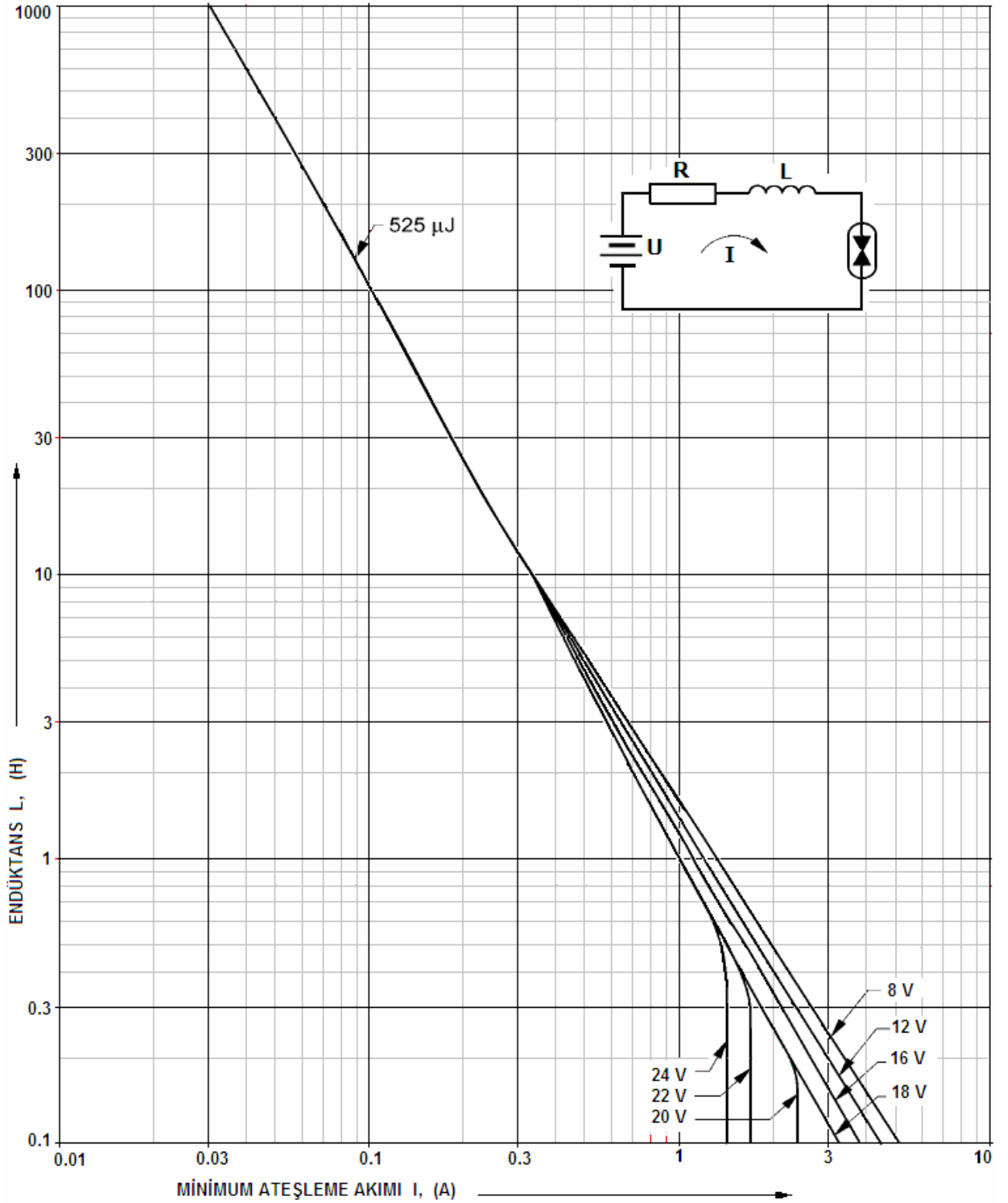
Resim 03 : GRUP II GAZLAR İÇİN KAPASİTİF DEVRELER



Not 1: Deney devresi 24 Volttur

Not 2 : Gösterilen enerji seviyeleri, eğrinin enerji bölümünü verir

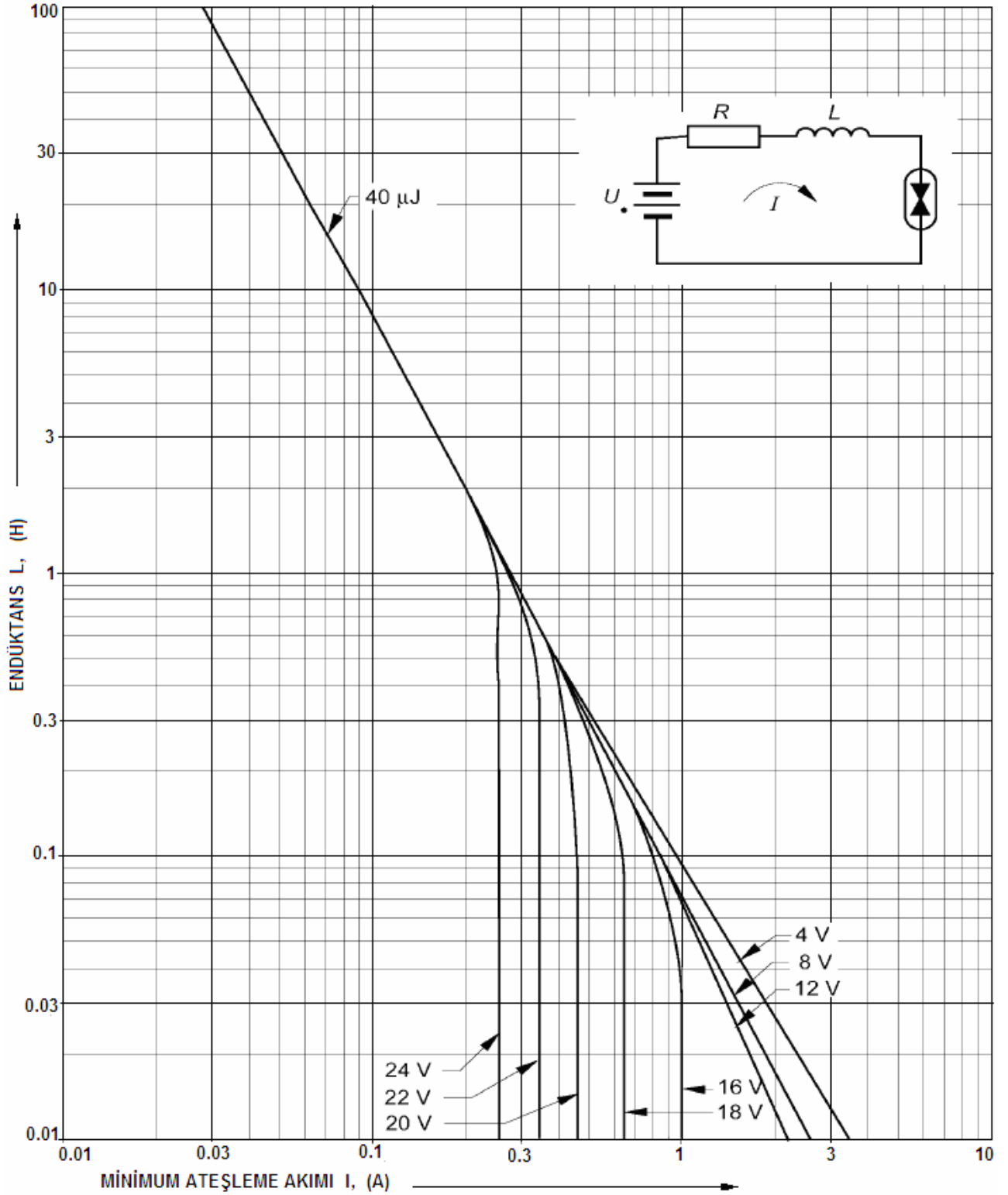
Resim 04 : Grup II Gazlar için ENDÜKTİF DEVRELER



Not 1 : Verilen voltajlar devre gerilimi U_0 değerleridir

Not 2 : 525 μJ enerji seviyesi eğrilerin birbiriyle kesişen bölümünü verir

Resim 05 : GRUP I GAZLAR, ENDÜKTİF DEVRELER İÇİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI



Not 1 : Verilen voltajlar devre gerilimi U_0 değerleridir

Not 2 : $525 \mu\text{J}$ enerji seviyesi eğrilerin birbiriyle kesişen bölümünü verir

Resim 05 : GRUP IIC GAZLAR

ENDÜKTİF DEVRELER İÇİN MİNİMUM ATEŞLEME AKIMI

Yukarıda EN 500020 de yayınlanan eğriler verilmiştir. Bazı özel yayınlarda renkli ve gösterişli eğrilere de rastlanabilir. Bazı farklılıklar olabileceği endişesi ile standarda sadık kalınmıştır.

9.0 ÖLÇÜ ve ALGILAMA ALET ve 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 algılama aletleri de gelişme göstermiş ve ileride izah edeceğimiz gibi akıllı hale gelmişlerdir.

9.1 ÖLÇÜ DUYARGALARI (SENSÖR, DEDEKTÖ ve TRANSMİTERLER)

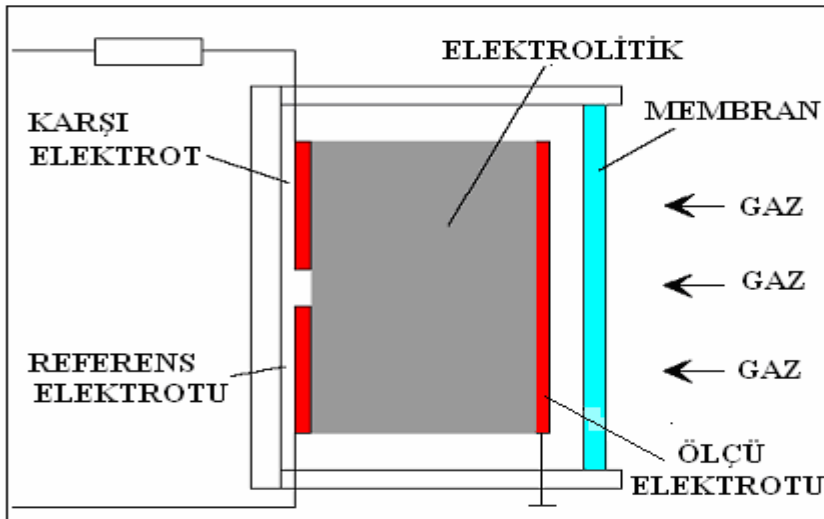
Fiziksel herhangi bir büyüklük algılandığında elektriksel boyuta dönüştürülerek uzak noktalara iletimi, özel elektrikli ölçü duyargaları veya transdüktörlerle sağlanmaktadır. Yazımızın bu bölümündü bu gibi duyargalara kısa bir göz atılacaktır. Patlayıcı ortamlarla ilgili en çok karşılaşılan ölçü duyargaları patlayıcı gazlarla ilgili olduğu için gaz ölçümlerine biraz detaylı girilecektir.

9.2 GAZ ÖLÇÜMÜ

Not : bu bölümdeki şekillerin çoğu www.gfg.com.de sitesinden alınmıştır.

GAZ ÖLÇME METODLARI

1. Elektro kimyasal, electro chemical, EC
2. Kızıl ötesi ışın, infrared, IR
3. Kimyasal emme, Chemoabsorption
4. Katalitik yanma, Catalytic combustion
5. Isıl İletkenlik, Thermal conductivity



Resim 9.01 :
ELEKTRO KİMYASAL
ÖLÇÜ HÜCRESİ

9.21 Elektro Kimyasal Sensörler

Resim 9.01 de görüleceği gibi, elektro kimyasal sensörler iki veya üç elektrot ve elektrolizden oluşurlar. PTFE gibi (teflon) gözenekli malzemeden yapılmış bir membran, elektrolitin etrafını sarmaktadır. Ortamdaki gaz membrandan sızarak elektrolitik maddeye ulaşabilmektedir. Ölçüm elektrotunun etrafında, membrandan sızıp gelen gazlar ile kimyasal bir reaksiyon oluşur ve elektronlar açığa çıkar. Bu elektronlar da karşı elektroda ulaşır. Böylece oluşan elektrik akımı ortamdaki gazın konsantrasyonu ile orantılıdır. Oluşan gazların elektrotlar ile reaksiyona girmemesi için sensör elektrotları altın veya platinden

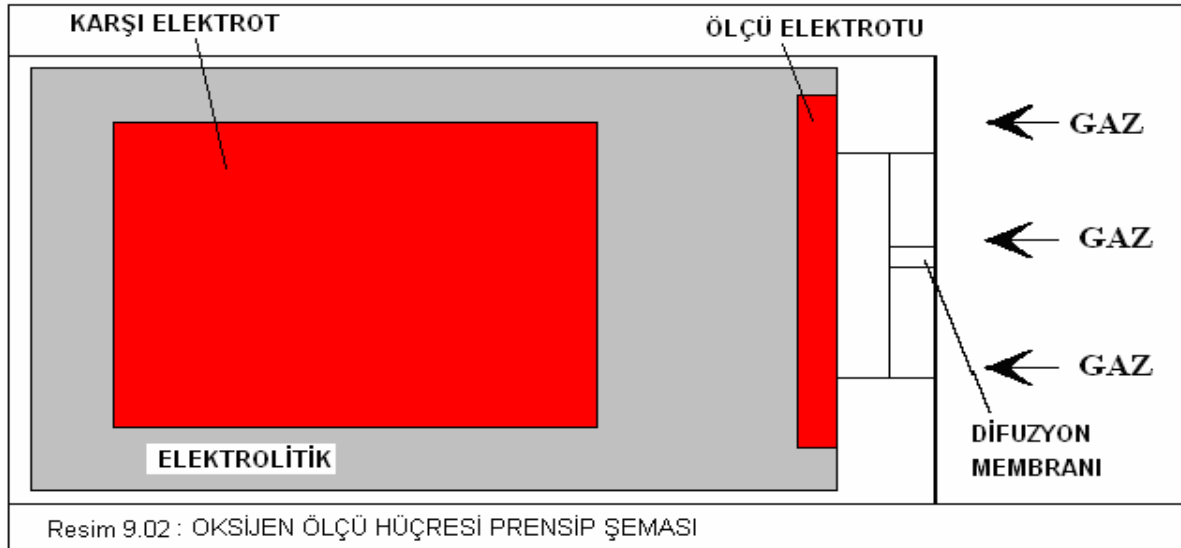
yapılmaktadır. Resim 9.01 de böyle bir sensörün prensip şeması görülmektedir. Bazı tip sensörlerde ölçüm hassasiyeti için bir de referans elektrotu bulunmaktadır.

Çok çeşitli gazlar için (H₂S, HCN, CO, Cl₂, SO₂, H₂, NO, NO₂ gibi) elektro kimyasal sensör bulmak mümkündür. Aşağıdaki tablo 9.01 de bazı gazların elektro kimyasal reaksiyon formülleri verilmiştir.

Tablo : 9.01 BAZI ÖRNEK GAZ REAKSİYONLARI ve ELEKTROLİTLİKLER		
Gaz	Ölçü Elektrotu	Karşı Elektrot
H ₂ S	$H_2S + 4 H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 7 H^+ + 8e^-$	$O_2 + 4 H + 4e^- \rightarrow 2 H_2O$
HCN	$2 HCN \rightarrow 2 H + 2 CN^-$	$O_2 + 2 H + 2e^- \rightarrow H_2O$
CO	$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + 2 H^+ + 2e^-$	$O_2 + 4 H + 4e^- \rightarrow 2 H_2O$
Cl ₂	$2 H_2O \rightarrow O_2 + 4 H^+ + 4e^-$	$2 H^+ + Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2 HCl$
SO ₂	$SO_2 + 2 H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2 H^+ + 2e^-$	$O_2 + 4 H + 4e^- \rightarrow 2 H_2O$
H ₂	$H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2e^-$	$O_2 + 4 H + 2e^- \rightarrow H_2O$
NO	$NO + 2 H_2O \rightarrow HNO_3 + 3 H^+ + 3e^-$	$O_2 + 4 H + 4e^- \rightarrow 2 H_2O$
NO ₂	$2 H_2O \rightarrow O_2 + 4 H^+ + 4e^-$	$NO_2 + 2 H + 2e^- \rightarrow NO + H_2O$

Ölçülecek gaza göre değişik katalizör, elektrot ve referans gerilimi kullanılmaktadır. Elektro kimyasal sensörler genellikle çevre havanın içerisinde bulunan kirlilikleri ölçmek için kullanılırlar ve tek bir gaz ölçerler. Başka gazlardan genellikle etkilenmezler.

OKSİJEN ÖLÇEN ELEKTRO KİMYASAL SENSÖR

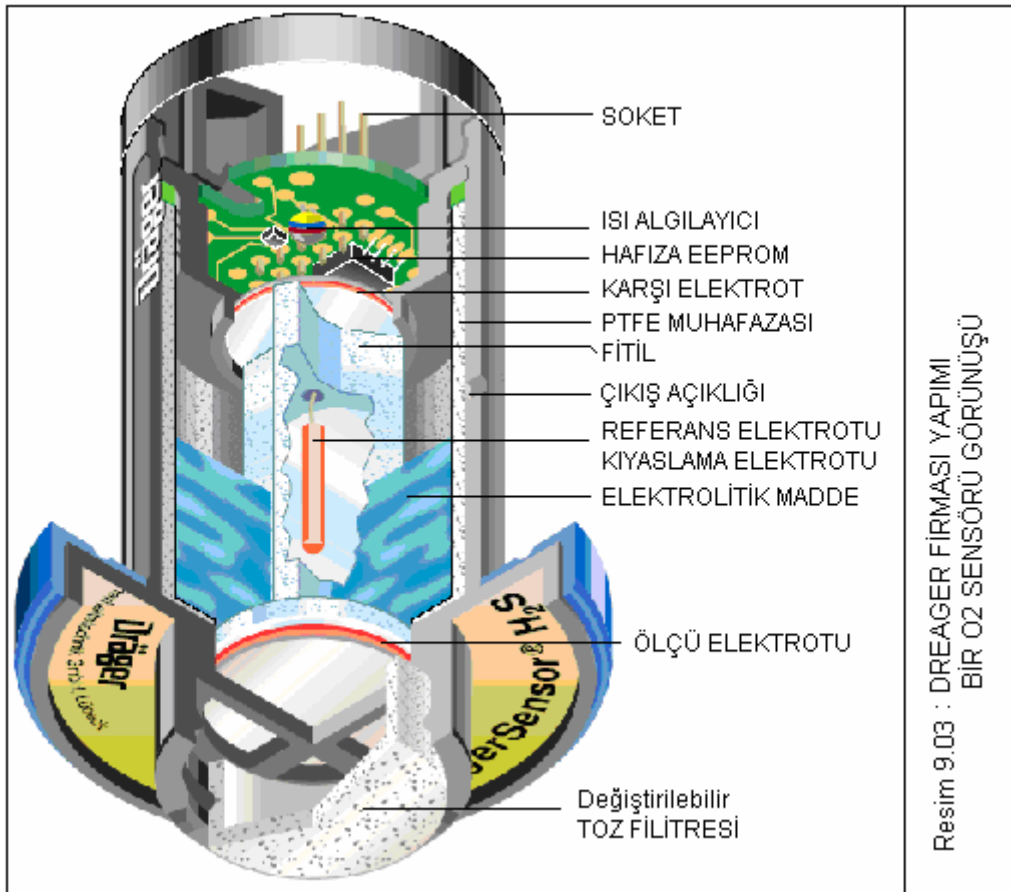


Havadaki oksijen ölçümünde en çok elektro kimyasal oksijen sensörleri kullanılır. Yapıları galvanik hücreye benzer. Resim 9.02 de görüleceği gibi, değişik malzemeden oluşan iki elektrotları vardır. Bunlar genellikle altın veya kurşundan yapılırlar. PTFE den yapılmış membran tarafında sarı bir elektrolitik bulunur. Membrandan sızan gaz aşağıdaki kimyasal reaksiyona neden olur:

- Ölçü elektrotu : $4 OH^- + 2 Pb \rightarrow 2 PbO + 2 H_2O + 4 e^-$
- Karşı elektrot : $O_2 + 2 H_2O + 4 e^- \rightarrow 4OH^-$

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 kısmi basınç (partial pressure) ölçülmektedir. Kısmi basınç bir gazın etrafta başka bir gaz yok iken ürettiği basınçtır. Temiz ve kuru havada ve 1 atmosferde oksijenin kısmi 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 buldukları yerdeki deniz seviyesine göre ayrıca kalibre edilmeleri gerektiği anlamına gelir.



Çok özel ve tipik yapısı dolayısı ile Resim 9.03 de Draeger firması yapımı bir oksijen dedektörünün yapısal resmi verilmiştir. Bu sensör içerisinde EEPROM dan oluşan hafızası olduğu gibi ölçülen değeri doğrudan SKADA sinyaline (örneğin HART gibi) çeviren elektronik devresi de mevcuttur. Akıllı dedektör tabir edilen bu gibi ölçü algılayıcıları uzaktan izleme (SKADA) şebekesine hiçbir ilave gerektirmeden doğrudan bağlanabilmekte ve hatta kalibrasyonları dahi uzaktan gerçekleştirilebilmektedir.

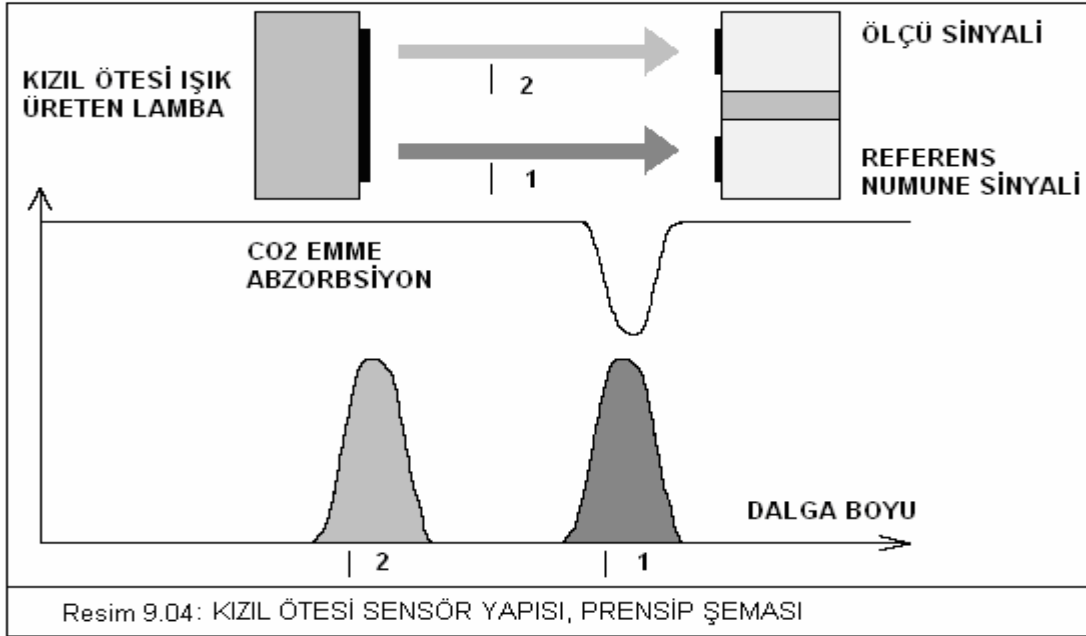
9.22 KIZIL ÖTESİ SENSÖRLER . INFRARED SENSORS

Bu tip sensörler, gazların belli ışık dalga bandını emmeleri, absorbe etmeleri prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem ile bileşik elementlerden oluşan CO₂, CH₄, NO₂, C₂H₂ gibi gazlar dahi ölçülebilmektedir.

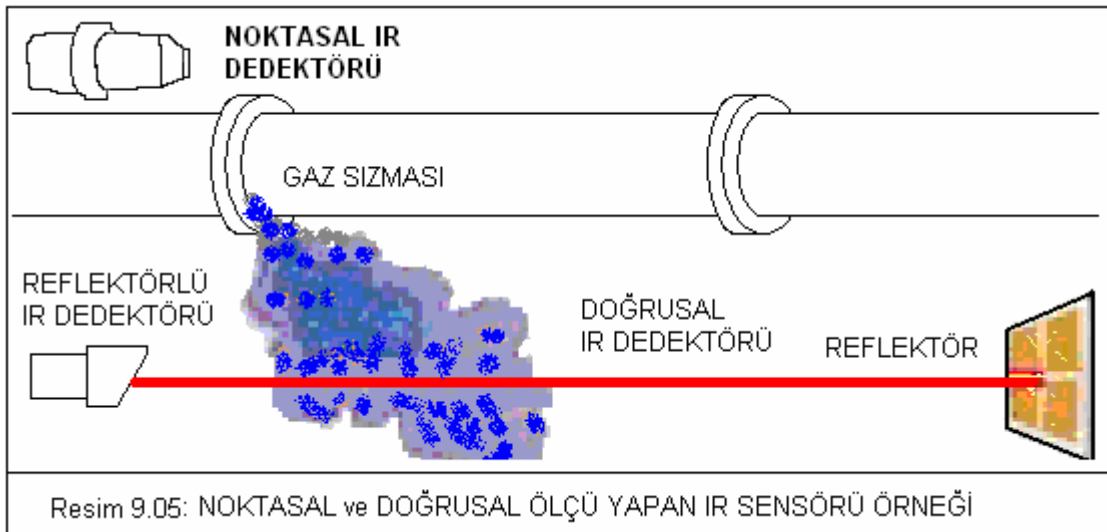
Resim 9.04 de bu sensörlerin çalışma prensibi gözükmemektedir. Kızıl ötesi ışık üreten bir lamba veya ısıtılan bir tel üzerinden geçen ölçü gazı ışığın bir miktarını emer ve ölçülen gaz üzerinden geçen ışık, gazın oranına göre zayıflar. Aynı zamanda ikinci bir tüpte bulunan numune (referans) gazı üzerinden de ışık geçirilir. İki ışık arasındaki fark, ölçülen

gazın yoğunluğu ile orantılıdır. Bu nedenle, (referans tüpleri olduğu için) IR sensörleri kalibre istemedikleri gibi dış etkenlerden de etkilenmezler. Yalnızca mercekleri toz ve kirden müteessir olurlar. Bu tip sensörlerle çok yüksek orandaki gaz karışımları da ölçülebilir. 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 dayanıklılıklarıdır.



Bu tip dedektörlerin 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 periyodu vermektedirler. Doğal gaz boru hatları, gaz tankları gibi sık sık uğranmayan “kuş uçmaz kervan geçmez” yerlerde tercihen kullanılırlar. İlk yatırımları pahalı olmakla birlikte bakım ve işletme giderleri sıfır olduğundan ekonomik olabilirler.



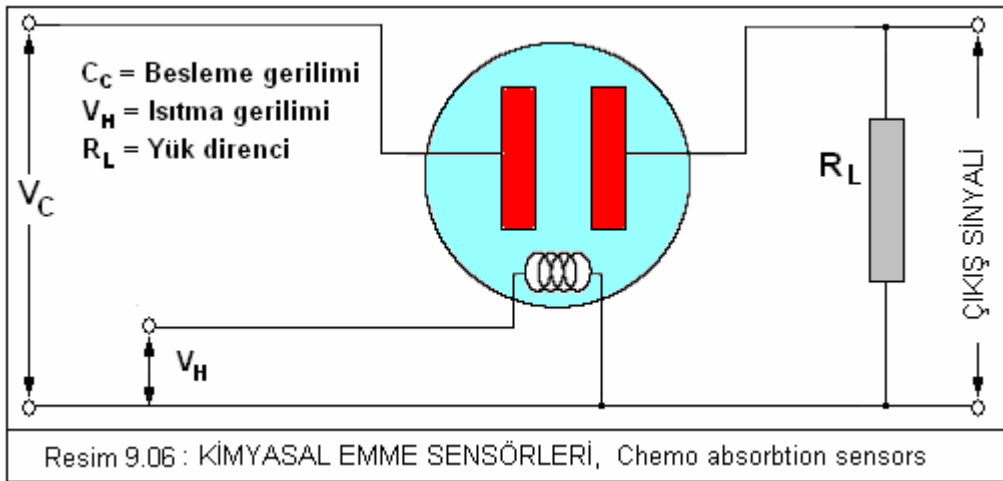
Resim 9.05 de bir boru hattı üzerinde ölçü yapan ve gaz kaçağını algılayan bir IR dedektörü resmedilmiştir. İstenilirse reflektörlü tipleri kullanılarak bir doğrultu ve hatta bir düzleme yakın bir yüzeyden geçen gaz kaçaqları algılanabilir.

9.23 KİMYASAL ABZORBE, Chemoabsorption

Bu yöntem, bazı elemanlar etrafına emilen (abzorbe edilen) gazın bu elemanın elektriksel iletkenlik direncini etkilemesi prensibine dayanmaktadır.

300 °C 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 9.06 da bu tip bir sensörün prensip şeması görülmektedir.

Değişik gazlar için değişik yarı iletkenler kullanılmaktadır. Kimyasal emme yöntemi daha ziyade yanıcı ve zehirli gazlarda tercih edilmektedir.



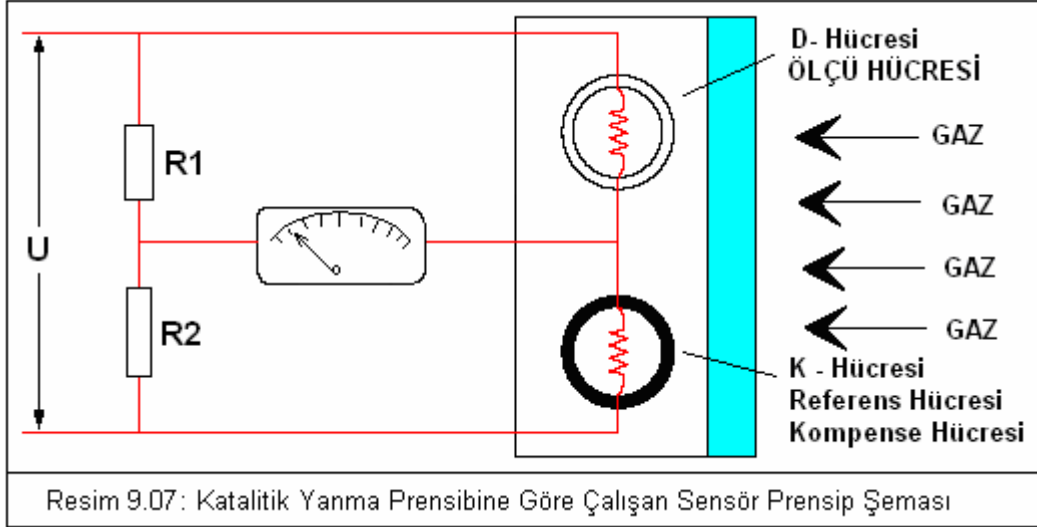
9.24 KATALİTİK YANMA , Catalytic Combustion

Katalitik yanma, isminden de anlaşılacağı gibi, ölçülen gazın bir miktarının bir katalizör üzerinde yakılarak ısı üretilmesi prensibine dayanmaktadır. Yanıcı gazların ölçülmesinde en çok bu tip sensörler kullanılmaktadır.

Bu tip bir sensörlerin prensip şeması resim 9.07 de görülmekte olup, ölçüm işlemi bir veston köprüsüne benzemektedir. Köprünün dört ayağından ikisinde platin tellerden yapılmış D ve K hücreleri bulunmaktadır. Bunlar bir nevi akkor flamanlı lambalarda olduğu gibi ince platin tellerden yapılmıştır. Köprünün diğer ayaklarında ise resim 9.07 de R ile gösterilen elektronik devreler bulunur. Ölçülen U gerilimi gazın miktarı ile orantılıdır.

D-Sensörü ölçü hücrelerini 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-hücre referans (kıyaslama) elemanını oluşturur. Sensörün, nem ısı ve basınç gibi ortam şartlarına uyumunu sağlar. Diğer bir söz ile ölçümü etkileyen ortam şartlarının elimine edilmesine yarar.

Katalitik sensörlerin 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 gaz farklıdır. Bu enerji katsayısı dedektörün elektronik hafızasına alındıktan sonra istenilen gaz ölçülebilir. İmalatçı firmalar yanma katsayılarını kataloglarında vermektedirler. Bu katsayıların cihazın hafızasına girilmesi yeterli olmaktadır.



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 kopmaktadır. Tıpkı evlerde kullanılan ampullerde olduğu gibi.

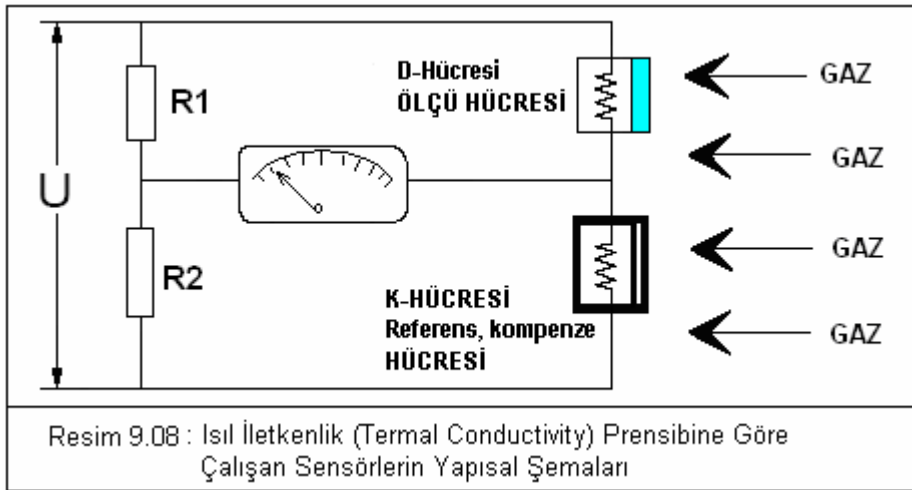
KATALİTİK ZEHİRLENME

Katalitik yanma altında bulunan flamanlar ölçü gazları ile birlikte gelen bazı elementlerden etkilenmektedirler. Havada çok eser miktarda da olsalar dahi, bu gibi maddeler mevcuttur ve yıllar içerisinde platin telleri yemektirler. 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 ortam ve hallerde zehirlenmeye karşı dirençli özel sensörler tercih edilmelidir.

9.25 ISIL İLETKENLİK , Thermal conductivity

Bu tip sensörlerde gazların farklı ısı geçirgenliğinden istifade edilmektedir. Resim 9.08 de görüldüğü gibi, yapı olarak katalitik yanmaya benzemektedirler. Aynı şekilde bir veston köprüsü mevcuttur. Köprünün ayaklarına yine D- ve K- hücreleri yerleştirilmiştir. Bu hücreler katalitik olarak aktif değildir. Yani üzerlerinden geçen gazı yakmazlar. Gazın telin ısınıp alıp götürmesi veya soğutup ısıtması bir direnç değişimine neden olacağından gaz oranı hakkında bir fikir verir.

Yoğun yanıcı gaz ortamlarında ısı iletkenlik prensibine göre çalışan dedektörler tercih edilmektedir. Çünkü katalitik yanma prensibine göre çalışan dedektörlerin ölçü hücreleri yoğun gaz ortamında kısa zamanda harap olmaktadır. Düşük gaz yoğunluğunda, örneğin LEL (alt patlama sınırı) seviyesi altında ölçüm yapmazlar. Çünkü ortamdaki ölçülecek gaz oranı azalınca termik iletkenlik çoğunluk gazın lehine dönüşür.



9.3 ÖLÇÜ DEDEKTÖRLERİ AÇISINDAN GAZ GRUPLARI:

Kullanılan dedektörler açısından gazlar EX, OX ve TOX olarak üçe ayrılmaktadır. Aşağıda açıklanan bu işaretler dedektörlerin üzerlerinde 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 seviyesinde ölçümle karşılaşılır.
OX	Oksijen ölçümü OX olarak gösterilir. Solunan havadaki oksijen oranının tespiti için kullanılır ve % Vol olarak değerler alınır. Havadaki oksijen %20.9 Vol kadardır.
TOX	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 değerlerin tespiti maksadı ile kullanılır. Ölçümler ppm seviyelerindedir

ÖLÇÜ DEĞERLERİ,

Measuring range

Yanıcı gazlar daha ziyade LEL olarak ölçülmektedirler. Anlaşılması biraz güç olsa da uzmanları bu değeri 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. 50 LEL ölçülmesi ortamda %2.25 CH4 olduğu anlamına gelir.

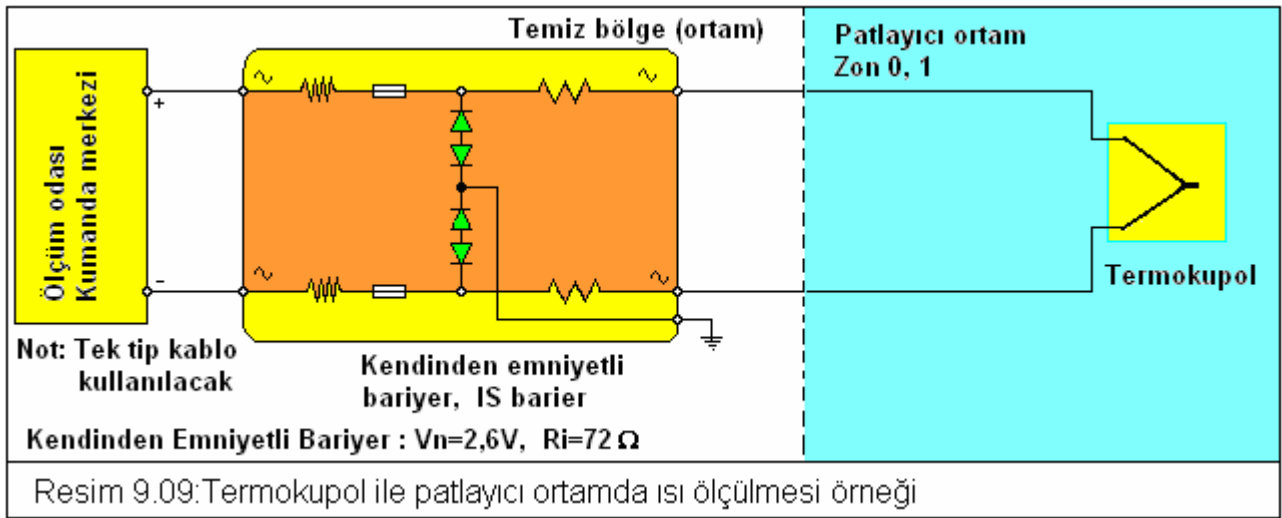
Çok tehlikeli ve ortamda eser miktarda bulunması dahi tehlikeli olan gazlar ppm ile ölçülür. PPM (parts per millions) milyonda bir anlamına gelir. 50 ppm CO ortamda %0.05 karbon monoksit var olduğu anlamına gelir.

9.4 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 değiştiğinden, bu sayede ortam ısı ölçülebilmektedir. İki farklı elementin yan yana gelmesi ile oluşan gerilim mili volt seviyelerinde kalmakta olup, patlayıcı ortamı tehdit

etmemektedirler. Buna rağmen termo elemanların detaylıca araştırılması ve bu araştırma sonuçlarına göre PASSİF olup olmadıklarına karar verilmesi gerekir (pasif cihazın tanımı yazımızın devam eden bölümlerinde izah edilmektedir). Bir çok uluslar arası kuruluş tarafından araştırılmış olan termo elemanlar günümüzde pasif eleman olarak kabul edilmektedir. Bu elemanlar her ne kadar çok küçük bir gerilim (enerji) üretiyorlar ise de, içlerinde enerji depolayan endüktif veya kapasitif herhangi bir eleman bulunmamaktadır.

Bir termokupolun iki ölçü ucu mevcuttur. Isı algılayan, değişik metallerin birleştirildiği (örneğin bakır-konstantan gibi) algılayıcı kafa, ısı ölçülecek ortama konulur veya ısı ölçülecek yüzeye yapıştırılır. Termo kupolun ölçü uçları özel bir cihaza bağlanır ve algılanan gerilim yükseltilerek elektronik olarak ısıya dönüştürülür, veya bir PLC'ye aktarmak için 4-20 mA e çevrilir.



Bir termo kupolu patlayıcı ortamda kullanabilmek için ne yapabiliriz? Termo kupol pasif eleman olduğuna göre, rahatlıkla patlayıcı ortama yerleştirilebilir. Yalnız algılama ve yükselteç gibi adaptör veya transducer tabir edilen diğer aksamalarını patlayıcı ortama sokamayız. Bu durumda 9.09 nolu örnek resimde olduğu gibi araya bir "kendinden emniyetli bariyer" koymamız yeterli olacaktır. Piyasada çok değişik tipte binlerce KE bariyeri (IS bariyer) mevcuttur. Nasıl bir bariyer seçmeliyiz?.

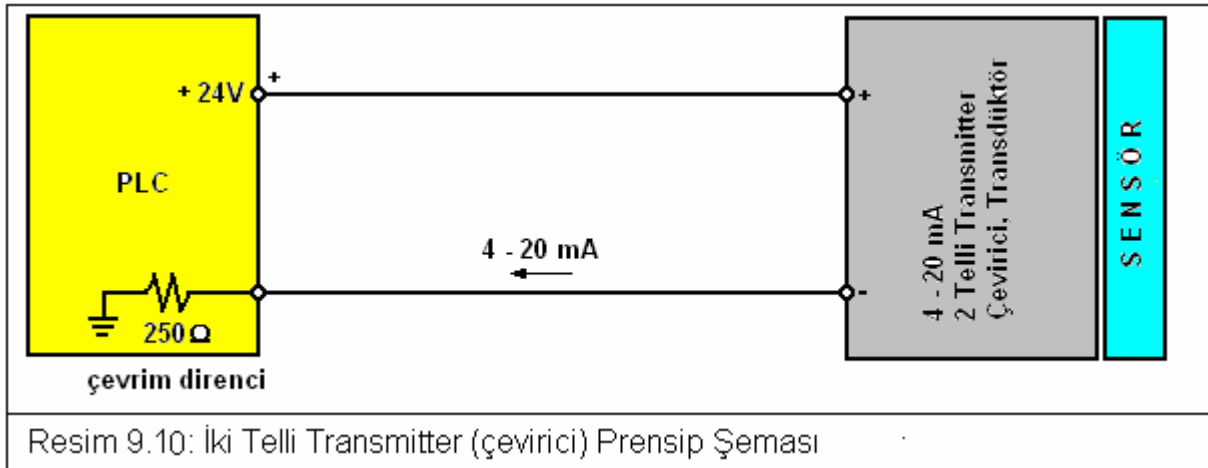
Termokupol çok küçük gerilim ürettiğine göre, nominal gerilim düşük olmalıdır (1-10V gibi). AC ve DC bariyerleri kullanılabilir ise de AC bariyeri tavsiye edilir. Çünkü artı eksi gibi kutup seçmesi yoktur. Bariyerden sonra bağlanacak adaptör bir nevi voltmetre niteliğinde olduğu için iç direnci yüksektir. Bu durumda KE bariyerinin iç direnci pek etkili olmaz gibi düşünülebilir ise de KE bariyerinin iç direncinin 100 ohmın altında olması tavsiye edilir. Yukarıdaki resimde görüldüğü gibi seçim yaparken endüktiviteyi ve kapasiteyi dikkate almamıza gerek yoktur. Yalnızca kablonun L ve C sini dikkate almamız yeterli olacaktır.

9.5 4-20 mA ÇEVİRİCİLER, TRANSMİTTERLER

Yukarıda izah edildiği gibi ölçü sensörlerinden alınan değerler 4-20 mA değerine çevrilerek uzakta bulunan kontrol sistemlerine iletilir. Bu iletimin yalnızca 4-20 mA akım değerlerinde olması şart değildir. 0-10 Volt, 0.4 – 2 Volt, 10-30 HZ, 0-20 mA gibi değişik değerlerde çalışan çeviriciler (transdüktörler) de mevcuttur. En yaygın 4-20 mA olanları ve akım pren-

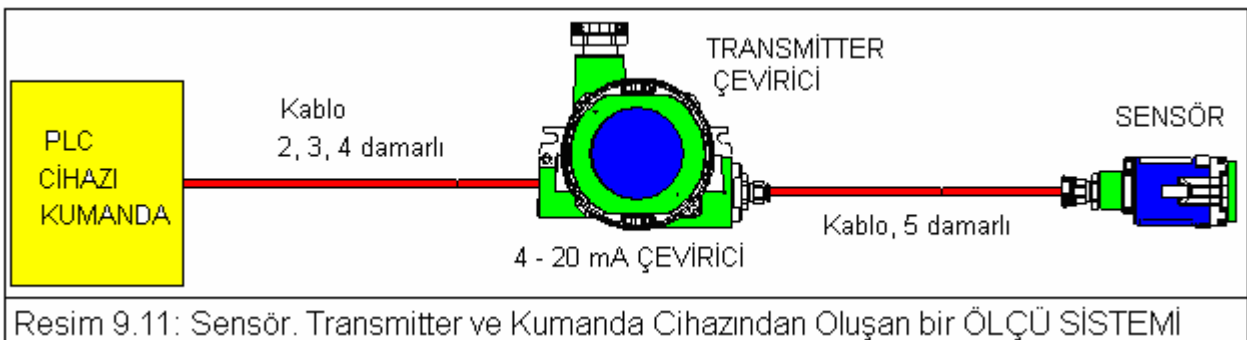
sibine göre çalışanlarıdır. 4 mA ölçülen boyutun sıfır değeri, 20 mA de azami değerine denk gelecek şekilde değiştirilmektedirler. Böylece PLC lerin tek tip bir analog girişleri olabilmektedir. Çeviriciden PLC ye giden analog değer daha da uzun mesafelere iletilmek isteniyor ise sayısal verilere çevrilerek gerekli iletim dijital olarak sağlanabilir.

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 olanlarıdır ve ayrıca çoğunlukla dedektör (duyurga) ile çevirici aynı gövde içersindedir.



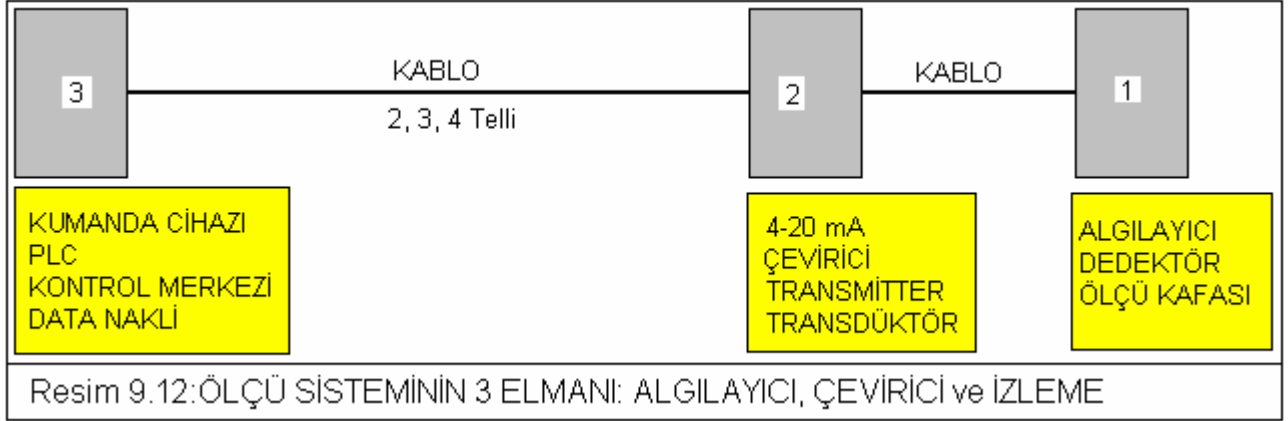
Resim 9.10 da 2 telli bir çevirici örneği verilmiştir. Çeviriciden gelen akımların PLC de gerilime dönüştürülmesi için 250 Ohmluk direnç kullanılmaktadır. Böylece $4 \times 250 = 1$ Volt ve $20 \times 250 = 5$ Volt yapmaktadır ki, bu gerilim değerleri TTL devreler için arzu edilen gerilim seviyeleridir. PLC ler genellikle 24 VDC ile çalışmaktadır ki, bu gerilim seviyesi de KE yönünden uygun bir değerdir.

4-20 mA çeviriciler aktif cihazlardır, patlayıcı ortamda kullanılabilmeleri için onaylanmış bir kuruluştan (notified body) sertifika almaları gerekir. Bu gibi ölçü çeviricileri transmitter ve transdüktör gibi isimlerle de anılmaktadır. Bu transmitterler fiziksel bir boyutu 4-20 mili Ampere çevirerek otomasyon cihazlarında izlenmesini sağlarlar.

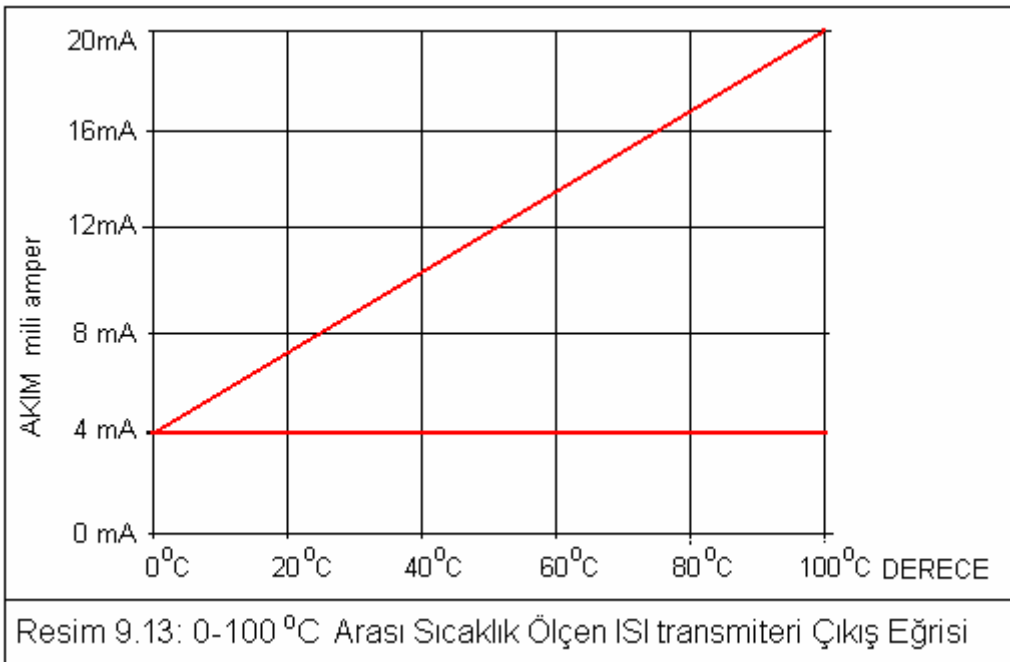


Resim 9.11 ve 9.12 de bir ölçü sisteminin olası kademeleri şematik olarak gösterilmiştir. Elektrikli bir ölçü sistemi 3 eleman veya kademededen oluşmaktadır. Birincisi algılayıcı, dedektör veya ölçü kafası olarak bilinen ve fiziksel bir boyutu elektriksel sinyale çeviren

kısımdır. Bu kısmın iç yapısı ve elektronik devreleri ölçülecek boyuta göre çok farklı olmaktadır. İkinci kısım alınan elektrikli 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 olabilmektedirler. Resim 9.13 de 4-20 mA çevrimi yapan bir transmitterin çıkış eğrisi görülmektedir. Burada görüldüğü gibi örneğin 0°C (sıfır derece) 4 mA'ye ve 100°C (yüz derece) 20 mA'ye denk gelmektedir ve aradaki değişim doğrusaldır.



Üçüncü eleman, transmitterden gelen verilerin değerlendirildiği veya izlendiği bölümdür. Burada bir PLC veya bilgisayar olabilir. İstenilen değer ekrandan okunur veya yazıcıdan çıkış alınır. Elektriksel ölçümü oluşturan bu üç eleman ayrı ayrı olduğu gibi bir arada da olabilmektedir. Algılayıcı ile 4-20 mA çevirici aynı cihaz gövdesi içerisinde ise ölçü transmitterinden söz edilmektedir, CO transmitteri, metan transmitteri gibi. Üçünün bir arada olduğu hallerde akıllı dedektörlerden söz edilmektedir. Bu durumda dedektör bir bilgisayar gibi, bir ağa bağlanabilmekte ve ölçüler uzaktan algılanabildiği gibi dedektörün kalibrasyonu iç arızaları ve saire gibi hususları uzaktan ve hatta internet şebekesinden de takip edilebilmektedir.

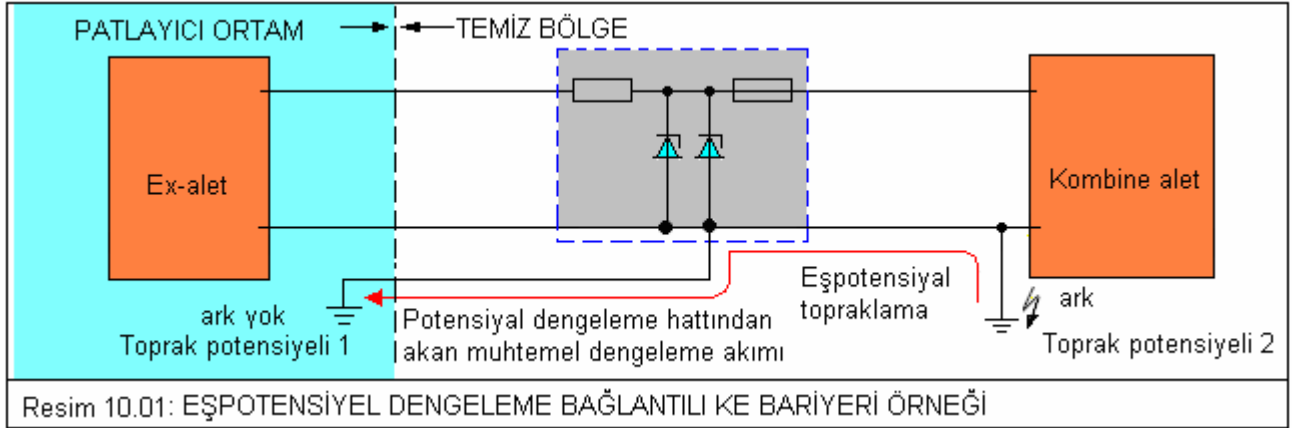


10 KE BARIYERLER ve KE DEVRE TASARIMI

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 binlerce bariyer vardır. 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 adındaki bölümümüzde seçimin nasıl yapılacağı kısaca izah edilmiştir. Burada konu biraz daha çeşitlendirip detaylandırılacaktır.

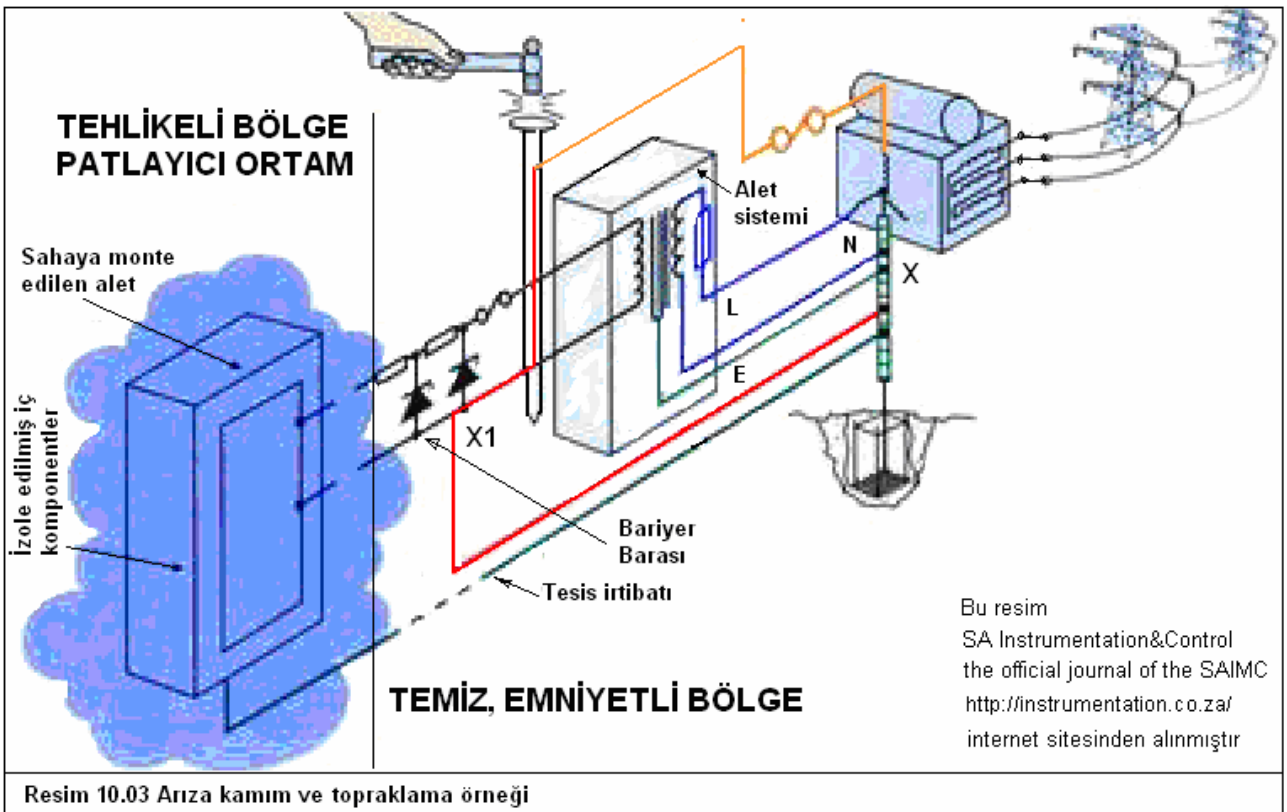
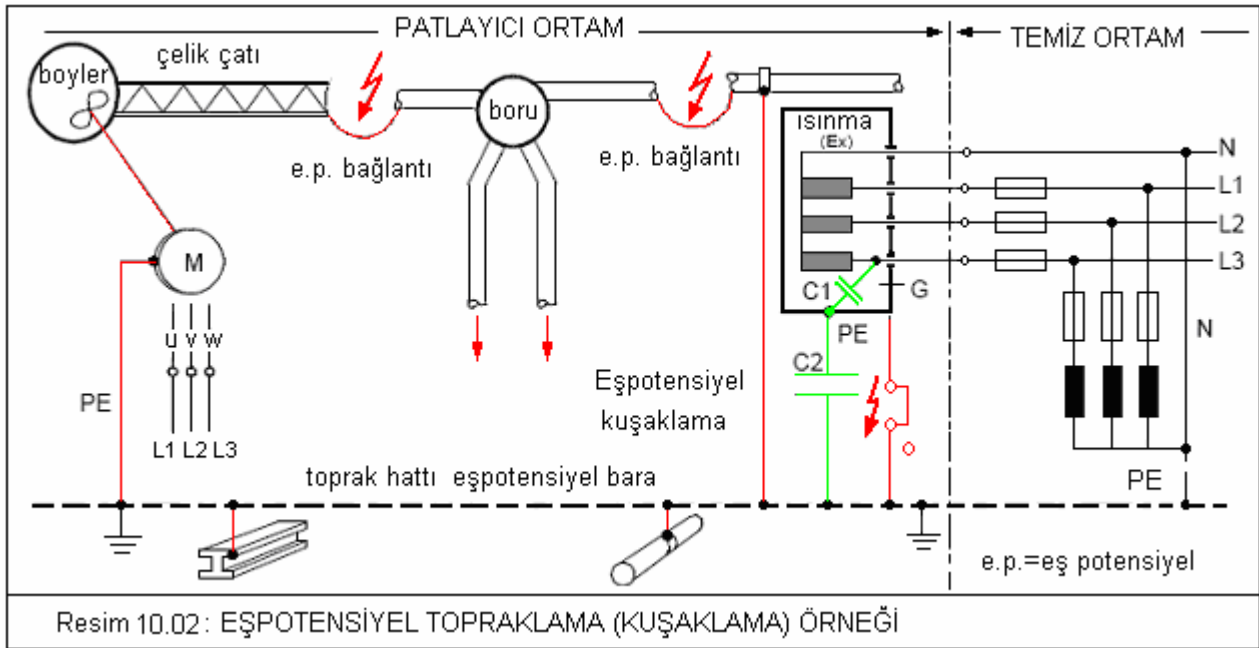
10.1 TOPRAKLAMA SORUNU

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 10.01 ve 10.02 de KE devrelerde topraklama örnekleri ve eş potansiyel topraklama örnekleri görülmektedir.



Eş potansiyel topraklama veya kuşaklama uygulama açısından çok farklıdır ve her uzmanın hakkı ile yapabileceği bir iş değildir. Kolayca anlaşılabilmesi için olay resim 10.02 de resmedilmeye çalışılmıştır. Bir tesisin çeşitli sistemleri bir birlerini bağlanmakta olup, herhangi bir yerden gerilim farkı doğması ve dolayısı ile ufak da 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 çok önemlidir. Gaz patlamalarının çoğunun statik elektriklenmelerden kaynaklandığı düşünülür ise yapılan işlemler bir kat daha önem arz etmektedir. Uygulama çok basit ve lüzumsuz gibi gözükmemektedir ve bu nedenle çoğu işletmeciler tarafından ihmal edilmektedir. Örneğin çelik boruların flanş bağlantı yerlerinden bakır kablolarla bir birlerine bağlanması gibi. Söküp takma işlemleri esnasında çoğu usta “buna da ne gerek var” diyerek tekrar takmayı ihmal etmektedir. Çünkü bu gibi detayların normal üretim işlemi ile ilgisi yoktur. Bunlar emniyet tedbirleridir. Lüzumsuz gibi gözükse de basit teferruatlardır. Fakat tesis veya işletmenin emniyeti açısından çok çok önemlidir. İsmi vermek istemediğimiz, bol tiner ve solvent gibi yanıcı parlayıcı ve patlayıcı maddelerle çalışan Ankara’daki bir Ambalaj fabrikası 3 kere patlama olduktan ve birinde

de tesisi hemen hemen yerle bir olduktan sonra önlemlerini almış ve hiçbir şeye lüzumsuz teferruattır demeden tesisini sil baştan yenilemiştir.



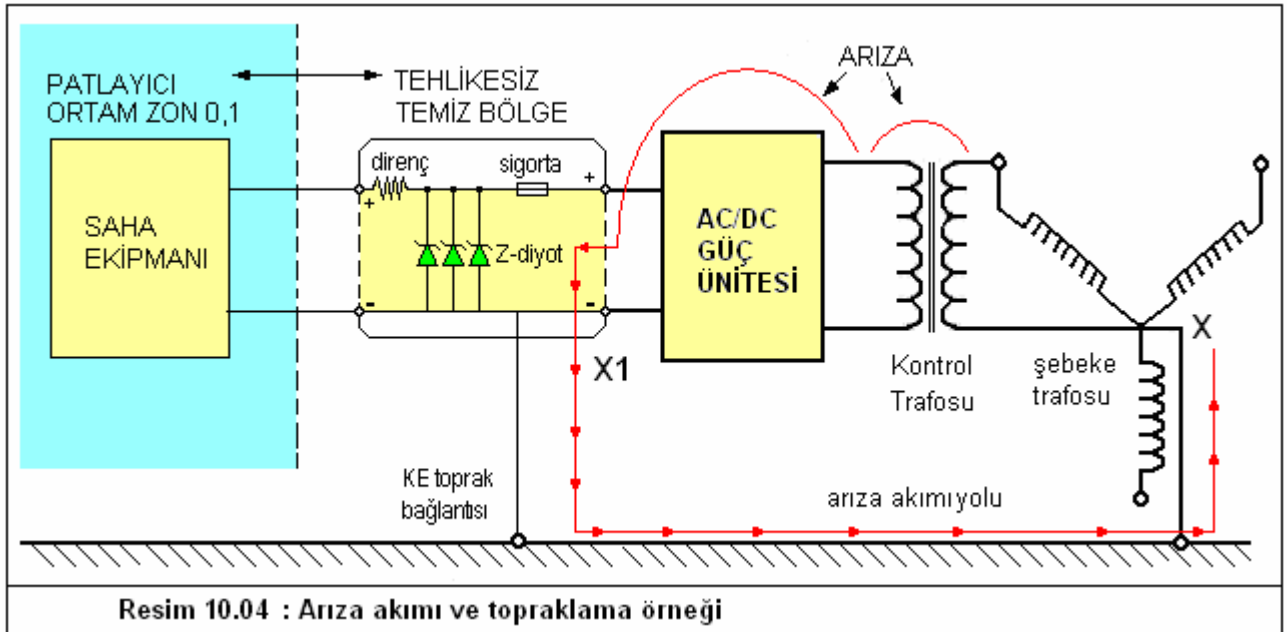
TOPRAKLAMA ve ARIZA ÖRNEKLERİ

Örnek 1:

Resimde 10.03 de muhtemel bir arıza canlandırılmıştır. Arıza akımı kırmızı çizgi ile gösterilmiş olup, 230 Voltun KE devreye girme ihtimali canlandırılmıştır. Bu gibi gerilim

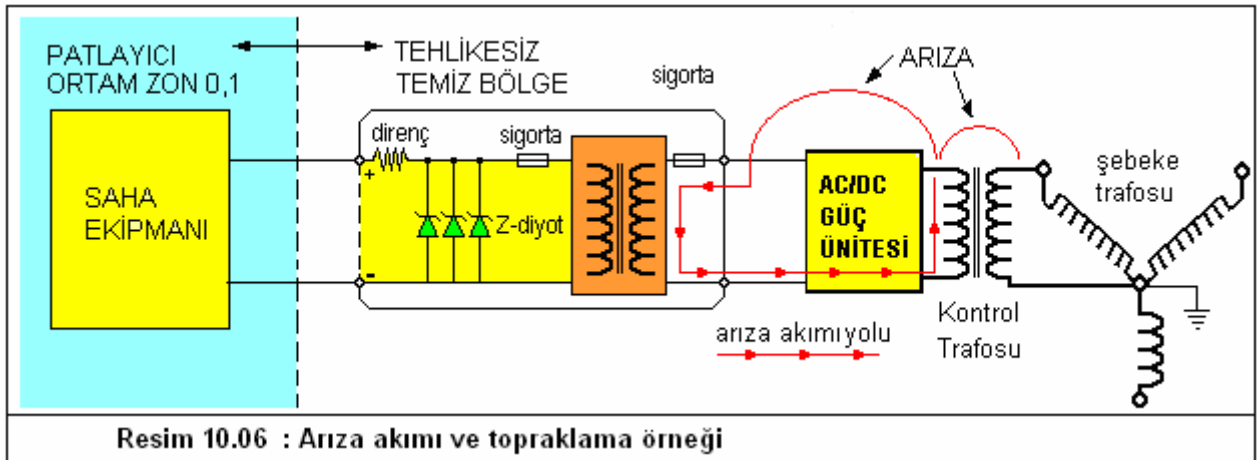
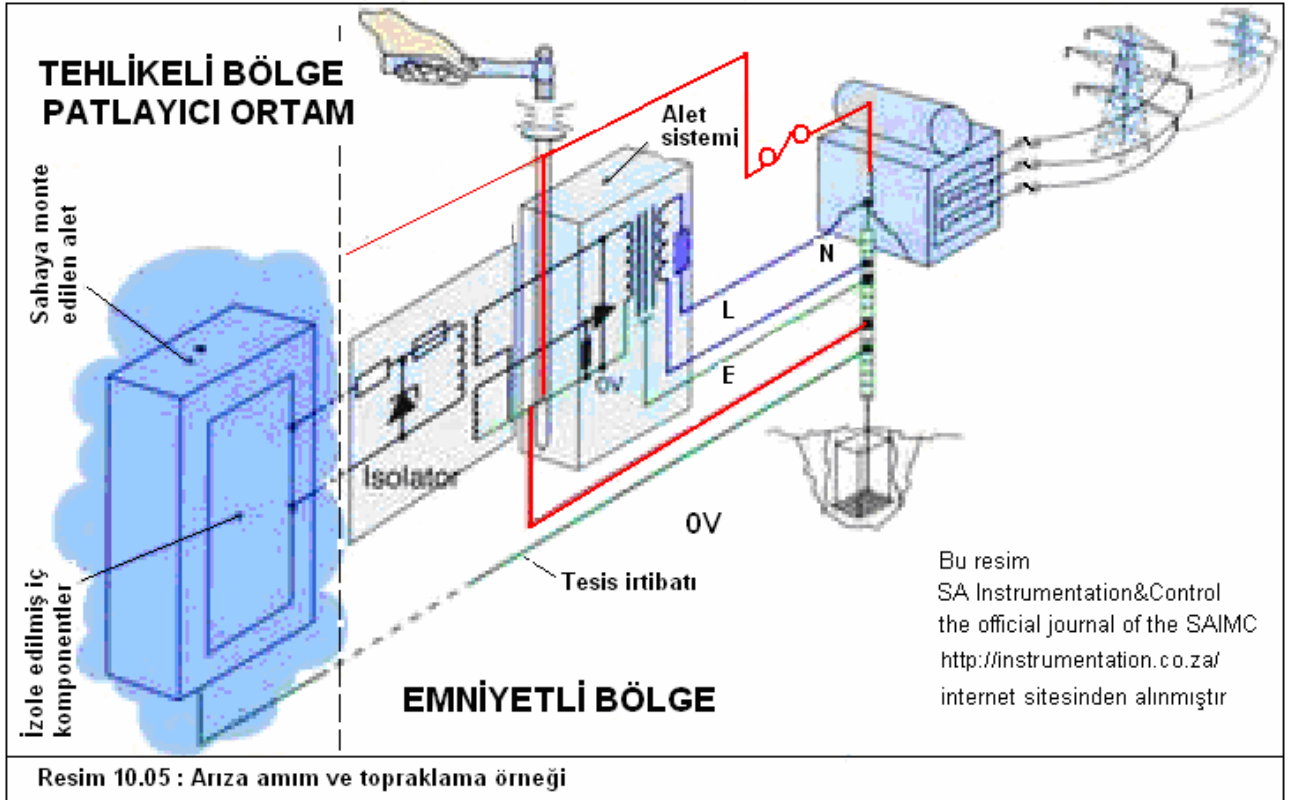
yükselmeleri KE bariyeri tarafından önlemelidir. Böyle bir gerilim girişi çok kısa sürede kesilmelidir. Sigortanın atması için geçen zaman içerisinde X ile X1 arasında eğer yüksek bir gerilim oluşur ise, bu gerilim KE cihazın içersine ve dolayısı ile patlayıcı ortama girer. Örneğin 230 Voltta arıza akımı 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 konuda yetkili otoriteler toprak direncini azami 1 ohm olarak tavsiye etmektedirler. 100 Amper akımda 1 ohmun yaratacağı gerilim $100 \times 1 = 100$ Voltur. Bu az bir gerilim değildir. Bu nedenle daha düşük direnç arzu edilir, örneğin 0,1 ohm gibi. Bu durumda $100 \times 0.1 = 10$ Volt yapar ki çok daha düşük ve muhtemelen KE yönünden de emniyetli bir gerilim seviyesidir.

Resim 10.03 deki örnek, KE devrenin bir bütün olduğunu ve elektrik sisteminin tamamını kapsadığını canlandırdığı için özellikle aranmış ve yazımıza eklenmiştir. Topraklama ve arıza akımını seyri resim 10.04 de daha basit bir şekilde resmedilmiştir. Burada görüleceği gibi toprak hattı üzerindeki 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 nedendir ki, KE cihazların toprak direnci 1 ohmun altında ve hatta 0,1 ohm civarında arzu edilir. Bu kadar küçük bir direnci de elde etmek pratikte kolay bir iş değildir.



Örnek 2:

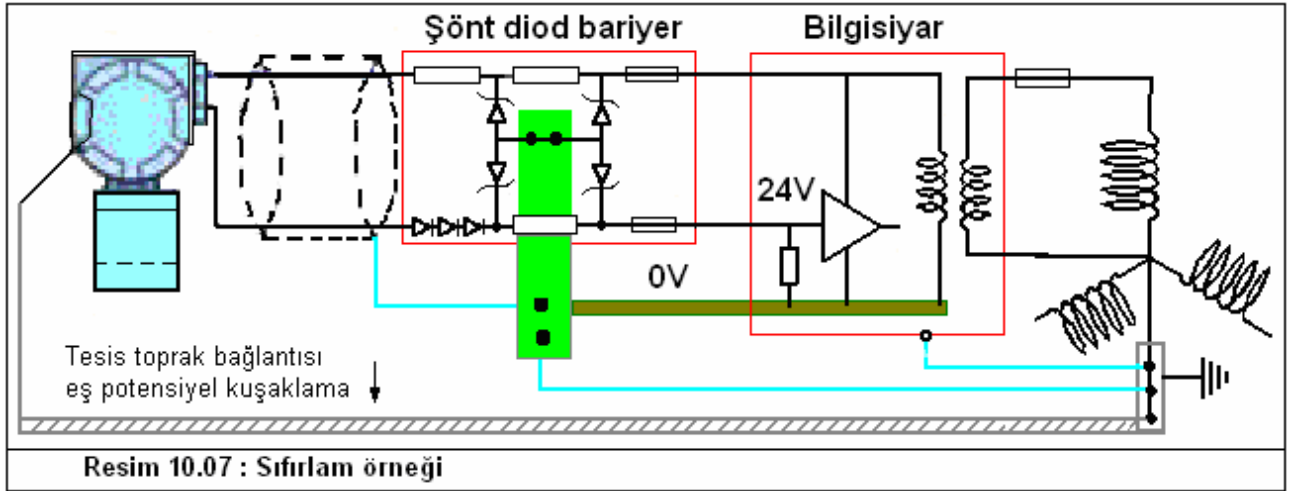
Galvanik izoleli bariyer veya güç ünitesi kullanıldığı durumlarda, arıza KE devreye geçmez. Resim 10.05 de görüldüğü gibi primer devrede kalır ve düzgün toprak bağlantısı yapılmış olan temiz sahadaki kol üzerinden akar. Arıza patlayıcı ortamda meydana gelir ise, bariyerin devreleri tahrip olabilir veya sekonder tarafta bulunan toprak hattı üzerinden akar. Bu tip uygulamada tehlikeli ortamdaki topraklamanın temiz ortamdaki güç ünitesine kadar getirilmesinin bir anlamı kalmaz. Bu örnek topraklama yönünden daha güvenlidir. Bu nedendir ki, yakın zamana kadar Zon 0 da izoleli güç ünitesi veya bariyer kullanılması şartı mevcut idi. Her ne kadar serbest ise de bence Zon 0 da kullanılan aletlere izoleli KE bariyeri bağlanması çok daha doğru olacaktır. Resim 10.06 de arıza akımı yolu daha net bir şekilde canlandırılmıştır.



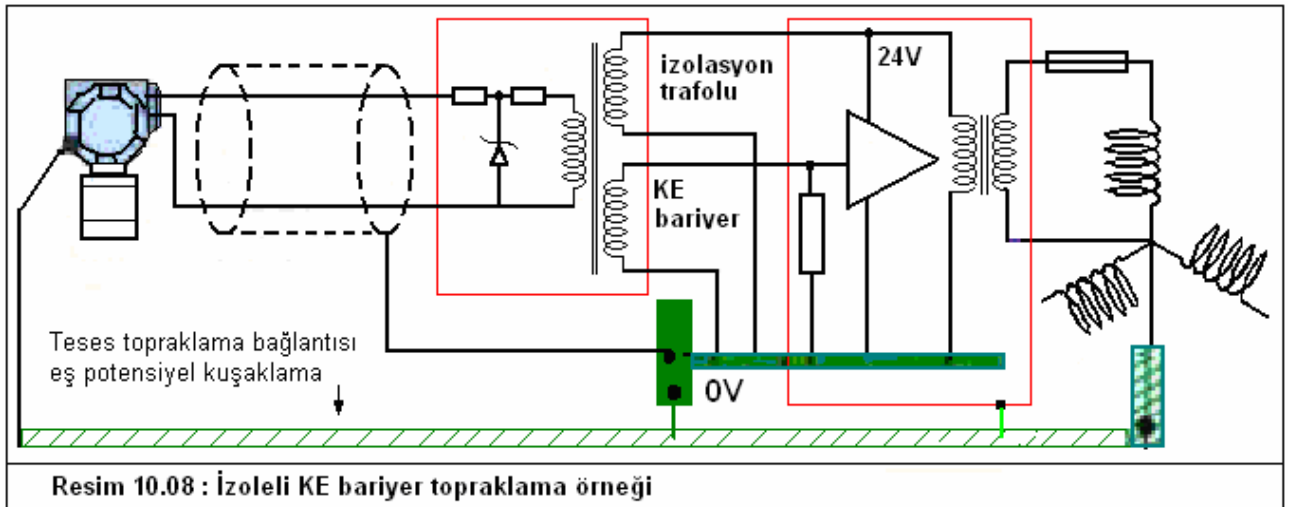
Örnek 3 : SIFIRLAMA YAPILMASI

Bilgisayarlı veya PLC li sistemlerde, çoğu kez PLC ünitesinin 0 Volt barası ile besleme ünitesinin nötür hattı ve patlayıcı ortamdaki toprak hattı bir barada birleştirilmektedir. Toprak hattı ile nötür hattının birleştirildiği bu gibi uygulamalarda, dönüş yolu değerleri kolayca hesaplanabildiğinden, 0 Volt hattı üzerinde herhangi bir tehlikeli gerilim artışı olup olmayacağını tespit etmeye kolaylaşmaktadır. Ayrıca toprak direnci devreye girmemekte, şebekenin çevrim (loop) direnci hesaba katılmaktadır. Bu gibi uygulamalarda çok düşük çevrim direnci elde edildiğinden herhangi bir arıza durumunda KE cihaza girme ihtimali olan gerilim düşük kalmaktadır. Bu uygulama her zaman ve her yerde mümkün olabilmektedir. Elektrik şebeke yapısı sıfırlamaya müsaade eden ve TNC tabir edilen elektrik şebekelerinde uygulamaları mümkündür. Grizulu maden işletmelerinde izoleli IT şebeke kullanıldığından, nötür noktası hiç yoktur veya direnç üzerinden topraklıdır. Bu durumlarda izoleli KE bariyerleri tercih edilmektedir. Sıfırlama, ancak TNC şebekesi olan iş yerlerinde

tatbik edilebilir ki bu tip Şebeke T¼rkiye’de yaygın değildir ve başka aŐırlardan da avantajlı ve tercih edilen bir Şebeke Őekle değildir.



Resim 10.07 de toprak hattı ile n¼tr¼ birleŐtirilmiŐ veya sıfırlanmıŐ bir uygulama ¼rneęi verilmiştir. Bu gibi yerlerde Şönt zener diyotlu bariyer uygulamak gerekir. Şönt diyotun toprak d¼n¼Ő hattı PLC nin 0= Volt hattı ile birleŐtirilir. Bu durumlarda toprak direncinin 1 ohmdan fazla olmaması ve tercihen 0.1 ohmun altında olması arzu edilir.



Eğer izoleli KE bariyeri kullanılıyor ise bariyerin toprak ucu veya toprak barası bulunmaz. Bu durumda kablunun zırhı ile KE cihazın toprak d¼n¼Ő hatları resim 10.08 deki gibi birleŐtirilir.

10.2 GALVANİK AYIRIM

Galvanik ayırım üç Şekilde yapılmaktadır. Birincisi ve en yaygın kullanılanı trafo ile yapılanıdır. İkincisi de optik izoasyon ve üç¼nc¼s¼ de r¼leli ayırım y¼ntemleridir.

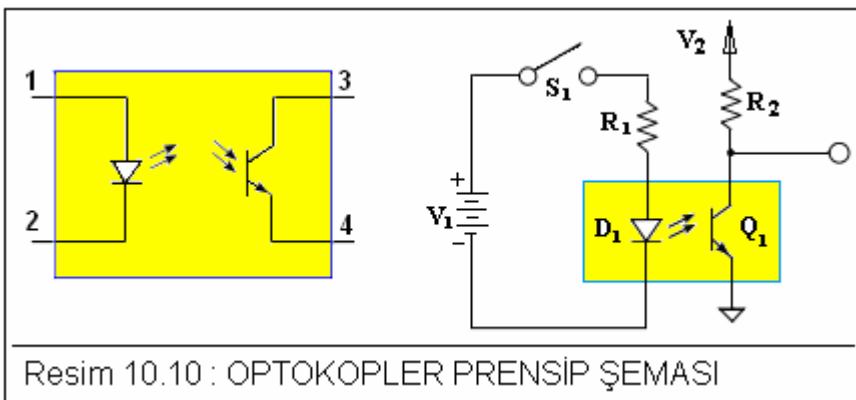
10.21 TRAFOLU AYIRIM

Trafo izolasyon yöntemi güç ünitelerinde kullanılır. Bu yöntem ile KE devre ile KE olmayan devre bariz bir şekilde birbirinde izole edilebilmektedir. Bu sayede KE devrenin hesapları da kolaylaşmakta ve anlaşılır bir şekil almaktadır. Unutmayın ki, KE cihaz tek başına bir anlam ifade etmez. Devrenin komple KE olması gerekir. EN 50 020 nin 2003 e kadar ki sürümlerinde tehlike bölgesi 0 da (Zon 0) izoleli güç ünitesi kullanılması şart koşuyordu idi. Son değişiklik ile bu şart da kaldırılmış ve böylece KE bariyer yapımı ucuzlanmış ve cüsse itibarı ile de küçülerek minyatür hale gelmiştir. Raya geçmeli KE bariyerleri mevcuttur. Bölüm 6.6 da trafolu güç ünitelerine dair örnekler görülmektedir. Trafolu ayırında topraklama şekil 10.09 deki gibi yapılmakta, primer devre ile sekonder devre toprakları birleştirilmemektedir.



10.22 OPTİK AYIRIM

Optik diod ve optik transistor 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 10.08 de basit optik transistor devreleri görülmektedir. S1 anahtarı ile yanan D1 diyotu Q1 transistorunu tetiklemektedir. Gerçek devreler bu kadar da basit olmayabilir. Ayrıca optokoplerler yalnızca KE devreler ile KE olmayan devreleri ayırmak için kullanılmaz. PLC lerde gerilim seviyelerinin ayrılması içinde kullanılmaktadır.

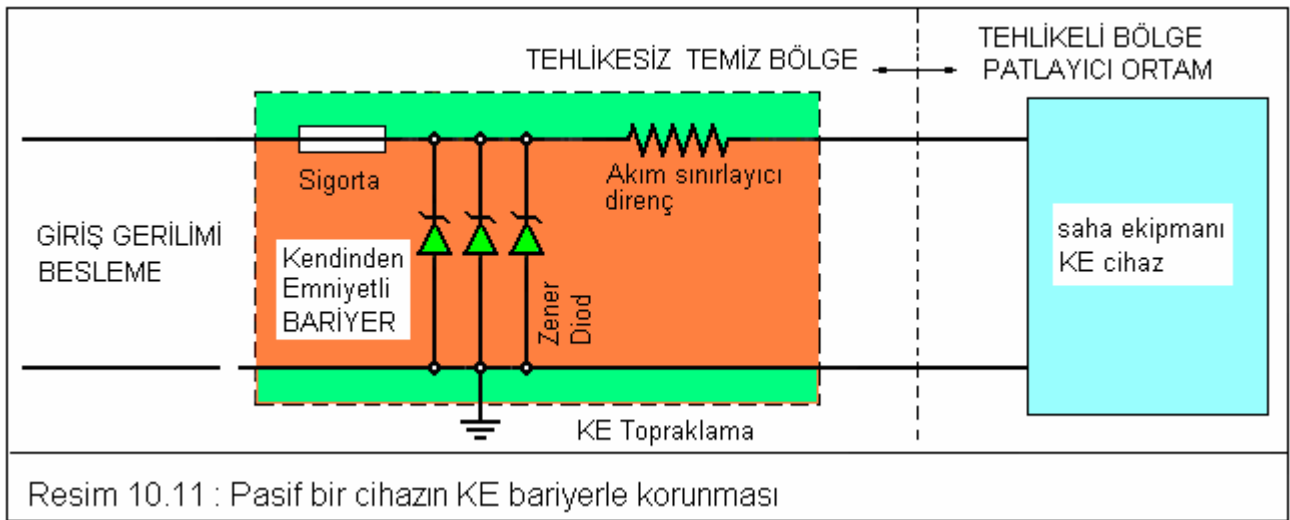


10.3 PASİF veya BASİT CİHAZ NEDİR:

Pasif cihaz üzerinde enerji depolamayan ve dolayısı ile kendinden emniyetlilik yönünden dikkate alınması gerekmeyen cihazdır. TS EN 50020'ye göre, anahtar, terminal kutuları, potansiyometre, basit yarı iletkenler, fotoseller, ısı çiftleri (termokupol) ve saire gibi üzerlerinde enerji depolayıcı eleman bulunmayan ve ayrıca 1,5 Volt 100 mA ve 25 mW dan daha fazla gerilim akım veya güç üretmeyen cihazlar pasif veya basit cihaz olarak kabul edilirler. Bu tip cihazların patlayıcı ortamda kullanılabilmesi için her hangi bir sertifika almalarına diğer bir söz ile notified body tarafından incelenmelerine gerek yoktur.

Amerikan ANSI/ISA-RP 12.6.1987 madde 3.12 de pasif cihaz EN 50020 deki gibi tarif edilmekle birlikte gerilim değeri olarak 1,5 Volt yerine 1,2 Volt alınmaktadır.

Pasif ekipmanlara giden enerji miktarını sınırlayan cihazlar mevcuttur. Zener diyotlardan yapılmış bu tip cihazlara zener bariyer adı verilir ve ticari piyasada değişik maksatlar için yapılmış olan birlerce çeşit zener bariyerler mevcuttur. Zener bariyerlerin yapısı genel hatları ile resim 10.11'deki gibidirler.



Kendinden emniyetlilikle ilgili minimum ateşleme akım ve eğrileri yazımızın çeşitli bölümlerinde olduğu gibi EN 50020 veya IEC 60079-11 de verilmiştir. Bu eğrilerden devrenin rezistiv, endüktif veya kapasitif oluşuna göre minimum ateşleme akım ve gerilimleri okunmaktadır. Standartta ayrıca voltaja göre müsaade edilen kısa devre akımları da verilmektedir.

10.4 KE BARIYER SEÇİMİ

Piyasada bulunan binlerce KE bariyerleri arasında bir devre nasıl tasarlanır? KE bariyerleri genellikle patlayıcı ortama konulmaz. Çıkışları KE olduğu için buradan bir kablo ile tehlikeli ortama elektrik verilir. Bundan önceki konularımızda da 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 bağıntı geçerli olmak zorundadır:

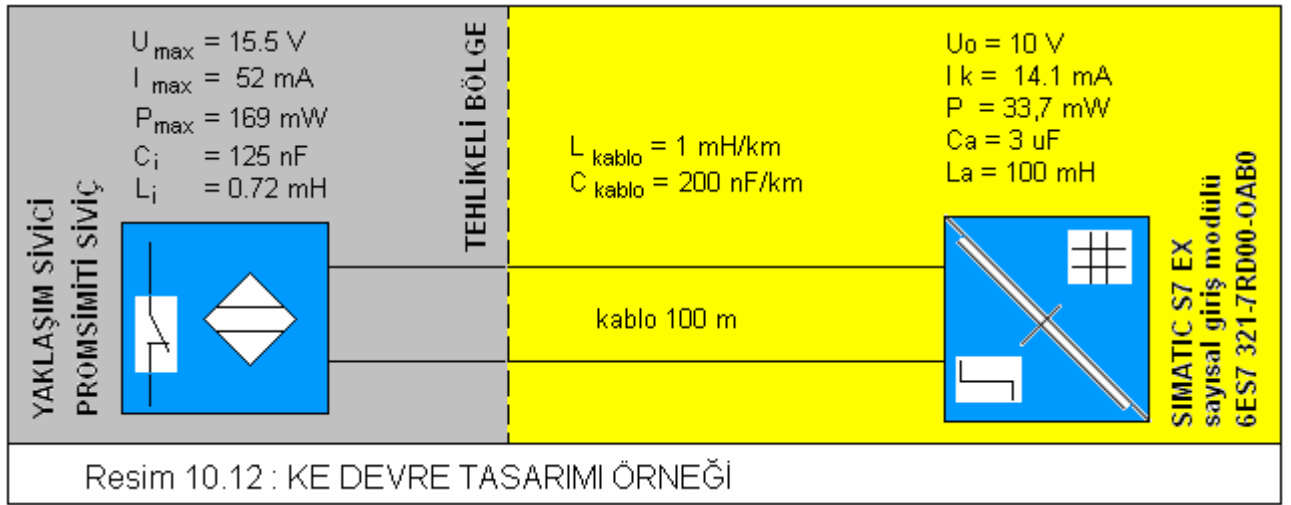
Tehlikeli sahadaki KE cihaz + bağlantı Kablosu		Güç ünitesi veya KE Bariyeri
U_{max}	\geq	U_0
I_{max}	\geq	I_k , kısa devre akımı
P_{max}	\geq	P
$C_i + C_k$	\leq	C_0
$L_i + L_k$	\leq	L_0

U_0 = KE bariyerin vereceği azami emniyetli gerilim

I_k = KE bariyerin emniyetli olarak verebileceği azami akım, kısa devre akımı

P = KE bariyerin gücü

C_0 ve L_0 = KE bariyerin emniyetli olarak çalışabileceği azami dış devre kapasitans ve endüktans değerleri.



Tehlikeli bölgede bulunan cihazın azami çalışma gerilim, 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.

KE güç ünitesinin emniyetli olarak çalışabileceği dış devre endüktans 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 uyumsuz demektir. Resim 10.12 de gerçek bir örnek verilmiştir ve değerler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Yaklaşım sivici Proksimiti siviç		Simatic S7 Ex Sayısal giriş modülü
$U_{max} = 15,5 V$	\geq	$U_0 = 10 V$
$I_{max} = 52 mA$	\geq	$I_k = 14,1 mA$
$P_{max} = 169 mW$	\geq	$P = 33,7 mW$
$C_i + C_k = 125 nF + 20 nF$	\leq	$C_0 = 3 uF$
$L_i + L_k = 0,72 mH + 0,1 mH$	\leq	$L_0 = 100 mH$
n = nano , u = mikro		

Aynı kombinasyonda 1000 m kablo kullanılsa idi gene de sorun olmaz idi. Çünkü $3 \mu\text{F} = 3000 \text{ nF}$ yapmaktadır ve kablo kapasitansının bu değere ulaşması için boyunun $150 \text{ km}'\text{yi}$ ($3000\text{nF}/ 20 \text{ n/kmF} = 150$) aşması gerekir.

PARALEL BAĞLI DURUM

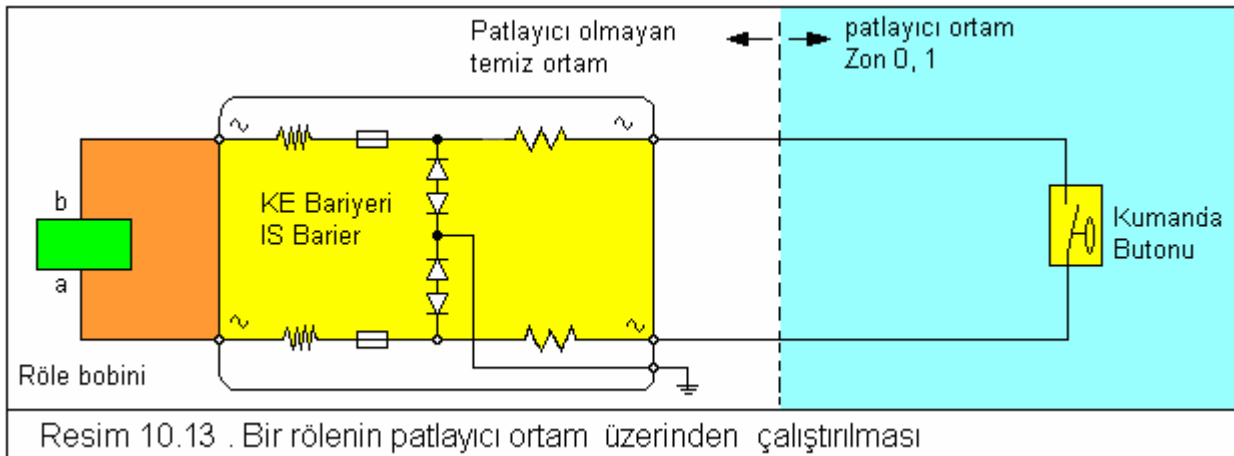
KE güç ünitesi birkaç aleti birden besleyebilir. Bu durumlarda toplam tüketilen akım güç ünitesinin akımını aşmamalıdır. Aynı şekilde tek tek cihazların toplam endüktans ve kapasitansı güç ünitesinin dayanabileceği değerleri aşmamalıdır. Genellikle güç ünitesi müşterek olmakla birlikte her çıkışa ayrı bir KE bariyeri 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 görülmemiştir.

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 istemesi gerekir. Zaten kullanıcı bu sertifikaların birer kopyasının muhafaza etmek zorundadır. Eğer KE bariyerin dayanabileceği azami L ve C değerleri bulunamıyor ise cihazın üzerindeki akım ve gerilim değerleri yardımı ile EN 50 020 de (veya IEC 60079-11) verilen eğrilere başvurulmalıdır. Bunu yaparken emniyet faktörleri de dikkate alınarak L ve C değerleri belirlenmelidir.

10.5 PASSİV CİHAZLARIN TEHLİKELİ ORTAMDA ÇALIŞTIRMA ÖRNEKLERİ

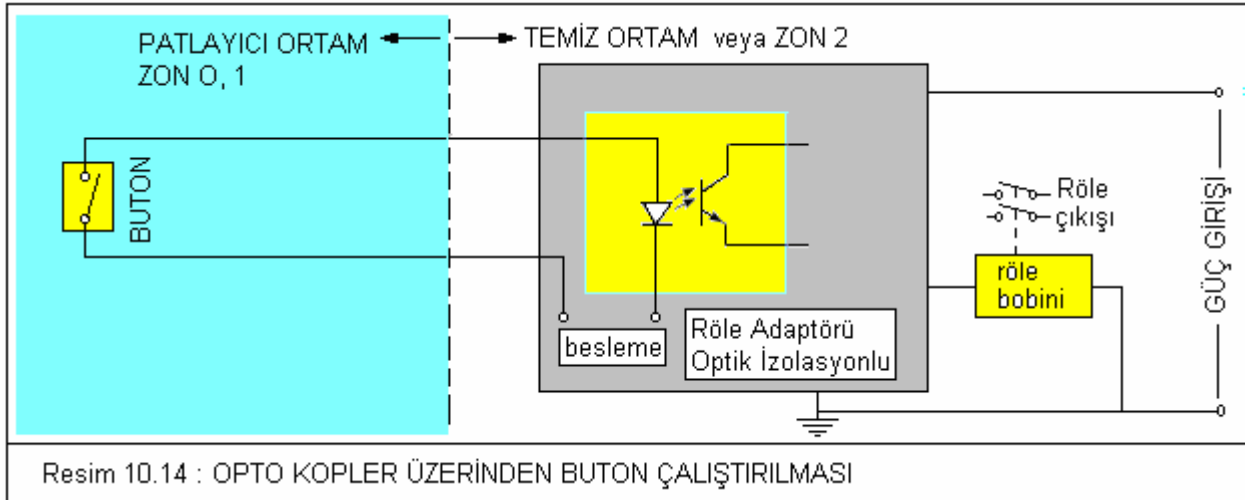
10.51 TEHLİKELİ ORTAMDA BASİT ANAHTAR (BUTON) ÇALIŞTIRILMASI

Kendinden emniyetli sistem açısından bakıldığında önemli olan devrenin enerji depolayan endüktans ve kapasitanslarıdır. Klasik exproof açısından bakıldığında, eksproof deyince çoğu kişinin aklına D-tipi koruma gelir. D-tipi korumada önemli olan ark çıkaran elemanlardır. Yüzey ısınması her iki koruma yöntemi içinde aynı derecede önemlidir. Aşağıda izah edeceğimiz gibi, aslında ark çıkaran elemanlar hem KE ve hem de exproof (d-tipi) açısından aynı derecede önemlidir ve özel itina gösterilmesi gereken elemanlardır.



Basit açıp kapama anahtarları (siviçler) L ve C ihtiva etmediklerinden KE yönünden pasif eleman olarak kabul edilirler. İnsanın aklına bu tip anahtarları kolayca patlayıcı ortama ve hatta Zon 0 bölgesine koyabileceği geliyor. Unutulmamalıdır ki KE cihaz yoktur, KE devre vardır. Anahtarı tek başına düşünemezsiniz. Örneğin bir röleyi veya bir motorun kontaktörünü çalıştırmayı düşünüyorsanız bobinin endüktivitesini hesaba katmanız gerekir. Röleyi temiz bölgeye, anahtarı da tehlikeli bölgeye koyarak ve hatta araya bir de KE bariyer koyarak sorunu çözemezsiniz. Resim 10.13 da görülen bu bağlantı her zaman doğru olmayabilir.

Bir röle bobinin manyetik indüksiyonu çok yüksektir. Rast gele bir bariyerle çalıştırılması mümkün değildir. Böyle bir röleyi ancak ya endüktivitesine uygun bir bariyer veya optik ayırım yapan özel "röle yükselteçleri" ile çalıştırmamız mümkündür. Tehlikeli ortamda bulunan siviç (buton) bir opto kopleler üzerinden röle adaptörüne sinyal gönderir. Siviçin devresinde yalnızca LED diyot vardır. LED diyot resim 10.14 de görüldüğü gibi optik transistorü tetikleyerek rölenin devresini çalıştırır. Böylece, ark çıkaran kontak, enerji depolu röle bobini 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 gözükken bir butonun rast gele kullanılamayacağıdır.



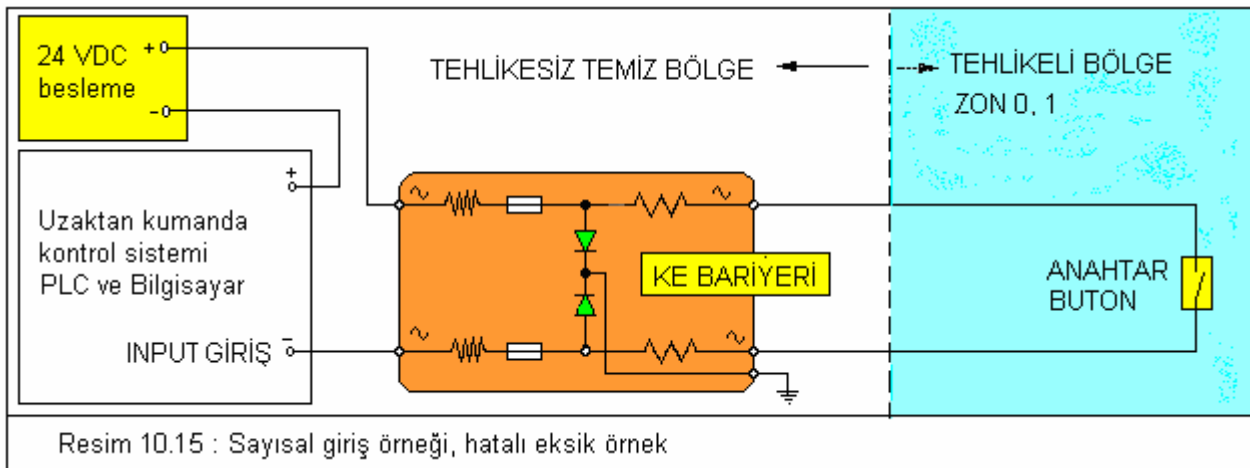
Resim 10.14 de görülen örnekte, patlayıcı ortamda bulunan bir buton yardımı ile çok düşük akımlı (mili amper) bir LED diyot çalıştırılmaktadır (optik ayırım). LED diyot kendisi de pasif cihaz olarak kabul edilmekte olup her hangi bir endüktans veya kapasitans içermektedir. Yalnızca bir LED diyot çalıştırılan bu örnekte acaba araya bir KE bariyeri 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 yüksek 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.

10.6 PLC GİRİŞ ÇIKIŞLARI

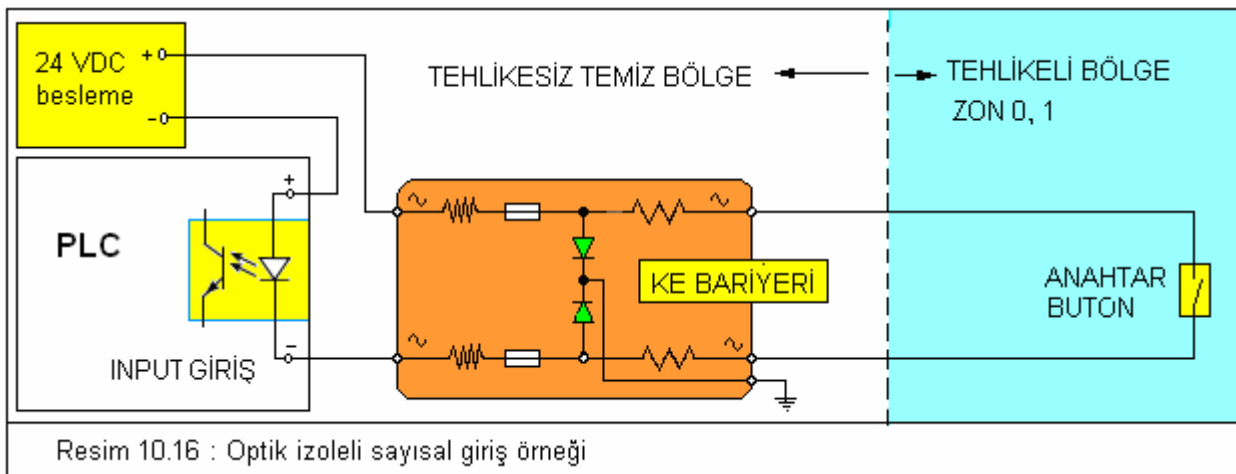
10.61 SAYISAL GİRİŞLER

PLC lerin sayısal girişleri, bölüm 10.51 de izah edilen patlayıcı ortamlarda basit anahtarların çalıştırılmasına benzemektedir. Resim 10.15 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 endüktans Lo ve kapasitansının Co bilinmesi gerekir. Butonun herhangi bir Lo ve Co değeri olmadığına göre yalnızca aradaki kablonun L ve C değerlerinin irdelenmesi yeterli olacaktır. Resim 10.15 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 devresinin de kullanılabilceği gibi bir izlenim edinilmektedir. Bu gibi örnekler yanıltıcı ve kullanıcıyı yanıltmaktadır. Tekrar edersek KE devre daima bir bütündür. KE cihaz tek başına bir anlam ifade etmez.



Resim 10.15 : Sayısal giriş örneği, hatalı eksik örnek



Resim 10.16 : Optik izoleli sayısal giriş örneği

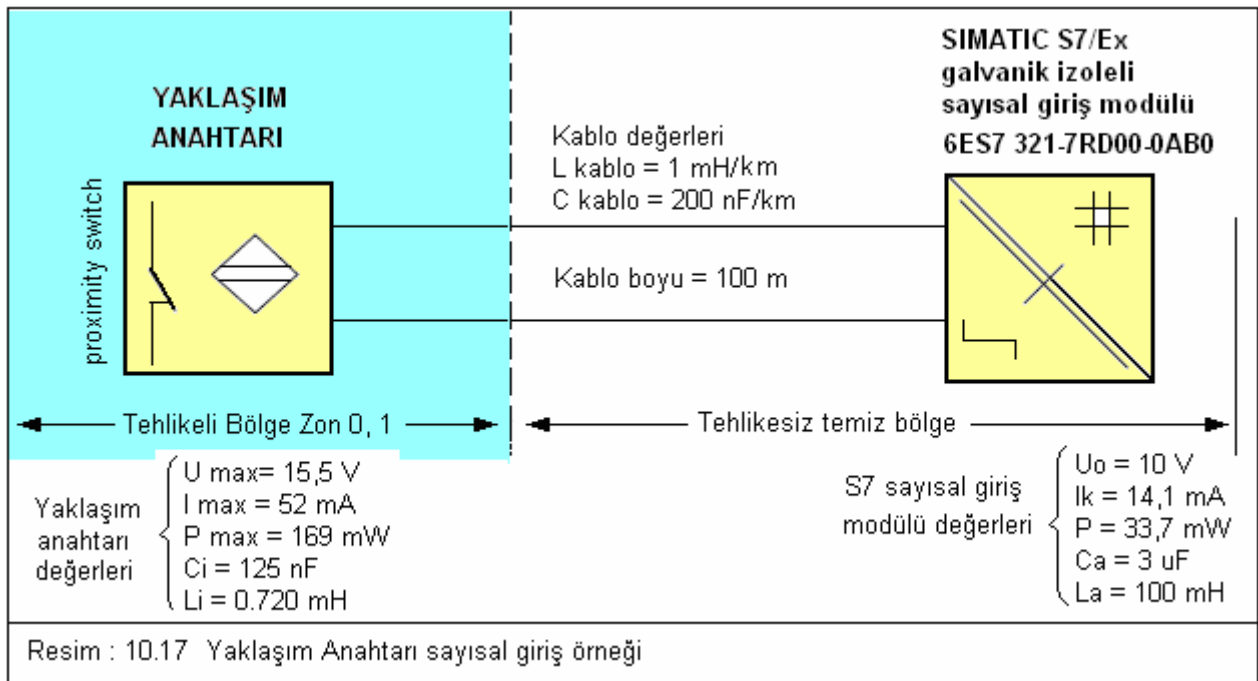
Çoğu PLC de sayısal girişler resim 10.16 da gösterildiği gibi bir optokopler ile izole edilmiştir. Bu durumlarda PLC'nin kendisinin KE sertifikalı olması gerekmez. Eğer

sayısal bilgi sivici Zon 0 gibi yoğun tehlikeli bir bölgede kullanılacak ise PLC nin de KE sertifikalı olması ve hatta optokopler ile izole edilmiş olması gerekmektedir. Her ne kadar yeni standartlar bu konu da biraz toleranslı ise de biz yine de kullanıcılara emniyetli davranmalarını tavsiye ederiz. Güç ünitesinin KE sertifikalı olması şarttır. Aksi halde güç ünitesinin endüktanslı tehlikeli olabilir.

ÖRNEK: Patlayıcı ortamdan bilgi gönderen yaklaşım anahtarı (Proximity switch)

Proximity switch tabir edilen yaklaşım anahtarları da pasif cihaz olarak kabul edilmektedirler ve herhangi bir KE sertifikası almış olmaları gerekmemektedir.

Resim 10.17 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 anlaşılmaktadır.



Yaklaşım anahtarı+ Kablo		Sayısal giriş (güç ünitesi Bariyer)
$U_{max} = 15.5 \text{ v}$	\geq	$U_o = 10 \text{ V}$
$I_{max} = 52 \text{ mA}$	\geq	$I_k = 14.1 \text{ mA}$
$P_{max} = 160 \text{ mW}$	\geq	$P = 33.7 \text{ mW}$
$C_i + C_k = 125+20 = 145 \text{ nF}$	\leq	$C_o = 3.000 \text{ nF}$
$L_i + L_k = 0,72+0.1 = 0.82 \text{ mH}$	\leq	$L_o = 100 \text{ mH}$

10.62 ANALOG GİRİŞLER, 4-20 mA Transmitterler

Analog girişler genellikle 4-20 mA transdüktör girişleridir 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 kendisinin 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. 0-100 derece arası ısı ölçen bir transmitteri irdeler isek, aşağıdaki tablodaki gibi gerilim kayıplarının hesaplanması gerekir. 4 mA olan en düşük akımda (0 derece) gerilim düşümü 1 Volt ve yine en yüksek akım olan 20 mA akımda da (100 derece) 5 Volttur. Bu değerler TTL baskı devre tekniği açısından da ideal gerilim seviyeleridir.

Sıcaklık	mA değişimi	Ohm yasasına göre çarpanı	Gerilime dönüştürülmesi
0 C (minimum)	4 mA x	250	= 1 V
100 C (maximum)	20 mA x	250	= 5 V

Buradaki 250 Ohm resim 10.18 de görüldüğü gibi PLC'nin girişindeki dirençtir. Analog giriş değerleri aşağıdaki gibi olan bir PLC de nasıl bir bariyer seçmeliyiz?

$$V = 12 \text{ V}$$

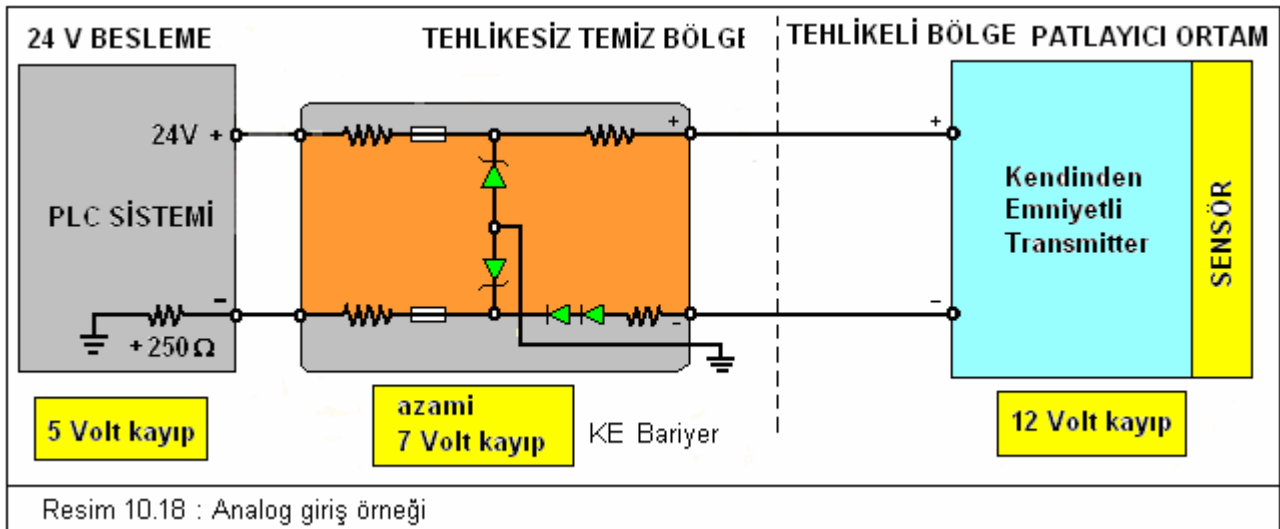
$$R_i = 250 \Omega$$

$V_{\text{max}} = 30 \text{ V}$ maksimum müsaade edilen gerilim

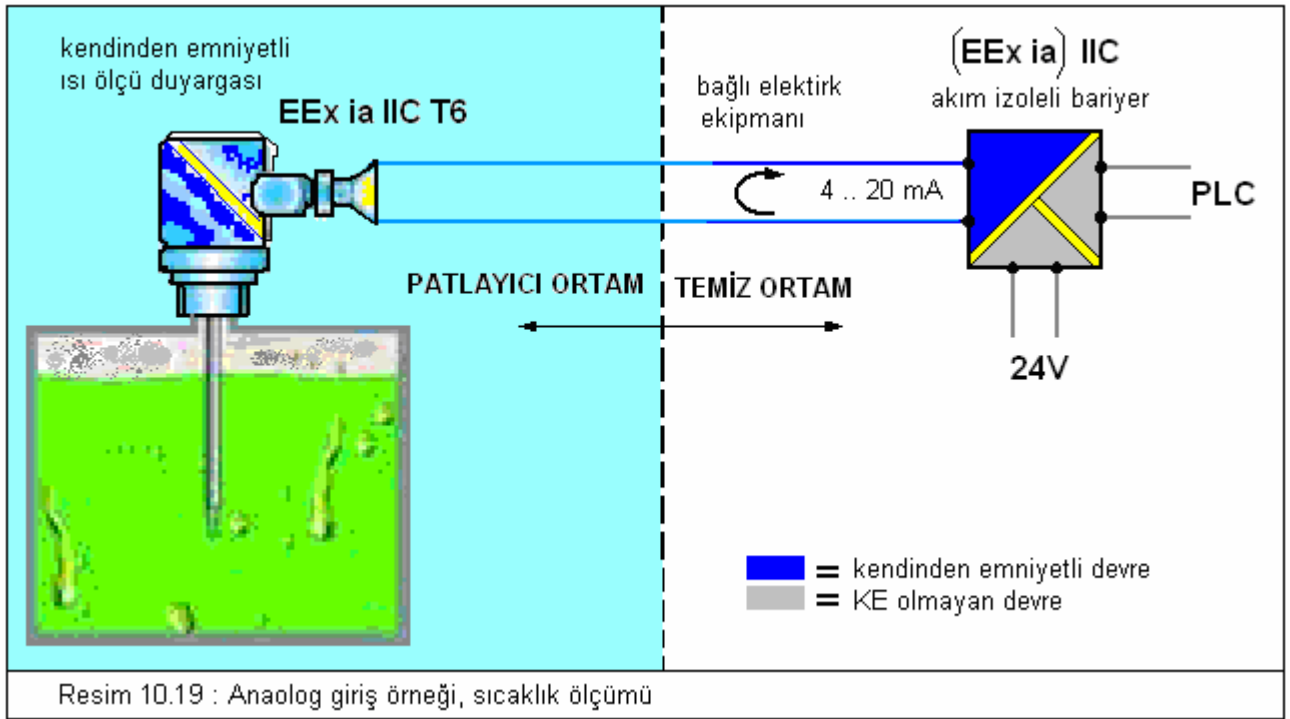
$I_{\text{max}} = 150 \text{ mA}$ maksimum müsaade edilen akım

$$C_i = 0 \mu\text{F} \quad L_i = 0 \text{ mH}$$

Transmitterin ihtiyaç duyduğu asgari gerilim 12 voltur. Diğer bir söz ile transmitterde 12 volt kaybolur. PLC de $250 \times 20 \text{ mA} = 5 \text{ Volt}$ gerilim kaybı olur. $12 + 5 = 17 \text{ Volt}$ eder. Güç kaynağı 24 Volt olduğuna göre KE bariyeri ve bağlantı kabloları için $24 - 17 = 7 \text{ Volt}$ kalır. 20 mA azami analog akımında ($7 \text{ Volt} / 20 \text{ mA} =$) 350 Ohm bir direnç hesaplanır. Bunun 10 ohmunu bağlantı kabloları için ayırır isek KE bariyeri iç 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 10.19 da bir ısı ölçümü örneği resmedilmiş olup, burada kullanılan bariyer trafo ile izole edilmiştir. Söz konusu bu ısı transmitteri KE sertifikalı bir alettir.

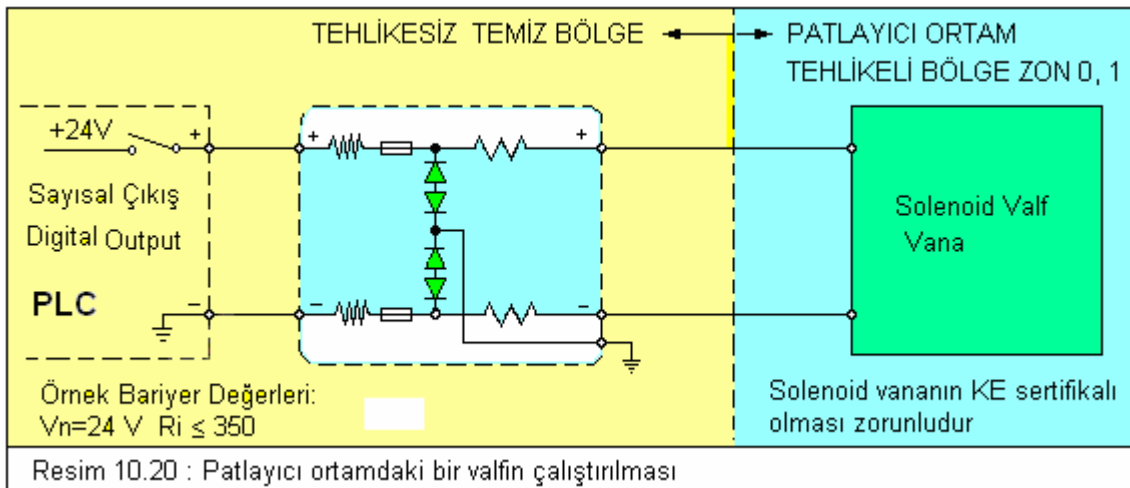


10.63. SAYISAL ÇIKIŞLAR DIGITAL OUTPUTS

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.

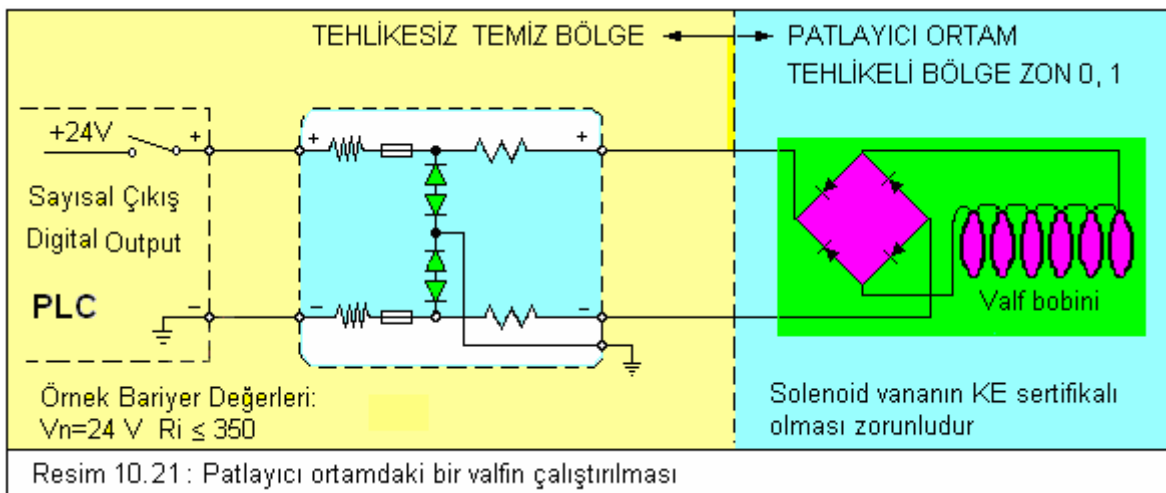
a) Patlayıcı Ortamda Solenoid Bobin (valf, veya vana) Çalıştırılması

Resim 10.20 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. Bölüm 2.10 ve 2.11 de görüleceği gibi selenyum diyotlar akım ve gerilimi sınırlamakta ve bir de zener diyot kullanıldığında kendinden emniyetlilik açısından olay daha da kullanışlı hale gelmektedir.

KE bariyer ile bir valf bobinine yol vermemiz teorik olarak mümkün ise de pratikte pek de mümkün değildir. Çünkü demir nüveli bir self bobininin manyetik endüksiyonunu bilmemiz, ne hesap yolu ve ne de ölçü yolu ile kolay bir olay değildir. Diğer taraftan kendinden emniyetli tip valf imal edip piyasaya süren firma sayısı çok azdır. Vanaların Zon 0 gibi yoğun patlayıcı gaz veya toz ortamında çalıştırma zorunluluğu nadiren gündeme gelmektedir. Elektro valfler daha ziyade Zon 1 ve 2 de çalıştırılırlar. Bu ortamlarda çalıştırılmaları için d veya e tipi korumalı muhafazalar içersine yerleştirilmiş olmaları yeterli olmaktadır. Elektro valfli vanalar pasif cihaz olmadıklarından patlayıcı ortama yerleştirilebilmeleri 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. İ-tipi sertifika almış vanalar yalnızca bir bobin sarımından ibaret değildir. Resim 10.21 de görüleceği gibi, bir diyotla ve hatta bir köprü diyotla korunmuşlardır. Bu köprü diyot sayesinde KE devre dizaynı yaparken bobin endüktivitesini hesaba katmaya gerek yoktur. İmalatçıların kataloglarına bakıldığında vananın Lo ve Co değerleri sıfır olduğu görülür. Kapasitansın sıfır olması mantıklı ise de selfin (Lo) sıfır olması mantıksız gibi gözükmektedir. Resim 10.21 de bir seçim örneği verilmiştir. Bu örnekte Lo ile ilgili hiçbir hesaplama yoktur. Çünkü bobinin girişinde köprü diyot vardır. Bu durumda akla hemen “kendinden emniyetli devre bir bütün değil mi” ? sorusu gelmektedir. Yazımızda sık sık vurguladığımız **kendinden emniyetli devre kavramı** burada nasıl izah edilebilir? Bu örnekte aynı anda uygulanan iki koruma yöntemi vardır. Vana bobininin bir reçine içersine gömülüdür ve m tipi korunmuştur. Yani vananın hiçbir sarım teli açıkta değildir. Vana sarımında meydana gelebilecek herhangi bir kısa devre patlayıcı ortamı tehlikeye düşürecek durumda değildir. Vananın elektrik devresi girişine konulan köprü diyotlar sayesinde kendinden emniyetlidir. Bobin içersinde herhangi bir kısa devre oluşsa toplam endüktans daha da küçüleceğinden KE yönünden herhangi 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 olma ihtimali vardır. Bu nedendir ki, KE sertifikaları olmasına rağmen elektro valfler araya KE bariyer konulmadan çalıştırılmazlar.



Örnek : ASCO Joucomatic firması yapımı bir mini valfin verileri aşağıdaki tablodaki gibidir:

Gerilim U_n (maksimum gerilim)	Nominal güç P_n	Tipik çalışma değerleri				
		$I_{(on)}$ Min *)	$U_{(on)}$ min	$U_{(max)}$ Tavsiye edilen	$U_{(off)}$ kapatma	$I_{(off)}$ kapatma
V	W	mA	V	V	V	mA
12	0,5	33	11,9	23	3,3	10
24	0,5	25	16,4	28	5,7	7

*) Bu değere vana üzerindeki LED dahildir.

Görüldüğü gibi açma ve kapama (on-off) durumlarında çekilen akımlar farklıdır. Bariyer seçilirken bu değerler değil valfin kısa devre olduğunda çekeceği akım ve güç dikkate alınacaktır. Üzerinde elektrik geldiğini ve dolayısı ile çalıştığını belirten LED ikaz lambası bulunan aynı solenoid valfin KE bariyer seçimi ile ilgili elektrik verileri aşağıdaki tablodaki gibidir. Dikkatli bakıldığında L ve C değerlerinin sıfır olarak verildiği görülür.

Sertifika Ex II 1 G/D EEx ia IIC T6

P_n	KE ile ilgili emniyet parametreleri				
	$U_1=DC$	I_k	P_{max}	L_o	C_o
W	V	mA	W	μF	mH
0,5	28	300	1,6	0	0

Aynı valf imalatçısı, kullanılabilecek KE bariyerleri ile ilgili tavsiyeler de yapmaktadır. Önerilenler arasından Pepperl+Fuchs firması örneğini 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 U_{in}	U_{in} 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)						
	V	Ω	U_z	R min	I_k	P max	C max	L max	L/R oranı
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	235	110	0,83	0,083	1,82	44

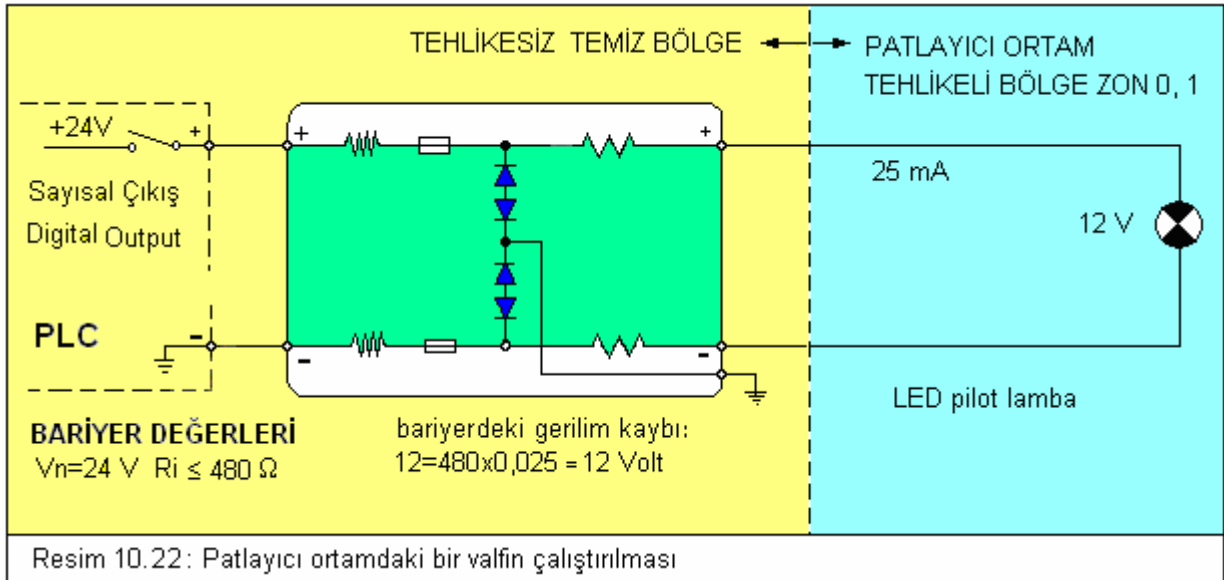
Sarı renkle parlatılmış yazılara bakıldığında tezatlı rakamlar görülüyor gibi bir durum vardır. Valfin çalıştığı azami akım veya güç değerleri KE bariyer seçiminde dikkat edilecek değerlerden çok düşük gözükmemektedir. 0,5 W ile 1,6 Watt arasında epey fark vardır. Seçilen KE bariyer verileri de yeşil renk ile parlatılmıştır. Buradaki seçim paragraf 10.4 de izah edilen 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 10.5 de izah edilen kriterlere uymuyor. Bobine ait 300 mA ve 1,6 W, kısa devre durumundaki azami değerlerdir. Aslında solenoid bobine ait AT-tip testi sertifikasını bulup

buradaki verilere bakmak gerekir. 300 mA ve 1,6 W bobinin KE özelliğini bozmadan dayanabileceği azami akım ve güç değerleridir. Verilen 0,083 μ F ve 3,05 mH ve 56 L/R oran değerleri KE bariyerinin devresinde kablo dahil müsaade edilen azami empedans değerleridir. AT-tip testi (EC- confirmity test and EC conformity certificati) ancak bir notified sody tarafından verilmektedir.

b) PATLAYICI ORTAMDA LED ÇALIŞTIRILMASI

LED ler pasif cihazlar oldukları için her hangi bir sertifikaya ihtiyaç duymadan KE devreye bağlanabilirler. Eğer PLC'nin LED li çıkışı temiz ortamda ise araya herhangi bir cihaz koymadan PLC LED'i doğrudan 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 içermiyorlar ise de bariyersiz çalıştırılmaları tehlike arz edebilir. Resim 10.22 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 değerleri : 12 V 25 mA

PLC çıkışı gerilimi : 24 VDC

Bariyer üzerinde müsaade edilen gerilim kaybı : $24 - 12 = 12$ VDC

Bariyer iç empedansı : $12 \text{ V} / 25 \text{ mA} = 480 \text{ Ohm}$

Bu durumda iç direnci 480 Ohm olan 24 V pozitif DC bariyeri seçilir.

Resim 10.23 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 : $U_o < 30 \text{ VDC}$, $U=24\text{V}$ $P_o = 1,3$ veya $1,2 \text{ W}$, iç direnç 340Ω

Gerilim kaybı incelemesi :

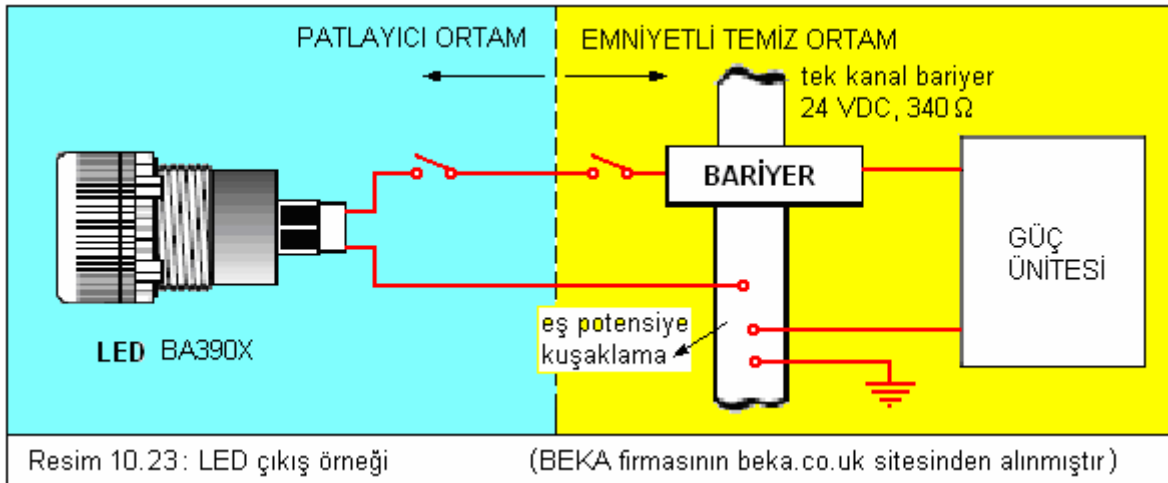
LED minimum çalışma gerilim : 14,0 V

Bariyer üzerindeki azami gerilim düşümü : 7,5 V
(22mAx340 Ω)

Kablo üzerindeki azami gerilim kaybı : 0,2 V
(22mAx10 Ω)

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 gerilimini de (genellikle 26.5 Volt olan) 28 Voltu aşmamalıdır.



10.64 ANALOG ÇIKIŞLAR, ANALOG OUTPUTS

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 gerekiyor ise yetkili yerlerden (notified bodie) sertifika almış olmaları gerekir.

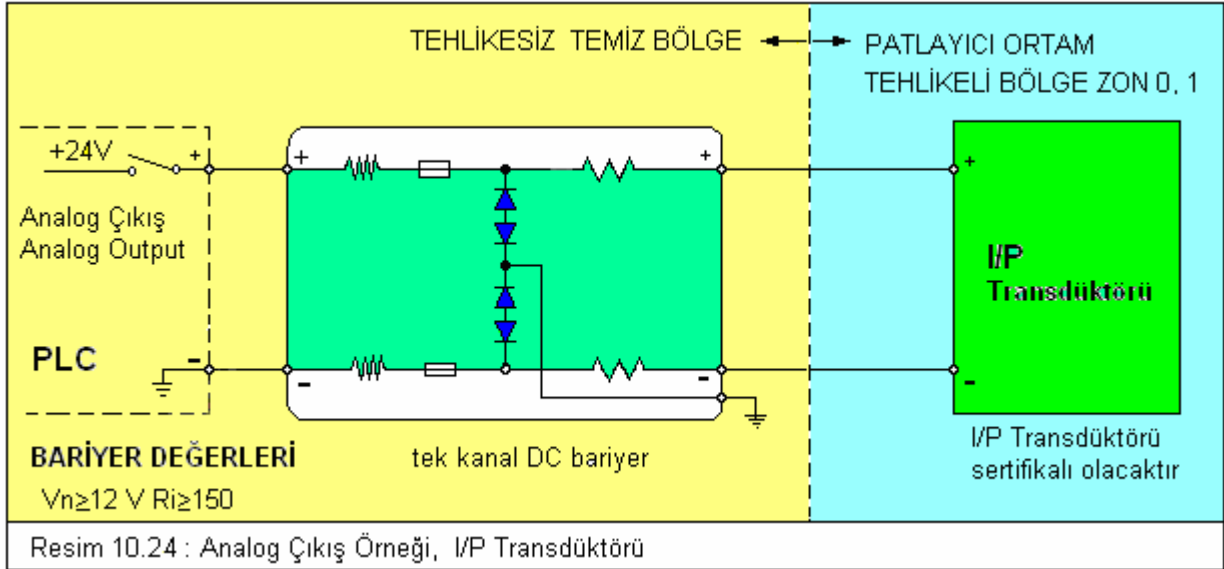
Ancak pratik örnek olarak analog akımlarla çalışan bir pinomatik sistem örneğe verebiliriz. PLC nin 4-20 mA analog çıkışı pinomatik bir transdüktörü çalıştırır. I/P transdüktörü tabir edilen (I/R transducer) bu tip çeviricilerde pinomatik çıkış gelen elektrik akımı ile orantılıdır. Ne kadar çok akım 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 kapatmakta veya pinomatik sisteme basınç vermemektedir. Değişken valf tabir edilen I/P transdüktörleri PLC den gelen analog akımlarla çalışmaktadır . Resim 10.24 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 ohm

Güç ünitesi empedansı (burden) 1000 ohm ise bariyer iç direnci :

1000 – 150 = 850 ohmu geçemez.

Bu arada, gerilim düşümünü de hesaba katmayı unutmamak gerekir. Örneğin transdüktör + kablo + bariyer toplam direnci ($350 + 150 + 40 = 540$) 540 ohm ise, 20 mA azami analog akım çıkışındaki gerilim düşümü : $20 \text{ mA} \times 540 = 10,8 \text{ Volt}$ 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 (I_{sc}) ve endüktans L_o ve kapasitans C_o yönünden de uygun olup olmadıkları kontrol edilmelidir (Bölüm 10.5 de izah edildiği gibi).



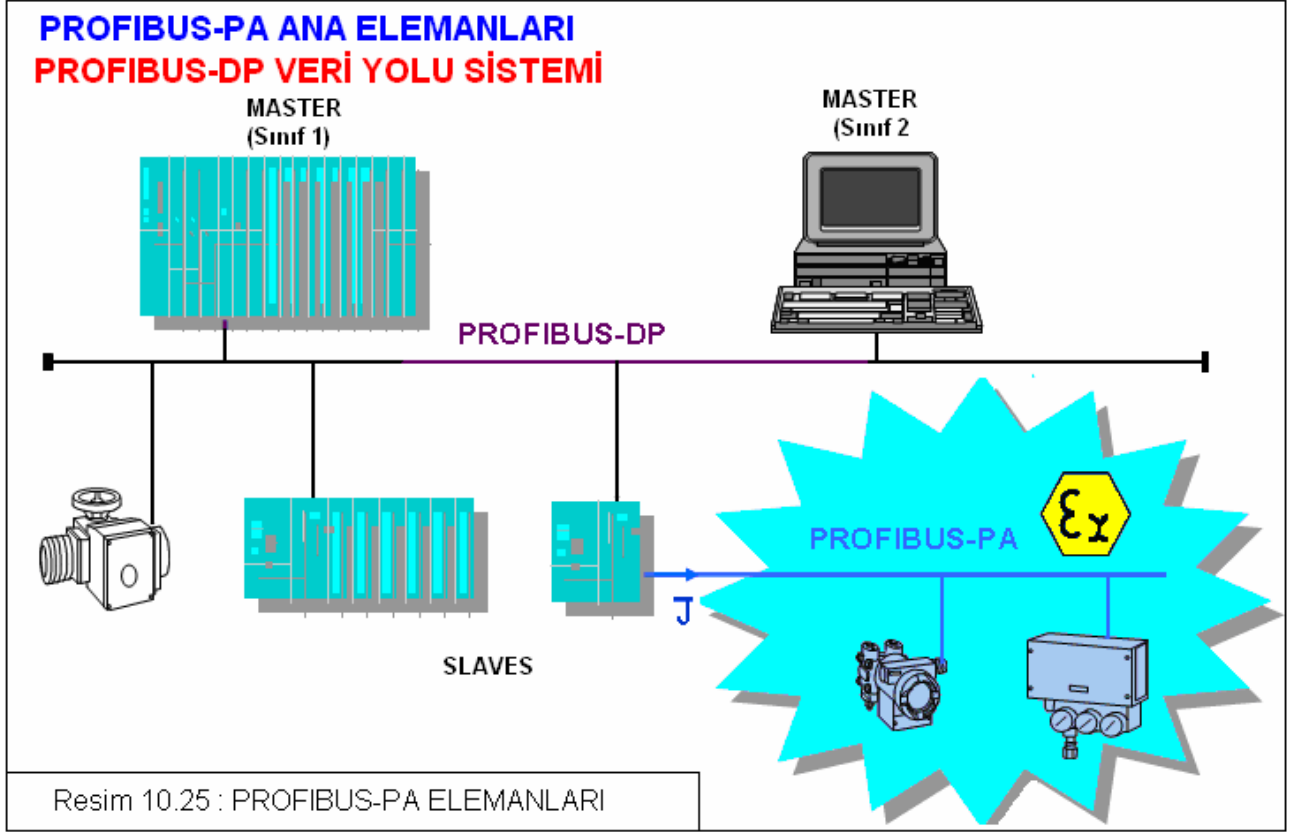
10.7 KENDİNDEN EMNİYETLİ OTOMASYON SİSTEMLERİ

Otomasyon sistemlerinin gelişmesi ile patlayıcı ortamlardaki 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 sistemleri geliştirilmiştir. Yazımızın bu bölüm ve bu sürümünde PROFIBUS-PA veri iletim sistemi ele alınacaktır. İlk önce Alman DIN normu tarafından standartlaştırılan FIELDBUS daha sonra Avrupa (EN50170) ve IEC (IEC 61158-2) normlarına da alınarak uluslar arası geçerlilik kazanmıştır. Aşağıdaki tabloda görüleceği gibi kullanım yeri ve gagesine göre değişik PROFIBUS seçenekleri mevcuttur.

EN 50 170			Alet yapısı profili Sektör yapısı profili
Geniş kapsamlı otomasyon sistemleri. Büyük üretim tesisleri otomasyon ve SCADA sistemleri	Üretim, imalat Otomasyonu Fabrika bazında otomasyon	İşlem, proses otomasyonu. Üretim bölümlerine yönelik otomasyon	
PROFIBUS - FMS	PROFIBUS - DP	PROFIBUS - PA	
Fieldbus message specification	Decentralized periphery	Process automation	
Genel geçerli, üniversal	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:

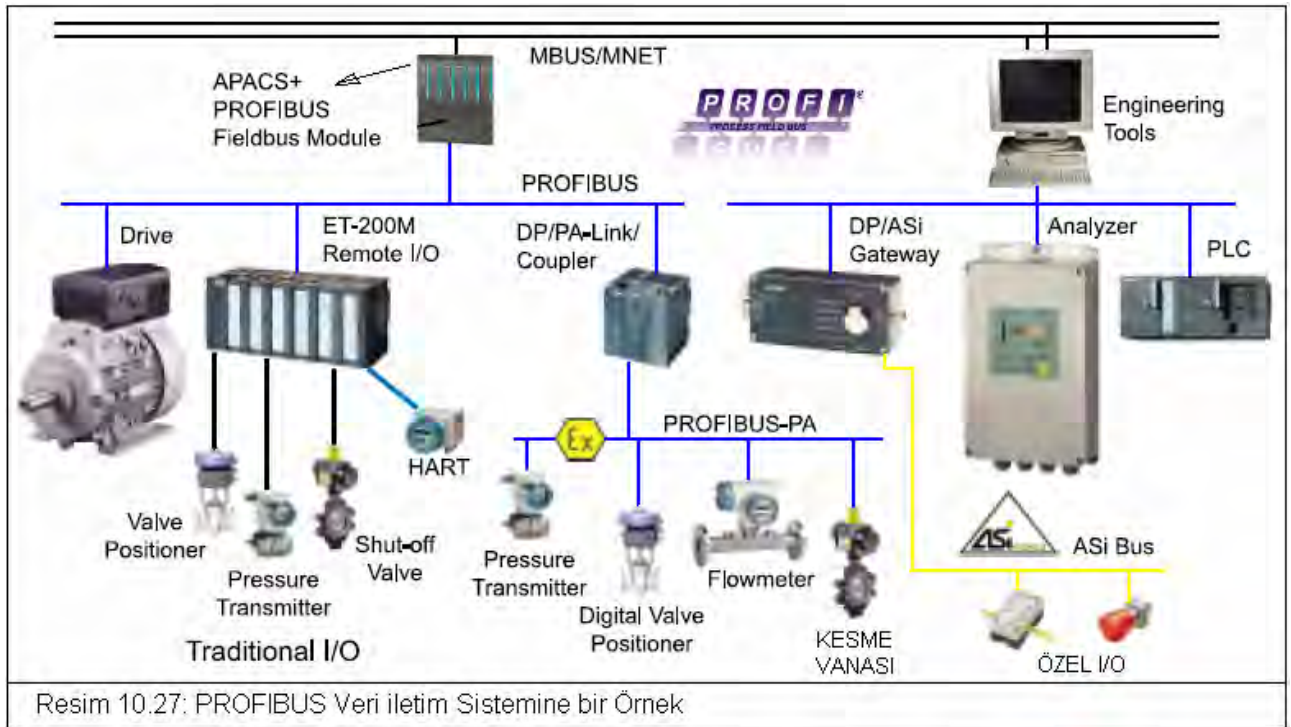
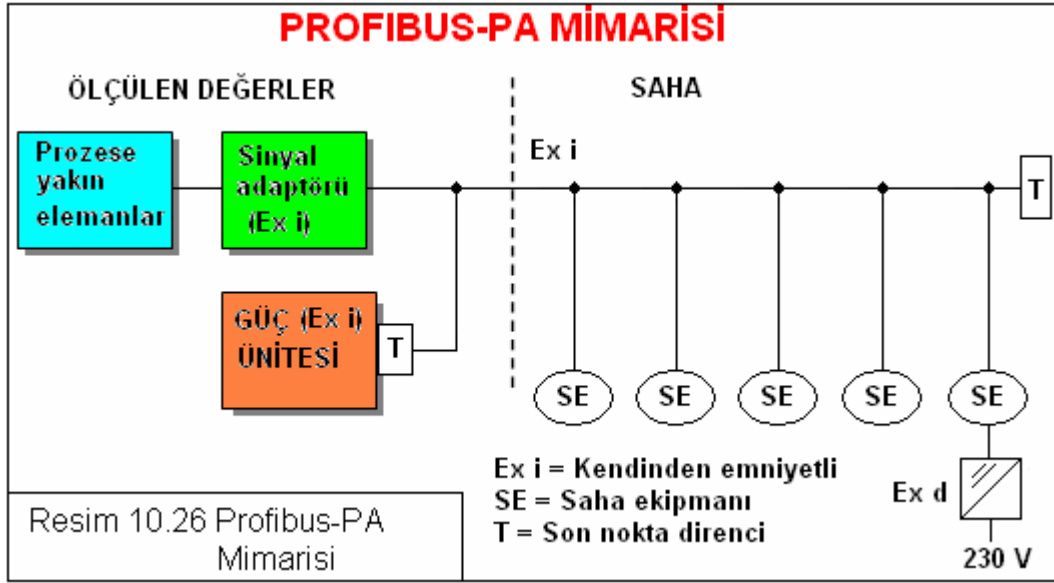
1. Ana kumanda kontrol veya izleme cihazı, MASTER PLC
2. Tali veya alt PLC ler. SLAVE PLC, sahadan bilgileri toplayan veya bilgi aktaran cihazlar.
3. SLAVE e bilgi aktaran veya SLAVE den bilgi alan, duyurga, dedektörler, valf, ısı çift ve saire gibi SAHA CİHAZLARI



Bilgiler duyargalardan genelde transmitterler vasıtası ile 4-20 mA olarak gelirler. Önceki bölümlerde de bahsettiğimiz gibi, bilgi her zaman 4-20 mA yani analog olarak gelmeyebilir. Doğrudan akıllı sensörler vasıtası ile sayısal olarak da aktarılabilirler. Olaya MASTER tarafından baktığımızda, gelen veya giden bilgiler daima sayısaldır. Resim 10.25, 26, 27, 28 de görüldüğü gibi mastere bağlı olan sayısal PLC ler, doğrudan bir ölçü algılayıcısı olabildikleri gibi, birçok dedektörü içeren geniş kapsamlı bir PLC de olabilmektedirler. Eğer bir sensör doğrudan sayısal bilgi aktarım hattına bağlı, tak kullanımdan 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, elektroteknik 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.

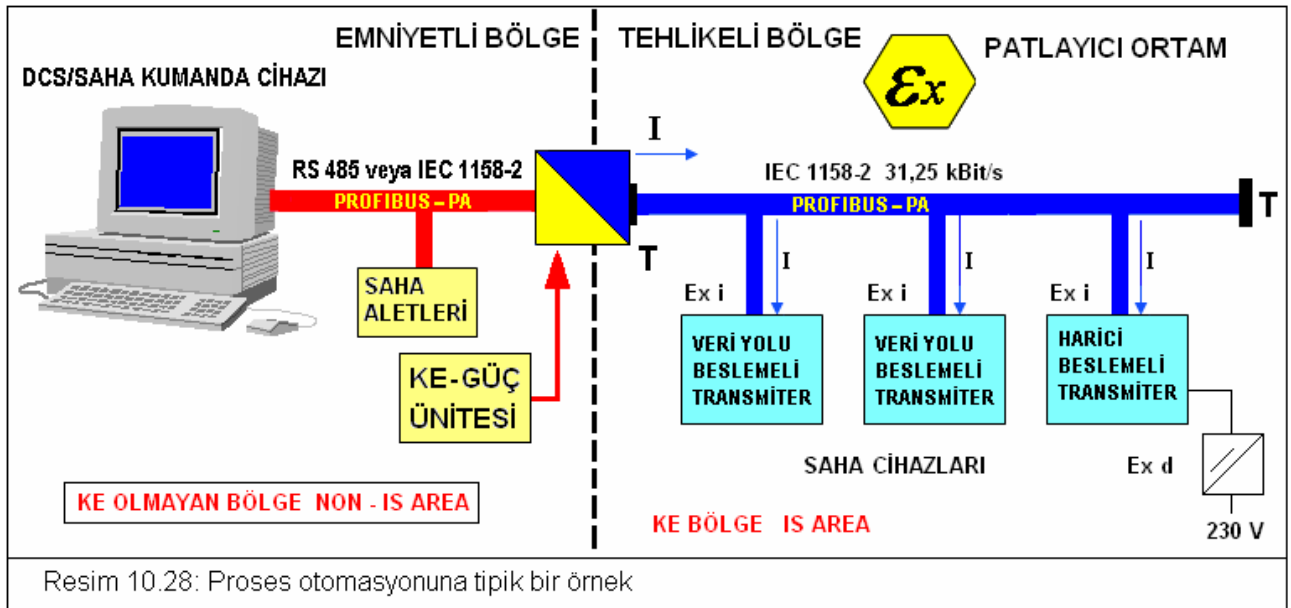
Bir fikir vermek üzere yazımıza eklediğimiz resimlerde görüleceği gibi (Resim 10.25, 10.26, 10.27, 10.28) veri iletim sistemleri farklı yapıda olabildikleri gibi, farklı iletim teknik ve protokolleri kullanarak data iletmektedirler. Yazımızın bu sürümünde bu gibi veri iletim tekniklerine girilmeyecek olup, doğrudan veri iletim yollarının nasıl KE yapılabildiği ve nelere dikkat edilmesi gerektiği gibi hususlar izah edilmeye çalışılacaktır. Ölçü ve algılama

sistemleri bölüm 9 da ele almış ve 4-20 mA transmitterlerin KE bariyerler yardımı ile nasıl KE yapılabileceği izah edilmiştir. Yazımızın bu bölümünde ise veri iletim yollarının nasıl KE yapıldığı açıklanmaya çalışılacaktır.



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 ortamdaki 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. Nasıl olsa kabloların L ve C değerleri düşük, sorun yoktur gibi düşünebilirsiniz. Fakat konu veri iletimi (data nakli) olunca işin içine yüksek frekans, uzaklık ve

mesafe girmektedir. Çünkü veriler, mümkün olduğunca uzak mesafelere ve yine mümkün olan azami hız ve sürat da 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 data 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 ulaşılabilir. Fakat hızlı bir proses otomasyonu için ideal mesafe 1000 m kadardır ki, kimya sanayi için bu mesafeler fazlası ile yeterlidir. Mesafe sorunu geniş üretim alanı olan büyük yer altı madenlerinde gündeme gelmektedir. Buralarda ise PLC veya sensörler veri iletim hattı üzerinden beslenmemekte, her cihaza ayır ayrı harici besleme ünitesi bağlanmaktadır.



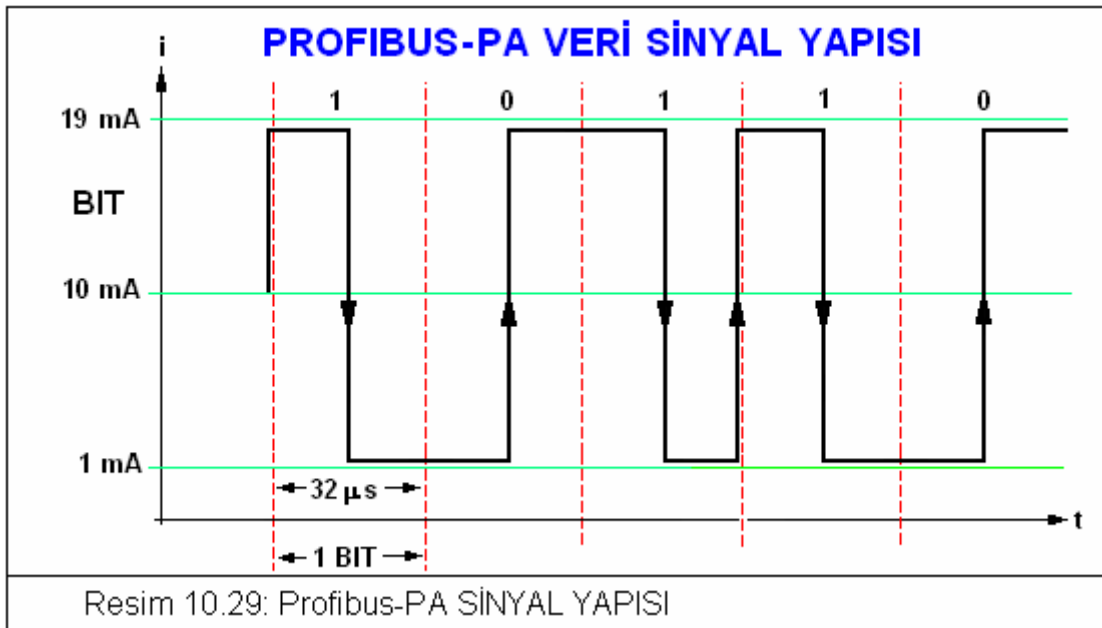
FISKO

FISCO, Profibus-PA veri iletim sisteminin kendinden emniyetlilikle ilgili özel bir uygulama metodudur. Federal Alman test otoritesi (notified body) PTB (Phisikalisch Technische Bundestanstalt. Braunschweig) öncülüğünde geliştirilmiştir. İngilizce “Fieldbus Intrinsically Safe Concept” kelimelerinin baş harflerinden oluşur. 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 explosive gas 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)

FISCO ya uygun saha cihazlarının akım tüketimi en fazla 10 mA, endüktivite (Li<10 µH) on milihenri ve kapasiteleri de (Ci<5nF) beş nona faradı geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu özellik (FISCO uyumluluğu) notified body tarafından verilen sertifikada belirtilmiş olmalıdır. FISCO ya uygun veri iletim sistemi tasarlanırken, 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. FICCO da kullanılan veri hızı IEC 61158-2 de ön görüldüğü gibi 31,25 kBit/s dir. Kullanılan kablo yazımının devamında özelliği verilen A tipi kablolardır. Bu şartlarda veri iletim mesafesi gaz gruplarına ve kendinden emniyetlilik güvenlik seviyesine (Ex-ia, Ex-ib) göre değişmektedir. En tehlikeli gaz olan asetilen ve hidrojen grubunda (Ex-II C) ve ia güvenlik seviyesinde mesafe 1000 m kadar olmaktadır. Bu mesafelerin nasıl hesaplandığı yazımının devamında verilen örnekte izah edilmeye çalışılacaktır.

Profibus-PA veya FISCO veri iletiminde kullanılan sinyal yapısı resim 10.29 da görüldüğü gibi 10 mA y (mili amperi) geçmeyecek şekilde 9 mA olarak tasarlanmış olup, BIT süresi 32 mikro saniye ve voltaj 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-II C gaz grubunda ve Ex-ia güvenlik seviyesinde en fazla 10 saha ekipmanı veri iletim hattına bağlanabilmektedir. EX-II B gaz grubunda Ex-ib güvenlik seviyesinde bu sayı 32 adet saha ekipmanına kadar yükselebilmektedir. Çünkü Ex-II B gaz grubu (veya toz grubu) daha yüksek akımlarda çalışan güç ünitelerine müsaade etmektedir.

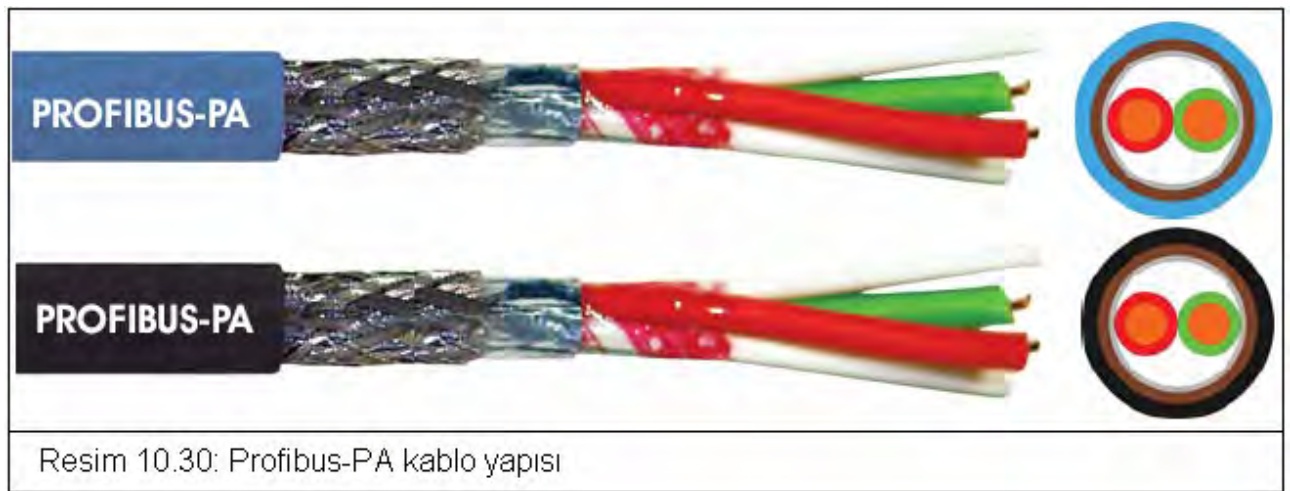
PROFIBUS – PA KABLOSU

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 mm²) piyasaya sürülmektedir. Kablolar kesit olarak imalatçıdan imalatçıya farklı ise de empedans, kapasitans, endüktans gibi KE açısından bizi ilgilendiren değerler pek fazla değişmektedir. 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 birlerine 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 elektrik özellikleri:

Empedans (Impedance)	= 100 +-20 Ω (80 – 120 Ω)
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
Çalışma gerilimi	= 300 V
Test gerilimi	= 1500 V

Resim 10.30 da görüldüğü gibi Profibus-PA kablosu ekranlıdır ve iyi bir manyetik uyumluluk (EMC) için ekranlar topraklanmalıdır. Veri iletim hattı hem başında ve hem de sonunda özel bir empedans ile sonlandırılır. IEC 61158-2 ye göre yapılan iletişimde (100 Ω + 1nF) bir kombinasyon kullanılır. 9 pimden oluşan RS485 protokolünde sonlandırma dirençleri farklıdır. Data A-data B arası 220 Ω , data B-+5Volt ve data A-şase hattı arası 390 Ω bağlanır.



Resim 10.30: Profibus-PA kablo yapısı

Veri iletimi üzerine bilgisi olan bir kişi yazımızı okuduğunda, “bu yazar ne mesafesinden bahsediyor, mesafe sınırlamasını da ilk defa duyuyorum” şeklinde düşünüyor olabilir. Eğer fiber optik kablo kullanılır ise mesafeler ister istemez uzar. Aşağıdaki tabloda görüleceği gibi kilometreleri aşabilir.

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 HCS 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 (single mode) Cam elyaf	10/125	1300 mn
PFC ve HCS firma markalarıdır			

ÖRNEK 1

Ex-II C gaz grubunda bulunan hidrojen ortamında ve Zon 0 da çalışacak yani Ex-ia güvenlik seviyesinde olan bir ortamda çalışan bir PROFIBUS-PA veri iletim sistemi kurulacaktır. Kullanılacak ekipmanlar hakkındaki bilgiler aşağıdaki gibidir:

- 1) Saha aletleri verileri : Çalışma gerilimi **24 VDC**,
Çalışma akımı (azami akım I_{sc}) = 10 mA
Endüktans $L_i < 10 \mu H$
Kapasitans $C_i < 5 nF$
Ex özelliği : Ex-II C ia T6 sertifikalı
- 2) Sonlandırma empedansı : $100 \Omega + 1 nF$
Ex özelliği : Ex-II C ia T6 sertifikalı
- 3) Profibus-PA kablosu : Endüktansı $L_o = 0,65 mH/km$
Kapasitansı $C_o = 60 nF/km$
Damar Kesiti = $1,3 mm^2$
Çevrim direnci = $27,5 \Omega/km (2 \times 13,74)$
Empedans = $100 \pm 20 \Omega/km$
Ex özelliği : açık mavi renkli, yanmayı iletmeyen,
halojensiz kablo (kablolarda ex sertifikası olmaz)
- 4) Güç Ünitesi : Çalışma gerilimi : 24 VDC
Çalışma akımı :
Kısa devre akımı I_{sc} azami akım :
Ex özelliği : Ex-II C ia T6 sertifikalı
Devresine bağlanabilecek azami kapasitans : C_o
“ “ “ endüktans : L_o

SORU : Ex-II C gaz grubuna ve ia güvenlik seviyesine göre

- 1) Güç ünitesinin değerleri ne olacaktır?
- 2) Saha aletlerinin sayısı azami ne kadar olabilir?
- 3) Kablo boyu dolayısı ile data iletim mesafesi azami kaç metre olabilir?

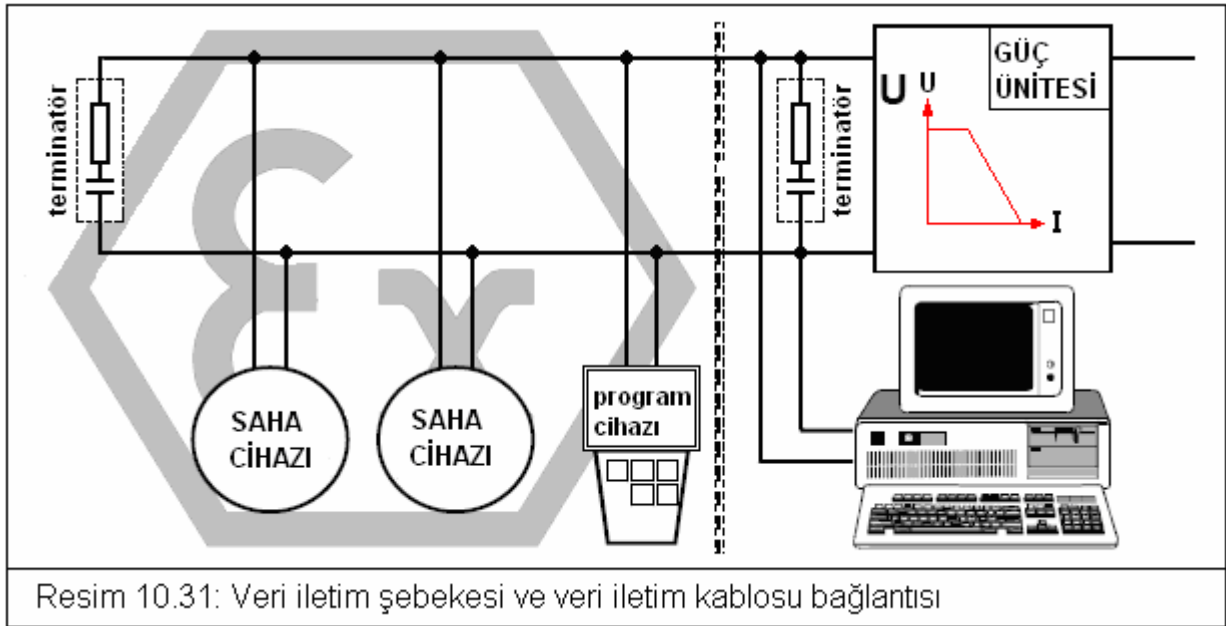
Sistemdeki saha aletlerinin çalışma gerilimi belli olduğuna göre nominal gerilimi 24 Volt olan herhangi bir KE güç ünitesi kullanmamız maalesef mümkün değildir. Kendinden emniyetliliğin esaslarına ve özellikle EN 50014 (IEC 60079-0) (genel hususular) ve EN 50020 (IEC 60069-11) şartlarına dikkat etmemiz gerekir. Bilindiği gibi kendinden emniyetlilikte elektrik değerlerinin hemen tamamı sınırlıdır. Burada yalnızca çalışma gerilimi 24 Volt olarak belirlidir.

Güç ünitesini belirlerken gerilim düşümüne dikkat edilmesi ve dolayısı ile 24 Voltan daha yüksek çıkışlı bir güç ünitesi seçilmesi gerekir. $\pm 10\%$ gerilim değişimine her elektrikli alet dayanmak zorundadır. Elektronik cihazlar gerilim dalgalanmalarına daha da dayanıklıdır. Burada göz önüne alınan gerilim dalgalanmasından ziyade gerilim kaybı dolayısı ile bazı cihazlarda yüksek bazı cihazlarda da düşük gerilim olması ihtimalidir. Bu nedenle çitayı 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% atış). 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 ve prensip olarak aşağıdaki resim 10.31 deki gibidir.

EN 50020 (IEC 6079-11) standardındaki ateşleme eğrilerine ve yine ateşleme akım ve kapasitanslarını veren tablo A1 ve A2 ye baktığımızda, Ex-II C 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 = 1383 m) ve 1380 metrede tıkanıdığı 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 düşümünü dikkate aldığımızda durum ne olacaktır? Gerilim düşümü $dV = I \times R = I \times L \times 27.5$ formülü ile hesaplanmakta olup, bu değer 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. Excel 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 belirli olmayacağı yönündedir. Her ne kadar bu tabloda örneğin 4 adet cihaz için 3,65 km mesafe gözüküyor ise de EN 50020 çizelge A2 verilen 83 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	4 V 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	0,1	4,02	1,45
27,5	1,32	11	0,11	3,99	1,32
27,5	1,21	12	0,12	3,99	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 1000 m mesafe kabul etmişlerdir ki bizce de optimum olan budur. Sonuç olarak bu örnekte 28 Volt nominal gerimle çalışan bir KE güç ünitesi seçmek yeterli olacaktır.

SONUÇ : Seçilen güç ünitesi gerilimi $U= 28$ VDC, akımı $I_{sc}= 181$ mA ve bağlanabilecek kapasitans $C_o=83$ nF olacaktır.
Saha alet sayısı = 10
İletim Mesafesi = 1000 m

ÖRNEK 2

Örnek 1 deki alet sayısını artırmamız için güç ünitesinin gerilimini düşürüp akımını artırmamız ve dolayısı ile de daha düşük gerilimde çalışan saha ekipmanı kullanmamız yeterli olacaktır. Aşağıda benzer bir örnek incelenmiştir.

- 1) Saha aletleri verileri : Çalışma gerilimi **12 VDC**,
Çalışma akımı (azami akım I_{sc}) = 10 mA
Endüktans $L_i < 10$ μ H
Kapasitans $C_i < 5$ nF
Ex özelliği : Ex-II C ia T6 sertifikalı
- 2) Sonlandırma empedansı : $100 \Omega + 1$ nF
Ex özelliği : Ex-II C ia T6 sertifikalı
- 3) Profibus-PA kablosu : Örnek 1 deki kablunun aynısı

SORU : Güç ünitesi seçimi, azami saha alet sayısı ile veri iletim mesafesinin belirlenmesi

2 Volt gerilim düşümü (%16) dikkate alınarak 12 Volt yerine 14 Volt çıkışlı bir güç ünitesi hedeflenecektir. EN 50020 çizelge A1 de 14 Volt için 1,2 Amper ve çizelge A2 de de 0,73 μ F 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 C_o kapasitansı 0,73 μ F 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 mesafesini gerilim düşümünün belirlediği anlaşılmaktadır. 1 adet saha ekipmanı olsa dahi mesafe 7 km'yi aştığında gerilim kaybı 2 voltun üstüne çıkmaktadır. 100-120 saha aleti bağlandığında 60-70 cm gibi komik mesafelerle karşılaşılacaktır. Buradan çıkan sonuç verilen örnekte hem cihaz sayısının ve hem de iletim mesafesinin gerilim düşümü tarafından belirlendiğidir. Sonuç olarak mantıklı mesafelerin 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	0,1	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
27,5	0,36	20	0,2	1,98	0,36
27,5	0,30	24	0,24	1,98	0,30
27,5	0,072	100	1,00	2,01	0,07
27,5	0,061	120	1,20	2,05	0,06

Sonuç : Seçilen güç ünitesi gerilimi $U=14$ VDC, akımı $I_{sc}=1,2$ A ve
Bağlanabilecek dış devre kapasitansı $C_o=0,73$ μ F
Saha alet sayısı : 10
İletim mesafesi : 700 m

Bu iki örnekten çıkarılan sonuç ise düşük gerilimli ve yüksek akımlı cihaz seçmenin pek faydalı olmayacağı yünündedir. Ayrıca akım arttıkça elektronik cihazların fiyatı da artacaktır.

Bu ve benzeri örnekleri çoğaltmamız mümkündür. Ex-II B grubuna 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 tasarlanmasını 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 leri 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 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 hemen her şeye hakim tecrübeli uzman sayısı ise çok daha da azdır.

Yazan : Elektrik Yük. Müh. M. KEMAL SARI

EYLÜL 2007

KAYNAKÇA

1. Intrinsic Safety in Coal Mines, J.R.Hall, 1985
2. Intrinsic Safety, E.C. Magison, 1984
3. Colliery Electrician N.C.B. 1976
4. Handbuch für Explosionsschutz, BBC, 1971
5. Elektrische Ausrüstungen in explosionsgefaerdeten Betriebsstaetten, VDE, 1975
6. Siemens S7-300, M7-300, ET 200M, Automation Systems Principle of Intrinsically-Safe Designe
7. Intrinsic safe circuit designe, Cooper Crouse-Hinds, www.crouse-hinds.com.
8. Nachweis der Eigensicherheit. CAMILLE BAUER firmasının internet sitesinden alınan Volker Pohl, imzalı yazı.
9. SAMSON AG firmasının www.samson.de internet sitesinden alınan "technical information PROFIBUS-PA" adlı yazısı
10. Engineers Guide, Pepperl+Fuchs firması yayını.
11. Profibus Nutzerorganization yayınları www.profibus.com sitesinden

EK 01 : YANICI, PARLAYICI ve PATLAYICI MADDELERİN ÖZELLİKLERİ

YANIC GAZ ve BUHARLAR						
Adı	Formülü	Patlama sınırı		Parlama noktası	Buhar yoğunluğu	Patlama sıcaklığı
		LEL *)	UEL *)	°C	Hava=1	°C
ALKOLLER						
Metil alkol	CH ₃ OH, metanol	5.5 (6.7)	44 (36)	+11	1.1	464
Etil alkol	CH ₃ CH ₂ OH, etanol	3.3	19	+13	1.59	363
Propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	2.2	14			
ESTERLER						
Ethyl Acetat	CH ₃ COOC ₂ H ₅	2.2	11			
ETERLER						
Ethyl Ether	CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	1.85	48 (36)	-40	2.56	170
Methyl Ether	CH ₃ OCH ₃	3.4	27			
Karbon hidratlar						
Metane	CH ₄	5.0	15	gaz	0.55	538
Propan	CH ₃ CH ₂ CH ₃	2.1	9.5 (10)	gaz	1.5	450
Butan	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	1.8	8.4-9.0	gaz	2.0	410
Hexan	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	1.2	7.4	-22	2.97	233
Heptan	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	1.05	6.7			
Acetilen	HC≡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 ₆ H ₅ CH ₃	1.2	7.1	+4	3.14	535
Xylene	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	1.1	6.4			
Ethylene Oxide	CH ₂ OCH ₂	3.6	100			
KETONLAR						
Acetone	CH ₃ COCH ₃	2.6	12.8-13	-18	2.00	535
Methyl Ethyl Ketone	CH ₃ COC ₂ H ₅	1.4	10			
İnorganik gazlar						
Carbon Monoxide	CO	12.5	74	gaz	0.97	570
Hydrogen Sulfide	H ₂ S	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 disülfid		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 yanlışığa 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 sınırı (Lower explosive limits)

UEL = Gazların üst patlama sınırı (Upper explosive limits)

Flash point = Sıvıların patlama noktası, patlayabilecek kıvamda buhar oluşan sıcaklık

Vapour density = Buhar yoğunluğu, 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 volume	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					

YANICI 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 < Tf < 200 °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 petroler
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
	°F	°C				
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)
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				

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 amil 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	MIBK, Hexone	73	246	1.4	7.5	3.5	100

Ketonlar							
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-Ethoxyethanol 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 alüminyum tozu ile karıştırlarsa tehlikeli olabilirler.

TOZLAR

TOZ CİNSİ	PATMA ISISI	
	BULUT	5 mm film
Alüminyum	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, kırıntısı	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 toz 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	89	7,5	71	50

(76 % organik bileşenli)				
Mısır nişastası	10	9	200	10
Paraformaldehid **)	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
Netzschwefel	31	6,1	116	0,01

*) 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 (% hacim 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. K_{st} 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 kuvvetli patlayıcı.

GAZ GRUPLARI ve SINIFLANDIRMA

ABD kaynaklı eski ve yeni sınıflandırma aşağıdaki tabloda görülmekte olup, orijinal İngilizce metin aynen muhafaza edilmiştir.

HAZARDOUS AREA CLASSIFICATIONS

PATLAYICI ORTAM SINIFLANDIRMALARI

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 Ethylamine, Ethyl mercaptan, Ethyl sulfide Hydrogen cyanide, Hydrogen sulfide, Morpholine 2-Nitropropane, Tetrahydrofuran Unsymmetrical dimethylhydrazine	IIB: Ethylene Ethyl Ether 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 (anhydrous) Ethylene dichloride, 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 isobutyl ketone 2-methyl-1 propanol (isobutyl alcohol)	
2-methyl-2 propanol (tertiary butyl) Petroleum naphtha, Pyridine, Octanes, Pentanes 1-pentanol (amyl alcohol), 1-propanol (propyl alcohol) 2-propanol (isopropyl alcohol) Propylene, Styrene, Toluene, Vinyl acetate Vinyl chloride, Zylens (o-xylene)	

Class I Temperature Codes ISI GRUPLARI

Division 1 and 2	Zone 0, 1 and 2
T1 (<450°C)	T1 (<450°C)
T2 (<300°C)	T2 (<300°C)
T2A, T2B, T2C, T2D (<280°C, <260°C, <230°C, <215°C)	
T3 (<200°C)	T3 (<200°C)
T3A, T3B, T3C (<180°C, <165°C, <160°C)	
T4 (<135°C)	T4 (<135°C)
T4A (<120°C)	
T5 (<100°C)	T5 (<100°C)
T6 (<85°C)	T6 (<85°C)

	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	IEC 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 60079-15pr	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 60079-15pr	EN 50021
	• Hermetically sealed, 'nC'	UL 2279, Pt.15	CSA-E79-15	IEC 60079-15pr	EN 50021
	• Any Class I, Zone 0 or 1method	----	----	----	----
	• 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 <i>Example: Class I, Division 1, Group C & D, T4A</i>
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 <i>Example: Class I, Zone 1, Ex de IIB T4</i>
Method B: For Zone Listings based on UL or CSA Division Certification Documents Class, Zone(s), Gas Group, Temperature Code <i>Example: Class I, Zone 1, Group IIB, T4</i>
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 <i>Example: Ex de IIB T4</i>
Zone 0, 1 & 2 (Europe only) ---- This marking would include: EEX, Protection Method(s), Gas Group, Temperature Code <i>Example: EEX de IIB T4</i>

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 olabileceği (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. <i>[Only achievable by Intrinsically safe, 'ia' (2 fault)]</i> 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 olabileceği (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 – 2 : PATLAYICI ORTAMLARLA İLGİLİ STANDARTLAR

PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK ALETLERİ İLE İLGİLİ STANDARTLAR		
IEC 60079-0	Genel hususlar	EN 50014
IEC 60079-1	d-Tipi koruma	EN 50018
IEC 60079-2	p-Tipi koruma	EN 50016
IEC 60079-4	Ateşleme sıcaklığı tespiti test yöntemleri	
IEC 60079-5	q-Tipi koruma	EN 50017
IEC 60079-6	o-Tipi koruma	EN 50015
IEC 60079-7	e-Tipi koruma	EN 50019
IEC 60079-10	Patlayıcı ortamların sınıflandırılması	
IEC 60079-11	i-Tipi koruma	EN 50020
IEC 60079 -12	Gaz ve buharların maksimum deneysel emniyet açıklığı MESG ve minimum ateşleme akımına MIC göre sınıflandırılması	
IEC 60079-13	Basıncı korunmuş (p-tipi) oda ve tesislerin yapımı ve kullanımı	
IEC 60079-14	Elektrikli aletlerin patlayıcı ortamlara yerleştirilmesi (madenler hariç)	
IEC 60079-15	n-Tipi koruma	EN 50012
IEC 60079-16	Analiz odalarının korunma maksadı ile havalandırılması	
IEC 60079-17	Patlayıcı ortamlardaki (madenler hariç) elektrikli aletlerin gözetim ve bakımları	
IEC 60079-18	m-Tipi koruma	EN 50028
IEC 60079-19	Ekipmanların tamir bakım ve düzeltilmesi	
IEC 60079-20	Elektrikli aletler için lüzumlu olan patlayıcı gaz ve buhar verileri	
IEC 60079-25	i-Tipi korumuş sistemler	EN 60079-25
IEC 60079-26	Tehlike bölgesi 0 (Zon 0) için elektrik ekipmanı	EN 50284
IEC 60079-27	Veri yolu, Data nakli FISCO ve FNICO	EN 60079-27
IEC 60079-28	Optik ışık kullanan veri yolu ve cihazların korunması	EN 60079-28
	TOZ İLE İLGİLİ STANDARTLAR	
IEC 61241-0	Genel hususlar	EN 50281-1-1
IEC 61241-1	tD-Tipi koruma	EN 50281-1-1
IEC 61241-4	pD-Tipi koruma	
IEC 61241-10	Patlayıcı ortamların sınıflandırılması	
IEC 61241-11	iD-Tipi koruma	
IEC 61241-14	Yerleştirme	
IEC 61241-17	Bakım onarım	
IEC 61241-18	mD-Tipi koruma	
IEC 61241-2-1	Minimum ateşleme ısı test metodları	
IEC 61241-2-2	Toz abakısı direnç (dayanım) test metodları	
IEC 61241-2-3	Minimum ateşleme enerjisi test metodları	
	ELEKTRİKLİ OLMAYAN CİHAZLAR	
EN 13463-1	Genel hususlar	
EN 13463-2	fr-Tipi koruma	
EN 13463-3	d-Tipi koruma	
EN 13463-4	g-Tipi koruma	
EN 13463-5	c-Tipi koruma	
EN 13463-6	b-Tipi koruma	
EN 13463-7	p-Tipi koruma	
EN 13463-8	k-Tipi koruma	

EK-3

DÜNYA ÜLKELERİNİN TANINMIŞ TEST LABORATUVARLARI ve YETKİLİ SERTİFİKA OTORİTELERİ

Ülke	Bulunduğu Şehir	Teşkilatın kısa yazılışı
CH, İsviçre	Zürih	SEV
PL, Polonya	Mikolów	Barbara
HU, Macaristan	Budapeşte	BKI
SI, Slovenya	Ljubljana	SIQ
HR, Hırvatistan	Zagreb	S-Komisija
Bosnia, Bosna	Sarajevo	BA-Ex Commission
RO, Romanya	Petrosani	INSEMEX/ SCEEx
BG, Bulgaristan	Sofya	Minproject
UA, Ukrayna	Makejevka	MakNII
UA, Ukrayna	Donezk	ISZVE (TCCexEE)
RU, Rusya	Kemerovo	VostNII
RU, Rusya	Moskova	IGD
RU, Rusya	Moskova	SERTIUM
RU, Rusya	Mendeleyevo	VNIIFTRI
RU, Rusya	Arsamas 16	VNIIEF
US, ABD	Norwood, MA	FMRC
US, ABD	Northbrook, IL	UL
US, ABD	Triadelphia, WV	MSHA
CA, Kanada	Rexdale & Edmonton	CSA
CA, Kanada	Ottawa	CANMET
BR, Brezilya	Rio de Janeiro	CEPEL
AR, Arjantin	Buenos Aires	INTI
AU, Avustralya	Redbank, QLD	SIMTARS
AU, Avustralya	Londonderry, NSW	TestSafe Australia
AU, Avustralya	Sydney, NSW	QAS
JP, Japonya	Onogawa	NITE
JP, Japonya	Tokyo	TIIS
CN, Çin	Shanghai	NEPSI
CN, Çin	Tschungking	CCMRI
CN, Çin	Nanyang	NEPEARI
KR, Kore	Seoul	KTL
KR, Kore	Inchon	KOSHA
IN, Hindistan	Calcutta	ERTL (East)
IN, Hindistan	Dhanbad	CMPD
ZA, Güney Afrika	Pretoria	SABS

*) I= maden sanayi, I.grup gazlar, II= maden sanayi dışındaki diğer sanayi kollarını, II.grup gazlar

ONAYLANMIŞ KURULUŞLAR NOTIFIED BODIES

Avrupanın tanınmış test ve sertifik kuruluşları

Ülke	İsim ve Adres	Tanım No
Avusturya	TÜV Österreich TÜV-A, Deutschstr. 10, A - 1230 Wien http://www.tuev.or.at/	0408
Belçika	Institut Scientifique des Services Publics (ISSEP) Siège de Colfontaine 60 rue Grande, B - 7340	0492
ÇEK Cumhuriyeti	Fyzikalne Technicky Zkusebni Ustav S.P. Pikartská 7, 716 07 Ostrava-Radvanice	1026
Danimarka	DEMKO A/S, Lyskoer 8 Postboks 514, DK-2730 Herlev http://www.demko.dk/	0539
Danimarka	Teknologisk Institut, Teknologiparken	0396

	Kongsvang Allé 29, DK 8000 Århus C	
Finlandiya	VTT Industrial Systems (VTT Toutteet Ja Tuotanto) P.O. Box 13071, FIN - 33101 Tmpere	0537
Fransa	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques – INERIS, Parc Technique, ALATA, BP 2 F - 60550 Verneuil en Halatte http://www.ineris.fr/	0080
Fransa	Laboratoire Central des Industries Electriques – LCIE Avenue du Général Leclerc, 33 F - 92266 Fontenay-aux-Roses Cedex, http://www.lcie.fr/	0081
Almanya	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Bundesallee 100, D - 38116 Braunschweig, http://www.ptb.de	0102
Almanya	DMT - Deutsche Montan Technologie GmbH Technologiepark 1, D - 45307 Essen	0158
İtalya	CESI - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Giacinto Motta SpA, Via Rubattino 54, I - 20134 Milano	0722
Luxsem-burg	Société Nationale de Certification et d'Homologation s.a.r.l. 11 Route de Sandweiler L - 5230 Sandweiler	0499
Hollanda	KEMA Quality B.V. Utrechtseweg 310 Postbus 9035 NL - 6800 ET Arnhem http://www.kema.nl/	0344
Polonya	Ośrodek Badań i Certyfikacji "OBAC" Sp. z o.o.	1461
Slovakya	EVPU, a.s. , SKTC 101, EVPU, JSC, Trenčianska 19 SK – 018 51 Nová Dubnica http://www.evpu.sk/	1293
Slovakya	Technická inšpekcia (TI) Vazovova, 7/A SK-81107 Bratislava	1354
İspanya	Laboratorio Oficial Jose Maria de Madariaga (LOM) Calle Alenza 1 – 2, E - 28003 Madrid http://www.lom.upm.es/	0163
İsveç	Swedish National Testing and Research Institute SP Box 857, S - 50115 Borås http://www.sp.se/	0402
Britanya	BSI Product Services, Maylands Avenue, Hemel Hempstead Herts UK - HP2 4SQ	0086
Britanya	SIRA Certification Service Sira Test and Certification Limited South Hill, Chislehurst–Kent GB - BR7 5EH http://www.siraservices.co.uk/	0518
Britanya	Baseefa (2001) Ltd, Health and Safety Laboratory Site Harpur Hill, GB - SK17 9JN Buxton-Derbyshire	1180
Norveç	NEMKO AS Gaustadalleen 30 P.O. Box 73 Blindern N - 01314 Oslo, http://www.nemko.com/	0470
İsviçre	Swiss Electrotechnical Association (SEV) Luppmenstrasse, 1 CH - 8320 Fehraltorf	1258

EK – 4 ATEX YÖNETMELİKLERİ

ATEX 100 a

Yönetmelik

Sanayi ve Ticaret Bakanlığında: Resmi Gazete: 25.10.2002, 24919
Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (94/9/AT)

BİRİNCİ BÖLÜM Amaç, Kapsam, Dayanak, Tanımlar

Amaç

Madde 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 — Bu Yönetmelik, muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemleri kapsar.

Ayrıca, muhtemel patlayıcı ortamlar dışında kullanılan, ancak patlama tehlikelerine karşı teçhizatın ve koruyucu sistemlerin emniyetli çalışması için gerekli olan veya buna katkı sağlayan emniyet cihazları, kumanda cihazları ve düzenleyici (regülatör) cihazlar da bu Yönetmeliğin kapsamı dahilindedir.

Bu Yönetmelik aşağıdakileri kapsamaz:

- Tıbbi bir ortamda kullanılacak olan tıbbi cihazlar,
- Patlama tehlikesinin sadece patlayıcı maddelerin veya kararsız kimyasal maddelerin bulunmasından kaynaklandığı teçhizat ve koruyucu sistemler,
- Muhtemel patlayıcı ortamların yalnızca kazayla gaz sızıntısı sonucu nadiren oluşabileceği ev ortamında ve ticari olmayan ortamlarda kullanılan teçhizatlar,
- Kişisel Koruyucu Donanım ile İlgili Yönetmelik (89/686/AT) kapsamındaki kişisel koruyucu teçhizatlar,
- Üzerindeki teçhizatlarla birlikte açık denizde seyreden gemiler ve kıyıda uzakdaki seyyar üniteler,
- Ulaşım vasıtaları; yalnızca yolcuların havayolu, karayolu, demiryolu veya su yolu ile taşınmasına yönelik taşıtlar ve bunların römorkları ile malların havayolu, devlet karayolu, demiryolu veya su yolu ile taşınması için tasarlanmış olan nakil vasıtaları, (Muhtemel patlayıcı bir ortamda kullanılacak taşıtlar bu Yönetmelik kapsamından hariç tutulmayacaktır.)
- Ülkemizin güvenliği açısından lüzumlu olan silah, mühimmat ve savaş malzemeleri.

Dayanak

Madde 3 — Bu Yönetmelik, 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanuna dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

Madde 4 — Bu Yönetmelikte geçen;

- Bakanlık : Sanayi ve Ticaret Bakanlığını,
- Müsteşarlık: Dış Ticaret Müsteşarlığını,
- Komisyon : Avrupa Birliği Komisyonunu,
- Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Kullanılacak Teçhizat: Yönetmelikte sadece, "teçhizat" olarak ifade edilecektir. Malzemenin işlenmesi için ayrı ayrı veya birlikte, enerjinin üretilmesi, aktarılması, depolanması, ölçülmesi, kontrolü ve dönüştürülmesi için kullanılacak olan ve muhtemel tutuşma kaynakları ile patlamaya yol açabilecek makine, aparat, sabit veya seyyar cihazlar, bunların kumanda aksamları ile cihazları ve algılama ya da koruma sistemlerini,
- Koruyucu Sistemler: Yeni başlamış patlamaları derhal durdurmak ve/veya patlama alevlerinin ve patlama basınçlarının etki alanlarını sınırlamak için düşünülmüş tasarım ünitelerini, (Koruyucu sistemler teçhizata entegre edilebilir veya bağımsız sistemler olarak kullanılmak üzere ayrı olarak piyasaya arz edilebilir.)
- Aksam: Teçhizatın ve koruyucu sistemlerin emniyetli çalışması için gerekli olan ancak bağımsız olarak işlevi olmayan herhangi bir parçayı,
- Patlayıcı Ortamlar: Ortam şartları altında, tutuşma oluştuktan sonra yanmanın tüm yanmamış karışıma yayıldığı gaz, buhar, buğu ya da toz halindeki yanıcı maddelerin hava ile karışımını,
- Muhtemel Patlayıcı Ortam: Yerel şartlar ve işletme şartları nedeniyle patlayıcı olabilen bir ortamı,
- Teçhizat Grupları ve Kategorileri: Gerekli koruma seviyesini tanımlayan teçhizat grup ve kategorileri Ek l'de açıklanmış olup;
- 1) I Nolu Teçhizat Grubu: Madenlerin yer altı bölümlerinde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları,

- 2) II Nolu Teçhizat Grubu: Patlayıcı ortamların tehlikeye düşürebileceği diğer yerlerde kullanılacak teçhizatlar için geçerli olanları,
- j) Onaylanmış Kuruluş: 4703 sayılı Kanun ve bu Kanunun uygulama yönetmeliklerinden Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ile Onaylanmış Kuruluşlara Dair Yönetmelik ve bu Yönetmelik hükümlerine göre bu Yönetmelik çerçevesinde uygunluk değerlendirme faaliyetinde bulunmak üzere test, muayene ve/veya belgelendirme kuruluşları arasından Bakanlık tarafından belirlenerek yetkilendirilen özel veya kamu kuruluşunu,
- k) Üretici: Bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizatı ve koruyucu sistemleri üreten, imal eden, ıslah eden veya ürüne adını, ticari markasını veya ayırt edici işaretini koymak suretiyle kendini üretici olarak tanıtan gerçek veya tüzel kişiyi; üreticinin Türkiye dışında olması halinde, üretici tarafından yetkilendirilen temsilciyi ve/veya ithalatçıyı; ayrıca, ürünün tedarik zincirinde yer alan ve faaliyetleri ürünün güvenliğine ilişkin özelliklerini etkileyen gerçek veya tüzel kişiyi,
- l) CE Uygunluk İşareti : Teçhizatın ve koruyucu sistemlerin, bu Yönetmeliğin şartlarına uygun olduğunu ve ilgili uygunluk değerlendirmesi işlemlerine tabi tutulduğunu gösteren işareti,
- m) Uygunluk Değerlendirmesi: Teçhizatın ve koruyucu sistemlerin, bu Yönetmelik hükümlerine uygunluğunun test edilmesi, muayene edilmesi ve/veya belgelendirilmesine ilişkin her türlü faaliyeti,
- n) AT Uygunluk Beyanı : Teçhizatın ve koruyucu sistemlerin, bu Yönetmeliğin şartlarına uygun olarak üretiminin yapıldığını belirten, üretici tarafından düzenlenen yazılı beyanı,
- o) AT Tip İnceleme Belgesi : Onaylanmış kuruluş tarafından incelenen teçhizatın, tipinin, bu Yönetmeliğin ilgili hükümlerine uygunluğunu tevsik eden belgeyi,
- p) Standart: Üzerinde mutabakat sağlanmış olan, kabul edilmiş bir kuruluş tarafından onaylanan, mevcut şartlar altında en uygun seviyede bir düzen kurulmasını amaçlayan, ortak ve tekrar eden kullanımlar için bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizatın, özellikleri, işleme ve üretim yöntemleri, bunlarla ilgili terminoloji, sembol, ambalajlama, işaretleme, etiketleme ve uygunluk değerlendirme işlemleri hususlarından biri veya birkaçını belirten ve uyulması ihtiyari olan düzenlemeyi,
- r) Uyumlaştırılmış Avrupa Standardı: Avrupa Birliği Komisyonunun talimatı üzerine bir Avrupa Standardizasyon Kuruluşu tarafından hazırlanan ve Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesinde yayımlanan standardı,
- s) Uyumlaştırılmış Ulusal Standart: Bir uyumlaştırılmış Avrupa Standardını uyumlaştıran ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından Türk Standardı olarak kabul edilip yayımlanan standardı,
- t) Ulusal Standart: Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan standartları,
- u) Piyasaya Arz: Ürünün tedarik ve kullanımı amacıyla bedelli veya bedelsiz olarak piyasada yer alması için yapılan ilk faaliyeti,
- ü) Piyasa Gözetimi ve Denetimi: Bakanlık tarafından, teçhizatın piyasaya arzı veya dağıtım aşamasında veya teçhizat piyasada iken bu Yönetmelik hükümlerine uygun olarak üretilip üretilmediğinin, güvenli olup olmadığının denetlenmesi veya denetletilmesini,
- v) Modül: Bu Yönetmelik gereğince, ürünün taşıdığı risklere göre hangi uygunluk değerlendirme işlemlerine tabi tutulacağını gösteren yollardan her birini,
- y) Ürün: Bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ve cihazları,
- z) Amaca Uygun Kullanım: Bu Yönetmeliğin kapsamına giren teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların Ek I'de açıklanan teçhizat grupları ve kategorilere ve emniyetli çalışabilmeleri için gerekli olan ve üretici tarafından sağlanan tüm bilgilere uygun olarak kullanılmalılarını, ifade eder.

İKİNCİ BÖLÜM Genel Şartlar, Standartlar

Genel Şartlar

Madde 5 — Teçhizat ve koruyucu sistemler aşağıda belirtilen şartları yerine getirmelidir.

- a) Bu Yönetmeliğin kapsamında bulunan teçhizat, koruyucu sistem ve cihazlar, kullanım amacı göz önünde bulundurularak, Ek II'de belirtilen asgari sağlık ve emniyet gereklerini karşılamalıdır.
- b) Beraberinde Ek X'da belirtilen AT uygunluk beyanı bulunan ve 8 inci maddede öngörülen CE uygunluk işaretini taşıyan bu Yönetmelik kapsamındaki cihazların ve beraberinde 7 nci maddenin (c) bendinde belirtilen uygunluk belgesi 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 belli bir patlayıcı ortam için tasarlanabilir. Bu durumda, bu teçhizat ve koruyucu sistemler buna göre işaretlenmelidir.
- d) Bakanlık, kişilerin ve özellikle de işçilerin bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ve cihazları kullanırken korunmalarını teminen lüzum gördüğü şartlar getirebilir. Ancak bu şartlar, söz konusu teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların veya aksamların bu Yönetmelikte öngörülme-yen bir yolla değiştirilmesini öngöremez.
- e) Bu Yönetmeliğin 6 ncı maddesinde belirtilen ve bir uyumlaştırılmış Avrupa standardını uyumlaştıran bir uyumlaştırmış ulusal standardın asgari emniyet ve sağlık şartlarından bir veya daha fazlasını kapsamaması halinde bu standarda uygun olarak, uyumlaştırılmış standartların bulunmadığı durumlarda ise yine aynı

maddede belirtilen ulusal standartlara uygun olarak üretilmiş olan bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların veya aksamaların bu Yönetmeliğin ilgili sağlık ve emniyet şartlarına uyduğu kabul edilir.

Standartlar

Madde 6 — Bu Yönetmelik kapsamına giren teçhizat, koruyucu sistem ve cihazlarla ilgili Türk Standardları Enstitüsünce belirlenen uyumlaştırılmış ulusal standartlar ile bunların referansları olan uyumlaştırılmış Avrupa standartlarının isimleri, referans numaraları ile bunlara ilişkin değişiklikler, bu standartların ilgili olduğu bu Yönetmelik belirtilmek suretiyle, Bakanlıkça Resmi Gazete’de yayımlanır. Bakanlık bu bilgileri Komisyona iletmek üzere Müsteşarlığa bildirir.

Uyumlaştırılmış ulusal standartların mevcut olmadığı durumlarda, Bakanlık bu Yönetmeliğe ek olarak çıkartılacak tebliğle Türk Standardları Enstitüsünce hazırlanan ulusal standartların isimleri ve numaralarını Resmi Gazete’de yayımlar ve bu standartların isimleri, numaraları ve metinlerini Komisyona iletmek üzere Müsteşarlığa bildirir.

Komisyonun uyumlaştırılmış standartların 5 inci maddede belirtilen şartları tam olarak karşılamadığını veya ulusal standartların söz konusu gerekleri artık karşılamadığını bildirmesi halinde bu standartların uygulamadan tamamen ve ya kısmen çekilmesi gerektiği hususundaki Komisyon görüşü Bakanlık tarafından değerlendirilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Uygunluk Değerlendirme Prosedürleri, CE Uygunluk İşareti, CE Uygunluk İşaretinin Haksız İliştirilmesi

Uygunluk Değerlendirme Prosedürleri

Madde 7 — Uygunluk değerlendirme prosedürlerine ilişkin hususlar aşağıda belirtilmiştir.

a) Gerektiğinde, bu Yönetmeliğin 2 nci maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen cihazlar da dahil olmak üzere, teçhizatın uygunluğunun değerlendirilmesi ile ilgili prosedürler aşağıdaki gibidir.

1) I ve II nolu teçhizat grubu, M1 ve 1 nolu teçhizat kategorisi;

Üretici, bu Yönetmeliğin 8 inci maddesinde belirtilen CE uygunluk işaretini iliştiirmek için Ek III’te belirtilen AT Tip İnceleme prosedürüne ek olarak;

- Ek IV’de belirtilen Üretim Kalite Güvencesine ilişkin prosedürü veya

- Ek V’de belirtilen Ürün Doğrulamasına ilişkin prosedürü takip eder.

2) I ve II nolu teçhizat grubu, M2 ve 2 nolu teçhizat kategorisi;

i) Üretici, bu grup ve kategorilerdeki içten yanmalı motor ve elektrikli teçhizat bakımından CE uygunluk işaretini iliştiirmek için Ek III’te belirtilen AT Tip İnceleme prosedürüne ek olarak;

- Ek VI’daki Tıpe Uygunluk Prosedürü veya

- Ek VII’deki Ürün Kalite Güvencesi Prosedürünü takip eder.

(ii) Bu grup ve kategorilerdeki diğer teçhizat bakımından üretici CE uygunluk işaretini iliştiirebilmek için Ek VIII’deki İç Üretim Kontrolü ile ilgili prosedürü takip eder ve aynı Ek’in 3 üncü maddesinde öngörülen dosyayı onaylanmış kuruluşa verir. Onaylanmış kuruluş bu dosyayı aldığı en kısa zamanda bildirir ve dosyayı muhafaza eder.

3) II nolu teçhizat grubu, 3 nolu teçhizat kategorisi;

Üretici, CE uygunluk işaretini iliştiirmek için Ek VIII’de belirtilen İç Üretim Kontrolü ile ilgili prosedürü takip eder.

4) I ve II nolu teçhizat grubu;

Üretici, CE uygunluk işaretini iliştiirebilmek için bu bendin (1), (2) ve (3) nolu alt bentlerinde belirtilen prosedürlere ek olarak, Ek IX’da açıklanan 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 iliştiirilmesi hariç, bu Yönetmeliğin 4 üncü maddesinde tanımlanan aksamalara da uygulanacaktır. Üretici tarafından nihai teçhizat veya koruyucu sistemler için geçerli asgari şartlara uyum sağlanmasına yardımcı olmak üzere aksamaların bu Yönetmeliğin kendileri için geçerli hükümlerine uygun olduğunu ifade eden ve özelliklerini ve teçhizat ya da koruyucu sistemlere nasıl dahil edileceğini gösteren bir belge düzenlemelidir.

d) Ayrıca, üretici CE uygunluk işaretini iliştiirmek için, Ek II’nin madde 1.2.7’sinde belirtilen emniyet hususları ile ilgili olarak Ek VIII’de belirtilen İç Üretim Kontrolü ile ilgili prosedürü izleyebilir.

e) Önceki bentlere rağmen, Bakanlık, haklı bir talep üzerine 2 nci maddenin ikinci fıkrasında belirtilen ve yukarıdaki bentlerde belirtilen prosedürlerin uygulanmadığı ve kullanımı koruma amaçlı olan teçhizatın, koruyucu sistemin ve müstakil cihazların piyasaya sürülmesine ve hizmete sokulmasına izin verebilir.

f) Yukarıda bahsedilen prosedürlerle ilgili belge ve yazışmalar Türkçe veya ilgili onaylanmış kuruluşun kabul edeceği bir dilde yapılır.

g) Teçhizat ve koruyucu sistemlerin, 8 inci maddede belirtilen CE uygunluk işaretinin iliştiirilmesini öngören diğer hususları kapsayan başka yönetmeliklere tabi olması halinde, bu işaret teçhizat ve koruyucu sistemlerin söz konusu başka yönetmeliklerin hükümlerine de uygun kabul edildiğini belirtecektir.

Ancak, bu yönetmeliklerden bir veya daha fazlasının üreticinin, bir geçiş dönemi içinde, hangi düzenlemelerin geçerli olacağını seçmesine izin vermesi halinde, CE uygunluk işareti yalnızca, üreticinin uyguladığı yönetmeliklere uygunluğu gösterecektir. Bu durumda, yönetmeliklerin öngördüğü ve teçhizat ve koruyucu sistemlerin beraberinde bulunan belgelerde, uyarılarda ya da talimatlarda söz konusu yönetmeliklerin Resmi Gazete’de yayımlandığı şekilde ayrıntıları verilmelidir.

CE Uygunluk İşareti

Madde 8 — CE uygunluk işareti ‘CE’ baş harflerinden oluşur. Kullanılacak işaretleme şekli Ek X’da gösterilmiştir. CE uygunluk işaretinin iliştilmesinde ve kullanılmasında 17/1/2002 tarihli ve 24643 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan "CE Uygunluk İşaretinin Ürüne İliştirilmesi ve Kullanılmasına Dair Yönetmelik" hükümleri geçerlidir.

CE Uygunluk İşaretinin Haksız İliştirilmesi

Madde 9 — Bu Yönetmeliğin 13 üncü maddesi hükümleri saklı kalmak kaydıyla;

CE uygunluk işaretinin uygunsuz olarak iliştilmiş olduğunun tespit edilmesi durumunda, üretici cihazın CE uygunluk işareti ile ilgili hükümlere uygunluğunun sağlanması ve Bakanlık tarafından getirilen şartlar dahilinde ihlalin sona erdirilmesi ile yükümlüdür.

Yukarıda belirtilen uygunsuzluğun devam etmesi halinde, Bakanlık söz konusu ürünün piyasaya sürülmesini kısıtlamak ya da yasaklamak veya 13 üncü maddesinde belirtilen prosedürlere uygun olarak piyasadan çekilmesini sağlamak için uygun bütün tedbirleri alır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM Onaylanmış Kuruluş

Onaylanmış Kuruluş

Madde 10 — Bakanlık tarafından görevlendirilecek onaylanmış kuruluşlar, EK XI’deki asgari kriterleri sağlamak zorundadır. Bakanlık, bu Yönetmelik kapsamındaki uygunluk değerlendirme işlemlerinde faaliyet gösterecek onaylanmış kuruluşların tespitini, tayinini, bildirimini ve statülerinin kaldırılmasını 17/1/2002 tarihli ve 24643 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan "Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ile Onaylanmış Kuruluşlara Dair Yönetmelik"te belirtilen hükümler çerçevesinde gerçekleştirir.

BEŞİNCİ BÖLÜM Piyasaya Arz, Piyasa Gözetimi ve Denetimi, Genel Şartlara Uygunsuzluk

Piyasaya Arz

Madde 11 — Bu Yönetmeliğe uygun olarak imal edilmiş teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların piyasaya arzına ilişkin hususlar aşağıda belirtilmiştir.

a) Bu Yönetmeliğe uygun teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların piyasaya arzı ve hizmete sokulması yasaklanmaz, kısıtlanmaz ve engellenmez.

b) Beraberinde 7 nci maddenin (c) bendinde belirtilen bir uygunluk belgesi bulunan ve bu Yönetmeliğin kapsamındaki aksam ile, bu Yönetmeliğin anlamı dahilindeki teçhizat ya da koruyucu sistemlere dahil edilmesi düşünülen aksamın piyasaya sürülmesi yasaklanmaz, kısıtlanmaz ve engellenmez.

c) Bakanlık, bu Yönetmelik kapsamında bulunan teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların, ancak gerektiği gibi monte edilip bakımının yapılması ve amacına uygun olarak kullanıldığında insanların, hayvanların ve malların sağlık ve emniyetini tehlikeye düşürmemeleri halinde, piyasaya sürülebilmeleri ve hizmete sokulabilmeleri için gerekli tüm tedbirleri alır.

d) Teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların uygun olmadığını açıkça gösteren bir işaret bulunması ve imalatçısı tarafından uygun hale getirilmeye kadar satışa sunulmaması kaydıyla, bu Yönetmelik hükümlerine uygun olmayan, bu Yönetmeliğin kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ve cihazların ticaret fuarları, sergiler, gösteriler, vesairede gösterilmesi engellenemez. Gösteriler sırasında kişilerin korunmasını sağlamak için yeterli emniyet tedbirleri alınmalıdır.

Piyasa Gözetimi ve Denetimi

Madde 12 — Bakanlık cihazların piyasa gözetimi ve denetimini 17/1/2002 tarihli ve 24643 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan "Ürünlerin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik"te belirtilen hükümler çerçevesinde gerçekleştirir. Denetim sonuçlarının olumsuz olması halinde, bu Yönetmeliğin 18 inci maddesi hükümleri uygulanır.

Genel Şartlara Uygunsuzluk

Madde 13 — Bakanlık, CE uygunluk işareti taşıyan ve amacına uygun olarak kullanılan bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem veya cihazların kişilerin ve gerektiğinde evcil hayvanların ya da malların emniyetini tehlikeye düşürdüğünü tespit ederse, bu teçhizat veya koruyucu sistemlerin piyasadan çekilmesinin, piyasaya sürülmesinin, hizmete sokulmasının ya da kullanılmasının yasaklanması ya da serbest dolaşımının kısıtlanması için uygun bütün tedbirleri alır.

Bakanlık alınan bu tür bir tedbiri, kararının gerekçelerini ve özellikle de uygunsuzluğun aşağıdakilerden kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirterek Müsteşarlık aracılığı ile Komisyona bildirir.

- a) Bu Yönetmeliğin 5 inci maddesinde belirtilen asgari şartların sağlanmaması,
- b) 6 ncı maddede belirtilen standartların yanlış uygulanması,
- c) 6 ncı maddede belirtilen standartlardaki eksiklikler.

Uygun olmayan teçhizat veya bir koruyucu sistemin CE uygunluk işareti taşıması halinde, işareti iliştirenler hakkında 12 nci maddede belirtilen Yönetmelik hükümlerine göre işlem yapılır ve bu Müsteşarlık aracılığı ile Komisyona ve diğer üye ülkelere bildirilir.

ALTINCI BÖLÜM Çeşitli Hükümler

İlgili Avrupa Birliği Mevzuatı

Madde 14 — Bu Yönetmelik, Avrupa Birliğinin 94/9/EC sayılı Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile ilgili direktifi dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Bildirim

Madde 15 — Bu Yönetmeliğin uygulamaya konulduğu, Müsteşarlık aracılığı ile Komisyona ve Avrupa Birliği üyesi ülkelere bildirilir.

Kararların Bildirilmesi

Madde 16 — Bakanlık, bu Yönetmelik kapsamındaki bir teçhizat, koruyucu sistem ya da cihazın piyasaya sürülmesini ve/veya hizmete sokulmasını kısıtlayan ya da yasaklayan ya da piyasadan çekilmesini öngören bir kararda dayandığı gerekçeleri ve yürürlükte bulunan mevzuat dahilinde başvurabileceği yasal yolları belirterek, bu yasal yollara başvurabileceği sürelerle birlikte ilgili tarafa derhal bildirir.

Gizlilik

Madde 17 — Bu Yönetmeliğin uygulanmasında yer alan tüm tarafların görevlerini yaparken edindikleri tüm bilgilerle ilgili olarak gizlilik hükmüne riayet etmeleri zorunludur. Ancak bu hüküm, Bakanlığın ve Onaylanmış Kuruluşların bilgi alışverişi ve uyarıların dağıtılması ile ilgili yükümlülüklerini etkilemez.

Aykırı Davranışlarda Uygulanacak Hükümler

Madde 18 — 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 19 — Bakanlık, bu Yönetmeliğin uygulanması ile ilgili mevzuat düzenlemeleri yapmaya yetkilidir.
Geçici Madde 1 — Bu Yönetmelik hükümleri 31/12/2003 tarihinden itibaren zorunlu olarak uygulanır. Bu süre zarfında gerek bu Yönetmeliğin hükümlerine uygun üretilen, gerekse ilgili Türk Standardına uygun üretilen ürünler piyasaya arz edilebilir.

Yürürlük

Madde 20 — Bu Yönetmelik yayımlandığı tarihte yürürlüğe girer.

Yürütme

Madde 21 — Bu Yönetmelik hükümlerini Sanayi ve Ticaret Bakanı yürütür.

EK-1

TAÇHİZAT GRUPLARININ KATEGORİLER HALİNDE SINIFLANDIRILMASINI BELİRLEYEN KRİTERLER

1. I nolu teçhizat grubu

(a) **M1 kategorisi**, üretici 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 yer altı bölümlerinde ve bu madenlerin grizu ve/veya yanıcı toz tehlikesi altındaki yer üstü 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 sağlayabilmeli veya

Birbirinden bağımsız iki arızanın olması durumunda da gerekli koruma seviyesi sağlanmalıdır.

Bu kategorideki teçhizat Ek II, madde 2.0.1'de belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

(b) **M2 kategorisi**, üretici tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun çalışabilecek ve yüksek seviyede koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizatın, madenlerin yer altı bölümlerinde ve bu madenlerin grizu ve/veya yanıcı toz tehlikesine maruz kalabilecek yer üstü bölümlerinde kullanılması amaçlanmıştır.

Patlayıcı ortam oluşması durumunda bu kategorideki teçhizatların enerjisinin kesilmesi zorunludur.

Bu kategorideki teçhizatlar, norma çalışma esnasında ve aynı zamanda daha ağır çalışma koşulları altında, özellikle de kötü muamele ve değişen ortam koşullarından kaynaklanan koşullar altında gerekli koruma seviyesini sağlamalıdır.

Bu kategorideki teçhizat, Ek II, madde 2.0.2'de belirlenen ilave şartlara uygun olmalıdır.

2. II nolu teçhizat grubu

(a) **1 nolu Kategori**, üretici tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun olarak çalışabilecek ve yüksek seviyede koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizat, hava ile gaz, buhar yada buğu karışımlarından yada hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamların uzun bir süreyle sürekli olarak yada sık sık mevcut olduğu alanlarda kullanılacaktır.

Bu kategorideki teçhizatın, 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 sağlamalı veya

Birbirinden bağımsız olarak iki arızanın ortaya çıkması durumunda gerekli koruma seviyesi sağlanmalıdır.

Bu kategorideki teçhizat Ek II, madde 2.1'de belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

(b) **2 kategorisi**, üretici tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun olarak çalışabilecek ve yüksek seviyede koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizat, gaz, buhar, buğu yada hava/toz karışımlarının yol açtığı patlayıcı ortamların oluşabileceği alanlarda kullanılacaktır.

Bu kategorideki teçhizat ile ilgili koruma araçları sık sık oluşan bozulmalarda yada normal olarak dikkate alınması gereken teçhizat arızalarında bile gerekli koruma seviyesini sağlar.

Bu kategorideki teçhizat, Ek II, madde 2.2'de belirlenen ilave şartlara uygun olmalıdır.

(c) **3 kategorisi**, üretici tarafından belirlenen işletme parametrelerine uygun olarak çalışabilecek ve normal seviyede bir koruma sağlayabilecek şekilde tasarlanmış teçhizatı kapsar.

Bu kategorideki teçhizat, gaz, buhar, buğu yada hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamların oluşma ihtimali olmayan yada seyrek olarak ve yalnızca kısa süreyle oluştuğu alanlarda kullanılacaktır.

Bu kategorideki teçhizat gerekli koruma seviyesini, normal çalışma esnasında sağlar.

Bu kategorideki teçhizat Ek II madde 2.3 de belirtilen ilave şartlara uygun olmalıdır.

EK - II

MUHTEMEL PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILACAK TEÇHİZAT ve KORUYUCU SİSTEMLERİN TASARIM ve YAPIMI İLE İLGİLİ ASGARİ SAĞLIK ve EMNİYET ŞARTLARI

Ön gözlemler

A. Hızla değişebilen teknoloji bilgisi mümkün olduğunca dikkate alınmalı ve kullanılmalıdır.

B. Bu yönetmelik, 2.nci maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen cihazlar için asgari şartlar sadece patlama riskleri açısından emniyetli ve güvenilir çalışmaları için gerekli olmaları halinde geçerli olacaktır.

1. TEÇHİZAT ve KORUYUCU SİSTEMLERE AİT ORTAK ŞARTLAR

1.0 Genel Şartlar

1.0.1. Entegre patlama emniyetinin ilkeleri

Muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemler entegre patlama emniyeti açısından tasarlanmalıdır.

Bu bağlamda üretici:

- Her şeyin üzerinde, mümkünse teçhizatın ve koruyucu sistemlerin kendisinin yaratabileceği yada ortaya çıkabileceği patlayıcı ortamların oluşmasını engelleyecek,
- Her elektrik ve elektik dışı tutuşma kaynağının yapısını dikkate alarak patlayıcı ortamların ateşlenmesini önleyecek

- Kişileri ve duruma göre evcil hayvanları yada malları doğrudan yada dolaylı olarak etkileyebilecek patlamanın oluşması halinde bunu derhal durduracak ve/veya patlama alevlerinin ve patlama basınçlarının menziline yeterli emniyet seviyesine kadar sınırlayacak Tedbirlere alınmalıdır.

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 yanlış kullanımlar dikkate alınmalıdır.

1.0.3 Özel kontrol ve bakım şartları


Özel kontrol ve bakım şartlarına tabi teçhizat ve koruyucu sistemler bu şartlar göz önünde bulundurularak tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.0.4. Çevre şartları

Teçhizat ve koruyucu sistemler fiili yada ön görülebilen 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.

- üreticinin adı ve adresi
- CE işareti (Ek X, madde A'ya bakınız)
- Seri yada tip tanımları
- Varsa seri numarası
- İmal yılı
- Özel patlamaya karşı koruma işarete,  ve bunun arkasından teçhizat grup yada kategorisinin simgesi
- II nolu teçhizat grubu için "G" harfi (gaz, buhar yada buğudan kaynaklanan patlayıcı ortamlarla ilgili) ve/veya "D" harfi (tozdan kaynaklanan patlayıcı ortamlarla ilgili)

Ayrıca emniyetli kullanımı için zorunlu tüm bilgiler teçhizat üzerine işaretlenmelidir.

1.0.6. Talimatlar

(a) Tüm teçhizat ve koruyucu sistemlerin beraberinde en az aşağıdaki ayrıntıları içeren talimatlar bulunmalıdır:

- Seri numarası hariç (bu ekin madde 1.0.5'e bakınız), bakımı kolaylaştıracak uygun ilave bilgiler (örneğin; ithalatçının, tamircinin vs. adresleri) ile birlikte teçhizat yada koruyucu sistem üzerinde işaretli bulunan bilgilerin tekrarı,
- Emniyet için talimatlar,
 - Hizmete alma,
 - Kullanım
 - Montaj ve demontaj,
 - Bakım (servis ve olağanüstü onarım)
 - Tesisat
- **Ayar**
- Gereğinde basınç tahliye cihazlarının ön tarafında tehlike alanlarının gösterilmesi,
- Gereğinde eğitim talimatları
- Herhangi bir şüphe halinde belli bir kategorideki bir teçhizatın yada bir koruyucu sistemin istenen alanda beklenen işletme koşulları altında emniyetli bir şekilde kullanılıp kullanılmayacağına dair karar alınmasını sağlayan detaylar
- Elektrik ve basınç parametreleri, maksimum yüzey sıcaklıkları ve diğer sınır değerler
- Gerektiğinde, tecrübe ile ortaya çıkabileceği anlaşılan olası yanlış kullanım detaylarını içeren özel kullanım şartları
- Gerektiğinde, teçhizat yada koruyucu sisteme takılabilecek araçların asgari özellikleri

(b) Talimatlar, üretici tarafından Türkçe ve Avrupa Topluluğu dillerinden birinde hazırlanmalıdır.

Hizmete sokulurken, tüm teçhizat ve koruyucu sistemlerin beraberinde orijinal dilinde ve kullanılacağı ülkenin diline çevrilmiş talimatlar bulunmalıdır.

Bu çeviri, üretici tarafından yada teçhizat yada koruyucu sistemi söz konusu dil bölgesine sokan yetkili temsilcisi veya kişi tarafından yapılmalıdır.

Bu şarları ayrı olarak, üreticinin uzman personeli tarafından kullanılacak bakım talimatları bu personel tarafından anlaşılacak tek bir Topluluk dilinde hazırlanabilir.

(c) Talimatlar, özellikle emniyetle ilgili olmak üzere, tüm faydalı talimatlarla birlikte, hizmete alma, bakım, muayene, düzgün çalışma kontrolü, gereğinde teçhizatın ya da koruyucu sistemin onarımı için gerekli resimler bulunmalıdır.

(d) Teçhizat ya da koruyucu sistemi açıklayan literatür emniyet konularında talimatlara ters düşmemelidir.

1.1 Malzemelerin seçimi

1.1.1 Teçhizat ve koruyucu sistemlerin yapımında kullanılan malzemeler, öngörülebilir işletme gerilimleri dikkate alınarak, patlamaya yol açmamalıdır.

1.1.2 Üretici tarafından belirlenen işletme şartlarının sınırları dahilinde kullanılan malzemelerle muhtemel patlayıcı ortamın bileşenleri arasında patlamaya karşı koruma özelliğini bozabilecek bir reaksiyon oluşmamalıdır.

1.1.3 Malzemeler, özelliklerinde tahmin edilebilir değişiklikler ve diğer malzemelerle uyumu sağlanan korumanın azalmasına yol açmayacak şekilde seçilmelidir, özellikle, malzemenin korozyon ve aşınma mukavemeti, elektrik iletkenliği, darbe mukavemeti, yaşlanma mukavemeti ve sıcaklık değişimlerinin etkileri yeterince dikkate alınmalıdır.

1.2. Tasarım ve Yapım

1.2.1. Teçhizat ve koruyucu sistemler, ön görülen 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 ya da koruyucu sistemlere dahil edilecek ya da teçhizat yada yedek parça olarak kullanılacak parçalar, üreticinin talimatlarına uygun olarak monte edildiğinde, patlamaya karşı koruma amacı doğrultusunda emniyetli çalışacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.2.3. Mahfazalı yapılar ve kaçakların önlenmesi yanıcı gaz ya da toz yayabilecek teçhizatlar mümkünse yalnızca mahfazalı yapıda olmalıdır.

Teçhizat, delik, gevşek ek yerleri bulunması halinde, oluşan gaz ya da tozlar mümkün olduğunca teçhizatın dış kısmında patlayıcı ortam oluşturmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Malzemelerin sokulduğu ya da alındığı noktalar mümkün olduğunca, doldurma ya da boşaltma sırasında yanıcı malzeme kaçaklarını sınırlayacak şekilde tasarlanmalı ve teçhiz edilmelidir.

1.2.4. Toz birikimleri

Toza maruz alanlarda kullanılacak teçhizat ve koruyucu sistemler yüzeylerinde biriken tozlar tutuşmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Genelde toz birikmesi mümkünse sınırlanmalıdır. Teçhizat ve koruyucu sistemler kolayca temizlenebilmelidir. Teçhizat parçalarının yüzey sıcaklıkları biriken tozun kızarma sıcaklığının oldukça altında tutulmalıdır. Biriken tozun kalınlığı dikkate alınmalı ve ısı oluşumunu engellemek 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 açıklığı

Teçhizat ve koruyucu sistemler patlamaya karşı korumanın bir parçasını oluşturan bir mahfaza ya da kilitli bir taşıyıcı kap içinde ise, bu muhafaza ya da taşıyıcı kap sadece özel bir araç ya da uygun koruma tedbirleri ile açılabilir.

1.2.7. Diğer tehlikelere karşı koruma

Teçhizat ve koruyucu sistemler:

- (a) Fiziksel yaralanmalara ve doğrudan ve ya dolaylı temas yoluyla ortaya çıkabilecek diğer zararları önleyebilecek
- (b) Erişilebilen parçalarda tehlikeye yol açabilecek yüzey sıcaklıklarının ya da radyasyonun oluşmasını sağlayacak
- (c) Tecrübe ile ortaya çıkan elektriksel olmayan tehlikeleri ortadan kaldıracak
- (d) Ön görülebilen aşırı yük şartlarının tehlikeli durumlara yol açmamasını sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

Teçhizat ve koruyucu sistemler için, bu paragrafta belirtilen riskler kısmen ya da tamamen diğer Yönetmeliklerin kapsamında olması halinde, yönetmelikler uygulandığında bu Yönetmelik geçerli olmayacak ya da geçerliliği sona erecektir.

1.2.8. Teçhizatın aşırı yüklenmesi

Teçhizatın tehlikeli bir şekilde aşırı yüklenmesi, aşırı akım kesicileri, sıcaklık sınırlayıcıları, diferensiyel basınç anahtarları, debi metreler, zaman röleleri, aşırı hız monitörleri ve/veya benzer tipte izleme cihazları gibi entegre ölçüm, regülasyon ve koruma cihazları ile tasarım aşamasında önlenmelidir.

1.2.9. Alevsizmaz mahfaza sistemleri

Bir mahfazanın içine patlayıcı bir ortam oluşturabilecek parçalar yerleştirilmesi halinde mahfazanın , patlayıcı bir karışımın dahili olarak patlaması sırasında oluşan basınca dayanmasını sağlayacak tedbirler alınmalıdır. Bu tip mahfazalar, iç kısımdaki patlamayı dış kısımdaki patlayıcı ortama sızdırmayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.3. Muhtemel ve potansiyel ateşleme (tutuşurma) kaynakları

1.3.1. Farklı tutuşma kaynaklarından ortaya çıkan tehlikeler, kıvılcım, alev, elektrik arki, yüksek yüzey sıcaklıkları, akustik enerji, optik radyasyon, elektro manyetik dalga ve diğer tutuşma kaynakları gibi muhtemel tutuşma kaynakları oluşmamalıdır.

1.3.2. Statik elektrikten kaynaklanan tehlikeler, tehlikeli boşalmalar (deşarjlar), ortaya çıkabilecek elektrostatik yükler uygun tedbirlerle önlenmelidir.

1.3.3. Endüksiyon elektriği ve kaçak akımlardan kaynaklanan tehlikeler iletken teçhizat parçalarında, tutuşma yaratabilecek örneğin tehlikeli korozyon, yüzeylerin aşırı ısınmasına ya da kıvılcımlara yol açabilecek endüksiyon elektriği ve kaçak akımlar önlenmelidir.

1.3.4. Aşırı ısınmadan kaynaklanan tehlikeler, örneğin, dönerken ya da yabancı madde girmesiyle birbiri ile temas halinde malzeme ya da parçalar arasındaki sürtünme ya da çarpmadan kaynaklanan aşırı ısınma mümkünse tasarım aşamasında önlenmelidir.

1.3.5. Basınç dengeleme (kompanzasyon) işlemlerinden kaynaklanan tehlikeler, teçhizat ve koruyucu sistemler, kendilerinden kaynaklanan basınç dengelemeleri tutuşmaya yol açabilecek şok dalgalar ya da baskılar oluşturmayacak şekilde tasarlanmalı ya da entegre ölçü, kumanda ve regülasyon cihazları ile teçhiz edilmelidir.

1.4. Dış etkenlerden kaynaklanan tehlikeler

1.4.1. Teçhizat ve koruyucu sistemler, üretici tarafından belirlenen çalışma şartları dikkate alınarak, kendilerinden beklenen fonksiyonu değişen ortam şartlarında ve yabancı dış gerilimler, nem, titreşim, kirlenme ve diğer dış etkenler mevcutken dahi tamamen emniyetli olarak yerine getirebilecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.4.2. Kullanılan teçhizat parçaları, tasarlanan mekanik ve ısı gerilmelere uygun olmalı ve mevcut veya öngörülebilir agresif maddelerin etkilerine dayanabilmelidir.

1.5. Emniyetle ilgili cihazlara ait şartlar

1.5.1. Emniyet cihazları çalışma için gerekli ölçü ya da kumanda cihazlarından bağımsız 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. Elektrik devreleri için arıza durumunda emniyetli olma ilkesi genel olarak uygulanacaktır.

Emniyetle ilgili anahtarlama genel olarak, ilgili kumanda devreleri, ara bir yazılım komutu olmadan, doğrudan çalıştırılmalıdır.

1.5.2. Bir emniyet cihazının arızalanması halinde teçhizat ve/veya koruyucu sistemler mümkünse emniyete alınacaktır.

1.5.3. Emniyet cihazlarının acil durdurma kumandaları mümkünse, sıfırlama kilitleleri ile teçhiz edilmelidir. Yeni bir başlatma komutu, normal normal çalışmada yalnızca, sıfırlama kilitleleri sıfırlandıktan sonra devreye girer.

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 şartlar

Patlayıcı ortamlarda kullanılan teçhizat ile ilgili olduğu kadarıyla, ölçme işlevine sahip cihazlar öngörülen çalışma şartları ve özel kullanım şartlarına dayanabilecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

1.5.6. Gerekliğinde ölçme işlevine sahip cihazların gösterge değerleri doğruluğu ve hizmete uygunluğu kontrol edilebilmelidir.

1.5.7. Ölçme işlevine sahip cihazların tasarımı özellikle tesisatın çalışması şartları ve ölçme sistemindeki olası sapmalar dikkate alınarak, alarm eşiği, kaydedilecek ortamların 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 tehlikeler özel bir dikkat gösterilmelidir.

1.6. Sistemle ilgili emniyet şartlarının dahil edilmesi

1.6.1. Emniyeti azaltmaması kaydıyla, istenen çalışma şartlarından sapma gösteren otomatik işlemler içinde yer alan teçhizat ve koruyucu sistemleri durdurmak için manuel durdurma mümkün olmalıdır.

1.6.2. Acil durdurma sistemi çalıştığı zaman biriken enerji mümkün olduğunca hızlı ve emniyetli bir şekilde dağılmalı ya da bundan böyle tehlike oluşmayacak şekilde izole edilmelidir.

Bu, elektro kimyasal olarak depolanan enerji için geçerli değildir.

1.6.3. Enerji kesilmesinden kaynaklanan tehlikelere

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 boru delikleri bulunmalıdır.

Teçhizat ve koruyucu sistemler diğer teçhizat ve koruyucu sistemlerle birlikte kullanılacağı zaman ara yüz emniyeti olmalıdır.

1.6.5. Uyarı cihazlarının teçhizatın bir parçası olarak yerleştirilmesi

Teçhizat ya da koruyucu sistemlerde patlayıcı ortamların oluşmasını izlemek için uyarı cihazları bulunması halinde, bunların uygun yerlere konmasını sağlayacak talimatlar verilmelidir.

2. TEÇHİZATLA İLGİLİ İLAVE ŞARTLAR

2.0.. I nolu teçhizat grubu M1 kategorisindeki teçhizatla ilgili şartlar

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.

Gerekliğinde bu teçhizat ilave koruma araçları ile teçhiz edilmelidir.

Bu kategorideki teçhizatlar, patlayıcı ortam mevcut iken dahi çalışır durumda kalabilmeli, ortamı tehlikeye düşürmemelidir.

2.0.1.2 Gerekliğinde teçhizat, içine toz girmeyecek şekilde imal edilmelidir.

2.0.1.3 **Teçhizat parçalarının yüzey sıcaklıkları , öngörülebilir hava/toz karışımının tutuşma sıcaklığının yeterince altında tutulmalıdır.**

2.0.1.4 Teçhizat, tutuşmaya yol açabilecek, teçhizat parçaları yalnızca aktif değil iken ya da kendinden emniyetli durumdayken açılabilir şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizat devre dışı bırakılmıyor ise, üretici teçhizatın açılan bölümüne bir uyarı etiketi koymalıdır.

Gerekir ise teçhizat ilave kilitleme tertibatı ile donatılmalıdır.

2.0.2 I nolu teçhizat grubunun M2 kategorisindeki teçhizat ile ilgili şartlar

2.0.2.1 Teçhizat tutuşma kaynaklarının normal çalışma esnasında özellikle kaba muamele ve değişen ortam şartlarından kaynaklanan daha ağır çalışma şartları altında bile harekete geçmemesini sağlayan koruma araçları bulunmalıdır.

Patlayıcı bir ortamda teçhizatın enerjisinin kesilmesi amaçlanır.

2.0.2.2 **Teçhizat ve tutuşmaya yol açabilecek teçhizat parçaları (flanş, kapak gibi, açıklıklar), yalnızca aktif değil iken bir kilit sistemi ile açılabilir şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizat devre dışı bırakılmıyor ise, üretici teçhizatın açılabilir bölmesine bir uyarı levhası koymalıdır.**

2.0.2.3 Tozdan kaynaklanan tehlikeler konusunda, M1 kategorisi ile ilgili şartlar uygulanır.

2.1. II nolu teçhizat grubunun 1 nolu kategorisindeki teçhizat ile ilgili şartlar

2.1.1. Gaz, buhar ya da buğudan kaynaklanan patlayıcı ortamlar
2.1.1.1 Teçhizat, tutuşma kaynakları teçhizat ile ilgili nadir olaylarda bile (arıza ve hatalar) 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
- Bir birinden bağımsız olarak iki arıza çıkması halinde gerekli koruma seviyesi sağlanır.

2.1.1.2 Isınabilecek yüzeyleri sahip teçhizat için en azından 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 tutuşmaya yol açabilecek, teçhizat parçaları yalnızca aktif değil iken ya da yapısal emniyetli (kendinden emniyetli) durumdayken açılacak şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizatı devre dışı bırakmak mümkün değil ise, üretici teçhizatın açılan bölümüne bir uyarı etiketi koymalıdır. Gerekirse teçhizat uygun bir kilit sistemi ile teçhiz edilmelidir.

2.1.2 Hava/toz karışımlarından kaynaklanan 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 teçhizat içine ya da dışına yalnızca özel olarak belirlenen noktalardan girip çıkabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Bu şartı kablo delikleri veya bağlantı açıklıkları da yerine getirebilir.

2.1.2.3 Asılı tozların tutuşmasının 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 madde 2.1.1.3'ün şartları geçerlidir.

2.2. II nolu teçhizat grubunun 2 nolu kategorisi ile ilgili şartlar

2.2.1 Gaz, buhar ya da buğudan kaynaklanan patlayıcı ortamlar

2.2.1.1 Teçhizat, sıkça ortaya çıkan bozukluklar ve teçhizat arızalarında bile, normal olarak dikkate alınması gereken tutuşma kaynaklarını önleyecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.2.1.2 Teçhizat parçaları, üretici tarafından öngörülen normal durumlardan kaynaklanan tehlikelerde bile, belirtilen yüzey sıcaklıkları aşılmayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.2.1.3 Teçhizat, tutuşma kaynağı olabilecek teçhizat parçaları sadece aktif olmayan durumda ya da uygun merkezi kilit sistemleri ile açılacak şekilde tasarlanmalıdır. Teçhizatın aktif olmayan duruma alınması mümkün değil ise, üretici teçhizatın açılan bölümlerine bir uyarı etiketi koymalıdır.

2.2.2. Hava/toz karışımından kaynaklanan patlayıcı ortamlar

2.2.2.1 Teçhizat, sıkça oluşan bozulmalar ya da 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'ü geçerlidir.

2.2.2.3 Toza karşı koruma konusunda bu ekin 2.1.2.2'si geçerlidir.

2.2.2.4 Teçhizat parçalarının emniyetli bir şekilde açılması konusunda bu ekin madde 2.2.1.3'ü geçerlidir.

2.3. II nolu teçhizat grubunun 3 nolu kategorisi ile ilgili şartlar

2.3.1 Gaz, buhar ya da buğudan kaynaklanan patlayıcı ortamlar

2.3.1.1 Teçhizat, normal çalışma sırasında ortaya çıkabilecek öngörülebilir tutuşma kaynaklarının tutuşmasını 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 üreticinin özel ilave koruyucu tedbirler belirlemesi halinde izin verilebilir.

2.3.2 Hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamlar

2.3.2.1 Hava/toz karışımları, normal çalışma sırasında öngörülen tutuşma kaynakları tarafından tutuşturulmayacak şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir.

2.3.2.2 Yüzey sıcaklıkları konusunda bu ekin 2.1.2.3'üncü maddesi geçerlidir.

2.3.2.3 Teçhizat, kablo girişleri ve bağlantı parçaları dahil, toz, tane boyutunu dikkate alarak, hava ile patlayıcı karışım oluşturmayacak ve teçhizat içinde tehlikeli birikimler oluşturmayacak şekilde imal edilmelidir.

3. KORUYUCU SİSTEMLERLE İLGİLİ İLAVE ŞARTLAR

3.0 Genel şartlar

- 3.0.1 Koruyucu sistemler, patlama etkilerini yeterli emniyet seviyesine indirecek şekilde tasarlanmalıdır.
- 3.0.2 Koruyucu sistemler, patlamaların tehlikeli zincirleme reaksiyonlardan ya da sıçramalardan yayılmasını önleyecek şekilde ya da yeni başlamış patlamalar büyük patlama 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 alev tahmin edilen ısınma etkisidir.

3.1.2 Patlamalara mukavemet gösterecek ya da taşıyacak şekilde tasarlanmış koruyucu sistemler, üretilen şok dalgalarına, sistem bütünlüğünü kaybetmeden dayanabilmelidir.

3.1.3 Koruyucu sistemlere bağlı aksesuarlar beklenen 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 sistemlerin üzerindeki gerilmelerin yapısal mukavemetini aşma ihtimali varsa, tasarımda çevredeki insanları tehlikeye düşürmeyecek uygun basınç tahliye tertibatları düşünülmelidir.

3.1.6 Patlamayı bastırma sistemleri

Patlamayı bastırma sistemleri, 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 halinde ayırma sistemleri

Yeni başlamış patlamalarda, teçhizatın bağlantısını uygun tertibatlarla mümkün olan en hızlı şekilde kesmek için düşünülmüş ayırma sistemleri iç tutuşmanın ilerlemesine 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 parçaların durdurulması için uygun bir alarm eşliğine sahip bir devreye entegre edilebilmelidir.

EK – III

AT TIP İNCELEMESİ MODÜLÜ

1. Bu modül, bir Onaylanmış Kuruluşun üretime ait bir numunenin bu yönetmeliğin ilgili hükümlerini karşıladığını tespit emekte izlediği prosedürün bir bölümünü açıklar.
2. AT tip incelemesi müracaatı üretici tarafından seçtiği Onaylanmış Kuruluşa yapılmalıdır.

Başvuruda şunlar bulunmalıdır:

Üreticinin adı ve adresi ile, müracaat yetkili temsilcisi tarafından yapılmışsa, ayrıca onun adı ve adresi :

- Aynı müracaatın başka bir Onaylanmış Kuruluşa yapılmadığına dair yazılı bir beyan
- Bu ekin 3.maddesinde belirtilen teknik dosya

Başvuru sahibi, başvuru konusu üretimi temsil eden ve bundan böyle "tip" olarak anılacak olan bir numuneyi Onaylanmış Kuruluşa verecektir.

3. Teknik dosya

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 asgari şartlarını karşılamak için kullanılan çözümlerin açıklamaları
- Yapılan tasarım hesaplamalarının, incelemelerin, vs. sonuçları
- Test raporları

4. Onaylanmış Kuruluş (Notified Body)

- 4.1 Teknik dosyayı inceleyecek, tipin teknik belgelere uygun olarak imal edildiğini kontrol edecek ve bu yönetmeliğin 6.ncı maddesinde belirtilen standartların ilgili hükümlerine göre tasarlanmış olan öğeleri ve bu standartların ilgili hükümleri uygulanmadan tasarlanan parçaları tespit edecektir.
- 4.2 Bu yönetmeliğin 6.ncı maddesinde belirtilen standartların uygulanmadığı durumlarda, kullanılan çözümlerin bu yönetmeliğin asgari şartlarını karşılayıp karşılamadığını kontrol etmek için uygun incelemeleri ve gerekli testleri yapacak veya yaptıracaktır.
- 4.3 Üretici ilgili standartları uygulamaya karar verdiği zaman, bunların gerçekten uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek için uygun inceleme ve gerekli testleri yapacak veya yaptıracaktır.
- 4.4 Müracaat sahibi ile birlikte, inceleme ve gerekli testlerin nerede yapılacağına karar verecektir.

5. Tipin bu yönetmeliğin hükümlerini karşılaması halinde, Onaylanmış Kuruluş başvuru sahibine bir AT tip inceleme belgesi verecektir. Bu belgede üreticinin adı ve adresi, inceleme sonuçları ve onaylanmış tipin tanımlanmasına ait gerekli bilgiler bulunacaktır.

Teknik dosyanın ilgili bölümleri AT Tip İnceleme Belgesine eklenecek ve bir nüshası Onaylanmış Kuruluş tarafından muhafaza edilecektir.

AT Tip İnceleme Belgesinin verilmesinin Onaylanmış Kuruluş tarafından reddedilmesi halinde, Onaylanmış Kuruluş reddetme nedenlerini ayrıntılı bir şekilde üreticiye yazılı olarak bildirecektir. Üreticinin, bu bildirim tarihinden itibaren en geç otuz gün içerisinde söz konusu Onaylanmış Kuruluşu görevlendiren Bakanlığa itiraz hakkı saklıdır. Bakanlık, bu yönetmelik kapsamında yapılacak testler için teknik gerekçelerle daha fazla bir süreye ihtiyaç duyulması halinde, itiraz başvurusundan itibaren en geç on beş gün içerisinde itirazı karara bağlar.

6. Başvuru sahibi, AT tip inceleme belgesi ile ilgili teknik belgeleri muhafaza eden Onaylanmış Kuruluşu onaylanmış teçhizat ya da koruyucu sistemdeki tüm değişiklikleri bildirecek ve bu değişiklikler, ürünün asgari şartlara uygunluğunu ya da öngörülen kullanım şartlarını etkileyebilecek yapıda ise ayrıca onaylanması gerekecektir. Bu ilave onay, orijinal AT Tip İnceleme Belgesine ek şeklinde verilir.

7. 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 kuruluş, AT tip inceleme belgelerini ve/veya ilavelerin kopyalarını bunları veren onaylanmış kuruluştan temin edebilir. Belgelerin ekleri diğer onaylanmış kuruluşların kullanımına açık tutulacaktır.

9. Üretici teknik belgelerle birlikte, AT tip inceleme belgelerinin ve ilavelerinin kopyalarını son teçhizat ya da koruyucu sistemin imalinden sonra en az 10 yıl muhafaza edecektir.

Üretici veya yetkili temsilcisinin yurt içinde bulunmaması halinde, teknik belgeleri muhafaza yükümlülüğü ürünü piyasaya arz eden kişiye ait olacaktır.

EK – IV

ÜRETİM KALİTE GÜVENCESİ MODÜLÜ

1. Bu modül, bu ekin madde 2’de belirtilen yükümlülükleri yerine getiren üreticinin söz konusu ürünün AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olmasını ve bu yönetmeliğin ilgili şartlarını yerine getirmesini sağlayacak ve bunu beyan etmek için izlediği prosedürü açıklar. Üretici teçhizatın bir parçasına CE uygunluk işaretini ilâştirecek ve bir uygunluk beyannamesi tanzim edecektir. CE uygunluk işaretinin yanında bu ekin madde 4’de belirtilen, AT izlemesinden sorumlu Onaylanmış Kuruluşun tanıtım numarası bulunacaktır.

2. Üretici, bu ekin madde 3’de belirtildiği gibi, üretim, son teçhizat muayenesi ve testi için onaylanmış bir kalite sistemi uygulayacak ve bu ekin madde 4’de belirtilen izlemeye tabi olacaktır.

3. Kalite sistemi

3.1 Üretici söz konusu teçhizat için, seçtiği bir Onaylanmış Kuruluşu kalite sisteminin değerlendirilmesi için başvuruda bulunacaktır.

Başvuruda aşağıdakiler bulunacaktır

- İlgili ürün kategorisi ile ilgili bilgiler
 - Kalite sistemi ile ilgili belgeler
 - Onaylanmış tiplerle ilgili belgeler ve AT tip inceleme belgesi kopyası
- 3.2 Kalite sistemi, teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve Kalite sistemi, teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve Yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğunu sağlayacaktır

Üretici tarafından belirtilen tüm öge, şart ve hükümler, yazılı politika, prosedür ve talimatlar halinde sistematik ve sıralı bir şekilde belgelenecektir. Kalite sistem belgeleri kalite programlarının, planlarının, el kitaplarının ve kayıtlarının tutarlı bir şekilde yorumlanmasını sağlamalıdır.

Kalite sistem belgeleri özellikle, teçhizat kalitesi konusunda, yönetim kademesinin kalite hedeflerinin ve organizasyon yapısının, yetki ve sorumluluklarının yeterli açıklamasını içermelidir.

- İmalat, kalite kontrol ve kalite güvence teknikleri, kullanılacak proses ve sistematik faaliyetler
- İmalattan önce, imalat sırasında ve imalattan sonra yapılacak test ve incelemeler ve bunların ne sıklıkla 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 madde 3.2'de 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 üreticinin tesislerinin denetim amacıyla ziyaret edilmesini kapsayacaktır. Karar üreticiye bildirilecektir. Bildirimde inceleme sonuçları ve geçerli değerlendirme kararı bulunacaktır.

3.4 Üretici onaylanan kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmeyi ve sistemi yeterli ve verimli tutmayı taahhüt edecektir.

Üretici, kalite sistemini onaylayan Onaylanmış Kuruluşa kalite sisteminde düşünülen herhangi bir geliştirmeyi bildirecektir.

Onaylanmış Kuruluş öngörülen değişiklikleri değerlendirecek ve değiştirilen kalite sisteminin bu ekin madde 3.3'de belirtilen şartları kapsayıp kapsamadığına ya da tekrar değerlendirme gerekip gerekmediğine karar verecektir.

Onaylanmış Kuruluş kararını üreticiye bildirecektir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunacaktır.

4. Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda gözetim

4.1 Gözetimin amacı üreticinin onaylanmış kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmesini sağlamaktır.

4.2 Üretici denetim amacıyla Onaylanmış Kuruluşun imalat, muayene, test ve depolama tesislerine girmesine izin verecek ve gerekli tüm bilgileri ve özellikle de muayene raporları ve metin bilgileri, kalibrasyon verileri, ilgili personelin vasıfları ile ilgili raporlar gibi kalite kayıtlarından oluşan kalite sistem belgelerini verecektir.

4.3 Onaylanmış Kuruluş üreticinin kalite sistemini muhafaza etmesini ve uygulamasını sağlamak için periyodik denetimler yapacak ve denetim raporunu üreticiye verecektir.

4.4 Ayrıca Onaylanmış Kuruluş üreticiye beklenmedik ziyaretler düzenleyebilir. Bu ziyaretlerde Onaylanmış Kuruluş gerekirse, kalite sisteminin düzgün işleyip işlemediğini kontrol etmek için testler yapabilir ya da yaptırabilir. Onaylanmış Kuruluş üreticiye ziyaret raporu ve herhangi bir test yapmış ise test raporu verecektir.

5. Üretici son teçhizat parçası üretildikten sonra en az 10 yıl süreyle aşağıdakileri ulusal makamlara açık tutaçaktır.

- Bu ekin madde 3.1'in ikinci paragrafında belirtilen belgeler
- Bu ekin madde 3.4'ün ikinci paragrafında belirtilen geliştirmeler
- Bu ekin madde 3.4 son paragraf, bu ekin madde 4.3 ve madde 4.4 de belirtilen, Onaylanmış Kuruluşun verdiği karar ve raporlar

6. Her Onaylanmış Kuruluş verilen ya da geri alınan kalite sistem onayları ile ilgili bilgileri diğer Onaylanmış Kuruluşlara gönderecektir.

EK – V

ÜRÜN DOĞRULAMA MODÜLÜ

1. Bu modül üreticinin bu ekin madde 3 hükümlerine tabi teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olduğunu ve yönetmeliğin ilgili şartlarını yerine getirdiğini kontrol etmek için izlediği prosedüre ağıktır.

2. Üretici imalat işleminin teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve Yönetmeliğin ilgili şartlarına uygun olmasını sağlamak için gerekli tüm tedbirleri alacaktır.

3. Onaylanmış Kuruluş, bu ekin madde 4'de belirtildiği şekilde her ürünü test ve muayene ederek bu yönetmeliğin 2.nci maddesinin 2.nci fıkrasında belirtilen teçhizatın, koruyucu sistemin ya da cihazın yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğunu kontrol etmek için uygun inceleme ve testleri yapacaktır.

Üretici uygunluk beyanının bir kopyasını son teçhizat parçası imal edildikten sonra en az 10 yıl süreyle muhafaza edecektir.

4. Her teçhizat parçasının incelenmesi ve test yoluyla doğrulama

4.1 AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğunu kontrol etmek için, tam teçhizat müstakil olarak incelenecek ve bu yönetmeliğin 6.ncı maddesinde belirtilen ilgili standartlarda yer alan uygun testler yapılacaktır.

4.2 Onaylanmış Kuruluş her onaylanmış teçhizat parçasına tanıtım numarasını iliştiirecek veya iliştirilmesini sağlayacak ve yapılan testlere uygunluk belgesi tanzim edecektir.

4.3 Üretici, Onaylanmış Kuruluşun uygunluk belgesini talep edildiğinde verebilmesini sağlayacaktır.

EK – VI

TİPE UYGUNLUK MODÜLÜ

1. Bu modül, prosedürün, üreticinin söz konusu teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olmasını ve yönetmeliğin ilgili şartlarını karşılamasını sağlamak ve bunu beyan etmek için izlediği bölümü açıklar. Üretici, CE uygunluk işaretini her teçhizat parçasına iliştiirecek ve bir uygunluk bildirimini tanzim edecektir.

2. Üretici, imalat işleminin imal edilen teçhizatın yada koruyucu sistemlerin AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe ve yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğunu sağlaması için gerekli tüm tedbirleri alacaktır.

3. Üretici, uygunluk bildiriminin bir kopyasını son teçhizat parçası imal edildikten sonra en az 10 yıl süreyle muhafaza edecektir. Ne üreticinin ne de yetkili temsilcisinin yurt içinde yerleşik olmaması durumunda, teknik belgeleri muhafaza etmeye yükümlülüğü, teçhizat ya da koruyucu sistemi piyasaya arz eden kişiye ait olacaktır.

İmal edilen her teçhizat parçası için, ürünün patlamaya karşı koruma yönleri ile ilgili testler üretici tarafından ya da onun adına yapılacaktır. Testler üreticinin seçtiği bir Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda yapılacaktır.

Üretici Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda, imal işlemi sırasında Onaylanmış Kuruluşun tanıtım numarasını iliştiirecektir.

EK – VII

ÜRÜN KALİTE GÜVENCE MODÜLÜ

1. Bu modül, bu ekin madde 2'deki yükümlülükleri yerine getiren üreticinin teçhizatın AT tip inceleme belgesinde belirtilen tipe uygun olmasını sağlamak ve bu uygunluğu beyan etmek için izlediği prosedürü açıklar. Üretici her bir ürüne CE uygunluk işareti iliştiirecek ve bir uygunluk bildirimini tanzim edecektir. CE uygunluk işareti ile birlikte bu ekin madde 4'de belirtilen, gözetimden sorumlu Onaylanmış Kuruluşun tanıtım numarası da bulunacaktır.

2. Üretici bu ekin madde 3'ünde belirtildiği şekilde, teçhizatın son muayene ve testi için onaylanmış bir kalite sistemi uygulayacak ve bu ekin madde 4'de belirtilen gözetime tabi olacaktır.

3. Kalite sistemi

3.1 Üretici, teçhizat ve koruyucu sistemler için seçeceği bir Onaylanmış Kuruluşa kalite sisteminin değerlendirilmesi başvurusunda bulunacaktır.

Başvuruda şunlar bulunacaktır:

- Öngörülen ürün kategorileri ile ilgili tüm bilgiler
- Kalite sistemi ile ilgili belgeler
- Onaylanmış tip ile ilgili teknik belgeler ve AT tip inceleme belgesinin bir kopyası

3.2 Yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğu kontrol etmek için, kalite sistemi dahilinde her teçhizat parçası incelenerek, bu yönetmeliğin 6.ncı maddesinde standartlarda yer alan uygun tesisler ya da bunların eşdeğeri testler yapılacaktır. Üretici tarafından kabul edilen tüm öge, şart ve hükümler yazılı politika, prosedür ve evraklar halinde sistematik ve sıralı bir şekilde belgelenecektir. Bu kalite sistem belgeleri kalite programları, planları, el kitapları ve kayıtlarının tutarlı bir şekilde yorumlanmasına izin vermelidir.

Bu belgelerde özellikle aşağıdakilerin yeterli bir açıklaması bulunmalıdır :

- Kalite hedefleri ve organizasyon yapısı, yönetim kademesinin ürün kalitesi konusundaki yetki ve sorumlulukları
- İmalattan sonra yapılacak test ve muayeneler
- 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 madde 3.2'de 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 üreticinin tesislerinin denetim amacıyla ziyaret edilmesini kapsayacaktır. Karar üreticiye bildirilecektir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunacaktır.

3.4 Üretici, onaylanan kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmeyi ve sistemi yeterli ve verimli tutmayı taahhüt edecektir.

Üretici kalite sisteminin onaylayan Onaylanmış Kuruluşa kalite sisteminde düşünülen herhangi bir geliştirmeyi bildirecektir.

Onaylanmış Kuruluş öngörülen değişiklikleri değerlendirecek ve değiştirilen kalite sisteminin bu ekin madde 3.2'de belirtilen şartları karşılayıp karşılamayacağına ya da tekrar değerlendirme gerekip gerekmediğine karar verecektir.

Onaylanmış Kuruluş kararını üreticiye bildirecektir. Bildirimde, inceleme sonuçları ve gerekçeli değerlendirme kararı bulunacaktır.

4. Onaylanmış Kuruluşun sorumluluğunda gözetim

4.1 Gözetimin amacı üreticinin onaylanmış kalite sisteminden kaynaklanan yükümlülükleri yerine getirmesini sağlamaktır.

4.2 Üretici denetim amacıyla Onaylanmış Kuruluşun imalat, muayene, test ve depolama tesislerine girmesine izin verecek ve gerekli tüm bilgileri ve özellikle de muayene raporları ve metin bilgileri , kalibrasyon verileri, ilgili personelin vasıfları ile ilgili raporlar gibi kalite kayıtlarından oluşan kalite sistem belgelerini verecektir.

4.3 Onaylanmış Kuruluş üreticinin kalite sistemini muhafaza etmesini ve uygulamasını sağlamak için periyodik denetimler yapacak ve denetim raporunu üreticiye verecektir.

4.4 Ayrıca Onaylanmış Kuruluş üreticiye beklenmedik ziyaretler düzenleyebilir. Bu ziyaretlerde Onaylanmış Kuruluş gerekirse, kalite sisteminin düzgün işleyişini kontrol etmek için testler yapabilir ya da yaptırabilir. Onaylanmış Kuruluş üreticiye ziyaret raporu ve herhangi bir test yapmış ise test raporu verecektir.

5. Üretici son teçhizat parçası üretildikten sonra en az 10 yıl süreyle aşağıdakileri ulusal makamlara açık tutaçaktır.

- Bu ekin madde 3.1'in ikinci paragrafında belirtilen belgeler
- Bu ekin madde 3.4'ün ikinci paragrafında belirtilen geliştirmeler
- Bu ekin madde 3.4 son paragraf, bu ekin madde 4.3 ve madde 4.4 de belirtilen, Onaylanmış Kuruluşun verdiği karar ve raporlar

6. Her Onaylanmış Kuruluş verilen ya da geri alınan kalite sistem onayları ile ilgili bilgileri diğer Onaylanmış Kuruluşlara gönderecektir.

EK – VIII

İÇ ÜRETİM KONTROLÜ MODÜLÜ

1. Bu modül bu ekin madde 2'de belirtilen yükümlülükleri yerine getiren üretici teçhizatın bu yönetmeliğin ilgili şartlarını karşılamasını sağlamak ve bu şartları karşıladığını bildirmek için izlediği prosedürü açıklar. Üretici CE uygunluk işaretini her teçhizat parçasına iliştiirecek ve bir uygunluk beyanı tanzim edecektir.

2. Üretici bu ekin madde 3'de açıklanan teknik belgeleri düzenleyecek ve bu belgeleri, son teçhizat parçası üretildikten sonra en az 10 yıl süreyle ulusal mercilerin denetimine açık tutacaktır.

Hem üreticinin ve hem de yetkili temsilcisinin yurt içinde yerleşik olmaması halinde teknik belgeleri muhafaza etme yükümlüğü teçhizatı piyasaya arz eden kişiye ait olacaktır.

3. Teknik belgeler teçhizatın yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğunu sağlayacaktır. Bu belgelerde değerlendirme için gerekli olduğu ölçüde ürünün tasarım, imalat ve çalışmasını kapsayacaktır. Teknik belgelerde aşağıdakiler bulunacaktır:

- Teçhizatın genel bir açıklaması
- Kavramsal tasarım ve imalat resimleri, aksam, alt montaj ve devre şemaları, vs.
- Söz konusu resim ve şemaların ve teçhizatın çalışmasının açıklamaları
- Kısmen ya da tamamen uygulanan standartların listesi ve standartların uygulanmadığı durumlarda yönetmeliğin emniyet hususlarını sağlamak için uygulanan çözüm yollarının açıklaması
- Yapılan hesaplama ve inceleme, vs, sonuçları
- Test raporları

4. Üretici uygunluk bildiriminin bir kopyasının teknik belgelerle birlikte muhafaza edecektir.

5. Üretici, imalat işleminin imal edilen ürünün Bölüm 2'de belirtilen teknik belgelere ve Yönetmeliğin bu teçhizat ile ilgili şartlara uygun olmasını sağlaması için gerekli tüm tedbirleri alacaktır.

EK – IX

BİRİM DOĞRULAMA MODÜLÜ

1. Bu modül üreticinin bu ekin madde 2'de belirtilen belgeyi alan teçhizatın ya da koruyucu sistemin Yönetmeliğin ilgili şartlarına uygun olmasını sağlamak ve bu uygunluğu beyan etmek için izlediği prosedürü açıklar. Üretici teçhizat ya da koruyucu sisteme CE uygunluk işaretini ilâştirecek ve bir uygunluk bildirimini tanzim edecektir.

2. Onaylanmış Kuruluş, Yönetmeliğin ilgili şartlarına uygunluğunu kontrol etmek için, her bir teçhizat ya da koruyucu sistemi inceleyecek ve bu Yönetmeliğin 6.ncı maddesinde belirtilen ilgili standartlarda yer alan uygun testleri ya da bunların eşdeğeri olan testleri yapacaktır.

Onaylanmış Kuruluş, onaylanmış teçhizat ya da koruyucu sisteme kendi tanıtım numarasını ilâştirecek ya da ilâştirilmesini sağlayacak ve yapılan testlerle ilgili bir uygunluk belgesi tanzim edecektir.

3. Teknik belgelerin amacı Yönetmeliğin şartlarına uygunluğun değerlendirilmesini ve teçhizat ya da koruyucu sistemin tasarım, imalat ve çalışmasının anlaşılmasının sağlamaktır.

Bu belgelerde aşağıdakiler bulunacaktır

- Ürünün genel bir açıklaması
- Kavramsal tasarım ve imalat resimleri ve parçaların, alt montajlarını ve devrelerin, vs. yerleşim planları
- Söz konusu resimlerin yerleşim planlarının ve teçhizat yada koruyucu sistemin çalışmasının anlaşılması için gerekli açıklamalar
- Bu yönetmeliğin 6.ncı maddesinde belirtilen, kısmen ya da tamamen uygulanan standartların bir listesi ve 6.ncı maddede standartların uygulanmadığı durumlarda Yönetmeliğin asgari şartlarını sağlamak için uygulanan çözüm yollarının açıklaması
- Yapılan hesaplama ve inceleme, vs, sonuçları
- Test raporları

EK – X

A. CE uygunluk işareti aşağıdaki şekilde CE harflerinden oluşacaktır.

İşaret küçültülür ya da büyütülürse, ölçekli resimde verilen oranlara uyulmalıdır.

CE uygunluk işaretinin çeşitli bileşenleri 5 mm'den az olmamak üzere hemen hemen aynı düşey boyutta olmalıdır.

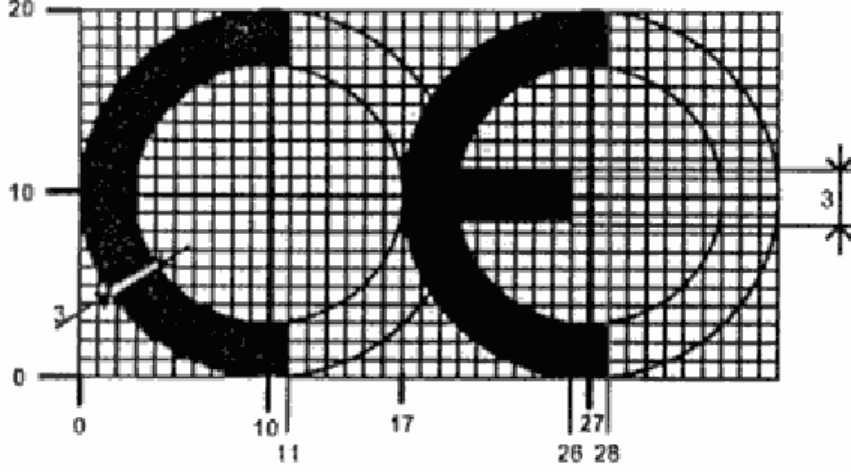
Küçük ölçekli teçhizat koruyucu sistem ya da cihazlar için bu asgari boyuttan vazgeçilebilir.

B. AT Uygunluk beyanı içeriği

AT uygunluk beyanında aşağıdakiler bulunmalıdır

- Üretici ya da yetkili temsilcisinin adı ya da tanıtıcı işareti ve adresi
- Bu yönetmeliğin 2.nci maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen teçhizat, koruyucu sistem ya da cihazın açıklaması

- Bu yönetmeliğin 2.nci maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen teçhizat, koruyucu sistem ya da 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 standart ve teknik şartnameler
- Uygun olduğunda, uygulanan diğer Yönetmeliklere yapılan atıflar
- Üretici ya da yetkili temsilcisi adına imza yetkili şahsın kimlik tespiti



EK – XI

ONAYLANMIŞ KURULUŞLARIN TESPİTİNDE DİKKATE ALINACAK ASGARİ KRİTERLER

1. Kuruluş, kuruyuşun yöneticisi ve doğrulama testlerinin yapılmasından sorumlu personeli, test ettikleri bu Yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ya da cihazların üreticisi, satıcısı ya da bunlardan birinin yetkili temsilcisi olmayacaktır. Test ettikleri bu yönetmelik kapsamındaki teçhizat, koruyucu sistem ya da cihazların tasarımında, imalinde, pazarlanmasında ya da bakımında doğrudan ya da yetkili temsilci olarak yer almayacaktır. Bu hüküm, üretici ile kuruluş arasında bilgi alış verişini engellemez.
2. Kuruluş ve test personeli doğrulama testlerini en yüksek mesleki dürüstlük içinde yapacak ve özellikle mali olmak üzere, kontrol sonuçları üzerinde çıkarı olan kişi yada kişi gruplarından gelebilecek, test sonuçlarını etkileyebilecek tüm baskı ve etkiden uzak olacaktır.
3. Kuruluş, doğrulama ile ilgili idari ve teknik görevleri layığıyla yerine getirebilmesi için gerekli personel ve imkanları bulundurmalıdır. Kuruluş, aynı zamanda özel bir doğrulama için gerekli teçhizata da ulaşabilmelidir
4. Testten sorumlu personel;
 - Uygun teknik ve mesleki eğitime sahip olacaktır
 - Yapacakları testlerin şartları konusunda yeterli bilgiye ve bu testler konusunda yeterli deneyime sahip olacaklardır
 - Testlerin yapıldığını belgelemek için gerekli belge, kayıt ve raporları hazırlayabileceklerdir
5. İnceleme yapan personelin tarafsızlığı garanti edilecektir. Personelin liyakati yapılan test sayısına ya da bu testlerin sonuçlarına bağlı olmayacaktır.
6. Sorumluluk sigortası, ulusal yasalara göre Devletin sorumluluğunda olmadıkça ya da Devlet testlerden doğrudan sorumlu olmadıkça, kuruluş tarafından yapılacaktır.
7. Kuruyuş personeli, bu Yönetmelik kapsamındaki ya da bu Yönetmeliğin uygulanmasını sağlayan bir ulusal yasa hükmü kapsamındaki görevlerini yaparken elde ettikleri tüm bilgiler için mesleki gizlilik ilkesine sıkı sıkıya bağlı olacaktır (faaliyetlerin gerçekleştirildiği ülkenin yetkili idari makamları önünde bilgi verilmesi hariç).

ATEX 137 ATEX 1999/92/EC

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;

- Hastalara tıbbi tedavi uygulamak için ayrılan yerler ve tıbbi tedavi uygulanması,
- 01/4/2002 tarihli ve 24713 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Gaz Yakan Cihazlara Dair Yönetmelik kapsamında yer alan cihazların kullanılması,
- Patlayıcı maddelerin ve kimyasal olarak kararsız halde bulunan maddelerin üretimi, işlemlerden geçmesi, kullanımı, depolanması ve nakledilmesi,
- Sondaj yöntemiyle maden çıkarma işleri ile yeraltı ve yerüstü maden çıkarma işleri,
- 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;

- Patlayıcı ortam : Yanıcı maddelerin gaz, buhar, sis ve tozlarının atmosferik şartlar altında hava ile oluşturduğu ve herhangi bir tutuşturucu kaynakla temasında tümüyle yanabilen karışımıdır.
- Normal çalışma şartları : Bir tesisin tasarımı 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:

- Patlayıcı ortam oluşmasını önlemek,
- Yapılan işlemlerin doğası gereği patlayıcı ortam oluşmasının önlenmesi mümkün değilse patlayıcı ortamın tutuşmasını önlemek,
- 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:

- Patlayıcı ortam oluşma ihtimali ve bu ortamın kalıcılığı,
- Statik elektrik de dahil tutuşturucu kaynakların bulunma, aktif ve etkili hale gelme ihtimalleri,
- İşyerinde bulunan tesis, kullanılan maddeler, prosesler ile bunların muhtemel karşılıklı etkileşimleri,
- 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:

- İşçilerin ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliği için tehlikeli patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yerlerde güvenli çalışma şartlarını sağlayacak,
- 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;

- Patlayıcı ortam oluşması ihtimali olan yerleri Ek-I'de belirtildiği şekilde sınıflandıracak,
- Yukarıda (a) fıkrasına göre sınıflandırılmış olan bölgelerde Ek-II'de verilen asgari gereklerin uygulanmasını sağlayacak ve
- 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;

- Patlama riskinin belirlendiği ve değerlendirildiği,
- Bu Yönetmelikte belirlenen yükümlülüklerin yerine getirilmesi için alınacak önlemler,
- İşyerinde Ek-I'e göre sınıflandırılmış yerler,
- Ek-II'de verilen asgari gereklerin uygulanacağı yerler,
- Çalışma yerleri ile uyarı cihazları da dahil iş ekipmanının tasarımı, işletilmesi, kontrol ve bakımının güvenlik kurallarına uygun olarak sağlandığı,
- 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 Gereklere

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 oluşturabilecek 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;

- İşyerlerinin, iş ekipmanının, kullanılan maddelerin veya yürütülen faaliyetin yapısından kaynaklanan patlayıcı ortam riski bulunan ve Ek-1'e göre tehlikeli sınıfına giren yerlere,
- 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;

- Tehlikeli yerlerdeki çalışma, işverence düzenlenen yazılı talimatlara uygun yapılacaktır.
- 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. Patlayıcı ortamı tutuşturabilen statik elektrik oluşumunu önlemek için çalışanlara uygun malzemedan yapılmış kişisel koruyucu giysiler verilecektir.

2.4. Tesis, ekipman, koruyucu sistemler ve bunlarla bağlantılı cihazların patlayıcı ortamda güvenle kullanılabilmesinin, Patlamadan Korunma Dokümanında belirtilmesi halinde bunlar hizmete sokulabilir. Bu kural 27/10/2002 tarihli ve 24919 sayılı Resmî 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 ortamdaki 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 güvenliğinin 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.
---	--

İÇİNDEKİLER

EXPROOF
PATLAYICI ORTAMLAR ve PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI HAKKINDA
GENEL BİLGİ

I. BİRİNCİ KISIM:		Sayfa No.
TEMEL TANIM ve TEMEL BİLGİLER		
1.0	Kısa Tarihçe	
2.0	Patlayıcı Ortam Nedir	
2.1	Tanım	
2.2	Patlayıcı, Parlayıcı Ve Yanıcı Gaz, Toz Ve Buharlar	
2.3	Ateşleme Kaynakları:	
2.4	Patlamaya Karşı Alınan Önlemler	
3.0	Patlayıcı Ortamların Sınıflandırılması	
3.1	Patlayıcı Bölge veya Zonların Tarifi	
3.2	Batı Avrupa Görüşü Ve Uygulaması Zon Sistemi	
3.3	Kuzey Amerikan Görüşü ve Uygulaması Division Sistemi	
3.4	Amerikan Division Sistemi İle Avrupa Zon Sistemlerinin Karşılaştırılması	
3.5	Sınıflandırmayı Hangi Kuruluşlar Yapar	
3.6	Zon Ayırımları A) Asgari Emniyet Mesafeleri	
	B) Örnek Zon Ayırımları	
3.7	Patlama Sıcaklığı Ve Isı Grupları	
4.0	Patlayıcı Ortamlar Üzerine Son Gelişmeler Ve Hukuki Dayanak	
4.1	ATEX 100a ve ATEX 137 Ne Gibi Yenilikler Getirmektedir.	
4.2	ATEX 100a Teknik Bazda Ne Gibi Yenilikler Getirmektedir:	
4.3	Alet Kategorileri	
4.4	Türkiye'deki Mevzuat	
5.0	Koruma Tipleri	
5.1	D Tipi Koruma, Alevsizmaz Koruma (Flameproof Enclosure)	
5.2	E Tipi Koruma, Artırılmış Emniyet (Increased Safety)	
5.3	P Tipi Koruma, Basıncılı Tip Koruma, (Pressurisation)	
5.4	Q Tipi Koruma, Kumlu Koruma (Powder (Sand) Filling)	
5.5	O Tip Koruma, Yağlı Koruma (Oil Immersion)	
5.6	M Tipi Koruma, (Döküm Koruma) Kapsüllü Koruma	
5.7	N Tipi Koruma, Ark Çıkarmaz (Non Sparking)	
5.8	S Tipi Koruma (Special Type Of Protection)	
5.9	Toz Geçirmez Koruma	
5.10	İ Tipi Koruma, Kendinden Emniyetlilik	
5.11	Elektrikli Olmayan Aletlerde Koruma	
6.0	Patlamaya Karşı Korunmuş Aletlerin Etiketleri	
7.0	Yabancı Madde Girişine Karşı Koruma, Ip,	
7.1	IEC ve Avrupa Uygulaması	
7.2	Amerikan Uygulaması	
8.0	Önemli Elektrik Aletlerinde Uygulanan Koruma Yöntemleri	
8.01	Elektrik Motorları	
8.02	Devre Kesici Ve Yol Vericiler	
8.03	Transformatörler	
8.04	Genel Amaçlı Exproof Cihaz Ve Ek Kutuları	
8.05	Kablolar Ve Bağlama Elemanları	
8.06	Aydınlatma Aygıtları	
8.07	Telefonlar:	
8.08	Telsizler	
8.09	Ölçü Aletleri Ve İzolasyon Megerleri	
8.10	Otomasyon Ve İzleme Sistemleri, Plc'ler	

II İKİNCİ KISIM		Sayfa No.
KENDİNDEN EMNİYETLİLİK		
1.0	Kısa Tarihçe	
2.0	Kendinden Emniyetlilik Nedir ?	
2.1	Kendinden Emniyetli Devre Planlamanın Esasları	

2.2	Kendinden Emniyetli Sistemler	
2.3	Batarya Voltajının Düşürülmesi	
2.4	Bobinlerin Emniyetinin Artırılması	
2.5.	Batarya (Güç Kaynağı) Akımının Sınırlanması	
2.6	Onaylı Doğru Akım Kaynakları	
2.7	Onaylı Alternatif Akım Kaynakları	
2.8	Alternatif Akım Çan Ve Röleleri	
2.9	Kondansatörler	
2.10	Bakır Oksitli Redresörler	
2.11	Selenyum Redresörler	
2.12	Doğrusal Olmayan Direnç Şöntler	
2.13	Zener Diodlar	
3.0	KE Test Aletleri Ve Yapılan Araştırmalar	
3.1	Genel İzahat	
3.2	Elektrot Hızının Etkisi	
3.2	Elektrot Hızının Etkisi	
3.3	Elektrod Maddesinin Etkisi	
3.4	Endüktif Devrelerde Minimum Ateşleme Akımının Tayini	
3.5	Şönt Direncin Ateşleme Akımına Etkisi	
3.6	Şönt Kapasitörün Ateşleme Akımına Etkisi	
3.7	Lineer Olmayan Şönt Dirençlerin Minimum Ateşleme Akımına Etkisi	
3.8	Metal Ve Yarı İletken Diod Şöntlerin Minimum Ateşleme Akımına Etkisi	
3.9	Gerilimin Ateşleme Akımına Etkisi	
3.10	Minimum Ark Gerilimi Ve Akımı	
3.11	Ateşleme Olayı Ve Minimum Ateşleme Enerjisi	
3.12	Modern Test Aletleri	
4.0	Ateşleme Eğrileri	
4.1	Genel İzahat	
4.2	Ateşleme Eğrilerinin Kullanılması	
4.3	Emniyet Faktörü Ve Arıza Sayısı	
4.4	Rezistif Dc Devreler	
4.5	Gerilim Regüleli Dc Kaynakları	
4.6	Endüktans İçeren Devreler	
4.7	Kapasitans İçeren Devreler	
4.8	Alternatif Akım Devreleri	
5.0	Kendinden Emniyetliliğin Hukuki Yanı, Sertifeka Ve Standartlar	
5.1	İngilteredeki Gelişmeler	
	A) Maden Müfettişliği	
	B) Sertifika İşlemi	
	C) Yer Üstü Ve Diğer Sanayii Kolları	
	D) Test Yönetmelikleri	
5.2	İngiliz Standartları	
5.3	1958 Sonrası Gelişmeler	
5.4	Türk Standartları Ve Türkiyedekidurum, (1995)	
6.0	Yeni Standartların Etkisi (1995e Kadar)	
6.1	Giriş	
6.2	Alman Test Cihazının Yankıları	
6.3	Sinyal Trafosunda Yapılan Düzeltmeler	
6.4	Yeni Güç Kaynaklarında Dikkat Edilecek Hususlar	
6.5	Çıkış Voltajı Üzerine Düşünceler	
6.6	Yeni Güç Kaynakları	
6.7	Diğer Dc Güç Kaynakları	
7.0	Kabloların Ke Üzerine Etkisi	
7.1	Giriş	
7.2	Endüktif İç Direçli Güç Kaynakları	
7.3	Zener Diyotlu Güç Kaynakları	
7.4	Pratik Uygulamalar	
7.4.1	Emniyet Faktörü	
7.4.2	BS 1538'e Göre Yapılan Kendinden Emniyetli Sinyal Trafoları	
7.4.3	Dc3 Güç Kaynağı	

7.4.4	DC2 Ve DC4 Güç Kaynakları	
7.5	Kablo Kapasitansının Etkisi	
7.5.1	Kabloların Endüktans ve Kapasitansları	
7.5.2	Madenlerde Kullanılan Telefon Kablolarının Endüktansı:	
7.5.3	Madenlerde Kullanılan Sinyal Kablolarının Endüktansı	
7.5.4	Özet	
8.0	1995 Sonrası Gelişmeler ve Atex	
8.1	ATEX 100a ve ATEX 137 Ne Gibi Yenilikler Getirmektedir	
8.2	Ke Yönünden Atex Neler Getirmektedir	
8.3	Ts En 50020 Ye Kısa Bir Bakış	
8.4	Ateşleme Eğrileri	
9.0	Ölçü Ve Algılama Alet Ve Sistemleri	
9.1	Ölçü Duyargaları (Sensör, Dedektö Ve Transmitterler)	
9.2	Gaz Ölçümü	
9.21	Elektro Kimyasal Sensörler	
9.22	Kızıl Ötesi Sensörler . Infrared Sensors	
9.23	Kimyasal Abzorbe, Chemoabsorption	
9.24	Katalitik Yanma , Catalytic Combustion	
9.25	Isıl İletkenlik , Thermal Conductivity	
9.3	Ölçü Dedektörleri Açısından Gaz Grupları:	
9.4	Isı Ölçümü, Termokupollar	
9.5	4 - 20 mA Çeviriciler, Transmitterler	
10	KE Bariyerler Ve Ke Devre Tasarımı	
10.1	Topraklama Sorunu	
10.2	Galvanik Ayırım	
10.21	Trafolu Ayırım	
10.22	Optik Ayırım	
10.3	Pasif veya Basit Cihaz Nedir	
10.4	KE Bariyer Seçimi	
10.5	Passiv Cihazların Tehlikeli Ortamda Çalıştırma Örnekleri	
10.51	Tehlikeli Ortamda Basit Anahtar (Buton) Çalıştırılması	
10.6	PLC Giriş Çıkışları	
10.61	Sayısal Girişler	
10.62	Analog Girişler, 4 - 20 Ma Transmitterler	
10.63	Sayısal Çıkışlar Digital Outputs	
	A) Patlayıcı Ortamda Solenoid Bobin (Valf, Veya Vana) Çalıştırılması	
	B) Patlayıcı Ortamda LED Çalıştırılması	
10.64	Analog Çıkışlar, Analog Outputs	
10.7	Kendinden Emniyetli Otomasyon Sistemleri	
	FISCO	
	Profibus – PA Kablosu	

EK 01	Yanıcı, Parlayıcı Ve Patlayıcı Maddelerin Özellikleri	
	Yanıcı Sıvılar	
	Tozlar	
	Gaz Grupları Ve Sınıflandırma	
EK 02	Patlayıcı Ortamlarla İlgili Standartlar	
EK 03	Dünya Ülkelerinin Tanınmış Test Laboratuvarları Ve Yetkili Sertifika Otoriteleri	
	Onaylanmış Kuruluşlar, Notified Bodies Avrupanın Tanınmış Test Ve Sertifik Kuruluşları	
EK 04	Atex Yönetmelikleri	
	ATEX 100a (94/9/AT)	
	Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik	
	Atex 137 Atex 1999/92/EC	
	Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik	