

GRIZULU YER ALTI KÖMÜR MADENLERİNDE ELEKTRİK ŞEBEKESİ VE ELEKTRİK TEÇHİZATI

M.Kemal SARI

ÖZET

Bu yazımızda grizulu yer altı madenlerinde tatbik edilen elektrik şebekesi ile grizulu madenlerde kullanılan elektrik teçhizatının önemli özellikleri ile yer üstü tesislerinden ve diğer sanayiden kollarından farklı olan yönleri ele alınarak açıklanmaya çalışılacaktır.

1. GENEL

1.1 NERELER GRIZULU MADEN SAYILIR

Eser derecede dahi grizu bulunan yer altı madenleri tehlikeli sayılır ve teçhizat yönünden ATEX 94/9 rumuzu ile anılan "Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmeliğe" tabidirler. Bu konuda karar merci, madene işletme ruhsatı veren Enerji Bakanlığına bağlı Maden İşleri Genel Müdürlüğü'dür. Yalnızca kömür madenleri grizulu değildir. Yer gazı çıkan diğer yer altı madenleri de aynı kapsama girer. Türkiye'de bir örnek olduğu tarafımızdan bilinmemekle beraber tuz, sodyum ve bakır madeni gibi bazı cevher işletmelerinde doğal gaza rastlandığı ve alev sızmaz (exproof) alet kullanıldığı bilinmektedir. Grizu gazı bulunmayan diğer yeraltı madenlerinde ATEX 94/9 yönetmeliğine uygun alevsüz alet kullanmaya ve özel elektrik şebekesi tesis etmeye gerek yoktur.

1.2 TÜZÜK ve YÖNETMELİKLER

Grizulu kömür madenlerindeki yer altı elektrik şebekesinin nasıl tasarlanacağına dair bağlayıcı bir tüzük veya yönetmelik mevcut değildir. Konu ile ilgili eski "maden emniyet nizamnamesinde" bazı maddeler bulunmakta idi. Bunun dışında Avrupa Standart kuruluşunun 2005 yılında yayınladığı EN 1710 standardı vardır. Bu standart IEC tarafından uluslar arası seviyeye çekilerek ISO/IEC 80079-38 nosu ile (Equipment and components in explosive atmospheres in underground mines) yayınlamıştır. Avrupa standart

kuruluşu prEN 50628 nosu ile (Erection of electrical installations in underground mines) konu ile ilgili ikinci bir standart hazırlığı içersindedir ve ilk tasarımı yayınlamıştır.

Şu an geçerli olmayan eski tüzüğün 287.maddesine dayanılarak çıkarılan ve 11.03.1997 tarih ve 22930 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Grizulu Ocaklarda Elektrik Enerjisi Kullanılması Hakkında Yönetmelik" mevcut idi. Bu yönetmelik daha ziyade Türkiye Taşkömürü Kurumu şartname, uygulama ve usullerini içermekte, diğer bir deyiş ile TTK uygulamalarını yönetmelik haline getirmiş idi. İlk defa bu yönetmelikte grizulu madenlerde "kuru tip trafo" kullanma şartını getirilmiştir. TT, TN, IT gibi şebeke yapılarından söz edilmemektedir.

ATEX rumuzu ile anılan yönetmeliklerden ikincisi olan ATEX 137 madenleri kapsamamaktadır. Avrupa müktesebatı uyum çalışmaları kapsamında, madenlerin iş güvenliği ile uyması gereken hususlar 21.02.2004 tarih ve 25380 sayılı Resmi Gazetede yönetmelik olarak yayımlanmıştır. Bu Yönetmelik 03.12.1992 tarihli ve 92/104/EEC sayılı Avrupa Birliği Direktifi esas alınarak ve 4857 sayılı İş Yasası dayanak gösterilerek çıkarılmış idi. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun çıkarılmasından sonra, söz konusu bu yönetmelik yeniden ele alınmış ve önemli değişiklik ve ilaveler yapılarak 19 Eylül 2013 tarih ve 28770 sayılı resmi gazetede "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" adı ile yeniden yayımlanmıştır. 92/104/EEC sayılı Avrupa Direktifi maddelerine ek olarak ilaveler

yapılmış ve bizce yönetmelik öncekine kıyasla daha kapsamlı ve anlaşılır hale gelmiştir. Bu arada, yukarıda bahsettiğimiz 11.03.1997 tarih ve 22930 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "*Grizulu Ocaklarda Elektrik Enerjisi Kullanılması Hakkında Yönetmelik*" de yürürlükten kaldırılmıştır. Böylece bir çok maden ocağı TTK'nın kullandığı MGM tabir edilen özel kabloları kullanma zorunluluğundan kurtulmuştur.

Yeni yönetmelik Ek-1 madde 2 de elektrik ve mekanikle ilgili hükümler bulunmaktadır. Kullanılan teçhizatın ATEX 94/9 Grup I özelliklerine uygun olacağından söz edilmektedir. Şebeke şeklinden bahsedilmemektedir. Madde 2.1.8. de "*Elektrik tesisatıyla ilgili mevzuat, başka bir topraklama sistemine izin vermedikçe, ocak içi şebekesinin herhangi bir noktasındaki topraklama, ancak ocak dışındaki bir topraklama tesisıyla birleştirilerek yapılabilir*" denilmektedir. Burada yer altı topraklamasının nasıl yapılacağı tarif edilmektedir. Aynen IEC 80079-38 de olduğu gibi, toprak hattı yer üstünden doğru yer altına kadar devam etmek zorundadır. Madde 2.2.3 de geçen "*Devre kesiciler, devreyi otomatik olarak kestiklerinde, kendi kendilerine tekrar kapanmayacak özellikte olmalı ve dış etkilere karşı korunmalıdır*" sözü büyük ve geniş OG şebekesi olan madenlerin hoşuna gitmeyecektir. Madde 5.1.1 de detaylı bir ölçü ve izleme sistemi tarif edilmekte ve "erken uyarı" tabir edilen ölçü ve izleme sistemi kurulması zorunlu hale gelmektedir.

Madde 13.6. da "*Aydınlatılması gereken acil çıkış yolları ve kapılarında elektrik kesilmesi halinde yeterli aydınlatmayı sağlayacak yedek aydınlatma sistemi bulunur*" ifadesi maden elektrikçilerini meşgul edeceğe benzemektedir. Bizce ana yollardaki floresan veya benzeri aydınlatma armatürlerinin otel, AVM ve hastanelerde olduğu gibi akülü ve "acil aydınlatma özelliğine" sahip olmaları zorunlu hale gelmektedir.

Madde 10.15. de "Genel havasındaki metan oranı % 1,5'i geçen yerlerdeki iletkenlerin ve elektrikli aygıtların gerilimi derhal kesilir ve şartlar düzelmedikçe yeniden verilmez" denilmektedir ki, bu bilinen bir uygulamadır. Bu madde erken uyarı (metan izleme) tesisi kurulması ve elektrikli aletlerin buna göre seçilmesi gibi bir çok güçlüğü de beraberinde getirmektedir ki, elektrik teçhizatı konusunda dışa bağımlılığımızın devam edeceğini de göstermektedir. Çünkü şalt tesislerine Ex-ia tipi konuma düzeyine sahip kumanda devresi tasarlamak her firmanın işi değildir.

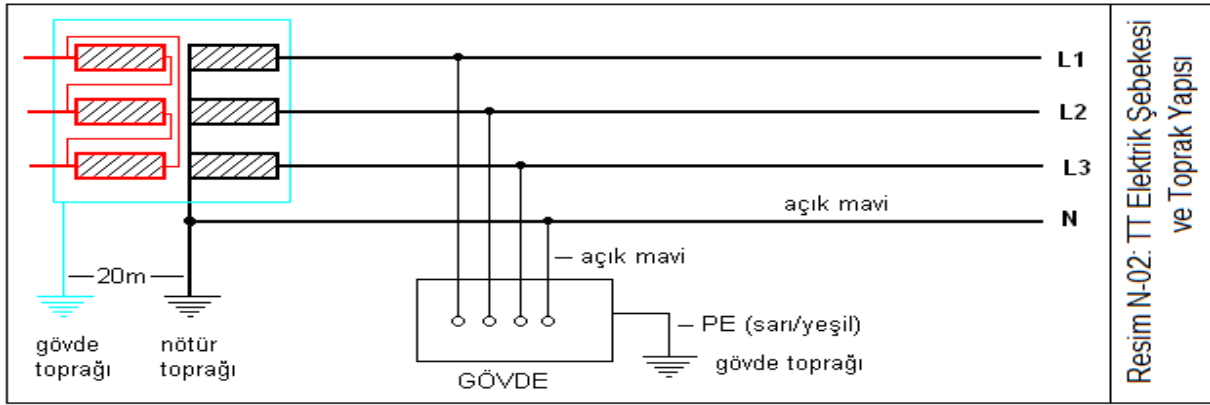
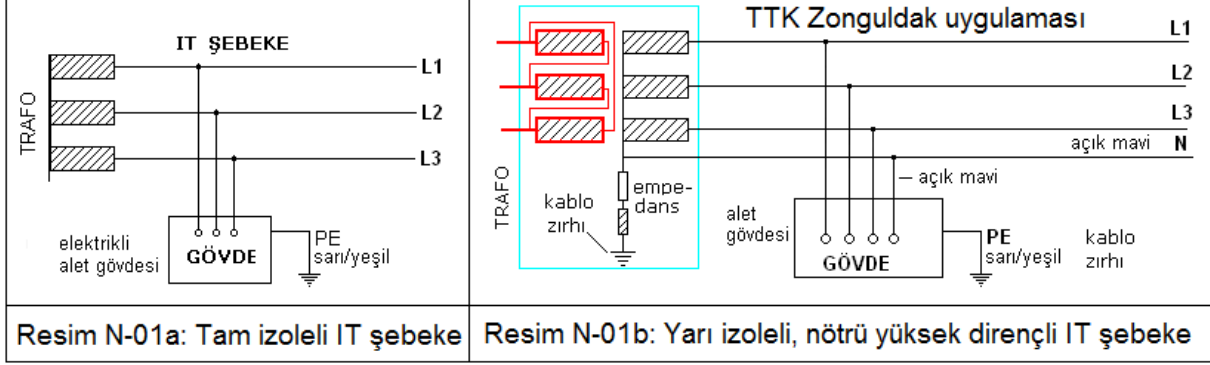
2. ELEKTRİK ŞEBEKESİ

Elektrik şebekesi bir trafoya bağlı elektrik dağıtımdır, dağıtım şeklidir. Bu bakımdan müstakil trafoları bulunan kuruluşlar kendilerine göre şebeke seçme hakkına sahiptirler. TT, TN-C, TN-S, TN-C-S ve IT adı altında 5 çeşit şebeke uygulaması mevcuttur. TN-S-C şebeke şekline müsaade edilmemektedir. Bilindiği gibi Türkiye'de en yaygın şebeke şekli TT dir. "Madenlerde şu şebeke kullanılır" gibi kesin bir hüküm yoktur. IEC 60079-14 standardına göre patlayıcı ortamlarda, dolayısı ile grizulu madenlerde kullanılması yasak olan TN-C ve TN-C-S şebeke şeklidir.

Grizulu maden ocaklarında Dünyada yaygın uygulanan elektrik şebeke şekli IT dir. IT şebekenin yapısı resim N-01'de görülmekte olup, iki şekilde uygulamaya rastlanmaktadır. Birinci uygulamada (resim N-01a) transformatörün nötrü çıplaktır ve her hangi bir yere bağlı değildir. İkinci tip uygulama da ise (resim N-01b) transformatörün nötrüne yüksek dirençli bir empedans bağlanmaktadır. Bu tarz şebekeyi bazı kaynaklar IT-N olarak da adlandırmaktadır. Bu şebeke tarzı 1960'lı yıllarda devrin İngiliz Kömür Kuruluşu olan NCB (National Coal Bord) tarafından geliştirilmiştir. Zonguldak TTK'da (Türkiye Taş Kömürü Kurumu) 1992 yılından sonra uygulanmaya başlanmıştır. Tam izoleli şebekede trafonun nötründe her hangi bir

bağlantı yok ise de, kablolar ve trafonun yapısı dolayısı ile toprağa karşı bir kapasitans mevcuttur. Bu kapasitans izolasyon rölelerinin çalışmasını etkilemektedir. Nötründe direnç bağlı IT şebeke ise, TT şebekeye benzemektedir ve

izolasyon direnci yerine kaçak akım ölçülmektedir. Her ne kadar izolasyon direnci ve artık akım ölçme prensipleri bir birlerine benziyorlar ise de, artık akım ölçerek şebekeyi korumanın bazı avantajları mevcuttur.

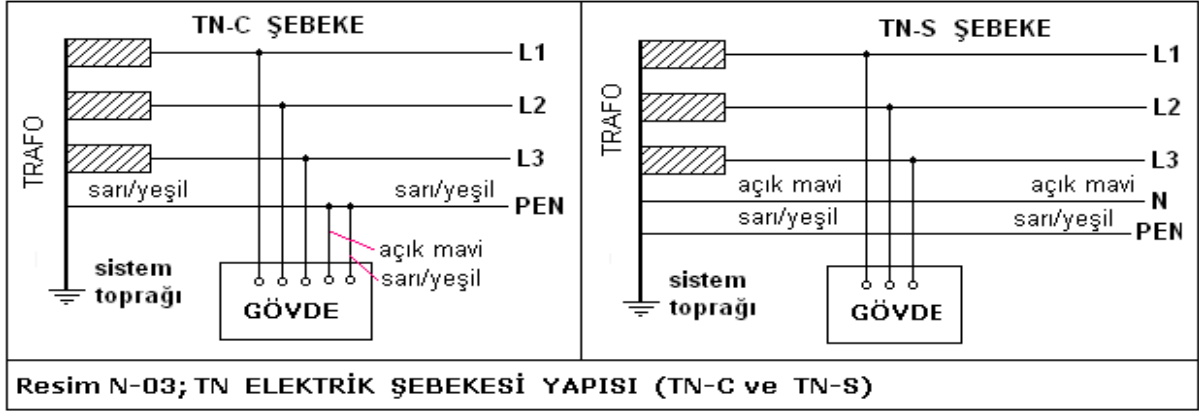


X

Türkiye'de Elektrik Dağıtım Kuruluşlarınca uygulanan TT şebekenin yapısı resim N-02'de görülmekte olup, transformatörün nötrü ile gövdesi ayrı ayrı topraklanmakta ve arada 20 m gibi bir mesafe bırakılmaktadır. Maksat nötr ile toprak arasında yaklaşık 1 Ohmluk bir direnç oluşmasını sağlamaktır. Faz-faz arası 400 Volt olan bir şebekede toprak kaçağı durumunda gerilim 230 Volt ve 1 ohmluk toprak direnci durumunda toprağa akan akım 230 Amperi aşmayacaktır. Böylece kesicilerin kesme gücü makul seviyelerde kalmakta ve kısa devre akımı küçük olan TMS (termik manyetik şalter) kullanma imkanı sağlanmaktadır.

TN şebekenin yapısı resim N-03'de görülmekte olup, trafo merkezinde yalnızca 1 adet topraklama yapılmakta ve

transformatörün nötrü ile gövdesi bitştirilmektedir. İkinci ve müstakil bir toprak tesisine gerek duyulmadığından uygulaması kolaydır. Bu tip şebekelerde, kaçak anında, arada bir direnç olmadığı için (nötr hattı direnci dışında) çok yüksek akımlar akmaktadır. Bu akımlara dayanabilecek TMS'lerin kesme kapasiteleri yüksek dolayısı ile iri yapılı ve pahalı olmaları dezavantajlarıdır. Resim "N-03" deki gibi TN-S şebeke kullanılır ise artık akım koruması çalışacağından kullanımı daha elverişli hale gelmektedir. TT şebekenin kötü tarafı ise teorisinde olduğu gibi toprak ile nötrün ayrı kalmasını sağlamanın zorluğudur. Kullanıcının nötr ile toprak hattını birleştirmesi (sıfırlama yapması) önlenememektedir. Trafonun tek bir kullanıcıya ait olduğu durumlarda ise TT şebeke sorunsuz uygulanabilmektedir.



Hangi şebeke şekli daha avantajlıdır? Sorusunun cevabı kolay değildir. TT ve TN şebekelerin kendilerine göre avantajlı ve dezavantajlı noktaları mevcuttur. Bizce Türkiye'de seçilen TT şebeke Türkiye şartlarına göre optimumdur. ABD, Rusya ve Almanya gibi bazı ülkelerin arazileri kumludur ve dolayısı ile özgül toprak direnci çok yüksektir. Bu ülkelerde düşük nötr ve toprak direnci elde etmek çok zordur. Bu nedenle TN şebeke seçmekten başka şansları kalmamaktadır. Bizce arazisi kumlu olan bölgelerde TT yerine TN şebeke uygulamak daha doğru olabilir. Bu durumda şebekede kullanılan TMŞ'lerin kesme güçlerinin 50-100 kA gibi yüksek seçilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Grizulu madenlerde kullanılan IT şebeke görünüşte, insana çok daha güvenli gibi geliyor ise de, resimde görüldüğü gibi bir transformatörün nötründe her hangi bir bağlantı yok ise de, trafo toprağa karşı tam izole değildir. Trafonun ve tesisat kablolarının yapısı dolayısı ile toprağa karşı kapasitif bir bağlantı mevcuttur. Görüldüğü gibi "canlı faz el ile tutulduğunda" çarpılmama gibi bir olay yoktur. Elektriğin ve üç fazın keşfedildiği yıllarda uygulanan ilk şebeke şekli IT dir. IT şebeke diğer şebeke şekilleri ile kıyaslandığında avantajlı değildir. Grizulu madenlerde zorunluluk dolayısı ile tatbik edilmektedir. Koruma aletleri de pahalıdır.

Türkiye'de izoleli şebeke Devlet işletmelerinde ve Devletten devralınan büyük özel sektör madenlerinde

görülmemektedir. Özel kömür madenlerinin bir çoğu alev sızmaz elektrik ekipmanı kullanmadığı gibi grizulu ortam şebekeleri de emniyetli değildir. Şebeke yapısı (teçhizat dışında) yönetmeliklere aykırıdır denilemez. Çünkü herhangi bir yönetmelik veya standartta "grizulu madenlerdeki elektrik şebekesi izoleli olacaktır" gibi bir şart bulunmamaktadır. Küçük madenler, isteseler dahi aşağıdaki nedenlerle izoleli şebeke uygulamaları pek kolay değildir. Çünkü:

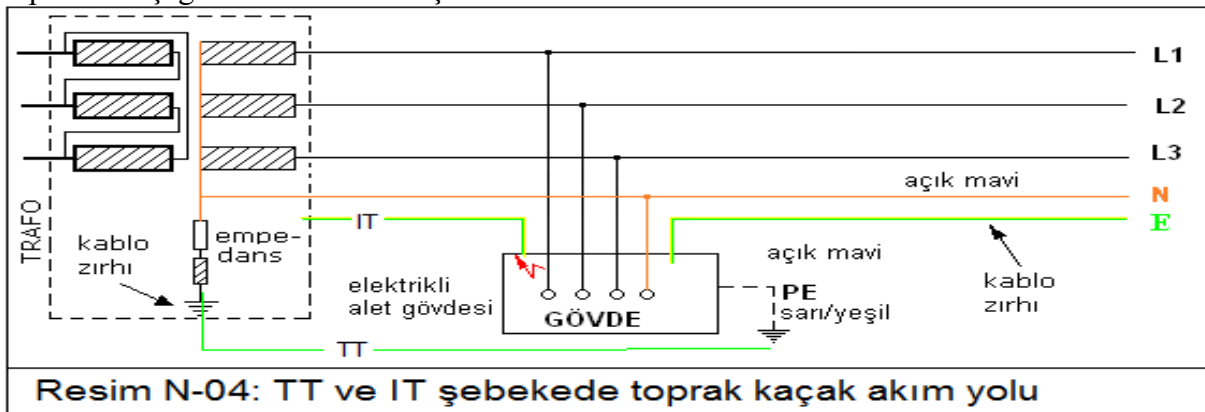
- 1) Yer üstü ve yer altı şebekesi aynıdır. Yer üstünde bulunan tek bir trafodan tüm işletme beslenmektedir
- 2) İzoleli şebekenin koruma yöntemi farklıdır. Yerli piyasada uygun kesici bulma şansı yoktur. İthal kesicilerin mali yükünü kaldıracak güçte değillerdir. Aynı şekilde alev sızmaz ekipman maliyetini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

Bu durumda küçük madenlere ayrıcalık mı tanınmalıdır? Bizce her hangi bir ayrıcalığa gerek yoktur. Yazımız devamında ele alacağımız "maden elektrik şebekesinin koruma yöntemlerine" riayet ettikleri takdirde rahatlıkla TT şebeke uygulayabilir ve gerekli güvenliği sağlayabilirler. Zaten TTK'nın uyguladığı şebeke şekli de TT'ye benzemektedir.

2.2 İZOLE ŞEBEKEDEN KORUMA YÖNTEMLERİ

Elektrikte bilinen üç koruma yöntemi mevcuttur: aşırı yük, kısa devre ve toprak kaçağı. Aşırı yüke karşı koruma termik röleler ile gerçekleştirilmektedir. Çoğu devreler elektronik ve sayısal olduğu için ölçülen akım değeri ayarlanan değeri belli bir miktar geçtiğinde elektrik kesilmektedir. Aşırı yük koruması tüm şebeke tiplerinde aynı prensip ve aynı tip aletler ile yapılmaktadır. Fazlar arası kısa devre koruması da aynıdır. Toprak kaçağına karşı koruma ise şebeke tipine göre değişmektedir. TT ve TN şebekelerde, toprak kaçağı durumunda aşırı akım

akacağından koruma termik röleler ile gerçekleştirilmektedir. TT ve TN-S şebekelerde artık akım anahtarı (kaçak akım rölesi) da kullanılabilir. TT şebekede artık akım mecburi iken TN-S şebekede ihtiyaridir. Çünkü TN-S şebekede trafonun nötrüne kadar giden yolda daima bakır kablolar mevcut iken TT şebekede belli bir arada, devre toprak üzerinden tamamlanmaktadır ki, (bak resim N-04) bu bölümde direncin yüksek olma ihtimali vardır. Bu nedenle TT şebekede artık akım anahtarı zorunludur.



Tam izoleli IT şebekelerde her hangi bir toprak kaçağı durumunda trafonun nötrü izoleli olduğu için toprağa karşı fazla bir akım akmayacaktır. TT şebekede olduğu gibi aşırı akım yöntemi ile toprak kaçağını algılamak ve kesiciyi açtırmak mümkün değildir. Bu durum grizuyu patlatmayabilir. Fakat insanlar için tehlikesizdir denilemez. İnsan vücudu çok küçük akımlardan etkilenmektedir. IT şebekede toprak arızası izolasyon ölçümü ile belirlenir. Özel izolasyon röleleri ile faz toprak arası direnç sürekli izlenir. İzolasyon rölelerinin yapısı prensip olarak artık akım anahtarlarına benzemektedir. Bu röleler genelde modüler yapıya sahiptirler anlaşılma ve kullanılmaları da kolaydır. Yalnız bu röleler yeşil-sarı-kırmızı gibi belli ikaz seviyelerine sahip olup, kullanıcıyı şebekenin izolasyon seviyesi hakkında sürekli ikaz ederler. Örneğin 1000 Volt bir şebekede izolasyon direnci 25 kΩ ve üzerinde ise tesis normal demektir ve izolasyon rölesinin yeşil lambası yanar. Direnç ne zaman 25 kΩ altına düşer ise

1.ikaz verilir ve rölenin sarı ikaz LED'i yanar. Sarı ikaz, izolasyon direnci 15 kΩ a düşünür kadar devam eder. İzolasyon direnci ne zaman 15 kΩ altına düşer ise kırmızı LED yanar. Kırmızı LED ışığı izolasyon direncinin 10 kΩ'a inmesine kadar devam eder ve 10 kΩ'a geldiğinde de röle devreyi açar. Tablo-01 de görüleceği gibi izolasyon rölesinin en son değeri 10 kΩ değildir, 7 kΩ a kadar müsaade edilmektedir. Madenin elektrikçisi isterse izolasyon değerini 7 kΩ'a düşürerek tesisin bir müddet daha çalışmasını temin edebilir. Tabi izolasyon hızla düşmüyor ve 7 kΩ altına inmemiş ise. Böylece arızanın giderilmesi üretimi durdurmadan vardiya aralarında gerçekleştirilmektedir.

TTK'nı (Türkiye Taş Kömürü Kurumu) kullandığı nötründe yüksek direnç bulunan "nötrü 750 mA'e sınırlı" IT şebekelerde izolasyon direnci değil, kaçak akım ölçülmektedir. Bu sistem algılama tekniği açısından daha hassastır. Tam izoleli şebekede kabloların kapasitansı toprak

empedansını etkilediğinden ve kablo kapasitansı da ortam nemine göre değiştiğinden izolasyon direnci ölçümü sapmalar gösterebilmektedir. Bu bakımdan artık akım ölçüm yönteminde selektif koruma uygulamak ve arızanın yerini belirlemek izolasyon ölçümüne kıyasla daha kolaydır.

25, 15, 10 kOhm gibi değerler nereden gelmektedir ve bunları belirleyen bir standart var mıdır? Sınırlı izoleli bir TTK şebekesi 80 mili ampere ayarlı olduğuna göre bu değer 1000 Voltta 7 kOhm yapmaktadır.

IEC 80079-38 madde 4.4.4 de toprak kaçağı korumasından söz edilmekte ve

“maksimum toprak kaçak akımı” (prospective earth-fault current) %20 aşıldığında devrenin kesilmesi istemektedir. Toprak kaçak akımına göre direnç tablo-01'deki gibi hesaplanabilir. Bu tabloda artık akımlar ile izolasyon dirençleri arası bağlantı görülmektedir. İzolasyon ölçümü de sonuçta bir kaçak akım ölçümüne dayanmaktadır. Bir örnek yapar isek: 1000 V şebekenin toprağa karşı gerilimi $1000/1,73= 578$ Volt dur. 30 mA artık akım esas alır ise bu akımın 578 Voltta verdiği direnç ohm kanununa göre $U=IxR$ formülü ile $R=578 V / (30 mA) = 19,27$ kOhm olarak hesaplanır. Bu direncin %20 eksiği ise 15,41 kOhm yapmaktadır.

Tablo 1: Kaçak akım ve izolasyon direnci kıyaslama tablosu

GERİLİM		ARTIK AKIM						DİRENÇ								
faz-faz	faz-toprak	KAÇAK AKIM						5mA	10mA	30mA	20% altı	50mA	80mA	20% altı	100mA	20% altı
Volt	Volt	mA	mA	mA	mA	mA	mA	kΩ	kΩ	kΩ	kΩ	kΩ	kΩ	kΩ	kΩ	kΩ
400	231,2	5	10	30	50	80	100	46,24	23,12	7,67	6,14	4,62	2,89	2,312	2,31	1,85
550	317,9	5	10	30	50	80	100	63,58	31,79	10,60	8,48	6,36	3,97	3,179	3,18	2,54
1000	578,0	5	10	30	50	80	100	115,6	57,80	19,27	15,42	11,561	7,23	5,78	5,78	4,62
1100	635,8	5	10	30	50	80	100	127,2	63,58	21,20	16,96	12,717	7,95	6,358	6,36	5,09
1200	693,6	5	10	30	50	80	100	138,7	69,36	23,88	19,11	13,873	8,67	6,936	6,94	5,55

IT şebekede en kötü durum aynı anda iki ayrı fazın birden toprak temasına geçmesi halidir. Çok ender karşılaşılma ihtimali olan bu durumda devre kesiciler çalışacak ve elektriği keseceklerdir. Fakat sistemin grizuyu patlatma riski ortadan kalkmayacaktır. Çünkü toprak kaçağı faz-faza kısa devreye dönüşmektedir. Bu nedenle, IT şebeke tasarımında ve devre kesici seçiminde faz-faza kısa devre dikkate alınmaktadır.

2.3 TOPRAKLAMA VE EŞPOTANSİYEL KUŞAKLAMA

a) PATLAYICI ORTAMLAR

Maden dışında patlayıcı ortam bulunduran petrol ve kimya sanayi gibi diğer sanayi kollarında uyulması gereken kurallar IEC 60079-14 standardında yazılıdır. Standardın 3.sürümü IEC tarafından 2002 yılında yayınlanmış ve bu sürüm 2008 yılında TSE

tarafından TS EN 60079-14 adında Türkçe olarak yayınlanmıştır. Türkçede patlayıcı ortamlarla ilgili terimler tam oturmadığından, yalnız başına tercümesinden faydalanmak okuyucuları yanlış yola sürükleyebilir. Onun için daima İngilizce orijinal ile birlikte ele alınmaları tavsiye edilir. Bu standardın 2007 de yayınlanan 4.sürümünde çok şeyler değiştirilmiş ve özellikle tozlar da kapsama alınmıştır. Kablolü tesisat uygulamasının yanı sıra Kuzey Amerikan borulu uygulamalarını da (conduit) kapsayan 5. sürümü de 2014 itibari ile yeni yayınlanmıştır ve yürürlüğe girmiştir.

IEC 60079-14 de şebeke şekli önerilmemekte, olmaması gereken sakıncalı şebekeden söz edilmektedir. Madde 6.3.2 de “TN sistem kullanılıyor ise patlayıcı ortamlardaki bölümünün TN-S” olması istemektedir. TN-S şebekenin yapısı genel

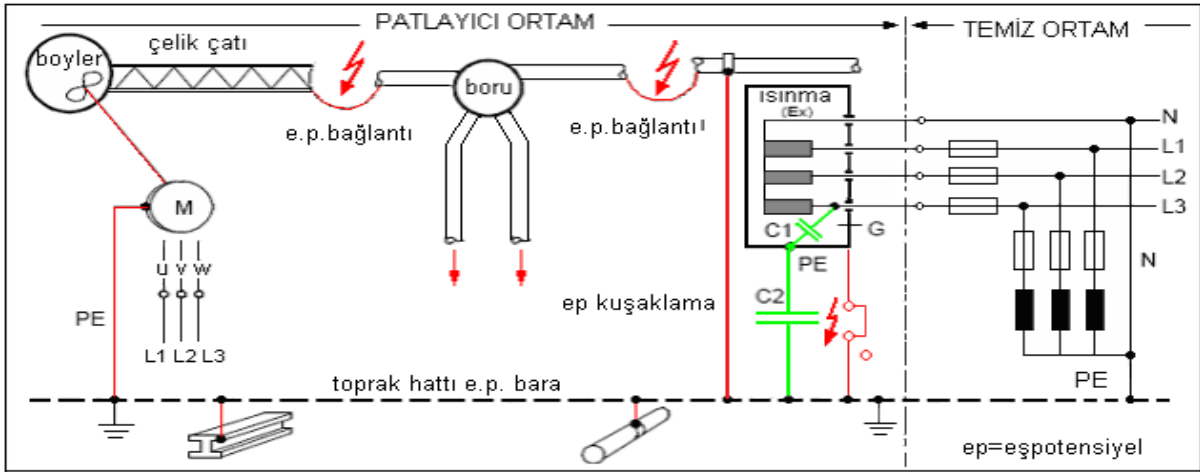
anlamı ile resim N-03 de görüldüğü gibidir. TN-C şebekenin diğer adı ise "sıfırlı" sistemdir. Toprak hattı ile nötr birleşiktir. 5 kablo yerine 4 kablo kullanılmaktadır. Amerikan ve İngiliz çevrelerinde „5 wire“ ve „4 wire“ sistem olarak ayırt edilmektedir. Özetle sıfırlanmış 4 kablolu sistemlerin patlayıcı ortamlarda kullanılması yasaktır.

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

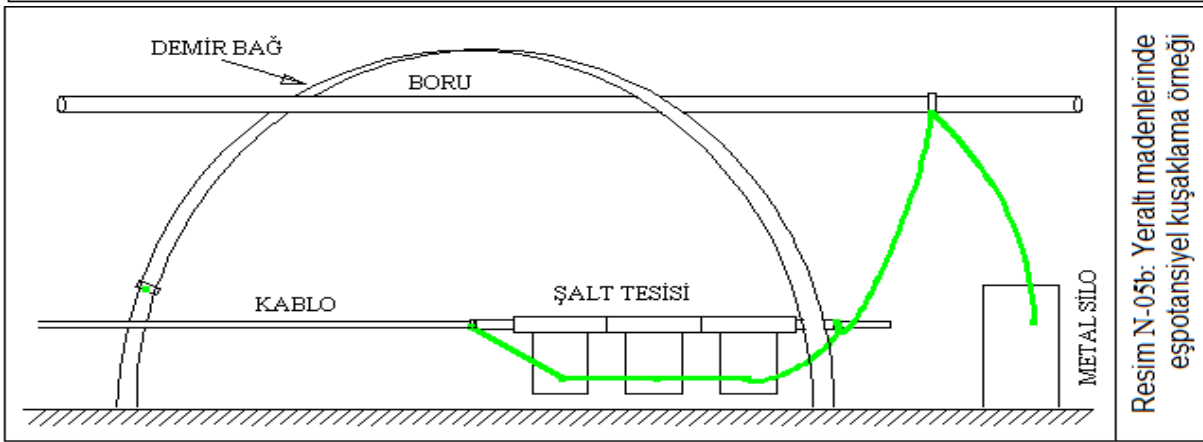
Normal tesislerin aksine, SELV ve PELV gibi çok düşük gerilim bölümleri açıkta olamaz. İnsanı tehdit etmeyen düşük gerilimlerin patlayıcı ortamı tehdit

etmeyeceği anlamı çıkarılamamalıdır. Bazı kömür madenlerinde 220 Volt yerine 24 Volt aydınlatma kullanılması gibi yanlışlıklar ile karşılaşılmaktadır. SELV, insan açısından güvenilir düşük gerilim anlamına gelir ve 50 Voltun altı topraklanmamış şebekeler SELV sayılır. PELV ise SELV ile aynı anlamda olmakla birlikte, PELV de şebeke topraklıdır. 50 Voltun altında topraklanmış şebekeler PELV sayılır. Bu tip şebekelere kendinden emniyetli devrelerde rastlanmakta olup, normal tesislerde topraklanmaları ihtiyari olan bu gibi SELV ve PELV alet ve devrelerin patlayıcı ortamlarda topraklanmaları zorunludur.

Patlayıcı ortamlarda topraklama diğer ortamlara kıyasla daha itinalı yapılmak ve normal tesis topraklamasının yanı sıra eş potansiyel kuşaklamanın da kurulması zarureti vardır. Resim N-05a da örnek bir topraklama ve eş potansiyel kuşaklama görülmektedir. Topraklamada gaye, arıza (toprak kaçağı) anında koruyucu elemanların (devre kesicilerin) elektrik devresini açarak tahribatın önlenmesini sağlamaktır. Eş potansiyel kuşaklama da ise gaye, arıza anında aletler arası gerilim oluşmasını önlemek veya minimize etmektir. Patlayıcı ortamlarda eş potansiyel kuşaklama, merkezi ve temiz bir bölgede veya zone 2 sahalarda kurulur. Toprak direnci düşük tutularak arızanın getireceği muhtemel tahribatlar önlenmeye çalışılır. Konumuz topraklama olmadığından fazla detaya girilmeyecektir. Yer altı tesislerinde uygulanan örnek bir eş potansiyel kuşaklama resim N-05b de resmedilmiş olup, görüleceği gibi maden tünelineki bağ demirleri, havalandırma boruları gibi tüm mekanik aksamlar eş potansiyel kuşaklama içersine alınmıştır. Çoğu maden elektrikçisi için "abes" gibi gözüken bu uygulama kendinden emniyetli devreler için elzemdir. Grizulu madenlerin hemen tamamında gaz izleme gibi kendinden emniyetli skada sistemleri bulunduğu göre eş potansiyel kuşaklama ihmal edilmemesi gereken bir husustur



Resim N-5a: Eşpotansiyel Kuşaklama Örneği, genel uygulama



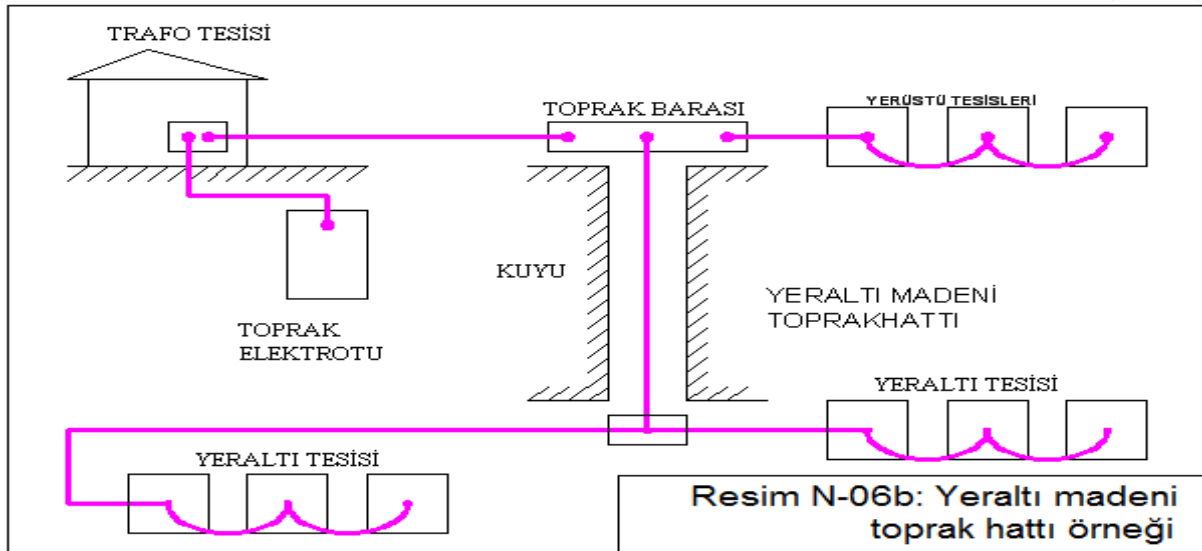
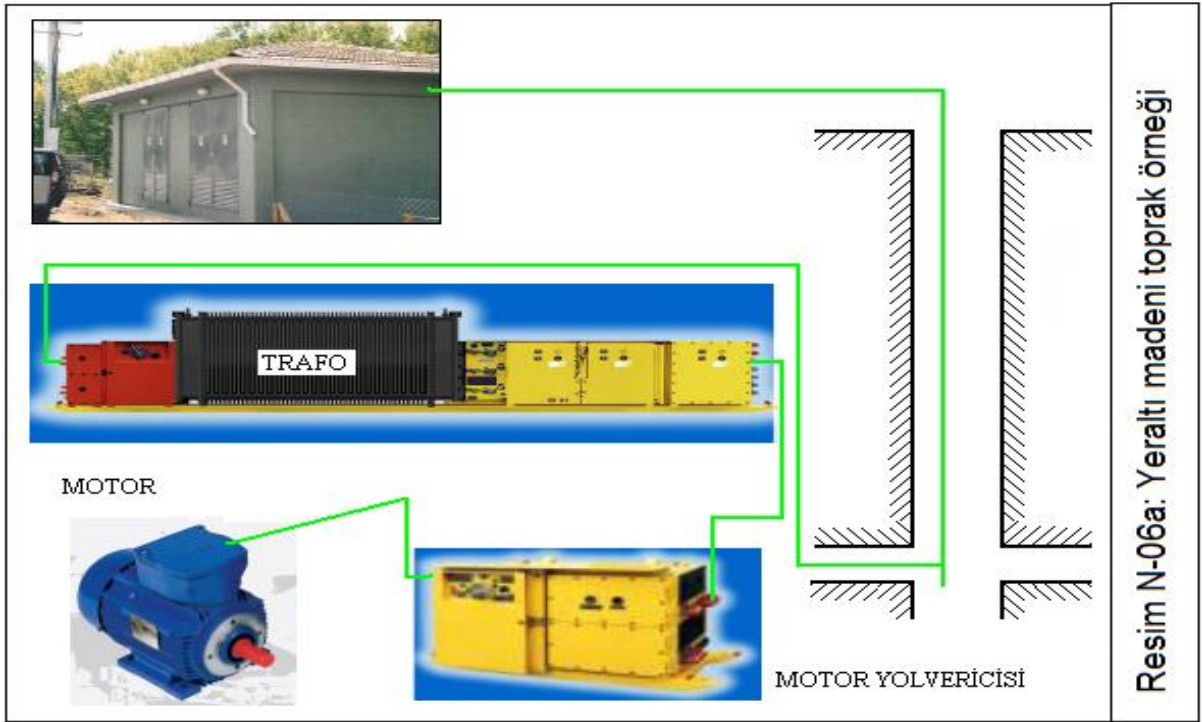
Resim N-05b: Yeraltı madenlerinde eşpotansiyel kuşaklama örneği

b) GRİZULU MADENLER

Yer altı madenlerinde topraklama nasıl yapılmalıdır? Yer altında kurulu bir trafonun müstakil toprağı olur mu? Galeri veya tünel içersine toprak kazığı çakılabilir mi? Bu soruların cevabı yukarıda izah ettiğimiz gibi, 19 Eylül 2013 tarihli "*Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği*" Ek-I madde 2.1.8 de verilmiştir. Aynı şekilde IEC 80079-38 madde 5.4.6-a'da elektrik akımının kapalı devre bir bütün teşkil etmesi istenmekte ve makine gövdelerine bağlantıya izin verilmemektedir. Bu durumda yer altı toprak hattının resim N-06a ve N-06b de görüldüğü gibi, yer üstünden itibaren kapalı devre olması ve herhangi bir kaçak durumunda akımın kapalı kabloları takip ederek trafoya kadar gelmesi gerekmektedir. Bu nedenlerle yer altındaki

bir trafonun müstakil toprak kazığının bulunmasının anlamı yoktur. Çünkü her hangi bir toprak kaçağı durumunda, arıza akımı izoleli kabloları takip ederek veya kablunun zırhı üzerinden, trafonun nötrüne kadar gelecektir. Yer üstü sanayi tesislerinde olduğu gibi, trafonun nötrüne toprağı takip ederek dönmemelidir. Resim N-04 da toprak kaçak akım yolu görülmektedir.

Bazı yer altı madenlerinde yer üstü trafolarında olduğu gibi, yer altına da kazık çakılarak topraklama yapılmaktadır. İkinci bir toprak olarak bu uygulamanın bir mahsuru yoktur. Eğer yer altına giden kablolar zırhlı değil ise veya özel bir toprak kablosu çekili değil ise yer altına yapılan müstakil bir topraklama nizami değildir ve grizu yönünden tehlike oluşturmaktadır.



3. YER ALTI ŞEBEKELERİNDE PİLOT DEVRE

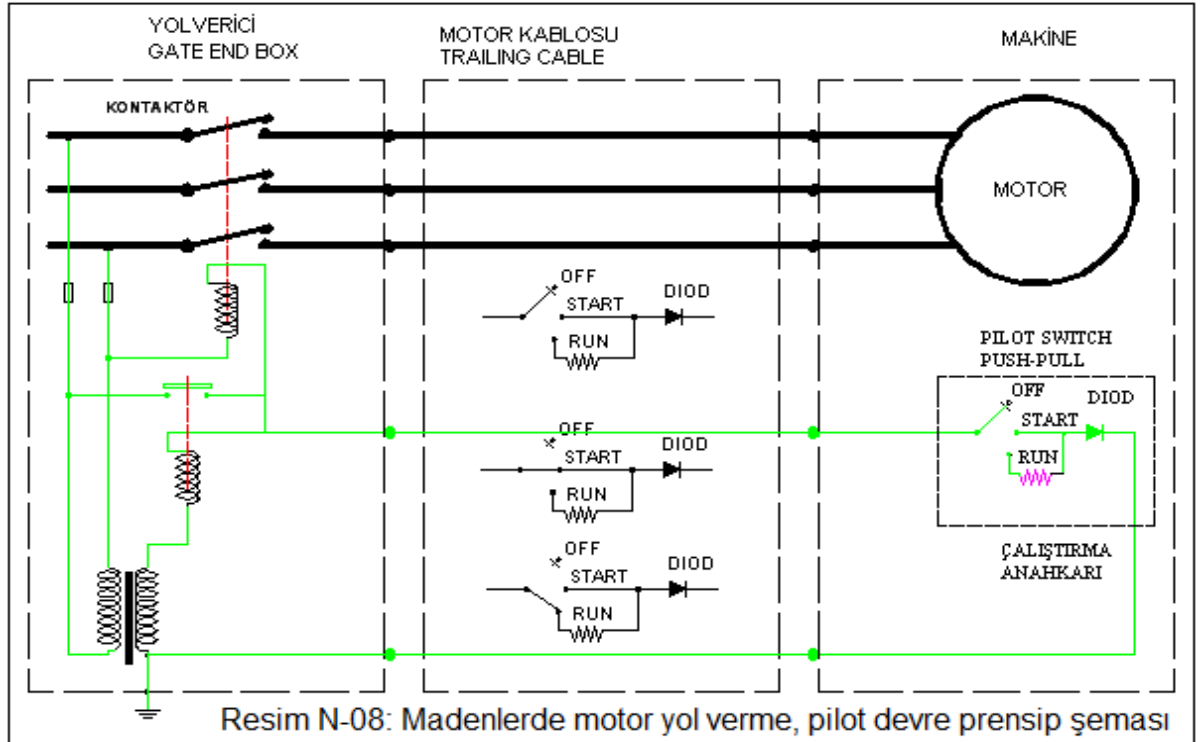
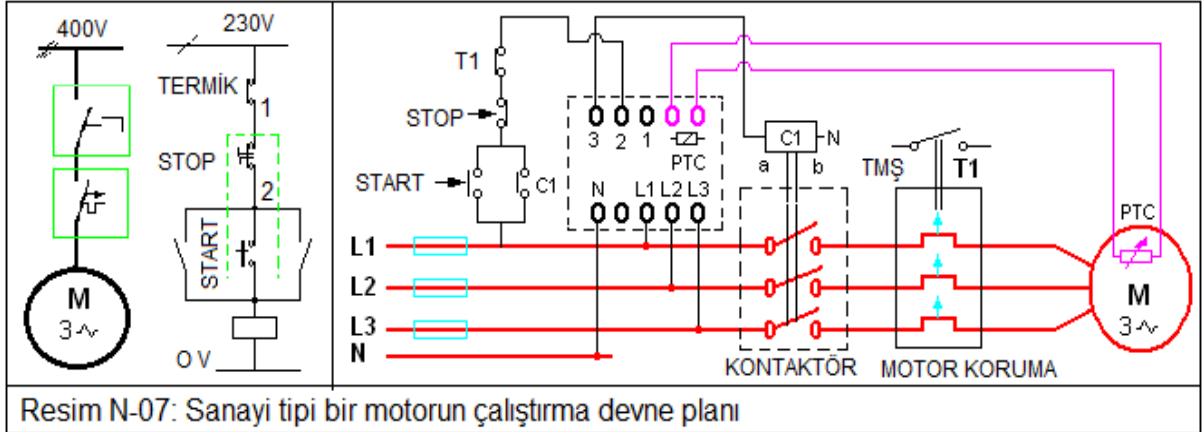
3.1 MOTOR YOLVERME DEVRELERİ ve DIOT

Sanayide bir motor prensip olarak resim N-07'deki gibi çalıştırılmaktadır. Burada bilinenden farklı olarak sargı sıcaklık korumaları da gösterilmiştir. Sanayide çoğunlukla ihmal edilen sargı sıcaklık termistörlerinin patlayıcı ortamlarda kullanılması zaruridir. Sanayide motorun güç kablosu dışında start-stop butonu için 4

damarlı kumanda kablosuna ihtiyaç vardır. Bu kablo yol vericiden start stop butonunun bulunduğu noktaya kadar çekilir. Yer altı madenlerinde ise yol verici temiz hava girişinde, yani motordan epey uzaktadır. Start-stop butonunun motorun yanında bulunması zorunludur. Motorun kumanda devresine madenlerde "pilot devre" adı verilmektedir. Motorun pilot devresini çalıştırmak için ya güç kablosu çok damarlı seçilmeli veya pilot için ayrı bir kablo iletilmelidir. Kabloların nispeten pahalı olduğu 1960'lı yıllarda İngiliz kömür işletmesi resim N-08 de görülen motor

kumanda devresini geliştirmiştir. Burada güç kablosunun içersinde ilaveten bir kumanda "pilot" damarının bulunması yeterli

olmaktadır. Kumanda dönüşü topraktan yani kablo zırhından tamamlamaktadır.



Yeni kurulan madenlerde sanayideki gibi bir uygulama tavsiye edilir. Çünkü kablolar 1960 ve 70'li yıllardaki kadar pahalı değildir. Ayrıca günümüzde kumanda devreleri gelişmiş ve KE (kendinden emniyetli) olarak tasarlanmakta ve grizu açısından güvenle çalışmaktadırlar. Resim N-08'de görüleceği gibi pilot devrede DIOT en sondadır ve en sonda bulunmak zorundadır ki, kablo kopmaları algılanabilsin. Start-Stop düğmesi sanayi tipi motorlar gibi değildir. Araba anahtarına benzemektedir. Stop-start-Run konumu

bulunmaktadır. Anahtarın kalıcı noktası RUN pozisyonudur. Diyotun gayesi kabloyu kontrol etmektir. Start-Run konumu ise kontaktörlerin çekerken yüksek akım istemeleri ve çektikten sonra küçük bir akım ile çekili kalabilme özelliğinden yararlanılarak geliştirilmiştir. İngiliz yapımı yol vericilerde 30 ohmluk bir direnç bobini tutmaya yeterli olmaktadır. Bu değer bobin yapısına göre değişebilmektedir.

Resim N-08 de pilot devrenin prensip şeması görülmektedir. Devre doğru akım ile

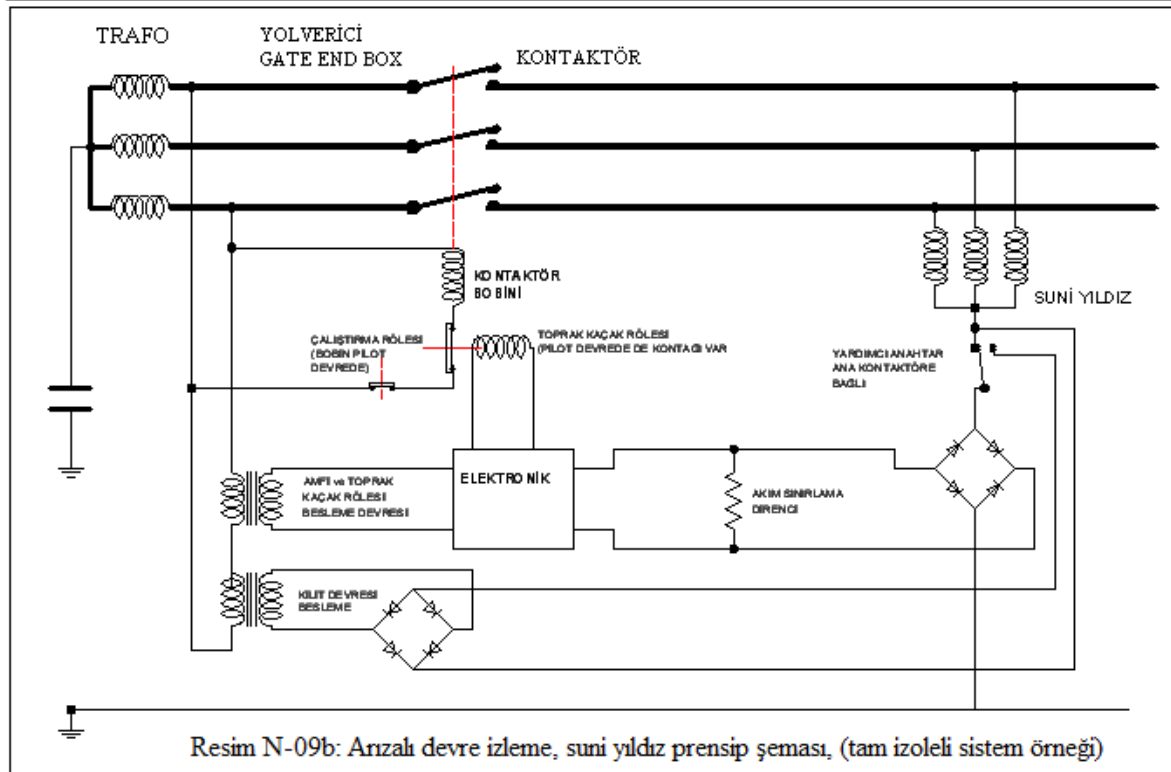
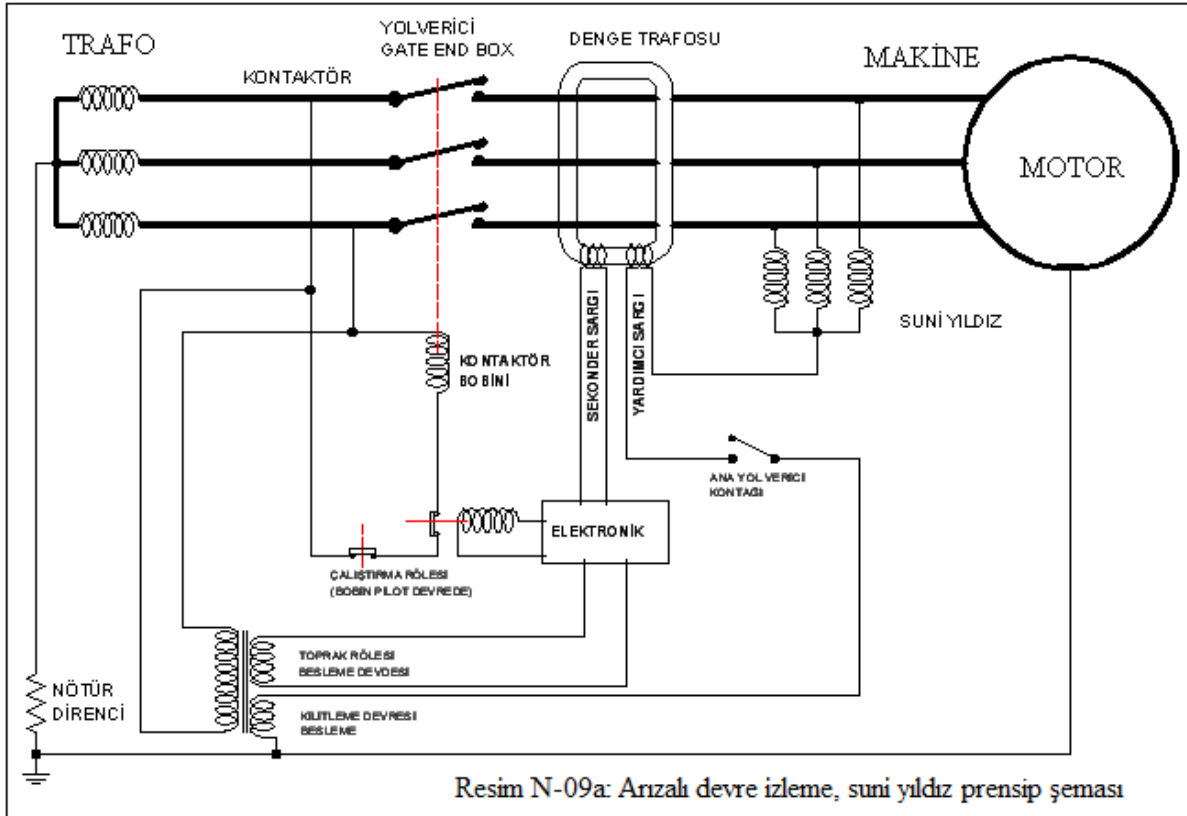
çalışmakta ve kumanda kablosunun en sonunda bulunan diot ile doğrultulmaktadır. Her hangi bir neden ile kablo kısa devre olduğunda veya toprağa temas ettiğinde yol verici içersindeki bobine giden akım DC den AC ye dönüşmekte ve bu nedenle bobin bırakılmaktadır. Eğer kablo kopar ise bobini ayakta tutan akım kesileceğinden kesici açmakta, dolayısı ile motor durmaktadır. Maden elektriğinin diğer sanayi kollarından önemli farkı bu diyotlu koruma yöntemidir ve bu nedenle madenlerde çalışan elektrikçilerin cebinde her zaman bir kaç diyot ve direnç hazır bulunur.

3.2 ARIZALI DEVRE ÜZERİNE ELEKTRİK VEREMEME

Grizulu yer altı madenlerinde arızalı devre üzerine elektrik verilemez. İstense de elektrik tesisatı buna müsaade etmez ve etmeyecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. **Grizulu maden elektroteknikliğinin sanayi elektriğinden en önemli farkı bu husustur.** Şebeke şekli ne olur ise olsun motor yol vericileri (motor starter) ve şebeke koruma cihazları (circuit braker, devre kesiciler) bu şekilde tasarlanmış ve gerekli cihazlar ile donatılmış olmak zorundadırlar. Bu özellik ise **suni yıldız** denilen bir bağlantı ile sağlanmaktadır. Suni yıldız basit dirençlerle veya bobinlerle elde edilebilmektedir. Resim N-09a ve N-09b de suni yıldız devresinin prensip şeması görülmektedir. Devre dikkatlice takip edildiğinde sistemin nasıl çalıştığı anlaşılacaktır. Sanayide arızalı kabloya tekrardan elektrik verildiğinde kesici yine

açacak ve sonuçta kısa devre olan noktada aşırı tahribattan başka bir şey yaşanmayacaktır. Grizulu madenlerde ise bu durumda, muhtemel grizu varlığında patlama tehlikesi olacaktır. Arıza dolayısı ile bir kesici veya yol verici açıldığında arıza giderilmeden asla tekrardan cereyan verilemez. Peki bu teknik olarak nasıl sağlanmaktadır? Tabii ki arızalı kablo üzerine çok düşük gerilimli, 6-12 Volt gibi bir elektrik verilerek. Bu düşük gerilimli elektrik grizu için tehlikeli değil midir? Kendinden emniyetli güç üniteleri üzerinden elektrik verildiği, yani devre kendinden emniyetli (KE) olduğu için tehlikeli değildir. Bilindiği gibi kendinden emniyetli devreler kısa devre olduğunda (koruma düzeyi EPL-a olan) çıkan enerji patlayıcı ortamı ateşleyecek (grizu gazını patlatacak) düzeyde değildir.

Suni yıldız devresi üzerine KE (kendinden emniyetli) seviyesinde korunan çok güvenli bir metot ile (Ex-ia) çok küçük gerilimli bir elektrik verilerek arızanın kalkıp kalkmadığı sürekli izlenmektedir. Resim N-09 da görüleceği gibi, kesici veya yol verici açıldığında, suni yıldız üzerindeki yardımcı kontak kapanarak "**arıza izleme devresi**" yani suni yıldız devreye girmektedir. Eğer fazlardan birinde arıza var ise suni yıldızın yıldız hattından akım akacak ve bu akım da denge bobininden (toroid bobin) akım geçmesine neden olacak ve sonuçta kontaktörün bobin devresine, start düğmesine basıldığında elektrik verilmesi engellenmiş olacaktır.



4. KULLANILAN TEÇHİZAT ÖZELLİKLERİ

4.1 ALET GRUPLARI

IEC 60079-0 standardına göre patlayıcı ortamlarda kullanılan teçhizatlar aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi üç grubu (I, II, III) ayrılmaktadır. Yakın zamana kadar Grup III yok idi ve tozlar D işareti ile de ayırt edilmekte idi. Kurulu tesislerde halen gazlar etiketlerindeki G ve tozlar da D harfi ile ayırt edilmektedir. Grup III henüz etiketlere yansımamıştır.

GRUP I : Maden sanayi		
GRUP II : Madenler dışındaki diğer tüm sanayi kolları		
GRUP IIA : Propan grubu	GRUP IIB : Etilen grubu	GRUP IIC : Hidrojen grubu
GRUP III : Madenler dışındaki tozlar		
GRUP IIIA : Uçucu Lift ve yongalar	GRUP IIIB : Yalıtkan tozlar	GRUP IIIC : İletken tozlar

Bu gruplamanın nedeni imalat tekniği ile ilgilidir ve aşağıdaki tabloda görüleceği gibi gazlar arası minimum ateşleme enerjileri ile maksimum deneysel açıklıkların (MESG) ve minimum ateşleme akımı oranlarının (MIC) farklı olmalarından kaynaklanmaktadır. Bilinmesi gereken husus, alt grupların örneğin IIC grubu aletlerin diğerlerini kapsadığıdır. Çünkü hidrojen ve asetilen gazları bilinen en tehlikeli ve en kolay patlayan gazlardır.

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

Grup I aletler grizu gazına ve/veya kömür tozuna karşı korumalı üretilmek zorundadırlar. Yalnızca grizu var ise aletin sıcaklık grubu yani dış yüzey sıcaklığı

450°C'yi aşamaz. Çünkü metan gazının statik patlama sıcaklığı 600°C dir. Eğer kömür tozu da var ise bu durumda aletin dış yüzey sıcaklığı 150°C'yi aşmamalıdır.

Madenlerde Grup II alet kullanılamaz mı? Bunun sakıncası nedir? Sızma ve ürettiği basınç açısından metan gazı en tehlikesiz gaz olduğuna göre, hidrojene göre sertifikalandırılan bir IIC grubu aleti Grup I'de yani grizulu madenlerde neden kullanamam? Bu gibi sorularla sıkça karşılaşmaktadır ve cevabı IEC 60079 serisi standartların detaylarında saklıdır. Çünkü Grup I aletler için bazı test ve deney yöntemleri diğerlerine kıyasla çok daha ağırdır. Örneğin Grup I aletlerde darbe deneyi 2m yükseklikten yapılmakta ve kablo rekorları 20-80 misli kuvvetlerle çekim testine tabi tutulmaktadır. Ayrıca madenciler güçlü ve dayanıklı aletler arzu etmektedirler. Grup II de olduğu gibi madenlerde plastik gövdeli aletlere rastlanmamaktadır. Kısaca bilmemiz gereken Grup II aletlerin asla Grup I de kullanılamayacağıdır.

4.2 KATEGORİLER

ATEX 94/9 yönetmeliği Ek I'de patlayıcı ortamlarda kullanılan aletler aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi kategorilere ayrılmaktadır. Burada yalnızca madenlerle ilgili Grup I aletlerin kategori tanımları izah edilecektir.

IEC 60079-0 EN 60079-0		ATEX 94/9 ATEX Yönetmeliği		
EPL	GR UP	Ekipman grubu	Ekipman kategorisi	KUŞAK ZON
Ma	I	I	M1	YOK
Mb			M2	
Ga	II	II	1G	0
Gb			2G	1
Gc			3G	2
Da	III	II	1D	20
Db			2D	21
Dc			3D	22

Kategori M1: aletler sürekli grizulu ortamda çalışabilecek özelliktedirler ve yüksek koruma düzeyine sahiptirler.


Kategori M2: aletler sürekli grizulu ortamda çalışamazlar, grizu %1,5 seviyesine geldiğinde elektriğin kesilmesi gerekir. Aslında metan gazının alt patlama sınırı %4,5-5 dir. Emniyet faktörü dolayısı ili %1,5 alınmaktadır. Maden dışındaki diğer sanayi kollarında patlayıcı gaz veya buharın alt patlama sınırının %25 seviyesinden fazla bir gaz veya buhar yayılmasına müsaade edilmemektedir. %4,5'lik bir LEL'in (lower explosive limit=alt patlama sınırı) %25 ise %1,25 kadardır ki,bazı ülkelerde grizu %1,25'e geldiğinde elektrik kesilmektedir.

ATEX yönetmeliğinde kategoriler detaylı olarak tarif edilmektedir. Bu tarifler okunduğunda hemen akla "madem M1 en güvenli ve yüksek korumalı, tüm aletlerin M1 olarak kullanılması daha doğru değil mi?" sorusu gelmektedir. Nitekim sanayide denetleme yapan ve işin teknik detaylarını bilmeyen bir çok meslektaş ve bazı kontrol elemanları "M1 isterim" diye dayatmakta ve uygunsuz rapor vermektedirler. M1 alet yalnızca düşük gerilimli cihazlarda kendinden emniyetli devrelerde uygulanabilmektedir. Elektrik motoru, aydınlatma armatürü, yol verici ve devre kesici gibi bir çok alet M1 düzeyinde imal edilememektedir. Madenlerde gaz ölçü detektör ve sistemleri ile LED'li baş lambalarında başka M1 kategorisi alet mevcut değildir. Bu tip benzeri olaylar sanayide daha sık görülmekte ve ZON 0 için kategori laydınlatma armatürü, motor veya aspiratör gibi alet arayanlara rastlanmaktadır.

4.3 SERTİFİKA ve ETİKETLER


Alevsizmaz veya exproof aletlerin sanayide kullanılanlardan önemli bir farkı da aletlerle beraber sertifikalarının bulunması ve satışta

birlikte verilmesidir. Bu sertifikalar alevsizmaz aletlerin bir nevi kimlik belgesi yani nüfus cüzdanları gibidir. Kullanıcılar bu sertifikaları toplamak ve muhafaza etmek zorundadırlar. Exproof aletlerin etiketleri de farklıdır. Aşağıdaki resimlerdeki gibi daima CE işareti ve peşinden gelen sertifikayı veren onanmış kuruluşun numarası olmalıdır. Sonra altı köşe içersinde Ex işareti, alet grubu kategori ve koruma tipi takip edecektir.

CE 0158  II 2G Ex d ia IIC T6 PTB04 ATEX 1028
II 2D Ex tD A21 IP66 T6

CE 0102  II 2G Ex de IIB T4

Yeni uygulama:

Ex d e IIC T4 Gb	Ex d [ia Ga] IIB T5 Gb
Ex ta IIIC T120°C	Ex db [ia] IIB T5
 0158 II 2G EEx ed IIC T4	

Resim N-10 da bir floresan balastın yapısı görülmekte olup, bu aletin neresinin hangi tip korumaya sahip olduğunu etiketinden anlamak mümkün değildir. Etiket şu şekilde olacaktır: Ex II 2G Ex dem IIB T4 . Buradan kaç adet parçanın e-tipi korumaya sahip olduğunu çıkarmak olası değildir.

Çok eski aletlerin üzerinde aşağıdaki tabloda verilen işaretlere rastlanabilir.

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

değiştirilmesinin kaçınılmaz olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca 2003 den sonra eski aletlere yedek bulmak zorlaşacaktır. Çünkü 2003 den sonra Avrupa piyasasında dolaşan exproof aletlerin yedek parçaları da ATEX yönetmeliğine uygun imal edilmek zorundadır. Fakat bildiğimiz kadarı ile, Avrupa'daki çoğu kullanıcı 1970-80 den önce sertifika almış aletlerini yenilemektedir. Çünkü standartlar değişmiş ve daha güvenli aletler üretilmeye başlanmıştır. Özellikle Ex-d tipi aletlerin açıklıkları daralmış ve kendinden emniyetli aletlerde ön görülen minimum L ve C değerleri düşürülmüştür.

4.5 ALEVSİZMAZ (EXPROOF) KABLolar

Kablolar yapıları icabı normal çalışma şartlarında ark çıkarmazlar. Ancak herhangi bir nedenle kopar veya kasten kesilir ise ark çıkarabilirler. Standartlar anormal halleri dikkate almadıklarına göre kablolarda patlayıcı ortamı tehdit eden bir durumdan söz edilemez. Konunun detayını bilmeyen bazı kişiler exproof kablo olabileceğini zannetmekte ve piyasada exproof kablo aramaktadırlar. Kablolarda ATEX uyumluluğu veya sertifika benzeri bir belge bulunması zorunlu değildir. Kablolar ATEX kapsamı dışıdır ve bir parça (komponent) olarak da kabul edilmezler. Patlayıcı ortamlarla ilgili bu ve benzeri sorulara açıklık getirmek ve AB ülkeleri arası farklı yorumlamaları önlemek için Brüksel'de bir ATEX daimi komitesi oluşturulmuştur. Bu komitenin yayınladığı 4.kılavuz (ATEX Guidelines 4.Edition September 2012 update December 2013) sayfa 75 Ek II de, kabloların ATEX kapsamına girmediği ve kendi başlarına işlem gören bir alet olmadıkları için ATEX 94/9 a göre bir sertifikalarının bulunması gerekmediği açık seçik yazılıdır (No autonomous function; not essential to safe functioning of ATEX equipment or protective system). Ayrıca yeni hazırlanmakta olan, tasarı halindeki prEN 50625 (2014) nolu standart (erection of

electrical installations in underground mines =yeraltı madenlerinde elektrik tesislerinin kurulumu) madde 4.2.1 de kablolar için sertifika istenmediği yazılıdır.

Madende kullanılan kabloların tiplerine dair kesin bir bilgi ve istek de yok sayılır. IEC standartlarında bazı koşullar mevcuttur. IEC 80079-38 madde 6.5'de "kabloların dış kılıfı aleve dayanıklı ve IEC 60332-1'e uygun olarak kendi kendine sönen" tipte olması istenmektedir. Yani madende kullanılan kablolar yanmayı iletmemeyen tipten olacaktır. Halojensiz olmalarına dair bir madde mevcut değildir. Bizce halojen gazları da çıkarmamalıdır. Maden kablolarının zırhlı olma zorunluluğu IEC 80079-38 madde 4.4.5'den kaynaklanmaktadır. Bu madde madende kullanılan tüm aletlerin "ocak şartlarına dayanıklı olmasını, darbe ve sürtünme gibi nedenlerle ark çıkarıp tehlike doğurmamalarını istemektedir. Maden sanayi dışındaki exproof ortamlarda zırh şartı yoktur. Aleve dayanıklılık ve anti-statiklik yeterli sayılmaktadır.

Yangın pompaları ve yangına dayanması gereken ortamlarda kullanılan özel yanmaz kablolar yer altında kullanılamaz mı? Yangına belli bir süre dayanan ve zehirli halojen gazı da çıkarmayan N2XH+FE90 veya N2XH+FE180 gibi sembollerle gösterilen bu kabloların esnek olmayışları madenlerde kullanımlarını engellemektedir. Kuyu ve ana yol gibi hareketsiz yerlerde gayet rahatlıkla kullanılabilir ve bizce çok da avantajlı olabilirler. Aleve dayanıklı bu tip halojensiz kabloların hareketli maden ortamlarında ve özellikle kömür kesici, kazı ve tünel açma makineleri gibi sürekli hareket halinde olan makinelerde esnek olmayışları dolayısı ile kullanılmaları mümkün gözükmemektedir. Muhtemelen bu nedenledir ki, madenlerle ilgili standart koyucular "halojensiz" ve "yangına dayanıklı" sözlerinden uzak durmaktadır. Madenlerde kullanılan kablolarda istenen yegane şart, dış kılıflarının yanmayı iletmemeleri ve darbelere dayanıklı çelik

zırhlı olmalarıdır. Yeni hazırlanmakta olan, tasarı halindeki prEN50628 nolu standardın (erection of electrical installations in underground mines =yeraltı madenlerinde elektrik tesislerinin kurulumu) 7.1.3 maddesinde kabloların dış kılıflarının alev geciktirici olması ve ayrıca metalik zırh bulunması istenmektedir. Dış kılıf alev geciktiriciliğinin (EN 60332-2-1 ve 60332-2-2) veya (EN 60332-1-1 ve 60 332-1-2) standartları şartlarına uygun olması yeterli kabul edilmektedir. Hazırlık halindeki aynı standardın kablo başlıklı 23.maddesinde dış kılıfın yanmayı iletmemeyen özellikte olması tekrarlanmakta ve kablo dış renkleri ile ilgili aşağıdaki hususlar yazılıdır:

- AG (alçak gerilim) kabloların dış kılıfı sarı renk, (1000-1500 Volt altı)
- YG (yüksek gerilim) kabloların dış kılıfı kırmızı renk, (1000 Volt üzeri)
- Haberleşme kabloları gri
- Kendinden emniyetli devre kabloları açık mavi renkli olacaktır denilmektedir.

Hazırlanmakta olan prEN 50625 içerisinde ve eki E de kablolarla ilgili çok şeyler yazılıdır. Şu an geçerli olmadığı için detayına girmek ve yorumlarda bulunmak doğru değildir.

Kablo kullanımı konusunda kuruluşlar arası da farklılıklar görülmektedir. Çünkü her kuruluş veya sanayi kolu kendi özel şartlarına göre kablo seçmektedir. Örneğin yer altı madenleri ile yer üstü madenleri aynı tip kabloları kullanmazlar. Gemiciler çok farklı ve özel kablolar kullanmaktadır. Petrol sanayi ve kimya sanayi kolları da kendi şartlarına göre özel kablolar seçmektedirler. Bol miktarda kablo sarf eden elektrik dağıtım ve iletim kuruluşlarının kabloları da ister istemez kendi özel şartlarına göre seçilmiştir. Ayrıca stoklama ve yedekleme sorunu dolayısı ile çoğu iş yerlerinde genellikle birkaç cins kablo tercih edilmektedir. Kablo kesitleri konusunda da aynı düşünce hakimdir. Onun içindir ki, bazen olması

gerekenden kalın kesitli kablo kullanılmaktadır.

Madencilik sektöründe alev sızmaz kablodan söz edilmektedir. Bu ise yukarıda bahsettiğimiz ve Mart 2014 itibarı ile geçerli olmayan "*Grizulu Ocaklarda Elektrik Enerjisi Kullanılması Hakkında Yönetmelik*" den kaynaklanmaktadır. Bu yönetmelikte MGM (maden güvenlik malzemeleri) tabir edilen ve TTK tarafından kullanılan kabloları "alevsızmaz kablo" olarak tanımlanmakta ve grizulu madenlerde zorunlu kabul edilmektedir. MGM kabloları TTK elektrik şebekesine uygun olarak hazırlanmıştır. Yukarıda madde 3.1 de yazdığımız gibi farklı şebekesi olan ve motorlara farklı yöntemle yol veren şirketlerin MGM kablolarının aynılarını kullanmasının hiç bir anlamı bulunmamaktadır.

Almanya gibi bazı ülkelerdeki kullanıcılar, her ne kadar ATEX şart koşmuyor ise de madenlerde kullandıkları kablolarla Onanmış Kuruluşlardan "grizulu madenlerde kullanılabileceğine dair belge" talep etmektedirler. Bizce MGM gibi belli tip kablo tanımlamak yerine Onanmış Kuruluştan belge alınması daha isabetli olacaktır. Böylece şirketler kendi şart ve şebekelerine göre kablo seçme olanağına kavuşmuş olacaklardır.

4.6 KABLO BAŞLIKLARI, REKORLAR

Rekorlar veya kablo başlıkları, kablolar gibi "kendi başlarına iş görmedikleri" halde ATEX dışı olarak kabul edilmemektedirler. ATEX 94/9'a göre AT tip testinden geçmek ve U harfi ile belirlenen komponent sertifikaları bulunmak zorundadır. Elektrikli bir kesici veya basit bir anahtar da olduğu gibi ark çıkaran ve ortamı tehlikeye düşüren her hangi bir kaynakları olmadığı halde, kablo rekorları neden bu kadar önemsenir ki acaba? Rekorlar pirinç, krom-nikel veya plastikten oluşan basit parçalar olmasına rağmen neden

üzerlerinde bu kadar titizlikle duruluyor? Bu ve benzeri sorularla sık sık karşılaşılmaktadır. Hocam ben kendi atölyemde gördüğümüz şu basit metal parçasını üretip kullansam ne sakıncası olur? Sorusunu soran çok sayıda meslektaşımıza rastlamaktayız. Haklı gibi görülen tüm bu soruları yanıtlayabilmemiz için kendimize "rekorların görevi nedir?" sorusunu sormamız gerekir. Rekörlerin görevi:

- 1) Rekörler kabloları çekmeye karşı korumaktır. Kablolar asılıp çekildiklerinde, bağlı oldukları terminalden çıkma ve dolayısı ile ark çıkarıp patlayıcı ortamı tehlikeye düşürme olasılığı vardır ki, bu çok tehlikeli bir varsayım veya saneryodur.
- 2) Rekörler, kablo içersinden veya bağlantı aralarından terminal kutusuna (alevsızmaz gövde içersine) patlayıcı gaz, buhar veya tozun girmesini önlemektir. Rekörler hiç bir zaman %100 gaz sızdırmaz değil iseler de, alevsızmaz mahfazaların bağlantı yüzeylerinde olduğu gibi, mümkün olduğunca geçirmezliği korumalıdır.
- 3) Rekörler bağlantı kutusu (alevsızmaz gövde) içersine su ve nem girmesini önlemektir. Yabancı madde girişi koruması (IP =ingris protection) en az IP 54 olacaktır.

Buradan rekörlerin çok önemli görevler üstlendiği anlaşılmaktadır. Rekörlerin imalet ve testlerinde nelere dikkat edileceği TS EN 60079-0 (IEC 60079-0) standardı Ek-A'da yazılıdır

Kabloların yapısına göre farklı rekörler kullanılmaktadır. Zırhlı kablolarla paslanmaz çelikten veya pirinçten mamul başlıklar tatbik edilirken, zırhsız kablolarla plastik rekörler uygulanmaktadır. Metal rekörler kablonun çekme yükünü zırha bindirecek şekilde tasarlanmıştır. Zırhsız kablolarla lastik conta, kelepçe veya dolgu maddesi gibi değişik yöntemler ile çekme yükü kablo kılıfına iletilmeye çalışılmakta ve çekme yükü sürtünme ile yenilmeye çalışılmaktadır. Bu çekme yükünün ne kadar olacağı rekör ile kabloyu tutan kısmın

ne kadar yüke dayanacağı ve nasıl test edileceği IEC 60079-0 ek-A da yazılıdır ve aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

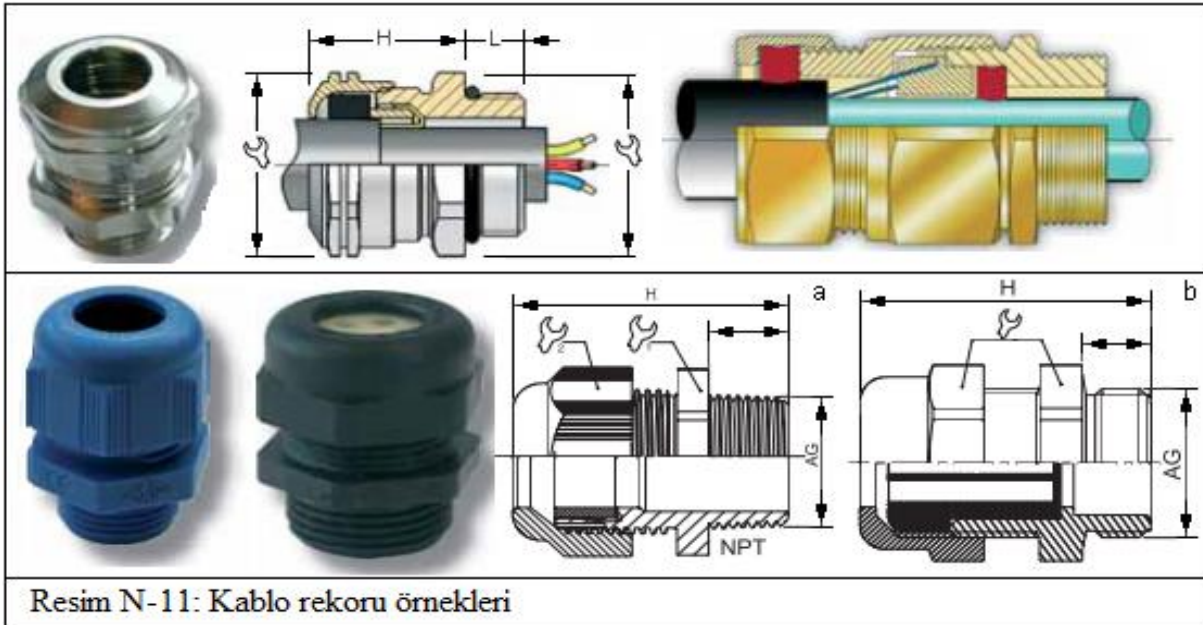
Plastik rekörler 20 °C ortam sıcaklığında en az 6 saat süre ile çekme dayanımı testine tabi tutulurlar. 6 saatlik deney sonucunda kablo 6 mm den fazla kaymış olmamalıdır. Kablonun sıcaklığı ve bağlandığı ünite ve dolayısı ile rekörün kendi sıcaklığı 75 °C de olmalıdır. 75 °C ortam değil servis yanı çalışma sıcaklığıdır. Böyle bir sıcaklıkta 16 mm çaplı bir kablonun 6 saat süre ile dayanması gereken çekme kuvveti yuvarlak kablolarla 320 N (yaklaşık 32 kg kuvvet) yassı kablolarla ise 96 N (yaklaşık 10 kg kuvvet) kadardır. Yassı kablolar kolayca yerinden çekilemedikleri için standart koyucu avantaj tanımış ve 20 katı yerine 6 katı kuvvetle yetinmiştir. Basit conta rekörlerin bu çekme kuvvetine dayanması bizce mümkün gözükmemektedir. Kelepçe ile tutturularak kaymaları önlenmelidir. İmalatçı kataloglarına bakıldığında kelepçeli ve kelepçesiz rekör seçenekleri görülecektir

KABLO REKÖRLERİ TESTİ				
Conta veya kelepçeli plastik rekörlere 6 saat çekme deneyi				
Kablo yapısı	Çekme kuvveti, Newton	Ortam sıcaklığı	Kablo sıcaklığı	Uzama
Yuvarlak	20xkablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	6 mm
Yassı	6x kablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	6 mm
Zırhlı kablolar için metal rekörler				
Zırhlı kablo	80xkablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	Sıfır, Grup I ekipmanlar
Zırhlı kablo	20xkablo çapı (mm)	20 °C	75 °C	Sıfır, Grup II ve III

Grup I, yani maden ocaklarında kullanılan çelik zırhlı kablolarla takılan metal rekörler çaplarının 80 misli bir yük ile çekme deneyine alınırken, Grup II ortamlarda kullanılan metal rekörler çaplarının 20 misli

yükte çekme deneyine tabi tutulmaktadır. Örneğin madenlerde kullanılan 24 mm çaplı bir sinyal kablosunun 1920 yani yaklaşık 2 kN (200 kg) yüke dayanması gerekirken, aynı kablonun grup II ortamlarda 480 N yaklaşık 0.5 kN (50 kg) yüke dayanması yeterli kabul edilmektedir. Buradan çıkan sonuç, madenlerde kullanılan kabloların zihlarının ve bağlantı rekorlarının daha dayanıklı olması zorunluluğudur. Ayrıca grup I rekorlar ile grup II rekorların bu nedenlerle farklı oldukları ve grup II rekorların madenlerde kullanılmayacağı hususu unutulmamalıdır.

Plastik rekorlarda olduğu gibi metal rekorlar da çekme deneyine tabi tutulacaklar fakat 20 veya 6 misli yük ile 2 saat çekildiklerinde hiçbir kayma görülmecektir. Çünkü çelik zırha geçmeli olan rekorun zırhı uzamadığı sürece kayma şansı yoktur. Rekorların su ve toza karşı IP koruma seviyeleri Grup I ve II için en az IP 54, tozlar için de en az IP 63 olmaları şart koşulmaktadır. Aşağıda resim N-11'de örnek rekorlar görülmektedir.



Resim N-11: Kablo rekoru örnekleri

4.7 KABLO EKLERİ

a) Grup II Patlayıcı ortamlar

Maden sanayi dışındaki Grup II patlayıcı ortamlarda kablolar ile ilgili bağlayıcı hükümler IEC 60079-14 standardı içersinde yer almaktadır. İster grup I isterse de grup II olsun patlayıcı ortamların hiç birinde kablolar ek yapılması caiz değildir ve mecbur kalınmadıkça ekleme yapılmaz. Bu gibi durumlarda eksproof ek elemanı kullanılması zorunludur. Eğer kablonun, ek yerinde mekanik zorlamalara maruz kalması söz konusu değil ise epoksi reçine veya özel bir komput ile kapatılarak eklenmeleri kabul edilebilir. Kullanılan

reçinenin alevi iletmeyen cinsten olması yeterlidir. Kablolar tehlikeli bölgeleri ayıran duvarlardan geçiyor ise geçiş için açılan delik uygun bir şekilde harç veya benzeri bir madde ile kapatılmalıdır. Kablo geçişleri için boru, hortum, kanal, çukur ve saire kullanılıyor ise patlayıcı ortamın yayılmasını önlemek için tedbir alınmalı ve borular tıkanmalı veya çukurlar kum veya benzeri bir dolgu ile doldurulmalıdır.

Piyasada AG kabloların eklenmesinde kullanılan "protolin ek mufları veya ek garnitürleri" patlayıcı ortamlarda kullanılabilir mi? Eğer kablo toprağa gömülü ise yani patlayıcı ortamdan tecrit edilmiş ise sorunsuz kullanılabilir. Kablo ek

yeri patlayıcı ortam içerisinde kalıyor ise, ek garnituru ortamdaki kimyasallara dayanabilmeli ve kablonun ne gibi özelliği var ise bunları sağlamalıdır. Bilindiği gibi patlayıcı ortamlardaki kablolar alevi iletmeyen tipten ve anti grizu özellikte olacaktır. Bu bakımdan ticari piyasada bulunan her hangi bir ek mufu patlayıcı ortamlarda kullanılamaz. Tanınmış firmaların sertifikalı hazır ek mufları vardır. Bunlar tercih edilmelidir.

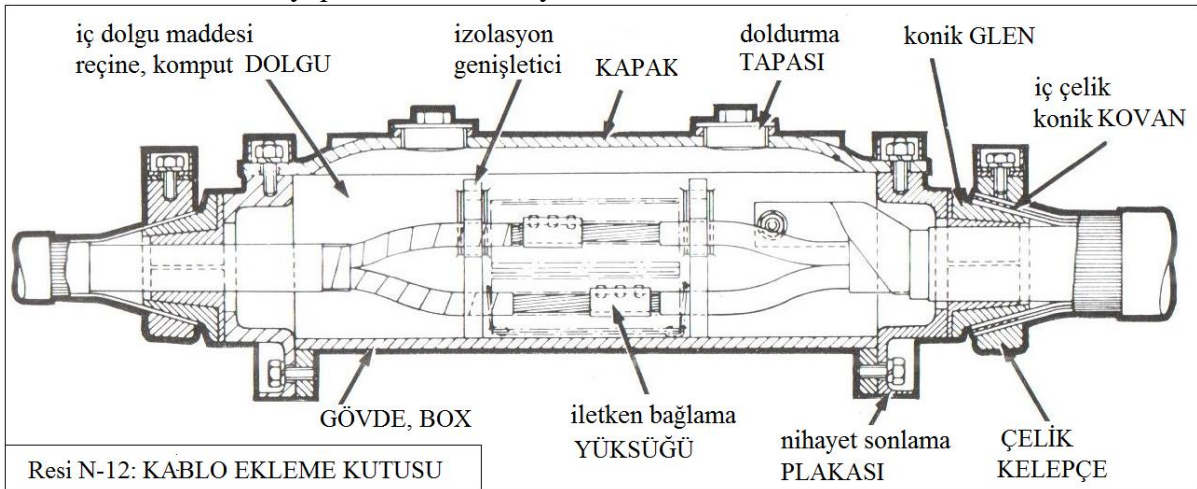
b) Grup I Madenler

Özel kablo ekleri yer altı madenlerinde ve hareketli açık maden işletmelerinde gündeme gelmektedir. Bu işletmelerde, hareketlilik ve işlerin hızlılığı nedeni ile özel ek tertibatları tercih edilmektedir.

Grizulu yer altı madenlerinde ince kesitli AG kablolar basit klemensler ile bağlanıp izole bant ile sarılamazlar. Mutlaka alev sızmaz bir terminal kutusu içerisinde eklenmelidirler. Siemens, Raychem ve 3M gibi firmalarca piyasaya sürülen kablo ek malzemeleri (protolin, muf, garnitur vs) grizulu yer altı madenlerinde AG ve YG kabloları eklemek maksadı ile kullanılamazlar. Mutlaka grizulu Grup I ortamlarda kullanılabileceklerine dair belgeleri (sertifikaları) olması gerekir. Grizulu yer altı madenleri nemli olduklarından eklemeye yapılan terminal veya

ek kutusunun içersine nem girmesini önleyen bir malzeme ile doldurulmalıdır. Bu maksatla geliştirilmiş özel silikonlar mevcuttur. Bunların kötülüğü, her hangi bir arıza durumunda tekrar kullanma şanslarının olmayışıdır. 1960-70'li yıllarda zift kullanılmakta idi ki, hafif bir ısı ile yumuşayan ziftin pirinç ek mufu içersinden çıkarılması kolay olur ve metal alet tekrar kullanılabilir idi. Resim N-12 de böyle bir döküm ek tertibatı görülmektedir. Aynı ek tertibatı bu gün dahi kullanılmakta fakat zift yerine silikonlu bir kimyasal kullanılmaktadır. Silikon eklemeye yapılacak yerde hazırlanıp kullanılmakta ve 1-2 saat gibi kısa bir sürede de sertleşip kullanılabilir hale geldiğinden zifte göre çok avantajlıdır. Zift maden dışında ısıtılıp eritilmekte ve madene taşıyıp başlık içersine dökülmektedir. Ziftin sertleşip yeteri yalıtkanlığı sağlaması 10-12 saat zaman gerektirdiğinden işletmecilik açısından tercih edilmemektedir. Avantajı ise tekrar kullanılabilme olasılığıdır.

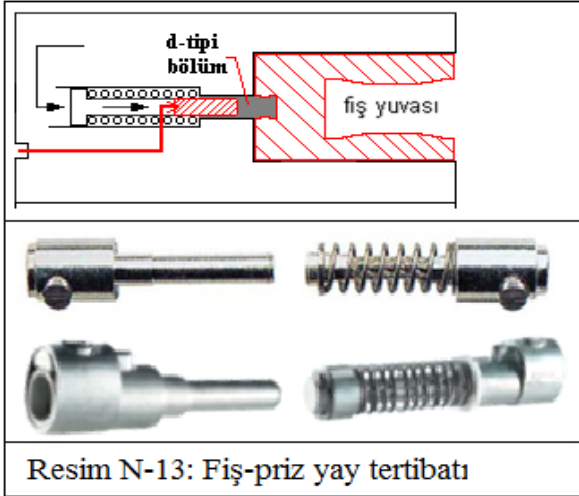
Yer altı kablolarına ek yaparken, toprak hattının kablo zırhı üzerinden gittiği ve devreyi kablo zırhından tamamladığı unutulma malıdır. Bu nedenle kablo zırları usulüne uygun bağlanmalı ve dıştan ikinci bir kablo parçası ile bir birlerine bağlanması ihmal edilmemelidir.



4.8 FİŞ PRİZ TERTİBATLARI (PLUG and SOCKETS)

a) Grup II Patlayıcı ortamları:

Bilindiği gibi sanayi tesislerinde, 3 faz, 400 Volt şebekelerde, el ile takılıp çıkarılabilen fiş priz tertibatları kullanılmaktadır. Buradaki maksat, bir elektrikçi veya uzman bir kişi olmadan aletin elektrik şebekesine bağlanıp çalıştırılabilmesidir. Örneğin bir atölyedeki kaynakçı, elektrikçi çağırmadan, kendisi kaynak tertibatını çalıştırabilmelidir. Yüksek güçlü makinelerde ise basit bir fiş-priz kullanmak tehlikeli olmaktadır. Zaten standartlar da 125 Amperin üzerindeki akımın insan el gücü ile açılıp kapanmasına müsaade etmemektedir. Pratik uygulamalarda 63 Amperden sonrası tehlikeli olabilmekte, açıp kapama esnasında çıkan ark insanı etkileyebilmektedir. Bu nedenle her hangi bir tesisin kuruluş safhasında 63 Amperden büyük priz tertibatı kullanılmaması tavsiye edilir.



Söz konusu bu basit fiş-prizler patlayıcı ortamlarda kullanılabilir mi? Takıp çekme esnasında çıkan ark nasıl önlenebilir? Bu iş için ya fişin elektriksiz ortamda açılıp kapanması veya d-tipi koruma altına alınması gerekir. Küçük akımlarda (10 Ampere kadar) resim N-13 de görüleceği gibi, yaylı bir mekanizma ile sorunu çözmek mümkündür. Resim olarak canlandırmak da güçlendiğiniz bu tertibat şu şekilde çalışmaktadır: Fişin prize takılı olmadığı durumlarda, priz yuvasının

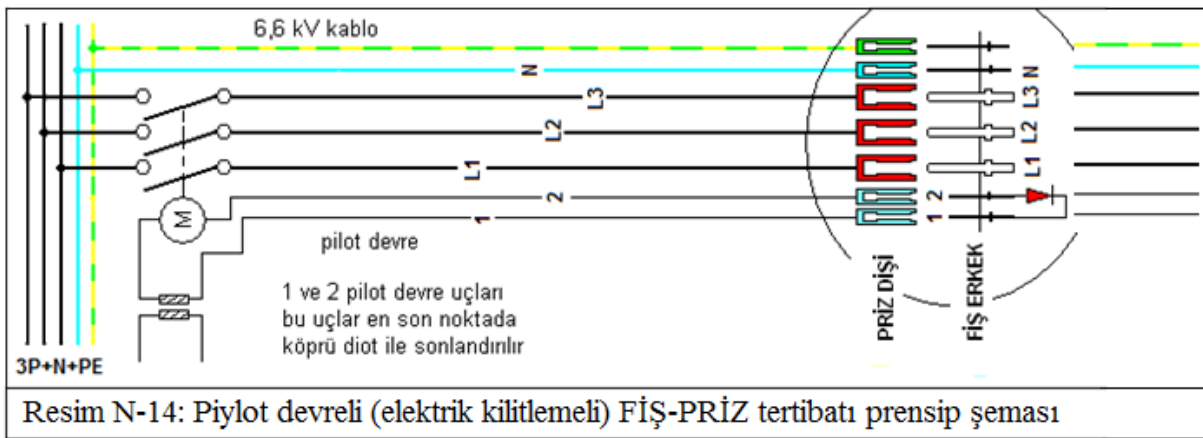
ucunda elektrik yoktur. Yay metal parçayı yukarı itmektir. Fiş yerine takılmak istendiğinde fiş ve prizin metal parçaları elektriksiz halde temasa geçmekte ve ancak fiş yerine tam olarak oturtulduğunda alt bölümdeki metal parça ile elektrik kontağı sağlanmaktadır. Bu sayede tehlikeli ark d-tipi korunan çok küçük hacimli bir bölümde oluşmaktadır. Fişi yerinden çekerken, fişin ucu önce d-tipi yuvada elektrikle irtibatı kesildiğinden, ark yine özel bölmede kalmaktadır. Prizin ark çıkan bölümü çok küçük hacimli olduğundan standartlar düşük basınca dayanmasına ve bu nedenle minyatür yapıya sahip olmalarına müsaade etmektedir. Akım yükseldikçe yaylı mekanizma ile akımı yenebilmek kolay olmamakta ve elektriği açıp kapayan bir anahtar kullanılmaktadır.

Fiş-priz tertibatları ve ek kutuları (terminal kutuları) ile ilgili kurallar IEC 60079-0 madde 20'de yazılıdır. Standardın 2011 de yayınlanan 6.sürümünde fiş-prizlerde "fişin takılması ve çıkarılması elektriksiz ortamda yapılması ve bu maksatla elektrikli veya mekanik bir kilitleme düzeneği" tasarlanması istenmektedir. Aynı maddede eklemeye yapılan terminal kutuları üzerine "kapak açılmadan önce elektriğin kesilmesi" ne dair bir yazı yazılması yeterli görülmektedir. Önceki sürümlerde 10 Amperi aşmayan düşük akımlı prizlere tanınan avantaj kaldırılmıştır. Yukarıdaki paragrafta yazdığımız gibi her ne kadar Ex-d tipi yuvası bulunan prizler kullanılsa dahi mekanik kilitleme tertibatı bulunması zorunlu hale getirilmiştir. Böylece piyasaya ucuz ve uyduruk fiş-priz tertibatı süren küçük firmaların önünün kesilmesi amaçlanmış gözükmektedir. Piyasada çok değişik prizler mevcut olup kullanıcının kafasını karıştırmaktadır. Bunun sebebi standartlarda bulunan gevşeklik ve değişikliktir. Bu nedenle fiş-priz temin etmek isteyenler, ATEX uyumluluğu dışında hangi tarihteki standarda göre üretildiğine de dikkat etmelidirler.

b) Grup I MADENLER

Madenlerde sanayide uygulanan prizleri kullanmak mümkün değildir. Kömür madenlerinin grizulu olmasının yanı sıra tozlu ve nemli oluşu da sorun yaratmaktadır. İstenilir ise benzeri fiş-priz yapılabilir ise de pek ihtiyaç duyulmamaktadır. Yer altı madenlerinde arzu edilen, uzun kabloları fiş priz takar gibi kısa zamanda ve basitçe eklemek, ve aynı şekilde kabloları fiş takar gibi kolayca ve kısa zamanda kesici, yolverici ve makinelere bağlamaktır. Bu maksatla İngiliz VIKTOR firmasının geliştirdiği ve

adı geçen firmanın patenti olan ve ismi ile anılan bağlama elemanları mevcuttur ve üretimi yüksek büyük madenlerde tercih edilmektedir. Çünkü zırlı yer altı kablolarına başlık yapmak ve yapıli kablo başlığını açıp sökmek zaman alıcıdır. Bu zaman kaybını istemeyen madenler viktor başlıklar (bağlama elemanları) tercih etmektedir. Yalnız, bu viktor başlıkları kullanabilmek için aşağıda izah edeceğimiz gibi, elektrik sisteminin, kesici ve yol vericilerin yapısının buna müsait olması gerekir.



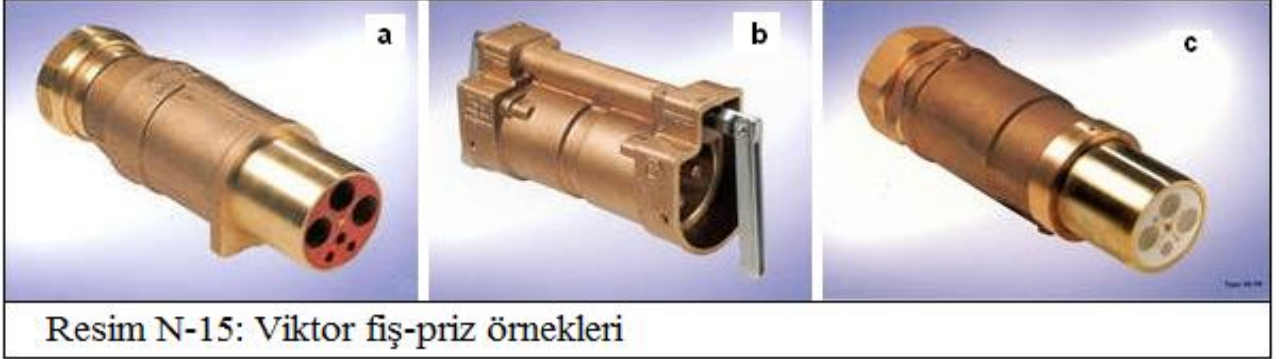
Grup II patlayıcı ortamlarda mekanik kilitleme tertibatı bulunan fiş-prizler kullanılır iken, Grup I maden ortamlarında elektrikli kilitleme sistemi olan fiş-prizler tercih edilmektedir. Elektrikli kilitleme metodu YG (yüksek gerilim) kablolarında da fiş-priz kullanma imkanı sağlamaktadır. Peki nasıl olur da grizulu yer altı madenlerinde YG fiş-priz tertibatı kullanılır? Yer üstü sanayi şartlarında müsaade edilmeyen YG fişlerine yer altında nasıl müsaade edilmektedir? Çünkü bu tip fişlerde elektrik bağlantısı fiş-priz noktasında değil gerçek kesici üzerinde yapılmaktadır. Yani fiş yerine takılırken elektrik kesilmiştir ve bu kesilmeyi garanti edecek elektrikli bir sistem mevcuttur. Bu maksatla kablo içersinde pilot (kumanda) damar bulunması ve kesicinin de bu pilot hat üzerinden çalışmasının sağlanması gerekir. Böyle bir sistemi bulunmayan, kablo ve kesici yapısı buna müsait olmayan

madenlerde resim N-14 de yapısı görülen ve aşağıda izah ettiğimiz sistemi kullanma olanağı yoktur.

Elektrik kilitlemeli bir fiş-priz tertibatının çalışma prensibi resim N-14'de gösterildiği gibi olup, pilot devreye ait pimler faz pimlerinden kısadır. Pilot devre açık olduğu sürece kesicisi çalışmamakta ve kabloya elektrik verilememektedir. Herhangi bir nedenle veya sehven fiş çekilmek istendiğinde, pilot devre pimleri faz pimlerinden kısa olduğu için önce pilot devre kopmakta ve dolayısı ile kesici kablodaki elektriği kesmektedir. Böylece fiş-priz faz bağlantı uçları gerilimsiz ortamda açılmış olmakta ve her hangi bir tehlike yaratmamaktadır. Pilot devre ise 12 veya 7.5 Volt gibi düşük gerilimle çalıştığından kendinden emniyetli (Ex-i) olarak tasarlanmakta, bu nedenle sorunsuz ve güvenle çalışmaktadır.

Resim N-15 de bir kaç çeşit viktor bağlama elemanı görülmekte olup, yazımızda detayına girilmeyecektir. Yalnız, pahalı olan bu ünitelerin yer altı madenlerinde

yaygın kullanım alanı bulunduğu unutulmamalıdır.



KAYNAKLAR

- 1) IEC 60079 serisi standartlar
- 2) Colliery Elctrician, NCB 1976
- 3) Electrical Earthing in Coal Mines, NCB 1986
- 4) Schneider Yayını: Cahier Technique no 178, The IT earthing system (unearthed neutral) in LV
- 5) Schneider Electric, Earthing System, Industrial electrical network design guide