

PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİKLİ ALETLERİN BAKIM, ONARIM, TAMİR, DÜZELTME ve DEĞİŞTİRİLMESİ İŞLEMLERİ

MAINTENANCE, OVERHAUL, REPAIR, RECLAMATION and MODIFICATION of
ELECTRICAL APPARATUS USED in EXPLOSIVE ATMOSPHERES

1.0 GİRİŞ ve GENEL HUSUSLAR

Exproof aletlerin yapıları sanayi tiplerinden farklı olduğuna göre tamir ve bakımlarının da farklı olması doğaldır. Bu aletlerin tamir ve bakım işleri IEC usullerine göre yetkili servislerce yürütölmek zorundadır. Exproof aletlerin nasıl tamir edileceğı IEC 60079-19 da ele alınmış olup, tamirat maksadı ile exproof aletlere müdahalenin usul ve esasları açıklanmıştır. Tamir bakım işleri denetim olayını takiben ele alınmakta ve denetimlerde kusurlu görölen aletler ya bulundukları yerde kullanıcı tarafından veya özel yetkili tamir servislerine gönderilerek uzman kişilerce düzeltilmektedir. Denetlemede olduğı gibi tamirat işleri de kademe kademedir. Bu işlemleri izah ederken yanlış anlamalara meydan vermemek için İngilizce terimler de muhafaza edilecektir. Kısa sözcüklerle ele alınan tamirat olaylarının ne anlama geldikleri aşağıda tek tek açıklanmaya çalışılmıştır. Bu deyimler orijinal İngilizcesinde olduğı gibi Türkçe kullanımda da çok karıştırılmakta ve bir birlerinden ayırt edilememektedir.

SERVİSE HAZIR DURUM: (serviceable condition)

Bir cihazın exproof özelliğini bozmadan parça değişimi (yenilenmesi) veya ilavesi olayıdır. Arızalı aletin işler ve kullanıma hazır hale getirilmesi olayıdır.

TAMİR: REPAIR

Arızalı aletin düzeltilerek çalışabilir hale getirilmesi işlemidir. Exproof aletin tabi olduğı orijinal standarda uygun olarak faal hale getirilmesidir. Tamirat (repair) çalışabilir, işler hale (serviceable condition) getirmek anlamına da gelir.

BAKIM (maintenance)

Çalışır durumdaki aletlerin kullanma kılavuzuna göre belli aralıklarda gözden geçirilip, varsa yenilenecek parçaların değiştirilmesi olayıdır. Yağlama ve yağ değişimi, gibi şilemler de bakım sayılır. Bakım tamirat değildir. Çalışan alete exproof özelliğı bozulmadan yapılan müdahaledir.

ONARIM (OVERHAUL) : Bakım (maintenance) ile aynıdır. Çalışabilir durumda olan bir aletin veya parçalarının arızalanmadan önce yenisi ile değiştirilmesi işlemidir. Düzeltme (reclamation) değildir

DÜZENLEME, ISLAH ETME (RECLAMATION)

Arızalanması beklenen parçaların imalatçının kılavuzunda izah ettiği gibi değiştirilmesi, tamir edilmesi veya yeniden düzenlenmesi olayıdır. Değişen malzeme arızalı da olmayabilir. Bazı hallerde arızalanan alet üzerinde yapılan değişim de yenileme sayılabilir. Yenileme olayında aletin orijinal yapısı bozulmadığından modifikasyon sayılmaz.

TADİLAT (ALTERATION)

Bir ürün veya alet üzerinde, kılavuzunda izah edildiği gibi bir değişiklik, tadilat yapılarak farklı bir ürün elde edilmesi, ürünün şeklinin değiştirilmesi olayıdır. Modifiye olayına benzetmekle birlikte aletin imalatçının müsaade ettiği ölçüde değiştirilmesidir. Sonuçta sertifikaya ters düşen bir olay yaşanmamaktadır. Örneğin exproof bir kutu üzerinde delik açılarak kablo rekoru veya boru girişi ilavesi gibi olaylar bu kapsamdadır ve yenileme değil değişim sayılır.

MODİFİKASYON, DEĞİŞİM (MODIFICATION)

Aletin yapısını değiştirmek, kullanılan parçaların tipini, şeklini veya işlevini değiştirme olayıdır. Değişim yaparken sertifika dokümanlarına ve ilgili standartlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Değişim olayı (modification) exproof sertifikasını geçersiz hale getirir. Alete yeniden sertifika alınması, imalatçı ve onanmış kuruluş ile irtibata geçilmesi gerekir. Onun için maliyeti düşük aletlerde modifikasyona gitmek yerine yenisini temin etmek daha doğru olabilir.

1.1 TAMİRHANELERDE YAPILAN İŞLEMLER, BELGE ve DOKÜMANLAR

IEC usullerine göre exproof aletleri tamir edecek bir kuruluşun IECEX Sistemine göre IEC den yetki almış olması gerekir. Böyle bir şirketin bulundurulması gereken özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Bilgili elemanlar. Kalite güvence sistemine göre uzman kişi veya kişiler bulundurulacaktır.
- IEC veya milli kuruluşlardan alınmış yetki belgesi. Türkiye’de henüz exproof alet tamirhane belgesi veren bir kuruluş tarafımızdan bilinmemektedir.
- Exproof alet tamirciliği tüm exproof aletleri kapsayamayabilir. Hangi aletler tamir edilecek ise buna uygun atölye, takım, tezgah ve saire bulundurulması zorunludur. Örneğin elektrik motoru sarılacak ise bir bobin hane bulunmalıdır. Yalnızca exproof alet tamir etmek şart değildir. Normal sanayi tipi aletlerin yanı sıra exproof alet de tamir ediliyor olabilir.
- Kalite güvence sistemi: IEC 60079-19’a göre exproof alet tamir eden kuruluşlar ISO 9001’e uygun kalite güvence sistemine sahip olmak zorundadır. Exproof aletlerin tamirata özel teknikler gerektirdiği gibi yapılan işlemlerin itinalı ve çok sıkı bir şekilde kayıt altına alınması da önemlidir. Bu nedenle göstermelik değil gerçek bir dokümantasyon ve kayıt sistemi exproof tamirhaneler için olmaz ise olmazlardan biridir.

Patlayıcı ortamlar ile ilgili standartlar, exproof aletlerin çalışması, tamir ve bakımları hakkında bilgisi olan ve IEC 60079-19 ek-B deki özellikleri taşıyan bir kişi tamir hanenin yetkilisi (müdürü) olarak atanır. Serviste ayrıca değişik tip koruma yöntemleri hakkında bilgi sahibi olan özel uzman kişilerle de barındırılmalıdır. Bazı aletlere müdahale edebilmek için özel alet ve takımlar bulundurulmak da lüzumlu ve zorunludur.

- e) **EĞİTİM:** Tamir bakım veya düzeltme ile ilgilenen kişiler, işlem yaptıkları aletler hakkında bilgi sahibi olmalı veya bilgi sahibi olan yetkili birileri tarafından yönlendiriliyor olmalıdırlar. Tamir işlerinde çalışanlara arada bir bilgi ve becerilerini tazelemek için eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler **arası süre üç yılı aşmamalıdır**. Yani çalışanların bilgileri üç yılda bir yenilenmelidir.

TAMİR EDİLECEK ALETLERİN BERABERİNDE BULUNMASI GEREKENLER

- a) **İmalatçı kılavuzu.** Bu kılavuz işletme, bakım, kurulum ve tamirat bilgilerini içermelidir. Bu belge yok ise imalatçıdan temin edilmelidir. Günümüzde bu gibi belgelerin temini uluslar arası internet şebekesi dolayısı ile çok daha kolaydır.
- b) İmalatçının verdiği **yedek parça listesi**.
- c) **Exproof sertifika dokümanları.** Kullanıcıda bu dokümanın bir kopyası bulunmak zorundadır. Notified body tarafından verilen sertifika ve AT-tip testi sertifikası her alette bulunmayabilir. Örneğin Zone 2 ortamlar için ön görülen Ex-n tipi veya EPL-c koruma seviyesindeki aletler ve aynı zamanda mekanik cihazlar için imalatçı tarafından verilen bir taahhütname (declaration) yeterli olmaktadır.

KULLANICIYA VERİLECEK RAPOR

Tamirci işini bitirdikten sonra kullanıcıya aşağıdaki bilgi ve belgeleri sunmalı ve iş sahibine onaylatmalıdır. Bu onay dosyası en az aşağıdaki konuları içermelidir.

- Bulunan arızaların açıklanması, yapılan tamir bakım veya değişim hakkında detay bilgi ile kullanıcıya geri verilen arızalı parçaların listesi.
- Yapılan işlemlerin bir yorumu, standartlara uyumluluk açısından sorun olup olmadığının belirtilmesi ve özellikle bir sonraki tamiratlarda faydalı olacak bilgiler.

Kalite güvence sistemi gereği yukarıda bahsedilen bilgi ve belgeler belli süreler (10 yıl) muhafaza edilir. Tamirat bitiminde tamir edilen aletin etiketine IEC 60079-19 Ek-A da belirtilen "R" işareti çakılır.

Tamir edilecek alet hakkında sertifika, imalatçı kılavuzu gibi bilgi ve belge yok ise nasıl davranılır? IEC 60069-19 madde 4.4.1.5.2 de bu konuya açıklık getirilmiş olup, tamircinin tamiratu kullanıcının verdiği bilgilere göre yaptığını yazılı olarak kullanıcıya verdiği belgeler içersine koyması yeterli olmaktadır. Çünkü son kullanımdan kullanıcı sorumludur. Tamirci kendine gelen aletin en azından hangi tip korumaya sahip olduğunun bilgisini almalı ve buna göre standartlara uyumlu olup olmadığını denetlemelidir. Kısaca gerekli veya inandırıcı bilgi ve belgelerin bulunmadığı durumlarda tamirci aşağıdaki belgeleri hazırlayarak tamir edilen cihaz ile birlikte mal sahibine vermelidir.

- Tamiratin imalatçının izahatına ve cihazın imal edildiği Ex-koruma tipi ile ilgili özel standarda uygun olarak yapıldığına dair bir not, belge.
- Sertifika bilgileri mevcut fakat yalnızca imalatçı kılavuzu eksik ise, tamiratin sertifika dokümanlarına ve ilgili standarda uyduğuna dair belge veya not verilmelidir.

TAMİRAT İŞLERİ ile İLGİLİ TUTULACAK KAYITLAR

Kalite güvence sistemi gereği tamirat esnasında yapılan işlerle ilgili kayıtlar tutulur ve dosyalanır. Bu kayıtlar; ilgili teknik standardın güncel veya geçmiş kopyası, test aletleri ve kalibrelerini, personel bilgi ve beceri seviyelerini, imalatçı ve sertifika bilgileri ve saire gibi detayları içermelidir. IEC 60079-19 da detaylar yazılıdır. Kısaca tamirat işi sistematik ve düzenli bir çalıma istemektedir.

Bu kayıtlar en az 10 sene veya kullanıcı ile varılan daha ileri bir tarih üzerine anlaşması var ise bu süreler kadar muhafaza edilir.

YEDEK MALZEMELER

Tamir edilen alet veya parçanın imalatçıdan yedek parça listesi temin edilerek orijinal yedek parça kullanılması esastır. Özellikle exproof karakterini etkileyen parçalar orijinal olmalıdır. Eğer imalatçıdan yedek parça veya detaylı izahat alınamıyor ise veya imalatçı firma ortada yok ise, bu durumda tamirci gerekli parçayı kendisi imal edebilir. Yalnız bu durumda kullanıcı bilgilendirilmeli ve imal edilen veya üçüncü taraflarda imal ettirilen parçalar hakkında gerekli dokümantasyonu oluşturup kullanıcıya bilgi vermelidir. IEC 60079-19 madde 4.4.1.6.1 de bulunan bu paragraf çok önemlidir. Çünkü tesislerde uzun yıllar kullanılan orijinal imalatçısı bulunmayan çok sayıda alet mevcuttur. Bu yol ile yedek parça yaptırarak kullanma imkanı doğmaktadır. Örneğin buşingi kırılmış 20-30 yıllık bir motorun imalatçısını aramaktan ise piyasadan yedeğini bularak işi bitirmek daha pratiktir.

BAĞLAMA TUTTURMA, SIKILAMA ELEMANLARI

Cıvata somun saplama gibi malzemeler tamir hanelerde bol miktarda bulunmakta ve hiç de mühimsenmeden yerlerine takılmaktadır. **Exproof bileşenleri bir araya getiren cıvata saplama gibi elemanlar exproofluğu etkiledikleri için çok önemlidir.** Mukavemeti düşük malzeme kullanılması sakıncalıdır. Çünkü patlama esnasında gövde 15 veya 20 atmosfer basınca dayanmak zorundadır. Cıvataların eksik olması da o derece sakıncalıdır. Kısaca orijinal cıvata kullanılmalı veya sertifikasında veya imalatçı kılavuzunda veya yedek parça listesinde belirtilen malzeme seçilmelidir. Genelde ustalar cıvata veya saplama takarken altına rondel veya pul koymaya alışmışlardır. Exproof aletlerde kılavuzunda belirtilmediği sürece bu gibi elemanlar kullanılmaz.

TECRİT EDİLMİŞ, KAPANMIŞ PARÇALAR

Tamirden geçirilen alet üzerinde kapatılmış yerler var ise ve buralara bir şeyler bağlanmak isteniyor ise imalatçıdan bilgi ve var ise yedeği temin edilmeden uygulama yapılmaz. Örneğin kör tapa konulmuş bir deliğe, rekor takılmak isteniyor ise, orijinal rekor temin edilmeli ve en önemlisi sertifikaya bakılıp kablo başlığı takılmasına müsaade edilip edilmediği kontrol edilmelidir.

Kapatılmak istenen yerler var ise imalatçıdan bilgi alınmadan işlem yapılması doğru değildir. İleride ele alacağımız gibi rastgele kaynak yapmak ve delik açmak gibi exproof alet üzerinde işlem yapmak yasaktır ve belli işlemleri gerektirmektedir.

1.2 TAMİRDEN GEÇEN ALETLERİN BELİRLENMESİ

Tamirattan geçirilen aletlerin etiketi üzerine IEC 60079-19 ek-A da belirtilen “R” işareti çakılır veya alet üzerine başka bir şekilde tamirden geçtiğine dair bir işaret konulur. Eğer alet exproof özelliğini kaybetmiş vaziyette tamire geldi ise üzerindeki etiketi sökölerek kullanımdan alıkonulur.

1.3 TADİLAT, ISLAHAT, DEĞİŞİM ve GEÇİCİ TAMİRAT

GENEL HUSUSLAR

Exproof aletlerin gövdesi üzerinde işlem yapmak koruma tipine göre farklı olmakla birlikte, bazı metotlar aşağıda izah edilmeye çalışılacaktır. Aşınan veya paslanma sonucu korozyona uğrayıp üzerinde gözenekler oluşan alev sızmaz bağlantı yüzeylerinde aşağıdaki işlemler yapılabilir.

- a) Metal püskürtme metodu (metal spraying) ile doldurma
- b) Elektroliz yöntemi ile kaplama, GALVANOPLASTİ
- c) Gömlek geçirme (sleeving) yöntemi ile kaplama
- d) Pirinç lehim veya pirinç kaynak ile doldurma

Standartlar exproof aletler üzerinde aşağıdaki kaynak tekniklerine (uygulanabiliyor ise) müsaade etmektedir.

- MMA: Manuel (el ile) metal ark kaynağı
- MIG: koruyucu gazlı metal kaynağı, gaz altı kaynak
- TIG: tungsten gaz altı kaynağı
- Sub-Arc: gaz altı kaynağının akan tabaka ile yapılması
- Hot wire: sıcak tel kaynağı veya lehim

Diğer kaynak metotları ancak imalatçının veya sertifika veren kuruluşun müsaadesi var ise tatbik edilebilir.

e) METAL DİKİŞ YÖNTEMİ

Döküm çatlakları gibi bazı bozuklukların **soğuk yöntem** ile düzeltilmesi zorunlu ise, çatlak kısımların nikel alaşımından oluşan zincir veya benzeri bir yöntem ile dikilme işlemi uygulanabilir. Bu gibi durumlarda döküm gövdenin kalınlığı ve mukavemeti bozulmamalıdır.

f) SIKILAMA ELEMANLARI İÇİN DİŞLİ DELİKLER

Bağlantı deliklerine ait bozulan dişler aletin koruma tipine göre yeniden delik veya diş açılarak düzeltilebilir. Yerine göre delik genişletilip tıkanarak, yeni baştan diş açılabilir.

g) TEKRAR İŞLEMDEN GEÇİRME (torna freze gibi) RE-MACHİNİNG

Tekrar işleme esnasında aşağıda hususlarda yüzey aşınması veya hasar olup olmadığına dikkat edilmelidir.

- Parçalar emniyet sınırlarını aşacak düzeyde aşınmamalıdır
- Gövdenin bütünlük ve sağlamlığı bozulmamalıdır.
- İstenen yüzey cilalaması elde edilebilmelidir.

TADİLAT (ALTERATION)

Sertifika dokümanlarında (belgelerinde) müsaade edilmeyen ve ön görülmeyen hiçbir düzeltme ve tadilat işlemleri yapılamaz. Eğer tamirci exproof sertifika belgelerine ulaşamıyor ise imalatçının yazılı onayı alınmalı ve ön görülecek tadilatların sertifikaya ters düşmeyeceği garanti edilmelidir. Uygulanabilecek tadilatlar aletin koruma tipine göre farklı olup, devam eden bölümlerde sırası geldikçe ele alınacaktır.

YENİDEN DÜZENLEME, DEĞİŞİM (MODIFICATION)

Yeniden düzenleme gerektiren hallerde tamirci kullanıcının yazılı oluru almalıdır. Çünkü modifiye durumunda aletin orijinal sertifikasına uymayan aykırı durumlar var demektir. Bu durumda söz konusu alet yeni bir değerlendirme olmaksızın patlayıcı ortamda çalıştırılmaz. Eğer tamirat yapıldıktan sonra aletin yeniden değerlendirmesi yapılmaz ise düzeltilen aletin etiketi sökülmeli veya değiştirilen aletin orijinal durumda olmadığı belirtilmelidir. İlaveten, kullanıcı da aletin patlayıcı ortamda kullanılamayacağı konusunda bilgilendirilmelidir. Yeniden değerlendirme üçüncü bir kuruluş tarafından sertifika verilmesi anlamına gelebilir. Eğer uygulanabiliyor ise ve kullanıcı külfetini üstlenmeye razı ise, bir Onanmış Kuruluşa başvurularak gerekli sertifika işlemleri başlatılabilir.

Exproof aletin etiketinin söküldüğü durumlarda kullanıcı etiketi sökülen aletin tanınabilmesi ve diğer exproof aletler ile karıştırılmaması konusunda uyarılmalıdır.

GEÇİCİ TAMİRAT

Geçici tamirat, kısa süreli çalışan ekipmanlarda ortamın tehlikeye düşmeyeceğinden ve aletin korumasının bozulmayacağından emin olunduğu durumlarda, özel önlemler alınarak, aletin tam bir bakımdan geçirilmesine kadar kısa süreli olarak çalışmasına müsaade edilmesidir. Bilinen olaylarda geçici tamirata izin verilmemeli ve izin verilen geçici tamiratlar da en kısa zamanda tam bir bakımdan geçirilmelidir.

Standartta müsaade edilen geçici tamirat olayı pratikte sorun yaratabilir ve hatalı uygulamalara ve istismarlara yol açabilir. Çalışan bir aletin geçici tamirata diye bir şey söz konusu olamaz. Ancak conta, salmastra gibi, denetçinin takdirine kalan bazı elemanlar, normal bakım zamanı yakın ise kısa süreliğine ertelenebilir.

1.4 DÖNEN MAKİNELER

a) YANAN SARGILARIN SÖKÜLMESİ

Sökülmeden önce verniklenmiş sargıların çözültücü (solvent) içersinde yumuşatılması kabul edilebilir bir işlemdir. Yakma gibi ısı işlem uygulanan diğer sargı sökme metotları ancak

sac paket içersindeki ince sac levhalar arasındaki izolasyonu bozmayacak şekilde düzgün ve itinalı ise kabul edilebilir.

Yakma veya ısı yöntem ile sargıları sökülen Ex-e tipi korumalı ve ısı sınıfı T6, T5 ve T4 gibi düşük olan tüm diğer tip motorlarda söküm işleminde itinalı davranılmalı ve ilave önlemler alınmalıdır. Sac lameller arası izolasyon hakkında imalatçının fikri sorulmalı ve tavsiyelerine uyulmalıdır.

Açık alev ile sargı sökülmesi sac lameller arası izolasyonu da yaktığından kabul edilen bir uygulama değildir. Bu durumlarda motorun sac kayıpları artacağından ısı sınıfını etkilemekte ve Ex-e tipi motorlarda tE süresinin uzamasına neden olmaktadır. Tamirat işlemi motorun orijinal özelliğinin ve exproof yapısının bozulmadığını garanti etmek durumundadır.

Pratik uygulamalarda, motorun sargıları yakılarak sökülmetedir. Hiçbir bobinajcı, tiner gibi yumuşatıcılar ile uğraşarak zaman kaybetmemektedir. Standart koyucu şartlı olarak yakmaya müsaade etmiş ise de bu şartın pratikte anlamı kalmamaktadır. Bu durumda tavsiyemiz, yeniden sarılan exproof bir motorun tam yükte ısıl deneye alınıp termodinamik özelliğinin tespit edilmesi olacaktır. Her bobin hanede yük testi yapabilecek deney alanı bulunmayabilir. Yük testleri de ilave ücret gerektiriyor olabilir. Yetkili exproof motor sarım servisi olmayan Türkiye gibi ülkelerde tam teşekküllü bobin haneler tercih edilmelidir.

b) İLAVE KOŞULLAR

Yeniden sarılarak tamir edilen bir motor kullanıcıya gönderilmeden önce soğutma kanallarının tıkanmadığı ve soğutucu pervanesinin (fanın) orijinal durumda olduğu ve orijinal açıklıklarının koruduğu kontrol edilmelidir. Pervane aletin tipine göre ve tabi olduğu standarda uygun halde kullanıcıya geri iade edilmelidir. Eğer fan veya kapağı kırık ve yenilenmesi gerekiyor ise imalatçıdan temin edilen orijinali ile değiştirilmelidir. Eğer imalatçıdan yedek olarak fan veya kapağı temin edilemiyor ise tamirci kendisi yeni bir fan veya kapak yaparak veya yaptırarak uygulayabilir. Yeni yapılan fan veya kapağı malzeme ve boyut açısından orijinali ile bire bir aynı olmalıdır. Yapılan yeni fan tertibatı aletin tabi olduğu ilgili standarda uygun olmalı ve sürtünme sonucu ark çıkarmamalı ve özellikle anti statik olmalıdır. Ayrıca motorun çalıştığı ortamdaki kimyasallara da dayanmalıdır.

Eksproof alet üzerinde değişiklik yapılması modifiye sayılırken ve onanmış kuruluşun yolu gösterilirken, motor fanı ve kapağının değişimine IEC 60079-19 da müsaade edilmektedir. Çünkü fan ve kapakları nakliye gibi olaylar esnasında çok sık hasar görmektedirler.

c) YAĞLAMA MALZEMELERİ ve KOROZYON ÖNLEYİCİLER

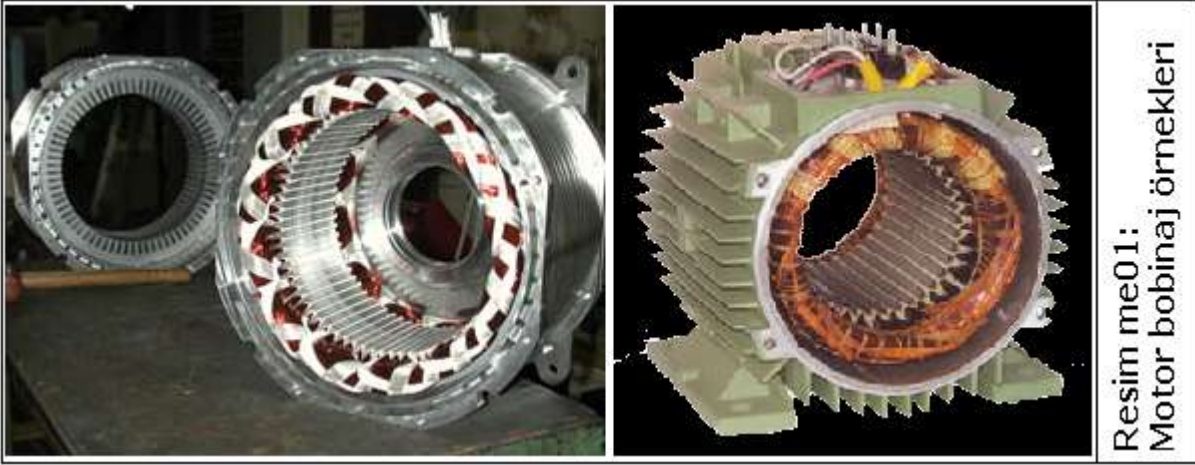
Tamire gelen motora ait özel bir koruma yağı veya pas önleyici olup olmadığı kullanıcıdan sorulup öğrenilmelidir. Böyle bir bilgi yok ise, yağ ve pas önleyici seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Kullanılan yağın parlama noktası motorun kullanıldığı ısı sınıfından yüksek olmalıdır. Exproof ile ilgili en önemli nokta burasıdır.

- Uygulama esnasında etrafa yağ bulatılmamalıdır. Özellikle canlı elektrikli bölümlere pas açıcı gibi, iletken olabilen ve izolasyonu bozabilen maddeler sıçramamalıdır.

d) INVERTERLER, ÇEVİRİCİLER

Exproof elektrik motorlarının devresine rast gele inverter ilave edilmez. Sertifikasında belirtilmiş olmalı ve imalatçı kılavuzunda da inverter ilavesinin nasıl gerçekleştirileceği açıklanmış olmalıdır. Üçüncü parti tamirciler kendilerine tamire gönderilen motorun inverter ile beslenip beslenmediğini kullanıcıya sormak zorundadırlar. Inverterli motorlarda nasıl davranılacağı ve devir sayısı değiştirici ve yumuşak yol vericilerin hangi şartlarda ilave edilebileceği yazımızın devamında ele alınacaktır. Bilinmesi gereken exproof aletlerde bu gibi aletlerin ilavesinin kolay olmadığıdır.



2.0 ELEKTRİK MOTORLARININ TAMİRİ

En çok tamirat gören ve kullanıcı tarafından üçüncü kişilere gönderilen alet elektrik motorlarıdır. Diğer exproof aletleri çoğunlukla kullanıcılar kendileri bakımdan geçirmektedirler.

2.1.0 Ex-d TİPİ ALEVSIZMAZ MOTORLARIN TAMİRİ

2.1.1 GÖVDE, MUHAFAZA

Bir motorun gövdesi üzerinde her hangi bir tadilat yapmak motor exproof olmasa dahi doğru değildir. Ancak ufak parçalar yapıştırılabilir. Motorun termik dengesi ve mekanik yapısı bozulmamalıdır. Örneğin çatlayan bir gövde veya kopan bir ayak kaynak yöntemi ile tutturulamaz. Çünkü kaynağın termik etkisi ile motorun boyutlarında değişme yaşanabilir. Hava aralığının çok küçük değişimi ısınmaya neden olabilir. Kaynak ısısı ile meydana gelen çarpılma alev sızmaz bağlantı aralıklarını değiştirebilir. Kaynakla yapılan müdahale modifiye anlamına gelir ve onanmış kuruluşa müracaat edilip sertifikanın tazelenmesi gerekir.

Motorun terminal kutusunda hasar var ise, sökülebilir terminal kutuları yenisi ile değiştirilebilir. Fan ve kapaklardaki arızaların giderilmesinde bir kısıtlama ve sakınca yoktur.



Resim me02: Yakılarak sökülen sargı ve demir nüve örneği

2.1.2 SARGILAR

Sargıların sökümü 1.8 de izah edildiği gibi yapılır. Uygulanan izolasyon sınıfı öncekinin aynısı veya üstü olabilir. Örneğin B sınıfı (130°C) izolasyon malzemesi yerine F sınıfı (155°C) bir sargı malzemesi kullanılabilir. Yalnız bu durumda motorun müsaade edilen ısı artış seviyesi B sınıfında olduğu gibi (130°C) kalmak zorundadır. Eğer izolasyon sınıfı değişimi ile motorun çıkış gücünün artırılması hedefleniyor ise, bu bir modifiyedir ve onanmış kuruluşun yeniden sertifika düzenlemesi gerekir.

Sarım bilgilerinin öncelikle imalatçıdan temin edilmesi tercih edilmelidir. Eğer bu mümkün değil ise kopya metodu ile arızalı bobinlerden sarım bilgilerinin çıkarılması gerekir. Yanık sarımlardan bobin bağlantı uçları, iletken kesiti, sarım sayısı, bobin atlamaları, bobin direci gibi bobinajla ilgili veriler tespit edilip kayıt altına alınmalıdır.

Sargıların değişik bir gerilim veya devir sayısı için değiştirilmesi modifiyedir. Öncelikle imalatçıdan izin alınması gerekir. İmalatçının sertifikası geniş tabanlı ise yani belli koşullarda gerilim ve devir değişimi için sargıların yenilenmesine müsaade ediyor ise, imalatçının vereceği izahata göre değişim yapılabilir. Aksi halde onanmış kuruluşu başvurularak sertifikanın yenilenmesi gerekir.



Resim me03: Aşınmış yatak yeri ve mil örnekleri

2.1.3 ROTOR TAMİRİ

Sarılı çubuklardan oluşan hasarlı bir rotor orijinal veya eşdeğeri çubuklarla tamir edilmelidir. Benzeri itina tam kapalı kafes rotorların çubuk değişiminde de gösterilmeli, sıkı geçme olan çubuklar aynı şekilde rotor olukları içersine sıkıca yerleştirilmeli, orijinal imalattan farksız olmalıdır.

Bar-wound rotor: izoleli çubuklardan oluşan ve bir halka (ring) ile kısa devre edilmiş olan rotor.

Cage rotor : sıkı geçmeli kafes rotor

Die-cast cage rotor:döküm rotor. İletken kısım döküm metodu ile imal edilmiştir.

Döküm rotorların tamir edilmeleri mümkün değildir, orijinalleri ile değiştirilmelidir. Eğer orijinal imalatçı bulunamıyor veya yedek rotor gönderemiyor ise tamirci orijinal özellikte bir rotor imal ettirip kullanılabilir. Yeni rotor malzeme ve boyut açısından orijinal ile eşdeğer olmalıdır. Dış yüzeyi hasarlanan döküm rotorun kısa devre halkası ve havalandırma kanat ve olukları gibi müştemilatlar da tamir edilebilir.

Bazı hallerde rotorun tornalanması da gündeme gelebilir. Rotor veya statorun hava aralığı azalması veya eksantriklik nedeni ile tornalanmasına IEC 60079-19'da müsaade etmektedir. Bu gibi işlemler yüksek tecrübe ve deneyim gerektirmektedir. Sanayi tipi normal bir motorda dahi tornalama işlemi basit değildir. Motorun verimi tamamen değişebilir. IEC 60079-19 "performans değişmediği takdirde tornalama yapılabilir" demektedir ise de bizce bu durumda motorun alevsizmazlığı tekrardan gözden geçirilmeli ve onanmış kuruluşa gidilerek sertifikanın yenilenmesi talebinde bulunulmalıdır. Kısaca rotorun tornalanması exproof özelliğini ortadan kaldırır ve motorun exproof etiketi kaldırılarak normal sanayi motoru olarak kullanılması tavsiye edilir.



Resim me04: Tamir edilecek rotor ve stator örnekleri

2.1.4 SARIMDAN SONRA YAPILAN TESTLER

Bobinaj tamamlanıp motor toparlandıktan sonra aşağıdaki testler uygulanır.

a) BOBİN DİRENÇLERİNİN ÖLÇÜLMESİ:

Her bobinin direnci oda sıcaklığında tek tek ölçülüp kaydedilmeli ve uygunluğu not edilmelidir. Yenilenen bobinin direnci orijinalden en fazla %5 kadar sapıyor olabilir. Çok fazlı sarımlarda fazlara isabet eden bobin dirençleri dengeli olmalıdır. **Dengesizlik ortalama olarak %5 i geçmemelidir.** Eğer direnç değerlerindeki sapma %5'i aşıyor ise motorun ısı sınıfı ve izolasyon seviyesi sıcaklıklarının tespiti için yeniden testlerden geçirilmesi gerekir. Bu aşama ister orijinal fabrika verilerinde, ister sağlam sargıların ölçülmesinde isterse de hesap yöntemi ile bulunsun, %5'i aşan sapma olaylarında yeni ısıl mukavemet testleri şarttır.

Eğer sarım dirençlerinde dengesizlik var ise, bu dengesizliğin kabul edilebilir sınırlar içersin olup olmadığına tamirden sorumlu yetkili kişi karar verebilir.

IEC 60079-19'da geçen bu cümle tüm yetkiyi tamir servisine bırakmaktadır.

b) İZOLASYAN, YALITIM TESTİ

İzolasyon direnci testi motor bobinleri ile toprak arasında yapılır. Uygulanabilir ise sarımlar arası, yardımcı sargı-ana sargı arası ve yardımcı sargı-toprak arası da ölçülmelidir. Test gerilimi en az 500 VDC olmalıdır.

Kabul edilebilir minimum izolasyon direnç seviyesi anma gerilimi, sıcaklık, alet tipi ve sarımın kısmi veya tam oluşuna bağlı olarak değişmektedir.

690 Volta kadar işletme gerilim olan komple sarılı bir motorda izolasyon direnci 20°C ortam sıcaklığında 20 MΩ' dan aşağı olamaz.

Motorun işletme gerilimine göre uygulanan izolasyon gerilimi daha yüksek seçilebilir. Motorlar ilgili testler ve diğer teferruatlar IEC 60034'de yazılıdır.

Normal motorda izolasyon değeri:

$R_i \geq 10 \text{ M}\Omega$. Yeni sarılmış bir motorda 500 VDC meger ile yapılan ölçümde izolasyon direnci $10 \text{ M}\Omega$ 'dan az olamaz. Çalışmakta olan bir motorun kritik izolasyon değeri $0,5 \text{ M}\Omega/\text{kV}$ formülü ile hesaplanır.

c) BOŞTA ÇALIŞTIRMA

Makine anma gerilimi altında anma devir sayısında döndürülerek yatak sıcaklıkları, titreşim, gürültü ve boştaki akım değerleri ölçülür. Yatak sıcaklığı, gürültü ve titreşimlerdeki beklenmedik artışlar var ise ve olması gereken değerlerden farkı ise nedenleri araştırılarak giderilmelidir. Boştaki akım değerlerindeki dengesizlik ve yükseklik veya orijinale göre artış ortalama %5'i aşmamalıdır.

d) KISA DEVRE DENEYİ

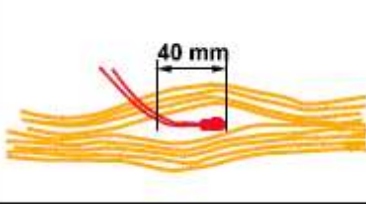
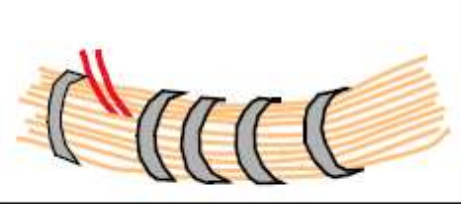
Elektrik motorunun rotoru bloke edilip, statora normal çalışma geriliminin altında, nominal çalışma akımının %75 ile %125'i arasında bir akım elde edilebilek düzeyde düşük gerilim tatbik edilerek fazlar arası dengesizlik gözetlenir. Dengesizlik ortalama %5'i aşmamalıdır. Bu test tam yük deneyinin bir başka versiyonu gibidir. Stator ve bağlantı hataları ile sarımlardaki eksiklikleri ortaya çıkarmaya yarar. Eğer bu deney uygulanamıyor ise stator ve bağlantıları başka bir yöntem ile değerlendirilmelidir.

Yüksek gerilim motorları ile (1000 VAC veya 1500 VDC den büyük), kapalı kafes rotoru olmayan motorlara alternatif veya ilave testler uygulanmalıdır (bilezikli veya fırçalı asenkron motorlar gibi).

2.1.5 SICAKLIK DUYARGALARI (SENSÖRLER)

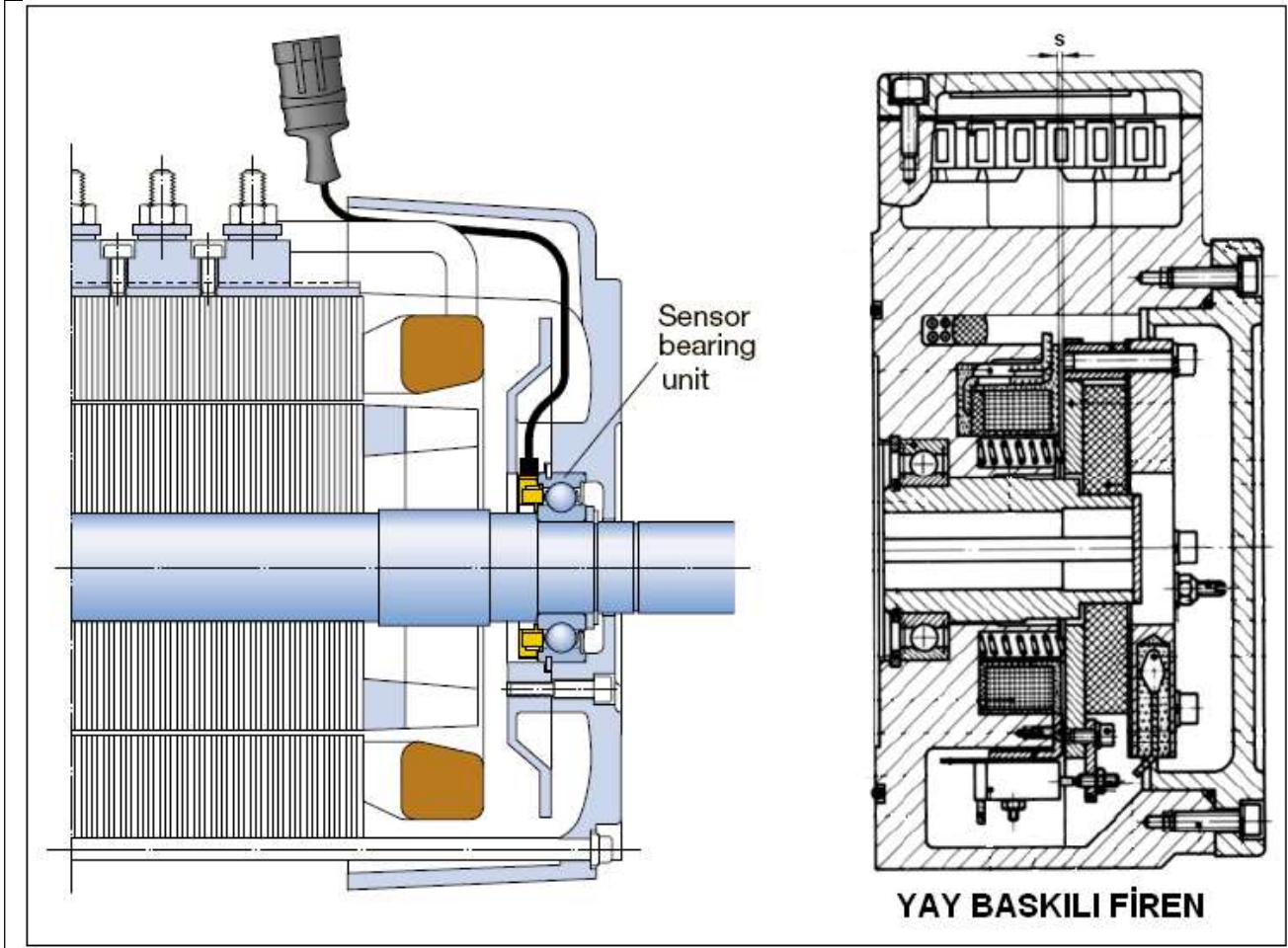
Sargı sıcaklıklarını gözetlemek için bobinler içersine gömülü ısı duyargaları (termokupol, termistör gibi) var ise, orijinalinin aynısı olmalı ve orijinalinin yerleştirildiği aynı mekana konulmalıdır. Bu işlem sargılar verniklenmeden önce yapılmalıdır ki, vernik kurutulduğunda sargılara tutunabilsin.

Isı sensörleri yerleştirildikleri yer itibarı ile sarımları yenilemeden değiştirilemezler. Bu nedenle yalnızca sensör değişimi gündeme geldiğinde motorun komple değil ise de kısmen yeniden sarılması gerektiği unutulmamalıdır.

		
sargi başı içersine sokmak	sargılar içersine yerleřtirmek	sarım başı içersine bandajlamak
TERMİSTÖRLERİN SARGI İÇERSİNE YERLEŐTİRME UYGULAMALARI		



Resim me05: Sargılara termiztör yerleřtirilmesi



Resim me06: Motor fren ve yatak yağlama örneği (bauer motor ve SKF)

2.1.6 MOTOR FİREN ÜNİTESİ TAMİR ve BAKIMI

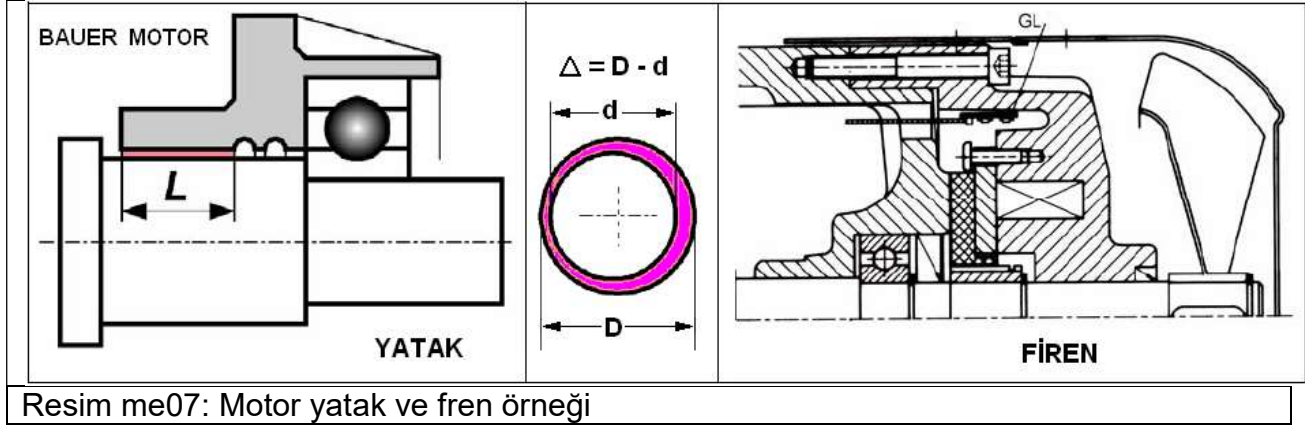
Bazı elektrik motorlarının milinde motora bitişik firen tertibatı bulunmaktadır. Eğer motorun exproof sertifikası firen tertibatı ile birlikte verilmiş ise veya diğer bir söz ile motor ile firen bir bütünlük arz ediyor ise, tamirat işi komple ele alınmak zorundadır. Firen hakkında imalatçıdan bilgi alınmalıdır. İmalatçı yok ise sertifika veren kuruluştan da bilgi alınabilir. Burada exproof teknolojisi olarak söylenecek şey, firen tertibatının orijinalitesini korumasıdır.

2.1.7 YATAKLARIN TAMİR ve BAKIMI

İster elektrik motoru olsun isterse herhangi bir exproof alet, yatak tamirinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

Yatakların orijinali ile değiştirilmesinden başka bir çözüm söz konusu değildir. Labirent yatak gibi bazı parçalar tamirciler tarafından fazlalık olarak algılanabilir. Bu noktaya dikkat edilmelidir. Exproof motorların tamirini farklı kılan önemli hususlardan biri de yataklardır. Yataklar orijinali ile değiştirilmez ise ne olur? Buna müsaade var mıdır? Evet, IEC 60079-

19 buna müsaade etmektedir. Hatta aşınan milin kaynak ile doldurulması, kovan geçirilmesi gibi tadilatlar da mümkündür.



2.1.8 KABLO veya BORU GİRİŞLERİ, TERMİNAL KUTULARI

Motor enerji girişi sağlayan boru veya kablo rekorlarında sık sık kırılma ve ezilme gibi olaylar yaşanmaktadır. Motor üzerinde çıkıntı teşkil eden bu parçalar genellikle motora vida ile tutturulmuşlardır. Bu durumda yenileri ile değişimleri kolaydır ve hiçbir sakıncası da yoktur. Aynı şekilde terminal kutuları da vidalama yöntemi ile bağlı ise kolayca yenileri ile değiştirilebilir. Yalnız, motor gövdesi ile kaynak veya döküm şeklinde bir bütün oluşturan kırık veya çatlak terminal kutularının ve dolayısı ile bu tip gövdelerin tamirati mümkün değildir. Motor gövdesi çatlağı gibi kabul edilirler.

Kablo giriş şeklini değiştirmeye teşebbüs etmek yeniden sertifika almak gerektirir. Örneğin terminal kutusu içersinden buşing ile giriş yapan kablo bağlantısını, doğrudan girişe çevirerek borulu bağlantıya dönüştürmek gibi operasyonlar yasaktır.

2.1.9 PERVANE ve KAPAĞI:

Tamir işlemlerini nasıl yapılacağı 1.7 de açıklanmıştır. Pervane ve kapaklarının yenilenme ve taritında fazla bir kısıtlama bulunmamaktadır. Sık sık arızalanan ve kırılan pervane ve kapkları orijinali ile ayrı olduğu takdire yenilenmelerinde herhangi bir sakınca bulunmamaktadır.

2.2.0 Ex-e TİPİ MOTORLARIN TAMİRİ

Önce Ex-e tipi ile Ex-d tipi koruma arasındaki farkı hatırlamamız gerekir. Ex-d tipi korumada dış gövde (mahfaza) önemli idi. Exproofluğu sağlayan gövdedir. Ex-e tipi korumada gövdenin IP-54 den aşağı olmayan bir yabancı cisim koruması olacaktır. Ex-d tipinde de aynı şart geçerlidir. Fakat Ex-e de alev sızdırmama şartı yoktur. Pratikte, geniş bağlantı (flanş) yüzeylerine ve dayanıklı gövdeye ihtiyaç olmadığı anlamına gelir. Buna karşılık Ex-e de sargılar önemlidir. Ex-d korumada istenilen sargı sınıfı uygulanırken Ex-e tipinde uygulanmamaktadır. Kısaca Ex-e de sargı (bakır aksam) Ex-d de ise gövde

(demir aksam) önemlidir. Tamir ve bakım yaparken bu husus daima göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2.1 GÖVDE, MUHAFAZA

Motorun IP koruma seviyesini etkilememek kaydı ile gövde üzerinde her nevi tamirat ve tadilat yapılabilir. Bu işleri yaparken ilgili IEC 60079-7'ye dikkat etmek gerekir. Hangi durumlar değişim veya modifiye olarak kabul edilir ve hangi hallerde onanmış kuruluşa gidilmesi gerekir? Örneğin gövde üzerindeki bir çatlak kaynak ile tamir edilebilir mi?

Gövde üzerindeki büyük bir çatlağın kaynakla düzeltilmesi sanayi tipi motorlarda dahi mümkün değildir. Kaynak dolayısı ile motorun çarpılması ve sonuçta hava aralığının değişmesi ve motor veriminin bozulması söz konusudur. Metal dikiş yöntemi gibi değişik bir usul ile çatlak önlenabilir. Motorun kenar ve köşelerindeki kırıklar Ex-d tipine kıyasla daha rahat kaynak yöntemi ile düzeltilebilir. Gövdenin kısmen yenilenmesi gibi büyük değişimler modifiye sayılır ve notified body'ye başvurularak sertifikanın yeniden düzenlenmesi gerekir. Tek bir alet için onanmış kuruluşun yolunu tutmak ekonomik olmadığı için yeni bir motor temini daha akılcı olmaktadır.

2.2.2 SARGILAR

Ex-e tipi motorların etiketinde tE süresi verilmektedir. Bu süre motorun kalkınma akımı altında ne kadar zamanda, etiketinde yazılı sıcaklık grubu (T1-T6) derecesine kadar ısındığını vermektedir. Standart bu sürenin 5 saniyenin üzerinde olmasını istemektedir. Ex-e tipi korunan bir motor kısa devre olduğunda ne kadar geç ısınır ise o kadar makbuldür ve exproof açısından da o kadar güvenlidir. Çünkü 5 saniyenin üzerinde koruma devreleri çalışarak cihazın elektriğini kesecektir. Sargıları yenilenen bir Ex-e motorun tE süresini tutturabilmek için imalatçının sarım bilgileri elde bulunmalıdır. Bu bilgiler aşağıdaki detaylı içermelidir:

- a) Sarım tipi, örneğin, tek katlı bobin , çift katlı bobin gibi
- b) Sarım şeması
- c) Oluk başına düşen iletken sayısı, faz başına düşen paralel yol sayısı
- d) Fazlar arası bağlantı
- e) İletken yapısı
- f) Vernikleme dahil izolasyon sistemi, izolasyon özellik ve uygulama yöntemi
- g) Fazlar veya terminaller arası direnç

Eğer imalatçıdan yukarıdaki bilgiler alınamıyor ise IEC 60079-19 tE süresini %75 azaltarak sarımın kopyalanması gibi değişik usullere de müsaade etmektedir. Orijinal tE süresi 7 saniye ve üzerinde ise ve imalatçıdan detaylı bilgi yok ise eski sarımlar kopyalanarak yeni bir bobinaj işlemi uygulanabilir. Çoğu motorda tE süresi 5 saniye olarak verilmektedir. Bu durumlarda imalatçı detay bilgileri bulunmadan motor sargıları yenilenemez. Bunun diğer bir nedeni de tE süresinin tamirden sonra tespit edilmesinin zor oluşudur.

2.2.3 ROTOR TAMİRİ

Rotor tamiri Ex-d tipinden farklı değildir.

2.2.4 SARIMDAN SONRA YAPILAN TESTLER

Ex-d tipinde ön görüler testlere ilaveten başka bir test yoktur. tE süresi ölçülme testi yapılmak istendiğinde sarımların kavrulma ve yanma riski vardır. Bir motorun kalkınma akımında (anma akımının 5 veya 10 misli) denenmesi ancak tip testleri esnasında mümkündür. Özetle Ex-e tipi bir motorun tamiri Ex-d motordan daha zordur ve daha fazla itina gerektirir.

2.3.0 Ex-n TİPİ MOTORLARIN TAMİRİ

Ex-n tipi koruma fazla nitelikli bir koruma yöntemi değildir. Bu bakımdan tamir ve bakımlarında da fazla kısıtlamalar bulunmamaktadır. İmalatçı bilgileri, sertifika dokümanları ve ilgili IEC 60079-15'e dikkat edilerek davranılması yeterli olmaktadır. Her ne kadar yapım standardı basit ise de tamirat yönünden Ex-d veya Ex-e tiplerinden farklı ve avantajlı bir durumları da söz konusu değildir.

2.3.1 GÖVDE, MUHAFAZA

Tamirle ilgili genel konularda bahsettiğimiz hususlara ve IEC 60079-15 de bahsedilen konulara dikkat edilerek gövde üzerinde her türlü tamirat yapılabilir. Ex-n tpi motorların da bir yabancı madde girişi koruma düzeyleri (IP korumaları) mevcuttur. Bu korumayı ihlal etmeyecek ve aynı zamanda motorun kendi diğer özelliklerini bozmayacak değişiklikler yapılabilir. Kaynak yapma ve delik açma gibi işlemler her zamanki gibi mahsurlu ve yasaktır. Ayaklardaki kırıklık kanat kapakları ve soğutma pervaneleri dikkatli davranılarak kaynak yöntemi ile düzeltilebilir.

3.0 EXPROOF ALEVSIZMAZ GÖVDE TAMİRİ

Exproof pano, terminal kutusu gibi aletlerin pek fazla tamir ve değişim işi gündeme gelmez. Ancak periyodik denetim ve bakımları söz konusudur.

3.1.0 Ex-d TİPİ GÖVDE (MUHAFAZA) TAMİR BAKIM İŞLERİ

Tamiratların daima imalatçıdan temin edilen yeni ve orijinal parçalar ile yapılması esastır. Tamirattan sonra alev sızmaz gövdenin düzgün monte edilmesine dikkat edilmelidir. Özellikle alev sızmaz bağlantı yüzeylerinin, açıklık ve alev yollarının ilgili standartlara, aletin sertifika dokümanlarına uygunluğu kontrol edilmelidir. Alev sızmaz bağlantı yüzeylerinde conta yok ise ve imalatçı da herhangi özel bir yüzey koruması önermiyor ise, tamiratçı alev yüzeylerini kendisi gres ile yağlamamalıdır. Gres olarak, silikon esaslı (non-setting grease) veya pas önleyici gresler tercih edilir.

Eğer alev yollarında (alevin geçmesini önleyen yüzeylerde) conta kullanılmış ise, bu conta orijinali ile değiştirilmelidir. Başka malzeme kullanılıyor ise boyut ve malzeme kalite ve

içeriği olarak orijinali ile aynı olmalı ve imalatçı veya sertifika veren otoritenin onayı bulunmalıdır.

Gövde yüzeylerine delik açılması değişiklik ve yeniden düzenleme (modifikasyon) anlamına gelmektedir. Ancak imalatçının verdiği ve sertifika veren otorite tarafından da onaylanmış olan teknik resimlere uygun olmak kaydı ile gövde üzerinde delikler açılabilir. Bu deliklerin azami boyutları, açılma şekli ve kullanım gayeleri (kablo rekoru gibi) Onanmış Kuruluşun AT-tip testi sertifikasında belirtilmiş olmalıdır. Buna rağmen farklı yer, çap veya değişik bir maksat ile exproof bir gövde üzerinde delik açılmak isteniyor ise imalatçıya müracaat edilmeli veya Onanmış Kuruluştan ilave sertifika istenmelidir. Kısaca imalatçı veya sertifika veren kuruluşun bilgisi dışında alet üzerine delik açmak gibi korsanca müdahaleler söz konusu aletin exproof özelliğini yitirmesine neden olur.

Boya cila gibi gövde üzerinde yapılan değişiklikler, gövde dış yüzey sıcaklığını dolayısı ile aletin tabi olduğu sıcaklık sınıfının değişmesini etkilemediği sürece mahsurlu değildir.

3.1.2 YÜKSEK BASINÇ TESTİ

Eğer gövde üzerinde yapısal bir değişikli yapılmış ise veya aletin bütünlüğünden (exproofluğundan) şüphe ediliyor ise söz konusu aletin gövdesi bir basınç testine tabi tutulmalıdır. IEC 60079-19 madde 5.2.1.1 de geçen bu cümleye göre exproofluğundan şüphelenilen bir aletin basınç testine tabi tutulması yeterli olmaktadır.

Basınç testi, grup I aletlerde 10 atm (1.000 kPa), grup IIA ve IIB ile grup III A, B, C aletlerde 15 atm (1.500 kPa) uygulanırken grup IIC hidrojen grubu aletlerde ise 20 atm (2.000 kPa) tatbik edilir. Basınç testinden sonra alet üzerinde herhangi bir deformasyon olmamalıdır. Bağlantı yüzeylerindeki açıklık ve alev yolları ölçülerek olması gereken değerler içersinde kalıp kalmadığı kontrol edilmelidir.

IEC-60079-19'da "Aletin deneyi geçmesi için her hangi bir kalıcı deformasyon olmamalı ve alev yolları ve açıklıklar da değişmiş olmamalıdır" denilmektedir. Bizce, ne bu madde ve ne de IEC 60079-19'da önerilen "basınç testi" uygulaması doğrudur. Alev sızmazlığı belirleyen en önemli deney "alevin sızması" deneyidir (non-transmission of an internal ignition). Bu deneyin nasıl yapılacağı IEC 60079-1 madde 15.2 de yazılı olup pratikte uygulaması zordur ve özel laboratuvar gerektirdiğinden tamirhane gibi yerlerde yapılabilecek bir deney yöntemi değildir. Basınç deneyini tatbik etmek çok daha kolaydır. Fakat standarda alınmasının nedeni uygulamanın kolaylığı olamaz. Basınç testi sonunda exproof alet gözle görülemeyecek ve ölçü ile de tespit edilemeyecek derecede deforme olabilir. Mikron seviyesindeki açıklıkları (MESG) ölçmek kolay değildir. Tamirhanede özel plate ve ölçü aletleri bulundurulmalıdır. Sonuçta tamirhanenin ölçüm kabiliyeti ve itinalı çalışması etkili olmaktadır.

Exproof bir aletin tip testlerinde alev sızmanın kontrolü, basınç testinden sonra gelir. IEC 60079-19 da basınç testinden sonra alev sızma (non-transmission of integral ignition) deneyi yapılır denilmemektedir. Alev sızma deneyinin IEC 60079-19'a konulmamasının bir nedeni de, gaz giriş çıkışları için gövde üzerinde delik açılması zorunluluğu olabilir. Aynen elektrik motorlarının tE süresi tespitinde olduğu gibi alev sızma deneyi ancak proto tip

deneylerinde uygulanabilmektedir. Ancak kablo rekor bağlantıları gibi bazı açıklıklar gaz giriş çıkışı için kullanılarak deney yapılabilir.

Basınç testinin faydası çürümüş ve mukavemeti azalmış aletlerin tespitine yarayabilir. Deneyi sonunda deforme olan aletin etiketi sökölür ve exproof olarak kullanımdan kaldırılır.

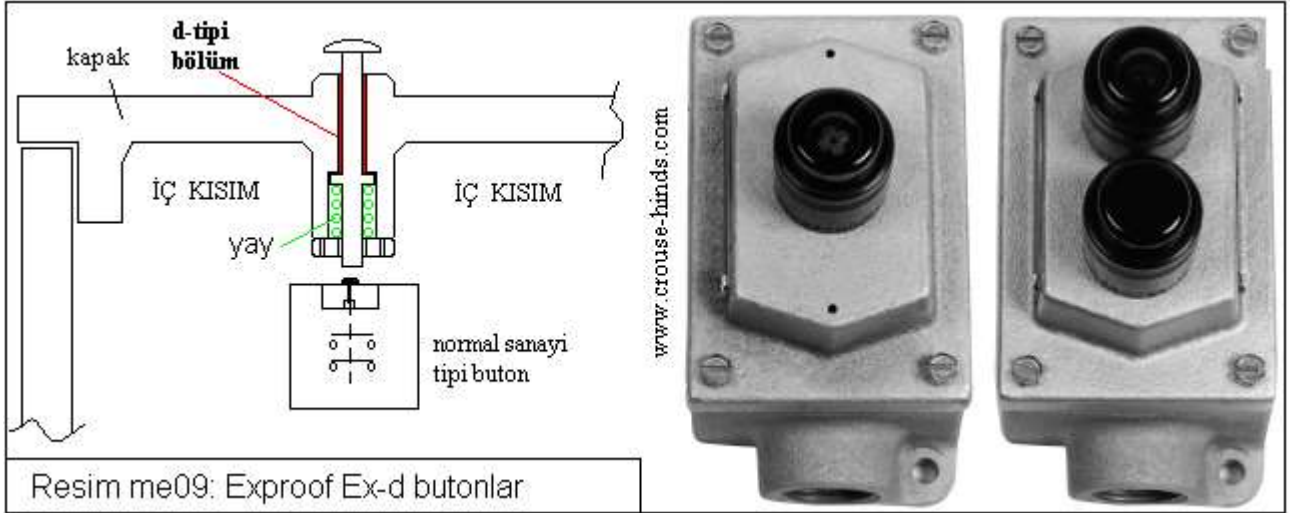
Bizce gövde üzerinde basınç deneyini gerektirecek düzeyde bir tadilat yapılmamalıdır. Eğer yapılacak ise veya çok eski cihazlarda olduğu gibi gövdenin exproofluğundan şüpheleniliyor ise, sertifika veren Onanmış Kuruluşlara başvurulmalı ve basınç deneylerinin tamirhane yerine bu gibi konuyu etraflıca bilen kuruluşlarda yaptırılması daha doğru olacaktır. Exproof aletlere sertifika veren Onanmış Kuruluşlar tamir hanelerden daha donanımlı olabilirler ve aletin yapısı icabı alevsizme testi uygulanabiliyor ise bu imkana da sahiptirler. Yalnız bu işlemlerin maliyetinin muhtemelen yeni bir alet temini ile aynı düzeyde olabileceği de unutulmamalıdır.



Resim me08: Paslı ve zedeli alevsizmaz yüzey örnekleri

Resimlerde görülen paslı veya çizilmiş yüzeyler gerekli hallerde planyadan geçirilerek paslanma ve çizikler bertaraf edilmelidir. Bu gibi işlemleri yaparken, mümkün ise imalatçıdan bilgi ve gerekiyor ise izin alınması unutulmamalıdır. **Kumanda butonlarının mil ve iç yüzeyleri de tormalanabilir.** Mil tormalandığında alev acıklığının büyüyeceği kaçınılmazdır. Milin yuvası tormalanırsa yine aynı sonuçla karşılaşılır. Bu gibi durumlarda daha geniş çaplı uygun bir butun imal edilerek uygulanmasına IEC 60079-19 müsaade etmektedir. Her ne kadar IEC 60079-19 müsaade ediyor ise de, basit gibi gözüken küçük butonların değiştirilmesi büyük riskler içerebilir. **Zone 0'da kullanılan aletlerde ise torna fireze gibi tadilatlar yasaktır.**

IIC hidrojen grubu aletleri makine işlemine almak doğru değildir. Çünkü IIC grubundaki kleranslar (MESG) çok küçüktür. Bu nednedir ki, IIC grubunda geçme ve vidalı kapaklar küçük aletlerde tatbik edilir. Büyük hacimli IIC grubu gövdelerde ise vidalı kapak uygulanmaktadır.



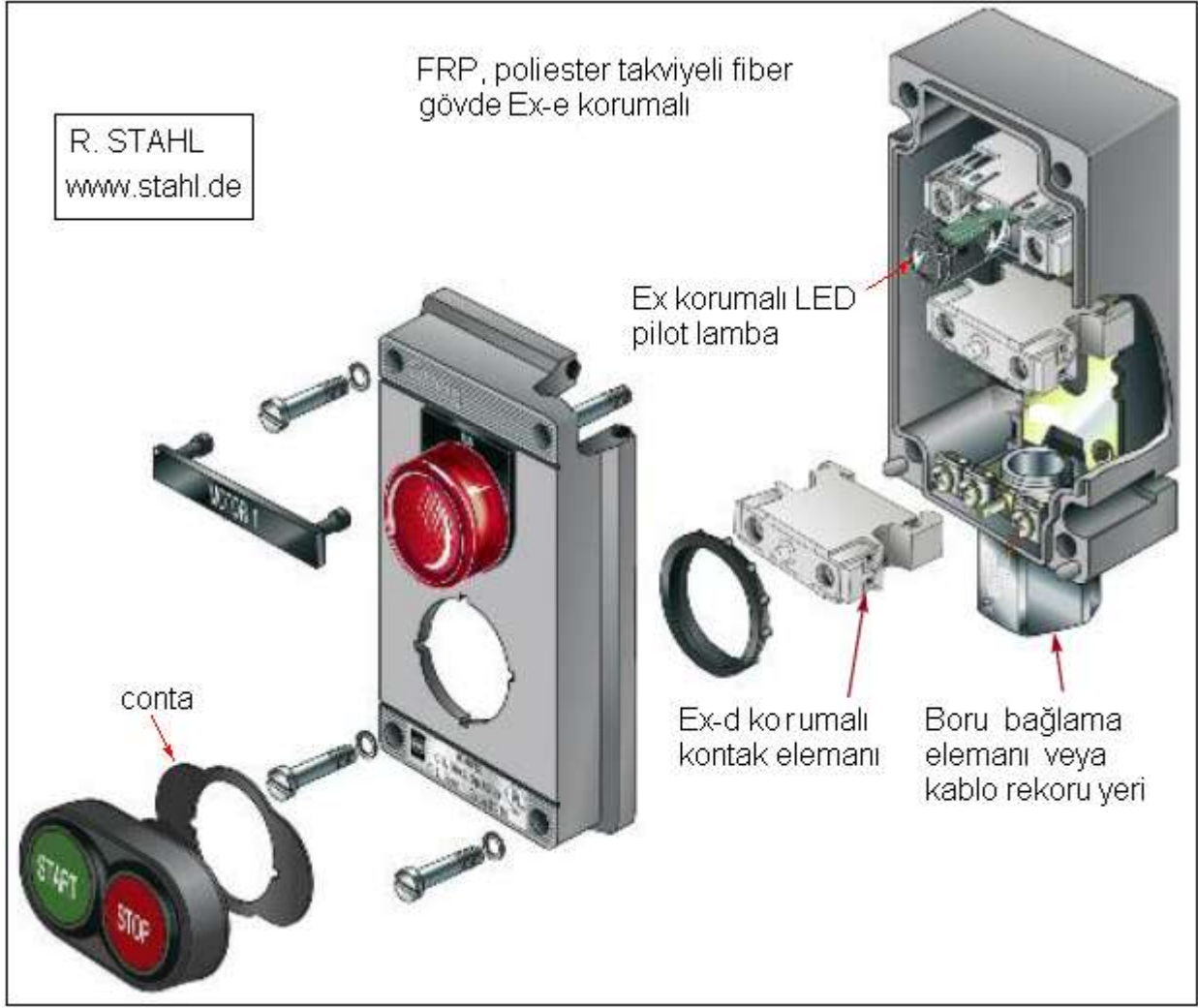
Resim me09: Exproof Ex-d butonlar

3.2.0 Ex-e TİPİ GÖVDELERİN (KUTULARIN) TAMİRİ

Bilindiği gibi Ex-e tipi en çok terminal kutularında tatbik edilir. Kutunun mekanik dayanımının yanı sıra yabancı madde girişi, IP özelliğinin korunması önemlidir. Ex-d tipinde olduğu gibi alev yolu gibi hassas işlenmiş yüzeyler yoktur. Bu nedenle tamirat ve tadilat daha kolay ele alınabilmektedir. Ezik bir gövdeyi düzeltmek, kaynak yapmak gibi tadilatlar daha sorunsuz uygulanabilmektedir. Gövde üzerine kablo girişi için delik açmak kolay olmakla birlikte, sınırsız ve müsaadesiz değildir. İmalatçıdan izin alınması veya sertifikasında belirtilmiş ise buna uygun olarak delikler açılması daha uygun olacaktır. Dikkat edilecek en önemli nokta mekanik dayanım ve IP seviyesini korunmasıdır. Unutmayınız Ex-e tipi bir kutunun içersinde ark çıkaran her hangi bir alet örneğin kontaktör veya otomat bulunamaz, var ise bunların kendilerine has Ex-d tipi koruması bulunmak zorundadır. Diğer bir ifade ile Ex-e tipi bir kutu içersine Ex-d tipi alet konulmasının her hangi bir mahsuru yoktur.



Ex-e tipi plastik bir kutuyu yapıştırmak



4.0 Ex-i TİPİ İÇSEL GÜVENLİKLİ ALETLERİN TAMİRİ

Son yıllarda kendinden emniyetli deyiminin yerini içsel güvenlik (inherently safe) almaya başlamıştır. Yazımızda her iki tabir eş anlamlı olarak kullanılacaktır. Kendinden emniyetli aletten ziyade KE devreden söz edilir ve kendinden emniyetliliği sağlayan tek bir cihazdan ziyade cihazlar grubu veya kapalı bir elektrik devresi göz önüne alınmalıdır. Genellikle KE özelliğini sağlayan güç ünitesi ve bariyer gibi cihazlar temiz bölgede bulunurlar (associated equipment). Kullanıcıların çoğu bu aletleri sanayi tipleri ile aynı zannederek bağlantılarına ve yerleştirmelerine özen göstermedikleri gibi, arızalanmaları halinde de rast gele tamir etmektedirler. Kullanımda olduğu gibi, en çok hata içsel güvenli alet ve devre tamirinde yaşanmaktadır. Çünkü KE devre ve aletler yapıları icabı karıştırılmaya çok müsaittirler. Dış görünüş olarak ancak açık mavi renkli boyalarından ayırt edilebilmektedirler. Eski aletlerde açık mavi renk ayrımı da bulunmayabilir. Çünkü bazı ülkeler yakın zamana kadar KE alet ve devrelerde açık mavi renk kodunu kullanmamakta idiler.

IEC 60079-19, KE aletlerin tamirinde “imalatçıdan temin edilen yedek malzemeler kullanılmalıdır” diyor ise de, standardın detayına baktığımızda aralara yerleştirilen madde

ve cümleler KE devre ve aletler üzerinde her nevi müdahaleye açık gözükmetedir. Yalnız çoğu KE aletlerin kendileri minyatür yapıları ve reçine içersine gömülü olmaları nedeni ile teknik olarak tamire müsait değillerdir.

Biz, KE bir alet üzerinde tamirat yapılmasını asla önermiyoruz. Zorunlu ise imalatçısına gönderilip, imalatçı tarafından tamir edilmesi doğru olacaktır. KE devre bir bütündür. Tamirci devrenin bütünü hakkında bilgi sahibi olmak zorundadır. İmalatçısı ve orijinal yedekleri bulunamayan KE cihazların tamiri imkansız denilebilir. Zone 0 bölgede kullanılan EPL-a güvenlik seviyesindeki cihazların orijinalleri dışında değişimine IEC 60079-19 müsaade etmemektedir. Orijinal yedekleri bulunmayan KE cihazlar tamir edilecek ise KE devrenin yeniden değerlendirilmesi gerekebilir. EPL-c veya kategori-3 cihazlar tehlike ihtimali az olan ortamlarda kullanılmaktadır. Buna rağmen bunlara da bir istisna tanınmamaktadır. Çünkü kategori-3 aletlerin emniyet katsayıları düşük, dolayısı ile yapıları basittir. Yani fazla toleranslı bir durumları yoktur. Tamir ve bakım işlerinde, her zaman imalatçı kılavuzu ve onanmış kuruluş tarafından verilen sertifika da hazır bulunmak zorundadır. Bu dokümanlarda verilen ikazlara dikkat edilmelidir. Ciddi kuruluşlar sattıkları KE aletlerin kılavuzlarında tamiratın nasıl yapılacağını ve hangi ünitelere nasıl müdahale edileceğini, yenileri ile nasıl değiştirileceğini ve hangi ünitelere dokunulamayacağını açıklamaktadırlar. Hatta bazı kılavuzlarda orijinali dışı malzeme kullanıldığında (sigorta gibi) nelere dikkat edilmesi gerektiği de yazılı bulunmaktadır. Kısaca bizim tavsiyemiz KE aletlerin ve KE sistemlerin büyük ve teşkilatlı kuruluşlardan temin edilmesidir. Çünkü içsel güvenlik özel bir bilgi ve beceri istemekte olup, her kuruluş bilgi seviyesi yüksek uzmanları besleyecek güçte değildir.

4.1.1 KABLO BAŞLIKLARI, TERMİNAL KUTULARI

İçsel güvenli alet ve devrelerde kullanılan terminal kutuları ve kablo başlıklarının tamir ve bakımlarında aletin IP seviyesini bozulmamasına dikkat edilmelidir. Sertifikasız rast gele rekor ve terminal kutusu kullanılamamalı ve imalatçıdan temin edilen malzemeler tercih edilmelidir. Diğer devreler ile arada bırakılan mesafeye ve renk ayırımına (açık mavi) özen gösterilmelidir. Kısaca tamir ve bakım işlerini KE tekniğini bilen kişiler yapmalıdır.

4.1.2 LEHİMLİ BAĞLANTILAR

Tamirat icabı lehim yapmak gerekiyor ise, aşağıda izah edilen lehimleme tekniklerine dikkat edilmelidir. Çünkü kendinden emniyetli cihazlarda rast gele lehim yapılamamaktadır.

- Lehim tekniği ve lehim maddesi exproof dokümanlarına uygun olmalıdır. Yani imalatçının tavsiyesine, verdiği veya vereceği bilgilere bakılmalıdır.
- Ark ve yüzeysel arka (yüzeysel yürüme) mesafelerine uyulmalıdır.
- Kaplaması sökülen, kazınan yerlerde tekrar kaplama yapılması unutulmamalıdır. Kaplama ile ilgili IEC 60079-11 deki bilgilere bakılmalıdır.
- Lehim sonucu oluşan pasta ve reçine akıntısı gibi artık ve sızıntılar temizlenmelidir.

4.1.3 SİGORTA DEĞİŞİMİ

Kendinden emniyetli bir ekipman içersindeki sigorta değiştirilmek isteniyor ise orijinali kullanılmalıdır. Orijinali bulunmayan durumlarda aşağıdaki noktalara dikkate edilerek değişim yapılabilir. Bu değişim KE devre içersinde bulunan bağlı (associated) cihazlar için de geçeridir. Yani temiz bölgede bulunan ve KE devreyi besliyen bir cihazın giriş tarafındaki sigorta da bu özenle yenilenmelidir.

- Orijinali ile aynı veya daha düşük bir anma akımı değerine sahip olmalıdır.
- Aynı veya daha büyük gerilim altında eş değer veya daha büyük kısa devre gücüne sahip olmalıdır.
- Aynı çalışma şekline ve aynı fiziksel yapıya sahip olmalıdır.

Bu özelliklerde sigorta bulunamayan durumlarda tamirattan sorumlu kişi KE bütünlüğünü bozmayacak bir koruma cihazı (sigorta) seçebilir. Tam kapalı kendinden emniyetli bariyer içersinde veya tam kapalı bataryalar içersindeki sigortaların değiştirilmesi veya tamiri caiz değildir. Bu tip cihazları ancak imalatçı tamir edebilir.

4.1.4 ŞÖNT DİOD, EYNIYET BARIYERLERİ

Kendinden emniyetliliği sağlayan bu cihazlar üzerinde herhangi bir tamirat veya değişim yapılması doğru değildir ve çok tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Bu cihazlar eşdeğerleri ile komple yenilenmelidir. Değiştirilen yeni cihaz aynı emniyet değerlerine sahip olmalı ve özellikle **Um** değeri orijinale eşit veya dahayüksek olmalıdır. Yeni cihazı yereleştirirken kendinden emniyetli olmayan devre ile arada en az 50 mm bir mesafesinin korunduguna özen gösterilmelidir. *Eğer kendinden emniyetli bir devrede şönt diot (bariyer) aletinin farklı bir tip ile değiştirilme mecburiyeti var ise, KE devreden anlayan yetkili bir uzman tarafından yeniden değerlendirmesi gerekebilir.*

IEC 60079-19 madde 6.2.7'de bu cümleler yazılıdır ki, tüm yetkiyi tamircinin inisiyatifine bırakmaktadır. Bizce KE bariyer asla tamir edilemez. Yenisi veya tıpa tıp aynısı ile değiştirilebilir. Eski aletlerde yedeğin bulunamaması olayı ile karşılaşılabilir. Bu durumda, **kullanıcı olarak** her hangi bir imalatçı veya satıcı yerine yetkili tamir servisine veya Onanmış Kuruluşa baş vurulması ve bu kuruluşların önerileri doğrultusunda hareket edilmesi tavsiye edilir. Satıcıların hedefleri mal satmak olduğu için genellikle olayı büyütmede ve gereksiz ve hatalı mal satmaktadırlar. Eski aletlerin tamiri, farklı bir tip veya marka ile yenilenmesi durumunda KE devrenin ve hatta prosesin uzman bir kişi tarafından komple yeniden değerlendirilmesi gündeme gelebilir. Çünkü konu ile ilgili standartlarda son yıllarda değişiklikler olmuş ve özellikle kablo mesafeleri kısalmıştır. Eğer mevcut bir KE alet veya tesisin ATEX'e uygunluğunun belgelenmesi isteniyor ise mutlaka bir Onanmış Kuruluşa veya KE alet imal eden büyük kuruluşlara başvurulmalıdır.

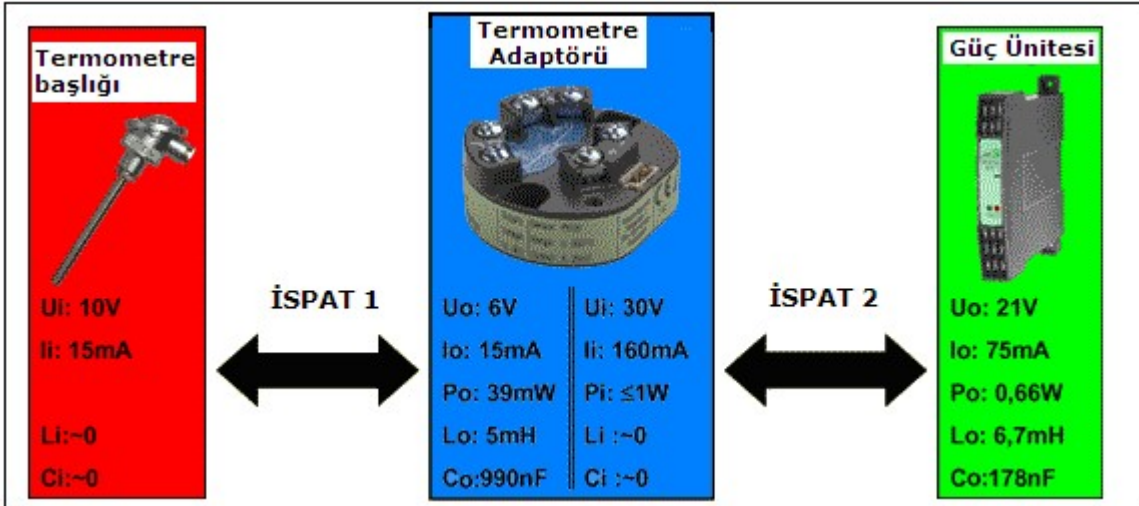
IEC 60079-11 Ek-A da izah edilen basit bir KE devrenin nasıl değerlendirildiğine ve Um'nin (Ui) ne olduğuna kısaca bir göz atalım. Kendinden emniyetli bir devre üç ana elemandan oluşmaktadır.

- 1) Güç kaynağı, kendinden emniyetli devreyi besleyen ve dolayısı ile KE'yi sağlayan ana cihaz ve/veya bariyer.
- 2) Elektrik taşıyan kablo
- 3) Patlayıcı ortam içersinde bulunan alet, ölçü duyargası 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 resimde bir termometre düzeneği (duyarga, adaptör ve güç ünitesi) görülmektedir. Bu elemanların etiket değerleri üzerlerinde yazılıdır.

Genellikle adaptör ölçü başlığı içersinde kombine halde bulunmaktadır. Bu örnek biraz zor olanıdır ve KE ispatı iki kere ele alınmak zorundadır.

Başlık ile adaptör arasındaki akım ve gerilim olması gereken gibidir ($U_o < U_i$, $I_o < I_i$ ve $P_o < P_i$, $6V < 10V$). 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 dirençlidirler. 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) bir mesafe olabilmektedir. L_o ' ya da 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 arasındır. Yine $U_o < U_i$, $I_o < I_i$ ve $P_o < P_i$ şartı sağlanmaktadır. ($21V < 30V$, $75mA < 160$ mA, $0.66mW > 1$ 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 göre oldukça uzun sayılabilir.

4.1.5 BASKI DEVRE KARTLAR

Genelde baskı devre katlar tamir edilmez. Fakat çok pahalı olan bazı kartların tamiri ekonomik olabilir. KE alet içersindeki kartları tamir edilirken:

- Ark ve yüzeysel ark yürüme mesafelerine (clearance, creepage distance) özen gösterilmelidir. Çünkü baskı devre kartlarda bu mesafeler çok küçüktür. IEC 60079-11 de verilen bu mesafeler tamirat dolayısı ile düşmemelidir.
- Baskı devre üzerindeki zedelenen kaplama eski haline getirilmelidir. Bu kaplamalar yalıtım seviyesini yükselttikleri ve kartı çevresel etkilerden korudukları için önemlidir.

4.1.6 OPTİK BİRLEŞTİRİCİLER (optocoupler) ve PIEZOELEKTRİK PARÇALAR

Genelde kendinden emniyetliliği önemli derecede etkileyen eleman olmaları nedeni ile bu tip elemanlar sertifikalarında belirtilen tipleri ile değiştirilmek zorundadırlar.

4.1.7 DİĞER ELEKTRİK PARÇALARI

Direnç, transistor, zener diot gibi parçalar orijinali dışında herhangi bir kaynaktan getirilen parçalar ile değiştirilmek isteniyor ise, tamirattan sorumlu uzman bir kişi tarafından kendinden emniyetliliği etkileyip etkilemediği incelenerek karara bağlanmalıdır. Bazı imalatçılar kılavuzlarında tamiratın nasıl yapılacağını belirtmekte ve hangi parçaların yedek olarak imalatçıdan alınacağını ve hangilerinin istenilen her hangi bir imalatçıdan seçilerek değiştirilebileceğini açıklamaktadırlar.

Kendinden emniyetli aletlerde değişimin farklı tipler ile yapılması bir modifikasyon olarak kabul edilmekte olup, ilave bir sertifika gerektirmekte olduğu unutulmalıdır.

4.1.8 BATARYALAR

Bataryalar rast gele değiştirilemezler. Yalnızca imalatçısından temin edilen sertifikalı ve orijinal yedekleri ile değiştirilebilirler. Farklı tip bir batarya kullanmak gibi müdahaleler kendinden emniyetliliği etkileyebilir.

Tanınmış firmaların ürettiği KE aletlerin sertifika ve kullanma kılavuzlarında bataryaların hangi imalatçı ve hangi tipler ile değiştirilebileceği yazılı bulunmaktadır. İmalatçısı aynı firma olmakla birlikte farklı veya benzeri tip bir batarya ile değişim yapmak fahiş hatalar doğurabilir. Çünkü, güç ünitesi KE özelliğini belirleyen yegane cihazdır. Farklı bataryaların kısa devre akımları ve iç dirençleri değişik olabilir ki, bu gibi hususlar da kendinden emniyetliliği kökünden etkilemektedir.

Değişik tipte batarya kullanılması modifiye anlamına gelmekte olup ilave sertifika gerektirmektedir. Bu tip bataryaların KE parça sertifikaları (komponent) olsa dahi değişim için notified body den AT-tip testi almak gerekmektedir. Çünkü KE devreler bir bütündür.

4.1.9 İÇ BAĞLANTI ve KABLOLAMA

İletken kısımlar arasındaki açıklık ve ayırma mesafeleri kendinden emniyetliliği etkileyebilir. Bu nedenle herhangi bir nedenle arızalanan veya yer değişen iç kablo bağlantılarının orijinal şeklini muhafaza etmesine özen gösterilmelidir. Örneğin, izolator, ekran, dış kılıf, çift kat izoleli kablo, özel bağlantı gibi yerlerin tamiratında orijinal yapı aynen muhafaza

edilmelidir. Eğer kablo bağlantılarında değişiklik yapılıyor ise bu olay modifikasyon olarak kabul edilir ve Notified Body tarafından incelenerek ilaveten sertifikalandırılması gerekir.

4.1.10 TRAFOLAR

Kendinden emniyetli devrede bulunan ve genellikle KE devreyi besleyen bir trafoda arıza tespit edilir ise orijinali ile değiştirilmelidir. Her hangi bir tamirat müdahalesinde bulunulmamalı ve özellikle gömülü olan termik koruma parçaları tamir edilmemelidir. Bu konuda çok hatalar yapılmakta ve KE trafoya has özel sarımlar gereksiz zannedilerek tekrar yerine konulmamaktadır.

4.1.11 TAM KAPALI KAPSÜLLENMİŞ PARÇALAR

Örneğin akım sınırlama direnci, sigorta veya diod içeren tam kapalı reçine içersine gömülü olan parçaların tamirati yasaktır. İmalatçısından temin edilen komple yedek batarya ile değiştirilmelidir. Kısaca reçine içersine gömülü tam kapalı (kapsüllenmiş) parçalar tamir edilmezler.

4.1.12 ELEKTRİKLİ OLMAYAN PARÇALAR

Bağlama elemanı, gözetleme penceresi gibi elektrik devresini ve aynı zamanda ayırma ve yüzeysel ark mesafelerini etkilemeyen dolayısı ile kendinden emniyetli devre üzerinde etkili olmayan parçalar her hangi bir parça ile değiştirilebilirler.

Bu gibi elektrik devresinde bulunmayan parçalarda anti statik olma durumuna dikkat edilmeli ve ayrıca bu gibi parçaların standartlarda ön görülen darbe ve düşürme deneylerine dayanmaları gerektiği unutulmamalıdır.

4.1.13 TEST YAPILMASI

Tamir bakımdan sonra iletken kısım ile gövde arasındaki izolasyon direnci ölçülmelidir. Bu iş iletken terminal ile gövde arasına 1dakika süre ile 500 VAC verilerek yapılır. Eğer aletin gövdesi izole maddeden yapılı ise veya iletken kısım gövdeye galvanik olarak doğrudan bağlı ise izolasyon testi yapılmaz.

Galvanik izoleli parça, trafo veya optik birleştirici (optocoupler) değişimindeki test işlemi konu ile ilgili standartta ön görülen usullere göre yapılmalıdır.

4.2.0 YENİLEME (reclamation)

Kendinden emniyetliliği etkileyen hiçbir parça yenilenemez.

IEC 60079-19 yenileme bölümünü yukarıdaki cümle ile kesip atmış olmakla birlikte yukarıda izah ettiğimiz gibi bir çok tamirat usullerine de müsaade etmektedir. Bu cümle doğru olmakla birlikte KE cihazlardaki yenileme olayı diğer koruma tiplerine benzeme mektedir. Tamirat zaten bir değişim veya yenileme olarak da görülebilir.

4.3.0 DEĞİŞİM (modifikasyon)

Kendinden emniyetli devre içersindeki her hangi bir parçanın değişimi modifikasyon olarak kabul edilir. Bu gibi durumlarda tamirattan sorumlu uzman kişi değişimi değerlendirmeli, yapılacak değişiklik kendinden emniyetliliği etkiliyor ise Onanmış Kuruluşa başvurularak ilave sertifika istemelidir. Değişime ve Onanmış Kuruluşa başvurma kararını veren kişi ile modifikasyonu yapan personelin ayrı kişiler olmasına özen gösterilmesi tavsiye edilir.

5.0 IEC 60079-26 KAPSAMINA GİREN EPL-a SEVİYESİ ZONE 0 ALETLER İÇİN İLAVE TAMİR BAKIM KOŞULLARI

KE aletlerin çoğu tehlike bölgesi 0 olan (zone 0) yerlerde çalışmaktadır. IEC 60079-26 kapsamında olan bu gibi aletlerin tamir ve bakımına IEC 60079-19 sınırlamalar getirmektedir. Fazla detaya girmeden konuyu özetlersek standart, imalatçının onay vermediği herhangi bir tamirata müsaade etmemektedir. İmalatçının bulunamadığı durumlarda ise KE cihaz ve devrenin yeniden teste tabi tutulması istenmektedir. Bu ise Notified Body'nin kapısının çalınması anlamına gelmektedir ki, bu madde epey ağırdır. Buna göre, kategori-1 ve EPL-a aletler tamir edildikten sonra notified body'e gönderilip yeni baştan EC tip testine tabi tutulmaları gerekir. Pahalı olan bu testleri uygulamak yerine arızalanan aleti yenisi ile değiştirmek daha ekonomik olabilir. Küçük ve ucuz aletler için bu doğru olabilir ise de, pahalı olan büyük aletlerde Onanmış Kuruluşa müracaat etmek anlamlı olabilir. Kısaca, buradan çıkan sonuç IEC 60079-26 kapsamı kategori-1 veya EPL-a aletlerin tamir edilmeleri yerine yenileri ile değiştirilmeleri daha doğru olacaktır.

6.0 DİĞER TİP ALETLERİN TAMİR ve BAKIMLARI

IEC 60079-19 da tamir bakım, düzeltme ve değişim ile ilgili detaylı bilgiler mevcuttur. Genel hatları ile aletin tabi olduğu koruma tipi ile ilgili standartta verilen koşullara dikkat edilerek tamirat yapılmaktadır. İsteyen okurlarımız söz konusu standarttan detaylı bilgiler edinebilirler. Bu yazımızdaki maksat okurlara çok sık kullanılan Ex-d, Ex-e ve Ex-i tipi aletler ile elektrik motorlarının tamirleri hakkında okurlarımızı bilgilendirmek olmuştur.

26 Eylül 203