

Elektriksel Kaynaklı Yangınlara Yönelik Standartlar Düzenlemeler ve Uygulama Sorunları...

ELEKTRİK İÇ TESİSLERİNDE YANGINDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Serdar Pakar
EMO MİSEM Daimi Komisyon Üyesi
serdar.pakar@emo.org.tr

Elektrik tesisatında doğabilecek hasar ve tehlikelerden “yanmaya, yangına ve diğer hasar verici etkilere sebep olan aşırı sıcaklıklar” konusunu Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) bağlamında incelemeye başlamadan önce elektrik mühendisliği disiplini bakışıyla yangın ve yangın güvenliği konularına kısaca değinmek gerekir.

Yangın ve Yangın Güvenliği

Yangın için “Katı, sıvı veya gaz halindeki yanıcı maddelerin kontrol dışı yanma durumu”; yangın güvenliği için ise “Yangın önleme, yangından korunma ve yangın söndürme olarak üç aşamada yürütülen çalışmaların toplamıdır” denebilir.

Yanma, üç unsurdan oluşmaktadır:

- Yanacak bir madde (katı, sıvı, gaz ve metal yanıcılar gibi).
- Yangın çıkartabilecek ısı veya kıvılcım gibi bir kaynak (kimyasal, biyolojik veya fiziksel).
- Yeterli miktarda oksijen.

Elektrik kaynaklı yangınlar bakımından yangın üçgeninin oluşumunda aşırı akım, kısa devre veya kontak gevşekliklerinin oluşturacağı ısı; tek başına etkili olmayıp, tesisatın yakınında bulunan yanıcı madde ve oksijen miktarı ile etkilidir. Örneğin beton içinde bulunan ve faz-toprak izolasyonu düşen arızalı bir tesisatın yangın başlatma ihtimali, buradaki oksijen ve yanıcı maddenin yetersiz olması sebebiyle düşüktür. Bununla birlikte talaş, kağıt gibi yanıcı maddelerin depolandığı yerlerdeyse faz-toprak izolasyon zayıflaması oluşan arızalı bir sıvaüstü tesisatın yangın başlatma ihtimali, ortamda oksijen ve yanıcı maddenin bol miktarda olması sebebiyle yüksektir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe göre yangın sınıfları -üçgenin yanıcı madde koluna göre- katı, sıvı, gaz ve metal yangınları şeklinde dört sınıfta oluşturulmaktadır.

A sınıfı yangınlar: Odun, kömür, kâğıt, ot, doküman ve plastik gibi yanıcı katı maddeler yangını,

B sınıfı yangınlar: Benzin, benzol, makine yağları, laklar, yağlı boyalar, katran ve asfalt gibi yanıcı sıvı maddeler yangını,

C sınıfı yangınlar: Metan, propan, bütan, LPG, asetilen, havagazı ve hidrojen gibi yanıcı gaz maddeler yangını,

D sınıfı yangınlar: Lityum, sodyum, potasyum, alüminyum ve magnezyum gibi yanabilen hafif ve aktif metaller ile radyoaktif maddeler gibi metaller yangınına oluşturmaktadır.

Yangın önleme, yangından korunma ve söndürme yöntemleri bu sınıflar bazında inşa edilmektedir.

Elektrik yangınları ve pişirme aletleri içindeki yağlardan meydana gelen yangınlar E ve K(veya F) sınıfı yangınlar, Amerikan yangın sınıflamasına girmekle birlikte Avrupa Birliği sınıflamasında ve ülkemizde yürürlükte olan yönetmeliklerde bulunmamaktadır.

Yangın Önleme

Yangın tehlikesinin belirlenmesi aşamasında, risk analizi ve risk yönetimi olarak tanımlanan “proaktif” çalışmalar yapılmalıdır: Bu bağlamda işyeri çalışma yönergelerinin hazırlanması, depolama koşullarının belirlenmesi, işyeri düzen ve temizliği, periyodik bakımlar, denetim, raporlama, eğitim ve düzeltici çalışmalar yapılmalıdır.

Elektrik kaynaklı yangın tehlikesine karşı kabloların alev iletmeyen cinsten seçilmesi, ek yerlerinin yeterince sıkı ve yeterince sağlam izolasyonlu olması, kablo kesitlerinin uygun seçilmesi, devre kesicilerin anma akımlarının ve kısa devre kesme kapasitelerinin uygun seçilmiş olması, topraklamaların, çevrim empedanslarının uygun olması, gerekli yerlerde artık akım cihazlarının (RCD) ve ark hatası algılama cihazlarının (AFDD) kullanılması, pano kapaklarının yeterli izolasyonu sağlıyor olması, gerektiğinde exproof (patlayıcı ortam ve bu ortamlarda kullanılan elektrikli aletler) şartlarının sağlanmış olması yeterlidir.

Patlama ile Yangın Tehlikesi Ayrımı

Patlama konusu; IEC 60079 kapsamında ATEX (IECEX), patlayıcı ortamlardaki exproof ekipmanların seçim kriterleri içinde değerlendirilmelidir.

Patlayıcı ortam bulunan yerler, örneğin havada solvent buharı bulunan boya atölyesi gibi yerler, yangın tehlikesi olan yerlerle karıştırılmamalıdır. Yangın tehlikesi olan yerler, havada parlayıcı-patlayıcı madde konsantrasyonu olan yerler değildir. Bu yerler, marangozhane, kağıt deposu gibi kolay yanıcı maddelerin (normal şartlar altında ortamda buhar ya da buğuya dönüşmeyen yanıcı maddelerin) çokça bulunduğu veya depolandığı yerlerdir.



Şekil 1. Yangın Üçgeni

Test ve Kontroller

Tesislerde elektrikten kaynaklanan yangınların önlenmesi bağlamında yapılması gereken kontroller; elektrik tesisatının uygunluğuna dair çalışma yapılması, termal kamera ile seri arkların tespit edilmesi ve kullanılan enerjinin yangın riski bağlamında analiz edilmesidir. Tesisat denetlemesi için TS HD 60364-6 metodolojisi kullanılarak Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nin 46. Maddesi'ndeki deneyler tüm makinalar için yapılmalıdır. Ana ve tali panolarda temel koruma -doğrudan dokunmaya karşı koruma- son tüketici makinalarda hata koruması -dolaylı dokunmaya karşı koruma- önlemleri test edilmelidir. Topraklama testleri örnekleme metodu ile değil, tüm makinalar için yapılmalıdır. Sınır değer ve ölçüm sonucunun uygun olduğu hesapla açıklanmalıdır.

Test ve Kontrollerdeki Maliyet Kaygısı Risk Yaratıyor

Uygulamada tesislerin satınalma bölümleri, test ve kontrol hizmetleri tedarik maliyetini düşürmek için kontrol kapsamını ve kalitesini daraltmakta, böylece farkında olmadan tesiste oluşabilecek kaza ve yangın risklerini arttırmaktadır.

Yangından Korunma

Yangın uyarı sistemleri, otomatik söndürme sistemleri, yangın anında ısı ve duman yayılmasını engelleyecek yapısal önlemler, kaçış yolları, acil aydınlatma, yangın hidrant¹ tesisatı, depo, pompa, hidrant, hortum dolapları ve söndürme cihazları yangından korunma kapsamındadır.

Yangın Söndürme

Söndürme işleminin prensipleri yangın üçgeninin bozulmasına dayanır. Bunlar; soğutma, oksijeni kesme, yakıtı uzaklaştırma metotlarını uygulamaktır. Yangına müdahale ederek söndürme çalışmaları yapılması; ayrı bir meslek grubu olan, özel eğitim ve araç, gereç, kişisel koruyucu donanım gerektiren itfaiye organizasyonlarının görevidir. Yangın başlangıcında tüplerle yapılan müdahale yetersiz kalırsa ve yangın ilerlerse müdahalenin profesyonel ekiplere bırakılması daha doğru bir yaklaşımdır.

Elektrik Kaynaklı Yangınlardan Korunmada Uluslararası Standartlar

IEC, 60364 serisi standartlarında elektrik tesisatında doğabilecek hasar ve tehlikeler dört sınıfta incelenmektedir:

- Elektrik çarpma akımları.
- Yanmaya, yangına ve diğer hasar verici etkilere sebep olan aşırı sıcaklıklar.
- Elektrikle tahrik edilen donanımın mekanik hareketi sonucu oluşan kazalar.
- Patlamalar.

Yanmaya, yangına ve diğer hasar verici etkilere sebep olan aşırı sıcaklıkların meydana gelebileceği yerler, yangın üçgeninin kolayca oluştuğu yerlerdir. Yangın tehlikesi olan yerler tanımına marangozhane, kağıt fabrikası gibi tanımlı özel yerler girer. Halbuki ülkemizde yangın koruma düzeneği adıyla yaygın olarak kullanılan artık akım cihazlarının kullanımında özellikle sınırlanan tanımlı bir alan veya yer



Şekil 2. Elektrik Yangını

yoktur. Daha açıkçası ülkemizde her yer yangın tehlikesi olan yerler sınıfında görülmektedir. Şimdi uluslararası standart üzerinden bu konuyu takip edelim.

TS HD 60364-4-42: 60364 serisi IEC standartlarının bir bölümü ülkemizde TS HD koduyla TSE tarafından yayımlanmıştır. Bu yüzden standardın Türkiye'de yayımlanan, yürürlükte olan sürümünden takip edelim.

Yangına karşı koruma konusundan; standardın 60364-4-42 bölümünün altındaki 421 kodlu kısımda bahsedilmektedir. Bu bölümde yani 421.1'den 421.6'ya kadar olan kısımda; "elektrik tesisatında, yüksek sıcaklık veya elektrik arkı nedeniyle kolayca yanabilen malzemelerin yangın oluşturma riski üzerine maddeler" yer almaktadır:

"TS HD 60364-4-42

4-42-Güvenlik için koruma-Isıl etkilere karşı koruma

421-Yangına karşı koruma

421.1-421.2-421.3-421.4-421.5-421.6"

Aynı standardın devamındaki 422 ile başlayan bölümünde "yangına karşı koruma için alınacak önlemler" yer almaktadır. Bu bölüm 422.1'den 422.5'e kadar sürmektedir. Örneğin 422.2'de acil bir durum olduğundaki tahliye güçlüğüne dair riskler tanımlanmaktadır. Bunlar BD koduyla aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

"TS HD 60364-4-42

422-Yangına karşı koruma için alınacak önlemler

422.1-Genel

422.2-Acil durumdaki kaçış durumlarına göre yangın riski. (BD2-BD3-BD4 durumları)

BD2: Düşük yoğunluklu çalışma, tahliye güçlüğü; Zor.

BD3: Yüksek yoğunluklu çalışma, tahliye güçlüğü; Kolay.

BD4: Yüksek yoğunluklu çalışma, tahliye güçlüğü; Zor."

422.4 ve 422.5 maddelerinde sırasıyla yanıcı yapı maddelerindeki CA2 kodlu durumdan ve yangını yayan yapılarla ilgili CB2 kodlu durumdan bahsedilmektedir:

"TS HD 60364-4-42

422.4-Yanıcı malzemeden yapılmış yapı elemanlarında alınacak önlemler. (CA2 durumu)

422.5-Yangını yayan yapılarda alınacak önlemler. (CB2 durumu)"

Standardın 422.3 bölümü; depo edilmiş veya işleme tabi tutulmuş malzemelerin yapısı (niteliği) nedeniyle oluşan

¹ Hidrant, ana yangın besleme hattından hortum ve diğer yangından korunma cihazlarına su almak amacıyla ana yangın besleme hattına yapılan bağlantıdır.

yangın riskleriyle ilgili olup önlemler -422.3.1'den 422.3.13'e kadar- sıralanmıştır:

"TS HD 60364-4-42

422.3-Depo edilmiş veya işleme tabi tutulmuş malzemelerin yapısı (niteliği) nedeniyle yangın riski. (BE2 durumu)

422.3.1-422.3.2-422.3.3-422.3.4-422.3.5-422.3.6-422.3.7-422.3.8-422.3.9-* -422.3.11-422.3.12-422.3.13"

Bu maddelerde; marangozhane, kağıt deposu gibi yangın tehlikesi olan yerlerdeki elektrik donanımı ve elektrik tesisatında yangın riskini azaltacak diğer önlemlerin yanı sıra kısa devre, IPXXB, PEN vb. gibi önlemlerden bahsedilmektedir.

*422.3.10 maddesi ise ülkemizde yangın koruma şalteri adıyla tanıtılan artık akım cihazları ile ilgilidir. Bu maddede marangozhane, kağıt fabrikası gibi yangın tehlikesi olan yerlerde hata akımının yol açacağı yangın riskini düşürmek için 500mA'e kadar artık akım cihazı veya izolasyon takip cihazının kullanılmasından bahsedilmektedir.

"TS HD 60364-4-42

422.3.10-Tesisatta yangın riski olarak görülen noktalarda hata akımlarının sonuçlarının sınırlandırılmasının gerektiği yerlerde; devre ya

- Beyan artık akımı 0.5A'i aşmayan artık akım koruma cihazı kullanılacak ya da
- İzolasyon hatası oluşumunda alarm başlatacak izolasyon takip cihazı ile sürekli izlenecektir.

Eğer hat sistemi metal mahfazaya bağlı bir koruma iletkenini kapsamıyorsa, koruma iletkeni de olabilen çıplak izleme iletkeni, devrenin yerini tutan hat sisteme birleşebilir."

Bir izolasyon hatası sonucu enerjinin 500mA RCD ile kesilmesi yerine hatanın ihbar edilmesi yöntemi -doğrudan dokunmaya karşı koruma yöntemlerinin etkin bir şekilde alınması şartıyla- iş sürekliliğinin önemli olduğu yerlerde tercih edilebilir.

TS HD 60364-4-42 Standardı'nın son iki maddesinde yani 423 ve 424 maddelerinde sırasıyla, elektrik donanımının dış gövdesinin, temasta olduğu insanın yanmasına karşı önlemler ile sıcak hava ve sıcak su üretim sistemlerindeki aşırı ısınma konuları ele alınmaktadır:

"TS HD 60364-4-42

423-Yanmaya(dokunan insanın yanmasına) karşı koruma. Elektrik donanımının dokunulabilen kısımlarının sıcaklığı sınırlandırılmalıdır.

424-Aşırı ısınmaya karşı koruma.

424.1-Cebri sıcak hava sistemlerinde alınacak önlemler.

424.2-Sıcak su veya buhar üreten sistemlerinde alınacak önlemler."

Dış etkiler ile ilgili TS HD 60364-5-51 konusunu bağlam içine eklemek gerekir. Keza yukarıdaki TS HD 60364-4-42 bölümünden birçok atıf TS HD 60364-5-51 Tablo Ek A'ya yapılmaktadır. Bu özet tabloya göre -AA1'den CB4'e kadar- kodlanmış durumlar tanımlanmış olup daha detaylı bilgiler ZA Tablosu'nda ayrıca tanımlanmıştır. Burada BE2 durumu yangın risklerini tanımlamaktadır:

"TS HD 60364-5-51

5-51-Elektrik teçhizatının seçilmesi ve montajı-Ortak kurallar

Ek A: Dış etkiler ile ilgili özet liste (Dış etkiler ile ilgili tüm riskler -AA1'den CB4'e kadar- durumlar tanımlanmıştır.)

B durumu; Depo edilmiş veya işleme tabi tutulmuş malzemelerin yapısı (niteliği ile oluşan riskler)

Ek ZA: Dış etkiler

ZA.1: Elektrik teçhizatı, maruz kalabileceği dış etkilere göre gerekli teçhizat karakteristiklerini gösteren Çizelge ZA1'deki özelliklere uygun olarak seçilmeli ve monte edilmelidir.

Teçhizat karakteristikleri, koruma derecesine veya deneylere uygunluğa göre belirlenmelidir.

BE durumu; İşlenen veya depolanan malzemelerin yapısı (niteliği ile oluşan riskler)

BE2 durumu; Yangın riskleri

Yangın tehlikesi olan yerler;

Mevcut toz dahil tutuşabilir malzemelerin depolanması veya işlenmesi, imalatı.

Çiftlikler, marangozhaneler, kâğıt fabrikaları.

Alınacak önlemler;

Alev yayılmasını geciktiren malzemeden yapılmış teçhizat.

Elektrik teçhizatı içerisinde önemli derecede sıcaklık artışının veya bir kıvılcımın haricî bir yangını başlatacak biçimde yapılmış düzenlemeler."

Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde Yangın

Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde yangın tehlikesi olan yerler; yönetmeliğin tarifler bölümünü oluşturan 3. Madde'sinin f.5 kısmında tanımlanmıştır. Bu tanım yukarıda bahsi geçen uluslararası standartla paraleldir:

"ELEKTRİK İÇ TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ

III. TARİFLER Madde 3 –

f.5 - Yangın tehlikesi olan yerler: Tehlikeli olabilecek orandaki kolay tutuşabilen maddelerin, elektrik işletme araçlarına bunlarda meydana gelen yüksek sıcaklık ya da arklar nedeniyle tutuşabilecek kadar yakın bulunma tehlikesi olan yerlerdir. Örneğin kağıt, tekstil ve kereste fabrikalarının işletme ve kurutma daireleri, ambarları ya da bunların bazı bölümleri ve açıkta bulunan bu şekildeki yerler, kuru ot, saman, keten ve kenevir ambarları bu gruba girer. Ayrıca motorları karbüratörlü olan araçların garajları ve bunların ek bölmeleri ile kalorifer tesislerindeki yağ yakma tesisleri de yangın tehlikesi olan yerlere girer."

Konut Dışı Tesislerle Konutlar Net Bir Şekilde Ayrılmalı

Yangın koruma düzeneği şeklinde tabir edilen RCD'leri konu eden yönetmelik maddesi ise "Sayaç ve sigortaların büyüklüğü ve yerlerinin belirlenmesi" ile ilgili 18. Madde'dir. Aslında bu maddenin kurgusu konutlara göre yapıldığından endüstriyel tesislere uygulanması oldukça zordur. Örneğin üçüncü paragrafta geçen "sayaç kolon devresi" tabiri, apartmanlardaki konutların bağımsız kolon hatlarını tarif etmektedir. Halbuki endüstriyel tesislerde genellikle bir tek sayaç olduğundan sayaç kolon devresi tanımının tam karşılığı, bu tek sayaç sonrasındaki ana dağıtım panosuna kadar olan hattır. Sayaç öncesinde ise "Yapıda tek sayaç varsa, kofre² tesis edilemez" şeklinde bir koşul ifade edildiğinden "yapı

² Yapı bağlantı kutusu veya ana buat.

bağlantı kutusundaki (ana buat³ veya kofredeki)” elemanlar tesis edilemeyecektir. Sayaç kolon devrelerinde ise her halükarda hayat koruma düzeneği istenmektedir. Bu ana devreye hayat koruma düzeneğinin konulması ve bu hattan yüksek güçlü makine ve motorların çalıştırılması, tesisteki normal kaçak akımların büyüklüğü sebebiyle çoğu zaman mümkün değildir. Bu yüzden uygulamada elektrik dağıtım kuruluşları konut dışı tesisler için yönetmelikteki “sayaç kolon devresi” ifadesini görmezden gelmekte, burada hayat koruma düzeneği aramamaktadır. Üstelik ilginç bir şekilde yapıda tek sayaç olduğunda tesis edilemeyecek olan kofrede yangın koruma düzeneği istemektedir. Keza ilk paragrafta, -belki de- bu durum öngörülerek konut dışı tesisler ayrı tutulmuştur ama konut dışı tesislerle konut binaları arasında yeterince net bir ayırım yapılmamıştır:

“ELEKTRİK İÇ TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ

Madde 18 - (Değişik fıkra: RG 25/10/1996- 22798) SAYAÇ VE SİGORTALARIN BÜYÜKLÜĞÜ VE YERLERİNİN BELİRLENMESİ

Sayaç, kofre ve besleme hattı koruma elemanlarının türü, büyüklüğü nereye konulacağı, besleme hattının yapıya nereden gireceği proje onayı sırasında işletmece belirlenerek projeye işlenir. Konut dışı tesislerde (hastane, iş merkezi, okul vb.) bunların yeri işletmenin onayı alınmak kaydıyla değiştirilebilir.”

İkinci paragraf sayaçlarla ilgilidir:

“(Değişik fıkra: RG-16/06/2004-25494) Elektrik iç tesislerinde kullanılacak sayaçlar yürürlükte bulunan mevzuat hükümlerine uygun olmalıdır. (Ahır, kümes gibi basit tarım binaları, barakalar, basit köy evleri ve geçici olarak elektrik verilen şantiye, lunapark ve benzeri abonelikler hariç)”

Artık Akım Cihazlarında Sorunlu Düzenleme

Üçüncü paragraf artık akım cihazlarının yani RCD’lerin nasıl kullanılacağı ile ilgili bölümdür:

“Çok basit tarım binaları, barakalar, basit köy evleri hariç yapı bağlantı kutusuna (ana buat veya kofre) yangın koruma, sayaç kolon devrelerine ise hayat koruma eşikli, düzeneği ile birlikte termik manyetik şalter veya otomatik sigorta (ayrı ayrı veya birlikte) konulmalı ve tüm koruma düzenleri arasında seçicilik sağlanmalıdır.”

18. Madde’nin üçüncü paragrafı teknik konularla ilgili bir düzenleme olmasına rağmen yönetmeliğin idari bölümünde yer almaktadır. Ayrıca bu düzenlemelerin ne yönetmeliğin ilk yayını tarihindeki baz aldığı Alman VDE100 normunda ne de güncel uluslararası IEC standartlarında karşılığı bulunmaktadır. Bu paragrafta geçen yangın koruma ve hayat koruma düzeneklerinin ne oldukları ve hangi beyan artık akımlarında olması gerektiğine, yönetmeliğin tarifler maddesi de dahil hiçbir yerinde bahsedilmemektedir.

Pratikte 30mA RCD’ler hayat koruma düzeneği yerine, 300mA RCD’ler ise yangın koruma düzeneği yerine kullanılmaktadır. Aslında RCD’lere verilen unvanlar konusu biraz netameldir. Yani hayat koruma unvanı her durumda sadece 30mA RCD’lere mi aittir? Başka elektrik çarpmasından korunma yöntemi yok mudur? Aynı soru diğer düzenek için de geçerlidir. Yangın koruma unvanı her durumda

sadece 300mA RCD’lere mi aittir? Elektrik yangınlarından korunmada başka yöntem yok mudur?

30mA’lık akım, çarpma akımı sınırı olup; Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği’nde verilen -Şekil C.3 vücut akımı grafiğindeki- b doğrusunun altındaki, insan vücudunun 200 milisaniye boyunca dayanabileceği akımın sınırı olarak karşımıza çıkmaktadır. İmalatçılar RCD’nin açma özelliklerini buna göre oluşturmuştur. İnsan vücudunun devreye seri olarak girmesi durumunda, yani doğrudan dokunmada devrenin hızla açılması gerekir. IEC 60364 Standardı’nda 30mA RCD’ler, temel korumada -doğrudan dokunmaya karşı korumada- ilave korumadır. (additional protection)

Konutlar gibi normal kaçak akım miktarının 15mA’i aşmadığı ve topraklama yapıldığının garanti edilemediği yerlerde 30mA RCD’lerin kullanılması zorunludur. Üstelik bu RCD’ler gövde kısa devresi sebepli yangınlara karşı da bir önlemdir. Keza izolasyondan toprağa akan 30mA akımın oluşturduğu ısının yangın başlatma riski daha düşüktür. Ancak yönetmelikteki ifade ile “çok basit tarım binaları, barakalar ve basit köy evlerinin” bu RCD’lerden muaf tutulması kabul edilebilir değildir. Basit köy evi, karmaşık köy evi gibi subjektif tanımlar yönetmelikte bulunmamalıdır.

Konut dışı tesislerde ise örneğin endüstriyel tesislerdeki birçok makinenin normal kaçak akımı 30mA’in üzerindedir. Büyük güçlü makineler ancak bu şekilde çalışabilmektedir. Bu durumda güvenliği sağlamak için topraklama direncini devreye paralel girip, dolaylı dokunmaya karşı koruma kurallarını işletmek gerekir. Bu metot Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği’nin 8. Maddesi’nde verilmektedir. Dolaylı dokunmaya karşı korumada $R_{a.Ia} < 50V$ şeklindedir. (TT)

Burada R_a insan vücudunu köprüleyen topraklama direnci, I_a ise kaçak akım rölesinin açma akımıdır. Mesela $R_a = 10\Omega$ topraklama ve $I_a = 300mA$ kaçak akım rölesi için $10\Omega \times 0,3A = 3V$ temas gerilimi elde edilecektir. Yani devreyi açan 300mA’lık kaçak akım rölesi, 50V sınırının çok altında bir değerle koruma sağlamış olacaktır.

Uygulamada Yaşanan Sorunlar

Yangın koruma düzeneği ile yangın ilişkisine gelirsek, yangını oluşturan şartlara dönmek gerekir. Yangın oluşması için sadece izolasyondan toprağa akan 300mA akımın oluşturduğu ısı yetmez, yangın üçgeninde bulunan oksijen ve yanıcı maddenin de ortamda yeterli olması gerekir. Yönetmelikte yangın koruma düzeneğinin kullanımında bir alan veya yer sınırlaması getirilmezken, TS HD 60364-4-42 Standardı’nda sadece yangın tehlikesi olan yerlerde ve izolasyon takip cihazı alternatifi ile 500mA’e kadar olan RCD’ler kullanılmaktadır. Yani 500mA RCD de yangın koruması yapabilmektedir.

Yönetmelikte yapı bağlantı kutusuna konması gerekirken -bu şart görmezden gelinerek- her bir sayacın girişine konan yangın koruma düzeneği diye tabir edilen RCD’ler, yönetmeliğin şart koştuğu selektiviteye de uygun tipte seçilmediğinden konut içinde oluşan herhangi bir izolasyon hatasında açma yapmaktadır.

³ Elektrik akımı devrelerinde birleştirme yapmak ya da daha fazla kollara ayırmak için kullanılan araç, kutu.

300mA RCD'lerin seçici (gecikmeli) tiplerinin kullanılması gerektiği, hem projeciler tarafından, hem uygulamayı yapan elektrikçiler tarafından, hem yapı denetimciler tarafından, hem de onay ve kabulü yapan elektrik dağıtım kuruluşları tarafından topluca görmezden gelinmektedir. Halbuki 18. Madde'nin üçüncü paragrafının sonunda "tüm koruma düzenleri arasında seçicilik sağlanmalıdır" şeklinde şart bulunmaktadır.

Yönetmelikteki bu RCD'leri de kapsayan seçicilik koşulu, hem maliyetli hem de işletmelerde kolay uygulanabilir değildir. Keza tesislerde mevcut termik manyetik şalterler ve otomatlar veya sigortalarla kurulan selektivite sistemi normalde etkili ve yeterlidir. Ancak RCD'lerle oluşturulan ikinci bir selektivite sisteminin kurulması mecburiyet değil, tasarımı yapan mühendise ait bir tercih olmalıdır. Keza Shakespeare'in dediği gibi "Daha iyi, iyinin düşmanıdır". Güvenlik sürekli olarak daha iyi, daha da iyi şeklinde arttırılabilir. Ancak sistem hassasiyetinin aşırı arttırılması maksadı aşar, iş sürekliliği bakımından yarardan çok zarar getirir. RCD'lerin ana şalterin başında veya tesisin bir kısmının başında toplu koruma olarak kullanılması yöntemi, seçiciliğin sağlanması bakımından oldukça güç bir metottur.

Tesis küçük hatalara ve normal kaçak akımlara karşı aşırı hassas hale getirir. Asıl maksat çalışanların korunmasıdır. Özellikle TT sistemde bütün son devrelerde makinelerin, motorların normal kaçak akımına uygun eşik akımda seçilen artık akım cihazları ile maksat hasıl olur. Son devrelerden daha önceki devrelerde, elektrik panolarında veya enerji odasında çalışanlarsa, yeterli izolasyon tedbirleri, eğitim ve yetkisiz kişilerin kilitli panolara müdahalesinin engellenmesiyle korunur. Selektivite; farklı anma akım değerlerine sahip devre kesicilerin, çalışma karakteristiklerine göre anma akım değeri en düşük olanının ilk önce devreyi keseceği şekilde sıralanmasıdır. Diğer bir deyişle devre kesicilerin, anma akım değerlerine göre devrenin ve sigortanın yapısı dikkate alınarak küçükten büyüğe doğru (son devreden akım kaynağına doğru) sıralanmasıdır. Tesisatın kurulması aşamasında tasarımı yapan mühendisler termik manyetik şalterler ve otomatlar veya sigortalarla bir selektivite sisteminin zaten kurarlar. Buradaki maksat bir hata durumunda sadece arızalı kısmın devreden çıkması, tesisinin arızalı olmayan kısımlarının çalışmaya devam etmesidir.

Endüstriyel Tesislerde Sorun Büyüyor

Özellikle endüstriyel tesislerin yüksek anma akımlı ana şalterlerinde yönetmelik maddesini uygulatmak için toroidal trafo bağlantılı kaçak akım cihazları kullanılmaktadır. Ancak tesis kabulü yapıldıktan hemen sonra bu toroidal trafolu sistem devre dışı bırakılmaktadır. Zira gelen her arızada ana şalteri açtırıp tüm tesisin durdurmak selektiviteye uygun bir çalışma şekli değildir. Tesis büyüdükçe, tesisteki makine ve motor sayısı arttıkça ana şaltere gelecek arıza miktarı da artacaktır. Üstelik bu arızaların tesisin hangi noktasından geldiğini bulmaksa neredeyse imkansızdır. Binlerce tesiste, devreye alınması ve işletilmesi çok zor olan, bu yüzden

sadece yönetmelik zoru ile göstermelik olarak konulan ithal malı toroidal trafolu RCD'lere haybeden masraf yaptırılan tek ülke bizimki olmalı.

Sonuç olarak konut dışı tesislerde sistem gereği güvenlikte RCD'ler kullanılacaksa hayat koruma veya yangın koruma gibi unvanlarına göre değil, tesisin ortamındaki yanıcı maddelere, topraklamanın durumuna, koruma metoduna, eşik akımına göre mevcut selektivite sisteminin bozmayacak şekilde mümkün olduğu kadar son devrelerde seçmek gerekir.

18. Madde'nin son kısmı ise zorunluluk maddesidir:

"Yapıda tek sayaç varsa, kofre tesis edilemez. Bu maddeye aykırı olarak yapılan tesise işletme kesinlikle elektrik vermez."

Elektrik mühendisliğinin temel koruma ve güvenlik metotları uluslararası standartlarda mevcut olup tasarımcı mühendis elektriksel güvenliği, genel mühendislik bilgisi üzerinden kendi tasarlar. Yönetmelikler bu standartlara uygun olmalıdır. Elektrik Mühendisleri Odası mevcut yönetmeliği uluslararası standartlara uygun hale getirme çalışmasını 2005 yılında bakanlığa teslim ettiği halde maa-

lesef bugüne kadar bir adım atılamamıştır. Genelde her tesisin, özeldeyse her endüstriyel tesisin, üretimin şekline bağlı olarak geliştirilen kendine göre elektriksel güvenlik tasarımı vardır. Güvenlik metotları belki kısmen, mesela sadece konutlar için genelleştirilebilir; ama her yerde her durumda bir tek çözüme zorlanmak bilimsel bir yaklaşım değildir. Keza yönetmeliğin uygulayıcısı konumundaki elektrik dağıtım kuruluşları bile bazı durumlarda birçok şartı görmezden gelmek veya çalıştırılmayan cihazları tesis ettirmek zorunda kalmaktadır. Her durumda aynı bir tek tedavi yöntemine zorlanmak uygun değildir. Her hastalığın tedavisi ayrıdır. Hekim, uygun tedavi yöntemini genel tıp bilgisi üzerinden kendi tasarlar.

Konut dışı tesislerde sistem gereği güvenlikte RCD'ler kullanılacaksa hayat koruma veya yangın koruma gibi unvanlarına göre değil, tesisin ortamındaki yanıcı maddelere, topraklamanın durumuna, koruma metoduna, eşik akımına göre mevcut selektivite sisteminin bozmayacak şekilde mümkün olduğu kadar son devrelerde seçmek gerekir.

Yangın Tehlikesi Olan Yerlere Özel Düzenleme

Elektrik kaynaklı yangın konusunu daha geniş olarak ele alan bir başka yönetmelik maddesi de "Yangın tehlikesi olan yerlerle" ilgili 64. Madde'dir. Kaçak akım röleleri (RCD'ler) bu maddede de karşımıza çıkmaktadır. Bu madde, uluslararası standartla ve yönetmeliğin tarifler maddesindeki yangın tehlikesi olan yerler tanımıyla uyumludur. Şimdi de bu maddeye göz atalım.

64. Madde yangın tehlikesi olan yerlerdeki elektrik kaynaklı yangınlar konusunu -a'dan e'ye kadar- 6 alt maddede ele almıştır. Bunlar; yangın tehlikesi olan yerlerde izolasyon hatası durumunda çıkan yangınların önlenmesi, bu tip yerlerdeki iletken ve kabloların izolasyonu, bu tip yerlerdeki fiş-prizlerin durumu, bu tip yerlerdeki elektrik donanımlarının durumu, bu tip yerlerdeki aydınlatma aygıtlarının durumu ve son olarak bu tip yerlerdeki ısıtma aygıtlarının durumu şeklinde sıralanmıştır.

Yangın tehlikesi olan yerlerde izolasyon hatası durumunda çıkan yangınların önlenmesi bahsini anlatan "a" bölümü, kendi içinde -a.1'den a.5'e kadar- kısa devre, toprak teması,

sıfırlama ve potansiyel dengeleme ile ilgili alt bölümlere ayrılmıştır:

“ELEKTRİK İÇ TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ
Madde 64 - YANGIN TEHLİKESİ OLAN YERLER
a)
a.1-a.2-a.3-a.4-a.5”

Bu alt bölümlerden kısa devre, toprak teması ile ilgili “a.1” kısmının -i’den iii’ye kadar- alt maddelerinde bu konudaki önlemler sıralanmıştır. Bunlardan “i” maddesinin ikinci bölümü yani “i2” bölümü ile “ii” bölümü yani Madde 64-a.1-i2 ve Madde 64-a.1-ii bölümleri yangın tehlikesi olan yerlerdeki RCD’ler ile ilgilidir:

“ELEKTRİK İÇ TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ
Madde 64 - YANGIN TEHLİKESİ OLAN YERLER
a)

a.1-a.2-a.3-a.4-a.5
a.1-

i)

i.1-

i.2 - İletkenlerin döşenme biçimiyle yada hata akımı koruma anahtarı kullanarak toprak teması sonucunda yangın çıkmasını önlenmesi. Bu durumda,

- Dış yalıtkan kılıfları PVC gibi alevlenmeyen plastik gereçlerden yapılan iletkenler kablolar ya da
- Hata akımı anma değeri en fazla 0.5 A olan hata akımı koruma anahtarları ile denetlenen yalıtkan dış kılıfları bulunmayan metal kılıflı ya da kablolar kullanılmalıdır. Metal kılıfların topraklanması gerekmez.

ii) Hata gerilimi ya da hata akımı koruma bağlaması düzeni ile yalıtkanlığın denetlenmesi.

Yalıtılmış iletken ve kabloların ortak kılıfları içerisinde ayrı bir denetim iletkeni kullanılmalıdır.

- Bu iletken: Nemli yer iletkenlerinden ayrı bir damar
- Plastik kılıflı bir kablolardan eşmerkezli siper iletkeni.
- Bu plastik boru içinden yalıtkan iletkenlerle birlikte geçirilen çıplak bir iletken olabilir.

Bu durumda hata akım koruma anahtarlarının anma hata akımı en çok 1A olabilir.”

Yukarıdaki maddelere göre yangın tehlikesi olan yerlerde kullanılacak kabloların izolasyonlarının yangına dayanıklı olması veya metal kılıflı (busbar) olması gerekmektedir. Yangın tehlikesi olan yerlerde iletkenlerin busbar tipi olarak kullanılması durumunda en fazla 500mA, kablo tipi kullanılması durumunda en çok 1000mA beyan artık akımlı RCD kullanılması gerektiği standartla paralel şekilde yangın tehlikesi olan sınırlı alanlar için ifade edilmiştir.

Yangınlardan Korunmada AFCI/AFDD’lerin Etkisi

AFCI- Ark Hata Akımı Devre Kesici (Arc Fault Circuit Interrupter-USA)

AFDD- Ark Hatası Algılama Cihazları (Arc Fault Detection Device-EU)

Özellikle kontak eksikliği veya gevşekliği durumunda oluşan ve gövde kısa devresine dönüşmeyen seri arkların sebep olduğu yangınlardan korunmak için yangın koruma şalteri adıyla pazar bulan ve yapabileceğinden fazla misyon yüklenen 300mA RCD’ler değil AFDD cihazları etkilidir.

Elektrik kontağı diye adlandırılan kontrolsüz arklar, Şekil 3’te görüldüğü gibi üç modda oluşur.

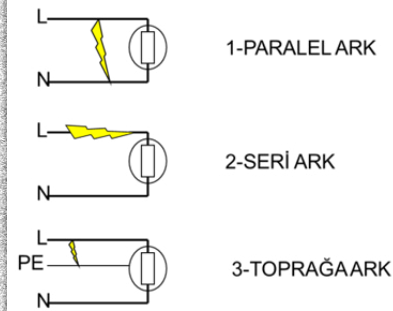
Faz-faz veya faz-nötr kısa devrelerinde oluşan paralel arklardan korunmak için yükte devre kesme yeteneği olan termik manyetik şalterler veya minyatür devre kesicilerden (CB,

MCB) faydalanılır. RCD’lerin yani artık akım cihazlarının aşırı akım ya da kısa devre kesme yeteneği yoktur.

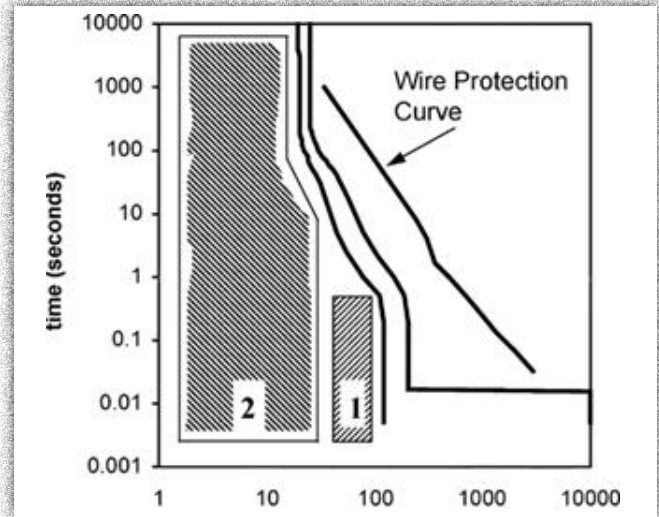
Şekil 4’te gösterilen açma eğrileri aslında kablonun aşırı akıma karşı korunması için yapılmış eğrilerdir. 1 bölgesi faz nötr arasındaki paralel ark bölgesidir. 2 bölgesi hat üzerindeki seri ark bölgesidir. (Daha küçük arklar.)

Son devrelerdeki gövde kısa devresi ya da toprak kısa devrelerinin oluşturacağı tehlikeli durumlarından korunmak için devre kesiciler ve RCD’lerden, kontak gevşekliği sonucu oluşan seri arkların yangın başlatmasından korunmak içinse

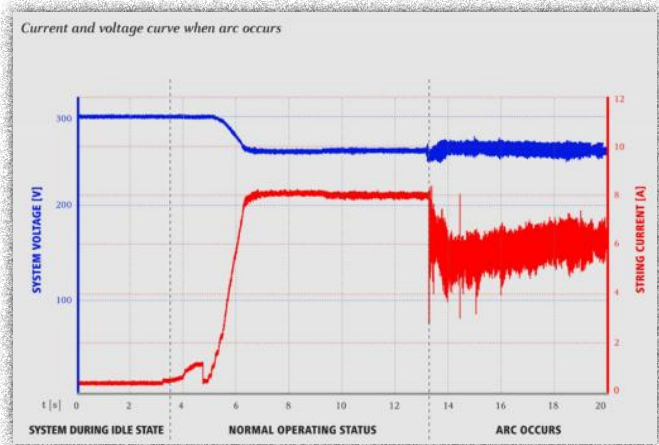
Kontrolsüz arklar üç mod’da oluşur:



Şekil 3. Kontrolsüz Ark Mod’ları



Şekil 4. Devre Kesici Açma Eğrileri



Şekil 5. Seri Ark Durumunda Akım-Gerilim Grafiği

AFDD cihazlarından faydalanılmalıdır. Görüleceği üzere arıza tiplerine göre koruma cihazları da farklılaşmaktadır. RCD'ler tanımlanan arızaların üçte ikisinde etkisizdir.

Bu cihazlar 2017 yılı başından itibaren Amerika'da ev yangınlarına karşı tesisatlarda kullanılmaya başlanmıştır. (NFPA)

Cihaz; normal yük akımı karakteristiği ile ark oluşması durumunda oluşan akımın karakteristiğinin aynı şekilde olmamasından faydalanmaktadır. Ark akımının kendine has özellikleri vardır. AFDD cihazı arkın kendine has imzasını tespit eden ve devreyi kesen yüksek teknolojlili bir cihazdır. [1]

Tesisat ve Ekipmanlarda Yangından Korunma

Sabit tesislerde eklerin, klemenslerin veya kontak noktalarının aşırı ısınması ve arklar yangın tehlikesine sebep olur. Modern PVC izoleli kabloların, doğru seçilmiş ve düzgün yüklü olması halinde yangın tehlikesi beklenmemelidir. Kablolar, sigorta veya aşırı akım devre kesicilerin kullanımı ile kısa devre veya sürekli aşırı akıma karşı korunmalıdır. Ayrıca devrenin tasarım akımı tesisata ilavelerle aşılmamalıdır.

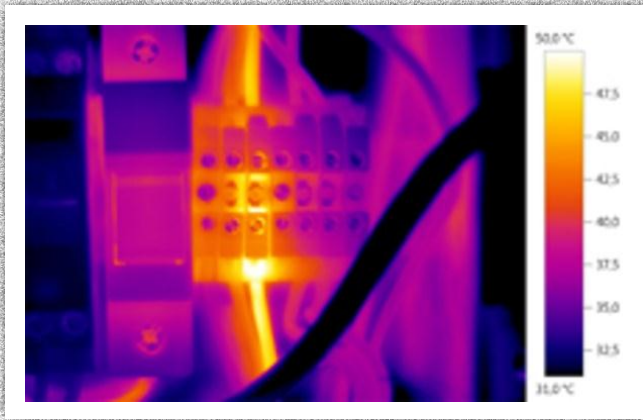
Herhangi bir toprak teması olmadıkça gevşeyen eklerin veya kontakların ısınmasını ve yangına dönüşmesini ne aşırı akım devre kesiciler ne de RCD'ler engel olabilir. Ortamdaki nem ve çevre kirliliği dağıtım panolarında, tesisat aksesuarlarında, anahtarlarda, prizlerde yüzey atlamalarına sebep olabilir. Tesisatta yoğunlaşma özellikle kiler gibi alanlarda meydana gelir. Etraftaki buhar, izolasyonu zayıflatarak yangın başlatacak bölgesel bir ısı artışına sebep olabilir. Oysa AFDD dışında hiçbir

koruma faz ve nötr arasındaki yüzeysel atlama ile oluşacak yangın başlangıcına engel olamaz. RCD'nin etkili olabilmesi için faz veya nötr iletkeni ile toprak arasına yüzeysel atlama yolu sağlamalıdır. Bunun için metal borular (kondüitler) veya metal buatlar kullanılması, RCD'lerin aktive olması için gerekli toprak kaçak akımına yol sağlayacaktır. [2]

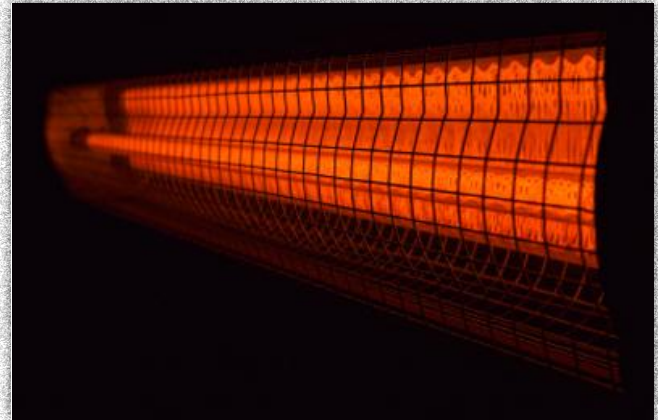
Motorlarda yangın başlamasının başlıca nedenleri; arklar, izolasyonun tutuşması veya motor yakındaki yanıcı madde-nin motordan çıkan kıvılcımla tutuşmasıdır. Motordaki kısa devreler, sarım hataları, fırçaların yanlış montajı kıvılcıma neden olabilir. Yetersiz havalandırma ve frenleme aşırı ısınmaya sebep olabilir. Yataklarda yanlış yağlama aşırı ısınmaya sebep olabilir. Yataklamadaki bozulmalar rotorun statora sürtmesine sebep olur. Böylece aşırı aşınma ve ısınma oluşur. Motorun soğutma deliklerinin toz, lif vb. malzemelerle tıkanması aşırı ısınmaya sebep olabilir. Motorlarda sıkışma gibi zorlanmalardan kaynaklanan ısınmaları sınırlandırmak için ilave aşırı akım koruması kullanılabilir.

RCD'ler toprak arıza akımları açısından ilave bir koruma sağlayabilir. Temel izolasyonda termal stres, mekanik stres veya yaşlanma sonucu oluşan çatlaklar; kanallarda biriken toz ile kirlendiğinde, gövdeye atlama olabilir. [2]

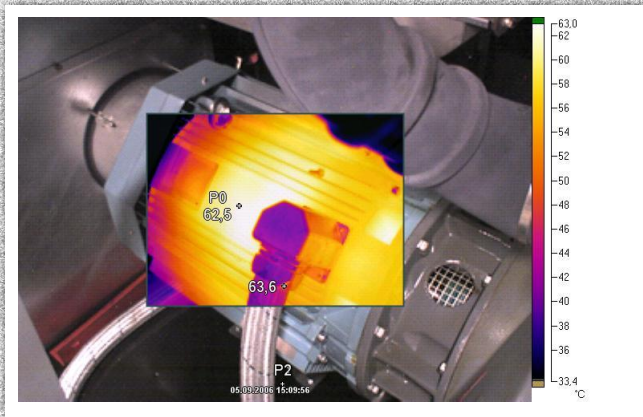
Kızıl ötesi (infrared) ısıtma cihazları topraklı gövde içinde olduğundan toprağa olan kaçaklar RCD'leri tetikleyeceğinden yalıtım arızası erken tespit edilebilir. Ancak böyle bir yalıtım hatası olmamasına rağmen tamamen yerleşim hatası ile infrared ısıtıcının hemen karşısında konumlanabilen yanıcı elyaflı giysiler ya da elyaflı çadır malzemelerinin tutuşması yangına sebep olabilir.



Şekil 6. Kablo tesisi ve ekipmanlardaki gevşekliklerin tespiti



Şekil 8. Infrared ısıtıcılar



Şekil 7. Motorlardaki zorlanmaların tespiti.

Kaynakça

- [1] Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013) A Method for Parallel Arc Fault Detection and Identification Yuan Wu, Zhengxiang Song, Jianhua Wang. School of Electrical Engineering, Xi'an Jiaotong University State Key Laboratory of Electrical Insulation & Power Equipment Xi'an, P.R.China.
- [2] Beama, (2010), "The RCD Handbook, Guide to the Selection and Application of Residual Current Devices", The RCD Handbook.
- [3] TS HD 60364-4-42
- [4] TS HD 60364-5-51
- [5] TS HD 60364-6
- [6] Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği