

PATLAYICI ORTAMLARDA YILDIRIMDAN KORUNMANIN TEMEL PRENSİPLERİ

Eren İpek

Elektrik Elektronik Mühendisi
eren.ipek90@gmail.com

Yıldırımdan korunma yöntemleri konusunda ülkemizde ciddi kafa karışıklıkları olduğu görülmektedir. Baktığımızda gerek Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği gerekse İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği TS HD / IEC 62305'e atıf yapmış olmasına karşın, uygulamalara baktığımızda maalesef ülkemizde geçerliliği olmayan Fransız standardı NFC 17-102'ye göre uygulama yapıldığını görmekteyiz. Uluslararası geçerliliği olmayan bu standart özelinde yapılan uygulamalar ise maddi hasarlı kazaların önünü açmaktadır (2022 yılı Kemalpaşa Kühne fabrikası). Küresel iklim değişikliğinin de yıldırım darbe gerilimini ve yıldırımlı gün sayısını artırdığı ülkemizde, ucuz olduğu için tercih edilen aktif başlıklı paratonerlerin pahalı sonuçlar doğurduğu görülmektedir.

Özellikle patlayıcı ortamlar için bu konu ayrıca önem arz etmektedir. Patlayıcı ortamlarda yaşanacak bir kazanın hem işletme, hem çevre hem de ekonomik açıdan ciddi sonuçlar doğurduğu görülmektedir. Örneğin 3 Temmuz 2020'de Sakarya'da yaşanan havai fişek fabrikasında çıkan yangın nedeniyle 7 kişi ölmüş, 127 kişi yaralanmıştır. Yangın sonucunda ortaya çıkan dumanla beraber hava kirliliği artmış, toprak analizlerinde baryum ve kurşuna rastlanmıştır. Patlayıcı ortamlar, yaşanan olaylardan da görüleceği üzere hem çalışanlar hem de çevre açısından son derece tehlikeli ortamlardır.

Gerek elektriksel ekipmanların dizaynı gerekse montaj kuralları olsun, alıştığımız sistemlerden oldukça farklı olan patlayıcı ortamların yıldırıma karşı korunmasında da özel hükümler mevcuttur. Öncelikle risk analizinde patlayıcı ortamlar için genellikle seviye I veya seviye II korumanın yapıldığını belirtelim.

Yıldırımdan korunma bileşenlerini üç ana başlık altında incelediğimizde:

1) Toprak Sonlandırma İletkenleri

Özellikle patlayıcı ortamlarda yıldırım darbe akımının tehlikeli bir kıvılcım atlaması yapmadan toprağa güvenle inmesi gerekmektedir. Patlayıcı ortamlar için tavsiye edilen toprak sonlandırma iletkeni, B tipi halka topraklama iletkenidir. Toprağa indikten sonra kapalı bir halka şeklinde toprakla buluşan akım, kapalı halka şeklinde eş bir potansiyel oluşturarak halkanın bitiminden itibaren her yöne doğru potansiyeli azalarak sönümlenir. Sönümleme yaşanana kadar aradaki mesafede dengelenmemiş toprak iletkenleri bulunuyorsa, farklı topraklama sistemlerinin bulunduğu bu panellerde mutlaka sınıf I + sınıf II parafudur bulunması şarttır. B tipi halka topraklayıcı, yıldırımın oluşturduğu potansiyeli düzenleyerek dokunma ve adım gerilimi riskini de azaltmaktadır. Bir diğer husus ise, özellikle IEC 60364 ANNEX C maddesinde belirtilen patlayıcı ortamlardaki ek topraklama önlemleridir. Metal borular her 30 m'de bir kez toprakla irtibatlandırılmalı, metal gövdeli yapılar (tank vb.) ise her 20 m'de bir toprakla irtibatlandırılmalıdır. Bu irtibatlamanın özelliği, toprak sonlandırma iletkeni olarak kullanılmasından değil; mesafe ve bileşen arttıkça direncin de artmasından kaynaklanmakta ve tehlikeli kıvılcım oluşumunu önleme amacını taşımaktadır. Buna bağlı olarak yapılan en hatalı uygulama ise kablo tavalarının bir koruma iletkeni olarak kullanılmasıdır.

Kablo tavalarının her bileşim yerinde atılan köprüleme iletkeni bağlantılarından dolayı, akım yolu toprak sonlandırma iletkenine gidene kadar farklı dirençlerle karşılaşır. Özellikle korozyonun yoğun olduğu bölgelerde, her bir ek bağlantı noktasında direnç farkları oluşabilir. Direnç farklarının olduğu bölümler herhangi bir zone bölgesinde kalıyorsa, bu durum yıldırım darbesinin yaşanması halinde tehlikeli kıvılcım atlmasına, dolayısıyla bir kazanın yaşanmasına sebebiyet verecektir.

2) İndirme İletkenleri

Patlayıcı ortamlarda indirme iletkenleri çekilirken özellikle gaz cinsinde patlayıcı ortamın bulunduğu (salım ağzı vb.) bölgelerden indirme iletkenlerinin geçmemesi gerekir. Eğer iletkenin buradan geçmesi zorunlu ise ve ayırma mesafesi kurallarına uyulmıyorsa, o zaman risk analizinde belirtilen yıldırım darbe gerilimine karşı koyabilecek izoleli iletken tercih edilmesi ile sorun ortadan kalkacaktır. Tabii, böyle bir çözümde yüzey statik elektriğinin birikime sebebiyet vermemesi için kılıf yüzey direncinin $\leq 10^9 \Omega$ olması gereklidir.

Özellikle patlayıcı türevleri içeren tanklarda, standardın izin verdiği metal et kalınlığı tank gövdesinde mevcutsa, tankın gövdesi indirme iletkeni olarak kullanılabilir. Tabii ki belirli şartlarda. En önemlisi, tank gövde kalınlığının yıldırım darbe akımı ile ısınmayacak şekilde uygun kalınlıkta bulunmasıdır. Standartta izin verilen kalınlık değerlerine uygun olarak tercih edilmezse, yıldırım darbesiyle tank içerisinde bulunan patlayıcının T sıcaklık sınıfı aşılabılır ve patlama yaşanabilir. Diğer bir konu ise, tank içerisinde veya dışarısında yalıtılmış metal parçaların bulunmaması gerekliliğidir. Eğer yalıtılmış metal parçalar bulunursa, tank gövdesinin indirme iletkeni olarak kullanılması tehlikeli kıvılcım atlmasına yol açabilir. Bu durum özellikle yüzer tavanlı tank sahalarında ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Yüzer tavanlı olmayan tank gövdelerinde ise seviye göstergesi vb. gibi tank içerisine inen ex ekipmanların montajının doğru bir şekilde yapılması, potansiyel dengeleme kurallarına uyulması elzemdir.

3) Hava Sonlandırma İletkenleri

Kullanılacak hava sonlandırma iletkenleri; franklin çubuğu, yakalama teli veya yakalama kafesi olabilir. Dikkat edilecek en önemli husus, yıldırım darbesi sonucu oluşan sıcaklık ve darbe ile ortama saçılan eriyen metal parçaların zone bölgesine ulaşmamasının sağlanmasıdır.

Hava sonlandırma iletkenlerinin konulacağı alan kesinlikle zone 0 ve zone 1 bölgesinde bulunamaz. IEC 62305-3 Madde 6.3'teki ayırım mesafesi hesaplanmalıdır:

$$S = (km \times kc \times L) / km$$

L: İndirme iletkeninden topraklama noktasına uzaklık; k katsayıları devre tipine göre standarttan seçilir. Ayırım mesafesi sağlanamıyorsa, özellikle cam elyaf takviyeli izoleli (FRP) hava sonlandırma sistemi tercih edilebilir. Ayrıca kullanılan hava sonlandırma sisteminin bakır-alüminyum materyal gibi galvanik korozyon riskini beraberinde getirmeyecek şekilde dizaynı şarttır.

Pek tavsiye edilmese de, tankların et ve boya kalınlığının standartlardaki gereksinimleri karşılaması durumunda, tank yüzeyinin doğal bir yakalama ucu olarak kullanılmasına izin verilir. Fakat bu yorum dikkat edilmesi gereken birçok teknik konuyu da beraberinde getirir. Özellikle yüzer çatılı alanlarda uygulanmaması gereken bir husustur. Yüzer olmayan çatılarda ise, özellikle ex ekipmanların koruma alanı α içerisinde kalması gerekmektedir. Aksi durumda, tank içerisine inen ex ekipmanlarda tehlikeli kıvılcım atlması veya anormal sıcaklık artışı bir patlamaya sebebiyet verebilir. Örnek vermek gerekirse, 2009 yılında Caribbean Petroleum'a ait bir rafineride tank üzerinde bulunan bir seviye ölçüm sensörüne çarpan yıldırım, petrol buharının tutuşmasına etki ederek 17 adet tankın yanmasına sebep olmuştur.



Görsel - Caribbean Petroleum Corporation (CAPECO) Refinery Tank Explosion and Fire (2009)

Yıldırıma karşı tüm prensipleri içeren IEC 62305:2024 standardının bütün işletmelerde zorunlu olduğunu hatırlatarak, özellikle patlayıcı ortamlardaki risklerin azaltılmasında hem IEC 62305:2024 hem de IEC 60079 standardının gereklerinin sağlanmasının elzem olduğunu belirtmiş olalım. Yıldırım düşmesi sonucu patlayıcı ortamlarda oluşan patlamalara baktığımızda, istatistiksel olarak kazaların yarısının potansiyel dengeleme-topraklama eksikliği kaynaklı olduğunu söylemek gereklidir. Gerek bağlantı sürekliliklerinin gerekse yeni eklenen ekipmanların ilgili standardın koşullarını sağlayıp sağlamadığı ile ilgili "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" gereği tüm kontrollerin yapılmasının zorunlu olduğunu hatırlatmak isterim.

Kaynaklar

Görsel, ABD Chemical Safety Board (CSB), Bayamón, Porto Riko, 23 Ekim 2009

IEC 62305-1, IEC 62305-2, IEC 62305-3, IEC 62305-4

IEC 60079