

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDEKİ TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ VE PANEL ODALARINDA YANGIN ALGILAMA VE SÖNDÜRME KONUSUNDA ULUSAL MEVZUAT VE ULUSLARARASI STANDARTLAR

Ergun SİVRİKAYA, Bülent İYİGÜN, Murat TEKİN, Mehmet Fatih KIVRAK, Çağdaş
DİKER, Ogün ÖZFİDAN, Ergün CAVDAR

Bakım Grup Müdürlüğü, TÜPRAŞ
İzmit, Türkiye

Selahattin KÜÇÜK
Gizil Enerji
İstanbul, Türkiye

ÖZET

Endüstriyel tesislerde transformatör merkezlerinin, orta gerilim ve alçak gerilim panel odalarının güvenliğinin sağlanması üretim sürekliliği, duruş sürelerinin minimize edilmesi, personel ve ekipman güvenliği gibi konular açısından büyük önem arz etmektedir. Bu bölgelerde çıkabilecek olası yangınlar onarılması zor ve geri dönüşü çok maliyetli sorunlar meydana getirebilmekte, insan hayatını da risk altına almaktadırlar. Bu anlamda elektriksel güç dağıtım ve kontrol ekipmanlarının yoğunlukta olduğu açık veya kapalı alanlar için duman, ısı, alev algılama ve yangın söndürme sistemlerinin varlığı büyük önem arz etmektedir. Bahsi geçen alanlar için algılama ve söndürme sistemleri ile ilgili ulusal yönetmelikler ve uluslararası standartlar incelenmiş, bu bildiride konu ile ilgili bahsi geçen ifadeler toparlanmaya çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Günümüz endüstri tesislerinde bilinçlenme ve kurumsallaşma ilerledikçe her alanda olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği alanında da iyileştirme esaslı yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

Endüstri 4.0, bulut teknolojisi, IoT, NFC gibi sistemlerin yaygınlaşmaya başladığı global endüstride insan gücüne ihtiyaç her geçen gün azaltılmaktadır. Dolayısıyla insandan kaynaklanan hatalar da minimize edilmektedir. Bu bağlamda üretimin sürekliliğini aksatmayacak şekilde işletmeler bir yandan yenileme çalışmaları yaparken bir yandan da yeni

yatırımlar ile otomasyon sistemlerine geçmeye çalışmaktadırlar.

İşletmenin her bölgesinde olduğu gibi yangından korunma sistemlerinin de otomatikleştirilmesi kaçınılmaz olmuştur. Transformatör, hücre, panel gibi özel elektriksel teçhizatlar üretimin sürekliliğine direk etki eden ekipmanlardır. Bu hacimler ayrıca pahalı ekipmanlar olmalarından dolayı daha hassas yaklaşılması gereken alanlar olarak ön plana çıkmaktadırlar.

Otomatik yangın algılama ve söndürme sistemi ihtiyaçları ile ilgili olarak, özellikle endüstriyel tesisler için, ulusal mevzuatlar yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle uluslararası standartların da dikkate alınması gerekmektedir.

Konunun araştırılması esnasında ilgili bilgilerin dağılık olduğu, konu ile ilgili yeterli seviyede yayın olmadığı ve uluslararası standartların yeterince dikkate alınmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle yangın algılama ve söndürme sistemi ile ilgili mevzuat ve standartların bir araya getirilerek tek bildiri çatısı altında toplanma ihtiyacı hissedilmiştir. Konu ile ilgili otuz yakın mevzuat ve standart incelenmiş, EMO, TÜYAK ve TEİAŞ kurumlarından görüşler alınmış, konu bildirimleri incelenmiştir.

2. YÖNETMELİKLER

Endüstriyel tesislerde transformatör merkezleri, elektrik panel ve kesici odalarının yangın algılama ve söndürme sistemleri ile ilgili ulusal şartname, yönetmelik ve mevzuatlarda bazen direkt olarak bazen ise dolaylı yollardan alınması gereken önlemlerden bahsedilmektedir. Genellikle binalar ve bina içine koyulan transformatör merkezleri için daha kesin hükümler yer alır. Endüstriyel tesislerde ve bina dışı transformatör merkezi uygulamalarında ise birkaç zorunluluk dışında daha yoruma açık ve işletmenin tercihine bırakılan ifadeler bulunmaktadır.

Yangın algılama sistemleri ulusal yönetmeliklerde temel olarak alev, ısı ve duman üzerine tasarlanan elektrik ve elektronik altyapılı sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Söndürme sistemleri ise tamamen makine ve kimya mühendisliği tabanlı uygulamalardır.

Transformatör merkezlerinin, panel veya kesici odalarının bina içinde olması durumunda Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde "Transformatörlerin yapı içindeki bölmelere yerleştirilmesinden yangının

yayılmasına karşı tedbirler alınmalıdır (madde 50)" [1] ifadesiyle transformatör odaları için korunma tedbiri şartı getirilmiştir. Alt maddesindeki "630 kVA üstü güçlerdeki transformatörler için sabit olarak tesis edilen su, karbonik asit ve benzeri maddelerin püskürtülerek kullanıldığı yangın söndürme düzenleri uygulanır (50.4.1)" [1] ve "Yangının yayılmasını önleyici duvarlar yapılır (50.4.2)" [1] maddeleriyle de söndürme sistemi ve yayılmayı önleyici tedbir zorunluluğu getirilmektedir.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nin 22. maddesinde "Konutlarda ve başka işler için kullanılan yapılarda özellikle yağlı transformatörün bulunduğu bölümler öteki yapı bölümlerinden ateşe dayanıklı ve çıkabilecek bir yangının yayılması önlenecek biçimde ayrılmalıdır. Tüm kapılar mahal dışına açılacak yönde ve çelik saçtan yapılmalıdır ve transformatörlerin iç arızalarına karşı hızla etkili olan koruma düzenleri kullanılmalıdır" [2] ifadesiyle yayılmayı önleyici tedbir zorunlulukları getirilmiştir. Aynı yönetmeliğin dördüncü bölümünde kuvvetli akım elektrik aygıtları başlığı altında bulunan "Elektrik işletme aygıtlarında yangın çıkması ve yayılması uygun düzenlerle olabildiğince önlenmelidir (madde 28)" [2] maddesi her ne kadar işletme aygıtları tanımı açıkça yapılmasa dahi elektrik panel ve kesici odalarını içerdiği değerlendirilebilir. Ancak ifadeden de anlaşılacağı gibi herhangi bir standarda bağlanmadan çözüm kısmı tamamen işverenin inisiyatifine bırakılmıştır.

İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmeliği'nin asgari sağlık ve güvenlik şartları bölümünde yer alan

“İşyerinin büyüklüğüne, yapılan işin özelliğine, işyerinde bulunan ekipmanlara, kullanılan maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve işyerinde bulunabilecek azami kişi sayısına göre, işyerinde etkili ve yeterli yangın söndürme ekipmanı ile gerektiğinde yangın detektörleri ve alarm sistemleri bulundurulur (madde 11)” [3] maddesiyle elektrik odalarının da kapsamda düşünülebileceği zorunluluk getirilmiştir. Yönetmeliğin başka bir bölümünde “Suyun söndürme etkisinin yeterli görülmediği veya su ile reaksiyona girebilecek maddelerin bulunduğu, depolandığı ve üretildiği hacimlerde uygun tipte söndürme sistemi tesis edilir (madde 3.98.2)” [3] ifadesi bazı kesimler tarafından elektrik odalarını kapsadığı düşünülse de kesin olarak bu bağlamda değerlendirilebileceği şüphelidir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te geçen “İki veya daha çok bina tarafından ortak kullanılan duvarlar, kazan dairesi, otopark, ana elektrik dağıtım odaları, yapı içindeki transformatör merkezleri, orta gerilim merkezleri, jeneratör grubu odaları ve benzeri yangın tehlikesi olan kapalı alanların duvarları ve döşemeleri kompartıman duvarı özelliğinde olur (madde 24.1)” [4] ifadesi transformatör ve elektrik odalarının bina içi olması durumunda hacimde uygulanması gereken yapı özellikleri zorunlulukları belirtilmiştir. Ayrıca “Yapı yüksekliği veya toplam kapalı alanı Ek-7’deki (tablo 1) değerleri aşan binalara otomatik yangın algılama cihazları tesis edilmesi mecburidir (madde 75.3)” [4] ifadesiyle de yapılara otomatik algılama sistemi zorunluluğu getirilmiştir. Bu maddeye göre elektrik odaları ayrı bir kapsamda ele alınmamıştır. Tablo 1’deki değerlere uyan elektrik odaları

da kapalı alan kapsamında değerlendirilmektedir.

Aynı yönetmelikte geçen “Transformatörün kurulacağı odanın bütün duvarları, tabanı ve tavanı en az 120 dakika süreyle yangına dayanabilecek şekilde yapılıdır (madde 65.1)” [4] ifadesiyle transformatör merkezlerine uygulanması gereken yapı özellikleri zorunlulukları belirtilmiştir. Ancak yönetmelik içerisinde geçen “Transformatörün içinde bulunacağı odanın bina içinde konumlandırılması hâlinde; bir yangın hâlinde transformatörden çıkan dumanların ve sıcaklığın binadaki kaçış yollarına sirayet etmemesi ve serbest hareketi engellememesi gerekir (madde 65 2.B)” [4] ifadeden sonra “Uygun tipte otomatik yangın algılama ve söndürme sistemi yapılıdır (madde 65.2.C)” [4] ifadesi anlam karışıklığına sebep olmaktadır. Zira birçok ortak yoruma göre yönetmeliği hazırlayanların niyeti aslında bu maddede “bina içinde yağlı transformatör kullanılması durumunda yangın algılama ve söndürme sistemi yapılıdır” demek iken, sanki tüm transformatör merkezleri için yapılması gereken bir uygulama olarak yorumlanmaktadır. Yönetmeliğin bütününe bakıldığında birçok yerinde yer alan yoruma açık ve kaotik durum bu bölümde de karşımıza çıktığı görülmektedir.

Tablo 1. Otomatik algılama sistemi gereken binalar [4]

	Yapı Yüksekliği (m)	Bina Toplam Kapalı Alan (m ²)
1 Konutlar	>51,5	—
2 Konaklama Amaçlı Binalar	>6,5	>1000
3 Kurum Binaları	Eğitim Tesisleri	>21,5
	Yataklı Sağlık Tesisleri	>6,5
	Ayakta Tedavi ve Diğer Sağlık Tesisleri	>21,5
4 Büro Binaları	>30,5	>5000
5 Ticaret Amaçlı Binalar ⁽¹⁾	>12,5	>2000
6 Endüstriyel Amaçlı Yapılar ⁽²⁾	>21,5	>7500
7 Toplam Amaçlı Binalar	Yeme İçme	>12,5
	Eğlence	>12,5
	Müze ve Sergi Alanları	>6,5
	Terminaller	>6,5
8 Depolar	>6,5	>5000
9 Yüksek Tehlikeli Yerler	>6,5	>1000

⁽¹⁾ Sebze ve meyve halleri, balık halleri, et borsaları, metal yedek parça bulunan yerler ile benzeri yangın riski olmayan yerler hariç;
⁽²⁾ Metal işleme ve montaj vb. yangın riski olmayan yerler hariç.

TEİAŞ ise bu konuda kendi hazırlamış olduğu mevzuatlar çerçevesinde hareket etmektedir. TEİAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği içerisinde geçen “Yangınlarda “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” hükümleri, “TEİAŞ Acil Durum Eylem Planı” çerçevesinde hareket edilecektir (madde 30.1)” [5] maddesiyle kumanda binalarında yangın yönetmeliğini referans gösterilmiştir. Açık şalt için herhangi bir algılama ya da söndürme sisteminden söz edilmemektedir. Bu bölgeler için yangın öncesi alınması gereken tedbirler başlığı altında bulunan “Transformatör Merkezinin yangına hassas noktalarında yangın türüne uygun tipte, kapasitede ve yeterli sayıda yangın söndürme cihazı bulundurulacaktır (madde 6)” [5] maddesiyle manuel söndürme sistemlerinin yeterli görüldüğü anlaşılmaktadır. TEİAŞ’ın indirici merkezleri için hazırlanmış olduğu acil durum yangın eylem planı [6] Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. TEİAŞ Yangın Eylem Planı [6]

Yangın Türü	Yangın Algılama ve Uyarı Sistemi	İlk Müdahale	İfaiye Müdahalesi	
İdani Bina ve Çevre Alanı	Katı yarıcı madde	Varsa sesli ve ışıklı duman kontrolü belirtilecek	KKT, yangın söndürücü, CO ₂ , kazma, kirek, kanca, su kovası	Su, KKT, CO ₂ , Köpük
Açık Şalt Sahası	Öt yangını	Varsa sesli ve ışıklı duman kontrolü belirtilecek	Arabalı KKT yangın söndürücü, CO ₂ söndürücü	Su, KKT, CO ₂ , Köpük
Transformatör (Açık Alan)	Yağ yangını	Varsa sesli ve ışıklı duman kontrolü belirtilecek	KKT, yangın söndürücü	Köpük, yangın yayılımına göre teknik yönlendirme
Metal-Clad (Kapalı Mekan)	Kablo yangını	Varsa sesli ve ışıklı duman kontrolü belirtilecek	—	Yangın yayılımına göre teknik yönlendirme
Panolar (Hassas Cihazlar)	Elektronik kablo yangını	Varsa sesli ve ışıklı duman kontrolü belirtilecek	CO ₂ , karbon dioksit veya halon alternatifli söndürücüler	Yangın yayılımına göre teknik yönlendirme

TEİAŞ özel ve tüzel kuruluşların yapmış oldukları indirici açık şalt tesisleri için her ne kadar bina dışında otomatik algılama ve söndürme sistemleri şartı getirmiyor olsa da Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği gereği proje onayı için TEİAŞ’a sunulan elektrik klasöründe “yangından korunma sistemi planı” [7] istenmektedir. Şalt içerisinde bulunan güç transformatörü içinde Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliği’nin yedinci bölümünde yer alan “Transformatörün kurulacağı odanın bütün duvarları, tabanı ve tavanı en az 120 dakika süreyle yangına dayanabilecek şekilde yapılıdır (madde 65.1)” [4] ve “Yağlı transformatör kullanılması durumunda yağ toplama çukuru yapılması gerekir (madde 65.2.a)” [4] ifadeleri dayanak gösterilerek yangın duvarı ve yağ çukuru zorunlulukları aranmaktadır. Tüm bu bahsedilen transformatör merkezleri, panel ve kesici odaları içerisinde sistem odaları ve kesintisiz güç kaynağı odaları ayrı bir yere koyulmaktadır. Konu ile ilgili İnşaat, Makine Tesisat ve Elektrik Tesisatı Genel Teknik Şartnamesi içerisinde “Sistem odası ve kesintisiz güç kaynağının bulunduğu odalara, yangın ihbar santraline uyarı veren detektörler konulacaktır (madde 41.2.22)” [8] maddesi ile bu hacimlerin diğer alanlardan ayrı olarak özel kapsamda değerlendirildiği görülmektedir.

Aynı şartnamede M.47 [8] No'lu çizelge (Tablo 3) ile binalarda otomatik ve manuel söndürme sistemleri arasındaki seçim kriterlerini gösteren tablo paylaşılmıştır. Tablo R₁ riskini yönetmeliğe göre katlanabilir risk olan R₁=10⁻⁵ altına düşürmek için alınması gereken korunma önlemleri binanın yüksekliğine ve yangın riskine bağlı olarak değişimini göstermektedir.

Tablo 3. Binanın yüksekliğine ve yangın riskine göre alınacak korunma önlemleri [8]

Çizelge M.47 Binanın Yüksekliğine ve Yangın Riskine Göre Alınacak Korunma Önlemleri					
Yangın Riski	Yükseklik (m)	YKS tipi	Yangından Korunma	R ₁ (x10 ⁻⁵)	Yapı Korunması
Düşük	20	—	—	0,77	X
Normal		—	—	7,7	Hayır
Yüksek		III	—	0,74	X
		IV	(2)	0,73	X
		—	—	77	Hayır
		II	(3)	0,74	X
		I	—	1,49	Hayır
I	(1)	0,74	X		
Düşük	40	—	—	2,33	Hayır
Normal		—	(3)	0,46	X
Yüksek		IV	—	0,46	X
		—	—	23,3	Hayır
		IV	(3)	0,93	X
		I	—	0,46	X
		—	—	233	Hayır
I	(3)	0,93	X		

(1) Yangın söndürücüler
(2) Hidrantlar
(3) Otomatik yangın alarm sistemi
YKS: Yıldırımdan Korunma Sistemi

3. ULUSLARARASI STANDARTLAR

Ulusal mevzuatlar yoruma açık, karmaşık ve kaotik ifadeler ile eksik ve çelişkili bilgiler içermektedirler. Bu nedenle konuyla ilgili uluslararası standartlar da dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda IEC, IEEE ve ISO gibi global çapta standartların gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bildirinin bu bölümünde genel standartlar dışında özellikle Rafineri ve Petrokimya tesislerine hitap eden API ve NFPA standartları da incelenmiştir. Ayrıca global çaptaki rafineri ve petrokimya tesislerinde referans olarak kabul edilen Shell

uygulamaları ve standartlarından da bu bölümde bahsedilmiştir.

Uluslararası standartlar, ulusal mevzuatlara göre daha belirgin ve açıklayıcı olmakla birlikte net ifadeler içermektedir. Getirilen çözümler kafa karışıklığına sebep olan soruları cevaplamaktadır. Ayrıca verilen standartlar pratikte daha fazla uygulanabilir olmaktadır. Bununla birlikte ulusal mevzuatlarda geçen ifadelerle göre farklılıklar da içermektedirler.

Örnek olarak harici ortam transformatör merkezleri ile ilgili Shell 33.64.10.10-Genel Elektrik Mühendisliği Kılavuzu'nun 6. bölümünde harici transformatör odalarının anlatıldığı transformatör başlığı altında “Yağ doldurulmuş harici güç transformatörleri çitle çevrili alana kurulmalıdır. Çitlerin en az iki kilitlenebilir kapısı olmalıdır. Birden fazla transformatör olması durumunda her bir transformatör, arası en az 1 m açık alana sahip olacaktırlar. Yangın veya patlama duvarları gerekli değildir. 100 MVA ve üzeri giriş transformatörleri için transformatör bölmeleri arasında patlama duvarı sağlanacaktır (madde 6.2.3)” [9] ifadeleri ile ulusal mevzuatlarda yer almayan çitle çevrili alan kapsamı getirilmiştir. İlaveten 100 MVA'ya kadar olan transformatörler için patlama duvarı zorunlu tutulmamıştır.

Aynı dokümanın 7. bölümünde dâhili ortamda bulunan transformatör, panel ve kesici odaları için “Transformatör merkezlerinde nokta detektörleri içeren bir duman algılama sistemi kurulmalıdır. Ortak bir alarm, her bir transformatör merkezinden doğrudan santralin merkezi yangın ve gaz alarm sistemine, yani transformatör merkezi

alarm göstergesinden bağımsız olarak yönlendirilir. Her kapıya yakın bir adet el tipi yangın söndürücü sağlanacaktır. Sabit veya otomatik yangın söndürme tesisleri bulunmayacaktır. SF6 Gaz İzoleli Şalter (GIS) ayrı bir odada kurulacaktır. Bu oda, giriş kapılarının yakınında dışarıdan bir alarm ekranı ve insanlı kontrol odasında bir uzaktan alarm sağlayacak bir gaz algılama ve alarm sistemine sahip olacaktır. Uyarı levhaları, binanın dış kısmında, alarm ekranı açıkken kişilerin kişisel korumadan girmemeleri talimatı verilecektir (7.1.3.1)” [9] ifadeleri yer almaktadır.

API 2001 (rafinerilerdeki yangın koruması) standartlarında transformatörlerin harici ortamlarda bulundurulmasının yararını anlatan “Tehlikesiz alanlardaki açık hava transformatör merkezlerinin kullanılması, transformatör binalarında yer altı sızıntılarından ve iyi kapatılmamış kanalizasyonlardan meydana gelebilecek yanıcı buhar konsantrasyonlarının olasılığını azaltmaktadır (3.10.1)” [10] ifadesi yer almaktadır.

API 2030 (Petrol Endüstrisinde Yangın Koruma İçin Sabit Su Püskürtme Sistemlerinin Uygulanması) Rafinerilerde ekipman ve yapılar için yangın hasarından korunma sağlamak amacıyla su püskürtme sistemlerinin nerelerde kullanılabileceğini belirlemede rehberlik eden bir standarttır. Standartta transformatör başlığı altında “Transformatörler dışarıdan bir potansiyel yangına maruz kalmadığı sürece, su spreyi koruması nadiren yapılır. Su püskürtme sistemlerinin gerekli görüldüğü durumlarda, sistemler NFPA 15'e uygun olarak tasarlanmalı ve kurulmalıdır (madde 7.3.3)” [11] ifadesi ile ulusal

mevzuatlarda geçmeyen su spreyi korumasından bahsedilmektedir. Ancak NFPA 15’de söndürme sistemi koruması değil, ısınan transformatörün sıcaklık artışını önlemek amacıyla enerjisiz bölgelerine su püskürtülerek yapılan soğutma sistemi olarak anlatılmaktadır [12].

NFPA 850 (Elektrik Üretim Tesisleri ve Yüksek Gerilim Doğru Akım Dönüştürücü İstasyonlarında Yangın Koruması İçin Öneriler) standardında ilgili bölümünde “Yağ doldurulmuş transformatör patlamaları ve yangınları, bazı durumlarda, bir elektrik arızası meydana geldikten sonra, transformatörün içindeki basıncın birkaç milisaniye süre içerisinde azaltılması için tasarlanmış pasif mekanik bir sistemin kurulmasıyla önlenir. Bu hızlı basınç kaybı, kısa devre tarafından üretilen dinamik basınç pikinin tetiklediği hızlı bir yağ tahliyesi ile sağlanabilir. Koruma teknolojisi, statik basınç arttıkça mili saniye mertebesinde devreye girer. Bu şekilde transformatör patlamasını ve müteakip yangını önler. Bununla birlikte, bu cihazlar, her türlü transformatör arızasından (örnek olarak transformatör buşinginin arızalanması) kaynaklı bir yangın potansiyelini ortadan kaldırmadığı için, fiziksel engeller veya uzaysal ayırma gibi pasif koruma özelliklerinin olası bir tamamlayıcısı olarak kabul edilmelidir (A.5.1.4.2)” [13] ifadeleri yer almaktadır. “En azından, güvenlik duvarı, transformatör gövdesi ve yağ koruyucu tankının en az 1 ft (0.31 m) üstünde ve en azından transformatör yağı muhafazasının genişliğini uzatmalıdır. 100 galondan (379 L) daha az kapasiteye sahip birden fazla transformatörün birbirine yakın olması durumunda, Yangın Koruma Tasarım Esas Belgesi'ne bağlı olarak ek yangın koruması gerekli olabilir (A.5.1.5.2)” [13] ifadeleri ile özellikle

kendi elektriği üreten yüksek güçlü tesisler için farklı yangın önleme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Ancak bahsedilen yöntemin altyapısının çok maliyetli olduğunu söylemek gereklidir.

Uluslararası standartlardan en önemlilerinden biri olarak sayılabilecek IEC-61936-1 (1 kV AC Güç Tesisatları Kurulumu: Ortak Kurallar) standardında 8.6 Yangından Korunma sistemleri başlığı altında özetle şu ifadeler yer almaktadır: “Transformatörler arası yangın duvarı 1 saat yangına direnebilmeli (IEC 2267/02). Aynı bölgede bulunan farklı boyutta transformatörlerden büyüğüne göre duvar büyüklüğü seçilmelidir. Transformatör ile bina arası (binaya bitişikse) G yarı çaplı çemberde kalan duvarın 90 dakika yangında dayanması gereklidir (IEC 2268/02). Transformatör altındaki çakıl taşlı bölgenin altında kalan çukur kapalı ise tüm transformatör yağı ve yağmur suyu alabilecek kapasitede olmalı (IEC 2259/02). Eğer kapalı alanın yağ toplama tankına çıkışı varsa kapalı alan transformatörün %20’si kadar yağın alacak kapasitede olmalı(IEC 2270/02). Yan yana iki transformatör varsa büyük transformatörün yağ kapasitesini ve yağmur suyunu alacak kadar büyük olmalı (IEC 2271/02). Çakıl ve yağ çukuru yoksa (üstü kapalı transformatör odası) eşik yapılmalı ve yağ eşikle transformatör arasında kalmalı (IEC 2272/02)” [14].

IEC-61936-1 standardının farklı bölümlerinde, harici ortam bina yanı için önce güvenlik mesafesi (tablo 4’te) sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Mümkün değilse yangın duvarı veya binanın duvarının ratingini artırılması önerilmektedir (örneğin duvar ratingi REI60’dan REI90’a yükseltilmeli). Standarda göre diğer önlemler,

transformatörlerde daha yüksek tutuşma noktasına sahip yağ kullanmak, kazan patlama dayanımını artırmak ya da transformatör girişi kesicisinin aşırı akım açma zamanını kısaltmak olarak sıralanmaktadır. Seçilen önleme göre transformatör-bina ve transformatör-duvar mesafe değerleri de değişmektedir. Standarda göre transformatör alanına otomatik söndürme sistemi kurulursa transformatör-bina ve transformatör-duvar mesafeleri daha fazla kısaltılabilir [14].

Tablo 4. Harici transformatör açıklıkları kılavuz değerleri [14]

Transformer type	Liquid Volume (l)	Clearance G to	
		Other transformers or non-combustible building surface (m)	Combustible building surface (m)
Oil Insulated Transformers (O)	1000<...<2000	3	7,6
	2000<...<20000	5	10
	20000<...<45000	10	20
	≥45000	15,2	30,5
Less Flammable Liquid Insulated Transformers (K) Without Enhanced Protection	1000<...<3800	1,5	7,6
	≥3800	4,6	15,2
Less Flammable Liquid Insulated Transformers (K) With Enhanced Protection	Clearance G to building surface or adjacent transformers		
	Horizontal (m)		Vertical (m)
	0,9		1,5
Dry-type Transformers (A)	Fire behaviour class	Clearance G to building surface or adjacent transformers	
		Horizontal (m)	Vertical (m)
		F0	1,5 3
	F1 / F2	None	None

NOTE: Enhanced protection means:
 *tank rupture strength
 *tank pressure relief
 *low current fault protection
 *high current fault protection

Yine IEC-61936-1 standardında “bina içi için 1000 l’den fazla yağ varsa yangın duvarlarının yanı sıra otomatik sprinkler koruması yapılması zorunludur” [14] ifadesi yer almaktadır. Bunun dışında, “F0-F1-F1 alev davranış tipli yangınlar için söndürme sistemi gerekli görülmemektedir. F1 ile F2’de yanıcı olmayan duvar zorunludur. Özellikle F0 tip için yangın söndürme önerilmektedir” [14] ifadeleri yer almaktadır. Standarda göre transformatör odaları kapıları dışarı açılmalı ve 60 dak. yangın dayanımı olmalıdır. 100 l’den fazla yanıcı sıvı içeren diğer GIS vb. için de aynı

uygulamalar yapılmalıdır. Endüstriyel tesislerde tüm bina içi transformatörlerde hızlı aksiyon alan koruma tertibatları yapılması zorunlu gösterilmektedir. Diğer tüm sıvıya daldırılmış transformatörler için (yağ soğutma sıvılı transformatörler), yangın anında, sızıntı durumunda sıvı toplanması ve elektrik ekipman için uygun portatif yangın söndürme cihazlarının sağlanması haricinde özel bir düzenleme yapılmasına gerek olmadığı belirtilmiştir [14].

4. TRANSFORMATÖR KAYNAKLI OLAYLARA ÖRNEKLER

Transformatör, kesici ve panel odalarının yangından korunması çok önemlidir. Üretim kaybı dışında, insan sağlığını tehdit etmesi, çevre kirliliğine yol açması, ekipman hasarı gibi sebepler bunlardan yalnızca birkaçıdır. Yangından korunmak için ulusal mevzuatlar ve uluslararası standartlar baz alınarak elektrik odaları için bir takım tedbirler alınması gereklidir. Patlama duvarı, zati korumalar, aşırı akım koruması, yanmaz duvarlar, yağ çukuru, yangın algılama sistemi, yangın söndürme sistemi gibi koruyucu ve önleyici sistemlerden gerekli olanlar uygulanmalıdır. Endüstriyel alan içinde olsun olmasın olası bir yangın veya patlama anında çevresel etkilerin büyük olabileceği unutulmamalıdır.

Bildirinin bu bölümünde konu ile alakalı ulusal ve global çapta yaşanmış farklı etkilere yol açan olaylardan birkaç örnek verilecektir.

Güncel tarihli 12.09.2018 tarihinde Hatay'ın Belen ilçesinde patlayan transformatörden çıkan yangın sebebiyle 15 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür. [15]

06.07.2018 tarihinde Kahramanmaraş'ın Onikişubat ilçesinde transformatörde aşırı sıcaklık ve aşırı yüklenme sebebiyle iki transformatörlü merkezde patlama yaşanmıştır. Komşu transformatör ile aralarında patlama duvarı olmayan merkezde diğer transformatörde patlamadan etkilenmiş ve ikinci transformatörde alev almıştır. Olay sonunda 8 hektarlık ormanlık alan çıkan yangından etkilenmiştir.[16]

06.04.2018 tarihinde İstanbul ili Ümraniye ilçesi Dudullu semtinde yaşanan transformatör patlaması sonucunda 1 kişi hayatını kaybetmiştir. [17]

Yurt içinde yaşanan kazalar gibi yurtdışında da ülkemizdekine benzer kazalar yaşanmaktadır. Örneğin 23.02.2016 tarihinde ABD Maryland eyaletinde işletmede çıkan yangında çatı çökmüş, içerideki ekipmanların birçoğu zarar görmüştür. İlk raporlamaya göre yangının transformatör patlaması sonucu meydana geldiği belirtilmiştir. Hasarın yaklaşık maliyeti 550.000 USD'dir. [18]

23.05.2016 tarihinde Rusya'nın St.Petersburg şehrinde cadde altında bulunan transformatör patlaması sebebiyle binalar deprem etkisiyle sallanmış ve 750 kişi enerjisiz kalmıştır. [19]

31.10.2017 tarihinde Hindistan'ın Jaipur ilinde düğün töreni yakınında bulunan transformatör patlaması sonucu 14 insan ağır yaralı olarak hastaneye kaldırılmıştır. Yaralananların çoğunun vücudunun %50'sinden fazlasının yandığı belirtilmiştir. [20]

03.06.2010 tarihinde Bangladeş'in Dhaka ilinde transformatör patlaması sonucu çıkan yangın evlere sıçramış ve 117 kişinin ölümüne yol açmıştır. [21]

2017 Aralık'ta ABD'de yaşanan en büyük yangın felaketlerinden gösterilen olay Ventura ve Santa Barbara bölgesinde yaşanmıştır. Transformatör patlamasından çıkan yangın sonucu 1 kişi hayatını kaybetmiş, 1063 bina hasar almış, 281,893 dönüm arazi yanmıştır. [22]

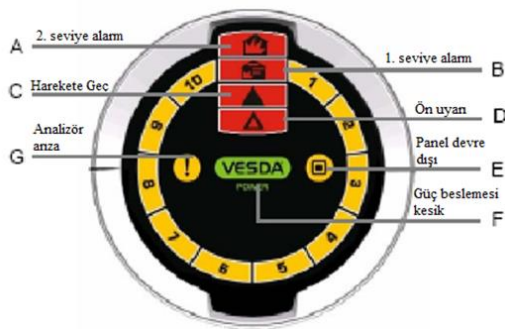
5. ÖRNEK UYGULAMALAR

Yukarıda transformatör veya elektrik panosu kaynaklı yangın ya da patlamaların sonuçlarının ne kadar tehlikeli olabileceğinin örnekleri verilmiştir. Bu nedenle transformatör ve elektrik odaları için algılama ve söndürme sistemlerinin uygun şekilde seçilmesi ve sahada uygulanması büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde rafineri ve petrokimya sektöründe öncü tesislerin birinde hem yangın algılama hem de yangın söndürme konularında dikkat çekici uygulamalar mevcuttur.

Elektrik ve kesici panolarında HSSD (high sensity smoke detection) yangın kontrol ve algılama sistemi kurulmuştur. Sistem ürün markası olan VESDA ismiyle anılmaktadır (resim 1) Algılama işlemi duman bilgisiyle çalışmaktadır. Sistem, kontrol paneli, tesisat boruları, konduitler ve kablolama altyapısından oluşmaktadır.

Resim 1. VESDA yangın kontrol ve algılama ünitesi



VESDA hava örnekleme sistemi veya gelişmiş duman algılama ve analiz sistemi olarak tanımlanabilir. Cihaz, içerisinde bulunan emiş fanı aracılığı ile kırmızı boru tesisatının bağlı olduğu noktalardan hava örnekleri alarak filtreden geçirir gerekli analizleri yaparak havayı tahliye eder (resim 2). Yapılan hesaplama çalışmaları sonucu çapları belirlenen boruların mukavemeti yüksektir.

Çekilen havanın; %3'ü kadar duman algılarsa ön alarm, % 6'sı kadar duman algılarsa çok kısa süre içerisinde kalıcı alarm sinyali oluşturur. VESDA sistemi sinyali oluşturduktan sonra yangın kontrol paneline alarm sinyali gönderir. Üretilen alarm sinyali ile gerekli söndürme tedbirleri alınır.

Resim 2. Elektrik panolarında VESDA algılama sistemi uygulaması



Aynı işletmede yangın söndürme sistemleri üzerine yine örnek olarak gösterilebilecek bir uygulama kullanılmaktadır. Uygulamada kablo galerileri tavanına Resim 3'de gösterildiği gibi detektörler yerleştirilmektedir. Detektörler alev, ısı ve duman algılamaları yapabilmektedirler.

Sistem detektörler, lokal kontrol panelleri, yangın kontrol paneli ve

FM200 (HFC227) tüplerinden oluşur. Local yangın kontrol ünitesi, yangın kontrol bölgesindeki detektörlerden aldığı sinyalleri merkezi kontrol paneline iletir. Sirenleri ve uyarıcı sistemleri çalıştırır. Bölgeye ait zonların testi, devre dışı edilmesi veya devreye alınmasına aracılık eder. Yangın alarmını susturma, söndürmeyi başlatma ya da durdurma gibi amaçlara hizmet eder.

Resim 3. Kablo galerilerinde bulunan detektör



Yangın anında tüplerin boşaltılması için pilot tüpün selenoidi bu panel üzerinden tetiklenmekte ve Resim 4’de görülen FM200 tüplerindeki gazı boşaltmak suretiyle söndürme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Resim 4. FM200 (HFC227) gaz tüpleri odası



6. SONUÇ

Bildiride de görüleceği gibi ulusal mevzuatlar özellikle endüstriyel uygulamaların ihtiyaçlarını cevaplamakta yetersiz kalmakta, bunun yanında çelişkili ve yoruma açık birçok nokta barındırmaktadır. Uluslararası standartlar daha kesin ve net ifadeler içermekte, pratikte uygulanabilir yöntemler sunmakta ve kapsamlı çözümler içermektedirler.

Ülkemizde endüstriyel tesisleri yangın algılama ve söndürme sistemleri kapsamında kontrol eden ve denetleyen; yurtdışı kaynaklı sigorta şirketleri harici yetkili bakanlıklar (Çalışma Bakanlığı vb.) ve idareler (İtfaiye Daire Başkanlığı vb.) mevcuttur. Bu kuruluşlar mevzuatlardaki yoruma açık noktalardan dolayı kurumlardan otomatik algılama ve yangın söndürme sistemini birçok alan için talep edebilmektedirler. Bu talepler, transformatörün ya da panel ve kesici odalarının bina içinde ya da dışında olup olmaması durumuna, beton muhafazalı, saç muhafazalı, prefabrik ya da betonarme olmasına bakılmaksızın yapılmaktadır.

Her şeyden önce şu belirtilmeli ki “EMO Elektrik Yüksek Gerilim Tesisleri İşletme Sorumluluğu Yönetmeliği” kapsamında düzenli olarak bakımı yapılan transformatörlerin, panel ve kesicilerin yangın riskleri doğal olarak minimize edilir. Transformatörlerde düzenli olarak periyodik bakımlarının ve yağ testlerinin yapılması, yağın kimyasal özellik açısından olması gereken yapıda tutulması, panellerin düzenli termal kamera incelemelerinin yapılması, kesicilerin periyodik bakımlarının yapılması gibi aksiyonlar ile yangın riski en aza indirilebilmektedir.

Her ne kadar bakımı ve işletme sorumluluğu yapılıyor da olsa bu ekipmanların yangın risklerine göz attığımızda; tasarım hataları, gerilim dalgalanmaları, yıldırımlar, yıllara bağlı yapısal bozulmalar, yalıtımda hızlı beklenmedik bozulmalar, bakımsızlık, sabotaj ve hatta bakım hataları gibi beklenmedik olaylar yangınlara sebepler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağlı transformatörün yanması sonucunda yağın oluşturacağı yoğun ısı ve yangın yayılımı, transformatörün dışında çevredeki ekipmanların da yanmasına sebep olabilir. Daha da önemlisi insan sağlığını tehdit edebilir. Birçok gelişmiş ülkede bina dışında bulunan yağlı transformatörlerin yangınının önlenmesi doğrudan yangının etkilerinin insanlara zarar verme olasılığı olmasa dahi, olası yağ sızıntısının toprağa karışımının engellenmesi hava ve su kirliliğini önlemek vb. sebeplerden dolayı da istenmektedir.

Sonuç olarak ülkemizde bina içi ve dışı transformatör merkezleri, panel ve kesici odaları için yangın algılama ve söndürme sistemleri ile ilgili mevzuat yoruma açık, çelişkili ve ihtiyaçlara yeterince cevap vermemektedir. Bu durumda işletmeler kendi risk analizlerini yapmalı, acil eylem planlarını oluşturmalıdır. Çıkan sonuçlar değerlendirilmeli, ulusal mevzuatların eksik kaldığı noktalarda uluslararası standartlar çerçevesinde gerekli görülen önlemlerin alınması teşvik edilmelidir.

Ayrıca endüstriyel tesislerin daha güvenli hale getirilmesi ve oluşabilecek elektriksel kaynaklı yangınların önüne geçilmesi için ulusal mevzuatların iyileştirilmesi gerekmektedir. Konu ile ilgili mevzuatlarda geçen çelişkili ifadeler netleştirilmelidir. Yoruma açık ve kaotik maddeler belirli standartlara

bağlanarak endüstriyel tesisler bazında pratikte uygulanabilir çözümlere gidilmelidir. Gerekirse uluslararası platformda yangın algılama ve söndürme sistemleri üzerine detaylı anlatımlara sahip olan Avustralya ve Yeni Zelanda yönetmelik ve standartları incelenmelidir. Bu ve benzeri uluslararası yönetmelik ve standartlar ülke ve endüstri koşullarımıza uyarlanarak revize edilmesi gereken yönetmeliklerimiz için referans olarak kullanılabilirler.

KAYNAKLAR

- [1] Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği (04.11.1984)
- [2] Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği (30.11.2000)
- [3] İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik (17.07.2013)
- [4] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği) (19.06.2007)
- [5] TEİAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği (12.05.2016)
- [6] TEİAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği Ek-16 Yangın Müdahale Planı Taslağı
- [7] Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği (2009-2014)
- [8] İnşaat, Makine Tesisatı ve Elektrik Tesisatı Genel Teknik Şartnamesi (30.06.2007)
- [9] Shell 33.64.10.10-Gen Electric Engineering Guidelines
- [10] API 2001 (Fire Protection in Refineries)
- [11] API 2030 (Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum Industry)
- [12] NFPA 15 Standard For Water Spray Fixed Systems For Fire Protection
- [13] NFPA 850 Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations
- [14] IEC-61936-1 Power Installations Exceeding 1 kV A.C – Part 1: Common Rules

- [15] <https://www.haberturk.com/hatay-daki-orman-yangini-yerlesim-bolgesini-tehdit-ediyor-2139922>
- [16] <https://www.haberler.com/kahramanmaras-sicaktan-patl原因an-transformatörler-yangina-11021389-haberi/>
- [17] <https://www.haberturk.com/son-dakika-umraniye-de-transformatör-yangini-1908618>
- [18] <http://www.daggerpress.com/2016/01/23/ro-of-collapse-explosion-at-belcamp-building-blamed-on-transformer-fire/>
- [19] <http://www.fox13news.com/news/local-news/transformer-explosion-causes-fire-power-outage>
- [20] <https://timesofindia.indiatimes.com/city/jaipur/jaipur-transformer-explosion-death-toll-jumps-to-14-inshahpura/articleshow/61400865.cms>
- [21] <http://www.olafire.com/OtherFires.asp>
- [22] <https://www.oregister.com/2018/08/07/map-of-californias-top-10-fires-mendocino-complex-becomes-largest-ever/>