

09.06.2019

ELEKTRİK TESİSLERİNDE OTOMATİK YANGIN ALGILAMA VE SÖNDÜRME SİSTEMİ



Ramazan PALTUN
ELEKTRİK MÜHENDİSİ
RAPİD ENERJİ MÜH.SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.
M: +90 506 603 82 76

İçindekiler Tablosu

GİRİŞ:.....	3
ELEKTRİK YANGINLARININ NEDENLERİ	3
MEVCUT MEVZUAT ALTYAPISI	4
ELEKTRİK TESİSLERİNİN YANGINDAN KORUNMASI NEDEN GEREKLİ:	5
ELEKTRİK YANGINLARI İÇİN HANGİ SÖNDÜRME SİSTEMİ?.....	7
AEROSOL GAZLI SÖNDÜRME SİSTEMİ NEDİR?	9
AEROSOL GAZLI YANGIN SÖNDÜRÜCÜLERİN ÖZELLİKLERİ:.....	11
AEROSOL GAZLI YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ:	14
ELEKTRİK TESİSLERİNDEKİ YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMİNDE KULLANILMASI GEREKLİ AEROSOL SÖNDÜRÜCÜ MİKTARININ HESAPLANMASI:.....	17
SONUÇ:.....	21
KAYNAKLAR:	22

GİRİŞ:

Yanıcı maddenin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu yanma olayı oluşur. Yangınlar nedeniyle meydana gelen can ve mal kayıplarının miktarı, binalarda alınan yangın güvenlik önlemlerine, üretim teknik ve teknolojisine, kullanılan yakıt cinsine bağlı olarak değişmektedir.

Yangınların çıkış nedenlerine genel olarak bakıldığında; ülkemizde çıkan yangınların %25'inin elektrik kaynaklı olduğu görülmektedir.

%	İstanbul		A.B.D	İngiltere	Japonya
	2013-2017	1985-1990			
Sigara	40	(37)	14	7	10
Elektrik Konağı	23	(15)	10	19	12
Baca Tutuşması	5	(23)	?	?	?
Pişirme	6	(7)	7	9	9
Kasıtlı Yangın	7	(3)	11	5	19

Tablo 1. İstanbul'da ve bazı ülkelerde temel yangın nedenleri [1]

Bu dokümanda; elektrik tesisi kaynaklı yangınlara ilişkin nedenler, alınması gereken önlemler ve konuyla ilgili mevzuat altyapısına değinilmiştir. Ayrıca söndürme sistemlerinin elektrik yangınlarının söndürülmesi yönünden karşılaştırılması, tasarım ve tip tesislere ilişkin uygulama örnekleri verilmiştir.

ELEKTRİK YANGINLARININ NEDENLERİ

- İlgili mevzuatlara (yönetmelikler, teknik şartnameler ve ulusal/uluslararası standartlara) uygun olarak tasarım, projelendirme ve uygulama yapılmaması,
- Topraklama uygulama hataları ya da eksiklikleri,
- Yapım sonrası, saha test ve muayenelerinin usulünce yapılmaması,
- Projelendirme ve hesap hataları,
- Koruma ekipmanlarının, koruma yapılacak yere, korunacak ekipmana ve yükün niteliğine uygun olarak seçilmemiş olması,
- Uygulama yerine uygun koruma sınıfına sahip (IP) ekipman kullanılmaması,
- Yanıcı ve patlayıcı malzemeler hammaddelerle çalışma yapılan alanlarda ex-proof olmayan sistemlerin kullanılması,
- Aşırı yüklü çalışma,

- Titreşim nedeni ile hasar görme ya da pozisyon deęiřimi,
- Nem, pas, kirlilik, korozyon vb. nedenlerle kontak yapışması,
- Havalandırma eksiklięi,
- Bakım ve muayene eksiklięi,
- Ekonomik ömrü tamamlanmış ekipman kullanımı,
- Gevşek bağlantılar,
- Yetkisiz kişilerce elektrik tesislerinin işletilmesi, uygulama yapılması ya da müdahaleler,
- Dış kaynaklı nedenler (yıldırım, hırsızlık, sabotaj, vs).

Elektrik tesisi kaynaklı yangınların temelde iki nedeni bulunmaktadır. Birincisi elektrik tesislerine ait ekipmanlarda yangının çıkarak işletmeye yayılması, ikincisi ise elektrik tesislerinde oluşan arklar sebebiyle yakınlarında bulunan işletmeye ait yanıcı maddelerin tutuşması yoluyla yangının yayılmasıdır.

Elektriksel ekipmanlarda zamanla izolasyon bozulmaları ve yaşlanmalar ile bağlantı noktalarındaki gevşemeler nedeniyle, aşırı yük ve gerilim yükselmelerine karşı daha duyarlı olmaktadır. Elektriksel şalt ekipmanlarının anahtarlanması nedeniyle arklar oluşur. Arklar yangın oluşumunun temel nedeni ve tetikleyicisidir.

MEVCUT MEVZUAT ALTYAPISI

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ilk olarak 2002 yılında Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Akabinde 2007 yılında yeni yönetmelik yayımlanmış olup, bu Yönetmeliğin üzerinde 2009, 2015 ve 2017 yıllarında revizyonlar yapılmıştır.

Otomatik algılama sistemlerine ilişkin TS CEN/TS 54-14 (Yangın algılama sistemlerinin planlanması, dizayn, montaj ve bakım standartları) Aralık 2004 tarihinde yayınlanmış ve şu an yürürlükte dir. Bu yönetmeliğin yürürlükteki standartları esas alması ve söz konusu standartlara uygun düzenlenmesi gerekmektedir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'in 65.Maddesinde;

“(1) Transformatörün kurulacağı odanın bütün duvarları, tabanı ve tavanı en az 120 dakika süreyle yangına dayanabilecek şekilde yapılır.

(2) Yağlı transformatör kullanılması durumunda;

a) Yağ toplama çukurunun yapılması gerekir.

b) 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.

c) Uygun tipte otomatik yangın algılama ve söndürme sistemi yapılır.

(3) Ana elektrik odalarından ve transformatör merkezlerinden temiz su, pis su, patlayıcı ve yanıcı sıvı ve gaz tesisatı donanımı ve ekipmanları geçirilemez ve üst kat mahallerinde ıslak hacim düzenlenemez” denilmektedir.

Ayrıca, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde yangınla ilgili olarak; elektrik tesislerinin yangın oluşmasına ve yayılmasına engel olacak biçimde düzenlenmesi (madde:8,10,22,28) talimatlandırılmaktadır. EKTY Madde 28'de; "Elektrik işletme aygıtlarında yangın çıkması ve yayılması uygun düzenlerle olabildiğince önlenmelidir." Denmekte olup, söz konusu "**uygun düzenler**" ile ilgili detay içermemektedir.

Bunların dışında, Ülkemiz mevzuatlarında Elektrik tesislerinde yangın algılama ve söndürme sistemlerine ilişkin bilgi bulunmamaktadır.

ELEKTRİK TESİSLERİNİN YANGINDAN KORUNMASI NEDEN GEREKLİ:

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin ilgili maddesi dayanak gösterilerek günümüzde tesis edilen OG/AG Dağıtım Trafo Merkezlerinde yağlı transformator kullanılması durumunda otomatik yangın algılama ve söndürme sistemi ilgili idareler (İtfaiye Daire Başkanlıkları) tarafından talep edilmektedir. Bu talep, trafonun bina içinde ya da dışında olup olmaması durumuna, bina dışında ise beton muhafazalı, sac muhafazalı, prefabrik ya da betonarme olmasına bakılmaksızın yapılmaktadır.

Her ne kadar bakımı ve işletme sorumluluğu yapıyor da olsa trafoların 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 trafo yangınlarında sebepler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağlı transformatorün yanması sonucunda yağın oluşturacağı yoğun ısı ve yangın yayılımı, trafonun dışında AG ve OG bölümlerindeki ekipmanların da yanmasına sebep olabilir. Birçok gelişmiş ülkede bina dışında bulunan yağlı trafoların yangınının önlenmesi doğrudan yangının etkilerinin insanlara zarar verme olasılığı olmasa dahi, olası yağ sızıntısının toprağa karışımının engellenmesi hava ve su kirliliğini önlemek için istenmektedir.

Binalarda tesis edilen yangın algılama ve uyarma sistemlerinin çalışmaz durumda olması durumunu kaynak israfı olarak nitelendirmek ve can ve mal güvenliği açısından çok önemli olan bu sistemleri yapılmaz hale getirerek (can ve mal güvenliğini hiçe sayarak) israf önlenemez. Bu sistemlerin amacına uygun çalışması, ancak Elektrik Mühendisleri Odası denetiminde uzman elektrik veya elektronik mühendisleri tarafından doğru projelendirilen, doğru malzeme seçilerek doğru tesis edilen ve sonrasında işletilen sistemlerle mümkündür.

Elektrik dağıtım sisteminin bir parçası olan trafo merkezleri de teknolojinin ilerlemesi ile şehir hayatına da uyum göstererek yıllar içerisinde kompakt ve daha küçük boyutlarda üretilmektedir. Şehirlerde trafo merkezleri artık doğrudan yapı içlerine (bina altı) ya da yapılara çok yakın ya da bitişik beton köşk tipi merkez olarak tesis edilmektedir. Elektrik tesislerinin boyutlarının küçültülmesi; ısınma ve izolasyon problemlerini beraberinde getirmektedir.

Elektrik tesislerinin (üretim, iletim, dağıtım, tüketim) dış ya da kendinden kaynaklı yangınlara karşı korunması için yukarıda sayılan olumsuzlukların giderilmesi yanında **sistemin izlenmesi ve otomatik söndürme sistemi** ile koruma altına alınması gerekmektedir.

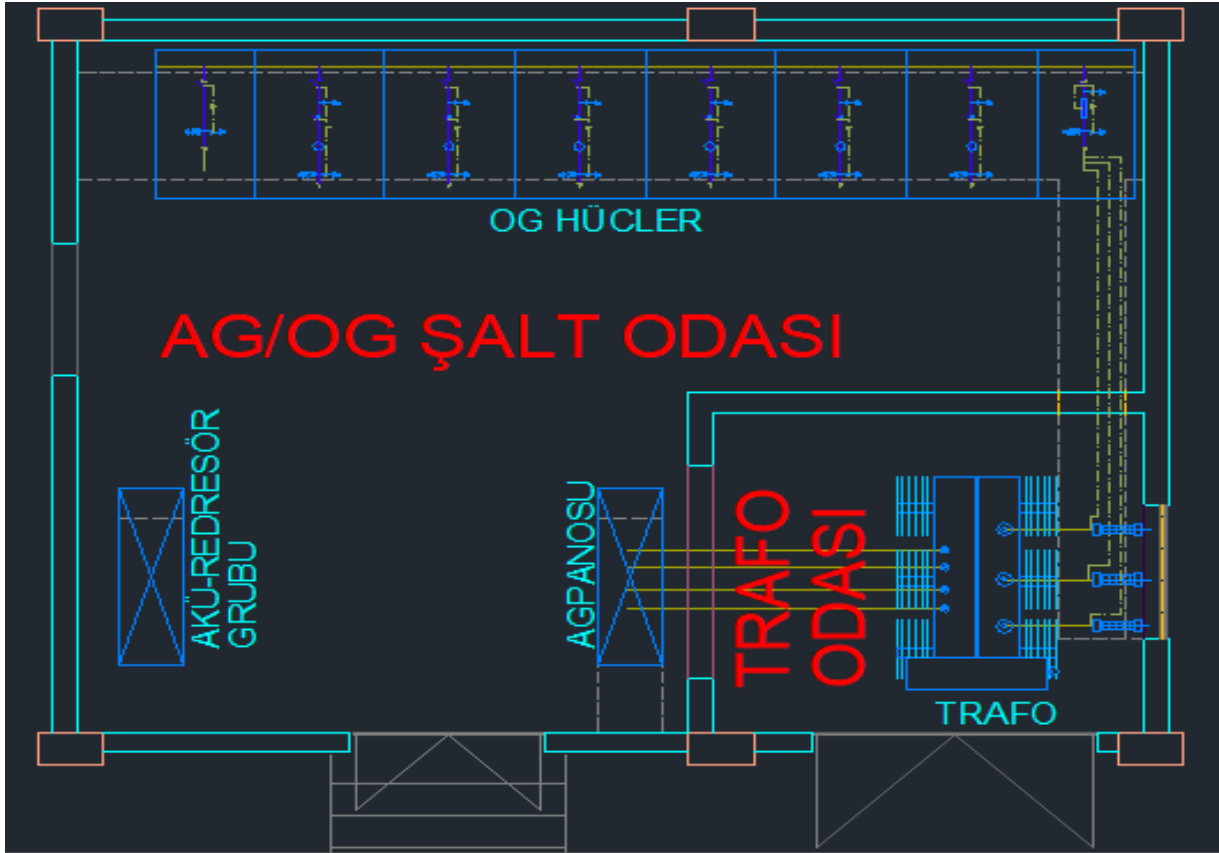
Ancak, elektrik dağıtım ve iletim kamu otoriterlerince (TEDAŞ ve TEİAŞ) elektrik tesislerinde yangın algılama ve söndürme sistemi kurulmasına ilişkin yayımlanmış bir mevzuat bulunmamaktadır. Mevcut mevzuatlar göz önüne alındığında, elektrik tesislerinde yangın çıkmasına engel olacak şekilde uygulama yapılması (yanmaz kablo kullanımı, akım taşıyan parçaların V0 seçilmesi, kuru tip trafo kullanımı, vs) yeterli görülmekte olup, **olası bir yangının nasıl söndürüleceği ile ilgili mevzuatsal boşluk** açık şekilde görünmektedir.

Elektrik tesislerinde oluşan yangınların söndürülmesi için öncelikle; yangın olasılığının yüksek olduğu alanların, bu alan içindeki ekipmanların hatta ekipmanlar içindeki bölmelerin belirlenmesi **yangının kaynağında daha büyümeden söndürülmesi** için çok önemlidir.

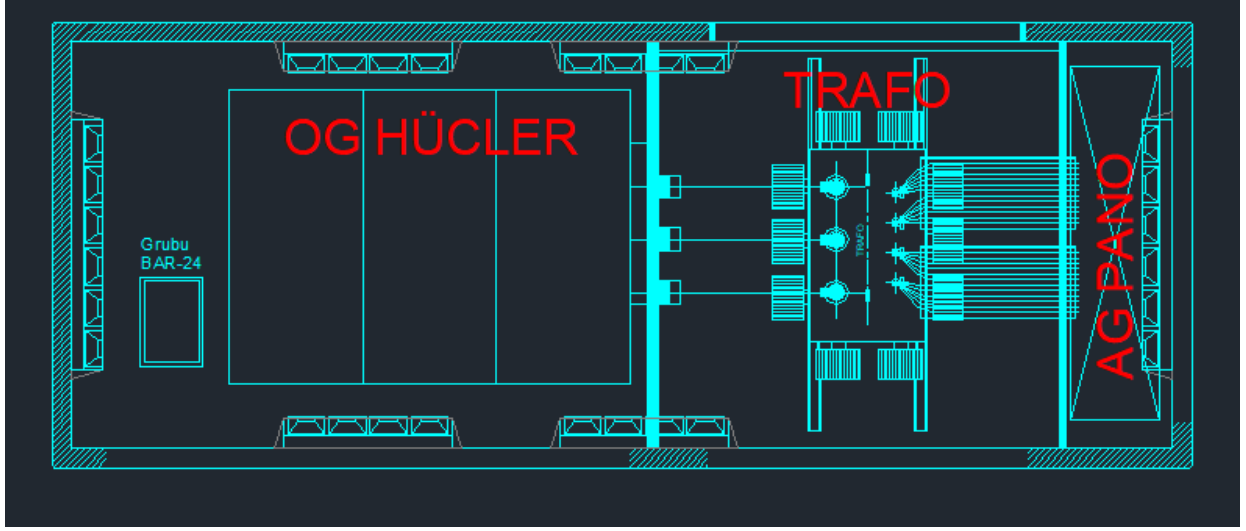
Yangın riski, ısı artışı ile orantılı olarak artmaktadır. Isı artışı akımın karesi ile orantılı olduğundan yangın riskinin en yüksek olduğu ekipmanlar, AG şalt ekipmanları ve dağıtım trafolarıdır.

Bir trafo merkezinde yangın riski olan ve söndürme sistemi tesis edilmesi gereken bölümler;

-AG dağıtım panosu, Akü-redresör grubu, Röle-kumanda panosu, OG MMM Hücrelerde kablo bağlantı bölümü, Trafo odası, OG hücre ve AG pano odaları, Kablo şaft ve galerileri.



Şekil-1: MOD-5 bina tipi trafo merkezi yerleşim planı



Şekil-2: Monoblok beton köşk tipi trafo merkezi yerleşim planı

Prensip olarak elektrik tesislerinin bir parçası olan her pano kendi içinde münferiden yangına karşı korunmalıdır.

-Trafo merkezlerinde AG şalt teçhizatlarının yer aldığı AG dağıtım panoları, tüm röle-kumanda-SCADA panoları, akü-redresör grupları kendi içlerinde ayrı ayrı, panoların metalik bölmelerle birbirinden ayrılmış birden fazla bölümden oluşması durumunda, riskli her bölüm kendi içinde korunmalıdır.

-Tüm OG hücrelerin kablo bağlama bölümleri ayrı ayrı korunmalıdır.

-Yağlı tip trafo odaları korunmalıdır. TEDAŞ-MLZ_99-031_B Kuru tip OG/AG trafo şartnamesine uygun olarak temin edilen dağıtım trafoları, yangın sınıfı F1 olarak temin edilmek zorunda olduğu için ayrıca yangına karşı söndürme sistemi tesis edilmesine gerek yoktur. Ancak gözden kaçan bir konuda, müşterilere ait kuru tip trafoların TEDAŞ'ın söz konusu şartnamesine uygun olma zorunluluğu olmadığı için, **yangın sınıfı F1 olmayan kuru tip trafo** odalarında da söndürme sistemi tesis edilmelidir.

ELEKTRİK YANGINLARI İÇİN HANGİ SÖNDÜRME SİSTEMİ?

Kullanılacak söndürme maddesinin, kullanılacak yere göre seçilmesi gerekir. Bilgi işlem ve otomasyon odaları, elektrik dağıtım merkezleri gibi yerlerde, devrelere tozla veya aşırı soğuma ile zarar vermeyecek **gaz söndürücüler** kullanılabilir. Elektrik odalarında karbondioksitli ya da diğer inert gazlı söndürme cihazları kullanılabilir. Antifiriz, köpüklü su veya elektrik akımını iletebilen sıvılar, yalnızca gerilim altında olmayan hatlara sıkılabilir [2].

CO2 yüksek etkiye sahip bir soğutucu maddedir. Tehlike anında ortamdaki O2 miktarını azaltarak kimyasal zincirleme yanma reaksiyonunu devam etmesini engeller ve yangını söndürür. Ancak tam söndürme yapmadığı için yangının yeniden alevlenme ihtimalinin dikkate alınması gerekmektedir.

Ayrıca, riskli bölgedeki O2 miktarını yüksek oranda düşürdüğü için insan bulunan ortamda kullanımının sakıncalı olabileceğini de unutmamak gerekir. Elektronik cihazlar da dahil olmak üzere ortamdaki nesnelere üzerinde kalıntı bırakmaz. Bu sebeple, en çok tercih edilen yangın söndürücüleri arasında yer alır. Bu kadar çok tercih edilmelerinin bir diğer sebebi de bu söndürücülerin ozon tabakasına zarar vermemeleri ve tekrar tekrar doldurulabilir olmalarıdır.

Bunların yanı sıra, Halokarbon gazlı yangın söndürücüler özellikle bilgi işlem odaları, UPS, yüksek gerilim panoları, trafolar ve elektronik cihazların sık olduğu ortamlarda kullanılır. Elektrik iletkenliğinin olmaması ve arkasında atık bırakmaması halokarbon gazlı yangın söndürücülerin bu tarz ortamlar için tercih edilme oranını artırır. Halojenlendirilmiş veya temiz gaz olarak da adlandırılan halokarbonlu söndürücü gazlar ozon tabakasına etkisi sifıra yakın olan gazlardır. Kimyasal zincirleme yanma reaksiyonunu kırarak yangını kısa sürede söndürürler. Köpüklü yangın söndürme cihazları ve elektrik yangınlarında kesinlikle kullanılmamalıdır.

Aşağıdaki makalede, gazlı söndürme sistemlerinin bazı kriterlere göre karşılaştırma tablosu verilmektedir [3].

SÖNDÜRÜCÜ	HALON	CO2	FM-200	SDE	IG-541 İNİERGEN	G2 & G3 AEROSOL
Min. söndürme miktarı (Vol.%)	5	34	8	8	36,5	30-200g/m3 (Hu,2009)
Depolama basıncı (MPa)	2,5/4,2	5,17	2,5/4,2	<1,6	15/20	0
LOAEL ** (Vol.%)	7,5	> 20% ölümcül	10,5	17,5	52	düşük***
Yangın söndürme maliyet başına verimlilik	düşük	düşük	düşük	düşük	düşük	yüksek
Geliştirme olasılığı	tarihi geçmiş	sınırlı	gelişmiş	gelişmiş	gelişmiş	halen geliştirilmekte

Tablo-2: Piyasadaki Büyük Ana Söndürücülerin Temel Özellikleri [4]

*GB 50370-2005 verileridir.

** LOAEL, morfolojinin, işlevin, kapasitenin, büyümenin, gelişmenin ve gelişmenin olumsuz bir şekilde değişmesine neden olan deney ya da gözlem tarafından tespit edilen en düşük konsantrasyon ya da miktarı ifade eden en düşük gözlenmiş yan etki seviyesini ifade eder.

*** 100 gr söndürücü maddenin ürettiği aerosol gazını içeren 1 m3 lük bölmede ölü fareler bulunmamıştır.

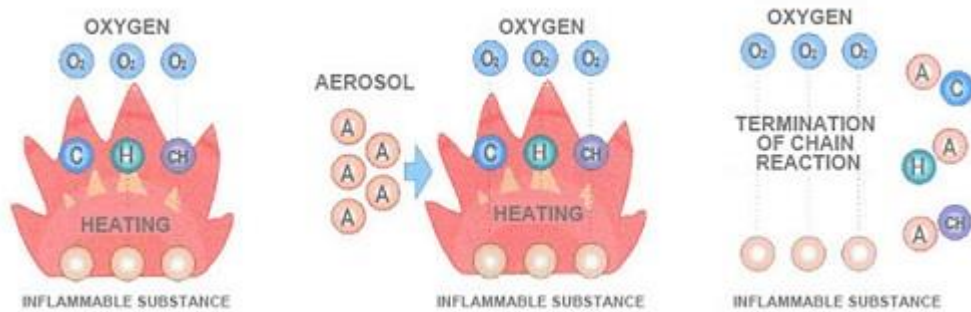
	HALON 1301	DİĞER GAZLAR	CO2	AEROSOL
Ozon Tüketim Potansiyeli (ODP)	yüksek	düşük	sıfır	sıfır
Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)	orta	düşük	sıfır	sıfır
Atmosferik Yaşam Süresi	yüksek	yüksek	çok yüksek	düşük
Toksisite	düşük	düşük	yüksek	sıfır
Koroziflik	orta	orta/düşük	orta/düşük	sıfır
Söndürme Yoğunluğu (gr/m3)	200-350gr/m3	350-950gr/m3	700-1500gr/m3	30-60gr/m3

Tablo-3: Piyasadaki Gazlı Söndürücülerin bazı temel özellikleri [4]

Yukarıdaki tablolardan görüldüğü üzere **Aerosol** gazlı söndürme sistemleri; çevre ve ozon dostu yapıları, yüksek söndürme performansları ile halon gazlarının alternatifi olarak etkin bir kullanım sunmaktadır.

AEROSOL GAZLI SÖNDÜRME SİSTEMİ NEDİR?

Temelde aerosol gazlı yangın söndürücüler, söndürücü madde olarak İnert gaz, Halon ve su buharı kullanılan yangın söndürme sistemlerinden daha düşük ODP ve GWP değerlerine sahip olmasının yanında, daha yüksek yangın söndürme verimliliğine sahiptirler. Yangınla mücadeledeki temel esas, yangına neden olan üç aktörden (sıcaklık, oksijen ve yanıcı madde) en az birini bertaraf etmek olduğundan, klasik yangın söndürme yaklaşımları genellikle, yangını soğutmak, yanan maddeyi örtmek veya ortamdaki oksijeni azaltmak gibi yöntemlerin üzerine yoğunlaşmaktadır. İşte Aerosol gazlı yangın söndürme teknolojisi bu noktada yenilik yaratmaktadır. Aerosol gazlı yangın söndürücüler, diğer yangın söndürücü sistemlerden farklı olarak, soğutma, ortamdaki oksijen seviyesini düşürme, yanıcı maddenin üzerini örterek oksijen ile temasını kesme gibi yöntemler yerine, yangını meydana getiren kimyasal yanma (oksidasyon) reaksiyonuna moleküler seviyede müdahale ederek söndürme etkisi gösterir.



Şekil-3: Aerosol gazlı söndürme sistemi prensip görseli

Aerosol gazlı yangın söndürücüler, herhangi bir yangın durumunda aktive edildiklerinde, meydana gelen reaksiyon ile gaz hale dönüşebilen Potasyum veya Stronsiyum tuzları içerirler. Aerosol gazlı söndürücü elektriksel, termal veya manuel olarak tetiklenerek aktive edildiğinde, bu Potasyum/Stronsiyum tabanlı bileşim, meydana gelen redoks (redüksiyon-oksidasyon) tepkimesi sonucunda, maksimum partikül boyutu yaklaşık 2 mikron olan yoğun bir Potasyum/Stronsiyum Karbonat sisi oluşturur. Çok ince partiküllerden oluşan bu sis havada uzun süre asılı kalabildiğinden içinde bulunduğu kapalı hacmi hızla doldurur. Oluşan Potasyum/Stronsiyum Karbonat sisi ortamdaki yangına fiziksel ve kimyasal olarak etki ederek söndürme işlemini gerçekleştirir. Fiziksel etki yangın alevinin enerjisini azaltmak yönündedir ve çok daha güçlü olan kimyasal etki ise yangını oluşturan kimyasal reaksiyon zincirini kırmak şeklinde gerçekleşir. Potasyum/Stronsiyum Karbonat sisi içerisindeki reaksiyon mekanizması dahilinde açığa çıkan kimyasal olarak aktif Potasyum (veya Stronsiyum) iyonları, yangını oluşturan kimyasal reaksiyon zincirinin kararsız ürünleri olan ve “serbest radikaller” olarak adlandırılan oksijen, hidrojen ve özellikle hidroksil bileşikleriyle reaksiyona girerek onlara bağlanır. Böylece serbest radikallerin kimyasal olarak kararlı hale gelmeleri sağlanır ve yeniden yangını oluşturan kimyasal reaksiyon zincirine dahil olup yangını beslemelerini engeller. Böylece yangını meydana getiren kimyasal reaksiyon zinciri kırılmış olur ve ayrıca ortamdaki oksijen miktarı değişmez.

Özetle; Aerosol sistemlerin söndürme etkisinin çalışma prensibi kendi alanında benzersizdir. Elektriksel veya termal olarak yakıldığında katı potasyum(stronsiyum) kütlesi yanmayan ürünleri üretir ve mikron büyüklüğünde kuru partiküller, (çoğunlukla potasyum karbonatlar) ve gaz halinde bir karışım (esas olarak karbon dioksit, azot) ve su buharı) dışarıya yanma mahallin üzerine salınırken hava ile birlikte homojen bir karışım oluşur. Küçük parçacıklar yani Mikron büyüklüğünde aerosol parçacıkları ile birkaç saniye içerisinde homojen bir dağılım elde edilir. Bir ateşleyici fünye tarafından aktive edildiğinde, katı aerosol kütlesi yanar ve yanma reaksiyonu sonucunda aşağıdaki şekilde bir reaksiyon oluştururlar.



Potasyum Nitrat + Yanıcı bağlayıcı, katılaştırılmış nitro-selülozler v.b = Potasyum B_karbobat + Potasyum Karbonat + Karbondioksit + Azot + Su

Bu reaksiyon ile ortaya çıkan gazlar ve radikaller ise yangını söndürür. Aerosol gaz bulutu yangını söndürürken; Kimyasal olarak yanma zincirini bozar, fiziksel olarak da ısı emilimi yapar.

Aerosoller kimyasal tepkimeye girerek yanma zincirinde bulunan OH, H ve O radikalleri saf dışı bırakarak yanma zincirini kırar.

Gaz Fazında

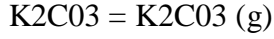
$\text{K} + \text{OH} = \text{KOH}$ --- Potasyum Hidroksit ile tepkimeye girerek Potasyum Hidroksit oluşur.

$\text{K} + \text{O} = \text{KO}$

$\text{KOH} + \text{H} = \text{K} + \text{H}_2\text{O}$ Potasyum Hidroksit ise Hidrojen ile tepkimeye girer Potasyum ve Su oluşur.

Mikron düzeyinde parçacıkların yüzeyinde ise;
 $O + H = OH$ Hidroksit oluşur,
 $H + OH = H_2O$ Hidroksit ise Hidrojen ile tepkimeye girer ve su oluşur.

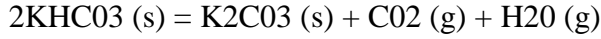
Aerosoller fiziksel olarak da ısı emilimi oluşarak yanma sıcaklığını yanma reaksiyonunun devam edemeyeceği bir seviyeye düşürür.



Endotermik faz değişimleri ile ısı emilimi sağlanır.



Endotermik ayrışma değişiklikleri ile ısı emilimi sağlanır.



Sıcak aerosol sistemleri hem fiziksel hem de kimyasal söndürme işlemi yaparlar buna iki boyutlu bir söndürme teknolojisi denebilir. [3] [7] [8] [9]

AEROSOL GAZLI YANGIN SÖNDÜRÜCÜLERİN ÖZELLİKLERİ:

- Boru hattı, sistem odası, nozul vb. gerektirmez. Dekoratif ebatlara sahiptir. Kurulumu basittir.
- Ortamdaki oksijeni tüketmez.
- Dolum, bakım ve kalibrasyon gerektirmez. Bu nedenle yıllık işletme maliyetleri sıfırdır.
- Tüp odası, sistem odası, sızdırmazlık, ilave boru tesisatı gibi ekstra maliyetler gerektirmez.
- Söndürme esnasında sadece yangına nüfuz eder.
- Ortamdaki elektrik ünitelerinin hiçbirisi zarar görmez.
- Söndürme sonrası kir, toz ve nem oluşturmaz.
- 20 yıla kadar kullanım ömrüne sahiptir.
- Klasik sistemlere göre daha ekonomiktir.
- Mevcut yangın algılama, alarm sistemlerine kolayca entegre edilebilir.
- Binalarda, makinelerde ve ekipmanlarda kolay ve hızlı kurulum yapılabilir.
- Sökülmesi ve taşınması kolaydır.
- Sistemin kolayca genişleyebilmesi mümkündür.
- Yangın durumunda, korunan ekipmanın hizmet dışı kalma süresi ve tamir maliyetinin minimumdur.
- Aerosol çevreye ve ekipmana zarar vermez.
- Çok hızlı baskılama yapar (saniyeler içinde yangın söndürülür).
- Yangın kaynağının direk olarak baskılanabilmesi sağlanır.
- Baskılama saniyeler içinde olduğundan ikincil zararlar minimum düzeyde kalır.
- (US EPA) a göre resmi olarak Halon gazı yerine kullanılabilen söndürücü ajanlardan biridir.
- Çevre zararı yoktur ve zehirli değildir.
- O.D.P. (Ozon delme katkısı) = 0
- G.W.P. (Küresel ısınma katkısı) = 0

- Periyodik bakım gerektirmez (söndürücü basınç içermemektedir)
- Mekanik kurulum için çok az yer gerektirir.
- Söndürme gücüne oranla ağırlığı çok düşüktür.

Aerosol gazlı yangın söndürme sistemleri, (yangınların EN2 Standart sınıflamasına göre) B, C ve F yangınların söndürülmesi ve A sınıfı yangınların bastırılması için tasarlanmıştır.

Aerosol söndürme sistemlerinin tasarım ve deney şartlarının tanımlandığı yerel standart olan *TS ISO 17559: Yoğunlaştırılmış Aerosol Yangın Söndürme Sistemleri - Bileşenler ve Sistem Tasarımı İçin Kurallar ve Deney Yöntemleri, Kurulum ve Bakım - Genel Kurallar* TSE tarafından Aralık 2016 da yayımlanmıştır [5].

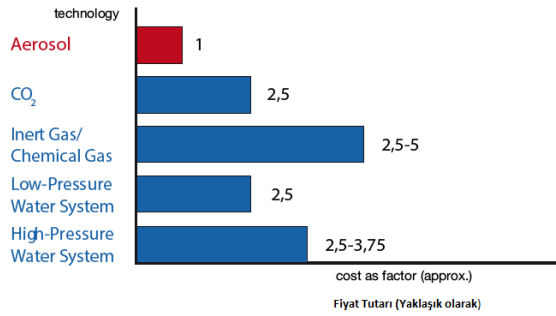
Aerosol gazlı söndürme sistemleri, geleneksel yangın söndürme ürünlerine kıyasla tartışılmayacak avantajlara sahiptir. Aşağıda aerosol gazlı söndürme sisteminin konvansiyonel sistemlere göre; ilk kurulum, bakım ve ilk alım maliyetleri ile ağırlık ve kapladığı alan yönünden kıyaslaması grafikler olarak verilmiştir [6].

NOT: Bütün kıyaslamalar 10 m3 hacim için tasarlanmış bir söndürme sistemine göre yapılmıştır.*

Aerosol Fire Extinguishing Generators and Systems

Cost of Purchase in comparison (10m³ volume)

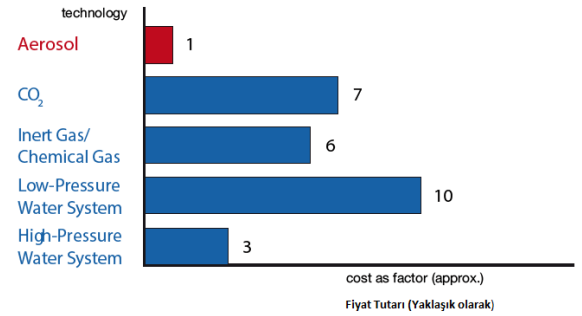
Hacmi 10m³ olan lokasyonlarda yangın söndürücülerini fiyatlarını karşılaştırılması



Aerosol Fire Extinguishing Generators and Systems

Weight in comparison (10m³ volume)

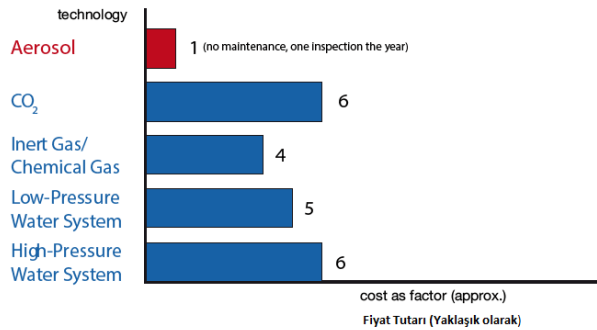
Hacmi 10 m³ olan lokasyondaki yangını söndürebilmek için gerekli olan yangın söndürücü ağırlıklarının karşılaştırılması



Aerosol Fire Extinguishing Generators and Systems

Cost of Maintenance in comparison (10m³ volume)

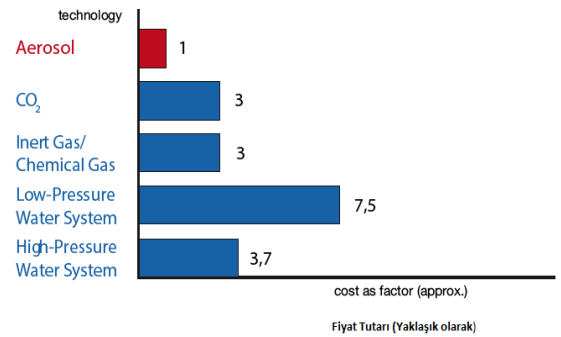
10 m³ lük Hacimde Bakım ve Onarımın Ücret tutarlarının Karşılaştırılması

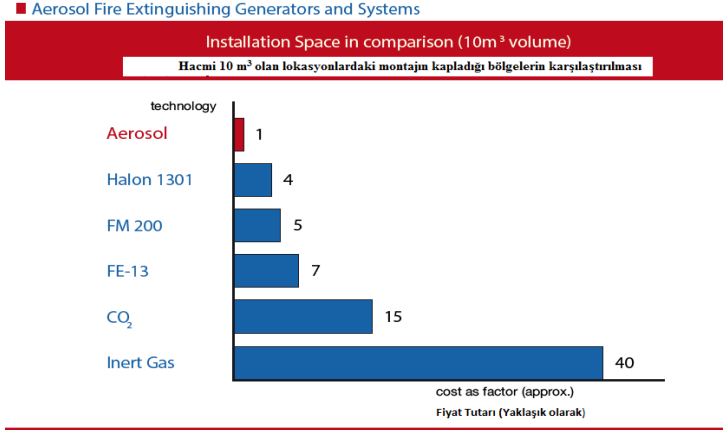


Aerosol Fire Extinguishing Generators and Systems

Cost of installation in comparison (10m³ volume)

10 m³ lük hacimde tutan montaj ücretlerinin karşılaştırılması





Şekil-4: Yangın Söndürme Sistemlerinde harcanması gereken söndürücü madde miktarları, montaj için gerekli alan, montaj ve bakım/onarım ücretlerinin kıyaslanması [6]

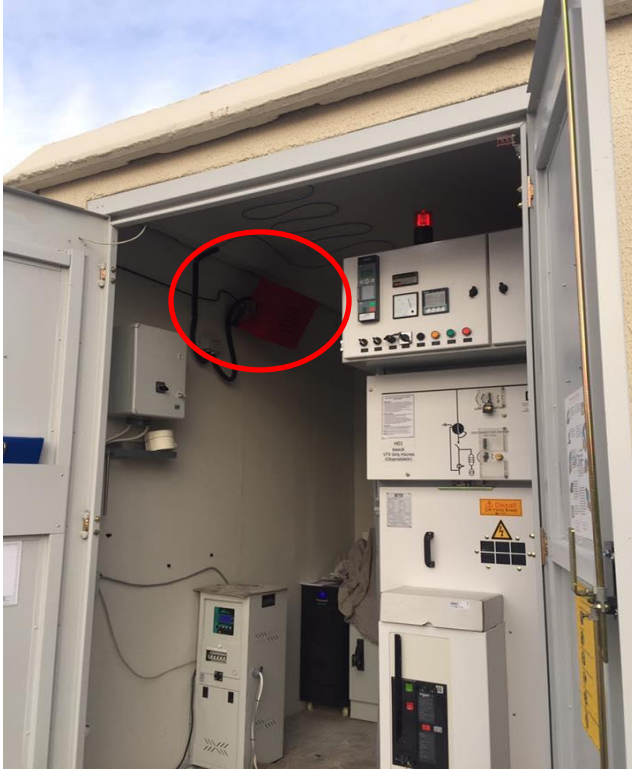
AEROSOL GAZLI YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ:



Şekil-5: Trafo odası uygulama örnekleri



Şekil-6: Pano içi uygulama örnekleri



Şekil-7: Merkez içi uygulama örnekleri

ELEKTRİK TESİSLERİNDEKİ YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMİNDE KULLANILMASI GEREKLİ AEROSOL SÖNDÜRÜCÜ MİKTARININ HESAPLANMASI:

Gerekli aerosol söndürücü miktarının belirlenmesi aşağıda belirtilmiş olan faktörlere bağlıdır:

- 1- Yangın çeşidi
- 2- Ortamın toplam hacmi
- 3- Ortam içindeki vantilasyon
- 4- Atmosferik basınç
- 5- Oda içinde muhafaza zamanı
- 6- Diğer Güvenlik faktörleri

Temel hesaplama formülü aşağıdaki gibidir:

$$M = V \times D$$

M=Gerekli yangın söndürücü miktarı (gr cinsinden)

V=Ortamın hacmi

D=Söndürme uygulama yoğunluğu (design application density) gr/m³ (7.0.1 tablosuna bakınız)

D=Söndürme uygulama yoğunluğu (extinguishing application density) x güvenlik faktörü (1.3)
(İlgili standartlar: NFPA 2010, CEN/TR 15276 1/2, ISO DIS 15779)

Table 7.0.1		
Class of Fire	Extinguishing Application Density	Design Application Density
Class A Fuels:	76.4 gr/m ³	99.32 gr/m ³
Class B Fuels:	55.4 gr/m ³	72.02 gr/m ³
Class C Fuel:	49.8 gr/m ³	64.74 gr/m ³
Class F Fuel:	80.83 gr/m ³	105.08 gr/m ³

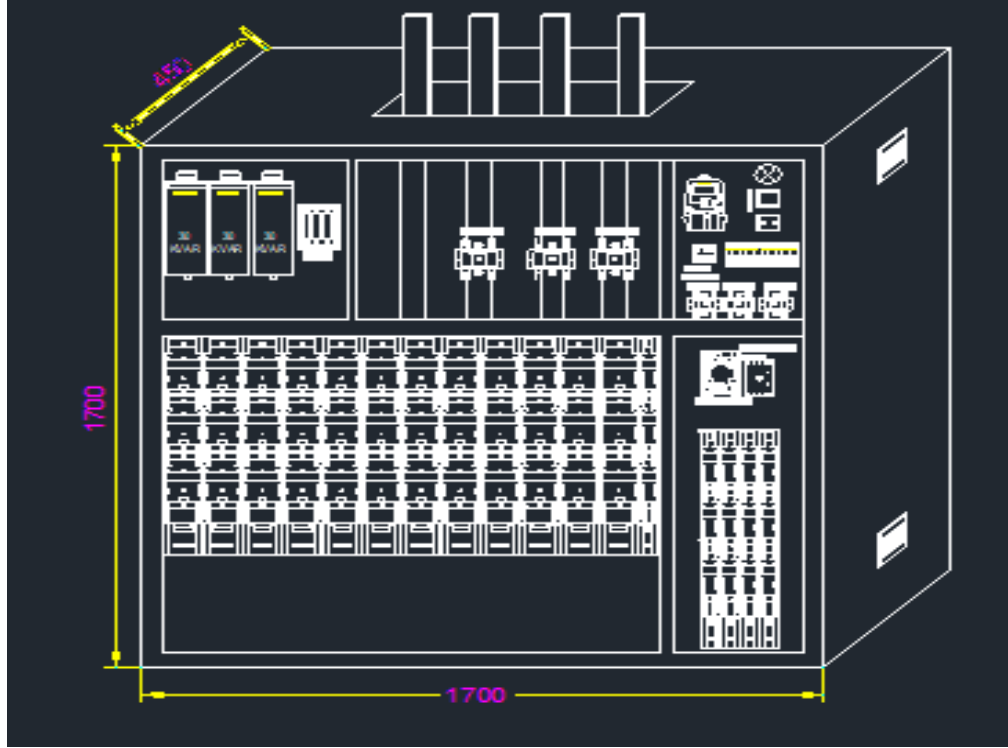
Tablo-5: Aerosol uygulama yoğunlukları tablosu

(İlgili standartlar: UL2127, CEN/TR 15276 1/2, KIWA BRL-K23001/3, ISO DIS 15779)

Monoblok Beton Köşk Tipi Trafo Merkezi (3 adet OG MMMH-hd+1600kVA hermetik trafo+1600kVA AG dağıtım panosu) için gerekli aerosol miktarının hesabı:

AG Dağıtım panoları:

Dağıtım sisteminde kullanılan AG dağıtım panoları TEDAS-MYD-2003-006 B şartnamesine uygun olarak temin edilmektedir. Şartnameye uygun olarak üretilen örnek 1600kVA dahili tip AG dağıtım panosunun teknik çizimi aşağıda verilmektedir.



Şekil-8: AG dağıtım panosu teknik çizim

Yukarıdaki temel hesaplama formülüne göre;

Toplam pano hacmi $1,7 \times 1,7 \times 0,45 = 1,3 \text{ m}^3$ 'tür. Panonun %20'sinin elektriksel ekipmanlarla doldurulduğunu kabul edersek, pano içinde kalan boş hacim

$$V = 1,3 \times 0,8 = 1,04 \text{ m}^3.$$

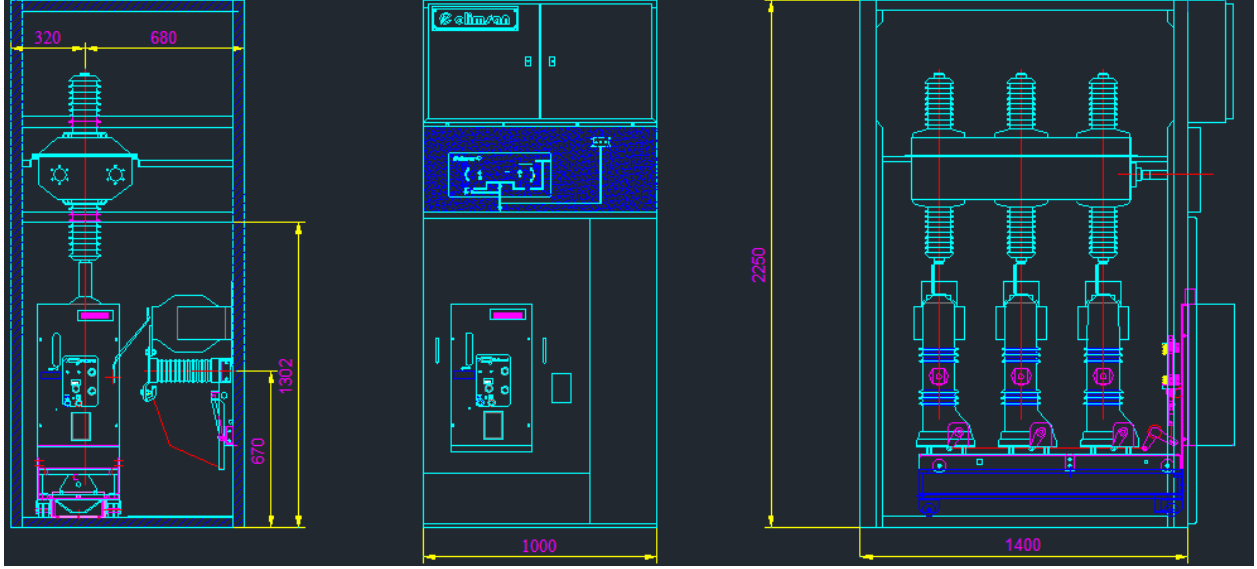
$$M = V \times D$$

$$M = 1,04 \text{ m}^3 \times 76,4 \text{ g/ m}^3 \times 1,3 = \mathbf{103,29 \text{ gr}}$$

AG pano için gerekli aerosol söndürücü miktarı **103,29 gr** olarak hesaplanmıştır.

OG MMM Hücreler:

Dağıtım sisteminde kullanılan havai izoleli OG MMM Hücreler TEDAŞ-MYD-95-007.E şartnamesine uygun olarak temin edilmektedir. Şartnameye uygun olarak üretilen örnek Kesicili metal mahfazalı metal hücrenin teknik çizimi aşağıda verilmektedir.



Şekil-9: MMM Hücre teknik çizim

Yukarıdaki formüle göre;

Toplam hücrenin kablo bağlantı bölümünün hacmi $1,3 \times 1 \times 1,4 = 1,82 \text{ m}^3$ 'tür. Panonun %20'sinin elektriksel ekipmanlarla doldurulduğunu kabul edersek, hücre içinde kalan boş hacim

$$V = 1,82 \times 0,8 = 1,456 \text{ m}^3$$

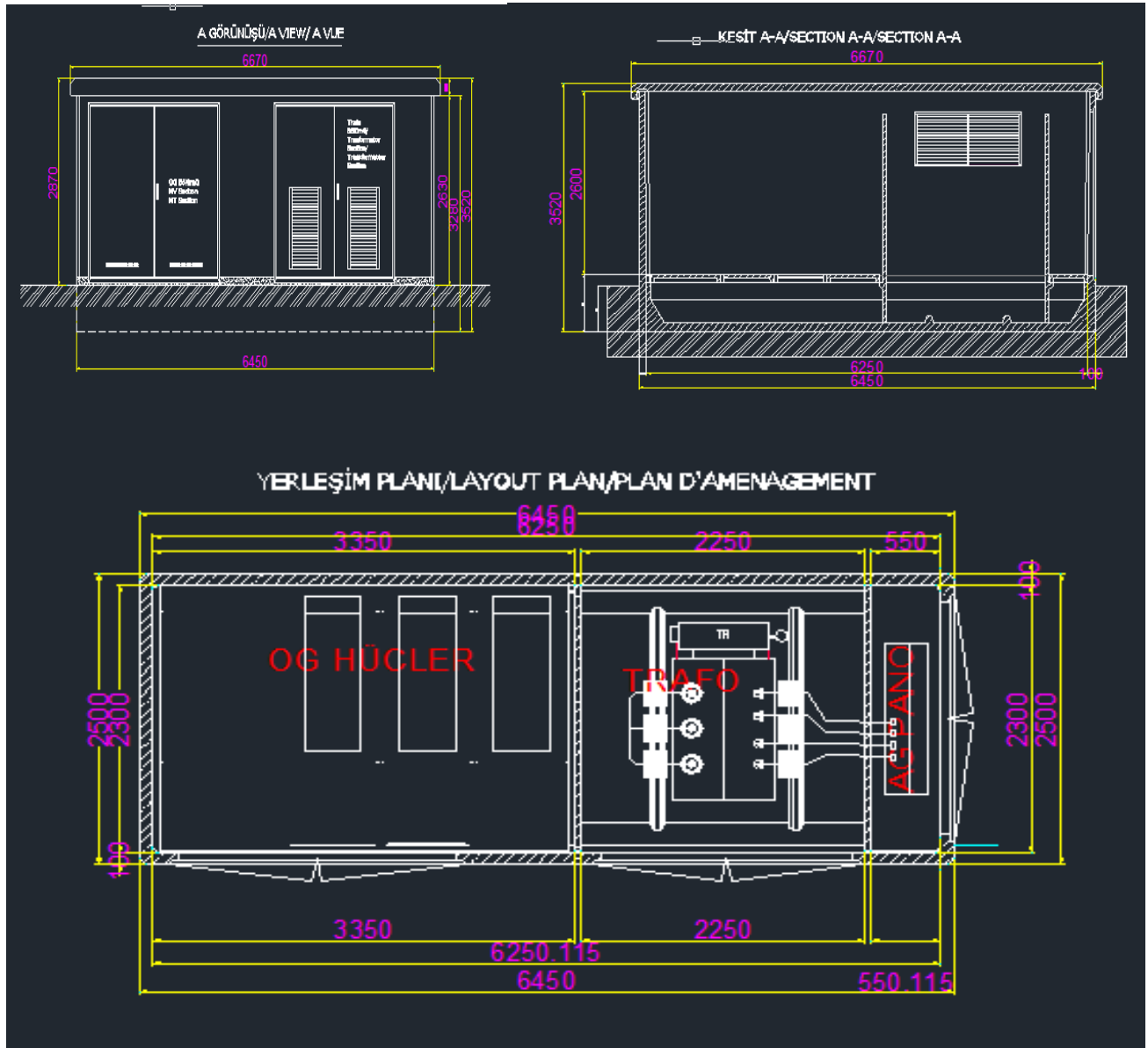
$$M = V \times D$$

$$M = 1,456 \text{ m}^3 \times 76,4 \text{ g/ m}^3 \times 1,3 = \mathbf{144,6 \text{ gr.}}$$

1 adet OG hücre için gerekli aerosol söndürücü miktarı **144,6 gr** olarak hesaplanmıştır.

Trafo odası ve OG Hücre bölümü:

Dağıtım sisteminde kullanılan monoblok beton köşkler (hava izoleli hücrelerle kullanılan) TEDAŞ-MYD-2000-36.C şartnamesine uygun olarak temin edilmektedir. Şartnameye uygun olarak üretilen örnek 1600kVA 640cm monoblok beton köşkün teknik çizimi aşağıda verilmektedir.



Şekil-10: Monoblok köşk tipi trafo merkezi teknik çizimi

Yukarıdaki formüle göre;

Toplam trafo odasının hacmi $2,25 \times 3,28 \times 2,3 = 16,974 \text{ m}^3$ 'tür. Odanın %10'unun elektriksel ekipmanlarla doldurulduğunu kabul edersek, hücre içinde kalan boş hacim

$$V = 16,97 \times 0,9 = 15,276 \text{ m}^3.$$

$$M = V \times D$$

$$M = 15,276 \text{ m}^3 \times 76,4 \text{ g/m}^3 \times 1,3 = \mathbf{1.517,21 \text{ gr.}}$$

Trafo odası için gerekli aerosol söndürücü miktarı **1.517,21 gr.** olarak hesaplanmıştır.

OG Hücre bölümü:

Yukarıda trafo odası için verilen teknik çizim aynı şekilde OG hücre odası için hacim hesabında kullanılacaktır. Yukarıdaki formüle göre;

Toplam trafo odasının hacmi $3,35 \times 2,6 \times 2,3 = 20,033 \text{ m}^3$ 'tür. Odanın %30'unun elektriksel ekipmanlarla doldurulduğunu kabul edersek, hücre içinde kalan boş hacim

$$V = 20,03 \times 0,7 = 14,0231 \text{ .}$$

$$M = V \times D$$

$$M = 14,0231 \text{ m}^3 \times 76,4\text{g/ m}^3 \times 1,3 = \mathbf{1.392,77 \text{ gr.}}$$

OG hücre odası için gerekli aerosol söndürücü miktarı **1.392,77 gr** olarak hesaplanmıştır.

Monoblok köşk tipi trafo merkezi için TOPLAM;

$$\mathbf{M \text{ toplam} = 103,29\text{gr} + 3 \times 144,6\text{gr} (3 \text{ adet OG hücre}) + 1.517,21\text{gr} + 1.392,77\text{gr} = 3.447,07 \text{ gr.}}$$

Monoblok Beton Köşk Tipi Trafo Merkezi (3 adet OG MMMH-hd+1600kVA hermetik trafo+1600kVA AG dağıtım panosu) için gerekli aerosol miktarı **3,5 kg** (3.447,07 gr) olarak hesaplanmıştır.

SONUÇ:

Öncelikle elektrik tedarik sürekliliğinin sağlanabilmesi için, elektrik dağıtım ve iletim tesislerinin (dağıtım ve kumanda panoları, YG şalt teçhizatları, trafolar, vs. ekipmanlar) yangınlara karşı otomatik algılama ve söndürme sistemi ile korunması gerekmektedir. Konuya ilişkin mevzuat boşluğu nedeniyle olası bir yangın durumunda, erken müdahale ile yangın daha kaynağında büyümeden söndürülebilecek iken buna uygun altyapı olmadığından, yangının tüm istasyonu kaplaması ile sonuçlanmaktadır. Bu tür durumlarda itfaiye müdahalesi kaçınılmaz olup, diğer taraftan itfaiyenin kullandığı konvansiyonel köpüklü söndürme sistemi, yangından zarar görmeden kalan elektriksel ekipmanlara zarar vermektedir.

Bu çalışmada; elektrik kaynaklı yangınların söndürülmesinde en uygun çözümün aerosol gazlı söndürme sistemi olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm dağıtım ve iletim istasyonlarında, kapalı pano ve hücrelerde otomatik algılama (ısı ve duman) ve söndürme sistemi kurulmalıdır. Mümkünse bu sistem SCADA sisteminin bir bileşeni haline getirilerek uzaktan izlenebilmelidir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ile Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğinin ilgili tüm meslek alanlarındaki Odalardan ve diğer ilgili kuruluşlardan görüş alınarak yeniden düzenlenmelidir. TEDAŞ ve TEİAŞ'ın kendi sorumluluğundaki elektrik tesislerinde otomatik yangın algılama ve söndürme sistemine ilişkin malzeme ve montaj şartnamelerinin hazırlanması ve ivedi yayımlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR:

- [1] *Gelişmiş Ülkelerde ve Türkiye'de Yangın Nedenleri / 16 Ağustos 2018 Perşembe / 11:22 Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç*
- [2] *Ateşi Tutan Eller - ATEŞ KAHRAMANLARI (2010) Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç.*
- [3] *“HOT AEROSOL FIRE EXTINGUISHING AGENTS AND THE ASSOCIATED TECHNOLOGIES: A REVIEW Vol. 32, No. 03, pp. 707 - 724, July - September, 2015 / dx.doi.org/10.1590/0104-6632.20150323s00003510*
- [4] *www.fireturk.com.tr*
- [5] *“TS ISO 17559: Yoğunlaştırılmış Aerosol Yangın Söndürme Sistemleri - Bileşenler ve Sistem Tasarımı İçin Kurallar ve Deney Yöntemleri, Kurulum ve Bakım - Genel Kurallar”*
- [6] *www.hdk.com.tr*
- [7] *Effectiveness of Hot Aerosol Extinguishing Agent in Suppressing Oil Fires W.-F.Zheng, A.-H.L_u, L.Zhang,Q.-W.L_, X.-Y.L_n,R.-M. Pan*
- [8] *Pyrogenic Aerosol Fire Suppressants:Engineering Of Delivery Systems And Corrosion Analysis. Juan V_tal_, Charles K_bert, James Akers*
- [9] *The Physicochemical Properties of SFE Fire Suppressant Atmospheres in Toxicity Kimmel , Smith ,Reboulet , Still , Carpenter*