



TÜRK STANDARDI TASARISI

tst EN 60695-9-1

Şubat 2014

TS EN 60695-9-1: 2007 yerine

ICS 13.220.40; 29.020

Yangın tehlikesi deneyi - Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması - Genel kılavuz (IEC 60695-9-1: 2013)

Fire hazard testing - Part 9-1: Surface spread of flame -
General guidance (IEC 60695-9-1: 2013)

Essais relatifs aux risques du feu - Partie 9-
1: Propagation des flammes en surface -
Lignes directrices générales
(CEI 60695-9-1:2013)

Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr -
Teil 9-1: Flammenausbreitung auf
Oberflächen - Allgemeiner Leitfaden
(IEC 60695-9-1:2013)

I.MÜTAALA
2014/95318

EN 60695-9-1:2013 Standardının Türkçe Tercümesidir.

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

Milli Önsöz

- Bu standard; CENELEC tarafından onaylanan ve Şubat 2014’de TS EN 60695-9-1:2014 numaralı Türk standardı olarak kabul edilen EN 60695-9-1:2013 standardı esas alınarak, Türk Standardları Enstitüsü Mühendislik İhtisas Kurulu’na bağlı TK 27 Yangın Teknik Komitesi marifetiyle Türkçeye tercüme edilmiş TSE Teknik Kurulu’nun tarihli toplantısında kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.
- CEN resmi dillerinde yayınlanan diğer standard metinleri ile aynı haklara sahiptir.
- Bu standardda kullanılan bazı kelime ve/veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda TSE sorumlu tutulamaz.
- Bu standardda atıf yapılan standartların milli karşılıkları aşağıda verilmiştir.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No	Adı (Türkçe)
IEC 60695-4	Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products	TS EN 60695-4	Yangın tehlike deneyi - Bölüm 4: Elektroteknik ürünler için yangın deneyleri ile ilgili terimler ve tarifler
IEC Guide 104	IEC Guide 104 The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications	TSE IEC Guide 104 -	Güvenlik yayınlarının hazırlanması - Temel ve grup güvenlik yayınlarının kullanılması
ISO 13943:2008	Fire safety – Vocabulary	TS EN ISO 13943:2012	Yangın güvenliği - Terimler ve tarifler-
ISO 2592	Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method	TS EN ISO 2592	Petrol ürünleri-Parlama ve yanma noktası tayini-Cleveland açık kap metodu -

TS EN 60695-9-1: 2014 standardı, EN 60695-9-1: 2013 standardı ile birebir aynı olup, Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi’nin (CENELEC, Avenue Marnix 17 B-1000 Brussels) izniyle basılmıştır.

Avrupa Standartlarının herhangi bir şekilde ve herhangi bir yolla tüm kullanım hakları Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (CENELEC) ve üye ülkelerine aittir. TSE kanalıyla CENELEC’den yazılı izin alınmaksızın çoğaltılamaz.

Yangın tehlikesi deneyi - Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması - Genel kılavuz (IEC 60695-9-1: 2013)

Fire hazard testing - Part 9-1: Surface spread of flame -
General guidance (IEC 60695-9-1: 2013)

Essais relatifs aux risques du feu - Partie 9-1:
Propagation des flammes en surface -
Lignes directrices générales
(CEI 60695-9-1:2013)

Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr -
Teil 9-1: Flammenausbreitung auf
Oberflächen - Allgemeiner Leitfaden
(IEC 60695-9-1:2013)

Bu Avrupa Standardı CENELEC tarafından 03-06-2013 tarihinde onaylanmıştır. CENELEC üyeleri, bu Avrupa Standardına hiçbir değişiklik yapmaksızın ulusal standard statüsü veren koşulları öngören CEN/CENELEC İç Yönetmeleri'ne uymak zorundadırlar.

Bu tür ulusal standartlarla ilgili güncel listeler ve bibliyografik atıflar, Merkez Sekretarya'ya veya herhangi bir CENELEC üyesine başvurarak elde edilebilir.

Bu Avrupa Standardı, üç resmi dilde (İngilizce, Fransızca, Almanca) yayınlanmıştır. Başka herhangi bir dile tercümesi, CENELEC üyesinin sorumluluğundadır ve resmi sürümleri ile aynı statüde olduğu Merkez Sekretarya'ya bildirilir.

CENELEC üyeleri sırasıyla, Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Büyük Britanya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Makedonya, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, Yunanistan ve Türkiye'nin milli elektroteknik komiteleridir.

CENELEC

Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Yönetim Merkezi: Avenue Marnix 17, B - 1000 Brussels

Önsöz

IEC/TC 89 “Yangın tehlike deneyi” teknik komitesi tarafından hazırlanan IEC 60695-9-1’in gelecek 3. baskısı olan 89/1159/FDIS dokümanının metni, IEC-CENELEC paralel oylamasına gönderilmiş ve CENELEC tarafından EN 60695-9-1 olarak kabul edilmiştir.

Aşağıdaki tarihler tespit edilmiştir:

- Özdeş ulusal standard olarak yayınlayarak veya onaylayarak bu dokümanın ulusal düzeyde uygulamaya konması gereken en son tarih (dop) 03-03-2014
- Bu doküman ile çelişen ulusal standartların yürürlükten kaldırılması gereken en son tarih (dow) 03-06-2016

Bu doküman, EN 60695-9-1:2005 standardının yerini alır.

EN 60695-9-1:2013, EN 60695-9-1:2005 ile ilgili aşağıda verilen önemli teknik değişiklikleri içermektedir.

- a) Kapsam genişletilmiştir,
- b) Referanslar güncellenmiştir,
- c) Terimler ve tarifler güncellenmiştir.

Bu Avrupa Standardı EN 60695-9-2 ile birlikte kullanılmalıdır.

Bu dokümanın bazı bölümlerinin patent haklarına konu olabileceği olasılığına dikkat çekilmiştir. Bu gibi patent haklarının herhangi biri veya tümünü tanımlamak için CENELEC [ve/veya CEN] sorumlu tutulamaz.

Onay bilgisi

IEC 60695-9-1: 2013 Uluslararası Standardının metni, CENELEC tarafından herhangi bir değişiklik yapılmaksızın Avrupa Standardı olarak onaylanmıştır.

Resmi sürümünde, aşağıdaki notların standartların gösterilmesi için Kaynaklar’a eklenmesi gerekmektedir:

IEC 60332 serisi	NOT EN 60332 serisi olarak harmonize edilmiştir.
IEC 61197	NOT EN 61197 olarak harmonize edilmiştir.
ISO 2719	NOT EN ISO 2719 olarak harmonize edilmiştir.

Ek ZA (Normatif)

Karşılık gelen Avrupa yayınları ile beraber uluslararası yayınların normatif atıfları

Aşağıdaki dokümanlar bütün olarak ya da kısmen bu dokümandaki normatif referanslardır ve bu dokümanın uygulanması için için zaruridir. Tarihli atıf dokümanları için, sadece alıntı yapılmış yayın değerlidir. Tarihsiz atıf dokümanlarının (tadiller dâhil) son baskısı geçerlidir.

Not - Uluslararası yayın, (mod) kısaltmasıyla gösterilen ortak değişikliklerle değiştirilirse, buna uygun EN/HD geçerlidir.

Yayın	Yıl	Başlık	EN/HD	Yıl
IEC 60695-4	-	Fire hazard testing - Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products	EN 60695-4	-
IEC Guide 104	-	The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications	-	-
ISO/IEC Guide 51	-	Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards	-	-
ISO 2592	-	Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method	EN ISO 2592	-
ISO 13943	2008	Fire safety - Vocabulary	EN ISO 13943	2010

ULUSLARARASI STANDARD

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Yangın tehlikesi deneyi – Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması – Genel kılavuz

Fire hazard testing - Part 9-1: Surface spread of flame - General guidance

Essais relatifs aux risques du feu - Partie 9-1: Propagation des flammes en surface - Lignes directrices générales



BU YAYIN, TELİF HAKKI KORUMALIDIR.
Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

Tüm hakları saklıdır. Aksi belirtilmedikçe, bu yayının herhangi bir bölümü herhangi bir şekilde ya da fotokopi ve mikrofilm dahil aşağıda adresi verilen IEC'den yazılı izin alınmaksızın ya da dokümanı talep edenin ülkesindeki IEC üyesi Ulusal Komitenin yazılı izni olmaksızın elektronik veya mekanik herhangi bir yolla çoğaltılamaz ya da kullanılamaz.

IEC telif hakları ile ilgili herhangi bir sorunuz olması halinde ya da bu yayınlı ilgili ilave haklar konusunda bilgi talebiniz olması halinde, detaylı bilgi için lütfen aşağıdaki adresle veya IEC üyesi Ulusal Komitenizle temasa geçiniz.

IEC Merkez Ofis
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
İsviçre
e-posta: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

IEC hakkında

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), tüm elektrik, elektronik ve ilgili teknolojiler konusunda Uluslararası Standartlar hazırlayan ve yayınlayan önde gelen(lider) küresel kuruluştur.

IEC yayınları hakkında

IEC yayınlarının teknik muhtevası, IEC tarafından sürekli gözden geçirilmektedir. En son baskıyı aldığımızdan emin olun, bir düzeltme ya da tadil yayınlanmış olabilir.

- IEC Yayınları kataloğu için: www.iec.ch/searchpub

IEC on-line kataloğu, çeşitli kriterlerle (atıf numarası, metin, teknik komite) arama yapabilmeyi sağlar. Ayrıca projeler, yürürlükten kaldırılmış ve yerine geçen yayınlar konusunda da bilgi verir.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Tüm yeni IEC yayınlarını hakkında bilgi sahibi olun. Just Published, yeni çıkan tüm yayınları ayda iki kez detaylı olarak verir. On-line ya da e-posta yoluyla da mevcuttur.

- Electropedia: www.electropedia.org

İngilizce ve Fransızca 20 000'in üzerinde terim ve tanımı kapsayan dünyanın önde gelen çevrimiçi elektronik ve elektrik terimleri sözlüğü. Online Uluslararası Elektroteknik Sözlük olarak da bilinir.

- Müşteri Hizmetleri Merkezi: www.iec.ch/webstore/custserv

Bu yayınlı ilgili düşüncelerinizi iletmek isterseniz ya da daha fazla yardıma ihtiyacınız varsa, lütfen Müşteri Hizmetleri Merkezi Sık Sorulan Soruları ziyaret ediniz ya da bizimle temas kurunuz:

e-posta: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Faks: +41 22 919 03 00



IEC 62631-1

ULUSLARARASI STANDARD

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Yangın tehlikesi deneyi – Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması – Genel kılavuz

Fire hazard testing - Part 9-1: Surface spread of flame - General guidance

Essais relatifs aux risques du feu - Partie 9-1: Propagation des flammes en surface - Lignes directrices générales

**ULUSLARARASI
ELEKTROTEKNİK
KOMİSYONU**

**INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION**

**COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE**

PRICE CODE
CODE PRIX

P

İçindekiler

Sayfa

ÖNSÖZ	3
GİRİŞ	5
1 Kapsam.....	6
2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar	6
3 Terimler ve tarifler	6
4 Alevin yayılma prensipleri	10
4.1 Sıvılar	10
4.2 Katılar	10
5 Deney yöntemlerinin seçilmesi ile ilgili hususlar	11
5.1 Yangın senaryosu	11
5.2 Tutuşturma kaynakları	11
5.3 Deney numunelerinin tipleri	11
5.4 Deney prosedürü ve tertibatı	11
5.5 Ölçme teknikleri	12
5.5.1 Doğrudan ölçme	12
5.5.2 Dolaylı ölçme	12
6 Sonuçların kullanılması ve yorumlanması	12
Kaynaklar	13

ULUSLARARASI ELEKTROTEKNİK KOMİSYONU

Yangın tehlikesi deneyi – Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması – Genel kılavuz

ÖNSÖZ

- 1) Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC), tüm ulusal elektroteknik komitelerden (IEC Ulusal Komiteler) oluşan dünya çapında bir standardizasyon kuruluşudur. IEC'nin amacı, elektrik ve elektronik alanlarda standardizasyonla ilgili tüm sorulara dair uluslararası işbirliğini desteklemektir. IEC, bu amacı gerçekleştirmek için ve diğer faaliyetlerine ek olarak Uluslararası Standardlar, Teknik Spesifikasyonlar, Teknik Raporlar, Herkesin Kullanımına Açık Spesifikasyonlar (PAS) ve Rehberler (bundan böyle 'IEC Yayını/ları' olarak anılacaktır.) yayınlar. Yayınların hazırlanması görevi teknik komitelere verilmiştir; üzerinde çalışma yapılan konu ile ilgilenen herhangi bir IEC Ulusal Komitesi, bu hazırlık çalışmasına katılabilir. IEC ile işbirliği içindeki Uluslararası kuruluşlar, kamu kuruluşları ve sivil toplum kuruluşları da bu hazırlık çalışmalarına katılabilir IEC, iki kuruluş arasındaki anlaşma çerçevesinde belirlenen şartlara uygun olarak Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu (ISO) ile yakın işbirliği içindedir.
- 2) IEC'nin teknik konulara dair resmi kararları veya mutakatları, teknik komitelerin konuyla ilgilenen tüm IEC Ulusal Komitelerinden üyeleri olduğu için, mümkün olduğunca ilgili konulardaki uluslararası fikir birliği anlamına gelir.
- 3) IEC Yayınları, uluslararası kullanım için tavsiyeler şeklindedir ve IEC Ulusal Komiteleri tarafından da bu anlamda kabul edilirler. IEC Yayınlarının teknik muhtevasının doğru olmasını sağlamak için her türlü gayret gösterilmiş olsa da, IEC yayınlarının nihai kullanıcı tarafından kullanım yolları ya da nihai kullanıcıların yanlış yorumlamaları konusunda sorumlu tutulamaz.
- 4) IEC Ulusal Komiteleri, uluslararası tektipliği desteklemek için IEC yayınlarını kendi ulusal ve bölgesel yayınlarına azami ölçüde şeffaf bir biçimde uygulamayı taahhüt ederler. Herhangi bir IEC Yayını ile karşılık gelen ulusal veya bölgesel yayın arasındaki herhangi bir farklılık, ulusal veya bölgesel yayında açıkça belirtilmelidir.
- 5) IEC, uygunluk onaylaması yapmaz. Bağımsız belgelendirme kuruluşları uygunluk değerlendirmesi hizmeti verir ve bazı alanlarda IEC uygunluk markalarını kullanır. IEC, bağımsız belgelendirme kuruluşlarının gerçekleştirdiği herhangi bir hizmetten sorumlu tutulamaz.
- 6) Tüm kullanıcılar, bu yayının son baskısına sahip olduklarından emin olmalıdırlar.
- 7) Herhangi bir kişisel yaralanma, mal hasarı ya da herhangi bir diğer hasardan ve bu IEC yayınının ya da diğer herhangi bir IEC yayınının yayınlanmasından, kullanımdan, ya da buna dayanılmasından kaynaklanan masraflar (yasal ücretler dahil) veya harcamalardan dolayı IEC ve IEC'nin yöneticileri, çalışanları, hizmetlileri veya teknik komitelerinin üyeleri ve uzmanları ve IEC Ulusal Komiteleri dahil temsilcileri doğrudan ya da dolaylı olarak sorumlu tutulamaz.
- 8) Bu yayında verilen Normatif atıflara dikkat edilmelidir. Atıf yapılan yayınların kullanımı, bu yayının doğru uygulaması için kaçınılmazdır.
- 9) Bu IEC Yayınının bazı unsurlarının patent haklarına konu olma ihtimaline dikkat edilmelidir. IEC bu tür herhangi bir ya da tüm patent haklarının belirlenmesi durumunda sorumlu tutulamaz.

IEC 60695-9-1 Uluslararası Standardı, IEC 89 "Yangın tehlikesi deneyi" teknik komitesi tarafından hazırlanmıştır.

Bu standard metni aşağıdaki dokümanlara dayalıdır:

FDIS	Oylama raporu
89/1159/FDIS	89/1164/RVD

Bu standardın onaylanması ile ilgili oylamaya dair bilgi, yukarıdaki tabloda gösterilen oylama raporunda bulunabilir.

Bu yayın, ISO/IEC Direktifleri, Bölüm 2'ye uygun olarak yazılmıştır.

Bu üçüncü baskı 2005 yılında yayınlanan IEC 60695-9-1'in ikinci baskısını değiştirir ve iptal eder ve teknik bir revizyon oluşturur.

Bu baskı, önceki baskı ile ilgili aşağıda verilen önemli teknik değişiklikleri içermektedir.

- a) AKapsam genişletilmiştir,
- b) Referanslar güncellenmiştir,
- c) Terimler ve tarifler güncellenmiştir.

Bu doküman, IEC Guide 104 ve ISO/IEC Guide 51'e göre temel güvenlik yayını statüsüne sahiptir.

Bu Avrupa Standardı IEC 60695-9-2 ile birlikte kullanılmalıdır.

"Yangın tehlike deneyi" genel başlığı altındaki 60695 serisinin tüm bölümlerinin bir listesi IEC' nin web sitesinde bulunabilir.

IEC 60695-9 aşağıdaki bölümlerden oluşur:

- Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması – Genel kılavuz
- Bölüm 9-2: Alevin yüzeye yayılması – Deney yöntemlerinin özeti

Komite, yayınlarla ilgili bilgilerin yer aldığı “<http://webstore.iec.ch>” web adresinde gösterilen değişmezlik tarihine kadar, bu yayının muhtevasının değişmemesine karar vermiştir. Bu tarihte, yayın:

- yeniden onaylanır,
- yürürlükten kaldırılır,
- revize bir baskı ile yer değiştirir veya
- tadil edilir.

Giriş

Yangınlar, ısı (ısı tehlike) ve ayrıca zehirli atık madde, aşındırıcı atık madde ve duman (ısı olmayan tehlike) üretiminin bir sonucu olarak can ve mal için tehlikelerin oluşmasından sorumludur. Yangın tehlikesi, bazı durumlarda kıvılcım ve tam olarak genişlemiş bir yangına neden olan yanma alanı ile artar. Bu, binalardaki tipik bir yangın senaryosudur.

Tutuşma alanının daha ilerisinde alevin yayılma yüzeyi, alev ve dış ısı kaynakları tarafından ısınmadan oluşan, alev cephesinin ilerisinde, malzemenin ön yüzeyinde piroliz oluşmasının bir sonucu olarak meydana gelir. Piroliz cephesi, malzemenin yüzeyinin üzerindeki pirolize olmuş malzeme ile pirolize olmamış malzeme arasındaki sınırdır. Yanıcı buhar alev cephesini oluşturan, hava ile karışıp tutuşan, pirolize olmuş malzeme bölgesi içerisinde meydana gelir.

Alevin yüzeye yayılma hızı, alev cephesi tarafından alınan mesafenin, bu mesafeyi almak için gerekli zamana bölümüdür. Alevin yüzeye yayılma hızı, dıştan ve/veya yanma alanının ilerisindeki yanıcı malzemenin alevinden kaynaklanan ısıya ve tutuşmanın kolaylığına bağlıdır. Tutuşma kolaylığı; malzemenin asgari tutuşma sıcaklığının, kalınlığının, yoğunluğunun, özgül ısının ve ısı iletkenliğinin bir fonksiyonudur. Alevin sağladığı ısı, ısı verme hızına, numunenin konumuna, hava akış hızına ve alevin yüzeyde yayılma yönüne göre hava akış yönüne bağlıdır. Genel olarak malzemeler aşağıda verilen alevin yüzeyde yayılma davranış tiplerinden birini gösterir:

- a) Yayılma yok: tutuşma alanının ilerisinde alev yayılması yok
- b) Yavaşlayan yayılma: alev yayılması malzemenin yüzeyinin sonuna ulaşmadan önce durur.
- c) Yayılma: alev tutuşma alanının ilerisine yayılır ve en sonunda malzemenin yüzeyinin tümünü etkiler.

Alevin yüzeyde yayılma davranışı tanımlamak için kullanılan malzemelerin özellikleri, yüzeyin ön ısınması ve piroliz, buharların üretimi, buharların hava ile karışımı, tutuşma, karışımın yanması, yanma ürünlerinin ve ısının üretimi ile ilgilidir. Alevlenme geciktiriciler ve yüzey işlemleri, alevin yüzeye yayılma davranışını değiştirmek için kullanılır. Malzemelerin alevin yüzeye yayılma davranışını değerlendirmek için dikkate alınması gereken faktörler aşağıda verilmiştir:

- 1) Yangın senaryosu (yüzeyin yönlendirmesi, havalandırma ve tutuşma kaynağının doğası gibi parametreleri içeren);
- 2) Ölçme teknikleri (bk. Madde 5.5); ve
- 3) Kullanım ve elde edilen sonuçların yorumlanması (bk. Madde 6)

Yangın tehlikesi deneyi - Bölüm 9-1: Alevin yüzeye yayılması - Genel Kılavuz

1 Kapsam

Bu standard, elektroteknik ürünler ve oluşturdıkları malzemeler için alevin yüzeye yayılmasının değerlendirilmesine ilişkin bir kılavuzu kapsar. Bu standard aşağıdaki hususları sağlar:

- Hem sıvılar hem de katılar için alevin yayılma prensiplerinin bir açıklaması,
- Deney yöntemlerinin seçimi için kılavuz,
- Deney sonuçlarının kullanılmasına ve yorumlamasına ilişkin kılavuz,
- Bilgi amaçlı atıflar.

Bu temel güvenlik yayını, IEC Guide 104 ve ISO/IEC Guide 51'de yer alan prensiplere uygun standardların hazırlanmasında teknik komiteler tarafından kullanılması için amaçlanmıştır.

Teknik komitenin sorumluluklarından birisi, uygulanabilir olduğunda, yayınlarının hazırlanmasında temel emniyet yayınlarından faydalanmaktır. Bu temel güvenlik yayınının kuralları, deney yöntemleri ya da deney şartları, ilgili yayınlarda özellikle dahil edilmediği veya atıfta bulunulmadığı sürece uygulanmayacaktır.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Aşağıdaki atıf dokümanları, bu dokümanın uygulanması için zaruridir. Tarih belirtilen atıflarda, belirtilmiş olan baskı geçerlidir. Tarih belirtilmemiş atıflarda, atıf yapılan dokümanın en son baskısı (tadiller dahil) kullanılır.

IEC 60695-4, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products* (Yangın tehlikesi deneyi - Bölüm 4: Elektroteknik ürünler için yangın deneyleri ile ilgili terimler ve tarifler)

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (Güvenlik yayınlarının hazırlanması ve temel ve grup güvenlik yayınlarının kullanılması)

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

ISO 13943:2008, *Fire safety – Vocabulary* (Yangın güvenliği - Terimler ve tarifler)

ISO 2592, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method* (Parlama ve yanma noktası tayini-Cleveland açık kap metodu)

3 Terimler ve tarifler

Bu standardın amacı bakımından, IEC 60695-4 ve bazıları kullanıcıya kolaylık sağlamak için aşağıda verilmiş olan ISO 13943'de verilen terimler ve tarifler uygulanır;

3.1 Yanma

Oksitleyici bir madde ile bir maddenin ekzotermik tepkimesi.

Not - Yanma, genellikle alevlerle (Madde 3.11) ve/veya akkorlaşmayla beraber yangın atığını yayar.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.46]

3.2 Hasarlı alan

Belirli şartlar altında yangından (Madde 3.6) kalıcı bir şekilde etkilenmiş yüzey alanlarının toplamı.

Not 1 - Bu terimin kullanıcılarının, dikkate alınacak hasar tiplerini belirlemesi tavsiye edilir. Bu, örneğin malzeme kaybı, şekil bozukluğu, yumuşama, erime davranışı, kömür oluşumu, yanma (Madde 3.1), piroliz (Madde 3.25) veya kimyasal etkiyi kapsayabilir.

Not 2 - Tipik birimler metrekare (m²).cinsinden ifade edilir.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde4.59]

3.3 Hasarlı uzunluk

Hasarlı alanın (Madde 3.2) belirtilen bir yönündeki azami uzantısı.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.60]

3.4 Yanma uzantısı

<elektroteknik> Yalnızca şekil bozukluğu ile hasara uğrayan herhangi bir bölge hariç, belirtilen deney şartlarında, yanma (Madde 3.1) veya piroliz (Madde 3.25) ile tahrip olmuş bir deney numunesinin azami uzunluğu.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.91]

3.5 Yangın

<genel> Isı yayılımı ve yangın atığı ile karakterize edilen ve genellikle duman, alev (Madde 3.11), akkorlaşma veya bunların birleşiminin eşlik ettiği yanma (Madde 3.1) süreci.

Not - İngilizcede “yangın” terimi üç kavramı göstermek için kullanılır. Bunlardan ikisi olan yangın (Madde 3.6) ve yangın (Madde 3.7) farklı anlamlarla kendi kendini destekleyen yanmanın özel tipleriyle ilişkilidir ve bunların ikisi Fransızca ve Almanca 'da iki farklı terim kullanılarak gösterilir.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.96]

3.6 Yangın

<kontrollü> Faydalı etkiler sağlamak için kasıtlı olarak düzenlenmiş ve zaman ve konumda genişlemesi sınırlı olan kendi kendini destekleyen yanma (Madde 3.1).

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.97]

3.7 Yangın

<kontROLSÜZ> Faydalı etkiler sağlamak için kasıtlı olarak düzenlenmemiş ve zaman ve konumda genişlemesi sınırsız olan kendi kendini destekleyen yanma (Madde 3.1).

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.98]

3.8 Yangın tehlikesi

Yangından (Madde 3.7) kaynaklanan istenmeyen bir sonucun ihtimali ile ilgili fiziksel nesne veya durum.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.112]

3.9 Yangın noktası

Belirtilen şartlarda, bir malzemenin yüzeyine standartlaştırılmış küçük bir alev (Madde 3.11) uygulandıktan sonra, belirtilen bir süre için malzemenin tutuştuğu ve yanmaya devam ettiği asgari sıcaklık.

Not 1 - Bazı ülkelerde, “yangın noktası” terimi ilave bir anlama sahiptir: Yangın alarmı çağrı noktası ve yangın talimatı uyarılarını da içerebilen, yangınla mücadele donanımının yerleştirildiği konum.

Not 2 - Tipik birimler derece Celsius (°C).cinsinden ifade edilir.

[Kaynak: ISO 13943:2008, 4.119]

3.10 Yangın senaryosu

Üzerinde çalışılan yangını karakterize eden ve bunu diğer muhtemel yangınlardan ayırt eden kilit olayları tanımlayan, zamana göre bir yangının (Madde 3.7) gidişatını niteleyici açıklama.

Not - Bu, yangının gidişatında etkisi olan sistemleri ve çevreyi, tutuşmayı (Madde 3.21) ve yangının büyüme süreçlerini, tam gelişmiş yangın (Madde 3.18) aşamasını ve yangın geciktirme aşamasını tipik olarak tanımlar.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.129]

3.11 Alev, isim

Genellikle ışık yayılımı ile birlikte, gazlı bir ortamda **yanmanın** (Madde 3.1) çabuk, kendi kendine devam eden, sesten yavaş yayılımının olduğu alan.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.133, değiştirilmiş – “olduğu alan” ifadesi ilave edildi.]

3.12 Alev cephesi

Bir malzemenin yüzeyinde olan veya gaz karışımı yoluyla yayılan **alevli yanma** (Madde 3.1) sınırı.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.136]

3.13 Alev geciktirici, isim

Bir **alevin** (Madde 3.11) görüntüsünü bastırmak veya geciktirmek ve/veya **alev yayılma hızını** (Madde 3.15) azaltmak için bir malzemeye eklenen madde veya uygulanan bir işlem.

Not - Alev geciktiricinin/geciktiricilerinin kullanımı tam olarak **yangını** (Madde 3.5) bastırmaz veya **yanmayı** (Madde 3.1) sona erdirmez.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.139]

3.14 Alev yayılması

Alev cephesinin (Madde 3.12) yayılımı.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.142]

3.15 Alev yayılma hızı

Alevin yüzeyde yayılma hızı

ONAYLANMAYAN: Yanma hızı

ONAYLANMAYAN: Yanmanın hızı

Belirtilen şartlarda bir **alev cephesinin** (Madde 3.12) yayılımı sırasında almış olduğu mesafenin geçen zamana bölümü.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.143]

3.16 Tam parlama

<yangın aşaması> Bir mahfaza içindeki yanabilir malzemelerin **yangına** (Madde 3.7) katılan toplam yüzey durumuna geçişi.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.156]

3.17 Parlama noktası

Belirtilen şartlarda, yayılan buharların **alev** (Madde 3.11) varlığında anlık tutuşması için bir malzeme veya bir ürünün ısıtılmasında gerekli olan asgari sıcaklık.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.154]

3.18 Tam olarak gelişmiş yangın

Bir **yangındaki** (Madde 3.5) yanabilir malzemelerin tümünün karıştığı durum.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.164]

3.19 Isı akısı

Birim zaman başına ve birim alan başına yayılan, iletilen veya alınan ısı enerjisinin miktarı.

Not - 1 Tipik birimler $W.m^{-2}$ cinsinden ifade edilir.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.173]

3.20 Isının açığa çıkma hızı

ONAYLANMAYAN: Yanma hızı

ONAYLANMAYAN: Yanmanın hızı

Yanma (Madde 3.1) ile üretilen ısı enerjisi üretim hızı.

Not - 1 Tipik birimler W cinsinden ifade edilir

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.177]

3.21 Tutuşma

ONAYLANMAYAN: Sürdürülen tutuşma

<genel> **Yanmanın** (Madde 3.1) başlaması

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.187]

3.22 Tutuşma

ONAYLANMAYAN: Sürdürülen tutuşma

<Alevli yanma> sürdürülen **alevin** (Madde 3.11) başlaması.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.188]

3.23 Tutuşma kaynağı

Yanmayı (Madde 3.1) başlatan enerji kaynağı

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.189]

3.24 Asgari tutuşma sıcaklığı

Tutuşma noktası

Belirtilen şartlarda **sürdürülebilir yanmanın** (Madde 3.1) başlatılabildiği asgari sıcaklık.

Not 1 - Asgari tutuşma sıcaklığı, sonsuz uzunlukta bir süre için bir ısı zorlama uygulamasını ima eder.

Not 2 - Tipik birimler (°C).cinsinden ifade edilir.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.231]

3.25 Piroliz

Isı etkisiyle bir maddenin kimyasal çözülmesi.

Not 1 - Piroliz genellikle alevli **yanma** (Madde 3.1) başlamadan önce bir **yangın** (Madde 3.5) aşamasını ifade etmek için kullanılır.

Not 2 - Yangın biliminde, oksijenin varlığı veya yokluğu hakkında hiçbir varsayım yapılmaz.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.266]

3.26 Piroliz cephesi

Piroliz (Madde 3.25) bölgesi ile malzemenin yüzeyindeki etkilenmemiş malzeme bölgesi arasındaki sınır.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.267]

3.27 Alevin yüzey yayılması

Bir sıvı veya bir katı yüzey boyunca **tutuşmanın** (Madde 3.22) kaynağından uzağa **alevin yayılması** (Madde 3.14).

[SOURCE: ISO 13943:2008, Madde 4.317]

3.28 Isıl atalet

Isıl iletkenlik, yoğunluk ve özgül ısı kapasitesinin çarpımı.

ÖRNEKLER: Çeliğin ısıl ataleti: $2,3 \times 10^8 J^2 \cdot s^{-1} \cdot m^{-4} \cdot K^{-2}$.
 Polistiren köpüğün ısıl ataleti: $1,4 \times 10^3 J^2 \cdot s^{-1} \cdot m^{-4} \cdot K^{-2}$.

Not 1 - Bir malzeme bir ısı akısına (Madde 3.19) maruz bırakıldığında, yüzey sıcaklığının artış hızı malzemenin ısıl ataleti değerine sıkı bir şekilde bağlıdır. Düşük ısıl ataletli bir malzemenin yüzey sıcaklığı, malzeme ısıtıldığında nispeten hızlı bir şekilde yükselir ve soğutulduğunda nispeten hızlı bir şekilde düşer.

Not 2 - Tipik birim, $J^2 \cdot s^{-1} \cdot m^{-4} \cdot K^{-2}$ cinsinden ifade edilir.

[Kaynak: ISO 13943:2008, Madde 4.326]

4 Alevin yayılma prensipleri

4.1 Sıvılar

Bir sıvı yüzeyi üzerine alevin yüzey yayılımı, sıvının yangın ve parlama noktaları ile yönetilir. Parlama noktası, belirtilen deney şartlarında yayılan buharların alev varlığında anlık tutuşması için ısıtılması gereken asgari sıcaklıktır. Bu durumda, parlama noktası ISO 2592'ye (Cleveland açık kap metodu) göre ölçülür.

Not - Alev yayılması, ISO 2592'nin uygulanabildiği açık sıvı yüzeyi üzerinde tanımlandığı için deney yönteminin tarifi önemlidir. Sıvıların yalıtımı için IEC standartlarından alıntı yapan ISO 2719'da (Pensky- Martens kapalı kap yöntemi) tanımlanan parlama noktası ölçümünün alternatif yönteminde sınırlı bir alanda parlama noktası ölçülür ve uçucu malzemelerin en düşük miktarını tespit etmek amaçlanır. Bu şekilde ölçülen parlama noktası, ISO 2592 ile ölçülenden önemli oranda düşüktür.

Yanma noktası, sıvının sadece tutuşması olmayıp yanmaya devam ettiği sıcaklıktır.

Alevin yüzeye yayılma hızı, sıvının sıcaklığı parlama noktasından daha büyük olduğunda gaz fazı parametreleri ile, sıvının sıcaklığı parlama noktasından daha düşük olduğunda sıvı fazı parametreleri ile belirlenir. Gaz fazı parametreleri hava akışı, alev, ısıl ışıma etkilerini kapsar. Sıvı fazı parametreleri; akışkan sıvı hareketi, yüzey gerilimi ve sıvı viskozitesini kapsar.

4.2 Katılar

Bir katı yüzeyi üzerine alevin yüzey yayılımı genelde, dış faktör (rüzgar ve havalandırma) ve alevin kendisi tarafından tetiklenen hava akışlarından kaynaklanan hava akışı ile ilişkilidir. Alevin yüzeye yayılmasına zıt yöndeki hava akışı (zıt akış), alevin yüzeye yayılma hızını azaltır ve alevin yüzeye yayılması ile aynı yöndeki esen hava akışı (rüzgar destekli) aynı yönde alevin yüzeye yayılma hızını artırır.

Tutuşma bölgesi alt tarafta olan düşey deney numunelerinde, alev üst tarafa doğru hareket eder ve bu hareket, alevin yukarı doğru yüzeye yayılması olarak tarif edilir. Tutuşma bölgesi üst tarafta olan düşey deney numunelerinde, alev alt tarafa doğru hareket eder ve bu hareket, alevin aşağı doğru yüzeye yayılması olarak tarif edilir. Yatay deney numunelerinde, alev, tutuşma bölgesinden yanlamasına uzaklaşarak hareket eder ve bu hareket, alevin yatay yüzeye yayılması olarak tarif edilir.

Deney numunesinin tutuşmasından sonra alev, piroliz ve tutuşmanın yeterli hızda devam etmesi için piroliz cephesinin önünde çoğunlukla ısıl ışıma şeklinde yeterli ısı akısını iletirse, alevin yayılması devam edecektir.

Tutuşma direnci deney numunesinin asgari tutuşma sıcaklığının ve yüzeyin ısınma hızının bir fonksiyonu iken piroliz cephesinin önünde iletilen ısı akısının büyüklüğü, deney numunesinin ısı verme hızına bağlıdır.

Yüzeyin ısınma hızı deney numunesinin sırasıyla birkaç özelliğinin fonksiyonudur:

- a) Kalınlık,
- b) Isıl iletkenlik (k),
- c) Yoğunluk (ρ),
- d) Özgül ısı kapasitesi (c).

Kalın bir deney numunesinde yüzeyin altındaki malzeme ısıyı uzaklaştırabilir ve böylece yüzeyin ısınma hızını azaltır ve tutuşma direncini yükseltir. İnce deney numunesinde bu etki daha fazla azalmıştır, dolayısıyla tutuşma direnci daha düşüktür.

kpc çarpımı "ısıtılma" olarak bilinir. Isıl iletkenlik yüksekse, örneğin katı maddelerde olduğu gibi, yüzey ısıtılma hızı nispeten düşük olacak ve dolayısıyla tutuşma sıcaklığına daha uzun sürede erişilecektir. Isıl iletkenlik düşükse, örneğin bazı köpüklü plastiklerde ve düşük yoğunluklu yanabilir malzemelerde olduğu gibi, yüzey ısıtılma hızı nispeten yüksek olacak ve dolayısıyla tutuşma sıcaklığına daha kısa sürede erişilecektir.

Katılarda alev yayılmasını ilişkin daha ayrıntılı rehber ISO / TS 5658-1'de verilmiştir.

5 Deney yöntemlerinin seçimine ilişkin hususlar

5.1 Yangın senaryosu

Seçilen deney yöntemi/yöntemleri, söz konusu yangın senaryosu ile ilgili olmalıdır. Dikkate alınması gereken önemli parametreler aşağıdakileri içerir:

- Kenarlar, köşeler veya bağlantılar bulunduğu bunları da içeren deney numunesinin geometrisi;
- Yüzey konumu,
- Alevin yayılma yönü,
- Hava akışının hızı ve yönü,
- Tutuşturma kaynağının yapısı ve konumu,
- Dış ısı akışının genliği ve konumu,
- Yanabilir malzemenin katı veya sıvı olması.

5.2 Tutuşturma kaynakları

Bir laboratuvarında kullanılan tutuşturma kaynağı söz konusu yangın senaryosu ile ilgili olmalıdır. Elektroteknik donanımın yangın tehlikesi durumunda, tutuşturma kaynağının aşağıda verilen iki türü söz konusudur:

- Olağan dışı şekilde konumlandırılmış, elektroteknik donanım ve sistemler içerisindeki aşırı ısının dahili kaynakları,
- Elektroteknik donanım ve sistemlerine dışardan gelen alev kaynakları veya aşırı ısıdan.

5.3 Deney numunesinin tipleri

Deney numunesi üretilmiş bir mamul, bir mamulün bileşeni, simüle edilmiş bir mamul (üretilmiş bir mamulün bir bölümünü temsil eden), bir temel malzeme (katı veya sıvı) veya kompozit malzeme olabilir.

Deney numunesinin şeklinde, ölçüsünde ve düzenlenmesindeki değişikliklerin sınırlandırılması tavsiye edilir.

Bazı deney numuneleri anizotropi gösterebilir, örneğin haddelenmiş veya kalıplanmış termoplastik malzemeler. Amaçlanan kullanım ve montaj uygulamasının yangının iki yönde yayılmasının bir yangın güvenliği tehlikesi oluşturduğu durumda örneğin bilgisayar kasaları, bu deney numuneleri hem 'x' hem de 'y' yönlerinde deneye tabi tutulmalıdır.

Not - Bu tavsiye kablolar ve kanalları gibi uzun, ince konfigürasyonlarda tipik olarak tesis edilen mamullere uygulanmaz.

5.4 Deney prosedürü ve tertibatı

Deney prosedürü, tercihen sonuçlar tehlike analizinde kullanılabilecek şekilde tasarlanması tavsiye edilir. Ancak, sadece kalite kontrol veya düzenleme amaçları için planlanan basit deneylerin olması durumunda buna gerek olmayabilir.

Deney tertibatının, Madde 5.3'te tarif edildiği gibi, gerçek elektroteknik mamulü, simüle edilmiş mamulü, malzemeyi veya kompoziti deneye tâbi tutabilmesi tavsiye edilir.

Deney tertibatının tutuşmanın oluşmasının amaçlandığı bölgedeki deney numunesine yaklaşık olarak düzgün bir şekilde, harici ısı kaynağı veya alevden gelen ısı akışını ortaya çıkarabilmesi tavsiye edilir. Isı akışına maruz kalan deney tertibatında, deney numunesinden yayılan buhar-hava karışımını tutuşturabilmesi tavsiye edilir. Elektrik kıvılcımlı bir tutuşturucu veya ön karışım gaz-hava alevi uygun bir şekilde bulundurulmalıdır.

İyi havalandırılmış şartlardaki alevin yüzeye yayılma deneyleri söz konusu yangın senaryosu ile ilgili olan hava akış hızı kullanılarak yapılması tavsiye edilir.

5.5 Ölçme teknikleri

5.5.1 Doğrudan ölçme

Alev cephesinin konumu görsel olarak kontrol edilir. Gözlemler zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilebilir veya basit şekilde bazı geçme/kalma mesafesi kriterine göre kontrol edilebilir.

5.5.2 Dolaylı ölçme

Alevin yayılma hızını veya alevin yayılma miktarını dolaylı olarak değerlendirmek için iki yöntem kullanılır.

Birinci yöntem, bir gösterge malzemesinin yanmış veya hasarlanmış olup olmadığını belirlemektir. Örnekler kâğıt bayrak, atık pamuk veya pamuk ipliktir. Bu gösterge malzemeleri deney numunesinin üzerinde veya yakınında tanımlanmış noktalarda konumlandırılır.

Diğer yöntem, kömürleşen veya hasar gören yüzey miktarının ve/veya konumunun belirlenmesidir. Ölçümler zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilebilir veya basit şekilde bazı geçme/kalma mesafesi kriterine göre kontrol edilebilir.

Doğrudan ve dolaylı yöntemlerin normal olarak eşdeğer sonuçlar vermeyeceğinin dikkate alınması tavsiye edilir.

Bu iki teknik kullanılarak, alevin yüzeye yayılmasının boyutu ve hızı için elde edilen sonuçlar arasında sınırlı ilişki ortaya konmuştur.

6 Sonuçların kullanılması ve yorumlanması

Alevin yüzeye yayılması malzemenin piroliz, tutuşma ve yanma davranışına bağlıdır. Bir malzemeye ait ısı açığa çıkış hızı arttıkça için, malzemenin yüzeyi üzerindeki alevin yüzeye yayılması artar ve yanma ürünleri oluşur. Böylece belirli bir yangında, alevin yüzeye yayılması, ısının açığa çıkış hızı, yanma ürünlerinin artışı, yangın tehlikesi ve yangını söndürmedeki güçlük gibi hususlar hep birlikte artış gösterir.

Alevin yüzeye yayılma hızının tespit edilmesiyle (ve ilgili ısı açığa çıkış hızı ve yanma ürünlerinin meydana geliş hızı), elektroteknik mamullerin yandığında beklenen ilgili tehlike değerlendirilir. Değerlendirme, alevin yüzeye yayılma hızı ne kadar yavaşsa, beklenen tehlikenin de o kadar az olacağı prensibine dayanır. Genellikle alevin yüzeye yayılmasının olmaması veya yavaşlaması istenir.

Kaynaklar

IEC 60332 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*

IEC 61197, *Insulating liquids – Linear flame propagation – Test method using a glass- fibre tape*

ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*

ISO/TS 5658-1, *Reaction to fire tests – Spread of flame – Part 1: Guidance on flame spread*

BHATNAGAR, S.K., VARSHNEY, B.S., and MOHANTY, B. An appraisal of standard methods for determination of surface spread of flame behaviour of materials. *Fire and Materials*. July/September 1992, vol. **16**(3), 141-151. Available from: doi: 10.1002/fam.810160306

CLARKE, F., HOOVER, J.R., CAUDILL, L.M., FINE, A., PARNELL, A. and BUTCHER, G., Characterizing fire hazard of unprotected cables in over-ceiling voids used for ventilation, *Interflam '93. Sixth International Fire Conference*, Oxford. 1993.

DRYSDALE, D., *An introduction to fire dynamics*. New York: John Wiley and Sons, 1985, pp. 186-252.

FERNANDEZ-PELLO, A.C. and HIRANO, T. Controlling mechanisms of flame spread. Published jointly in *Fire Science and Technology* (Japan) 1982, vol. **2**(1), 17-54, and *Combustion Science and Technology* 1983, vol. **32**(1-4), 1-31. Available from: doi: 10.1080/00102208308923650

FRIEDMAN, R., *Principles of fire protection chemistry*, 2nd ed. Quincy, Mass.: National Fire Protection Association, 1989.

GLASSMAN, I., and HANSEL, J.G. Some thoughts and experiments on liquid fuel spreading, steady burning, and ignitability in quiescent atmospheres. *Fire Research Abstracts and Reviews*. 1968 **10**, 217-234. ISSN 0015-265X

HILADO, C.J., *Flammability test methods handbook*. Westport: Technomic, 1973.

HIRSCHLER, M.M., Comparison of large- and small-scale heat release tests with electrical cables, *Fire and Materials*. March/April 1994, vol. **18**(2), 61-76. Available from: doi: 10.1002/fam.810180202

HASEMI, Y., Surface flame spread. In: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Quincy, Mass.: National Fire Protection Association, 2008, pp. 2.278-2.290.

Specification Standard for Cable Fire Propagation, Class Number 3972. Norwood, Mass.: Factory Mutual Research Corporation, 1989.

TEWARSON, A., and KHAN, M.M. A new standard test method for the quantification of fire propagation behavior of electrical cables using Factory Mutual Research Corporation's smallscale flammability apparatus. *Fire Technology*. 1992, vol. **28**(3), 215-227. Available from: doi: 10.1007/BF01857691

TEWARSON, A. Surface Spread of Flame in Standard Tests for Electrical Cables. Technical Report J.I. 8 OM2E1. RC-2. Norwood, Mass.: Factory Mutual Research Corporation, September 1993.