p

********

|  |
| --- |
| **tst EN 60695-7-2** |
| Mart 2012 |
|  |
|  |
|  |
| **ICS** 13.220.40; 29.020 |

|  |
| --- |
|  |
|  |
| **Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7-2: Yanma ürünlerinin zehirliliği-Deney yöntemlerinin özeti ve ilgisi**  Fire hazard deneying -Part 7-2: Toxicity of fire effluent -  Summary and relevance of deney methods  (IEC 60695-7-2:2011)   |  |  | | --- | --- | | Essais relatifs aux risques du feu -  Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu -  Résumé et pertinence des méthodes  d'essai(CEI 60695-7-2:2011) | Prüfungen zur Beurteilung der  Brandgefahr -Teil 7-2: Toxizität von Rauch und/oderBrandgasen -  Auswertung und Sachdienlichkeit vonPrüfverfahren(IEC 60695-7-2:2011) | |

|  |
| --- |
| **I. MÜTALAA** |
| 2014/96316 |

|  |
| --- |
|  |

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ

#### Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

**Milli Önsöz**

− Bu standard; kaynağı EN 60695-7-2:2011 standardı olan TS EN 60695-7-2:2012-03 Türk standardının Mühendislik İhtisas Kurulu’na bağlı TK27 Yangın Teknik Komitesi marifetiyle hazırlanan Türkçe tercümesidir.

− 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 standard da atıf yapılan standardların milli karşılıkları aşağıda verilmiştir.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **EN, ISO, IEC**  **vb. No** | | **Adı**  **(İngilizce)** | **TS No** | **Adı**  **(Türkçe)** |
| IEC 60695-7-1:2010 | | Fire hazard deneying – Part 7-1: Toxicity of fire effluent – General  guidance | TS EN 60695-7-1:2011 | Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7-1: Yanmayla açığa çıkan ürünlerin zehirliliği - Genel kılavuz |
| IEC/TS 60695-7-3 | Fire hazard deneying – Part 7-3: Toxicity of fire effluent – Use and  interpretation of deney results | TS EN 60695-7-3 | Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7-2: Yanma ürünlerinin zehirliliği-Deney yöntemlerinin kullanımı ve çevrimi |
| IEC Guide 104 | The preparation of safety publications and the use of basic safety publicationsand group safety publications | TSE IEC Guide 104 | Güvenlik yayınlarının hazırlanması - Temel ve grup güvenlik yayınlarının kullanılması |
| ISO/IEC 13943 | Fire safety – Vocabulary | TS EN ISO 13943 | Yangın güvenliği - Terimler ve tarifler |
| ISO 13344 | Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents | TS ISO 13344 | Yangın sırasında ortaya çıkan ürünlerin öldürücü zehirleme etkisinin tahmin edilmesi |
| ISO 13571:2007 | Life-threatening components of fire – Guidelines for the estimation of timeavailable for escape using fire data | TS ISO 13571:2010 | Yangının yaşam tehlikesi olan bölümleri- Yangın verileri kullanılarak, kaçış süresinin tahmini için kılavuz |

TS EN 60695-7-2:2012-03 standardı, EN 60695-7-2:2011standardı ile birebir aynı olup, Avrupa Standardizasyon Komitesi’nin (Avenue Marnix 17 B-1000 Brussels) izniyle basılmıştır.

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

**Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7 - 2: Yanma ürünlerinin zehirliliği - Deney yöntemlerinin özeti ve ilgisi**

Fire hazard deneying - Part 7-2: Toxicity of fire effluent -

Summary and relevance of deney methods

(IEC 60695-7-2:2011)

|  |  |
| --- | --- |
| Essais relatifs aux risques du feu -  Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu -  Résumé et pertinence des méthodes  d'essai(CEI 60695-7-2:2011) | Prüfungen zur Beurteilung der  Brandgefahr -Teil 7-2: Toxizität von Rauch und/oderBrandgasen -  Auswertung und Sachdienlichkeit vonPrüfverfahren(IEC 60695-7-2:2011) |

Bu Avrupa standardı CENELEC tarafından 04 Ekim 2011 tarihinde onaylanmıştır. CENELEC üyeleri, bu Avrupa Standardına hiçbir değişiklik yapmaksızın ulusal standard statüsü veren koşulları öngören CEN/CENELEC İç Yönetmeliklerine uymak zorundadırlar.

Bu tür ulusal standardlarla 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. Bir CENELEC üyesinin sorumluluğunda kendi diline çeviri yoluyla elde edilen ve CEN-CENELEC Yönetim Merkezi’ne bildirilen başka bir dildeki bir sürüm, bu standardın resmi sürümleri ile aynı statüdedir.

CENELEC üyeleri sırasıyla, Almanya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan’ın milli standard kuruluşlarıdır.

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**

# Ön söz

IEC/TC 89 “Yangın tehlikesi deneyi” teknik komitesi tarafından hazırlanan IEC 60695-7-2’nin gelecek 1. baskısı olan 89/1059/FDIS dokümanının metni, IEC-CENELEC paralel oylamasına gönderilmiş ve CENELEC tarafından EN 60695-7-2:2011 olarak kabul edilmiştir.

Aşağıdaki tarihler tespit edilmiştir:

* Özdeş ulusal standard olarak yayınlayarak veya (dop) 04-07-2012

onaylayarak bu dokümanın ulusal düzeyde

uygulamaya konması gereken en son tarih

* Bu doküman ile çelişen ulusal standartların (dow) 04-10-2014

yürürlükten kaldırılması gereken en son

tarih

Bu standardda kullanılan bazı kelime ve/veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda CENELEC [ve/veya CEN] sorumlu tutulamaz.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Onay bilgisi**

IEC 60695-7-2:2011Uluslararası Standardının metni, CENELEC tarafından herhangi bir değişiklik olmadan Avrupa Standardı olarak onaylanmıştır.

Resmi sürümünde, aşağıdaki notun gösterilen standard için Kaynaklar’a eklenmesi gerekmektedir:

ISO 5659-2 NOT EN ISO 5659-2 olarak uyumlaştırılmıştır.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# 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 zaruridir. Tarihli atıf dokümanları için, sadece alıntı yapılmış yayın geçerlidir. 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 60695-7-1 | 2010 | Fire hazard deneying -  Part 7-1: Toxicity of fire effluent - General  guidance | EN 60695-7-1 | 2010 |
| IEC/TS 60695-7-3 | **-** | Fire hazard deneying -  Part 7-3: Toxicity of fire effluent - Use and  interpretation of deney results | **-** | **-** |
| 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 13344 | **-** | Estimation of the lethal toxic potency of fire  effluents | **-** | **-** |
| ISO 13571 | 2007 | Life-threatening components of fire -  Guidelines for the estimation of time available  for escape using fire data | **-** | **-** |
| ISO 13943 | **-** | Fire safety – Vocabulary | **-** | **-** |
| ISO 16312-1 | 2010 | Guidance for assessing the validity of physical  fire models for obtaining fire effluent toxicity  data for fire hazard and risk assessment -  Part 1: Criteria | **-** | **-** |
| ISO/TR 16312-2 | 2007 | Guidance for assessing the validity of physical  fire models for obtaining fire effluent toxicity  data for fire hazard and risk assessment -  Part 2: Evaluation of individual physical fire  Models | **-** | **-** |
| ISO 19701 | **-** | Methods for sampling and analysis of fire  effluents | **-** | **-** |
| ISO 19702 | **-** | Toxicity deneying of fire effluents - Guidance for  analysis of gases and vapours in fire effluents  using FTIR gas analysis | **-** | **-** |
| ISO 19703 | 2010 | Generation and analysis of toxic gases in fire -  Calculation of species yields, equivalence  ratios and combustion efficiency in  experimental fires | **-** | **-** |
| ISO 19706 | **-** | Guidelines for assessing the fire threat to  people | **-** | **-** |

1. Baskı 2011-08

**ULUSLARARASI**

**STANDARD**

**INTERNATIONAL**

**STANDARD**

**NORME**

**INTERNATIONALE**

**Yangın tehlike deneyi -**

**Bölüm 7-2: Yanma ürünlerinin zehirliliği - Deney yöntemlerinin özeti ve ilgisi**

**Fire hazard deneying -**

**Part 7-2: Toxicity of fire effluent - Summary and relevance of deney methods**

**Essais relatifs aux risques du feu -**

**Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu - Résumé et pertinence des méthodes**

**d'essai**

**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 yayınla 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 Varembé

CH-1211 Geneva 20

İsviçre

e-posta: inmail@iec.ch

Web: [www.iec.ch](http://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 aldığınızdan 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 yapabilmenizi 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 yayınla 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

**ULUSLARARASI**

**STANDARD**

**INTERNATIONAL**

**STANDARD**

**NORME**

**INTERNATIONALE**

**Yangın tehlike deneyi -**

**Bölüm 7- 2: Yanma ürünlerinin zehirliliği - Deney yöntemlerinin özeti ve ilgisi**

**Fire hazard deneying -**

**Part 7-2: Toxicity of fire effluent - Summary and relevance of deney methods**

**Essais relatifs aux risques du feu -**

**Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu - Résumé et pertinence des méthodes**

**d'essai**

**ULUSLARARASI**

**ELEKTROTEKNİK**

**KOMİSYONU**

INTERNATIONAL

ELECTROTECHNICAL

COMMISSION

COMMISSION

ELECTROTECHNIQUE

INTERNATIONALE

**X**

PRICE CODE

CODE PRIX

ICS 13.220.40; 29.020 ISBN 978-2-88912-628-6

**İçindekiler**

**Sayfa**

ÖN SÖZ 5

Giriş 7

1 Kapsam 8

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar 8

3 Terimler ve tarifler 8

4 Küçük ölçekli zehirlilik deneylerinin görevi 15

4.1 Genel 15

4.2 Zehir etkisi 15

4.3 Kesirli etkin doz (FED) ve zehir tehlikesi 16

4.4 Kesirli etkin derişim (FEC) 16

4.5 Genel zehir etkileri 16

5 Küçük ölçekli zehirlilik deneylerinin genel hususları 17

5.1 Genel 17

5.2 Fiziksel yangın modelleri 17

5.3 Bir bölme yangınında yangın aşamaları 19

5.4 Analiz yöntemleri 19

5.4.1 Kimyasal analiz bazlı yöntemler 20

5.4.2 Hayvan maruziyetine dayanan yöntemler 20

6 Yayınlanan kimyasal analize dayalı deney yöntemlerinin özeti 20

6.1 Genel 20

6.2 Birleşik Krallık Savunma Bakanlığı - Savunma Standardı (DS) 20

6.2.1 Özet 20

6.2.2 Amaç ve prensip 20

6.2.3 Deney numunesi 21

6.2.4 Deney yöntemi 21

6.2.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 21

6.2.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 22

6.2.7 Kaynak doküman 22

6.3 Airbus Endüstrisi 22

6.3.1 Özet 22

6.3.2 Amaç ve prensip 22

6.3.3 Deney numunesi 22

6.3.4 Deney yöntemi 22

6.3.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 23

6.3.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 23

6.3.7 Kaynak dokümanlar 23

6.4 İtalyan Elektroteknik Komitesi (CEI) 23

6.4.1 Özet 23

6.4.2 Amaç ve prensip 23

6.4.3 Deney numunesi 23

6.4.4 Deney yöntemi 23

6.4.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 24

6.4.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 24

6.4.7 Kaynak dokümanlar 24

6.5 Fransız standardı (NF) 24

6.5.1 Özet 24

6.5.2 Amaç ve prensip 24

6.5.3 Deney numunesi 24

6.5.4 Deney yöntemi 24

6.5.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 25

6.5.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 25

6.5.7 Kaynak dokümanlar 25

6.6 Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) 25

6.6.1 Özet 25

6.6.2 Amaç ve Prensip 25

6.6.3 Deney numunesi 25

6.6.4 Deney Yöntemi 26

6.6.5 Yanma ürününün örneklemesi 26

6.6.6 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 26

6.6.7 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 26

6.6.8 Kaynak dokümanlar 26

6.7 Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) 26

6.7.1 Özet 26

6.7.2 Amaç ve prensip 27

6.7.3 Deney numunesi 27

6.7.4 Deney yöntemi 27

6.7.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 27

6.7.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 27

6.7.7 Kaynak dokümanlar 27

6.8 Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) 28

6.8.1 Özet 28

6.8.2 Amaç ve prensip 28

6.8.3 Deney numunesi 28

6.8.4 Deney yöntemi 28

6.8.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 28

6.8.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 28

6.8.7 Kaynak dokümanlar 29

6.9 Demiryolu taşıt kabloları için zehirlilik deneyi 29

6.9.1 Özet 29

6.9.2 Amaç ve prensip 29

6.9.3 Deney numunesi 29

6.9.4 Deney yöntemi 29

6.9.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 30

6.9.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler 30

6.9.7 Kaynak doküman 30

7 Hayvan maruz kaldığı deney yöntemlerine ilişkin yayınlanan özet 30

7.1 Alman Standard Enstitüsü (DIN) 30

7.1.1 Özet 30

7.1.2 Amaç ve prensip 30

7.1.3 Deney numunesi 30

7.1.4 Denet yöntemi 31

7.1.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 31

7.1.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler 31

7.1.7 Kaynak dokümanlar 31

7.2 Ulusal Standartlar Bürosu (NSB) 31

7.2.1 Özet 31

7.2.2 Amaç ve prensipler 31

7.2.3 Deney numunesi 32

7.2.4 Deney yöntemi 32

7.2.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 32

7.2.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler 32

7.2.7 Kaynak dokümanlar 33

7.3 Ulusal Standardlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) 33

7.3.1 Özet 33

7.3.2 Amaç ve prensip 33

7.3.3 Deney numunesi 33

7.3.4 Deney yöntemi 33

7.3.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 34

7.3.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler 34

7.3.7 Kaynak dokümanları 34

7.4 Pittsburgh (Upitt) Üniversitesi 34

7.4.1 Özet 34

7.4.2 Amaç ve prensip 34

7.4.3 Deney numunesi 34

7.4.4 Deney yöntemi 34

7.4.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 35

7.4.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 35

7.4.7 Kaynak dokümanlar 35

7.5 Yapı bileşenleri için Japon yangın zehirlilik deneyi 35

7.5.1 Özet 35

7.5.2 Amaç ve prensip 35

7.5.3 Deney numunesi 36

7.5.4 Deney yöntemi 36

7.5.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık 36

7.5.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler 36

7.5.7 Kaynak dokümanlar 36

Ek A (Bilgi için) Zehirlilik deney yöntemlerine genel bakış 37

Kaynaklar 39

Şekil 1 - Bir bölme içinde yangın gelişimine ait farklı aşamalar 19

Çizelge 1 - Yangın tiplerinin özellikleri (bk. ISO 19706) 18

Çizelge 2 - Çeşitli gazlar için DS 02-713 standardından alınan değerleri 21



Çizelge 3 - Gaz bileşenleri hacim oranı sınırları 23

Çizelge 4 - Ayrışma koşulları 26

Çizelge 5 - Ayrışma koşulları 27

Çizelge 6 - Gaz bileşeni için hacim oranı sınırları 28

Çizelge 7 - EN 50305'ten alınan CCz değerleri 30

Çizelge A1 - Zehirlilik deney yöntemlerine genel bakış 37

ULUSLARARASI ELEKTROTEKNİK KOMİSYONU

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Yangın tehlike deneyi -**

**Bölüm 7 - 2: Yanma ürünlerinin zehirliliği - Deney yöntemlerinin özeti ve ilgisi**

# ÖN SÖZ

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 mutakabatları, 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 60695-7-2Uluslararası Standardı, IEC 89 “Yangın tehlikesi deneyi” teknik komitesi tarafından hazırlanmıştır.

IEC 60695-7-2 standardının bu birinci baskısı 2002 yılında yayınlanan IEC/TR 60695-7-2 Teknik Raporu’nun birinci baskısının yerine geçer ve iptal eder. Bu standard teknik bir revizyon oluşturur ve artık Uluslararası Standard statüsündedir.

Bu standard, IEC Guide 104 ve ISO/IEC Guide51’e göre bir temel güvenlik yayını statüsüne sahiptir.

Bir önceki basıma göre yapılan temel değişiklikler aşağıda verilmiştir:

– Standard boyunca yazım değişiklikleri yapılmış,

– Atıf yapılan standardlar genişletilmiş,

– Terimler ve tarifler revize edilmiş,

– Standard boyunca “Tekrarlanabilirlik ve uyarlık” verilerinde değişiklikler yapılmış,

– Standard boyunca “Deney verilerinin uygunluğu” için değişiklikler yapılmış,

– Madde 5’te değişiklikler,

– Çizelge 1 ve Şekil 1 ilave edilmiş,

– Yeni eklenen Madde 6.6’da ISO deney yöntemi sunulmuş,

– Yeni eklenen Madde 6.8’de EN 50305’ten alınan deney yöntemi sunulmuş,

– Ek A revize edilmiş ve Çizelge A.1 ilave edilmiş,

– Kaynaklar genişletilmiştir.

Bu standard metni aşağıdaki dokümanlara dayalıdır:

|  |  |
| --- | --- |
| FDIS | Oylama raporu |
| 89/1059/FDIS | 89/1073/RVD |

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

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

Yangın tehlikesi deneyi genel başlığı altında IEC 60695 serilerindeki tüm bölümlerin bir listesi IEC’nin web sitesinde bulunabilir.

IEC 60695-7aşağıdaki bölümlerden oluşur:

Bölüm 7-1: Yanmayla açığa çıkan ürünlerin zehirliliği – Genel kılavuz

Bölüm 7-2: Yanma ürünlerinin zehirliliği – Deney yöntemlerinin özeti ve ilgisi

Bölüm 7-3: Yanma ürünlerinin zehirliliği – Deney sonuçlarının kullanılması ve yorumlanması

Bölüm 7-50: Yanma ürünlerinin zehirliliği – Zehir oranının tahmini – Düzenekler ve deney yöntemi

Bölüm 7-51: Yanma ürünlerinin zehirliliği – Zehir oranının tahmini – Deney sonuçlarının hesaplanması ve yorumlanması

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

IEC 60695-7 standardarının serisi elektroteknik ürünleri içeren yangınların zehir tehlikesini en aza indirmek için ISO/TC 92 önerilerinin uygulanması ve uyarlanmasında IEC ürün komitelerine kılavuzluk sağlar.

Elektroteknik ürünler, öncelikle yangın konusu olan, genel yangın tehlikesine önemli katkıda bulunabilecek zehirli ürünün salınımı sırasında yangın tehlikesine katkıda bulunabilir.

Ürün standartlarındaki yangından dolayı zehirli tehlikenin değerlendirilmesi için gerekleri içeren IEC ürün komitesi, zehirli etki ve bu uluslararası standartlarda tarif edilen zehirliliğin diğer ölçümlerin doğrudan ürün özelliklerinde kullanılmamasına dikkat etmelidir. Zehirli etki deney yöntemlerinden gelen veriler sadece kütle kaybı oranı gibi yangın verileri reaksiyonuna dayalı diğer ürünlerle birlikte zehirlilik tehlikesinin değerlendirilmesinin bir parçası olarak kullanılmalıdır.

1 Kapsam

IEC 60695-7-2 standardı akut zehirli etkisinin ve diğer zehirlilik deneylerinin değerlendirilmesinde yaygın kullanılan deney yöntemlerinin kısa bir özetini kapsar. Gerçek yangın senaryolarıyla ilgili özel gözlemleri içerir ve bunların kullanımı ile ilgili tavsiyeler verir.

IEC 60695-7-2 standardı, gerçek yangın senaryolarıyla ilgili zehirli etki verileri sağlayan deneyleri ve yangın tehlikesi değerlendirilmesine ve yangın güvenliği mühendisliğinin kullanıma uygun olanları önerir.

Bu temel güvenlik yayını, IEC Kılavuz 104 ve ISO/IEC Kılavuz 51’de belirtilen ilkelere uygun olarak standartların hazırlanmasında teknik komiteler tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

e

Temel güvenlik yayınlarından, uygulanabildiği her yerde, yayımlarının hazırlanmasında yararlanmak teknik komitenin sorumluluklarından biridir. Bu temel güvenlik yayımının gerekleri, deney yöntemleri veya deney şartları ilgili yayınlar özellikle atıf yapılmadığında veya dahil edilmediğinde uygulanmayacaktır.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, aşağıdaki dokümanlara tamamen veya kısmen zorunlu atıf yapılmıştır ve bu atıflar bu dokümanın uygulanması için kaçınılmazdır. Tarih belirtilen atıflarda, belirtilmiş olan baskı geçerlidir. Tarih belirtilmemiş atıflarda, atıf yapılan dokümanın en son baskısı (tadiller dâhil) kullanılır.

IEC 60695-7-1:2010, Fire hazard testing – Part 7-1: Toxicity of fire effluent– General guidance (Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7-1: Yanmayla açığa çıkan ürünlerin zehirliliği - Genel kılavuz)

IEC/TS 60695-7-3, Fire hazard testing – Part 7-3: Toxicity of fire effluent – Use and interpretation of deney results (Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7-2: Yanma ürünlerinin zehirliliği-Deney yöntemlerinin kullanımı ve çevrimi)

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

ISO/IEC 13943, Fire safety – Vocabulary (Yangın güvenliği - Terimler ve tarifler)

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

ISO 13344, Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents (Yangın sırasında ortaya çıkan ürünlerin öldürücü zehirleme etkisinin tahmin edilmesi)

ISO 13571:2007, Life-threatening components of fire – Guidelines for the estimation of timeavailable for escape using fire data ( Yangının yaşam tehlikesi olan bölümleri- Yangın verileri kullanılarak, kaçış süresinin tahmini için kılavuz)

ISO 16312-1:2010, Guidance for assessing the validity of physical fire models for obtainingfire effluent toxicity data for fire hazard and risk assessment – Part 1: Criteria

ISO/TR 16312-2:2007, Guidance for assessing the validity of physical fire models forobtaining fire effluent toxicity data for fire hazard and risk assessment – Part 2: Evaluation of individual physical fire models

ISO 19701, Methods for sampling and analysis of fire effluents

ISO 19702, Toxicity deneying of fire effluents – Guidance for analysis of gases and vapours in fire effluents using FTIR gas analysis

ISO 19703:2010, Generation and analysis of toxic gases in fire – Calculation of speciesyields, equivalence ratios and combustion efficiency in experimental fires

ISO 19706, Guidelines for assessing the fire threat to people

3 Terimler ve tarifler

Bu standardın amaçları bakımından, aşağıdakilerin yanı sıra kullanıcı kolaylığı için bazı yeniden yapılan terimler ve tarifler, ISO/EC 13943:2008 standardında verilen terimler ve tarifler uygulanır.

### 3.1 Akut zehirlilik

Hızlı bir şekilde zehirli etkilerin oluşmasına neden olan zehirlilik.

Atıf. zehirli etki (Madde 3.45).

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.5]

### 3.2 Yanmak (geçişsiz fiil)

Yanmaya geçmek.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde4.28]

### 3.3 Yakmak (geçişli fiil)

Yanma nedeni.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.29]

### 3.4 Yanabilir (sıfat)

Tutuşma ve yanma kabiliyeti.

[ISO / IEC 13943:2008, (Madde 4.43]

### 3.5 Yanıcı (isim)

Yanma kabiliyetine sahip madde.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.44]

### 3.6 Yanma

Oksitleyici bir madde ile maddenin ekzotermik reaksiyonu

**Not -** Yanma genellikle alevler ve/veya ışıldamanın eşlik ettiği yangın ürününü yayar.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.46]

### 3.7 Yanma verimliliği

Tam olmayan yanmada ısı açığa çıkış miktarının teorik tam yanma ısısına oranı.

**Not 1 -** Yanma verimliliği yalnızca tam yanmanın tanımlanabildiği durumlar için hesaplanabilir.

**Not 2 -** Yanma verimliliği boyutsuzdur ve genellikle yüzde olarak ifade edilir.

[ISO / IEC 13943:2008, tarif 4.47]

### 3.8 Tam yanma

İçinde bütün **yanma ürünlerinin** tam olarak oksitlendiği yanma.

**Not 1** - Oksitleyici madde(Madde 4.246) oksijen olduğunda, bütün karbonun karbondioksite ve tüm hidrojenin suya dönüştüğü anlamına gelir.

**Not 2** - Karbon, hidrojen ve oksijenden başka elementlerin yanabilir (Madde 4.43) madde içinde mevcut olması durumunda, bu elementler 298 K’de kendi standart durumlarındaki en kararlı ürünler haline dönüştürülür.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.50]

### 3.9 Derişim

Birim hacim başına kütle

**Not 1 -**  Bir yangın ürünü için tipik birim metre küp başına gramdır(g x m–3).

**Not 2** - Zehirli gaz için, derişim genellikle *T*=298 K ve *P*=1 atm’de bir hacim oranı olarak ifade edilir, tipik birim Litre başına mikrolitre (μL/L) olup, cm3/m3 veya 10-6ya eşdeğerdir.

**Not 3** - *T* sıcaklığında ve *P* basıncındaki bir gazın derişimi, hacim oranının bu sıcaklık ve basınçta gazın yoğunluğu ile çarpılmasından (ideal gaz davranışı varsayımıyla) hesaplanabilir.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.52]

### 3.10 Kapalı yer

<Bina ortamı> Bir veya daha fazla açık yeri bulunan, sınırlayıcı yüzeylerle tanımlı hacim.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.77]

### 3.11 Eşdeğerlik oranı

Yakıt /hava oranının sitokiyometrik bir karışım için gerekli olan yakıt/hava oranına bölümü.

**Not 1 -** Hacim olarak, standart kuru hava % 20,95 oksijen içerir. Uygulamada, hapsolmuş havada oksijen derişimi değişebilir ve standart kuru hava esaslı eşdeğerlik oranının hesabına gerek vardır.

**Not 2 -** Eşdeğerlik oranı boyutsuzdur.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.81]

### 3.12 Maruz kalma dozu

Bir derişim-zaman eğrisi altındaki alan integrali ile hesaplanan, soluma için mevcut zehirli bir gaz veya yangın ürününün azami miktarının ölçüsü.

**Not 1** - Yangın ürünü için, tipik birim gram çarpı metre küp başına dakikadır (gxminxm-3).

**Not 2** - Zehirli bir gaz için, tipik birim mikrolitre çarpı litre başına dakikadır (μL x min xL-1) (*T*=298 K ve *P*=1 atm’de) bk. hacim oranına (Madde 3.49)

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.89]

### 3.13 Maruz kalma süresi

Kişiler, hayvanlar veya deney numunelerinin belli şartlar altında maruz kaldıkları süre.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.90]

### 3.14 F faktörü

Bir yangından kaçma yeteneğine ciddi şekilde uyum sağlaması beklenen zehirli bir gaz tahriş edici asgari derişimi.

**Not** - Derişim genellikle *T*=298 K ve *P*=1 atm’de bir hacim oranı olarak ifade edilir, bu durumda tipik birim cm3/m3 veya 10-6ya eşdeğer olan, litre başına mikrolitredir (μL/L).

[ISO / IEC 13943:2008, tanım 4.94]

### 3.15 Yangın

(Genellik olarak) ısı ve yangın ürünü ile karakterize edilen ve genellikle duman, alev, ışıldanma ve bunların bir bileşiminin eşlik ettiği yanma işlemi.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.96]

### 3.16 Yangın ürünü

Yanma veya bir yangında eriyerek bozulma ile oluşan asılı partiküller dahil gazlar ve aerosoller toplamı.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.105].

### 3.17 Yangın tehlikesi

Yangından kaynaklanan arzu edilmeyen sonuçlarla ilgili ihtimal taşıyan fiziksel nesne veya durum.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.112]

### 3.18 Yangın tehlikesi değerlendirmesi

Mümkün olan yangın nedenlerinin, daha sonraki yangın büyümesinin doğası ve imkanı ile yangının mümkün olan sonuçlarının değerlendirilmesi.

### 3.19 Yangın duman bulutu

Bir yangının üzerindeki, yüzen gaz bulutu ve içinde taşınan herhangi maddeler.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.118]

### 3.20 Yangın güvenlik mühendisliği

Belli yangın senaryoları analizi yoluyla veya bir grup yangın senaryosu ile ilgili riskin sayısallaştırılması yoluyla bina ortamındaki tasarımların geliştirilmesi veya değerlendirilmesi için bilimsel ilkelere dayanan mühendislik yöntemlerinin uygulanması

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.126]

### 3.21 Yangın senaryosu

İncelenen yangını karakterize eden ve bunu diğer muhtemel yangınlardan ayırt eden kilit olayları belirten, zamana göre bir yangın hareketinin nitel açıklaması.

**Not -** Bu tipik olarak tutuşma ve yangın büyüme süreçleri, tam gelişmiş yangın aşaması, yangın geciktirme aşaması ve çevre ile yangın olayı üzerinde etkisi olan sistemleri tanımlar.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.129]

### 3.22 Yangın deneyi

Bir yangının davranışını ölçme veya bir yangının etkilerine bir parçanın maruz bırakılma deneyi.

**Not -** Bir yangın deneyinin sonuçları yangın şiddetini veya yangın dayanımını belirlemede veya deney numunesinin yangına reaksiyonunu nitelemekte kullanılabilir.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.132]

### 3.23 Alev geciktirici

Alevli yanmanın yavaşladığı, sona erdiği veya engellendiği malzeme özelliği.

**Not 1** - Alev geciktirme temel malzemenin doğal özelliği olabilir veya belli işlem ile açıklanabilir.

**Not 2** - Deney sırasında bir malzeme tarafından gösterilen alev geciktirme derecesi deney şartlarıyla değişebilir.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.138]

### 3.24 Alev geciktirici, isim

Bir alevin görüntüsünü bastırmak veya geciktirmek ve/veya alev yayılma hızını azaltmak için bir malzemeye eklenen madde veya uygulanan işlem.

**Not -** Alev geciktirici/geciktiricilerinin kullanımı mutlaka yanmayı bastırmaz veya sona erdirmez.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.139]

### 3.25 Geciktirilen alev

Bir alev geciktirici ile yapılan işlem.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.141]

### 3.26 Tam parlama

(Yangın aşaması) bir mahfaza içindeki yanabilir malzemelerin yangınına katılan toplam yüzey durumuna geçiş.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.156]

### 3.27 Kesirli etkin derişim, FED

Bir tahriş edicinin derişiminin ortalama duyarlılıkta maruz kalan bir nesne üzerinde belli bir etki üretmesi beklenen derişime oranı.

**Not 1** - Kavram olarak, kesirli etkin derişim güçsüz duruma gelme, ölümcüllük veya başka bir son nokta dahil, herhangi bir etkiye atıfta bulunabilir.

**Not 2** - Belli bir tahriş ediciye dayalı olarak kullanılmadığında, “FED” terimi yangın üreten bir ortamdaki bütün tahriş edicileri ile ilgili FED değerlerinin toplamını temsil eder.

**Not 3** - FED boyutsuzdur.

[ISO / IEC 13943:2008, Madde 4.159]

### 3.28 Kesirli etkin doz, FED

Bir boğucu maddenin için maruz kalma dozunun ortalama duyarlılıkta maruz kalan bir nesne üzerinde belli bir etki üretmesi beklenen boğucu maddenin maruz kalma dozuna oranı.

**Not 1** - Kavram olarak, kesirli etkin doz, güçsüz duruma gelme, ölümcüllük veya başka bir son nokta dahil, herhangi bir etkiye atıfta bulunabilir.

**Not 2** - Belli bir boğucu maddeye dayalı olarak kullanılmadığında, “FED” terimi bir yanma ortamındaki bütün boğucu maddeler ile ilgili FED değerlerinin toplamını temsil eder.

**Not 3** - FED boyutsuzdur.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.160]

### 3.29 Tam olarak gelişmiş yangın

Bir yangındaki yanabilir malzemelerin tümünün karıştığı durum.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.164]

### 3.30 Isı akısı

Birim alanı başına ve birim zaman başına yayılan, aktarılan veya alınan ısı enerji miktarı.

**Not** - Tipik birim metrekare başına watt'dır (W ×m–2).

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.173]

### 3.31 Tutuşturma kaynağı

Yanmayı başlatan enerji kaynağı.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.189]

### 3.32 Güçsüz duruma gelme

Belli bir görevi başarmak için fiziksel yetersizlik durumu.

**Not** – Belli bir göreve ait bir örnek bir yangından kaçmayı başarmaktır.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.194]

### 3.33 Ölümcül derişim 50, LC50

Belirtilen bir maruz kalma süresi ve sonradan maruz kalma süresi içinde verilen bir canlı türü topluluğunun % 50’sinin ölmesine neden olan, derişim-tepki verisinden istatistiksel olarak hesaplanan, zehirli bir gaz veya yangın ürünü derişimi.

**Not 1** - Yangın ürünü için tipik birim metre küp başına gramdır (gx m-3).

**Not 2** - Zehirli bir gaz için tipik birim *T*=298 K ve *P*=1 atm’de litre başına mikro litredir (μL/L), bk. “hacim oranı” Madde 3.49.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.207]

### 3.34 Ölümcül maruz kalma dozu 50, LCt50

LC50ürünü ve üzerinde belirlendiği maruz kalma süresi.

Atıf. derişim(Madde 3.9), maruz kalma dozu (Madde 3.12).

**Not 1** - LCt50 ölümcül zehirli etkinin bir ölçüsüdür.

**Not 2** - Yangın ürünü için tipik birim metre küp başına gram çarpı dakikadır (g x min x m-3).

**Not 3**- Zehirli bir gaz (Madde 4.336) için tipik birim *T*=298 K ve *P*=1 atm’de litre başına mikrolitre çarpı dakikadır (μL x min x L-1), bk. hacim oranı (Madde 3.49).

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.208]

### 3.35 Ölümcül zehirli etki

Belirli zehirli etkinin öldürdüğündeki zehirli etki.

Atıf. ölümcül maruz kalma dozu 50 *LCt*50(Madde 3.34).

### 3.36 Kütle kaybı derişimi

(Kapalı sistem)Yakma sırasında tükenen deney numunesi kütlesinin deney odası hacmine bölümü.

**Not** - Tipik birim metre küp başına gramdır (g x m-3).

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.222].

### 3.37 Kütle kaybı derişimi

(Açık sistem) Yanma sırasında tükenen deney numunesi kütlesinin deney aleti üzerinden geçen toplam hava hacmine bölümü.

**Not 1** - Bu tarif, kütlenin zaman boyunca düzgün hava akışında saçıldığını varsayar.

**Not 2** - Tipik birim metre küp başına gramdır (gx m-3).

[ISO/IEC 13943:2008, tanım 4.223].

### 3.38 Fiziksel yangın modeli

Bir yangının belli bir aşamasını temsil etmeyi amaçlayan yangın deney işlemi, aletler ve ortamı içeren laboratuvar süreci.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.251].

### 3.39 Eriyerek bozulma

Isı etkisiyle bir maddenin kimyasal çözünmesi.

**Not 1** - Eriyerek bozulma genellikle alevli yanmanın başlamasından evvel bir yangın aşaması olarak adlandırılır.

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

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.266].

### 3.40 Gerçek ölçekli yangın deneyi

Gerçek ölçeği, eşyanın gerçek yerleşim biçimini ve ortamı dikkate alarak, verilen bir uygulamanın benzetimini yapan yangın deneyi.

**Not** -Böyle bir yangın deneyi normal olarak ürünlerin özelliklerinin belirleyicisi tarafından ve/veya normal uygulamaya uygun olarak ortaya konan şartlara uygun olarak kullanıldığını varsayar.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.273]

### 3.41 Duman

Yangın ürününün görülebilir bölümü.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.293]

### 3.42 Deney numunesi

Değerlendirme ve ölçme işlemine maruz birim.

**Not** -Bir yangın deneyinde, birim bir malzeme, ürün, bileşen, yapı elemanı veya bunların herhangi bir birleşimi olabilir. Bu, bir ürünün davranışının benzetimi için kullanılan bir algılayıcı da olabilir.

[ISO/IEC 13943:2008, tanım 4.321]

### 3.43 Isıl çözülme

Bir birim üzerinde ısı veya yükseltilmiş sıcaklık etkisiyle kimyasal bileşimde değişikliğe neden olan süreç.

**Not** - Bu ısıl bozulmadan farklıdır.

[ISO/IEC 13943:2008, tanım 4.323]

### 3.44 Zehirli

Zehirli

**Not** - Zehirli bir madde canlı organizmalar üzerinde kötü etkiler üretir, örneğin, iritasyon, narkoz veya ölüm gibi.

[ISO/IEC 13943:2008, tanım 4.335]

### 3.45 Zehirli tehlike

Zehirli yanma ürünlerine maruz bırakılmasından kaynaklanan zarar ile ilgili potansiyel.

Atıf. yangın tehlikesi (Madde 317).

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.337]

### 3.46 Zehirli etki

Belli bir zehirli etkiyi aydınlatmak için gerekli zehir miktarının ölçümü.

Atıf. ölümcül maruz kalma dozu 50.

**Not** - Küçük bir zehirli etki değeri yüksek bir zehirliliğe ve tam tersi karşılık gelir.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.338]

### 3.47 Zehirli

Zehirli madde.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.340]

### 3.48 Zehirlilik

Zehir kalitesi.

Atıf. akut zehirlilik (Madde 3.1) ve zehir etkisi (Madde 3.46)

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.341]

### 3.49 Hacim oranı

<Bir gaz karışımındaki gaz> Aşağıdakilerin oranıdır:

- Gazın yalnız başına belirtilen bir sıcaklık ve basınçta işgal edeceği hacim,

- Aynı sıcaklık ve basınçta gaz karışımının işgal ettiği hacim.

**Not 1** - T sıcaklığında ve P basıncındaki bir gazın derişimi, hacim oranının o sıcaklık ve basınçtaki yoğunluğu ile çarpımı vasıtasıyla hacim oranından (ideal gaz davranışı varsayılarak) hesaplanabilir.

**Not 2** - Başkaca belirtilmedikçe, 298 K’lık bir sıcaklık ve 1 atm’lik bir basınç varsayılır.

**Not 3** - Hacim oranı boyutsuzdur ve genellikle litre başına mikrolitre (μL/L) cinsinden ifade edilir, bu yüzde olarak cm3/m3e veya 10-6ya eşdeğerdir.

[ISO/IEC 13943:2008, Madde 4.351]

### 3.50 Hacimsel verim

Yangın etkileyicisi bileşeninin, 298 K ve 1 atm’deki hacminin, bu hacmin üretimiyle ilgili deney numunesinin kütle kaybına bölümü.

**Not 1** - Tipik birim gram başına metre küptür (m3 x g-1).

[ISO/IEC 13943:2008, tanım 4.352]

## 4 Küçük ölçekli zehirlilik deneylerinin görevi

### 4.1 Genel

Küçük ölçekli zehirlilik deneyleri ve özellikle zehir etkisi deneyleri, zehir tehlike değerlendirmeleri, zehirli tehlike değerlendirmeleri, yangın tehlike değerlendirmeleri veya yangın güvenliği mühendislik hesaplamalarında kullanılacak veriyi oluşturmak için çok özel bir amaca hizmet eder

Bu deneyler, bir malzeme veya ürün ile ilişkili zehirlilik veya zehir tehlikesinin doğrudan göstergesini veren verileri sağladığı gibi sık sık yanlış bir şekilde yorumlanır. Bu gibi yorumlamalar geçersizdir ve SO 19706 ve IEC 60695-7-1'de verilen kılavuza zıt düşmektedir ve zehir tehlikesine verilen bir malzeme veya ürün muhtemelen ürünün katkısı hakkında yanlış varsayımlara yol açmaktadır.

Bu nedenle, küçük ölçekli zehirlilik deneylerindeki veriler, zehir tehlikesinin herhangi bir düzeyde doğrudan ürün özelliklerinde veya izolasyonda işaret edilmesinde kullanılmamalıdır.

Zehir etkisi deney yöntemlerinden elde edilen verileri sadece diğer ürün bazlı reaksiyona bağlı kütle kaybı oranı gibi yangın verileri için zehir tehlikesi değerlendirmesinin bir parçası olarak kullanılmalıdır.

## 4.2 Zehir etkisi

Zehir etkisi terimi yangın biliminde özel teknik bir terimdir. Bu belirli bir zehir etkisini ortaya çıkarmak için gerekli olan zehirli madde miktarının ölçüsüdür. Yaygın olarak kullanılan belirli bir zehir etkisine maruz bırakılan organizmaların %50'sinin ölümüne neden olan maruz kalma dozudur. Bu, *LCt*50 (ölümcül maruz kalama dozu 50) olarak bilinir.

Zehirli bileşenlerin bir karışımı içinde, *i*'inci zehirli bileşenin maruz kalma dozu, [D]*i*, aşağıdaki bağıntıyla tanımlanır:



veya *i*'inci zehir bileşenin hacim oranı zaman içinde sabit ise,



Burada,

*i*’inci zehir bileşenin hacim oranı,



Bir zehir etkisi deneyinden, *i*’inci zehir bileşenin hacimsel verim,



Maruz kalma süresi *t* içinde kütle kaybı entegralinin yangın ürünü kütlesine bölümü olan kütle kaybı derişimi entegrali,



Maruz kalama süresi sırasında deney numunesi kaybının kütlesidir;



Maruz kalma süresi ve,



*V* Yangın ürününün içine dağıtıldığı hacim*.*

Her iki durumda da maruz kalma dozu hacim oranının x zaman örneğin, min birimi vardır.

Bazı durumlarda, *”*kütle kaybı derişimi” olarak bilinen , maruz kalma dozunun derişim x zaman, örneğin



g x min x m-3var olduğu durumlarda, hacim oranının yerine kullanılır.

20 g x m-3'lük bir kütle kaybı derişime 30 min’lik bir maruz kalmanın tanımlı etkiye neden olduğunu varsayalım, o zaman, malzemenin zehir etkisi 600 g x min x m-3'tür. Bu, örneğin, 60 x m-3’'lük bir kütle kaybı derişimine 10 min’lik bir maruz kalmanın tanımlı etkiye neden olduğu anlamına gelir. Benzer şekilde, 30 g x m-3 lük bir kütle kaybı derişime 20 min’lık bir maruz kalma aynı tanımlı etkiye neden olduğu da varsayılır.

Verilen bir malzemeden yangın ürününün zehir etkisi, yangın ürününün üretilmesi için kullanılan fiziksel yangın modeline göre değişmektedir. Özellikle, sıcaklık ve havalandırma koşulları çok önemli değişkenlerdir. Bu, Madde 5.1’de daha fazla ele alınmaktadır.

## 4.3 Kesirli etkin doz (FED) ve zehir tehlikesi

Zehir etkisi, kütle kaybı birim başına ifade edilen, yangın ürününün neden olduğu zehirli etkiyi tanımlayan herhangi bir verilen yangın senoryasında ortaya çıkmış zehir tehlikesini belirleyen faktörlerden biridir. Verilen bir senoryada özellikle bir ürün tarafından ortaya çıkarılan zehir tehlikesini belirlemek için, zamana bağlı olarak ne kadar yangın ürünün serbest bırakıldığını (ürünün kütle kaybı özellikleri) tanımlayan verilere sahip olunması ve yangın ürününün içinde yayılma hacmi bilmek eşit derecede önemlidir.

Verilen bir dağıtım hacmi için, zehir tehlikesi söz konusu ürünün kütle kaybı oranı özellikleri ve zehir etkisinin ürünü ile orantılıdır. Bu nedenle, yüksek zehir etkisi ve düşük son ürün kütle kaybı oranı akış hızına sahip bir malzeme düşük zehir etkisi ve yüksek son ürün kütle kaybı oranına sahip bir malzemeye benzer bir zehir tehlikesi ortaya çıkarabilir.

## 4.4 Kesirli etkin derişim (FEC)

Duyumsal ve/ veya üst solunum tahrişi ediciler, zehir tehlikesini değerlendirmek için temel prensip sadece her tahriş edicinin derişimi içerir. Kesirli etkin derişimler, her tahriş edici için zamanın her bir ayrık artırımında belirlenmektedir. Toplamları belirli bir eşik değerini aştığı zaman, seçilen güvenlik kıstaslarına göre kaçış için mevcut zamanı temsil eder (bk. ISO 13571).

## 4.5 Genel zehir etkileri

Zehir tehlike değerlendirmesi yapmanın farkında olmak önemlidir. Söz konusu malzeme / malzemeler üzerinde zehir etkisi verilerine sahip olmak her zaman gerekli değildir. ISO'daki kapsamlı çalışmalar ve başka yerlerde yayınlanmış çalışmalar çoğu malzemelerin benzer zehir etkisinin yangın atmosferlerinin ürettiğini göstermektedir.

Bu nedenle, herhangi bir yangın senaryosunun bir başlangıç zehir tehlike değerlendirmesi için, 900 g x min x m-3 ün genel bir zehir etkisinin iyi havalandırılan ön parlamalı yangınlarda malzemeler için ve etkisi azalmış sonradan parlamalı yangınlar için de 450 g x min x m-3 olarak var sayılması önerilmektedir (bk. ISO 13571:2007, Madde 7.4). Varsayılan bir genel zehir etkisinin kuvveti, %50'lik zehir etkisi değerleri ve varsayılan genel değerlerin % 50 ve % 200'lük zehir etkisi değerleri kullanarak, daha sonra değerlendirmesi tekrarlanarak değerlendirilebilir. Alternatif zehir etkisi değerleri önemli ölçüde değerlendirme ile ilgili sonucunu değiştirirse, daha sonra daha hassas zehir etkisi gücü verileri gerekebilir.

## 5 Küçük ölçekli zehirlilik deneylerinin genel hususları

## 5.1 Genel

Küçük ölçekli zehirlilik deneyleri esas olarak iki bölüm içermektedir:

1. Ayrışma koşulları (fiziksel yangın modeli) gerçek bir yangının belirli bir aşamasına göre aynı bağıl bileşime sahip olan yangın ürününü üretecek şekilde olmalıdır ve,
2. Kontrollü bir şekilde hem hayvanların yangın ürününe maruz bırakarak ve tepkilerini izleyerek veya yangın ürününün kimyasal analizini yaparak ve yangın ürününe ait derişimdeki zehir etkisini hesaplayarak yapılabilen, zehir etkisini değerlendirmek veya hesaplamak için yangın ürününe yönelik değerlendirme yöntemlerini.

Herhangi bir yöntemin kritik bir parçası da deneye tabi tutulmuş malzemenin kütle kaybı için gözlemlenmiş derişimleri veya zehir etkisi ile bağdaştırabilmektir.

## 5.2 Fiziksel yangın modelleri

Verilen bir malzeme kendisiyle ilişkilendirilmiş tek bir zehir etkisine sahip değildir.

Verilen bir malzemede yangın ürününün bileşimi o malzemenin kendisine ait bir özellik değildir, ancak malzemenin yakıldığı koşullara çok önemli oranda bağlıdır. Bu nedenle yangın ürünü ile ilgili zehir etkisi yanma koşullarına bağlıdır. Ayrışma sıcaklığı ve havalandırma miktarı, yangın ürününün bileşimini ve dolayısıyla zehir etkisini etkileyen temel değişkenlerdir.

Bu değişkenler kritik bir etkiye sahiptir, çünkü değişkenler üretilen hem boğucu ve hem de tahriş edici tiplerin miktarını ve doğasını etkilerler. Örneğin, eğer bir malzeme azot içeriyorsa, iyi havalandırılan koşullarda azot oksitleri üretilebilecek durumda iken, havalandırması bozulmuş koşullarda amonyak ve hidrojen siyanür oluşturabilecektir.

Yanma koşulları karbonun karbon oksitlerine dönüşüm verimini de etkiler (karbon monoksit ve karbon dioksit – CO2/CO oranı). Düşük bir CO2/CO oranı daha düşük bir zehir etkisi değerinde sonuçlanacak olan karbon monoksitin daha yüksek bir oranını göstermektedir (yani daha zehirlidir).

Bu, standard olan bir deney yönteminde (fiziksel yangın modeli) tanımlanan deney koşulları ilgili yangın senaryosunda arzu edilen yangın tipiyle ilgili olması ve çoğaltmasını göstermek çok önemlidir. ISO, ISO 19706 standardında Çizelge 1'de gösterildiği gibi yangın tiplerinin genel bir sınıflandırmasını yayımlamıştır. Yangın ürününün zehir etkisini etkileyen önemli faktörler oksijen derişimi ve ışıma / sıcaklıktır.

ISO 16312-1 standardı kılavuzunda fiziksel yangın modellerinin geçerliliklerinin değerlendirmesi için tehlike ve risk değerlendirilmesine yönelik yangın ürününün zehir verilerinin elde edilme kriterler verilmiştir ve ISO/TR 16312-2 standardı münferit fiziksel yangın modeller ile ilgili değerlendirmeleri vermektedir.

ISO 19703 standardı, zehirli ürünün verimlilikleri ve yangın koşullarının eş değerlik oranı ve yanma verimliliği yönünden elde edilen hesaplamaları için tanımları ve bağıntıları sağlamaktadır.

#### Çizelge 1 – Yangın tiplerinin özellikleri (bk. ISO 19706)

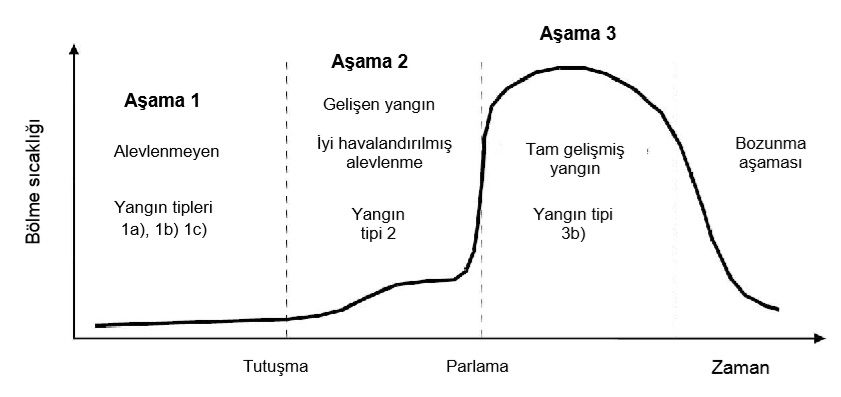
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Yangın tipi** | **Yakıt yüzeyine ısı akısı** | **Azami sıcaklık** | | **% oksijen hacmi** | | **Yakıt/hava**  **eş değerlik oranı (baca dumanı)** | **v/v** | **% verim** |
| **Yakıt yüzeyi** | **Üst seviye** | **Hapsolmuş** | **Tükenmiş** |
| 1. Alevlenmeyen | | | | | | | | |
| a) Kendi kendine devam eden (için için yanan) | Uygulanmaz | 450 ila 800 | 25 ila 85d | 20 | 20 | - | 0,1 ila 1 | 50 ila 90 |
| b) Harici olarak uygulanan ışımadan oksitleyici eriyerek bozulma | - | 300 ila 600 a | b | 20 | 20 | < 1 | c | c |
| c) Harici olarak uygulanan ışımadan havasız eriyerek bozulma | - | 100 ila 500 | b | 0 | 0 | >>1 | c | c |
| 1. İyi havalandırılmış alevlenme d | 0 ila 6 | 350ila 650 | 50 ila 500 | ≈ 20 | ≈ 20 | < 1 | < 0,005 e | > 95 |
| 1. Düşük havalandırılmış alevlenme f |  | | | | | | | |
| a) Genellikle yetersiz havalandırılmış bölmede küçük yerel alevlenme | 0 ila 30 | 300 ila 600 a | 50 ila 500 | 15 ila 20 | 15 ila 20 | > 1 | 0,2 ila 0,4 | 70 ila 80 |
| b) Sonradan parlayan yangın | 50-150 | 350 ila 650 g | > 600 | < 15 | < 5 | > 1 h | 0,1 ila 0,4 | 70 ila 90 |
| a Üst sınır verilen bir yanıcının iyi havalandırılan alevli yanmasından daha düşüktür.  b Yangın odasının üst seviyesindeki sıcaklık harici olarak uygulanan ışıma ve oda geometrisinden çoğunlukla belirlenir.  c Birkaç veri vardır, ancak eriyerek bozulma için bu oran malzeme kimyasına, yerel havalandırmaya ve ısıl koşullara büyük ölçüde bağlı olarak değişmesi beklenmektedir.  d Yangınların oksijen tüketimi oda veya giriş akımlarına kıyasla daha küçüktür, alev ucu sıcak gaz üst seviyesinin altındadır veya üst seviye önemli oranda CO verimini artırmak için önemli değildir ve yanma oranı yakıtın bulunabilirliği ile kontrol edilir.  e Oran yangına dayanıklı olan malzemeler için daha yüksek büyüklük sırasına kadar olabilir. 0, 75’e kadar eş değerlik oranları için bu oran da önemli bir artış yoktur. ≈ 0,75 ile 1 arasında, bu oranda bir miktar artış oluşabilir.  f Yangın oksijen ihtiyacı havalandırma açıklığı / açıklıkları ile sınırlandırılır, alevler üst seviyeye uzanır.  g İyi havalandırılmış alevlenme ile benzer olduğu varsayılır.  h Baca dumanı eşdeğerlik oranı ölçülmemiştir. küresel eş değerlik oranının kullanımı uygun değildir.  i Daha düşük oranlarda örnekler ölçülmüştür. Genel olarak bu oda havalandırma dışında ikinci yanmadan kaynaklanır. | | | | | | | | |

## 5.3 Bir bölme yangınında yangın aşamaları

Genel sıcaklık-zaman eğrisinin üç aşamayı ve ayrıca sönme aşamasını gösterdiği yerlerde, genel bir örnek bölme içinde yangın gelişimine göre belirlenebilir (bk. Şekil 1 ve Çizelge 1).

Aşama 1 (alevlenmeyen ayrışma) yangın oda sıcaklığında küçük artış ile sürdürülebilir alevlenme için yangın öncesinin başlangıç aşamasıdır. Duman ve zehir ürün üretimi bu aşama sırasında ana tehditlerdir. Yangın tipleri 1a, 1b ve 1c bu aşama sırasında tümü oluşabilir. Aşama 2 (gelişen yangın) ateşleme ile başlar ve yangın oda sıcaklığında bir üslü artış ile sona erer. Yangının yayılması, ısı açığa çıkışı ve duman üretimi ve zehir ürünü bu aşama sırasında ana tehditlerdir. Tip 2 yangın bu aşamaya karşılık gelmektedir. Aşama 3 (tam gelişmiş yangın), sıcaklıkta hızlı ve büyük bir artış ile (parlama) odanın yanıcı içeriğinin tüm yüzeyi ani tutuşması odanın tamamında oluşarak geniş bir ölçüde ayrışma olduğu zaman başlar. Yangın tipi 3b bu aşamaya karşılık gelmektedir.

Aşama 3'ün sonunda, yanıcılar ve / veya oksijen büyük ölçüde tüketilmiştir ve bu nedenle sıcaklık sistemin havalandırma ve kütle transfer özelliklerine ve havalandırmaya bağlı olarak bir oranda düşer. Bu aşama bozunma aşaması olarak da bilinir



#### Şekil 1 - Bir bölme içinde yangın gelişimine ait farklı aşamalar

## 5.4 Analiz yöntemleri

Yangın ürününün zehirliliği hakkında ilk çalışmalar, büyük ölçüde yangın gazlarının kimyasal analizlerine dayanırdı ve sıcaklık ve hava havalandırma rolünün değerlendirme eksikliği ve münferit gazların ilgili zehir etkisi verilerinin düşük niteliğinden dolayı genellikle hatalı sonuçlar verirdi.

1970'ler de ve 1980'lerin başındaki çalışmalar yangın ürünlerinin münferit etkileşimleri ile ilgili eksiksiz bir şekilde anlaşılmasının temeli hayvan deneylerine odaklanmıştı ve yüksek özel bir zehirlilik sergileyen ürünlerin olası varlığı sadece hayvanın maruz kalması ile belirlenebilirdi.

Bu çalışmanın sonuçları yangın ürünlerinin bileşenleri arasında sadece bir dereceye kadar birbirini etkileyen etkileri olduğudur ve nadiren yüksek özel bir zehirlilik sergileyen ürünlerin olası varıkları ile ilgili olan bir örnek ise bulunmamaktadır. Birçok malzemenin yangın ürününün zehir etkisi büyüklük sırası bir buçuk içinde bulunur.

Kimyasal analizlerin ve hayvan deneylerinden zaten bulunan toksilojik veriler makul bir şekilde kabul edilebilir sonuçlara dayanarak yangın gaz karışımlarının zehir etkisini hesaplamak mümkündür. Belirli bir yangın ürünü için toksilojik veriler mevcut olmadığında, hayvana dayalı deneylerin bazı sınırlı kullanımı gerekli olabileceği kabul edilmesine rağmen, bu zehir etkisi ile ilgili olan olağan ölçmede hayvanları kullanma gereksinimi önler.

**5.4.1 Kimyasal analiz bazlı yöntemler**

Kimyasal analiz bazlı yöntemler, hem statik hem de dinamik olarak fiziksel yangın modeli tarafından üretilen yangın ürününün çeşitli gazlarının derişimini ölçmek için geleneksel laboratuvar analitik tekniklerini kullanır [1][[1]](#footnote-1).

Kimyasal analiz bazlı tekniklerin doğruluğu hakkında kritik bir etkiye sahip olan çeşitli faktörler aşağıda bulunmaktadır:

1. Deneye tabi tutulan malzeme bileşimi ile ilgili bilgiye dayanan analiz için seçilen ürün türler makul bir şekilde serbest bırakılması beklenebilecek türleri kapsayacak kadar geniş olmalıdır,

Tüm durumlarda, karbon dioksit, karbon monoksit ve oksijen ölçülmelidir.

1. Ölçülen gaz derişimleri deney numunesinin birim kütle kaybı başına derişimi çevirmek için, deney sırasında, deney numunesinin kütle kaybını değerlendirmeye yönelik olan güvenilir bir yöntem olmalıdır,
2. Ölçülen gaz derişimlerini ve kütle kaybını zehir etkisi değerlerine dönüştürmek mümkün olmalıdır. Hesaplama yöntemi için IEC 60695-7-3'e bakınız.

ISO 19701 standardında, yangın ürünlerinin örnekleme ve analizi için yöntemler gözden geçirilmektedir ve ISO 19702 standardı kılavuzunda FTIR (Fourier transformasyonu kızılötesi analiz) kullanımı verilmiştir.

**5.4.2 Hayvan maruziyetine dayanan yöntemler**

Daha ileri çalışmalarda havyan deneylerine dayalı yöntemlerle yapılması önerilmemektedir.

**Not-** Deney numunesi kütle kaybı bir hayvan maruz kalma deneyinde ölçmemişse, bu durumda zehir bileşenlerinin verimleri hesaplanamaz.

## 6 Yayınlanan kimyasal analize dayalı deney yöntemlerinin özeti

**6.1 Genel**

Bu özet sadece geçerli kaynak dokümanları olan yayımlanmış standartların yerine geçmez.

Bu maddede gözden geçirilen kimyasal analize dayalı deney yöntemleri uluslararası, ulusal ya da endüstriyel standartlarda yayımlandığı ve elektronik alanda yaygın kullanımda olduğu esas alınarak seçilmiştir. Tüm mümkün olan deney yöntemlerini gözden geçirme amaçlanmamıştır.

## 6.2 Birleşik Krallık Savunma Bakanlığı - Savunma Standardı (DS)

**6.2.1 Özet**

DS 02-713 [2] standardında tarif edilen deney, malzemenin küçük bir örneği belirli koşullar altında fazla havada tamamen yakıldığında, ortaya çıkan küçük molekül türleri ile ilgili olarak yanma ürünlerinin zehirliliğini araştırmaktadır.

**6.2.2 Amaç ve prensip**

Deneye tabi tutulan malzemenin yanma koşulları altında tam yanmadan ortaya çıkan bazı küçük molekül gazlı türlerin analitik verileri matematiksel olarak birleştirilmiş bir zehirlilik indeksini elde etmek amacıyla baz olarak 30 min içinde ölümüne neden olmak için her bir gazın maruz kalma seviyesini (hacim oranı) kullanarak hesaplanır.

Deneye tabi tutulan malzemenin yanma koşulları altında tam yanmadan ortaya çıkan bazı küçük molekül gazlı türlerin analitik verileri matematiksel olarak birleştirilmiş bir zehirlilik indeksini elde etmek amacıyla baz olarak 30 min içinde ölümüne neden olmak için her bir gaza maruz kalma seviyesini (hacim oranı) kullanarak hesaplanır.

**6.2.3 Deney numunesi**

Deney numunelerinin yeterli bir sayısı (normal olarak üçtür) deneye tabi tutulan malzemeden kesilir. Deney numunesinin kütlesi yanma ürünlerinin niteliği ve analitik prosedürün hassasiyetine bağlı olarak en uygun analitik hassasiyeti sağlamak için seçilir.

**6.2.4 Deney yöntemi**

Düzenek polipropilen gibi saydam olmayan plastik örtü ile kaplanmış en az 0,7 m3 lük hava geçirmez bir mahfazadır. Haznesi karıştırma fanı ile donatılmıştır. 1 150 °C ± 50 °C sıcaklığa sahip olan bir metan bunsen hamlacı ısı kaynağıdır ve deney numunesi alev sınırı içinde yerleştirmek için desteklenir. Yanma süresi deney numunesinin tamamının tüm yanmasını sağlamak için devam ettirilir ve süre kaydedilir.

Deney odası atmosferi kalorimetrik gaz algılama tüpleri kullanılarak örnekler alınır. Tam yanmadan sonra, brülör söndürülür. 30 saniyelik bir süre boyunca karıştırma fanı kullanılır. Bu kapatılır ve gazdan örnek alınır. Halojen gazlar içeren deneyler önce yapılır. Gözlemlenen gazlar; karbon monoksit, karbon dioksit, hidrojen sülfür, amonyak, formaldehit, hidrojen klorür, akrilonitril, kükürt dioksit, nitrojen oksitleri (NOX), fenol, hidrojen siyanür, hidrojen bromür, hidrojen florür ve fosgendir.

Ölçülecek gazlar için temel düzeltme faktörü hiç örnek bulunmadan deney uygulaması kullanarak da belirlenir.

Sonuçlar aşağıdaki gibi ağırlıklı hesaplamaya dayalı olarak zehirlilik indeksi şeklinde ifade edilmektedir:

Burada,

Çizelge 2'de gösterildiği gibi 0 min maruz kalma süresi boyunca öldürücü sayılan gazın hacim oranıdır.



Malzemenin 100 g'ı yakıldığında ve yanma ürünleri havanın 1 m3 ü içinde dağıtılmış olduğunda üretilen her bir gazın hacim oranıdır.



#### Çizelge 2 - Çeşitli gazlar için DS 02-713 standardından alınan değerleri



|  |  |
| --- | --- |
| **Gaz** | **değeri x 106** |
| Karbon dioksit | 100000 |
| Karbon monoksit | 4000 |
| Hidrojen sülfür | 750 |
| Amonyak | 750 |
| Formaldehit | 500 |
| Hidrojen klorür | 500 |
| Akrilonitril | 400 |
| Sülfür dioksit | 400 |
| Azot oksit | 250 |
| Fenol | 250 |
| Hidrojen siyanür | 150 |
| Hidrojen bromür | 150 |
| Hidrojen florür | 100 |
| Fosgen | 25 |

**6.2.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Veri bulunmamaktadır.

Deneyin önceki uyarlamalarında deney odasının yetersiz özelliklerinden dolayı zayıf üretilebilirlik elde edilirdi. Kalorimetrik tüplerin kullanılması, hem tüplerin hassasiyet eksikliğinden hem de ardışık analiz yönteminin neden olduğu gecikme süresinden dolayı önemli hataları da ortaya çıkarmaktadır. 30 min’e kadar uzun süren örnekleme süresi sırasında gaz derişiminde önemli bozunma olabilir.

**6.2.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Bu deney yöntemi günümüzde yaygın olarak eleştirilmektedir (bk. örneğin ISO 16312-2:2007 standardı Madde 6.5.10 ve kaynak [3]):

1. Alev sıcaklığı ve havalandırma koşulları birleşimi, bu yöntemde kullanılan fiziksel yangın modelinin Çizelge 1’de tanımlanan yangın tiplerinden herhangi birine karşılık gelmediği anlamına gelmektedir,
2. Toplam zehirlilik endeksinin hesaplanmasında kullanılan ağırlık değerleri, malzemelerin belirli sınıflarına karşı haksız önyargıya sebep olmaya eğilimlidir ve güncel değildir,
3. Veriler zehir tehlike değerlendirmesinde kullanımı uygun olmayan bir biçimde ifade edilmiştir.

Genel olarak, bu yöntem elektronik ürünler yönelik gelecekteki gelişmeleri için esas olarak önerilmemektedir. Fiziksel yangın modelinin, hesaplama yönteminin ve nihai verilerin formatının sınırlamaları nedeniyle elektroteknik ürünler için zehir tehlikesi hakkında düzenleme ya da diğer kontroller için temel olarak kullanılmamalıdır. Bu deneyin verileri zehir tehlikesi değerlendirmeleri, yangın tehlikesi değerlendirmeleri veya a yangın güvenliği mühendislik hesaplamalarına girdi olarak kullanılmamalıdır.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

Bu deney yöntemi ISO 16312-2 standardında ele alınmaktadır.

Birleşik Krallık Savunma Bakanlığı, NATO AFAP-3 ile bu deneyi değiştirmeyi planlamaktadır.

**6.2.7 Kaynak doküman**

Bk. DS 02-713 [2].

## 6.3 Airbus Endüstrisi

**6.3.1 Özet**

Airbus ABD 0031 [4] Airbus ticari uçaklarının gövdesinin basınçlı bölümü içinde kullanmak amacıyla yangın değerlilik tasarım ölçütlerini içermektedir. Bu Yangın-duman-zehirlilik gerekleri ve uygulanabilir deney yöntemlerini belirtir. Aşağıdakiler sadece zehirlilik gerekleri ile ilgilidir.

**6.3.2 Amaç ve prensip**

Ulaştırma kategorisi uçağının gövdesinin basınçlı kısmı içinde kullanılmak üzere tasarlanan ayar düğmeleri, tutamaklar, makaralar, bağlantı elemanları, kıskaçlar, lastik rondelâlar, kauçuk şeritler, palanga ve küçük elektronik parçalar gibi kullanılan maddeler hariç, metal olmayan parçalar ve alt tertibatlar Madde 6.3.4'te tanımlandığı gibi deneye tabi tutulur.

**6.3.3 Deney numunesi**

Deney yöntemi, IEC 60695-6-30 [5]'da tanımlandığı gibi örneğin, 76,2 mm × 76,2 mm × tasarımlanan kurulum kalınlığa sahip aynı boyutta deney numuneleri kullanmaktadır.

**6.3.4 Deney yöntemi**

Deney ASTM E-662 [6]'e göre NBS (Ulusal Standartlar Bürosu) odası içinde duman yoğunluğu deneyi ile kombinasyon halinde (eşzamanlı değil) gerçekleştirilir.

Gaz örnek alma prosedürü 4 min’lık duman deneyi uygulamasından hemen sonra ve elektrik teli/kablosu yalıtım malzemeleri için 16 min’den sonra başlar.

En az iki deney numunesi her bir deney koşulu (yanan ve yanmayan) için deneye tabi tutulur.

Kimyasal analiz için kullanılan yöntemler örneğin iyon iyon kromatografisi veya gaz kromatografisidir. Diğer yöntemler de kullanılabilir ancak, eşdeğer sonuçların elde edildiği karşılaştırma deneyleri ile ispat edilmek zorundadır.

Aşağıdaki gazların gözlenen hacim oranları özellik sınırlarına karşı karşılaştırılmıştır. Dumanın aşağıdaki gaz bileşenlerinin ortalama hacim oranı hem alevlenen hem de alevlenmeyen koşullar altında, ilgili deney süresi dâhilinde (sırasıyla 4 min ve 16 min) Çizelge 3'te listelenen sınırları aşmamalıdır.

#### Çizelge 3 - Gaz bileşenleri hacim oranı sınırları

|  |  |
| --- | --- |
| **Gaz bileşenleri** | **Hacim oranı sınırı x 106** |
| Hidrojen flüorür | 100 |
| Hidrojen klorür | 150 |
| Hidrojen siyanür | 150 |
| Sülfür dioksit | 100 |
| Azotlu gazlar | 100 |
| Karbon monoksit | 3500 |

**6.3.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Veri bulunmamaktadır.

**6.3.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Yangın ve havalandırma koşulları bu fiziksel yangın modeli ve Çizelge 1'de tarif edilen yangın tiplerinden herhangi biri arasında bir karşılaştırmaya izin vermez.

Sadece gaz bileşenlerinin sınırlı bir sayısı göz önünde bulundurulur.

**6.3.7 Kaynak dokümanlar**

ASTM E-662 [6]

AITM 2,0007 [7]

AITM 2,0008 [8]

AITM 3,0005 [9]

## 6.4 İtalyan Elektroteknik Komitesi (CEI)

**6.4.1 Özet**

CEI 20-37/7'de tanımlanan deney, dumanın opaklığı ve korozyonu ile elektrik kablolarının ve bileşiklerinin yanması sırasında açığa çıkan gazların bir zehirlilik indeksinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

**6.4.2 Amaç ve prensip**

Bu deney, sürekli hava akımı ile bir tüp fırın içinde malzemeye ait küçük bir deney numunesinin yanması sırasında çıkan çeşitli gazların miktarını ölçmek için kullanılır.

Bir zehirlilik indeksi, ölçülmüş gaz derişimlerine ve ağırlık faktörlerinin bir dizisine dayanarak hesaplanır.

**6.4.3 Deney numunesi**

1,0 g’lık tipik bir kütleye sahip deney numunesi malzemenin bir parçasından veya bir ürünün ucundan kesilen deney numunesinden oluşur.

**6.4.4 Deney yöntemi**

Deney numunesi 800 °C ± 10 °C'a ayarlanmış bir tüp fırının içindeki kuvars tüpünün içine sokulur ve 120 l × h–1 ± 5 l × h–1 lik bir hava akışı tüp içinden ve deney numunesinin üstünden geçirilir.

Yangın ürünü yıkama şişesinin içinden geçirilir ve çözünmeyen ürün bir gaz torbası içinde toplanır.

Gözlemlenen gazlar karbon monoksit, karbon dioksit, sülfür dioksit, formaldehit, amonyak, hidrojen siyanür, hidrojen klorür, hidrojen bromür, hidrojen flüorür, hidrojen sülfür, akrilonitril ve azot oksitleri içermektedir.

Kimyasal analiz için farklı yöntemleri örneğin spektrofotometri, gaz kromatografisi, kızılötesi analiz ve potansiyometrisi kullanılır.

**6.4.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Veri bulunmamaktadır.

**6.4.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Bu yöntemdeki deney sıcaklığı ve havalandırma koşulları, fiziksel yangın modellerinin Çizelge1'de tanımlanan yanın tiplerinin herhangi birine karşılık gelmediği şeklindedir. Ancak, deney sıcaklığı ve hava akış hızı ile yapılan değişiklikler, fiziksel yangın modelinin yangın modeli 2 veya 3b’nin (bk. Çizelge 1) çoğaltılması şeklinde yapılabilir.

Deney numunesinin kütle kaybı deney sırasında veya sonrasında kaydedilmemiştir ve bu nedenle, sonuçlar zehir etkisi olarak ifade edilemez.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

Benzer bir deney AFAP-3 [11] NATO tarafından geliştirilmiştir, bu deneyler 350 °C veya 800 °C’ta 2 l x min-1 lik bir hava akımında yapılmaktadır. Karbon monoksit, karbon dioksit, hidrojen siyanür, hidrojen flörür, hidrojen klorür, hidrojen bromür, azot oksitler ve sülfür dioksitin belirlenmesine ilave olarak, bu değişken her iki şart altında akrilonitril, amonyak, fenol, benzen, stiren ve tolüenin belirlenmesini ve 350 °C'ta [12] hidrojen sülfür, formik asit, karbon disülfür ve asetaldehitin belirlenmesini de gerektirir.

**6.4.7 Kaynak dokümanlar**

CEI 20-37/7 [10]

NATO AFAP-3 [11]

## 6.5 Fransız standardı (NF)

**6.5.1 Özet**

NF C20-454 [13] ve NF X70-100 [14] 'de tarif edilen deneyler bir tüp fırın içinde deney numunelerinin yanması sırasında açığa çıkan gazların zehirlilik indeksinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. NF C20-454 elektroteknik uygulamalarında kullanılan malzemeler içindir ve NF X70-100 de demiryolu endüstrisinde kullanılan malzemeler ve ürünleri deneye tabi tutmak amacıyla geliştirilmiştir.

**6.5.2 Amaç ve prensip**

Bu deney, deney numunelerinin yanması veya eriyerek bozulması sırasında açığa çıkan farklı gazları ölçmek ve miktarını belirtmektir.

Gözlemlenen gazlar, karbon monoksit, karbon dioksit, hidrojen klorür, hidrojen bromür, hidrojen flüorür, hidrojen siyanür, azot oksitler (NO ve NO2), sülfür dioksit, formaldehit ve akroleini içermektedir.

**6.5.3 Deney numunesi**

1,0 g’lık tipik bir kütleye sahip deney numunesi malzemenin bir parçasından veya bir ürünün ucundan kesilen deney numunesinden oluşur.

**6.5.4 Deney yöntemi**

Deney numunesi kuvars bir yanma tüpünün içindeki porselen bir kaba yerleştirilir ve 800 °C'a veya NF X70-100 olması durumunda 400 °C veya 600 °C’a ayarlanmış halka şeklindeki fırının içine sokulur. 120 I x h-1 lik bir hava akışı tüp içinden ve deney numunesinin üstünden geçirilir.

Kromatogragi, potansiyometri, klasik yaş analiz, IR ve FTIR dâhil olmak üzere analitik yöntemlerinin bir çeşidi kullanılabilir.

**6.5.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Laboratuvarlar arası yapılan deneylerden elde edilen veriler NF x70-100-1'de [14] rapor edilmiştir.

**6.5.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Bu yöntemdeki deney sıcaklığı ve havalandırma koşulları, fiziksel yangın modellerinin Çizelge1'de tanımlanan yanın tiplerinin herhangi birine karşılık gelmediği anlamına gelir. Ancak, deney sıcaklığı ve hava akış hızı ile yapılan değişiklikler, fiziksel yangın modelinin yangın modeli 2 veya 3b’nin (bk. Çizelge 1) çoğaltılması şeklinde yapılabilir.

Deney numunesinin kütle kaybı deney sırasında veya sonrasında kaydedilmemiştir ve bu nedenle, sonuçlar zehir etkisi olarak ifade edilemez.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

NF X70-100 deneylerinin sonuçları trenlerde kullanılan malzemelerin gerçek ölçekli yangın deneylerinden gaz verimleri ile karşılaştırılmıştır. Bazı makul korelasyonlar yapı malzemelerinin zehirliliği için bulunmuştur.

NF X70-100, CEN TS 45545-2 [17]'de belirtilen zehirlilik deneyi yöntemlerinden biridir.

NF X70-100 ISO 16312-2'de ele alınmaktadır.

**6.5.7 Kaynak dokümanlar**

NF C20-454 [13]

NF X70-100-1 [14]

NF X70-100-2 [15]

CEN TS 45545-2 [17]

#### 6.6 Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC)

**6.6.1 Özet**

IEC 60695-7-50 [18] yangın ürünlerini oluşmasını ve kendisini meydana getiren yanma ürünlerinin tanımlanmasını ve ölçülmesini tanımlar. Bu deney yöntemi hareket eden bir deney numunesini ve farklı sıcaklıklarda ve hava akışı oranındaki bir tüp fırını kullanır. Yöntem Çizelge 1'de nitelendirildiği gibi yangın tipleri aralığında belirli ayrıştırma koşullarını tekrar oluşturmak için tasarlanmıştır.

Bu deney yöntemi yangın tipi 1b,2 ve 3b'yi yakından modellemek için tasarlanmıştır ve gerektiği şekilde diğerlerini modellemek için potansiyele de sahiptir. Bu deneyde yangın ürünün ölçümü, mamulün ucundan alınabilen veya cihaz ve yöntem izin verdiği hallerde, bir mamul ucu olabilen deney numuneleri kullanarak yapılmıştır.

**6.6.2 Amaç ve Prensip**

Tarif edilen deney yöntemi, DIN 53436-1 [19] yöntemi gibi aynı kavrama dayanmaktadır. Deney koşulları altında bilinen bir performansı veren ve IEC 60754-2 [20] tarafından halihazırda belirlenmiş olan seçilmiş tüp fırın ve kuvars tüp fırın tipleri yaygın olarak mevcuttur.

Bu deney yönteminde, küçük parçalara ayrılmış şerit biçimindeki malzemenin bir deney numunesi, , sabit bir oranda bir kuvars tüp fırın içine sokulur ve birincil hava akımı yanmayı desteklemek amacıyla deney numunesi üzerinden kuvars tüp fırını içinden geçirilir. Yanma ürünü ikincil hava ile seyreltildiğinde, bir karıştırma ve ölçme odasının içine kuvars fırın tüpünden çıkarılır. Yangın ürünü daha sonra analiz edilir ve tahliye edilir.

Kuvars fırın tüpün içindeki ayrışma koşulları, Çizelge 1’de nitelendirildiği gibi veya gerektiği gibi yangın tipleri aralığındaki ayrışma durumunu modellemek için ayrı uygulamalarda sıcaklık ve birincil hava akış hızının farklı birleşimleri kullanılarak ayarlanır.

**6.6.3 Deney numunesi**

Ayrışma ürünlerinin sabit bir akışını, örneklem kuvars tüp fırını boyunca geçerken üretmek için deney numunesi, yanma teknesi uzunluğu boyunca homojen bir biçimde dağıtılır. Yanıcı yükleme 400 mm (25 g × m–1) mm üzerine yaklaşık 10 gr yayılmalıdır.

Her durumda, bununla birlikte, ayrışma hızının belirlenebilmesi için deney numunesinin homojen bir biçimde dağılımının korunması ve birim uzunluk başına yanıcı yüklemenin bilinmesi gerekir.

**6.6.4 Deney Yöntemi**

Her malzeme, Çizelge 4'te gösterilen ayrışma koşullarında bir veya daha fazla deneye tabi tutulmalıdır.

#### Çizelge 4 – Ayrışma koşulları

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yangın türü** | | **T azami**  °C | **Birincil hava akışı**  I × min–1 |
| 1b | Alevlenmeyen ayrışma (oksitlenmeye ait) | 350 | 1,1 |
| 2 | Gelişen yangın (alevlenme) | 650 | 22,6 |
| 3b | Tam gelişmiş yangın (alevlenme), nispeten düşük havalandırma | 825 | 2,7 |

Fırın sıcaklığı istenilen birincil hava akış oranında istenilen sıcaklığa yükseltilir. Birincil hava temiz ve kuru olmalıdır (25 °C'ta nispi nem% 1'den az). Deney numunesi, yanma teknesi boyunca eşit oranda yayılır ve yanma teknesi ön ucu tüp fırın girişinin hava girişi ucundan itibaren 50 mm olması için kuvars tüp fırının içine sokulur. Gerekli ikincil hava akışı, karıştırma odası boyunca 50 I x min-1 lik toplam bir akış oranını verecek şekilde ayarlanır. Örnekleme ve ölçme donanımları ayarlanır ve deneysel uygulama başlatılır. Deney numunesi 40 mm x min-1 lik bir hızda kuvars fırın tüpü boyunca hareket ettirilir.

**6.6.5 Yanma ürününün örneklemesi**

Analitik ölçme için örnekler, bir kurutma maddesi ve duman filtreleme sisteminden geçirilerek 2 l × min–1 ± 0,05 l × min–1 lik bir akış hızında odadan, uygun analizörler vasıtasıyla ve seçmeli duman optik yoğunluğu ile birlikte kesintisiz kayıt edilen sonuçlar sürekli olarak alınır. Alevli yapılan deneyler için, gözlemler tutuşturma olduğunda belirlemek amacıyla veya alevlenmeyen deneyler sırasında alevlenmenin mevcut olmadığından emin olmak amacıyla kuvars fırından aşağı doğru yapılır. Yangın durumu gaz ve duman ölçümlerinden de doğrulanabilir. Gaz ve duman ekranlarındaki çıktılar uygulamanın erken aşamaları sırasında gözlemlenir.

Bunlar sabit seviyelere ulaştığında, o zaman dinamik dengeli durum koşulları elde edilmiştir. Ayrışma koşulları deney numunesi ayrışma davranışını ve zehirli ürün verimlerinin nitelendirilmesine olanak sağlamak için asgari 10 min’lik bir süre boyunca sabit kalmalıdır.

**6.6.6 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Veri bulunmamaktadır.

**6.6.7 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Bu yöntemin sonuçları, IEC 60695-7-51 [21]'de tanımlandığı gibi kesirli etkin doz *(FED)* prensibine dayalı olan zehir etkisini belirlemek için kullanılabilir.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

**6.6.8 Kaynak dokümanlar**

IEC 60695-7-50 [18]

DIN 53436-1 [19]

IEC 60754-2 [20]

IEC 60695-7-51 [21]

## 6.7 Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO)

**6.7.1 Özet**

ISO/TS 19700 [22], IEC deney yöntemi IEC 60695-7-50'ye dayalı olan tüp bir fırın deney yöntemidir. ISO deneyi ilk BS 7990 [23] olarak İngiltere'de geliştirilmiştir.

**6.7.2 Amaç ve prensip**

Bir malzeme veya ürünün örnekleri, sıcaklık ve eşdeğerlik oranı yangının belirli bir aşamasını temsilcisi olan dört ortamdan biri veya daha fazlasında dengeli durum şartları altında yakılır. ISO/TS 19706'da tanımlandığı gibi temsil edilen yangın 4 tipi; oksitleyici eriyerek bozulma, iyi havalanmış alevlenmeli gelişen yangınlar, küçük alevlenmeli etkisi geçmiş yangınlar ve sonradan parlayan yangın etkisi geçmiş yangınlar.

**6.7.3 Deney numunesi**

Ayrışma ürünlerinin sabit bir akışını, örneklem kuvars tüp fırını boyunca geçerken üretmek için deney numunesi, yanma teknesi uzunluğu boyunca homojen bir biçimde dağıtılır. Yanıcı yükleme 800 mm (25 g × m–1) mm üzerine yaklaşık 10 gr yayılmalıdır. Tercihen, deney numunesi düzgün kesit alanına sahip bir cam çubuğu şeklinde olmalıdır.

**6.7.4 Deney yöntemi**

Her malzeme Çizelge 5'te listelenen aşağıdaki koşullardan birinin altında deneye tabi tutulur.

#### Çizelge 5 - Ayrışma koşulları

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yangın tipi**  **(bk. Çizelge 1)** | **Fırın sıcaklığı** | **Birincil hava akımı** | **Eşdeğerlik oranı**  φ |
| 1b, oksitleyici eriyerek bozulma | 350 °C | 2 dm3 × min–1 | uygulanmaz |
| 2, iyi havalandırılmış alevlenme | 650 °C | 10 dm3 × min–1 ya da  15 dm3 × min–1 | <0,75 |
| 3a, kapalı ya da zayıf havalandırmalı bölme içinde küçük alevlenmeli etkisi geçmiş yangınlar | 650 °C | değişken | 2,0 |
| 3b, açık bir bölme içinde sonradan parlayan yangınlar | 825 °C | değişken | 2,0 |

**6.7.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Tekrarlanabilirlik verileri ISO/TS 9700'de PMMA için verilmiştir. Uyarlık ISO/TS 19700 yayımlandığında, daha ölçülmemişti.

**6.7.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Zehir etki verileri yangın tipleri 1b, 2, 3a ve 3b'ye karşılık veren koşullar altında elde edilebilir. ISO/TS 19700 içinde yer alan ekler ISO 13344 ve ISO 13571'e uygun olarak elde edilen verilerin nasıl kullanılabileceğini gösterir.

Bu deney yöntemi, dengeli durum ayrışması sırasında, oksijene yakıtının eşdeğerlik oranını elde etmek için örnek numune yükleme ve hava akışını ayarlamak için ön deneyler içerir. Teknik açıdan en gelişmiş, standard haline getirilmiş zehir etkisi deneyi büyük olasılıkla halihazırda bulunabilir, ancak bir sınırlama gibi görülebilen bir sonuç teknik yönden de karmaşıktır.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

BS 7990 ISO 16312-2'de ele alınmıştır.

**6.7.7 Kaynak dokümanlar**

IEC 60695-7-50 [18]

BS 7990 [23]

ISO/TS 19700 [22]

## 6.8 Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)

**6.8.1 Özet**

IMO FTP [24] kodlu duman nesil deneyi ISO 5659-2 [25]'e uygun olarak yapılmaktadır. Hem duman yoğunluğu hem de zehirlilik bu deney sırasında ölçülmektedir.

**6.8.2 Amaç ve prensip**

Değerlendirme kriteri ile bu deney yöntemi tadil edilmiş 1974 yılında kabul edilen Uluslararası Denizde Can Emniyeti Sözleşmesinin (SOLAS) yangın güvenlik kuralları uyarınca gemilerde kullanılan yüzey bitirme malzemeleri için zorunlu bir deney yöntemi olarak kullanılır**.** Deney yöntemi 1996 yılında MSC 61 (67) IMO tarafından yapılan önerge ile kabul edilen Yangın Deney Prosedürleri için Uluslararası Kod ‘da belirtilmiştir. Yangın ürününün kimyasal analizi için FTIR veya başka bir izlenebilir analiz yöntemi önerilir.

**6.8.3 Deney numunesi**

Dest numunesinin boyutları ISO 5659-2 [25]'de belirtildiği gibi 75 mm x 75 mm'dir.

**6.8.4 Deney yöntemi**

Bu deney yöntemi, genel olarak ISO 5659-2 [25]'ye uygun olarak gerçekleştirir. Deney süresi 10 min’dır, asgari ışık geçirgenlik değerine ulaşmamışsa, bir 10 min daha deney uzatılır.

Üç deney numunesi aşağıdaki gibi deneye tabi tutulur:

1. Pilot alevi olduğunda 25 kW × m–2 ışıma,
2. Pilot alevi olmadığında 25 kW × m–2 ışıma ve
3. Pilot alevi olmadığında 50 kW × m–2 ışıma.

Sonuçlar gaz hacim oranları olarak ifade edilmiştir. İzin verilen azami değerler aşağıda verilmiştir (bk. Çizelge 6).

#### Çizelge 6 - Gaz bileşeni için hacim oranı sınırları

|  |  |
| --- | --- |
| **Gaz bileşenleri** | **Hacim oranı limiti x 106** |
| Karbon monoksit | 1 450 |
| Hidrojen klorür | 600 |
| Sülfür dioksit | 120 |
| Azot oksit | 350 |
| Hidrojen siyanür | 140 |
| Hidrojen bromür | 600 |
| Hidrojen flörür | 600 |

**6.8.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Veri bulunmamaktadır.

**6.8.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Eşdeğerlilik oranı deney sırasında değişir. Kimyasal analiz yöntemleri hataya ve bozulmaya karşı duyarlıdır. Yangın gazları konik ısıtıcının içinden geçer ve fan karıştırma işlemi kullanılmadığında dolayı kabının üst kısmında birikebilir. Odanın duvarlarında ve kurumda gaz birikmesi oluşabilir. Gerçek-ölçekli yangın deneylerin verileri ile zehirli gaz oluşumu karşılaştırmaları hiç raporlanmamıştır.

Gerçekleştirmek nispeten kolay iken, bu yöntem yangın tehlikesi analizinde kullanmak için oluşturulan yangın ürünü zehirliliği için şüpheli değere sahiptir.

Aynı odayı kullanan bir zehirlilik deneyi CEN / TS 45545-2'de [17] belirtilmiştir.

Bu duman odasını kullanan deney ISO 16312-2'de ele alınmıştır.

**6.8.7 Kaynak dokümanlar**

IMO FTP Kod [24]

ISO 5659-2 [25]

CEN/TS 45545-2 [17]

## 6.9 Demiryolu taşıt kabloları için zehirlilik deneyi

**6.9.1 Özet**

EN 50305 [44] Madde 9,2’de tarif edilen deney, malzemenin bir küçük örneği belirlenen şartlar altında fazla havada tamamen yakıldığı zaman üretilen yanma ürünlerinin zehirliliği ölçmek için kullanılır. Malzeme bir demiryolu taşıtından alınan yalıtım veya kılıf veya diğer metalik olmayan bileşendir.

Sadece ''halojen içermeyen'' olarak tanımlanan malzemelere uygulanır. Sadece başlangıç nitel deneyleri (sodyum füzyonu ile), kükürt ve oksijenin malzeme içinde mevcut olduğu gösterirse, sülfür dioksit ve azot oksitler için nicel analizleri yapılır.

**6.9.2 Amaç ve prensip**

Deneye tabi tutulan malzemenin 800 ⁰C’ta yanması sonucu ortaya çıkan bazı küçük molekül gazlı türlerin analitik verileri matematiksel olarak birleştirilmiş bir zehirlilik indeksini elde etmek amacıyla her bir gaz türüne yönelik olarak “30 min’lik maruz kalma kritik derişim”i kullanarak hesaplanır.

**6.9.3 Deney numunesi**

Deney numunesi, yaklaşık 1 g’dir ve bir demiryolu taşıtı kablosundan alınan yalıtım veya kılıf veya diğer metalik olmayan bileşenin bir parçasıdır.

**6.9.4 Deney yöntemi**

Düzenek EN 50267-1 [46]'da tanımlandığı gibi bir tüp fırındır.

Yanma tüpü 800 ° C'lik bir sıcaklıkta muhafaza edilir. Malzemenin bir deney numunesi yanma borusu içine sokulur ve hava akışı yanmayı desteklemek amacıyla deney numunesi üzerinden tüp içinden geçirilir. Yangın ürünü daha sonra karbon monoksit, karbon dioksit ve hidrojen siyanür için analiz edilir. Deney örneği sülfür içerdiğini gösterirse, sülfür dioksit de analiz edilir. Deney örneği azot içerdiğini gösterirse, azot oksitler de analiz edilir.

Hava desteği itilebilir veya çekilebilir. Daha sonraki durumda hava gaz torbaları devrenin ucunda gazları toplamak için kullanılır. Hava itildiğinde, sürekli akış analizi karbon monoksit, karbon dioksit, hidrojen siyanür ve sülfür dioksit için mümkündür. Sürekli olmayan analiz azot oksitlerin yanı sıra bu gazlar için de mümkündür. Analiz yöntemlerinin ayrıntıları EN 50305 standardı, Ek E'de verilmiştir.

Sonuçlar aşağıdaki gibi ağırlıklı hesaplamaya dayalı olarak bir zehirlilik indeksi *ITC* şeklinde ifade edilmektedir:



Burada

*m* Deney numunesinin kütlesi,

*Mz* Deney numunesinin yanmasıyla elde edilen z gazının kütlesi ve

*CCz* z gazının 30 min’lik maruz kalma için kritik derişim (bk. Çizelge 7).

#### Çizelge 7 - EN 50305'ten alınan *CCz* değerleri

|  |  |
| --- | --- |
| **Gaz** | **/** |
| Karbon dioksit | 90000 |
| Karbon monoksit | 1750 |
| Sülfür dioksit | 260 |
| Azot oksitler | 90 |
| Hidrojen siyanür | 55 |

**6.9.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Veri bulunmamaktadır.

**6.9.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler**

Bu yöntemdeki deney sıcaklığı ve havalandırma koşulları, fiziksel yangın modellerinin Çizelge1'de tanımlanan yanın tiplerinin herhangi birine karşılık gelmediği anlamına gelir. Ancak, deney sıcaklığı yapılan değişiklikler, fiziksel yangın modelinin yangın modeli 2 (bk. Çizelge 1) çoğaltılması şeklinde yapılabilir.

Toplam zehirlilik hesaplamasında kullanılan ağırlık değerleri çağın ihtiyaçlarını karşılamamaktadır.

Deney numunesinin kütle kaybı deney sırasında veya sonrasında kaydedilmemiştir ve bu nedenle, sonuçlar zehir etkisi olarak ifade edilemez.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

BS 7990 standardı ISO 16132-2 standardında ele alınmıştır.

**6.9.7 Kaynak doküman**

EN 50305, Madde 9.2 ve Ek E.

**7 Hayvan maruz kaldığı deney yöntemlerine ilişkin yayınlanan özet**

Bu özet sadece geçerli kaynak dokümanları olan yayımlanmış standartların yerine geçmez.

## 7.1 Alman Standard Enstitüsü (DIN)

**7.1.1 Özet**

DIN 53436 seri standartlarında tarif edilen deney yöntemi [19], [27], [28], bir hava akışı tanımlı koşullara tabi tutulan ısıl ayrışan katı ve sıvı malzemelere ve ısıl ayrışan ürünlerin göreceli akut soluma zehirliliğini değerlendirmek için hizmet eder.

**7.1.2 Amaç ve prensip**

Bu deney yöntemi, bir hava akımında malzemelerin ısıl ayrışma ürünlerinin oluşmasını ve ayrışma ve yanma ürünlerinin solumayla zehirliliğinin belirlenmesi için kullanılır.

**7.1.3 Deney numunesi**

15 mm × 2 mm × 400 mm ölçülerinde şerit şeklinde deney numuneleri kullanılır.

Yoğunluk 400 kg x m-3 'den az ise, uzunluk ile ilgili kütle (g x cm-1) yoğunluğu 400 kg x m-3 olan bir malzemeye eşit olması için deney numunesinin kalınlığı ölçülür.

**7.1.4 Denet yöntemi**

Düzenek 1300 mm uzunluğunda kuvars tüp içinde şerit şeklindeki bir deney numunesini sürekli bileşenlerine ayırır. 40 mm’lik bir dış çapa ve 2 mm arasında bir et kalınlığa sahip olan kuvars tüp, 100 mm uzunluğunda, sıcaklık kontrollü halka şeklindeki bir fırınla içine konulur. Fırın 10 mm x min-1 lik bir hızda tüpün ekseni boyunca hareket ettirilir. Bunu yaparken fırın kuvars tüpün altında kuvars bir cam küvet içinde yer alan deney numunesi üzerinden geçer. Hava akışı (değişken), fırın hareket ederken deney numunesin üzerinden zıt yönde üflenir.

Fırının ve hava akışının zıt hareketi ayrıştırılmış sıcak gazların, deney numunesinin henüz ayrışmamış bölümlerinin ön ısıtmasını engeller. Deney sıcaklığı 200° C ve 900° C arasında ayarlanır ve referans bir gövde ile ölçülür. Bu referans gövde, üzerine ısıl çift kaynatılmış ve deney numunesi tutucusuna yerleştirilmiş 200 mm uzunluğunda çelik bir çubuktur. Sıcaklık, aynı fırın sıcaklığında referans bir gövde ile üç deney uygulayarak sabitlenir. Deney kendisini başlatır ve kuvars tüpün ucunda, yangın ürünü temiz hava ile soğutulur, seyreltilir ve sıçanın burun veya tüm vücudunun maruz kaldığı solunum odasının içine beslenir. Deney sırasında gaz analizi de mümkündür.

**7.1.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Üç laboratuarı içeren bu yöntemin bir değerlendirmesi yapılmıştır [29], [30].

**7.1.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler**

DIN 53436-1 [19] tüp şeklindeki fırının ayrıştırma modeli, *LC*50 (ölümcül derişim 50),verilerinin belirlenmesi için farklı araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Bu fiziksel yangın modeli yangın tipleri 1b, 3a ve 3b (bk. Çizelge 1) ile ilgili koşullar altında şerit şeklindeki malzemelerin ayrıştırmasına imkanı sunar. Aynı kütle veya deneye tabi tutulacak malzeme belirli koşullar altında ayrıştırılır. Derişim tepki ilişkileri, hava ile yangın ürününün seyreltilmesiyle derişim değiştirilerek kolayca elde edilebilir.

Yöntem, homojen malzemelerin eriyerek bozulması veya yanmadan zehirlilik verileri ve gaz verimlerini elde etmek için kullanılır. Deney prosedürünün belirli koşullar altında 30 min’lik maruz kalma ile ilgili öldürücü zehir etkisi verileri belirlenir. Zehirlilik bulguları bu nedenle kullanılan deney numunesin kütlesine, hacmine veya yüzey alanına atıfta bulunabilir.

Antik olarak büyük yangın gazı bileşenleri ile ilgili derişim değerleri kullanılarak *LC50*verilerini hesaplamak da mümkündür. Hayvanları içeren deney sayısı, bu nedenle mutlak asgariye de azaltılabilir.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

Gerçek ölçekli yangın verileri ile zehir etkisi ve gaz verim verileri karşılaştırmaları yayınlanmamıştır.

Bu deney yöntemi, ISO 16312-2 standardında ele alınmaktadır.

**7.1.7 Kaynak dokümanlar**

DIN 53436-1 [19]

DIN 53436-2 [27]

DIN 53436-3 [28]

## 7.2 Ulusal Standartlar Bürosu (NSB)

**7.2.1 Özet**

"NBS Kupası" fırın deneyi solunan yanma ürünlerinin akut zehirliliğini değerlendirmek için kullanılır.

**7.2.2 Amaç ve prensipler**

Bu deney yöntemi, statik kapalı bir sistem içinde yangın ürünleri için altı hayvanı (sıçanı) maruz kalma giriş deliğine ve örnekleme karşılıklarına sahip 200 l’lik bir maruz kalma odasına doğrudan bağlanmış elektrikle ısınan 1 l’lik kap tipi bir potalı fırını kullanarak, alevlenen ve alevlenmeyen yangın ürünlerinin ayrışma ürünlerin oluşmasından dolayı zehir etkisinin belirlenmesi için kullanılır.

Rapor edilen sonuç, 30 min’lik bir maruz kalma süresi ve ayrıca maruz kalma sonrası 14 gün süresi boyunca *LC50* dir ve birim oda hacmi başına maruz bırakılan deney numunesinin kütlesi olarak ifade edilmiştir.

**7.2.3 Deney numunesi**

8 g kadar olan tipik kütleli bir deney numunesi malzemenin bir parçası olabilir veya ürünün ucundan kesilmiş bir deney numunesi olabilir.

**7.2.4 Deney yöntemi**

1 l’lik bir paslanmaz çelik elektrikle ısıtılan kap fırın önceden belirlenmiş bir sıcaklığa ayarlanır ve deney numunesi (tipik olarak 1 g ila 8 g), fırının içine bırakılır ve elde edilen yanma ürünü yayınım ile odayı doldurmasına izin verilir.

Yanma ile ilgili iki mod, alevlenen ve alevlenmeyen olarak belirlenmiştir. Alevlenmeyen modda, fırın sıcaklığı deney numunesinin tutuşturma sıcaklığının 25 °C altına ayarlanır ve alev modunda bu deney numunesinin tutuşturma sıcaklığının 25 ° C üzerinde ayarlanır. Deney numunesinin tutuşturma sıcaklığı deneye öncesi kap fırın içinde belirlenir.

Deney, üstü açık analitik numune için karşılıkları, hayvan maruz kalma giriş delikleri ve deney odasının zeminiyle aynı hizada kap fırın içeren bir 200 l’lik seffaf plastik deney odası içinde yapılır.

Yanma odasının içine deney numunesinin sokulmasıyla başlayarak, sadece 30 min’lik bir süre için deney odasının atmosferine sıçanların burunları maruz bırakılır. Maruz kalma süresinin sonunda ölmeyen hayvanlar daha sonra 14 gün süreyle gözetlenir. Bu süre içinde her bir ölüm, yanma ürününe maruz kalma sonucunda olduğu kabul edilir ve *LC50* belirlenmesinde hesaba katılır.

Oksijen, karbon monoksit ve karbon dioksit derişimleri devamlı izlenir.

Sonuçlar alevlenen ve alevlenmeyen koşulları altında *LC50* olarak ifade edilir; 30 min’lik odada maruz kalma ve ayrıca maruz kalma sonrası 14 gün süresi boyunca gözlem, oda hacminin litresi başına yüklenmiş örneklemin miligramı rapor edilir. *LCt50*, 30 min’lik maruz kalma süresi ile *LC50* çarpılarak hesaplanır.

Kayıt edilen diğer bilgiler, oda koşulları, asgari sıcaklık ve oksijen, karbon monoksit ve karbon dioksit derişimleri içerir.

**7.2.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

NSB raporu bu yöntemle nispeten iyi bir tekrarlanabilirlik göstermektedir.

**7.2.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler**

NSB deneyi artık büyük ölçüde NIST (Standard ve Teknoloji Ulusal Enstitüsü) deneyinin yerini almıştır (bk. Madde 7.3)

Kap fırını en iyi homojen malzemeler için uygundur ve kompozit veya katmanlı deney numunelerine kolaylıkla uyum sağlamadığından dolayı NSB deneyi eleştirilmektedir. Kapalı kap geometrisi, büyük ölçüde çok yanıcı deney numuneleri hızlı bir şekilde sıcaklığın artmasına ve oksijenin tükenmesine neden olabilir, bunların her ikisi yanma ürünlerine hayvanların tepkimesini etkileyebilir ve bundan dolayı sonuçların uygunluğunu etkileyebilir anlamına gelir.

Buna ilave olarak, deney numunesinin ayrıştığı yangın koşullarını nitelendirmek genellikle zordur. Hava kap fırınına sadece üstten girebilir, bu nedenle kuvvetli şekilde yanan ve fırın hacim oranının büyük bir kısmını alan deney numunesi, bazen daha az küçük veya az yanabilir deney numunelerinden nispeten daha az oksijenini alabilir.

Karbon monoksit verimleri çeşitlilik gösterme eğiliminde olmasına rağmen, tam ölçekli koşullar altında bu deney yöntemi ile ölçülmüş zehir etkisini karşılaştıran çok az veri bulunmaktadır, dolayısıyla bu sınırlamanın uygulama etkileri bilinmemektedir.

Sonuçlar uçucu yangın ürününe dönüştürülen miktar yerine, yüklenmiş deney numunesinin miktarı esas alınarak kütle derişimi olarak ifade edilir. Bunun için deney numunesi tamamen tükenmediğinde, ifade edilen sonuçlar yangın ürününde gerçek kütle derişimini daha fazla gösterir ve dolayısıyla yangın ürününün zehir etkisini de daha az gösterir. Buna, deneyden sonra deney numunesinin tartılmasıyla ve uygun şekilde düzeltmeyle çözüm getirilebilir, ancak böyle bir adım yayımlanmış prosedürün bir parçası değildir.

Bu deney yöntemi, ISO 16312-2 standardında ele alınmaktadır.

**7.2.7 Kaynak dokümanlar**

Hartzell [31]

Levin, B.C. [32]

Levin, B.C., Paabo, M. Ve Birky, M.M. [33]

## 7.3 Ulusal Standardlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST)

**7.3.1 Özet**

NIST radyan fırın yöntemi, kapalı statik sistem içinde alevlenen ve alevlenmeyen ayrışmış yangın ürünlerinin oluşumu yoluyla zehir etkisini belirlemek için kullanılır. Bu, NFPA 269 [34] ve ASTM E 1678 [35]‘de kullanılır.

Öldürücü zehir etkisi ilk olarak *FED* hesaplamaları kullanılarak analitik verilerle yanma ortamından tahmin edilmektedir. Bu, biyolojik tepki onay işlemleri için gerekli olan hayvan deneyi miktarını asgariye indirgemek için yapılır.

Rapor edilen sonuç, birim deney odası hacmi başına maruz kalma süresi ile çarpılan deney numunesinin kütle kaybının çarpımı olarak ifade edilen 30 min’lik bir maruz kalma süresi ve ayrıca maruz kalma sonrası 14 gün süresi boyunca N-gaz modeline ait *LCt50*’dir.

**7.3.2 Amaç ve prensip**

Yanma cihazı, yatay olarak monte edilmiş iç çapı 130 mm, uzunluğu yaklaşık 320 mm olan silindirik bir kuvars yanma hücresinden oluşur. Hayvan maruz kalma odasına yaklaşık olarak 300 mm × 300 mm × 30 mm olan paslanmaz bir çelik baca aracılığıyla bağlanır. Yanma hücresinin dışında deney numunesinin yüzeyine odaklanmış olan dört tungsten kuvars radyan ısı lambası vardır. 76 mm x 127 mm’lik ve 51 mm kalınlığa kadar deney numunesini barındıran bir platform sürekli olarak deney numunesinin kütlesini izlemek için yanma odasının altına yerleştirilmiş olan bir yük hücresine bağlanır. Bir yüksek enerji kıvılcımı tutuşturucu kaynağı olarak kullanılır.

**7.3.3 Deney numunesi**

Deney numunesi, en fazla 8 g tipik bir kütleye sahip, malzemenin bir parçası veya bir nihai üründen kesilmiş deney numunesi olabilir. Deney numunesi platformu 51 mm kalınlığa ve 76mm x 127 mm ölçülen deney örnekleri yerleştirilebilir.

**7.3.4 Deney yöntemi**

Dikey olarak yönlendirilmiş NBS deneyinin kap fırını, çeşitli deney numunesi geometrilerini yerleştirilebilen ışıma ile ısıtılmış yatay yanma hücresi ile değiştirilebilir, ve devamlı kütle kaybı ölçümü için bir yük hücresine monte edilir. Bir paslanmaz çelik baca ve bir kapak vasıtasıyla maruz kalma odasına bağlanır. Deney numunesi, dıştan monte edilmiş iki adet radyan lambadan yanma hücresinin kuvars duvarları boyunca önceden belirlenmiş bir yoğunlukta radyan ısı alır ve yanma ürünleri bacaya ve maruz kalma odasına geçer. 15 min’lik ışınlamadan sonra, baca kapağı kapatılır ve ısı lambaları söndürülür.

Deneyin ilk bölümünde, hiç bir hayvan kullanılmaz. Bunun yerine, uygun olarak boyutlandırılmış deney numunesi (tipik olarak 5 g) radyan ısı yüküne maruz bırakılır. Deney odasındaki yanma ürünleri bileşimi, varlığı deney numunesinin birleşiminden belirlenen karbon monoksit, karbon dioksit, oksijen ve diğer gazlar (örneğin, organikler, hidrojen halidler, hidrojen siyanür)’ın devamlı analizi ile izlenir. Hayvan izleme süresi, son 15 min’i lambaların kapatıldığı ve baca kapağının kapatıldığı süre olan, deney numunesinin maruz kalmasını takip eden 30 min’dir. İzleme periyodunun sonunda, N-gaz modeli ve analitik veriler, hayvanların odada eğer maruz kalmışlar ise, almış oldukları yanma ürünlerinin ölümcül *FED*’ini hesaplamak için kullanılır. Deney numunesi büyüklüğü yaklaşık 1,1'lik bir *FED*‘e uyacak şekilde ayarlanır ve deney doğrulama için tekrarlanır.

Deney numune büyüklüğü ve *FED* arasındaki korelasyon sağlandıktan sonra, prosedür NBS deneyi için yukarıda tarif edilen hayvanlar ve maruz kalma koşulları kullanılarak iki kez tekrarlanır. Birinci deneyde, deney numunesinin boyutu beklenen 1,4 ‘lük *FED*‘i vermek için ayarlanır. N-gaz modeli zehir gücünün iyi bir tahmini ise, o zaman 14 günlük maruz kalma süresinden sonra, bir veya iki hayvan ilk deneyin sonucu olarak ve tüm altısı ikinci deneyin bir sonucu olarak ölecektir. Eğer N-gaz modeli ölüm oranını tahmin etmede başarısız olursa, bu durumda yanma ürünleri N-gaz modelinde yer almayan maddeleri içerir ve gerçek *LCt50*, standart zehirlilik tekniklerine göre düzenekler ve hayvanlar kullanılarak belirlenir.

Zamanla tümleşik oda derişimleri kızılötesi spektroskopi ile karbon oksitler için ve uygun olduğunda, hidrojen halojenürler ve hidrojen siyanür için belirlenir, oda içindeki asgari oksijen derişimi bir paramanyetik analizörle belirlenir ve deney numunesinin kütle kaybı bir yük hücresi tarafından belirlenir.

Deney numunesinin maruz kalma ısı akış seviyesi, deney numunesinin ateşleme süresi ve alev için sönme süresi rapor edilir.

**7.3.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

NIST, bu yöntemle nispeten iyi bir tekrarlanabilirlik rapor etmektedir, ancak bu yöntemin hiçbir laboratuvarlar arası değerlendirmesi yapılmamıştır.

**7.3.6 Deney verilerinin uyumluluğu ve özel gözlemler**

Sonuçları *LCt50* değerleri olarak ifade edilen NIST deneyi, doğrudan yangın tehlikesi hesaplamalarına girdi olarak kullanmak için tasarımlanmıştır. Bu, özellikle deney numunesi yerleştirme zorlukları ve NBS kap fırını ile ilişkili sınırlanmış oksijen tüketimi gibi birçok eksik yönünü ortadan kaldırır. Isıl ayrışma, iyi havalandırılmış koşullarda oluşur ve seçilen radyan akı seviyesine bağlı olarak 1b (deney numunesi otomatik tutuşturmalı değilse), 2, 3a ve 3b (bk. Çizelge 1) yangın tiplerinin simülasyonuna izin verir. Yangın tehlike modellerine girdi için malzemeler ve son ürünler için nicel zehir etkisi verilerini elde etmede yararlı bir deneydir.

NIST araştırmasına dayanarak, bu deney ile ölçülen sonradan parlayan zehir etkilerinin yaklaşık olarak ikilik bir faktör içerisindeki tam ölçekli yangınlara ait olanlarla ile uyuştuğu iddia edilmektedir.

Bu NIST deney yöntemi, kimyasal analizin yangın ürünündeki tüm zehirli bileşenlerin belirlenmesine her zaman güvenilemeyeceği ilkesine dayanmaktadır. Sonuç olarak, çabalar zehir etkisinin ölçülmesindeki hayvanlara olan ihtiyacı asgariye indirmek için yapılmış, ancak hayvanlara olan bağımlılık tamamen ortadan kalkmamıştır.

Bu deney ISO 16312-2’de ele alınmaktadır.

**7.3.7 Kaynak dokümanları**

NFPA 269 [34]

ASTM E 1678 [35]

Hartzell, G.E. [31]

Alexeeff, G.V. ve Packham, S.C. [37]

## 7.4 Pittsburgh (Upitt) Üniversitesi

**7.4.1 Özet**

UPitt kutu fırını (kaynak [38]'de tanımlanan) gelişmekte olan yangınların ayrıştırma koşullarından kaynaklanan mamullerin zehir etkisini ölçmek için kullanılabilir.

**7.4.2 Amaç ve prensip**

Bu deney yöntemi, yangın ürünü analizi için örnekleme giriş deliğine sahip dört hayvan (fare) maruz kalma odasına bağlanan bir mufla fırınında deney numunelerinin artırımlı ısıtılması ile sistem boyunca bir dinamik akış kullanan zehir etkisi ve derişim tepkisini belirlemek için kullanılır.

Bu deney yöntem, Amerika Birleşik Devletleri'nde, New York eyaleti tarafından belirli yapı ürünleri, elektrik ve iç yüzey bitirme malzemeleri ve mamulleri için gerektiğinde kullanılır.

**7.4.3 Deney numunesi**

Deney numuneleri ürünün ucundan kesilmiş bir deney numunesi veya malzeme parçaları olabilir. Yangın ürünü derişimi, tipik olarak 1 g ile 10 g aralığında, fırına yüklenen kütleler değiştirilerek değiştirilir.

**7.4.4 Deney yöntemi**

Deney numunesi yük hücresine yerleştirilir ve sıcaklığı oda sıcaklığından başlayarak 20 ºC·min-1 artırılan ve içeriye doğru 11 I min–1 lik oranda bir hava akımı çekilen bir fırın içerisinde ayrıştırılır. Deney numunesi kütlesinin % 1’ini kaybettikten sonra, fırındaki yangın ürünü daha fazla hava ile seyreltilir ve hayvan maruz kalma odasına iletilir.

Yangın ürünü 4 dm3 lük bir cam hayvan maruz kalma odasına iletilir. Analitik numuneler maruz kalma odasından alınır.

Fareler seyreltilmiş yangın ürününe sadece burundan 30 min süreyle maruz bırakılır. 30 min’lik hayvan maruz kalma süresi deney numunesi ağırlığını kaybetmeye başladığında başlar. Deney sırasında ve maruz kalma süresinden sonraki 10 min içerisinde ölen hayvanlar doz tepkisini ve oluşan zehir etkisini belirlemede hesaba katılır.

Sürekli oda oksijen derişimi (paramanyetik analizi) ve belirlenen kızılötesi karbon monoksit derişimi, ve ayrıca hidrojen halojenürler ve hidrojen siyanür gibi diğer zehirli yanma gazlarının sürekli analizi uygun görüldüğü şekilde gerçekleştirilebilir.

**7.4.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Benzer malzemeler ve mamullerin çoklu sunumu bu deneyin tekrarlanabilirliğinin çok iyi olduğunu gösterir.

**7.4.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Deney yöntemi, alevlenmeyen bir oksitleyici modunda başlar ve bazı aşamalarda genellikle alevlenmeye geçiş oluşur. Bu aşamada, ısı hala düşükken (600 ºC’tan daha az),CO2/CO oranları düşük olma eğilimindedir (20:1 altında, genellikle 10:1 den daha düşük). Bu koşulların birleşimi Çizelge 1'de gösterilen yangın türleri planına bu nedenle uymaz. Bu yüzden yangın tehlikesi modelleri için kullanılabilir giriş verileri üretmez.

Birçok fiziksel yangın modeli ile ortak olarak, yanmanın derecesi ile ilgili gösterge verilmemiştir, böylece yangın geciktiren maddeler herhangi bir alev geciktirmeyen maddeler gibi aynı oranda yanmaya maruz kalmaya zorlanabilirler. Bu nedenle, farklı yangın tiplerinde yanma oranları hakkında ilave veri girişi yangın tehlikesi değerlendirmeleri için gereklidir.

*LC50* değerleri 15000 ‘in üzerindeki mamuller için New York Eyaleti ile doldurulmuş ve rapor edilmiştir [39]. Bu *LC50* değerlerinin % 96’sı büyüklüğün bir sırasından daha az aralıkta olduğu ilgi konusudur; *LC50* değerlerinin %63,3’ü 5 g ile 12,5 g arasında, diğer % 32,7’si 12,5 g ile 28,1 g aralığında dağılır.

Bu deney, ISO 16312-2 standardında ele alınmıştır.

**7.4.7 Kaynak dokümanlar**

Alarie, Y.C. ve Anderson, R.C. [38]

New York Eyaleti [39]

Kaplan, H.L., Grand, A.F., Hartzell, G.E. [40]

Hartzell, G.E. [31]

Levin, B.C., Paabo, M. ve Birky, M.M. [33]

## 7.5 Yapı bileşenleri için Japon yangın zehirlilik deneyi

**7.5.1 Özet**

Japon Yapı Standardları Kanunu kapsamında, 2000 yılında revize edilmiş, yangın güvenlik değerlendirmesi ve belgelendirmesi, Arazi,Altyapı, Taşıma ve Turizm, Bakanlığı’ndan (MLIT) onaylanmış yangın deneyi ve değerlendirme kuruluşlarınca yapılmıştır. Bu tür onaylanmış kuruluşlar değerlendirme ve belgelendirme için kriteri ve yöntemleri yayınlar. Birçok onaylanmış kuruluş BS 476-6 [43]’e benzer bir yanma sistemi kullanan zehirlilik yangın deneyini [41] [42] kullanmaktadır. Deney numunesinin yanma ürünleri, bir karıştırma odasına ve daha sonra bir hayvan maruz kalma odasına gönderilir. Tüm sekiz farenin güçsüz duruma gelmesi için gereken süre ölçülür. Sonuç belirtilen süre ile karşılaştırılır.

**Not -** Bu deney için güçsüz duruma gelme, asgari 30 sn boyunca hem farenin hem de kafesin hareketinin durması olarak tanımlanır.

**7.5.2 Amaç ve prensip**

Bu, gaz maruz kalma şartlarında fare kullanılarak yapı endüstrisinde kullanılan yarı-yanıcı ve alevlenmeyi geciktiren malzemelerin gösterimi için karşılaştırmalı bir zehirlilik deney yöntemidir. Deney düzeneği, bir fırın, bir ön karışım odası ve sekiz döner kafesli bir hayvan maruz kalma odasından oluşmaktadır.

**7.5.3 Deney numunesi**

Deney numunesi, azami 22 cm x 22 cm x 1,5 cm kalınlığında ürünün ucundan kesilmiş bir deney numunesi veya bir malzeme parçası olabilir. Deney için maruz kalan alan 18 cm x 18 cm’dir.

**7.5.4 Deney yöntemi**

Hayvan maruz kalma odasının sıcaklığı 30 °C’a ayarlanır ve sekiz kafesin herbir fare ile doldurulur. Deney numunesi, bunun üzerine 3 min süreyle ek bir ısı kaynağıyla ısıtılır daha sonra 3 min süreyle ana ısı kaynağının eklenmesi takip eder. Yanma gazı, 10,0 litre˖min-1 lik bir oranda hayvan maruz kalma odasına uygulanır. İzleme zamanı, ısıtma deneyinin başlamasından sonra 15 min’lik bir süre için devam eder. Her bir farenin güçsüz duruma gelmesi için gereken süre kaydedilir.

Güçsüz duruma gelme için ortalama zaman belirtilen zamanı aşarsa, deney numuneleri deneyi geçmiş olarak değerlendirilecektir.

**7.5.5 Tekrarlanabilirlik ve uyarlık**

Altı malzemenin dört laboratuvarda incelenmesinde, farenin güçsüz duruma gelmesi için geçen zamanın laboratuvarlar arası standart sapması % 15’in altında olmuştur. Her laboratuvardaki yinelenen deneylerinin uyuşması % 5 içerisinde olmuştur.

**7.5.6 Deney verilerinin uygunluğu ve özel gözlemler**

Deney yöntemi günümüzde büyük ölçüde kullanılmamaktadır, çünkü tanınmış birçok kuruluş belirlenmiş yanma içeriği limitlerinden daha az içeren malzemeler için yangın zehirlilik deneyinin gerekli olmadığını kabul etmektedir. Birçok tanınmış kuruluş ayrıca düşük yanıcılık veya alevlenmeyi geciktiren malzemeler için yangın zehirlilik deneyinin gerekli olmadığını kabul etmektedir, çünkü düşük ısı bırakan malzemelerin düşük seviyeli zehirli atıklar bıraktıklarını dikkate alırlar.

Deney numunesinin kütle kaybı deney sırasında ve sonrasında kaydedilmemiştir ve bu yüzden sonuçlar zehir etkisi olarak ifade edilemez.

Deney yöntemi, çeşitli mamullere ait yangın ürününün güçsüz duruma getirme etkisini görüntülemek yararlıdır, ancak deney koşulları yalnızca 3a tipi yangınları simüle eder (bk. Çizelge 1).

Bu yöntem, ISO 16312-2 standardında ele alınmıştır.

**7.5.7 Kaynak dokümanlar**

Japonya İnşaat Bakanlığı (JMC) [41]

BS 476-6 [43]

**Ek A**

**(Bilgi için)**

**Zehirlilik deney yöntemlerine genel bakış**

Zehirlilik deney yöntemlerine genel bakış için Çizelge 1’e bakılmalıdır.

#### Çizelge A1 - Zehirlilik deney yöntemlerine genel bakış

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Deney yönteminin tipi** | **Madde** | **Deney yöntemi** | **Zehir etkisi verilerini sağlar** | **Zehir etkisi verilerine uyarlanabilir** | **Çizelge 1’deki yangın tipleri ile ilgili** | | | | | |
|  |  |  |  |  | **1a** | **1b** | **1c** | **2** | **3a** | **3b** |
| Kimyasal analiz | 6.1 | DS02-713 | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır |
| 6.2 | ABD0031 | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır |
| 6.3 | CEI 20-37/7 | Hayır | Evet | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır |
| 6.4 | NFC20-454  NFX70-100 | Hayır | Evet | Hayır | Hayır | Hayır | a | Hayır | Hayır |
| 6.5 | IEC 60695-7-50 | Evet | Uygulanmaz | a | Evet | a | Evet | a | Evet |
| 6.6 | ISO/TS 19700 | Evet | Uygulanmaz | a | Evet | a | Evet | Evet | Evet |
| 6.7 | IMO FTP Kodu | No | Evet | Hayır | Evet | Hayır | Hayır | Evet | Hayır |
| 6.8 | EN 50305  Madde 9.2 | No | Evet | Hayır | Hayır | Hayır | a | Hayır | Hayır |
| Hayvan maruziyeti | 7.1 | DIN 53436 | Evet | Uygulanmaz | Hayır | Evet | Hayır | Hayır | Evet | Evet |
| 7.2 | NSB Kap fırını | Evet | Uygulanmaz | Hayır | Evet | Hayır | Evet | Hayır | Hayır |
| 7.3 | NBS Radyan fırını | Evet | Uygulanmaz | Hayır | b | Hayır | Evet | Evet | Evet |
| 7.4 | UPitt Kutu fırını | Evet c | Uygulanmaz | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır |
| 7.5 | Japon deneyi | Evet | Uygulanmaz | Hayır | Hayır | Hayır | Hayır | Evet | Hayır |
| a Bu yangın tipinin deney yönteminin standart şartları olmadan simüle edilmesi mümkündür.  b Bu yangın tipi, deney numunesinin otomatik tutuşmaması şartıyla simüle edilecektir.  c Zehir etkisi verileri hesaplanabilir, ancak fiziksel yangın modeli Çizelge 1 yer alan yangın tiplerinden herhangi birine uymaz | | | | | | | | | | |

**Çizelge A1 -** (Devamı)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Deney yönteminin türü** | **Madde** | **Deney yöntemi** | **Yorumlar** |
| Kimyasal analiz | 6.1 | DS02-713 | Bu deney yöntemi büyük oranda eleştirilir. Bu deneyden elde edilen veriler, zehir tehlikesi değerlendirmeleri, yangın tehlikesi değerlendirmeleri veya yangın güvenliği mühendislik hesaplamaları için girdi olarak kullanılmaması tavsiye edilir. |
| 6.2 | ABD0031 | Yangın ve havalandırma şartları, bu fiziksel yangın modeli ve Çizelge 1'de tanımlanan yangın tiplerinden herhangi biri arasında karşılaştırmaya izin vermez. |
| 6.3 | CEI20-37/7 | Bu yöntemlerdeki deney sıcaklığı ve havalandırma şartları Çizelge 1'de tanımlanan fiziksel yangın modeli, yangın türlerinden herhangi birine karşılık gelmeyecek şekildedir. Ancak, deney sıcaklığında veya hava akışı hızındaki değişiklikler ile fiziksel yangın modeli 2 veya 3b yangın tiplerini çoğaltmak için yapılmış olabilir. |
| 6.4 | NFC20-454  NFX70-100 |
| 6.5 | IEC60695-7-50 | Bu deney yönteminin sonuçları IEC 60695-7-51 de tanımlandığı gibi, kesirli etkili doz (FED) prensibine dayalı olarak zehir etkisini tahmin etmek için de kullanılabilir. |
| 6.6 | ISO/TS19700 | Yöntem teknik olarak karmaşıktır.  Zehir etkisi verileri,1b, 2, 3a ve 3b yangın tiplerine karşılık gelen şartlar altında elde edilebilir. ISO/TS19700 standardındaki ekler elde edilen verilerin ISO 13344 ve ISO 13571’e uygun olarak nasıl kullanılabileceğini gösterir. |
| 6.7 | IMOFTP Kodu | Gerçekleştirmesi nispeten kolay iken, bu yöntem yangın tehlikesi analizinde kullanılmak üzere yanma ürünleri zehirlilik verileri oluşturmak için kesin olmayabilir. |
| 6.8 | EN50305  Madde9.2 | Deney sıcaklığındaki değişiklik ile fiziksel yangın modeli tip 2 yangın çoğaltabilir. |
| Hayvan maruzuyeti | 7.1 | DIN53436 | Yöntem, homojen malzemenin eriyerek bozulması veya yanmasına ait gaz verimleri ve toksilojik verilerini elde etmek için kullanışlıdır. |
| 7.2 | NBS Kap fırını | NBS deneyi, artık büyük ölçüde NIST deneyi (bk. Madde 7.3) yerine geçmiştir. |
| 7.3 | NIST radyan fırını | Bu, yangın tehlike modellerine girdi için son ürünler ve malzemeler için nicel zehir etkisi verilerinin elde edilmesinde yararlı bir deneydir. |
| 7.4 | UPitt Kutu fırını | Bu deney yangın tehlike modelleri için kullanılabilir giriş verileri üretmez. |
| 7.5 | JMC | Deney yöntemi, çeşitli mamullerin yanma ürünlerinin güçsüz duruma getirme etkisini görüntülemek yararlıdır, ancak deney koşulları sadece 3a tipi yangınları simüle eder. |
| a Bu yangın tipinin deney yönteminin standart şartları olmadan simüle edilmesi mümkündür.  b Bu yangın tipi, deney numunesinin otomatik tutuşmaması şartıyla simule edilecektir.  c Zehir etkisi verileri hesaplanabilir, ancak fiziksel yangın modeli Çizelge 1 yer alan yangın tiplerinden herhangi birine uymaz | | | |

**Kaynaklar**

[1] Le Tallec, Y. and Guillaume E., “Fire Gases and their chemical measurement” in‘Hazards of Combustion Products’, Interscience Communications Ltd., London (2008)

[2] Ministry of Defence – Defence Standard 02-713 (NES 713) Issue 1, *Determination ofthe toxicity index of the products of combustion from small specimens of materials*(2000)

[3] Guillaume, E. and Chivas, C., “Fire models used in toxicity deneying” in ‘Hazards ofCombustion Products’, Interscience Communications Ltd., London (2008)

[4] ABD 00031, *Airbus Directives (ABD) and procedures – Fire – Smoke – Toxicity*

[5] IEC/TR 60695-6-30, *Fire hazard deneying – Part 6: Guidance and deney methods on theassessment of obscuration hazards of vision caused by smoke opacity fromelectrotechnical products involved in fires – Section 30:Small scale static method –Determination of smoke opacity – Description of the apparatus*

[6] ASTM E-662, *Standard Deney Method for Specific Optical Density of Smoke Generatedby Solid Materials*

[7] AITM 2.0007, *Airbus Industry Deney Methods – Determinations of the specific opticalsmoke density of aircraft interior materials* (JAR/FAR Part 25, Appendix F-Part V)

[8] AITM 2.0008, *Airbus Industry Deney Methods – Determinations of the specific opticalsmoke density of electrical wire/cable insulation*

[9] AITM 3.0005, *Airbus Industry Deney Methods – Determination of specific gas componentsof smoke generated by aircraft interior materials*

[10] CEI 20-37/7, *Deneys on gases evolved during combustion of electric cables and theircompounds – Part 7: Determination of toxicity index of gases evolved during combustionof electric cables*

[11] NATO AFAP-3, *NATO Reaction to fire deneys for materials toxicity of fire effluents – Ed 2*,2005

[12] Hull, T. R. and Paul, K. T., *Bench-scale assessment of combustion toxicity – A criticalanalysis of current protocols*, Fire Safety Journal, 42(5), 2007 pp. 340 - 365

[13] NF C20-454, *Basic environmental deneying procedures. Deney methods. Fire behaviour.Analysis and titrations of gases evolved during pyrolysis or combustion of materialsused in electrotechnics. Exposure to abnormal heat or fire. Tube furnace method.*

[14] NF X70-100-1: 2006, *Fire deneys - Analysis of gaseous effluents - Part 1 : methods foranalysing gases stemming from thermal degradation*

[15] NF X70-100-2: 2006, *Fire deneys - Analysis of gaseous effluents - Part 2 : tubular furnacethermal degradation method*

[16] Fire Standardisation Research in Railways (FIRESTARR), Final Report, EuropeanStandards, Measurement and Deneying Programme, Contract SMT4-CT97-2164,Commission of the European Communities, Brussels, Belgium, 2001.

[17] CEN TS 45545-2, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 2:Requirements for fire behaviour of materials and components*

[18] IEC/TS 60695-7-50, *Fire hazard deneying – Part 7-50: Toxicity of fire effluent – Estimationof toxic potency – Apparatus and deney method*

[19] DIN 53436-1, *Producing thermal decomposition products from materials in an air streamand their toxicological deneying; decomposition apparatus and determination of deney*

*temperature* (1981)

[20] IEC 60754-2, *Deney on gases evolved during combustion of electric cables – Part 2:Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materialstaken from electric cables by measuring pH et conductivity* (1991)

[21] IEC/TS 60695-7-51, *Fire hazard deneying – Part 7-51: Toxicity of fire effluent – Estimationof toxic potency – Calculation and interpretation of deney results* (2002)

[22] ISO/TS 19700, *Controlled equivalence ratio method for the determination of hazardouscomponents of fire effluents*

[23] BS 7990, *Tube furnace method for the determination of toxic product yields in fireeffluents*

[24] IMO FTP Code, *International Code for Application of Fire Deney Procedures (FTP Code)adopted by IMO as resolution MSC 61 (67) in 1996*

[25] ISO 5659-2, *Plastics – Smoke generation – Part 2: Determination of optical density by asingle-chamber deney(1994)*

[26] ISO/TR 9122-5, *Toxicity deneying of fire effluents – Part 5: Prediction of toxic effects offire effluents (1993)*

[27] DIN 53436-2, *Erzeugung thermischer Zersetzungsprodukte von Werkstoffen unterLuftzufuhr und ihre toxikologische Prüfung; Verfahren zur thermischen Zersetzung(1986)*

[28] DIN 53436-3: *Erzeugung thermischer Zersetzungsprodukte von Werkstoffen unterLuftzufuhr und ihre toxikologische Prüfung; Verfahren zu inhalationstoxikologischenUntersuchung (1989)*

[29] Klimisch, H. J., Hollander, H. W. and Thyssen, *Comparative measurements of thetoxicity to laboratory animals of products of thermal decomposition generated by themethod of DIN 53436, J., J. Comb. Tox. 7, 1980, pp. 209 – 230*

[30] Klimisch, H. J., Hollander, H. W. and Thyssen, *Generation of constant concentrations ofthermal decomposition products in inhalation chambers. A comparative study with amethod according to DIN 53436. I. Measurement of carbon monoxide and carbondioxide in inhalation chambers, J., J. Comb. Tox. 7, 1980, pp. 243 – 256*

[31] Hartzell, G.E., *Overview of combustion toxicology. Toxicology, 115, p.7-23, publishedby Elsevier Science Ireland for the National Fire Protections Association (NFPA) (1996)*

[32] Levin, B.C. et al., *Further Development of a Deney Method for the Assessment of theAcute Inhalation Toxicity of Combustion Products, NBSIR 82-2532. Washington: USNational Bureau of Standards (1982)*

[33] Levin, B.C., Paabo, M. et Birky, M.M., *An Interlaboratory Evaluation of the NationalBureau of Standards Deney Method for Assessing the Acute Inhalation Toxicity ofCombustion Products, NBSIR 83-2678. Gaithersburg: US National Bureau of Standards(1983)*

[34] NFPA 269, *Standard Deney Method for Developing Toxic Potency Data for Use in FireHazard Modelling, NFPA International, Quincy, MA, USA*

[35] ASTM E 1678, *Standard Deney Method for Measuring Smoke Toxicity for Use in FireHazard Analysis, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA*

[36] Babrauskas, V., Harris Jr., R. H., Braun, E., Levin, B. C., Paabo, M. and Gann, R. G.,*The Role of Bench-Scale Deney Data in Assessing Real-Scale Fire Toxicity, NISTTechnical Note 1284, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg,MD, USA, 1991*

[37] Alexeeff, G. V. et Packham, S. C., *Evaluation of Smoke Toxicity Using Concentration-Time Products. J. Fire Sci. 2(5): pp. 362-379 (1984)*

[38] Alarie, Y. C. and Anderson, R. C., *Toxicologic and acute lethal hazard evaluation ofthermal decomposition products of synthetic and natural polymers, Toxicology andApplied Pharmacology, 51, 1979, pp. 341 - 361*

[39] New York State Uniform Fire Prevention et Building Code, Article 15, Part 1120,*Combustion Toxicity Deneying and Regulations for Implementing Building Materials andFinishes; Fire Gas Toxicity Data File. New York State, Department of State, Office ofFire Prevention et Control, Albany, NY 12231 (1986)*

[40] Kaplan, H.L., Grand, A.F., Hartzell, G.E., *Combustion toxicology – Principles and deneymethods. Technomic Publishing Co., Box 5535, Lancaster Pennsylvania 17604, USA(1983)*

[41] Tsuchiya, Y., *New Japanese standard deney for combustion gas toxicity, Journal ofCombustion Toxicity 4, pp. 5-7 (1977)*

[42] Saito, F., *Toxicity deney for fire resistive materials in Japan, Journal of CombustionToxicology, 9, 1982, pp. 194 - 205*

[43] BS 476-6, *Fire deneys on building materials and structures – Part 6: Method of deney for firepropagation for products (1989)*

[44] EN 50305:2002, *Railway applications - Railway rolling stock cables having special fireperformance - Deney methods. (Clause 9.2, Toxicity. Annex E, Analysis methods fortoxicity).*

[45] EN 50306-1:2002, *Railway applications - Railway rolling stock cables having special fireperformance – Thin wall – Part 1: General requirements*

[46] EN 50267-1:1999, *Common deney methods for cables under fire conditions – Deneys ongases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Apparatus*

1. Köşeli parantez içindeki sayılar kaynakçaya atıf yapar. [↑](#footnote-ref-1)