

Ön söz

- Bu tasarı; CENELEC tarafından kabul edilen IEC 60695-7-1 (2010) standardı esas alınarak, TSE Mühendislik Hizmetleri İhtisas Grubu'nca hazırlanmıştır.

İçindekiler

Giriş	1
1 Kapsam	1
2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar	2
3 Terimler ve tarifler	3
3.1 Akut zehirlilik	3
3.2 Boğulmaya (asphyxiant) neden olan madde	3
3.3 Yanmak, geçişsiz eylem	3
3.4 Yakmak, geçişli eylem	3
3.5 Yanıcı, sıfat	3
3.6 Yanıcı, isim	3
3.7 Yanma	4
3.8 Derişim	4
3.9 Eşdeğerlik oranı	4
3.10 Maruz kalma dozu	4
3.11 Yangın	4
3.12 Yangın	4
3.13 Yangın	5
3.14 Yanmayla açığa çıkan ürün	5
3.15 Yangın tehlikesi	5
3.16 Yangın riski	5
3.17 Yangın senaryosu	5
3.18 Alev yayılması	5
3.19 Parlama	5
3.20 Kısmi (fractional) etkin derişim	5
FEC	5
3.21 Kısmi (fractional) etkin doz	5
FED	5
3.22 Tam olarak gelişmiş yangın	6
3.23 Aşırı soluma (hyperventilation)	6
3.24 Tutuşma	6
3.25 Kapasite kaybı	6
3.26 Tahriş edici madde, isim	6
3.27 Tahriş edici, isim	6
3.28 Ölümcül maruz kalma dozu 50,	6
LC ₅₀	6
3.29 Fiziksel yangın modeli	7
3.30 Piroliz	7
3.31 Küçük ölçekli yangın deneyi	7
3.32 Duman	7
3.33 Zehirli (Toksik)	7
3.34 Zehirli gaz	7
3.35 Zehirlilik tehlikesi	7
3.36 Zehirlilik potansiyeli	7
3.37 Zehirlilik riski	8
3.38 Zehirleyici	8
Zehir	8
3.39 Zehirlilik	8
Zehir	8
3.40 Hacimsel oran	8
3.41 Verim	8
4 Zehirlilik tehlikesini belirleyen faktörler	8
4.1 Zehirlilik tehlikesinin değerlendirilmesi	8
4.2 Yanma hızı	9
4.3 Yanma ile açığa çıkan ürünlerin zehirliliği	9
4.4 Yayılma hacmi	11
4.5 Kaçış süresi	11
5 Yanma gaz ürünlerinin zehirlilik tehlikesini hesaplamak için kullanılan küçük ölçekli deney metodlarının genel özellikleri	11
5.1 Genel	11

5.2	Yangın modelleri.....	12
5.3	Statik deney yöntemleri	15
5.4	Dinamik deney yöntemleri	15
5.5	Zehirliliğin ölçülmesi	15
6	Deney yöntemlerinin değerlendirilmesi	16
6.1	Değerlendirilecek parametreler	16
6.2	Deney numunesinin seçimi.....	16
7	Zehirlilik tehlikesi verisinin yangın tehlike değerlendirmesi ile ilişkisi	16
	Kaynaklar	18

Yangın tehlike deneyi - Bölüm 7-1: Yanmayla açığa çıkan ürünlerin zehirliliği - Genel kılavuz

Giriş

Elektroteknik ürünler bazen yangına maruz kalabilir. Ancak, belirli özel durumlar haricinde (örneğin güç santralleri, toplu taşıma tünelleri, bilgisayar odaları), normalde elektroteknik ürünler, zehirlenme tehlikesinin asıl kaynağını oluşturacak miktarda değildir. Örneğin, Meskenlerde ve halkın toplu bulunduğu yerlerde elektroteknik ürünlerin yangında açığa çıkan ürünlerle kıyaslandığında payı genelde, örnek olarak mobilyalara kıyasla, çok daha düşüktür.

IEC 60695-7 seri standartları, ISO TC 92'deki yangın güvenliği felsefesinin devam eden gelişimi niteliğindedir.

Bu standarddaki kılavuz bilgiler, ISO 19706'da açıklandığı gibi yangın sırasındaki zehirlenme tehlikeleri ile ilgili ISO TC 92 (SC 3) tarafından geliştirilen yangın güvenliği prensipleri ile uyumludur. Elektroteknik ürünlerin yangın tehlikesinin değerlendirilmesi için genel kılavuz bilgiler IEC 60695-1-10 ve IEC 60695-1-11'de verilmiştir. Yangından kaçış için kaçış sürelerinin tahmin edilmesi hakkında kılavuz bilgi ise ISO/TS 13571'de verilmiştir. Yangında açığa çıkan ürünlerinin öldürücü etkisinin belirlenmesi ISO 13344'te açıklanmıştır.

1989 yılında, aşağıdaki görüşler ISO/TR 9122-1'de ifade edilmiştir:

"Küçük ölçekli zehirlilik potansiyeli deneyleri, bilindiği kadarıyla mevzuat amaçları bakımından uygun değildir. Bu deneyler, malzemelerin yangın sırasında zehirli ortam oluşturma eğilimlerine göre bir derecelendirme sağlamaz. Hâlihazırda mevcut olan tüm deneyler, tam ölçekli yangınlarda açığa çıkan ürünlerin zaman/derişim profillerini ve yalnızca malzemeler değil elektroteknik ürünlerin tepkisini tayin eden yangın büyüme dinamiklerini tekrarlama yetersizliği nedeniyle kısıtlıdır. Yanmayla açığa çıkan ürünlerin zehirlilik etkilerinin yanan malzemelerin kimyasal muhtevasından çok yanmanın hızına ve şartlarına bağlı olduğunun günümüzde bilinmesi nedeniyle bu durum ciddi bir sınırlamadır."

Bu sınırlamalar nedeniyle IEC TC 89, IEC 60695-7-50'yi hazırlamış, daha sonra ISO tarafından ISO/TS 19700 [1]¹ hazırlanmıştır. Bu standartların her ikisinde aynı cihaz ve malzemeler kullanılmaktadır. Bu cihaz ve malzemeler, model tanımlı yangın evrelerine uygulanabilirliği nedeniyle, tam bir tehlike değerlendirilmesinde kullanılmaya uygun zehirlilik potansiyeli verisi sağlayan, zehirlilik potansiyeli verileri için uygulanabilir küçük ölçekli cihaz ve malzemelerdir. Her iki deney yöntemi, farklı fiziksel yangın modelleri oluşturmak bakımından hava akışı ve sıcaklık değerlerindeki değişimleri esas alır, ancak ISO deney yöntemi, ilave olarak eşdeğerlik oranını bir anahtar parametre olarak kullanır.

Deney amaçlı yangınlardan ve yanma zehirlilik araştırmalarından elde edilen veriler ile birlikte yangından ve yangın zayıflarından sağlanan kanıtlar, beklenmedik şekilde yüksek miktarda zehirli olan kimyasal ürünlerin önemli olmadığını (Madde 4.3.4) göstermektedir. Karbon monoksit zehirlenme tehlikelerine katkı sağlayan en önemli kimyasal maddedir. Önemli olan diğer kimyasallar; hidrojen siyanür, karbon dioksit ve tahriş edici maddelerdir. Isı etkisi, ışınım enerjisi, oksijen azalması ve duman kaplaması nedeniyle görüş kaybı gibi zehirli olmayan ancak hayati açıdan önemli diğer tehditler de mevcuttur ve bunların tamamı ISO/TS 13571'de açıklanmıştır. Duman kaplaması nedeniyle görüş kaybının etkileri hakkında genel kılavuz bilgi IEC 60695-6-1'de verilmiştir. [2]

IEC TC 89 Komitesi, elektroteknik ürünlerden kaynaklanan zehirlilik tehlikesinin etkin olarak hafifletilmesinin en iyi şekilde, tutuşmaya karşı direncin artırılması ve yangın büyüme hızını azaltan ve bu şekilde yangında açığa çıkan ürünlere maruz kalma düzeyini sınırlandıran deneyler ve mevzuat hükümleriyle başarılacağını kabul eder.

1 Kapsam

Bu standard, elektroteknik ürünlerin yer aldığı yangınlardan kaynaklanan zehirlilik tehlikesine etki edecek faktörlerle ilgili genel kılavuz bilgiyi ve ISO 13344 ve ISO/TS 13571'de belirtilen yangınlardan kaynaklanan

¹ Köşeli parantez içerisindeki rakamlar kaynaklar kısmında verilmiştir.

zehirlilik tehlikesinin tahmin edilmesi ve azaltılması için ISO/TC 92 (SC 3) Komitesi tarafından tavsiye edilen yöntemler hakkındaki bilgileri kapsar.

Yangınlardaki zehirlilik tehlikesini gerçekçi olarak değerlendirecek tek bir deney mevcut değildir. Küçük ölçekli zehirlilik potansiyeli deneyleri tek başına yangın tehlikesinin değerlendirilmesi için yeterli değildir. Mevcut zehirlilik deneyleri laboratuvar ortamında oluşturulan yangında açığa çıkan ürünlerin zehirlilik potansiyelini ölçme amaçlıdır. Zehirlilik potansiyeli, zehirlenme tehlikesi ile karıştırılmamalıdır.

Teknik komiteler tarafından standartların EC Guide 104 ve ISO/IEC Guide 51'de ortaya konan prensiplere uygun olarak hazırlanmasında bu temel güvenlik standardının kullanılması amaçlanmıştır.

Teknik komitenin sorumluluklarından birisi, uygulanabilir olduğu durumlarda, dokümanlarının hazırlanmasında temel güvenlik dokümanlarından yararlanmaktır. Bu standardda yer alan kurallar, deney yöntemleri veya deney şartları özellikle atıf yapılmadıkça veya ilgili dokümanlarda yer almadıkça uygulanamaz.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste hâlinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tâdil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tâdil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi hâlinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No ²⁾	Adı (Türkçe)
IEC 60695-7-2	Fire hazard testing – Part 7-2: Toxicity of fire effluent – Summary and relevance of test methods	-	-
IEC 60695-7-3	Fire hazard testing – Part 7-3: Toxicity of fire effluent – Use and interpretation of test results	-	-
IEC Guide 104:1997	The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications	-	-
IEC Guide 51:1999	Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards	-	-
ISO 13344:2004	Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents	TS ISO 13344: 2008	Yangın sırasında ortaya çıkan ürünlerin öldürücü zehirlenme etkisinin tahmin edilmesi.
ISO/IEC 13943:2008	Fire safety – Vocabulary	TS EN ISO 13943	Yangın güvenliği - Terimler ve tarifleri
ISO 13571:2007	Life threatening components of fire – Guidelines for the estimation of time available for escape using fire data	TS ISO 13571: 2010	Yangının yaşam tehlikesi olan bölümleri- Yangın verileri kullanılarak, Kaçış süresinin tahmini için kılavuz
ISO 16312-1	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	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	-	-

²⁾ TSE Notu : Atıf yapılan standartların TS numarası ve Türkçe adı 3. ve 4. kolonda verilmiştir. * işaretli olanlar bu standardın basıldığı tarihte İngilizce metin olarak yayımlanmış olan Türk Standardlarıdır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No	Adı (Türkçe)
ISO 19701	Methods for sampling and analysis of fire effluents		
ISO 19702	Toxicity testing of fire effluents – Guidance for analysis of gases and vapours in fire effluents using FTIR gas analysis		
ISO 19703:2005	Generation and analysis of toxic gases in fire – Calculation of species yields, equivalence ratios and combustion efficiency in experimental fires		
ISO 19706:2007	Guidelines for assessing the fire threat to people		

Not - ISO 9122-1:1989, Toxicity testing of fire effluents – Part: General, iptal edilmiş, yerini ISO 19706:2007 almıştır.

3 Terimler ve tarifler

Bu standardın amaçları bakımından ISO/IEC 13943'te verilen terimler ve tariflerin bazıları kullanım kolaylığı için aşağıda belirtildiği gibi uygulanır.

3.1 Akut zehirlilik

Hızlıca meydana gelen zehirlenme etkilerine neden olan zehirlilik.

Karşılaştırma için bkz: **zehirlilik potansiyeli**

[ISO/IEC 13943, tarif 4.5]

3.2 Boğulmaya (asphyxiant) neden olan madde

Merkezi sinir sisteminde çöküntü veya kalp damar (kardiyovasküler) sistemlerinin etkilenmesi ile sonuçlanabilecek kanda oksijen yoksunluğuna neden olan zehirleyici madde.

Not - Bilinç kaybı ve nihai olarak ölüm gerçekleşebilir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.17]

3.3 Yanmak, geçişsiz eylem

Yanmaya maruz kalmak.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.28]

3.4 Yakmak, geçişli eylem

Yanmaya neden olmak.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.29]

3.5 Yanıcı, sıfat

Tutuşturulabilir ve yanabilir olma.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.43]

3.6 Yanıcı, isim

Yanabilir madde.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.44]

3.7 Yanma

Bir maddenin, oksitleyici bir madde ile ısıveren tepkimesi.

Not – Yanma genelde, alev ve/veya akkorlaşmanın eşlik ettiği yanma ile ortaya çıkan ürünleri oluşturur.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.46]

3.8 Derişim

Birim hacimdeki kütle.

Not 1 - Yanma ile ortaya çıkan bir ürün için tipik birim, gram bölü metreküptür (g.m^{-3}).

Not 2 - Bir zehirli gaz için, derişim genellikle, $T = 298 \text{ K}$ sıcaklık ve $P = 1 \text{ atm}$ basınçta bir hacimsel oran olarak, cm^3/m^3 veya 10^{-6} 'ya eşdeğer olan, mikrolitre bölü litre ($\mu\text{L/L}$) tipik birimleri ile ifade edilir.

Not 3 - Bir gazın T sıcaklık değeri ve P basınç değerindeki derişimi, (ideal gaz davranışı göstereceği varsayılarak), gazın hacimsel oranını bu sıcaklık ve basınçtaki yoğunluğu ile çarparak, gazın hacimsel oranından hesaplanabilir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.52]

3.9 Eşdeğerlik oranı

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

Not 1 - Standart, kuru hava hacimce % 20,95 oksijen ihtiva eder. Uygulamada, kapalı ortamdaki havada oksijen derişimi değişiklik gösterebilir ve standart kuru havaya göre eşdeğerlik oranının hesaplanması gereklidir.

Not 2 - Eşdeğerlik oranı, birimsizdir.

3.10 Maruz kalma dozu

Derişim-zaman eğrisi altında kalan alanın integrali alınarak hesaplanan, solumaya uygun zehirleyici gaz veya bir yanma ürününün miktarı.

Not 1 - Yanma ürünleri için tipik birim, gram çarpı zaman (dakika cinsinden) bölü metreküptür (g.min.m^{-3}).

Not 2 - Zehirleyici bir gaz için tipik birim, mikrolitre çarpı zaman (dakika cinsinden) bölü litredir ($\mu\text{L.min.L}^{-1}$) ($T = 298 \text{ K}$ ve $P = 1 \text{ atm}$), hacim oranına (volume fraction) bakılmalıdır.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.89]

3.11 Yangın

<genel>Isı ve yanma ile açığa çıkan ürün yayılımı ve genellikle beraberinde duman, alev, akkorlaşma veya bunların bir birleşimi ile karakterize edilen yanma işlemi.

Not – İngilizce dilinde "yangın" terimi, ikisi yangın (Madde 3.11) ve yangın (Madde 3.12) olmak üzere, kendiliğinden yanmanın belirli tipleri ile ilgili farklı anlamlardaki üç kavramı ifade eder ve bu ikisi Fransızca ve Almanca'nın her ikisinde de iki farklı terimle belirtilir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.96]

3.12 Yangın

<kontrollü> Yararlı etkiler sağlamak için bilinçli olarak düzenlenen, zaman ve hacim itibarıyla genişlemesi sınırlandırılmış olan kendiliğinden yanma.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.97]

3.13 Yangın

<kontrolsüz> Yararlı etkiler sağlamak için bilinçli olarak düzenlenen, zaman ve hacim itibarıyla genişlemesi sınırlandırılmayan kendiliğinden yanma.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.98]

3.14 Yanmayla açığa çıkan ürün

Bir yangında, yanma veya piroliz ile oluşan gaz ve aerosollerin, asılı parçacıklar dâhil, toplamı.

[ISO/IEC 13943, tarif 105]

3.15 Yangın tehlikesi

Yangından kaynaklanan istenmeyen bir sonuç ihtimali olan fiziksel nesne veya durum.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.112]

3.16 Yangın riski

Yangın olasılığının, sonuçlarının sayısal ölçümü ile birleşimi

[ISO/IEC 13943, tarif 4.124]

3.17 Yangın senaryosu

Üzerinde çalışılan yangını niteleyen ve bu yangını olası diğer yangınlardan ayıran kilit olayları tanımlayan yangın sürecinin zamana göre nitel tarifi

Not – Yangın senaryosu genelde; tutuşma ve yangın büyümesi süreçlerini, tam gelişmiş yangın aşamasını, yangın söndürme aşamasını ve yangın sürecine etki eden ortam ve sistemleri tanımlar.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.129]

3.18 Alev yayılması

Yangın cephesinin yayılması.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.142]

3.19 Parlama

Kapalı bir yerdeki yanabilir malzemelerin oluşturduğu yangında, toplam yüzeyi saran bir duruma geçiş.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.156]

3.20 Kısmi (fractional) etkin derişim

FEC

Bir tahriş edici maddenin derişiminin, ortalama hassasiyete maruz bırakılan kişi üzerinde belirli bir etki sağlaması beklenen derişime oranı.

Not 1 – Kavram olarak, FEC, kapasite kaybı, ölüm veya başka son noktalar dâhil herhangi bir etkiyi belirtebilir.

Not 2 – Belirli bir tahriş edici maddeyi belirtmeden kullanıldığında, "FEC" terimi, bir yanma atmosferindeki bütün tahriş edici maddeler için FEC değerlerinin toplamını temsil eder.

Not 3 – Kısmi etkin derişim, birimsizdir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.159]

3.21 Kısmi (fractional) etkin doz

FED

Boğulmaya (asphyxiant) neden olan bir maddenin maruz kalma dozunun, ortalama hassasiyete maruz bırakılan kişi üzerinde belirli bir etki sağlaması beklenen doza oranı.

- Not 1** – Kavram olarak, FED, kapasite kaybı, ölüm veya başka son noktalar dâhil herhangi bir etkiyi belirtebilir.
- Not 2** – Belirli bir tahriş edici maddeyi belirtmeden kullanıldığında, "FED" terimi, bir yanma ortamındaki bütün tahriş edici maddeler için FED değerlerinin toplamını temsil eder.
- Not 3** – FED, birimsizdir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.160]

3.22 Tam olarak gelişmiş yangın

Bir yangında, yanabilir malzemelerin tamamının bulunması durumu.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.164]

3.23 Aşırı soluma (hyperventilation)

Normalden daha fazla nefes alma hızı ve/veya nefes derinliği.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.180]

3.24 Tutuşma

Sürdürülebilir tutuşma (kullanım dışı)

<genel> Yanmanın başlaması (başlatılması).

[ISO/IEC 13943, tarif 4.187]

3.25 Kapasite kaybı

Belirli bir işi tamamlamak için fiziksel yetersizlik durumu.

Not – Belirli bir iş için bir örnek, yangından kaçmanın başarılmasıdır.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.194]

3.26 Tahriş edici madde, isim

<duyusal/üst solunum> Çeşitli fizyolojik savunma tepkilerinin başlatılması ile farklı seviyelerde rahatsızlık ve ağrıya neden olan, gözler, burun, ağız, boğaz ve solunum yolundaki algılayıcı sinirleri uyaran gaz veya aerosol.

Not – Fizyolojik savunma tepkileri, istem dışı gözlerin kapanması, gözyaşı oluşumu, öksürme ve bronş lümeninin daralmasını kapsar.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.203]

3.27 Tahriş edici, isim

<akciğerle ilgili> Solunum rahatsızlığına neden olabilecek alt solunum yolunda bulunan algılayıcı sinirleri uyaran gaz veya aerosol.

Not – Solunum rahatsızlığı örnekleri; nefes darlığı (dyspnoea) ve soluk alma hızındaki artıştır. Ciddi durumlarda, maruz kaldıktan birkaç saat sonra pnömoni veya akciğer ödemi (ölümle sonuçlanabilir) oluşabilir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.204]

3.28 Ölümcül maruz kalma dozu 50,

LC_{50}

LC_{50} ve bunun belirlendiği maruz kalma süresinin çarpımı.

Not 1 – LC_{50} ölümcül zehirlilik potansiyelinin bir ölçüsüdür.

Not 2 – Yangında açığa çıkan ürünler için tipik birimler, gram çarpı süre (dakika cinsinden) bölü metreküp ($\text{g} \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-3}$).

Not 3 – Zehirleyici bir gaz için tipik birim, mikrolitre çarpı zaman (dakika cinsinden) bölü litredir ($\mu\text{L} \cdot \text{min} \cdot \text{L}^{-1}$) ($T = 298 \text{ K}$ ve $P = 1 \text{ atm}$), hacim oranına bakılmalıdır.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.208]

3.29 Fiziksel yangın modeli

Cihaz ve malzemeleri, ortamı ve yangın deney prosedürünü kapsayan, bir yangının belirli bir safhasını temsil etmesi için hedeflenen laboratuvar işlemi.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.251]

3.30 Piroliz

Bir maddenin ısı etkisiyle kimyasal olarak bozulması.

Not 1 – Piroliz genellikle alevli yanma başlamadan önceki bir yanma aşamasını belirtmek için kullanılır.

Not 2 – Yangınla ilgili bilimsel çalışmalarda oksijen varlığı veya yokluğu ile ilgili bir varsayım yapılmaz.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.266]

3.31 Küçük ölçekli yangın deneyi

Küçük boyutlardaki bir deney numunesi üzerinde yapılan yangın deneyi.

Not – Azami boyutu 1 m'den az olan bir deney numunesi üzerinde yapılan deney, genellikle küçük ölçekli yangın deneyi olarak adlandırılır.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.292]

3.32 Duman

Yanmada açığa çıkan ürünlerin görülebilir kısmı

[ISO/IEC 13943, tarif 4.293]

3.33 Zehirli (Toksik)

Zehirleyici

Not – Zehirleyici bir madde, canlı organizmada tahriş, uyuşma (narcosis) veya ölüm gibi zararlı etkiler oluşturur.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.335]

3.34 Zehirli gaz

Zehirli buhar.

Not – Yangında açığa çıkan ürünleri bağlamında bu terim, genellikle tek bir kimyasal element veya bileşik için uygulanır.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.336]

3.35 Zehirlilik tehlikesi

Zehirli yanma ürünlerine maruz kalmaktan kaynaklanan zarar potansiyeli.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.337]

3.36 Zehirlilik potansiyeli

Belirli bir zehirlilik etkisini ortaya çıkarmak için gereken, zehirleyici madde miktarının ölçüsü.

Not – Küçük değerdeki bir zehirlilik potansiyeli, yüksek zehirliliğe karşılık gelir, tersi de geçerlidir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.338]

3.37 Zehirlilik riski

- Verilen bir teknik çalışma veya durumda, beklenen zehirlilik tehlikesinin meydana gelme olasılığı ile,
- Zehirlilik tehlikesinin meydana gelme ile beklenen yaralanma derecesi veya sonucudur.

Not – Zehirlilik riski, yangın riskinin bir parçasıdır.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.339]

3.38 Zehirleyici

Zehir

Zehirli madde

[ISO/IEC 13943, tarif 4.340]

3.39 Zehirlilik

Zehir

Zehirlilik derecesi

[ISO/IEC 13943, tarif 4.341]

3.40 Hacimsel oran

< bir gazın gaz karışımı içerisindeki >

- Belirli bir sıcaklık ve basınçta bir gazın tek başına işgal ettiği hacmin,
- Aynı sıcaklık ve basınçta gaz karışımının işgal ettiği hacme oranıdır.

Not 1 – T sıcaklık ve P basınç değerindeki bir gazın derişimi, gazın hacimsel oranından (ideal gaz davranışı varsayılarak) yararlanılarak, gazın hacimsel oranı ile gazın bu sıcaklık ve basınç değerindeki yoğunluğu çarpılarak hesaplanabilir.

Not 2 – Aksi belirtilmedikçe, sıcaklık, 298 K ve basınç, 1 atm kabul edilir.

Not 3 – Hacimsel oran birimsizdir ve genellikle, cm^3/m^3 veya 10^{-6} eşdeğeri olan mikrolitre bölü litre ($\mu\text{L}/\text{L}$) cinsinden veya yüzde olarak ifade edilir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.351]

3.41 Verim

Yanma sırasında üretilen bir yanma ürünü ürünü kütlelerinin, deney numunesi kütle kaybına bölümü.

Not – Verim birimsizdir.

[ISO/IEC 13943, tarif 4.354]

4 Zehirlilik tehlikesini belirleyen faktörler

4.1 Zehirlilik tehlikesinin değerlendirilmesi

Yangından kaynaklanan zehirlilik tehlikesinin değerlendirilmesi ile ilgili temel sorular:

- a) Ne kadar ürünün yandığı veya pirolize uğradığı ve bunların hangi hızda olduğu,
- b) Yanmada açığa çıkan ürünlerin ne kadar zehirleyici olduğu,
- c) Zehirli ürünlerin hangi hacimde yayılmış olduğu,
- d) Kaçmanın nasıl engellendiği.

4.2 Yanma hızı

Yanma ile açığa çıkan ürünlerin miktarı, yanan veya pirolize uğrayan ürün miktarı ile orantılıdır. Yanma ürünü üretim hızı, yanma veya piroliz hızı ile belirlenir. Bu nedenle, zehirlilik tehlikesini en aza indirmek için, tutuşabilirliği ve yanma hızını, bir başka deyişle yangın büyüme ve yayılma hızını azaltmak gerekir.

4.3 Yanma ile açığa çıkan ürünlerin zehirliliği

4.3.1 Genel

Yanma ürünleri katı taneciklerin, sıvı aerosolların ve gazların kompleks bir karışımından oluşur. Yangınlar, oldukça farklı bileşimlerde yanma ürünleri üretmesine karşın zehirlilik deneyleri, akut zehirlenme sebeplerindeki basilica faktörlerin gazlar olduğunu göstermiştir. Baskın olan akut toksik etkiler iki sınıfa ayrılabilir:

- Boğulma (asphyxiant) etkileri,
- Duyu organı ve/veya üst solunum yolu tahrişi.

Asfiksiye neden olan maddeler Madde 4.3.2'de açıklanmıştır. Duyu organı ve/veya üst solunum yolu tahrişine neden olan maddeler, Madde 4.3.3'te açıklanmıştır.

Not – ISO 13344'te 30 min ölümcül kısmi etkin doz (FED) değerlerinin hesaplanması için çeşitli denklemler verilmiştir. Bu denklemler, boğulmaya neden olan ve tahriş edici maddelerin her ikisini de benzer bir şekilde kullanır ve bu denklemlerde fareler için 30 min LC₅₀ değerlerine dayanır. ISO 13571'de, bu tür eşitliklerin kullanılması durumunda, kapasite kaybindan ölüme kadar olan aralık söz konusu olduğunda, LC₅₀ değerinin bir buçuk katı, yaklaşık maruz kalma dozu olarak önerilmektedir.

Ayrıca zehirli olmayan diğer önemli yaşamı tehdit eden unsurlar vardır. Bunlar, ısı ve ışımaya enerjisi etkilerini, oksijen azalması etkilerini ve duman nedeniyle görüş kaybı etkilerini kapsar.

Çoğu ürünün ve malzemenin genelde benzer zehirlilik potansiyeline sahip yangın atmosferine neden olduğu bir çok teknik çalışma tarafından kabul edilmiştir. Hiçbir çalışmada, alışılmadık derecede yüksek zehirliliğe sahip maddelerin yangınlarda önemli olduğuna dair bir kanıt elde edilememiştir.

Bir yangında yanabilir yakıt, genellikle yapısı ve nispi miktarı açısından tanımlanmamış malzemelerin ve ürünlerin karışımından oluşur. Bu durumlarda, zehirlilik tehlikesinin tahmin edilmesi için genel LC₅₀ değeri, örnek olarak, iyi havalandırılmış parlama öncesi yangınlar için 900 g.min. m⁻³ ve parlama sonrası etkisi azalmış yangınlar için 450 g.min. m⁻³ ([3], [4] ve [5]) kullanılabilir. Mekânda bulunanların kaçışının hesaplanması için ISO 13571'de LC₅₀ değerleri olarak sırasıyla, 450 g.min.m⁻³ ve 220 g.min.m⁻³ değerleri tavsiye edilmiştir.

Deney verileri, elektroteknik ürünlerden kaynaklanan yanmayla açığa çıkan ürünlerin diğer malzemelerden veya ürünlerden (örneğin mobilyalar ve yapı malzemeleri) daha fazla bir zehirlilik ortaya koymadığını göstermiştir. ISO 19706'da bir kaynak listesi mevcuttur ve ilâve veriler Kaynak [5], [6] ve [7]'de verilmektedir.

4.3.2 Boğulmaya neden olan (asphyxiants) maddeler

Boğulma (asphyxiation), yangınlardaki ölümlerin başlıca nedenidir. Boğulmaya neden olan bir madde, merkezi sinir sistemi baskılanması sonucu olarak bilinç kaybı ve nihayetinde ölüme neden olan hipoksiye (sağlanan oksijen miktarında veya beden dokusu tarafından kullanılan oksijen miktarında azalma) sebebiyet veren bir zehirli maddedir. Bu zehirli maddelerin etkileri; biriken dozlara, örnek olarak, hem derişimin hem de sürenin bir fonksiyonuna veya maruz kalma süresine bağlıdır. Bu etkilerin şiddeti, doz arttıkça artar. Yangın gazları içinde karbon monoksit veya hidrojen siyanür (hydrogen cyanide), en çok araştırılan ve etkisi, maruz kalınan miktara göre kapasite kaybı ve ölüme neden olma oranı açısından en çok bilinen maddeler olmuştur ([8] ve [9]).

Zehirlilik tehlikesi analizinin boğulmaya neden olan madde bileşeninin değerlendirilmesi için temel prensip, her bir zehirli maddenin maruz kalma dozu, örnek olarak, her bir derişim-zaman eğrisinin (ISO 13571'e bakılmalıdır) altında kalan alandır. Kısmi etkin dozlar (FED'ler) her bir zaman aralığı artırımında boğulmaya neden olan her bir madde için belirlenir. Biriken doz toplamının, belirtilen bir eşik değerini aştığı süre, seçilen güvenlik kriterine bağlı olarak kaçış için mevcut olan süreyi temsil eder.

Karbon monoksit için kapasite kaybı dozu (hacimsel oran x zaman), 0,035 dakikadır [10].

Hidrojen siyanür için kapasite kaybı dozu sabit değildir ancak hacimsel orana bağlı olarak değişir [8]. 30×10^{-6} ilâ 400×10^{-6} aralığında yer alan hacimsel oranlar için elde edilen verilerin deneysel (ampirik) analizi FED'in üssel bir ifade kullanılarak hesaplanabileceğini göstermiştir.

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\exp(X_{HCN} / 4,3 \times 10^{-5})}{220 \text{ min}} \times \Delta t$$

Burada,

X_{HCN} : Δt zaman artırımında (Bkz. ISO 13571) HCN'in ortalama hacimsel oranıdır.

30×10^{-6} 'nın altındaki hacimsel oran değerleri için aşağıdaki formül kullanılmalıdır.

$$NEd = \sum_{t_1}^{t_2} (304,4 \text{ min}^{-1} \times X_{HCN}) \times \Delta t$$

4.3.3 Karbon dioksit

Karbodioksitin hacimsel oranının 0,02'yi aşması durumunda, boğulmaya neden olan maddelerin etkin maruz kalma dozları, $\exp(X_{CO_2} / 0,05)$ şeklinde ifade edilen bir faktör ile aşırı havalandırma nedeniyle artacağı dikkate alınabilir. Burada X_{CO_2} , karbon dioksitin hacimsel oranına eşittir. (Bkz. ISO 13571).

4.3.4 Duyu organlarını ve/veya üst solunum yolunu tahriş edici maddeler

Duyu organlarını ve/veya üst solunum yolu tahrişi, gözlerdeki, burundaki, boğaz ve üst solunum yollarındaki algılayıcı sinirleri uyarır. Etkiler, yalnızca derişime bağlı olarak gözükmeyle birlikte, göz ve üst solunum yoluna ait orta dereceli rahatsızlıklardan, şiddetli ağrıya kadar bir aralık içerisinde yer alabilir. Bu akut etkiler, emniyetli kaçış için bir tehditin varlığını gösterebilir.

Yeterince yüksek derişimlerde, çoğu duyu ve/veya üst solunum tahriş edicileri akciğerlere kadar derinliklere nüfuz edebilir, hem derişime hem de maruz kalma süresine (yani doza) normal olarak ilişkili olan akciğerle ilgili (pulmumory) tahriş etkilerine sebep olur. Genellikle bu etkiler akut değildir ve bu yüzden emniyetli bir kaçış için bir tehdit olarak algılanmaz. Bununla birlikte, akciğerle ilgili tahriş maruz kalma sonrası solunum yetersizliğine sebep olabilir hatta maruz kalmadan sonra birkaç saat ilâ birkaç gün içerisinde akciğer ödemi sebebiyle ölümlerle de sonuçlanabilir.

Zehirlilik tehlikesi analizinin tahriş edici gaz bileşeninin değerlendirilmesi için temel prensip, her bir tahriş edici maddenin sadece derişim parametresini kapsar. Kısmi etkin derişimler (FED), tahriş edici her bir madde için her bir ayrı zaman artışlarında belirlenir. Toplamın belirlenen bir eşik değerini aştığı süre, seçilen güvenlik kriterlerine oranla kaçış için mevcut olan süreyi temsil eder.

Yangın alanında bulunan kişilerin kaçışı tamamlamak için etkin bir şekilde harekete geçmesini ciddi bir şekilde tehlikeye düşürmesi beklenen tahriş edici gaz hacimsel oranları (F değerleri) bazı önemli tahriş edici maddeler için Çizelge 1'de verilmiştir (Bkz. ISO 13571).

Çizelge 1 – Tahriş edici maddeler için F değerleri (ISO 13571'den alınmıştır)

Tahriş edici madde	F değeri x 10 ⁶
Akrolein	30
Kükürt dioksit	150
Formaldehid	250
Azot dioksit	250
Hidrojen florür	500
Hidrojen bromür	1000
Hidrojen klorür	1000

Bu gazlara yönelik analitik yöntemlerle ilgili kılavuz bilgiler, ISO 19701'de verilmiştir.

4.3.5 Anormal derecede yüksek zehirlilik ve aşırı zehirlilik potansiyeli

Anormal derecede yüksek zehirlilik, normalde karşılaşılmayan (örnek olarak, boğulmaya neden olan veya tahriş edici maddelerden başkaca) tipte zehirlilik etkisi gösteren ürünleri belirtir. Giriş bölümünde ifade edildiği gibi, anormal derecede yüksek zehirlilik gösteren ürünlerin yangınlarda önemli olacağı rapor edilmemiştir. Aşırı zehirlilik potansiyeli, alışılmış yanma ile açığa çıkan ürünün zehirliliğinden çok daha yüksek kütle bazında ürün zehirliliği anlamına gelmektedir.

Hali hazırda, tehlikenin aşırı zehirlilik potansiyelinden kaynaklandığına yönelik rapor edilmiş bir yangın olayı bulunmamaktadır.

4.4 Yayılma hacmi

Yangında açığa çıkan ürün seyredikçe, onun zehirliliği azalır ve bu nedenle zehirlilik tehlikesinin değerlendirilmesi için yanma ile açığa çıkan ürünün içerisine yayıldığı hacim, bilinmeli veya tahmin edilmelidir.

4.5 Kaçış süresi

Bir yangından kaçmak için mevcut olan süre, mekanda bulunanların kaçışlarını tamamlamak için bu sürenin ardından artık etkin bir faaliyet gösteremeyeceği süredir. Bu süre; 1) boğulmaya neden olan yanma gazları, 2) tahriş edici yanma gazları, 3) ısı ve 4) duman nedeniyle görüş kaybı, dikkate alınarak belirlenen dört farklı sürenin en kısa olanıdır.

Kaçış için mevcut olan sürenin yangın verisi kullanılarak belirlenmesi hakkında kılavuz bilgiler ISO 13571'de verilmiştir.

5 Yanma gaz ürünlerinin zehirlilik tehlikesini hesaplamak için kullanılan küçük ölçekli deney metotlarının genel özellikleri

5.1 Genel

Küçük ölçekli zehirlilik deneyleri temelde iki bölümden oluşur:

- Yangının özel bir safhasında üretilen ile aynı kısmi bileşime sahip olan yanma ile açığa çıkan ürünü oluşturacak şekilde olan bozunma koşulları (fiziksel yangın modeli – Madde 5.2'ye bakılmalıdır) ve
- Kontrollü bir şekilde gerek hayvanların yanma ile açığa çıkan ürünlere maruz bırakılması ve tepkilerinin izlenmesi ile gerekse de yanma ile açığa çıkan ürünlerin kimyasal analizleri gerçekleştirilip derişimlerinden zehirlilik potansiyellerinin belirlenmesi yoluyla yapılabilecek zehirlilik potansiyelini değerlendirmek veya hesaplamak için yanma ürünlerinin değerlendirilme metotlarıdır.

IEC 60695-7-2'de ölümcül ve ölümcül olmayan akut zehirlilik potansiyeli ve diğer zehirlilik deneylerinin değerlendirilmesinde genelde kullanılan deney yöntemlerinin özeti verilmiştir. Bu standard, yangın senaryoları ile ilgili özel gözlemleri kapsar ve yangın senaryolarının kullanımı ile ilgili tavsiyeleri verir.

ISO 16312-1'de yangın ürünü zehirlilik verilerinin elde edilmesi için fiziksel yangın modellerinin geçerliliğinin değerlendirmesine yönelik kılavuz bilgiler verilmektedir ve ISO/TR 16312-2'de, ISO 16312-1'de verilen kriterler kullanılarak on iki deney yönteminin değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Herhangi bir metodun kritik bölümü, gözlemlenen zehirlilik etkisi veya derişimleri, deneye tâbi tutulan malzemenin kütle kaybı ile ilişkilendirir. Bu bilgi olmadan elde edilen veri belirli yangın senaryosunun zehirlilik tehlikesini değerlendirmek için kullanılamaz. Bu nedenle yalnızca küçük ölçekli zehirlilik potansiyeli deneyleri ile yangın tehlikesinin değerlendirilmesi gerçekleştirilemez. Zehirlilik potansiyeli verileri, ayrıca belirlenmiş yanma verileri veya zehirlilik tehlikesini belirlemek amacıyla diğer ilgili veriler ile (örneğin beklenen yayılma hacmi) birleştirilmelidir. Zehirlilik potansiyeli, zehirlilik tehlikesi ile karıştırılmamalıdır.

ISO 19706, Madde 4.3'te, "Yangın ürünlerinin insanlar üzerindeki etkisi, bir ürün kaynağı olarak yanıcı/yanıcılardan başka faktörlere bağlı olduğundan, yangın ürününün bileşimine yönelik verilerin yangın tehdidi veya riski için tek başına bir belirteç olarak kullanılması yerine; tesis, yangın ve bir yangın tehlikesi veya risk değerlendirilmesi ile ilgili ilave bilgilerle birleştirilmesi gerekir.

Tutuşma ihtimalinin azaltılması ve sonrasında alev yayılma hızının azaltılması, zehirlilik tehlikesinin düşürülmesinde birinci önemde olmalıdır.

5.2 Yangın modelleri

Belirli bir malzemenin yanma ile açığa çıkan ürünlerinin bileşimi bu malzemenin kendi doğal özelliği değildir, esasen malzemenin yandığı koşullara bağlıdır. Bu nedenle, zehirli ürün çıktıkları ve yanma ile açığa çıkan ürünlerin zehirlilik potansiyeli yanma koşullarına bağlıdır. Yakıtın kimyasal bileşimi, bozunma sıcaklığı ve havalandırma miktarı, yanma ürünlerinin bileşimine ve böylece zehirlilik potansiyeline etki eden asıl değişkenlerdir.

Bu değişkenler, karbonların karbon oksitlere (karbon monoksit ve karbon dioksit – önemli ve konuyla ilgili CO₂/CO oranı) dönüşme oranını etkilediklerinden kritik etkiye sahiptirler. Düşük bir CO₂/CO oranı, düşük zehirlilik potansiyeline (bir başka deyişle, daha fazla zehirli yanma ile açığa çıkan ürünü) neden olan daha yüksek karbon monoksit miktarını gösterir.

ISO 19703'te, zehirli ürün çıktıklarının hesaplanması için eşitlikler, tarifler, eşdeğerlik oranı ve yanma verimliliği üzerinden bu eşitliklerin türetildiği yangın şartları verilmektedir. Pratik uygulamalar için örnek hesaplamalar yer almaktadır. Verilmiş olan yöntemler, zaman bileşenli verileri mevcut olan bu deneysel yangınlar için anlık veya ortalama değerlerin oluşturulması maksadıyla kullanılabilir.

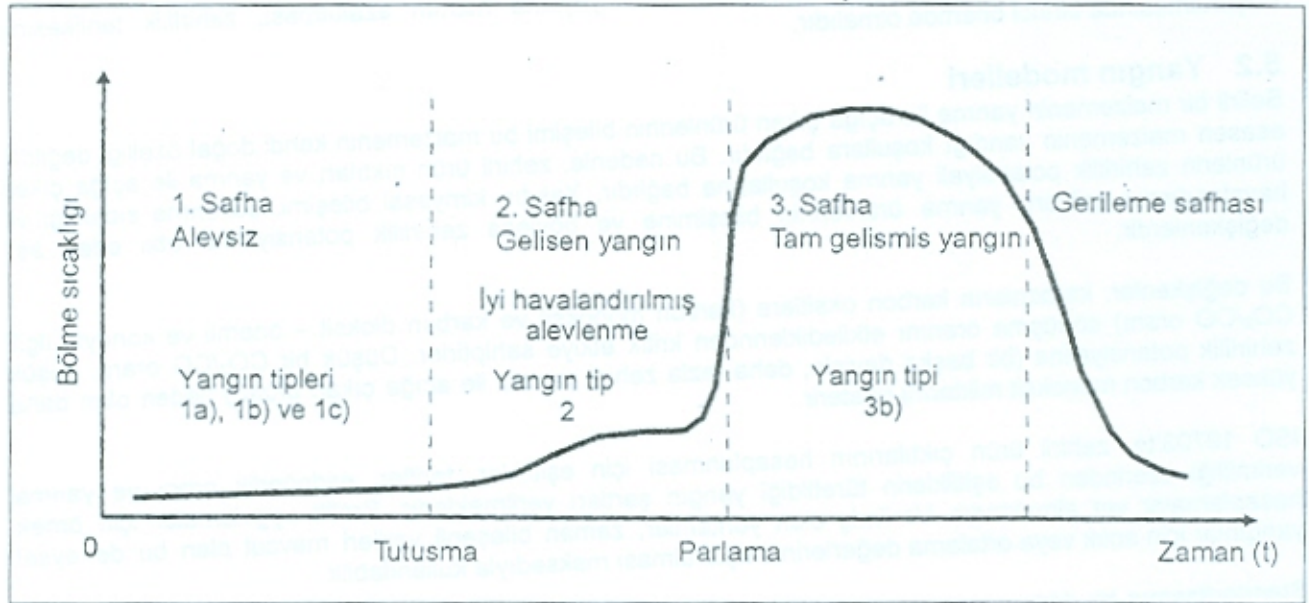
Standartlaşmış bir deney yönteminde tanımlanan deney şartlarının (fiziksel yangın modeli), yangının tercih edilen safhası ile ilgili ve bu safhanın tekrarı olduğunu göstermek kritik önemdedir. ISO 19706, Çizelge 2'de yangın tiplerinin genel bir sınıflandırması yayımlanmıştır. Yanma ürünlerinin zehirlilik potansiyellerine etki eden önemli değişkenler, oksijen derişimi ve ısıma/sıcaklıktır. Laboratuvar ölçekli deneylerde uygulanan şartlar, gerçek ölçekli yangınlara mümkün olduğunca karşılık gelmesi için çizelgeden türetilebilir. Ancak, yangın karmaşık ve birbiri ile ilişkili fiziksel ve kimyasal olaylar dizisi olduğundan, sonuç olarak laboratuvar ölçekli cihaz ve malzemelerle yangının bütün yönlerini benzeştirmek zordur. Yangın modelinin geçerliliği ile ilgili bu sorun, muhtemelen bütün yangın deneyleri ile ilgili en zor tek teknik sorundur.

Tutuşma başladıktan sonra, yanabilir malzemelerin fiziksel düzenine ve çevre şartlarına bağlı olarak yangının gelişmesi farklı yollarla gerçekleşebilir. Ancak, genel sıcaklık – zaman eğrileri üç safha ve ilave olarak gerileme safhasını da gösteriyorsa, bir bölme içinde yangının gelişmesi için genel bir model oluşturulabilir (Bkz. Şekil 1).

Safha 1 (alevsiz bozunma), devam eden alevlenme öncesinde yangının bulunduğu mahal sıcaklığının çok az arttığı yangın başlangıç safhasıdır. Bu safhada duman ve zehirli ürünün üretimi asıl tehlikedir. 1a), 1b) ve 1c) yangın tiplerinin tamamı bu safha boyunca gerçekleşebilir. Safha 2 (gelişen yangın), tutuşma ile başlar ve yangının bulunduğu mahal sıcaklığının üssel olarak artışı ile sona erer. Alevin yayılması, ısı açığa çıkması ve duman ve zehirli ürünlerin üretilmesi bu safhadaki temel tehlikelerdir. Tip 2 yangın, bu safhaya karşılık gelmektedir. Safha 3 (tamamen gelişmiş yangın) mahalde bulunan yanabilir muhtevanın tamamının yüzeyi, sıcaklıkta hızlı ve büyük artış ile (parlama) birlikte yangın mahalının tamamında ani bir tutuşma olacak şekilde bozduğunda başlar. Tip 3b) yangın, bu safhaya karşılık gelmektedir.

Safha 3'ün sonunda yanabilir maddeler ve/veya oksijen büyük oranda tükenmiştir ve bu yüzden sıcaklık, havalandırmaya ve sistemin ısı ve kütle aktarım özelliklerine bağlı olan bir hızda düşer. Bu safha gerileme safhası olarak bilinir.

Bu safhaların her birinde, bozunma ürünlerinin farklı bir karışımı söz konusu olabilir ve bunun sonunda bu durum o safhada oluşan yanma ile açığa çıkan ürünlerin zehirliliğini etkileyecektir.



Şekil 1 – Bir bölme içindeki yangının gelişmesindeki farklı safhalar

Çizelge 2 – Yangın tiplerinin özellikleri (ISO 19706'dan alınmıştır)

Yangın tipi	Yakıt yüzeyine akışı kW/m ²	En yüksek sıcaklık °C		Oksijen hacmi %		Yakıt/hava eşdeğerlik oranı (duman bulutu)	$\frac{[CO]}{[CO_2]}$ v/v	$\frac{100\kappa[CO_2]}{([CO_2] + [CO])}$ % verim
		Yakıt yüzeyi	Üst katman	Eklene	Tüketilen			
1 Alevsiz								
a) Kendi kendine devam eden (için için yanma)	Uygulanabilir değil	450 ila 800	25 ila 85 ^d	20	20	-	0,1 ila 1	50 ila 90
b) Dışarıdan uygulanan ışıktan kaynaklanan oksitleyici piroliz	-	300 ila 600 ^d	^b	20	20	< 1	^c	^c
Dışarıdan uygulanan ışıktan kaynaklanan oksijensiz piroliz	-	100 ila 500	^b	0	0	>> 1	^c	^c
2 İyi havalandırılmış alevlenme ^d	0 ila 60	350 ila 650	50 ila 500	≈ 20	≈ 20	< 1	< 0,05 ^e	> 95
3 Düşük havalandırılmalı alevlenme ^f								
a) Küçük, bölgesel yangın, genellikle zayıf şekilde havalandırılan bir bölme içerisinde	0 ila 30	300 ila 600 ^d	50 ila 500	15 ila 20	5 ila 10	> 1	0,2 ila 0,4	70 ila 80
b) Sonradan ani alevlenme yangını	50 ila 150	350 ila 650 ^d	> 600	< 15	< 5	> 1 ^h	0,1 ila 0,4 ⁱ	70 ila 90

^d Üst sınır, belirli bir yanıcı maddenin iyi havalandırılmış alevli yanmasındakinden daha düşüktür.

^b Yangın odasının üst katmanındaki sıcaklık genellikle harici olarak uygulanan ışınlm kaynağı ve oda geometrisi ile belirlenir.

^c Birkaç veri mevcuttur ancak piroliz için bu oranın malzeme kimyasına, bölgesel havalandırmaya ve termal şartlara bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik göstermesi beklenir.

^d Yangının oksijen tüketimi, odadaki veya içeriye akışla kıyaslandığında düşüktür, alev ucu sıcak gaz üst katmanının altındadır veya üst katmanın etkisi, CO üretimini önemli seviyede artıracak şekilde henüz önemli derecede bozulmamıştır, alevler başka nesnelere temas ederek kesilmez ve yanma hızı, yakıt ile kontrol edilir.

^e Oran, yangına dayanıklı malzemeler için birkaç derece daha yukarıda olabilir. Yaklaşık olarak 0,75'e kadar olan eşdeğerlik oranları için bu oranda önemli bir artış yoktur. Yaklaşık olarak 0,75 ila 1 arasında, bu oranda bir miktar artış gerçekleşebilir.

^f Yangının oksijen gereksinimi, havalandırma deliği/delikleri ile sınırlıdır; alevler üst katmanın içerisine doğru genişler.

^g İyi havalandırılmış alevlenmeye benzer olduğu kabul edilir.

^h Duman bulutu eşdeğerlik oranı ölçülmemiştir, genel eşdeğerlik oranının kullanılması uygun değildir.

ⁱ Daha düşük oranlara yönelik örnekler ölçülmüştür. Genellikle, bunlar oda havalandırma deliğinin dışarısındaki ikincil yanmadan kaynaklanır.

5.3 Statik deney yöntemleri

Statik bir deneyde, deney numunesi kapalı bir bölmede yanar ve oluşan yanma ürünleri zamanla birikir. Bazı deneylerde, yanma ile açığa çıkan ürünler, tabakalaşmanın engellenmesi ve homojen hâle getirilmesi için bir fan kullanılarak karıştırılır. Ardından analiz edilmek üzere numuneler alınır.

5.4 Dinamik deney yöntemleri

Dinamik bir deneyde, deney numunesinden kaynaklanan yanma ürünleri, ölçülen bir akış hızıyla bir boşaltma sistemi içinden çekilir. Numune analiz için alınabilir veya kızılötesi analiz sistemleri kullanılarak sürekli ölçme yapmak da mümkündür.

5.5 Zehirliliğin ölçülmesi

5.5.1 Genel

Yanma ürünlerinin zehirliliği hakkındaki ilk çalışmalar, çoğunlukla yanma gazlarının kimyasal analizine dayalı olarak yürütülmüştür ve gazların münferit zehirlilik potansiyelleri hakkında yeterli veri olmaması ve bozuma sıcaklığı ile havalandırmanın etkisinin bilinmemesi nedeniyle bu çalışmalarda hatalı sonuçlar elde edilmiştir.

1970'lerdeki ve 1980'in ilk dönemlerindeki çalışmalar, yanma ürünlerinin münferit bileşenleri arasında muhtemel etkileşimlerin ve yalnızca hayvanların maruz bırakılması yoluyla tayin edilebilen anormal derecede yüksek zehirlilik gösteren ürünlerin bulunma ihtimalinin tamamen anlaşılmasına dayanan hayvan deneylerine yoğunlaşmıştır.

Bu çalışmaların sonuçları, yanma ürünlerinin bileşenlerinin arasında yalnızca kimi bir etkileşimin olduğu ve yanma ürünlerinin içerisinde anormal derecede yüksek özel bir zehirlilik gösteren ürünlerin bulunmadığıdır. Bir çok malzemenin yanma ürünlerinin zehirlilik potansiyeli büyüklük sıralamasının bir buçuk kat içerisinde olduğu bulunmuştur.

Yanma gazı karışımlarının zehirlilik potansiyellerini, kimyasal analizlerin sonuçlarına ve hayvan deneylerinden elde edilen zehirlilik verilerine göre makul seviyede kesin olarak hesaplamak mümkündür. Bu durumda, belirli yanma ürünleri için temel zehirlilik verisi mevcut olmadığında bazı hayvanlar üzerinde yapılan sınırlı deneylerin kullanılması gerekse de zehirlilik potansiyellerinin rutin ölçmelerinde hayvanların kullanılması ihtiyacından kaçınılır.

5.5.2 Kimyasal analize dayalı yöntemler

Kimyasal analize dayalı yöntemler, fiziksel yangın modelinde üretilen yanma ürünleri içindeki çeşitli gazların gerek statik gerekse dinamik olarak ölçülmesi için bilinen analitik laboratuvar tekniklerini kullanır. Yöntemler, yaş kimyasal analiz için yanma ürünlerinden numune almak üzere Dreager borularını, Fourier transform kızıl ötesi analiz (FTIR) ve dağılımsız kızıl ötesi dâhil kızıl ötesi (IR) spektroskopiyi, gaz kromatografisi - kütle spektrometresi (GC-MS) ve iyon kromatografisini kapsar.

ISO 19701'de yangın ürünlerinden numune alma ve analiz edilmesi ile ilgili yöntemler tarif edilmektedir ve ISO 19702'de Fourier transform kızıl ötesi analiz (FTIR) spektroskopisi kullanılarak yangın ürünlerindeki gazlar ve dumanların analizi hakkında rehber bilgiler yer almaktadır.

Kimyasal analize dayalı tekniklerin kesinliği ile ilgili kritik etkiye sahip olan çeşitli faktörler vardır:

a) Analiz için seçilen yanma ürünü türleri, deneye tâbi tutulan malzemenin bileşimi hakkındaki bilgiye dayanarak ortaya çıkması beklenen türleri kapsayacak kadar çeşitli olmalıdır.

Her durumda karbon dioksit, karbon monoksit ve oksijen ölçülmelidir.

b) Ölçülen gaz derişimlerini, deney numunesinin birim kütle kaybı başına derişime çevirebilmek için deney süresince deney numunesinin kütle kaybını değerlendirmek üzere güvenilir bir metot olmalıdır.

c) Ölçülen gaz konsantrasyonları ve kütle kaybının zehirlilik potansiyeli değerine dönüştürülebilmesi mümkün olmalıdır. Hesaplama yöntemleri için IEC 60695-7-3'e bakılmalıdır.

5.5.3 Hayvanların maruz bırakıldığı yöntemler

Hayvanların deneye tâbi tutulmasına dayalı metotlarla ilgili IEC tarafından herhangi bir kapsamlı çalışma yapılması planlanmamıştır.

6 Deney yöntemlerinin değerlendirilmesi

6.1 Değerlendirilecek parametreler

Değerlendirilecek tehlikeyle en çok ilgili olan fiziksel yangın modelinin veya modellerinin dikkate alınması ve değerlendirilen fiziksel yangın modellerine benzer deneylerin seçilmesi önemlidir (IEC 60695-7-2 ve ISO/TR 16312-2'ye bkz.).

Deney yöntemlerinin seçiminde incelenmekte olan her bir yöntem için aşağıdaki sorular sorulmalıdır:

- Deney bir mamul deneyi ise, deneye tâbi tutulan ürünün şeklini ve konfigürasyonunu sağlayabilir mi?,
- Deney yöntemi, ilgilenilen yangının safhalarının aynısını tekrarlıyor mu?,
- Deney uygun yapıda, yeterli ayırma ve çözünürlükte veri sağlıyor mu?,

Yukarıdaki sorulardan birinin cevabı hayır ise, değerlendirilmekte olan yöntem yeniden düzenlenmeli veya başka bir alternatif yöntem düşünülmelidir.

Yeni bir uygulama için mevcut olan bir yöntemin uygunluğunun değerlendirilmesinde izlenecek olan basamakları gösteren bir akış diyagramı, Şekil 2'de gösterilmiştir.

6.2 Deney numunesinin seçimi

Farklı türde deney numunesi deneye tâbi tutulabilir. Küçük ölçekli zehirlilik deneylerinde deney numunesi genellikle tek bileşenli (katı veya sıvı) veya malzemelerin bir karışımı olabilir. Bu gibi durumlarda deney şartları, ilgili yangın senaryosunda malzemenin maruz kalacağı muhtemel şartlara mümkün olduğunca yakın durumları sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Mamul deneyinde, deney numunesi imal edilmiş bir üründür. Benzeştirilmiş mamul deneyinde, deney numunesi, mamulün bir kısmını temsil eder.

Deney numunesinin yapısı, deneyin ölçeği ile büyük oranda ilgilidir. Küçük ölçekli deneyler, malzemelerin ve küçük mamullerin veya büyük mamulleri temsil eden numunelerin deneye tâbi tutulmasına daha uygundur. Daha büyük ölçekte, bütün mamuller deneye tâbi tutulabilir. Bir seçenek olarak, nihai kullanımı en yakın şekilde temsil eden deney numunesini seçmek daima tercih edilir.

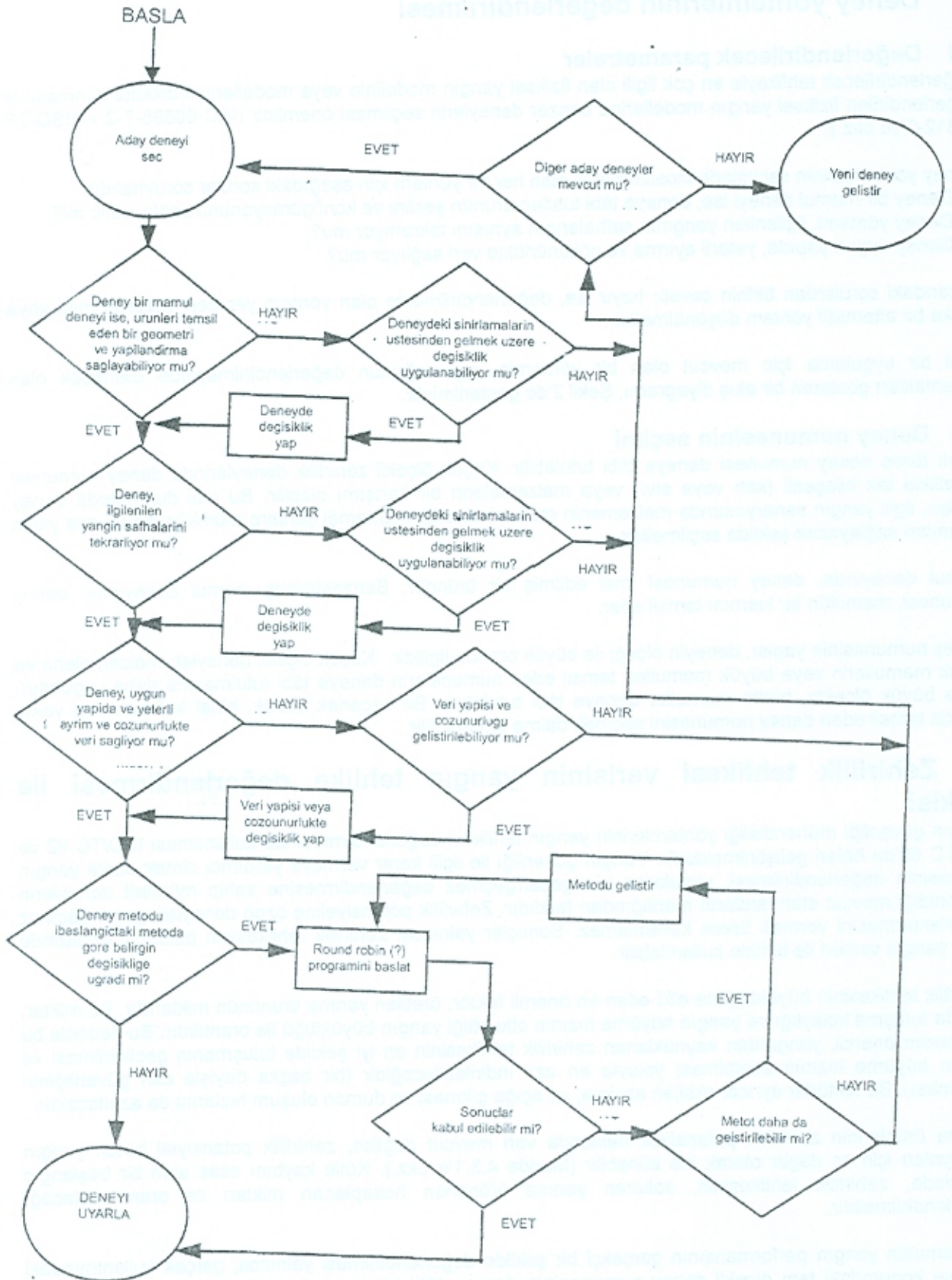
7 Zehirlilik tehlikesi verisinin yangın tehlike değerlendirmesi ile ilişkisi

Yangın güvenliği mühendisliği yöntemlerinin yangın tehlikesi değerlendirmesinde kullanılması ISO/TC 92 ve IEC/TC 89'da hâlen geliştirilmektedir. Yangın güvenliği ile ilgili karar vermeye yardımcı olmak üzere yangın tehlikesinin değerlendirilmesi, uygulama için geçer/geçmez değerlendirmesine sahip münferit deneylerin geliştirildiği mevcut standartların mantığından farklıdır. Zehirlilik potansiyeline özgü deneyler, geçer/geçmez değerlendirmesini vermek üzere kullanılamaz. Sonuçlar yalnızca, zehirlilik tehlikesinin bütüncül analizinde diğer yangın verileri ile birlikte kullanılabilir.

Zehirlilik tehlikesinin büyüklüğüne etki eden en önemli faktör, üretilen yanma ürününün miktarıdır. Bu miktar, aslında tutuşma kolaylığı ve yangın büyüme hızının etki ettiği yangın büyüklüğü ile orantılıdır. Bu nedenle bu standardın önerisi, yangından kaynaklanan zehirlilik tehlikesinin en iyi şekilde tutuşmanın geciktirilmesi ve yangın büyüme hızının azaltılması yoluyla en aza indirilebileceğidir (bir başka deyişle can güvenliğinin artırılması). Bu faktörler ayrıca, oksijen azalma, ısı açığa çıkması ve duman oluşum hızlarını da azaltacaktır.

Yanma ürünlerinin zehirlilik potansiyeli hakkında veri mevcut değilse, zehirlilik potansiyeli bütün yangın senaryoları için eş değer olarak ele alınabilir (Madde 4.3.1'e bkz.). Kütle kaybını esas alan bir başlangıç analizinde, zehirlilik tehlikesinin, solunan yanma ürününün hesaplanan miktarı ile orantılı olacağı değerlendirilmelidir.

Bir mamulün yangın performansının gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesi yalnızca, gerçek kullanımındaki şekil ve konumdaki tam ölçekli deney numunesinin deneye tâbi tutulması ile sağlanabilir. Mamulün nihai kullanımını temsil etmeyen yalıtılmış bir küçük ölçekli deney, yalnızca o mamulün seçilen fiziksel yangın modeline tepkisini gösterebilir. Normal şartlarda hiçbir yangın deneyinin yangın tehlikesini ölçmeyeceği vurgulanmıştır, ilâveten, tek bir standart yangın deneyinden elde edilen tatmin edici sonuçların, belirtilen seviyede güvenliği garanti edeceği de beklenmemelidir. Çeşitli yangın deneylerinden elde edilen sonuçlar, yangın tehlikelerinin belirlenmesinde ve ardından kontrolünde yardımcı olmak üzere veri sağlamaktadır.



Şekil 2 - Zehirlilik deney yöntemlerinin değerlendirilmesi

Kaynaklar

- [1] ISO/TS 19700:2007, Controlled equivalence ratio method for the determination of hazardous components of fire effluents
- [2] IEC 60695-6-1:2005, Fire hazard testing – Part 6-1: Smoke opacity – General guidance
- [3] Peacock, R.D., Jones, W.W., Bukowski, R. W., and Forney, C. L., Technical Reference Guide for the HAZARD I Fire Hazard Assessment Method, Version 1.1., NIST Handbook 146, Volume II, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD (1991)
- [4] Gann, R. G., Averill, J. D., Butler, K., Jones, W. W., Mulholland, G. W., Neviasser, J. L., Ohlemiller, T. J., Peacock, R. D., Reneke, P. A., and Hall, J. R., Jr., International Study of the Sublethal Effects of Fire Smoke on Survival and Health: Phase I Final Report, Technical Note 1439, National Institute of Standards and Technology (2001)
- [5] Anderson, R. A.; Willetts, P.; Cheng, K.N. and Harland, W.A. Fire Deaths in the United Kingdom, 1976-82., *Fire and Materials*, 7 (2), pp. 67-72 (1983)
- [6] Kaufman, S.; Refi, J.J., and Anderson, R. C., USA Approach to Combustion Toxicity of Cables., *Plastics and Rubber Compounding and Applications* 15 (3) (1991)
- [7] Purser, D.A., Proceedings of the First International Fire and Materials Conference, Washington, USA, 24-25 September 1992, p. 179-200. ISBN 0 9516320 2 7
- [8] Purser, D. A., Toxicity Assessment of Combustion Products, in the "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", P. J. DiNenno, Ed., 2nd ed., National Fire Protection Association, Quincy, MA, Sect. 2, pp. 85-146 (1995)
- [9] Hartzell, G. E., Combustion Products and Their Effects on Life Safety, in the "Fire Protection Handbook", A. E. Cote, Ed., 18th ed., National Fire Protection Association, Quincy, MA, Sect. 4, p. 10-21 (1997)
- [10] Kaplan, H. L., Grand, A. F., Switzer, W. G., Mitchell, D. S., Rogers, W. R. and Hartzell, G. E., Effects of Combustion Gases on Escape Performance of the Baboon and the Rat, *J. Fire Sciences*, 3 (4), p. 228-244 (1985)
- [11] IEC 60695-1-10, Fire hazard testing – Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines
- [12] IEC 60695-1-113, Fire hazard testing – Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Fire hazard assessment
- [13] IEC/TS 60695-7-50, Fire hazard testing – Part 7-50: Toxicity of fire effluent – Estimation of toxic potency – Apparatus and test method