

# GAZLI SÖNDÜRME SİSTEMLERİNİN TASARIMINDA NFPA2001 VE TS EN15004'E GÖRE TEMEL FARKLILIKLAR

## ÖZET

Halon 1301 sistemlerinin kullanılmasından, halonların gazlı alternatiflerine geçiş sürecinde, kullanıcılara bu alternatif söndürücü madde uygulamalarına rehberlik etmek üzere iki standart geliştirilmiştir. ABD Ulusal Standardı olan NFPA 2001 ve uluslararası alanda genellikle model olarak kullanılan ve Türkiye'de zorunlu olan TS EN 15004. Bu iki standart arasında birçok benzerlik olduğu gibi aynı zamanda önemli farklar da vardır. Özellikle tasarım konsantrasyonu ile ilgili farklar, aynı özellikte gaz ve ekipman kullanıldığı halde sistem performansına önemli düzeyde etki etmektedir. Bu bildirinin amacı, öngörülen tasarım konsantrasyonu değerinin izin verilen minimum miktardan ziyade, sistem performansını garantiye alacak şekilde belirlenmesi konusunda bilgi sağlamaya yöneliktir.

## HALON'DAN HFC'YE GEÇİŞ SÜRECİ

16 Eylül 1987 tarihinde imzaya açılan ve 1 Ocak 1989'da yürürlüğe giren Montreal Protokolü gazlı yangın söndürme sistemlerinde bir dönemin sona erdiğinin habercisi olmuştur. Montreal Protokolü, CFC'ler, freon ve halonlar gibi sentetik soğutucu gazların ozona verdiği zararı tanımlayarak, zaman içerisinde bu gazların üretim artışının sabit bir seviyede korunması, sonrasına ise üretiminin azaltılmasını öngörerek 2050 yılında ozon tabakasını eski haline getirmeyi hedef almıştır.

Montreal Protokolü'nde CFC, freon ve halon gazlarına alternatif olarak HCFC hidrokloroflorokarbon ve HFC hidroflorokarbon bileşikler tavsiye edilmiştir. HCFC ve HFC moleküllerinde ozona zarar veren klorine atomları bulunmasına rağmen içerdiği hidrojen atomları sayesinde, klorinin atmosferde hidroksil radikalleriyle (OH) reaksiyona girmesini ciddi ölçüde engellemiştir. Troposferde büyük bir bölümü çözünen klorine atomlarının, stratosfere ulaşan miktarı kayda değer şekilde azalmıştır.

Montreal Protokolü'nden sonra gaz imalatçıları yeni arayış içerisine girdiler. İnsanların bulunduğu mahallerde kullanılmaya alternatif olarak HCFC Blend A, HFC-23, HFC-227ea, HFC-125, IG-01, IG-541 ve IG-55 gibi çözümler ürettiler.

## TEMİZ GAZ TANIMI VE STANDARTLARA GEÇİŞ

Amerikan, Ulusal Yangından Korunma Birliği (NFPA) Halon 1301 yangın söndürme sistemleri için 1989'de NFPA 12A kodu ile ilk standardı yayımladı. Daha sonra NFPA 12A standardı 1992, 1997, 2004 ve 2008'de yeni basımlar oluşturdu. ISO (Uluslar arası Standardizasyon Organizasyonu) ise Halon standartları konusunda daha erken davrandı ve 1982'de Halon 1211 ve Halon 1301 gazları için ISO 7201-1 kodu ile standart yayımladı. Bu standardı 1991 yılında ISO 7201-2 olarak yeniledi.

Montreal protokolünden sonra NFPA ve ISO temiz gazlı yangın söndürme sistemleri üzerinde çalışmaya başladılar. Çalışmalar sonunda NFPA, "**Temiz Gazlı Yangın Söndürme Sistemleri Standardı**" adıyla 1994 yılında NFPA 2001 standardını yayımlarken, ISO, "**Gazlı Yangın Söndürme Sistemleri Standardı**" adıyla 2000 yılında ISO 14520-1 standardını yayımladı. NFPA 'in aksine ISO listelediği gazları ISO 14520-2 ile 15 arasındaki standartlarında tanımladı. NFPA 2001, 1996, 2000, 2004 ve 2006 yıllarında yenilenirken, ISO ise 2002 ve 2006'da standardını yenilemiştir.

## TÜRKİYE'DE TS ISO 14520-1'den TS EN 15004'e GEÇİŞ

TSE (Türk Standartları Enstitüsü) 2004 yılında **“Gazlı Yangın Söndürme Sistemleri – Fiziksel Özellikler ve Sistem Tasarımı”** adı ile ISO 14520 standardını kabul etmiş ve TS ISO 14520-1 olarak yayımlamıştır. 2008 yılında CEN (Avrupa Standardizasyon Komitesi) **“Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 1: Tasarım, Montaj ve Bakım”** adıyla EN 15004-1 standardını yayımlamıştır. EN 15004-1, ISO 14520-1'in 2006 basımından alınmış ve Avrupa Birliği normlarına göre düzenlemiştir. Bu düzenlemeler sırasında ISO 14520'de tanımlanan 2 gazı standarda almamış ve tanımlanmış gaz standartlarının numaralarını değiştirmiştir. (Tablo 2: NFPA, ISO 14520 ve EN 15004 arasındaki tanımlanan gazların farklılıkları.)

Bu gelişmeden sonra, TSE 2009 yılında, kullanılan TS ISO 14520-1 standardını iptal ederek, CEN'in yayınladığı EN 15004-1 standardını TS EN 15004-1 olarak 2009 yılında kabul etmiş ve yayımlamıştır.

Günümüzde Türkiye'de yangın ile ilgili çıkan şartnamelerin pek çoğunda TS ISO 14520'ye atıfta bulunulması yapılan en büyük yanlışlardan biridir. Ayrıca yangın yönetmeliğinin TS ISO 14520'ye atıfta bulunuyor olması, yönetmeliğin daha revize olmamasından kaynaklanmaktadır. Yapılacak ilk yenilemede tüm TS ISO 14520 atıflarının TS EN 15004 olarak değiştirilmesi gerekmektedir. 09.04.2009 tarihinden sonra Türkiye'de geçerli olan **“Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 1: Tasarım, Montaj ve Bakım”** adıyla TS EN 15004-1'dir.

### NFPA 2001 ve TS EN 15004 STANDARTLARININ YAPISAL OLARAK FARKLARI

Amerikan Standardı olan NFPA ve Türkiye Standardı olan TS EN 15004'ün teknik farklılıklarının yanında yapısal farklılıkları da bulunmaktadır. TS EN 15004 standardı kapsamına giren gazları ayrı versiyonlarda tanımlamıştır. Bu sebepten TS EN 15004-2'den başlayarak TS EN 15004-10'a kadar tanımladığı her gaz için ayrı bir tasarım ve fiziksel özellik standardı tanımlamıştır. (Tablo 1: TS EN 15004, Standart Kodları ve Adları)

Tablo 1: TS EN 15004, Standart Kodları ve Adları

STANDART KODU	STANDART ADI
TS EN 15004-1	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 1 : Tasarım, montaj ve Bakım
TS EN 15004-2	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : FK-5-1-12 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-3	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : HFC Karışım A söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-4	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : Sadece HFC 227ea söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-5	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : HFC 125 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-6	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : HFC 23 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-7	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : IG 01 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-8	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : IG 100 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel

	özellikleri
TS EN 15004-9	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : IG 55 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri
TS EN 15004-10	Sabit Yangınla Mücadele Sistemleri – Gaz Püskürten Sistemler – Bölüm 2 : IG 541 söndürme maddesi için gaz püskürten sistemlerin tasarımı ve fiziksel özellikleri

Tablo 2: NFPA, ISO 14520 ve EN 15004 arasındaki tanımlanan gazların farklılıkları

ISO 14520	TANIMLI GAZLAR	EN 15004	TANIMLI GAZLAR	NFPA 2001	TANIMLI GAZLAR
ISO 14520-2	3F3I*	EN 15004-2	FK-5-1-12 NOVEC 1230		FK-5-1-12 NOVEC 1230
ISO 14520-3	FC-2-1-8**	EN 15004-3	HCFC BLEND A		HCFC Blend A
ISO 14520-4	FC-3-1-10**	EN 15004-4	HCFC 125		HCFC 124
ISO 14520-5	FK-5-1-12 NOVEC 1230	EN 15004-5	HFC 227-ea FM 200		HFC 125
ISO 14520-6	HCFC BLEND A	EN 15004-6	HFC 23		HFC 227ea FM 200
ISO 14520-7	HCFC 125	EN 15004-7	IG 01		HFC 23
ISO 14520-8	HCFC 124**	EN 15004-8	IG 100		HFC 236fa
ISO 14520-9	HFC 227-ea FM 200	EN 15004-9	IG 55		FIC 1311
ISO 14520-10	HFC 23	EN 15004-10	IG 541		IG-01
ISO 14520-11	HFC 236fa*				IG-100
ISO 14520-12	IG 01				IG-541
ISO 14520-13	IG 100				IG-55
ISO 14520-14	IG 55				
ISO 14520-15	IG 541				

\* Bu gazlar EN 15004'ün kapsamından çıkartılmıştır çünkü, 3F3I sadece lokal söndürmede ve HFC 236fa sadece portatif söndürücülerde kullanılmaktadır.

\*\* Bu gazların üretimi yapılmadığı için, 21.09.2005 tarihinde ISO 14520'den çıkartılmıştır.

NFPA 2001 standardı ise, tanımladığı gazların tasarımı ve fiziksel özellikleri için ayrı bir standartlar serisi oluşturmamış, kendi içerisinde halokarbonlar ve inert gazlar olarak gruplandırmıştır.

## NFPA 2001 ve TS EN 15004 STANDARTLARININ SİSTEM TASARIMINDAKİ FARKLILIKLARI

### Yangın Sınıfları

NFPA ve CEN yangın sınıflarını farklı tanımlamaktadır. NFPA ve CEN 'in yangın sınıflarını nasıl tanımladığı ve farklılıkları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3, NFPA 2001 ve TS EN 2 Yangın Sınıfları

Yangın Sınıfı	NFPA 2001	TS EN 15004
<b>A Sınıfı Yüzey Yangın</b>	Odun, kumaş, kağıt, lastik ve pek çok plastik gibi sıradan yangın riskleri	Normalde tutuştuktan sonra kor halinde yanan, genellikle inorganik malzemeler olan katı malzemeler
<b>A Sınıfı Yüksek Risk</b>	-	Yüksek güç çeken veya kablo yoğunluğu aşağıdaki limitlerin üzerinde olan mahaller; -Çapı 100mm'nin üzerinde kablo demeti bulunan mahaller -Kablo tavalarda, tava kesitinin %20'sinden fazla yoğunluğa sahip olduğu mahaller -Yatay ve dikey kablo tavalarının birbirlerine yakınlığı 250mm'den yakın olan mahaller -Yangın söndürme anında oda içerisindeki ekipmanların çektiği enerji 5kW'ı geçtiği mahaller
<b>B Sınıfı Yangın**</b>	Yanıcı ve tutuşucu sıvılar, petrol türevi yağlar, zift, benzin, yağ bazlı boyalar, solventler, vernik, alkol ve tutuşabilir gazlar.	Sıvı veya sıvılaştırılabilir katılar
<b>C Sınıfı Yangın</b>	Enerji bulunan elektriksel ekipmanlar.	

NFPA 2001, gazlı yangın söndürme sistemlerinde üç adet risk bulunduğunu belirtir. Bunlar, A, B ve C sınıfı yangınlardır. NFPA 2001, A sınıfı yüksek risk diye bir sınıf tanımlanmaz. Bunun yerine C sınıfı yangınlar enerjili elektrik ekipmanların yangın riskini kapsamaktadır. C sınıfı yangınlarda kullanılacak gaz konsantrasyonunun, NFPA 2001'de en az A sınıfı risklerde kullanılacak konsantrasyon kadar olacağı belirtilmiştir.

TS EN 15004 ise aynı NFPA 2001 gibi 3 adet yangın risk sınıfının bulunduğunu belirtir. Bunlar, A yüzey yangını riski, A yüksek yangın riski ve B sınıfı yangın riskidir. Elektriksel alanları A yüksek yangın riski olarak tanımlayan TS EN 15004, Tablo 3'deki durumlar meydana geldiğinde A sınıfı yüksek yangın riski olması gerektiği belirtmiştir.

Bunların dışında tanımlanmış diğer yangın riskleri ve söndürme yöntemi bu standartların kapsamı dışındadır.

#### Tanımlanan Gazların Tasarım Konsantrasyonları

NFPA 2001 ile TS EN 14005 arasındaki en temel farklılık tanımlanan gazlardaki söndürme konsantrasyonlarıdır. TS EN 14005 uygun gördüğü konsantrasyonlar için testler yapmış ve bu testleri standardın ekinde belirtmiştir. Buna karşın NFPA 2001, konsantrasyonlarla ilgili olarak UL 2127 ve UL 2166'ya atıfta bulunmuştur ve bu konsantrasyonların UL 'de yapılan testler sonucu belirlendiğini anlatarak, bazı test sonuçlarını yayımlamıştır.

**A Sınıfı Yangınlar:** TS EN 15004; A Sınıfı yangın konsantrasyonunu belirlerken şu ifadeyi kullanmıştır; "A sınıfı yüzey yangınlarında belirlenecek söndürme konsantrasyonları, EK C 'de anlatılmış tahta palet ve polimer sac yangın testlerinde elde edilen konsantrasyondan daha büyük olması gerekmektedir." Bu testlerde, polimer sac olarak üç ayrı malzeme kullanılmıştır bunlar, polypropylene (PP), akrilonitril-butadiyen stirel (ABS) ve polimetil metakrilat (PMMA)'dır. Tablo 4'de TS EN 15004'de yapılan testler sonunda bulunan söndürme konsantrasyonları bulabilirsiniz.



Tablo 4, TS EN 15004'de ve NFPA 2001'de verilen A Sınıfı Yüzey Yangınları için Söndürme Konsantrasyonları

Standart	Yakıt Tipi	FK-5-1-12 (NOVEC)	HFC-125	HFC-227ea (FM 200)	HFC-23	IG-01	IG-100	IG-55	IG-541
TS EN 15004	Tahta Palet	3.4	6.7	4.9	10.5	30.7	30.0	28.7	28.2
	PMMA	4.1	8.6	6.1	12.5	31.6	28.8	30.7	30.7
	PP	4.0	8.6	6.1	12.5	31.6	30.0	29.3	30.6
	ABS	4.0	8.6	6.1	12.4	32.2	31.0	31.0	30.7
NFPA 2001	Belli Değil		6.7	5.2-5.8				31.6	28.5

NFPA 2001 ise "A sınıfı yangınların söndürme konsantrasyonunu, UL 2127, UL 2166 veya muadilinde belirtilen prosedürleri ve testleri kapsamak zorundadır." ifadesi yer almaktadır. UL 'de yapılan testlerde kullanılan yakıtlar, EN 'de olduğu gibi tahta palet ve PP, ABS ve PMMA polimerleridir.

NFPA 2001, EN 'de olduğu gibi her bir deney için minimum değer vermek yerine sadece tek bir söndürme konsantrasyon değeri vermektedir. Ayrıca bu değerler her tip söndürme gazı için mevcut değildir. Tablo 4'de A sınıfı yangınlar için NFPA 'ın verdiği söndürme konsantrasyon değerleri verilmektedir.

UL testleri ile EN 'in yaptığı testler arasında farklılıklar test yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. NFPA 'de ve EN 'de tanımlanan konsantrasyonların baz alındığı test yöntemlerinde gözlenen iki temel farklılık Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5, TS EN 15004 ve NFPA 2001, A Sınıfı Yangın Test Düzenineği Farkları

	TS EN 15004	NFPA 2001
Tutuşturma Tavası Ölçüsü	51 mm x 112 mm x 21 mm derinlik	51 mm x 51 mm x 22 mm derinlik
İzin verilen Söndürme Zamanı	3 Dakika	10 Dakika

EN testlerinde kullanılan tavanın boyutu UL kullandığından daha büyüktür. Bu da polimerleri yakmak için kullanılan heptanın yaklaşık %50 daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum daha büyük bir yangına sebep olmakta ve daha zor söndürülebilmektedir.

EN testlerinde izin verilen söndürme zamanı 3 dakika iken UL 'in kabul ettiği söndürme zamanı 10 dakikadır. EN 'de tanımlanan testler çok daha zorlu ve söndürmesi güç olduğu için, test edilen söndürme maddelerinde daha fazla konsantrasyon ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Yukarıda anlatılan temel farklılıklar haricinde, hesaplanamayan, kontrol edilemeyen veya yok sayılan bazı parametrelerde söndürme konsantrasyonuna etki etmektedir. Örneğin, yapılan test mahalinin deniz seviyesinden yüksekliği, test yapılan günlerde hava hareketleri (yüksek basınç / alçak basınç) ve nem oranı, polimer sacların üzerindeki metal halatların çıkartılıp çıkartılmadığı, test yapılan alanın ne kadar sızdırmaz olduğu, bu oranın gerçek yangınlarla aynı seviyede olup olmadığı ve nozul konumlarıdır. Bu parametreler söndürme konsantrasyonunda büyük farklılıklar yaratmasa da hepsi bir araya geldiğinde dikkate değer bir fark yaratabilir.

A sınıfı yangınlarında NFPA 'ın kabul ettiği değerlerin çok düşük olduğu ve yükseltilmesi gerektiği yapılan toplantılarda tartışılmaktadır.

**B Sınıfı Yangınlar:** B sınıfı yangınlarda her iki standart da benzer yöntemler izlediği için çok küçük farklılıklar bulunmaktadır. Test yöntemleri her iki standardın eklerinde belirtilmektedir. Tablo 6'da NFPA ve EN 'in belirlediği minimum söndürme konsantrasyonu değerleri verilmektedir.

NFPA 2001, 2008 yılında oda testleri için uyguladığı test yöntemini değiştirmiştir. Fakat test sonuçları henüz yayımlanmadığı için 2004 yılındaki test yöntemindeki sonuçlar kullanılmaktadır.

Tablo 6, B Sınıfı yangınlar için yapılan testlerde NFPA ve EN 'in vermiş olduğu söndürme konsantrasyonları

Heptan Yangın Testi	FK-5-1-12 (NOVEC)	HFC-125	HFC-227ea (FM 200)	HFC-23	IG-01	IG-100	IG-55	IG-541	
Kupel	TS EN	4.5	9.3	6.7	12.6	39.2	33.6	36.5	31.7

Deneyi	15004 NFPA 2001	4.5	8.7	6.7	12.9	42	31	35	31
	TS EN 15004	4.4	9.3	6.9	12.3	33.7	33.6	30.2	29.6
Oda Testi	NFPA 2001	4.5	8.7	6.6	12.9	42	31	35	31
	TS EN 15004	4.4	9.3	6.9	12.3	33.7	33.6	30.2	29.6

**C Sınıfı Yangınlar:** NFPA 2001 elektrik ekipmanların barındırdığı riskleri C Sınıfı yangın olarak tanımlamaktadır. NFPA 2001, C sınıfı yangınlar için, “Belirlenecek söndürme konsantrasyonu A sınıfı yangınlarda kullanılması öngörülen konsantrasyonun altında olamaz” demektedir. TS EN 15004 ise elektrik ekipmanlarındaki yangın riski için ayrı bir risk sınıfı tanımlamaz. Bunun yerine A sınıf yüksek tehlike olan durumların oluştuğu yangın risklerinde, A sınıfı yüzey yangın için yapılan testlerin yeterli olmayacağı öngörmüş ve bu tip durumlar için yüksek riskli alanlar tanımı kullanmıştır. NFPA, yapılan testlerde farklı güçlerde ve farklı kablo yoğunluğunda, söndürme konsantrasyonun A sınıfı yangınlardan farklı olacağını belirtmesine rağmen bu konu hakkında kesin bir hükme varamamıştır. Bu nedenle daha önce belirttiğimiz “Belirlenecek söndürme konsantrasyonu A sınıfı yangınlarda kullanılması öngörülen konsantrasyonun altında olamaz.” hükmü geçerli olmaktadır. TS EN 15004’de ise elektrik kablo yoğunluğunun veya çekilen gücün fazla olduğu A sınıfı yüksek yangın riski görülen bölgeler için, Kupel Deneyi testlerinde bulunduğu söndürme konsantrasyonun %95’i olarak kabul etmiştir. Bu sebeple TS EN 15004’de A sınıfı yüzey yangını ve A sınıfı yüksek tehlike sınıfı olarak iki ayrı konsantrasyon seviyesi belirlenmiştir.

Tablo 7, Enerjili Elektrik Ekipmanı Bulunduran Riskler için NFPA ve EN ‘e göre Söndürme Konsantrasyonları

Söndürme Gazı	NFPA 2001 C Sınıfı Söndürme Konsantrasyonu	TS EN 15004 A Yüksek Risk Sınıfı Söndürme Konsantrasyonu
FK-5-1-12 (NOVEC)	Min. 3.5	5.6
HFC-125	Min. 6.7	11.5
HFC-227ea (FM 200)	Min. 5.2 – 5.8	8.5
IG-541	Min. 28.5	45.7
IG-55	Min. 31.6	45.2

### Güvenlik Katsayısı

İki standart arasındaki en dikkat çekici fark kullandıkları güvenlik katsayısıdır. Her iki standart da B sınıfı yangın riskleri için %30 emniyet katsayısı kullanırken, A sınıfı yangın risklerinde TS EN 15004 %30, NFPA 2001 ise %20 emniyet katsayısı kullanmaktadır. Daha önce bahsettiğimiz üzere, NFPA ‘de zayıf olan söndürme konsantrasyonunun üzerine EN ‘den daha düşük olan bir güvenlik katsayısı kullanılması kafalarda soru işareti oluşturmaktadır.

Mühendislik açısından, kullanılan hesaplama programlarının ve kontrol edilemeyen test koşullarının etkileri, söndürme gazı konsantrasyonun üzerinde  $\pm 10$  tolerans yaratacağı düşünülmelidir. %10’dan daha az bir tolerans ile hesaplama yapılacağını öne sürmek gerçekçi bir öngörü değildir. Bunun dışında söndürme anında silindirden kaçan gaz miktarı (maksimum %5’e izin verilmekte), sıvı fazında kalacak söndürücü miktarı, mahal içerisindeki kapatılmayan boşluklar, tıkanıklıklar, vb. koşullar düşünüldüğünde NFPA 2001’e göre tasarlanmış bir sistemin başarısız olma ihtimali ortaya çıkmaktadır.

### Toksiklik Seviyesi

NFPA 2001 ve TS EN 15004, halokarbon söndürücülerinin insanlara verebileceği toksik etkiler konusunda yeterli bilgi ve enformasyon içermemektedir. Tanımlanan tek bilgi PBPK modeline göre yapılmış testlerdir. Fizyolojik esaslı farmakokinetik (PBPK) modelleme, insan ve diğer hayvan örneklerindeki bir bileşiğin emilmesini, dağılımını, metabolizmasını ve atılımını (ADME) önceden bildirmek için matematiksel bir modelleme tekniğidir. PBPK modelleme, farmasötik araştırma ve

geliştirmede ve sağlık riski değerlendirmesinde kullanılır. Bu kullanılan modelleme, insan vücudunun maruz kaldığı kimyasalı, süresini ve konsantrasyonunu girildiğinde fizyolojik olarak ortaya çıkan sonuçları incelemektedir.

PBPK modellemesi sonucunda NOAEL ve LOAEL olarak tabir edilen iki adet limit konsantrasyon değeri elde edilir. NOAEL (Zararlı Etki Görülmeyen Seviye) ve LOAEL (Zararlı Etkinin Görüldüğü En Düşük Seviye) olarak adlandırılabilir. NFPA 2001 ve TS EN 15004 tanımladıkları her gaz için NOAEL ve LOAEL seviyeleri belirlemiştir. Standartlar tasarım konsantrasyonun bu limitlerin altında olması tavsiye edilir. Eğer tasarım konsantrasyonu bu eşik değerleri geçerse bazı özel önlemler alınması gerekmektedir.

NFPA 2001 ve TS EN 15004 standartlarının eklerinde gazların toksikliğiyle ilgili içeriği yeterli olmayan veriler bulunmaktadır. Bu veriler EPA (Amerikan Doğa Koruma Ajansı) 'nın yürüttüğü araştırmalar ve PBPK modellemesiyle yapılmaktadır.

Her iki standartta da ALC (yaklaşık ölümcül konsantrasyon) adı verilen bir konsantrasyon değeri tanımlanır. Tablo 8'de söndürme maddelerinin ALC, NOAEL ve LOAEL konsantrasyonlarını bulabilirsiniz.

Tablo 8, Standartlarda tanımlanan HFC gazlarının ALC, NOAEL ve LOAEL seviyeleri

Gaz Tipi	ALC (%)	NOAEL (%)	LOAEL (%)
FK-5-1-12 NOVEC 1230	> 10	10	> 10
HCFC Blend A	64	10	> 10
HFC 125	> 70	7,5	10
HFC 227ea FM 200	> 80	9,0	10.5
HFC-23	> 65	50	> 50

EPA 'nın onayladığı ve PBPK modellemesiyle teyit edilen yukarıdaki veriler hem NFPA 'de hem de TS EN 15004'de çok büyük kaygılara yol açmaktadır. FK-5-1-12 olarak formüle edilen NOVEC 1230'un NOAEL seviyesi ile ALC seviyesi aynı konsantrasyondadır. Bunun anlamı NOAEL seviyesi geçildiği anda ölümcül konsantrasyon seviyesine gelinmesidir.

NOVEC ile çok yakın LOAEL seviyesine sahip olan FM 200'ün ALC seviyesi %80'nden fazladır. EPA 'nın onayladığı ve NFPA ile EN 'in standartlarına yerleştirdiği bu değerler, NOVEC adlı söndürme maddesinin insan için güvenli olup olmadığı sorununu yaratmaktadır.

NOVEC gazının bu kadar tehlikeli sınırlarda olmasının nedeni AEL (Acceptable Exposure Limit) kabul edilir maruz kalma limitinin 150ppm olmasıdır. Ppm (Parts per million), milyonda bir parça anlamına gelmektedir. Yani 150 ppm değerden büyük miktarda Novec 1230' u solumak insan sağlığı açısından kabul edilemez. FM 200 için AEL limiti 1000ppm'dir bu durum FM 200 gazının, aynı konsantrasyondaki NOVEC gazına oranla 7 kat daha güvenli olduğu anlamına gelmektedir.

İnsan sağlığına etkileri açısından daha fazla test gerektiren ve tasarım konsantrasyonu değerinin NOAEL seviyesini geçtiğinde kabul edilemez etkilere yol açan NOVEC gazı konusuna standartlarda daha fazla bilgi verilmesi ihtiyacı doğmaktadır.

Ne yazık ki ticari kaygılardan dolayı NOVEC 1230 imalatçıları, tehlike eşiğine bu kadar yakın olan bir gazı, standartları yanlış yorumlayarak, FM 200 gazından çok daha güvenli bir gaz olarak lanse edebilmesi NFPA ve TS EN 'in kişiye göre yorumlanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle insan sağlığı gibi önemli bir konuda standartların yoruma izin vermeyen net ifadeler kullanması gerekmektedir.

## SONUÇ

NFPA 2001 ve TS EN 15004 'ün her ikisinin de değişik uygulama tipleri için gaz konsantrasyonlarıyla ilgili olarak farklı tip öneriler içerdiği açıktır. Bu iki standarttan TS EN 15004 genel olarak gaz konsantrasyonlarıyla ilgili daha açık öneriler sunarken, NFPA 2001 A Sınıfı yangınlarla ilgili yetersiz ve enerjili elektrik ekipmanın korunmasıyla ilgili yanlış öneriler içermektedir. Mevcut veri ve teknolojiye boşluklar olduğu ve yeterli teknolojinin elde edilip standartlarda kullanılmasının yıllar sürebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Standartta belirtilen tavsiyelerin dikkate alınmamasının sonucu olarak

sistemlerin korunan riske uygun olmayan tasarım konsantrasyonlarıyla tasarlanması ve kurulması ihtimali getirmektedir ki bu durum gelecekte bazı sistemleri iyileştirme ihtiyacına ya da bir yangın durumunda sistemin çökmesine ve kurulan sistemlere olan güvende kayıp oluşmasına neden olacaktır.

### Kaynaklar:

- NFPA 2001:2008
- TS EN 15004-1 – 10
- ISO 15420-1 - 15
- NFPA 12-A
- ISO 7201-1
- The Adequacy og Guidance on Agent Concentrations in Standarts for Gaseous Fire Extinguishing Sysytems – EP-W-06-008, Task Order 018, Task 8 for EPA, Hughes Associates, 20.06.2008
- <http://www.ciesin.org/TG/OZ/odp.html>
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- Clean Agent Suppression of Energized Electrical Equipment Fire, Gregory T. Linteris, 6.3.2009
- Extentions To Standard Hold Time Calculations, J. Dewsbury, 2000
- FM 200 – NOVEC 1230 Karşılaştırması, İsmail Turanlı, 2009
- NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, Luc Merredew,18.7.2011

### Özgeçmiş;

Bora GÖK 1984 yılında İzmir'de doğdu. İlkokul eğitimini İzmir, Buca 'da Hasan Ali Yücel İlkokulunda tamamladıktan sonra orta okul ve lise için Darüşşafaka Lisesine girdi. Lisans eğitimini Yıldız Yeknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünde tamamladı. Şu anda LPG Yangın Söndürme Sistemleri Türkiye Müdürlüğünü yapmaktadır.