

ARPRO'nun ateş direnci özellikleri uygulamanın türüne bağlı olarak oldukça kritik bir öneme sahip olabilir.

Aşağıda, bu dokümanın kapsamındaki teknik bilgiler yer almaktadır.

1. ARPRO Siyah ve ARPRO FR'nin karakteristik özellikleri
2. ARPRO'nun farklı uygulamalardaki yanma oranı ve yanma sınıfı:
  - A. Otomotiv: ISO 3795
  - B. Elektronik:
    - i. UL 94 (ISO 9772)
    - ii. Kızgın tel yanabilirlik endeksi
    - iii. İğne alev testi
  - C. Yapı: Euroclasses
  - D. Uçak: CS 25
  - E. Oyuncaklar: ISO 8124-2
3. ARPRO etkin yanma ısı
4. ARPRO duman toksisitesi

## 1. ARPRO Siyah ve ARPRO FR'nin karakteristik özellikleri

ARPRO Siyah	ARPRO 4135 FR
Kendiliğinden sönmeyen	Kendiliğinden sönen
ARPRO parça yoğunluğunu veya kalınlığını artırmak yanma oranını azaltacaktır.	ARPRO parça kalınlığını azaltmak alevleri daha hızlı bir şekilde söndürecek.

ARPRO 4135 FR alev geciktirici bir kademedir ve UL 746 H'ye göre bünyesinde halojenli bileşenler barındırmaz.

## 2. ARPRO'nun farklı uygulamalardaki yanma oranı ve yanma sınıfı

Malzeme yanabilirlik standartlarının gereksinimleri uygulamadan uygulamaya değişiklik gösterebilir. Testler; alev tutuşturmasına, test prosedürlerine, numunelerin şekil ve boyutlarına ve kayıtlı parametrelere göre değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla bir uygulamada birden fazla standardın uygulanması gerekebilir. Alev performansı da ARPRO'nun kalınlığına ve yoğunluğuna göre değişiklik gösterebilir.

### A. Otomotiv: ISO 3795 (FMVSS 302)

Bu Uluslararası Standart, karayolu ulaşım aracının kullanıcı kompartımanlarında kullanılan malzemelerin yatay yanma oranını belirlemek için spesifik bir metot belirler. Bu metot, aracın iç ekipmanlarında kullanılan malzeme ve parçaların ayrı ayrı veya 13mm kalınlığa kadar birlikte test edilmesine olanak tanır.

**Test yöntemi:** ISO 3795. Beş adet 356 x 100 x 12.5mm'lik numune, U şeklindeki bir tutucuya yatay biçimde monte edilir ve bir yanma odasında 15 saniye boyunca iyi tanımlanmış ve düşük enerjili alevle maruz bırakılır. Alev numunelerin serbest ucuna uygulanır. Test, alevin söndüğünü ve ne zaman söndüğünü veya yanma oranıyla (mm/dakika bazında) sonuçlanan alevin ölçülen mesafeyi açtığı süre zarfını belirler. Test edilen yoğunluk, ARPRO Siyah 25 ile 200g/l ve numunenin kalınlığı kalıplanmış yüzey hariç 12.5mm'dir.

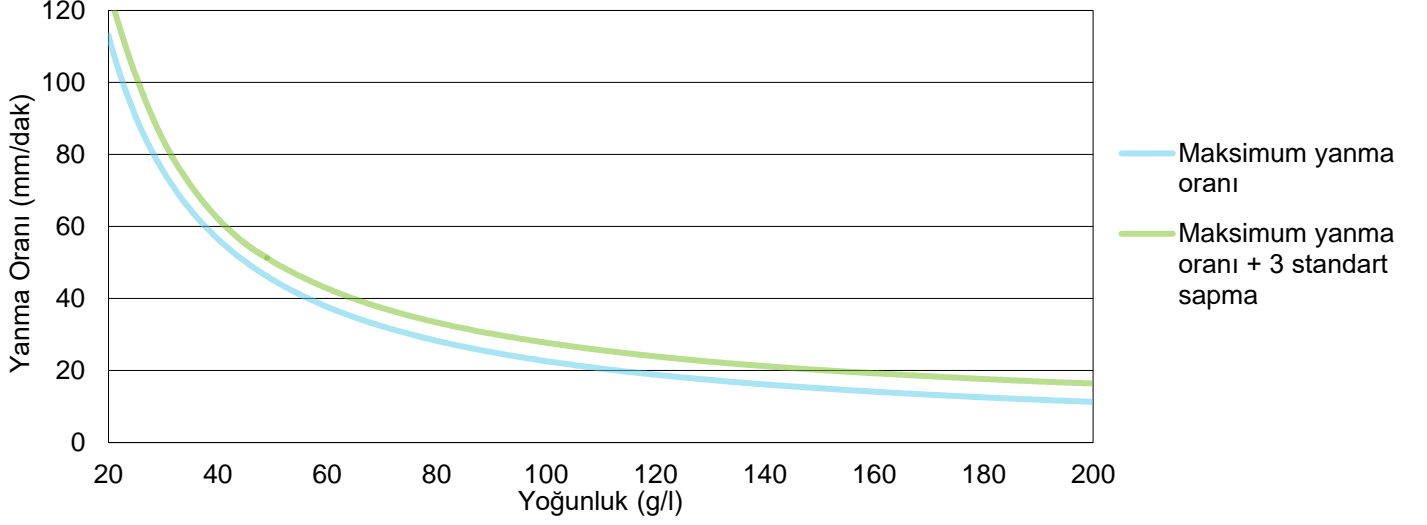
### **Test sonuçları:** Yanma oranı ile yoğunluğun karşılaştırılması

Yanma oranı spesifikasyonlarını (aşağıda belirtilen madde imi) yerine getirmek için maksimum yanma hızı + 3 standart sapma (grafikteki açık yeşil eğri) denklemini öneriyoruz. ARPRO, 12.5mm kalınlıkta ve burada belirtilen yoğunlukta şu yanma oranı kriterini yerine getirmektedir:

- Maksimum yanma oranı < 100mm/dak: bu kriteri yerine getirmek için ihtiyaç duyulan minimum yoğunluk 25g/l.
- Maksimum yanma oranı < 80mm/dak: bu kriteri yerine getirmek için ihtiyaç duyulan minimum yoğunluk 32g/l.

Tüm kalıplanmış parçalarda tavsiye edilen minimum yoğunluğa ulaşmak için kalıplama işlemi varyasyonları göz önünde bulundurulmalıdır.

Yanma oranı ile yoğunluğun karşılaştırılması - ISO 3795  
365 x 100 x 12.5mm

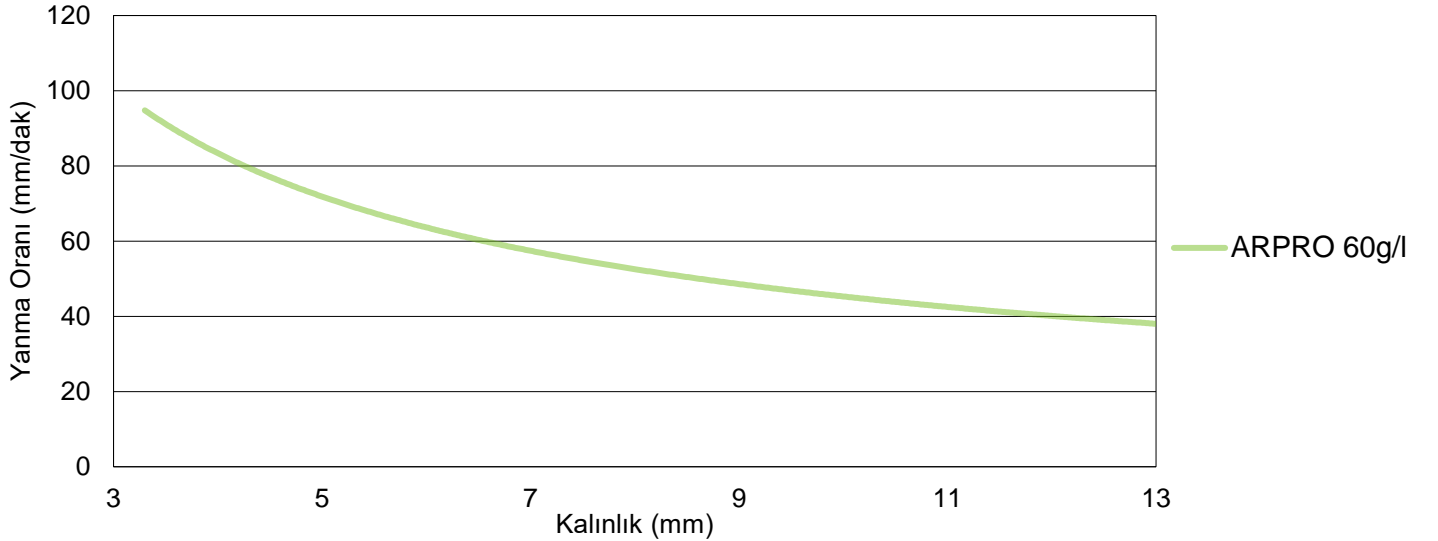


Maksimum yanma oranı + test varyasyonunu da içeren 3 standart sapma.

**Test sonuçları:** Yanma oranı ile kalınlığın karşılaştırılması.

ARPRO parça yoğunluğunu veya kalınlığını artırmak, daha fazla malzeme kullanımını gerektirdiği için yanma oranını azaltacaktır.

Yanma oranı ile kalınlığın karşılaştırılması - ISO 3795



**B. Elektronik:****i. UL 94 (ISO 9772)**

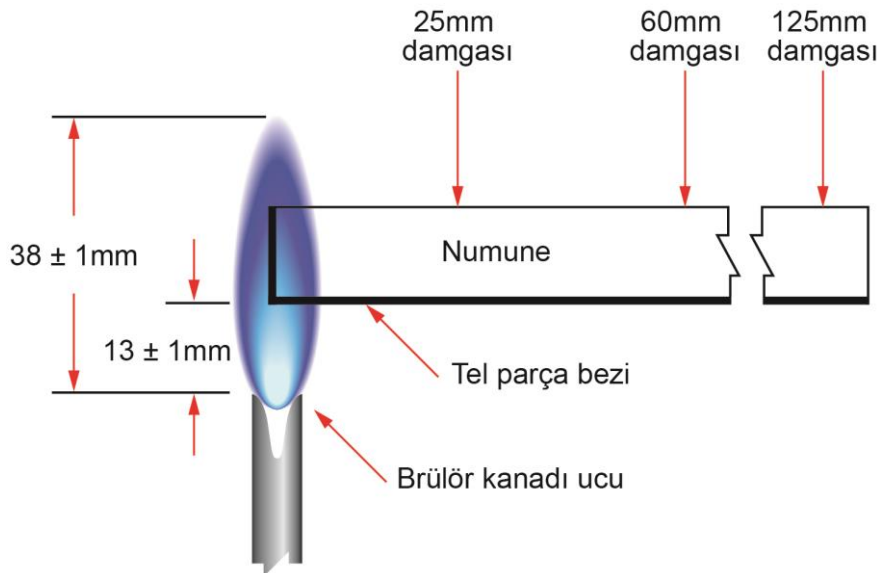
UL 94'ün 12. Kısımında; 250gr/lt'den daha az bir yoğunluğa sahip gözenekli polimerik malzemelerin nispi yanma oranını, yanmanın kapsamını ve yanma süresini kıyaslamak için küçük ölçekli yatay konumlandırılmış bir yanma testi prosedüründen bahsedilmektedir. UL 94'ün 12. Kısım, ISO 9772'ye denktir.

En düşükten (en düşük alev geciktiriciliğine sahip) en yükseğe (en yüksek alev geciktiriciliğine sahip) sınıflandırma sistemleri şöyle sıralanabilir:

- HBF: 100mm'lik bir sürede 40mm/dak yanma oranını aşan herhangi bir numune olmaması durumu VEYA her bir parçada oluşan alevin veya kıvılcımın 125mm'lik ölçü damgasına ulaşmadan numunenin sönmesi durumu.
- HF-1 ve HF-2:

Kriter	HF-1	HF-2
Alevle temas sonrasındaki süre	4/5 numunenin $\leq 2s$ olması 1/5 numunenin $\leq 10s$ olması	4/5 numunenin $\leq 2s$ olması 1/5 numunenin $\leq 10s$ olması
Her bir ayrı numunenin tutuşma sonrası süresi	$\leq 30s$	$\leq 30s$
Yanan partikül veya damlalar ile alev alan pamuk göstergesi	Hayır	Evet
Her bir ayrı numunenin hasar görmüş uzunluğu	$< 60mm$	$< 60mm$

Aşağıdaki resim, ekipmanın UL94 yatay testi için kurulumunu göstermektedir.



**Test sonuçları:** ARPRO Siyah = HBF.

Test edilen yoğunluklar, 55g/l ve 140g/l (minimum kalınlık 8mm) yoğunluktaki ARPRO Siyah.

**Test sonuçları:** ARPRO 4135 FR = HF-1.

Test edilen yoğunluklar, 20g/l ve 60g/l (minimum kalınlık 3mm) yoğunluktaki ARPRO 4135 FR.

Versiyon 03

- ii. **ARPRO'nun kızgın tel yanabilirlik endeksi: IEC 60695-2-12 (GWFI), IEC 60695-2-13 (GWIT)**  
Kızgın tel yanabilirlik endeksi (GWFI) ve kızgın tel alev sıcaklığı (GWIT), malzemelerin alevlenme sıcaklıklarını karşılaştırabileceğiniz bir yöntemdir. Ekipman, elektriksel bileşenlerden yayılabilen bir ısı hissi sunmaktadır.

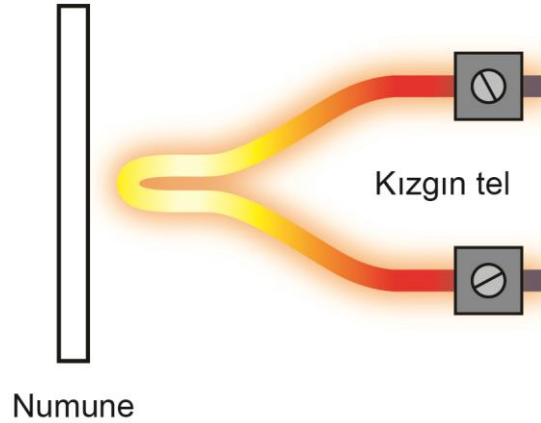
**Test yöntemi:** IEC 60695-2-10'da tanımlanan genel test metodu ve ekipmanı.

IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu), tüm elektroteknoloji alanlarının uluslararası standartlarını ve uygunluk değerlendirmesini belirleyen organdır.

Kızgın tel spesifik bir sıcaklığa gelene kadar ısıtılır. Test numunesi kızgın telde 30 saniye boyunca tutulur. Yanan damlaların etkilerini belirlemek için numunenin altına pamuk yerleştirilir. Kızgın Tel Yanabilirlik Endeksi (GWFI), şu koşullardan birini yerine getiren en yüksek sıcaklıktır:

- Alevlenme ve kıvılcımlanma (ateş) oluşmamıştır.
- Kızgın telin kaldırılmasının ardından yanma / kıvılcımlanma 30 saniyeden daha az sürmüştür ve pamuk alev almamıştır.

Kızgın Tel Alev Sıcaklığı (GWIT) maksimum sıcaklıktan 25°C daha yüksek bir sıcaklığa ayarlanmış ve kızgın tel üç test boyunca malzemenin 5 saniyeden daha uzun bir süre yanmasına neden olmamıştır.



**Test sonuçları:** ARPRO Siyah – yoğunluk etkisi:

ARPRO Siyah 3mm	Test yoğunluğu 60g/l	Test yoğunluğu 80g/l	Test yoğunluğu 130g/l
GWFI (°C)	825	800	800

**Test sonuçları:** ARPRO kademeleri ve kalınlığının etkisi:

Kalınlık	3mm	15mm	30mm
ARPRO Siyah 60g/l			
GWFI (°C)	825	750	775
GWIT (°C)	850	775	800
ARPRO 4135 FR 60g/l			
GWFI (°C)	700	960	mevcut değil
GWIT (°C)	725	960	mevcut değil
ARPRO 5135 ESDP 60g/l			
GWFI (°C)	mevcut değil	675	mevcut değil
GWIT (°C)	mevcut değil	700	mevcut değil

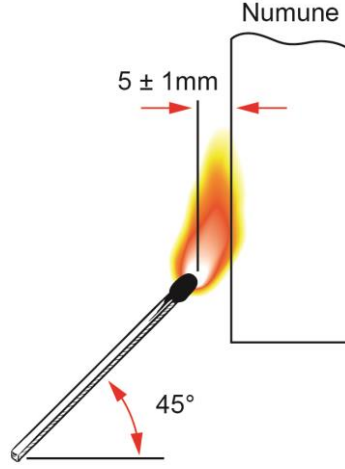
**iii. İğne alev testi: IEC 60695-11-5**

Bu test; alev alan diğer bileşenlerden oluşabilecek küçük bir alevin malzemenin alev almasına neden olup olmayacağı veya malzemenin sınırlı bir yanmaya maruz kalıp alevleri yayıp yaymayacağını belirlemek için kullanılır.

Alev uygulama süresi ve kabul kriteri (yanma süresi) ayrı ürün spesifikasyonlarına bağlı olarak değişiklik gösterir.

12mm'lik ateş, 5, 10, 20, 30, 60 veya 120 saniye boyunca ürün spesifikasyonu doğrultusunda numunenin temsili bir yüzeyine uygulanmıştır. Paketleme bezi (12gr/m<sup>2</sup> ve 30gr/m<sup>2</sup> arasında hafif ve güçlü bir paketleme kağıdı) numunenin 200mm altına yerleştirilmiştir. 3 test numune, test edilen nihai uygulamaları temsil etmektedir.

Yanma süresi, deney ateşinin deney numunesinden kaldırıldığı süreden başlayarak en son alevlerin sönmesi ve deney numunesinin kıvılcımlanmasının durması ve belirtilen katman ve/veya çevreleyen parçaların gözle görülür olmamasıyla tamamlanan zaman aralığını belirtmektedir.



**Test sonuçları:** ARPRO 4135 FR, 60g/l ve 30 saniye boyunca uygulanan ateş:

Numune kalınlığı	6mm	50mm
Yanma süresi (saniye)	0	0

**Test sonuçları:** ARPRO Siyah, 80g/l ve 30 saniye boyunca uygulanan ateş:

Numune kalınlığı	10mm	50mm
Yanma süresi (saniye)	0	0

10 ile 50mm kalınlığındaki 60g/l ARPRO Siyah, 30 saniyeden daha uzun bir sürede tamamen yanmaktadır.

### C. Yapılar: Euroclasses EN 13501-1

EN 13501-1, yapı malzemelerinin yanabilirliğini ve bina öğelerinin yanma direncini belirleyen Avrupa yapı kodu standardıdır.

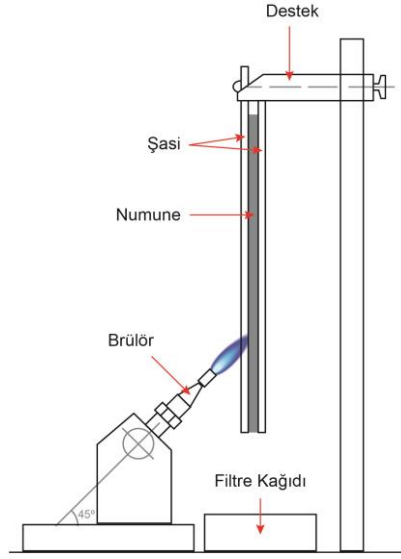
EN 13501-1'in muhtemel sınıflandırmaları şunlardır:

- Euroclass F: performans kriteri mevcut değil.
- Euroclass E: küçük bir ateşe kısa bir süre içerisinde kabul edilebilir bir ateş reaksiyonu verir.
- Euroclass D: E sınıfı için tatmin edici bir kriterde ürünler sunar ve küçük ateş saldırılarına, büyük çapta alev yayılmalarına neden olmadan daha uzun bir periyotta direnç gösterir. Ayrıca bu ürünler, tekli yanan ürün ile termal saldırıya maruz kalabilme becerisine sahiptir ve yeterli derecede gecikme ve sınırlı ısı salınımı sağlar.
- Euroclass C: D sınıfı için tatmin edici bir kriterde ürünler sunar ve tekli yanan ürün ile termal saldırıya maruz kalabilme becerisine sahiptir ve sınırlı yanar ateş yayılmasına sahiptir.
- Euroclass B: C sınıfı için tatmin edici bir kriterde ürünler sunar ayrıca alev büyüme oranı (FIGRA) ve toplam ısı salınımı (THR) söz konusu olduğunda daha katı gereksinimlere sahiptir.
- Euroclass A2: B sınıfı için tatmin edici bir kriterde ürünler sunar. Ayrıca gelişimini tamamlamış bir yangın söz konusu olduğunda bile bu ürünler alevin gücüne ve büyümesine dikkate değer bir katkı sağlamayacaktır.
- Euroclass A1: malzemeler yanmaz özellikli olarak kabul edilmektedir.

Sınıf seviyesi doğrultusunda farklı testler uygulanmalıdır. "s" ve "d" alt endeksleri, duman oluşumu ve damlama sınıflandırmalarıdır.

Versiyon 03

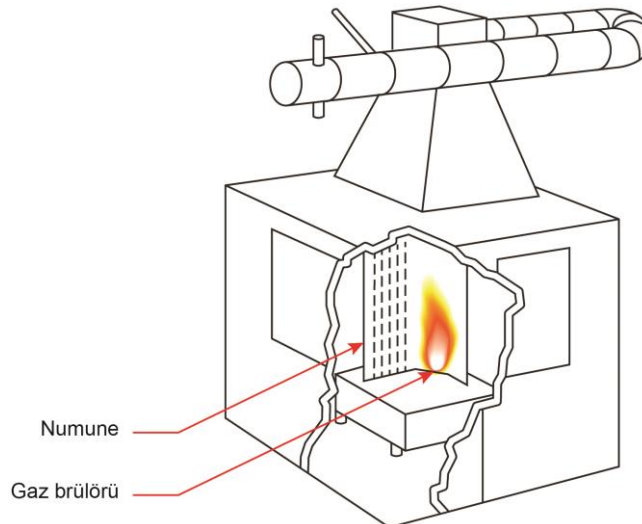
**Test yöntemi:** Küçük bir ateşle ISO 11925-2 alev testi. Test, numunenin dikey olarak monte edildiği bir deney odasında yer almaktadır. Test numunesi, gaz alevine köşe ve veya yüzey bölgesinden maruz kalmıştır. Test süresince, alev süresi, yanan damlalar ve belirlenen bir zaman zarfında alevlerin test numunesinin en üst noktasına ulaşip ulaşmadığı kayıt altına alınmaktadır. E veya F sınıflandırmaları söz konusu olduğunda 15 saniyelik bir sürede ateşe maruz bırakılır. E sınıflandırması söz konusu olduğunda, test ateşinin uygulamasından itibaren 20 saniye içerisinde uygulama noktasından 150mm dikey pozisyonda alev yayılması gerçekleşmemelidir. F sınıflandırması söz konusu olduğunda, ürün EN ISO 11925-2 doğrultusunda test edildiğinde E sınıflandırması alamamaktadır.



E ve F sınıfları söz konusu olduğunda yalnızca küçük bir ateşle alev testi gerekmektedir. A1, A2, B, C ve D sınıflandırmaları söz konusu olduğunda EN 13823 testi gerekmektedir.

**EN 13823:** Küçük yanan ürün.

EN 13823'e göre küçük yanan ürün testi, sağ açılara monte edilen iki levhanın (1500 x 1000mm ve 1500 x 495mm) köşesinde ateş yakmayla gerçekleştirilir. Test esnasında köşede 30kW ısı salınım oranına sahip bir gaz brülör yer almaktadır. Test süresi 21 dakikadır. Tutuşma gazları, ısı salınım oranı ve duman oluşumunun ölçüldüğü bir bacada toplanmaktadır.



Versiyon 03



## Test sonuçları: ARPRO Siyah:

Numune kalınlığı (mm)	Test yoğunluğu (g/l)				
	20	30	45	60	120
10	F	F	F	E	E
15	F	F	F	E	E
20	F	E	E	E	E
30	F	E	E	E	E
60	E	E	E	E	E

## Test sonuçları: ARPRO Beyaz:

Numune kalınlığı (mm)	Test yoğunluğu 80g/l
10	E

## Test sonuçları: ARPRO 4135 FR:

Numune kalınlığı (mm)	Test yoğunluğu 40g/l	Test yoğunluğu 60g/l
10	D s1 d0	D s1 d0
15	Test edilmedi	D s2 d0
30	Test edilmedi	D s2 d1 2014 yılında sona erdi
50	E	E

## D. Uçağı: büyük uçaklar için CS25 sertifikalandırma spesifikasyonu

Bu sertifikalandırma spesifikasyonu, kabin memurları veya yolcular tarafından ilgili gereksinimle doğrultusunda kullanılan iç kompartımanlarda kullanılan malzemelerin dikey yanma davranışlarını analiz etmek için bir yöntem belirler.

**Test yöntemi:** CS25.853 Uygulaması F Kısım I (b). Üç numune, malzemenin veya uçakta yer alan parçanın gerçek yatay kesitini temsil eden numunelerin alt kısmına ve metal bir şasiye dikey olarak monte edilmiştir ve bu numuneler, parçaların uygulamaları doğrultusunda kalibre edilmiş bir ateşe belirli bir süre zarfında maruz kalmıştır. Test, ortalama yanma uzunluğu, ateş kaynağının kaldırılmasından sonraki ortalama ateş süresi ve damla sönme süresini belirler.

**CS25.853 Uygulaması F Kısım I (a) (1) (ii) – 12 saniyelik dikey yanma****Test sonuçları:** ARPRO 4135 FR.

12 saniye boyunca uygulanan ateş ARPRO 4135 FR, 13mm kalınlık, 40 ve 60g/l yoğunlukta CS25.853 Uygulaması F Kısım I (a) (1) (ii) kriterini karşılamaktadır.

Test kriteri	Gereklilik	Test yoğunluğu 40g/l	Test yoğunluğu 60g/l
Yanan uzunluk (cm)	Maksimum 20	6	6
Alevle temas sonrasındaki süre (saniye)	Maksimum 15	0	0
Damla sönme süresi (saniye)	Maksimum 5	0	0

**CS25.853 Uygulaması F Kısım I (a) (1) (i) – 60 saniyelik dikey yanma****Test sonuçları:** ARPRO 4135 FR.

60 saniye boyunca uygulanan ateş ARPRO 4135 FR, 13mm kalınlık, 40 ve 60g/l yoğunlukta CS25.853 Uygulaması F Kısım I (a) (1) (i) kriterini karşılamaktadır.

Test kriteri	Gereklilik	Test yoğunluğu 40g/l	Test yoğunluğu 60g/l
Yanan uzunluk (cm)	Maksimum 15	13	5
Alevle temas sonrasındaki süre (saniye)	Maksimum 15	0	0
Damla sönme süresi (saniye)	Maksimum 3	0	0

**E. Oyuncaklar: ISO 8124-2**

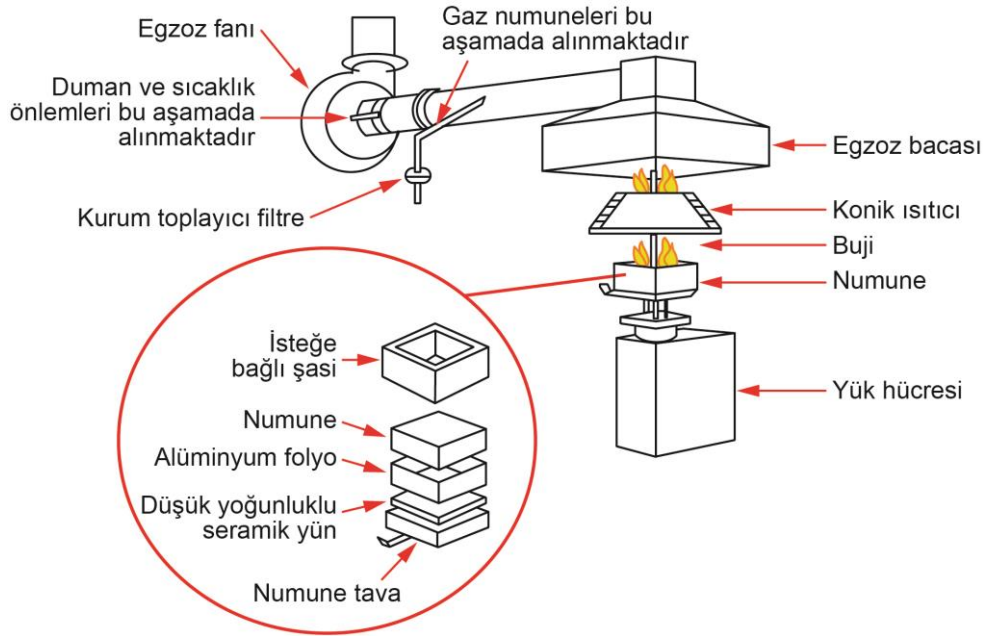
610 x 100 x 10mm boyutunda ve 60g/l yoğunluğundaki bir numune, 45 derecelik bir açıda U şeklindeki bir tutucuya yerleştirildi. Numune, ateşe bir tutuşma odasında maruz kaldı. Ateş, 1 - 2mm/san. yayılma oranıyla numunenin serbest ucunda yayıldı. Test, alevin söndüğünü ve ne zaman söndüğünü veya yanma oranıyla (mm/dakika bazında) sonuçlanan alevin ölçülen mesafeyi açtığı süre zarfını belirler.

Kademe	Sonuç
ARPRO 5135	Geçiş
ARPRO 4133	Geçiş
ARPRO 3133	Geçiş
ARPRO 1133 Blueberry	Geçiş
ARPRO 1133 Dragon Fruit	Geçiş
ARPRO 1133 Orange	Geçiş
ARPRO 1133 Lemon	Geçiş
ARPRO 1133 Lime	Geçiş

### 3. ARPRO etkin yanma ısı: ISO 5660-1

ISO 5660-1, dış tutuşturucuyla yatay düzeyde kontrollü bir seviyede ışınım maruz kalan bir numunenin ısı salınım oranını değerlendirmek için bir yöntem belirler. Isı salınım oranı, oksijen derişiminden alınan oksijen tüketimi ölçümü ve ürün akışındaki tutuşma debisi doğrultusunda hesaplanır. Alevlenme süresi (devam eden alev) de ayrıca bu testte hesaplanmaktadır.

**Test yöntemi:** ISO 5660-1. Test numunesinin yüzeyi, konik bir ısıtıcıdan 0 - 100kW/m<sup>2</sup> seviyesinde sabit bir ısı ışınım düzeyine maruz kalmıştır. Isıtılmış numunedan çıkan uçucu gazlar, elektrikli bir buji yardımıyla alev aldırılmıştır. Diğer parametreler, 35kW/m<sup>2</sup> ışınım seviyesi ve 100 x 100 x 25mm boyutundaki test 3 numunelerinden oluşmaktadır.



**Test sonuçları:** ARPRO Siyah.

Test edilen yoğunluklar, 3 test numunesinin de her biri ile test edildiği ARPRO Siyah 50 ve 70g/l'lik yoğunluklardır.

	ARPRO Siyah 50g/l	ARPRO Siyah 70g/l
Ortalama etkin yanma ısı – MJ/kg	39	40

**Test sonuçları:** ARPRO 4135 FR.

Test edilen yoğunluk ARPRO 4135 FR 60g/l'dir ve üç numune test edilmiştir.

	ARPRO 4135 FR 60g/l
Ortalama etkin yanma ısı – MJ/kg	34

#### 4. ARPRO duman toksisitesi: ISO 5660-1

ARPRO, tutuşma esnasında gaz salınımı yapmaktadır. Tutuşma esnasında salınan gazların analizi, üretilen dumanın zehirli olup olmadığını belirlememize olanak tanır.

**Test yöntemi:** ISO 5660-1. 3 numaralı noktada belirtildiği üzere, test numunesinin yüzeyi konik bir ısıtıcıdan 0 - 100kW/m<sup>2</sup> seviyesinde sabit bir ısı ışınım düzeyine maruz kalmıştır. Isıtılmış numuneden çıkan uçucu gazlar, elektrikli bir buji yardımıyla alev aldırılmıştır. Diğer parametreler, 35kW/m<sup>2</sup> ışınım seviyesi ve 100 x 100 x 25mm boyutundaki test numunelerinden oluşmaktadır ayrıca ARPRO'nun tutuşma esnasında salınım yaptığı gazların analiz edildiği ek IRFT (Kızılötesi Fourier Dönüşümü) parametresi de mevcuttur. Test edilen yoğunluklar, ARPRO Beyaz 70g/l ve ARPRO Siyah 70g/l'dir.

**Test sonuçları:** tanımlanan seviyelerde şu gazlara rastlanmıştır:

	ARPRO Siyah 70g/l	ARPRO Beyaz 70g/l
CO (kg/kg)	0.029	0.027
CO <sub>2</sub> (kg/kg)	2.45	2.55

Bu ekipmanla tespiti mümkün olan şu gazlara rastlanmamıştır:

Gaz	Tespit limiti (ppm)
NO Nitrik Oksit	2.22
NO <sub>2</sub> Nitrojen Dioksit	1.97
NH <sub>3</sub> Amonyak	1.75
N <sub>2</sub> O Nitröz Oksit	0.53
SO <sub>2</sub> Sülfür dioksit	1.12
HCN Hidrojen Siyanür	1.42
HCOH Formaldehit (Metanal)	7.00
HCL Hidroklorik asit	1.54
CH <sub>4</sub> Metan	4.75
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Asetilen (Etin)	5.28
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Etilen (Eten)	21.13