

ELEKTRİK ARK TEHLİKELERİ VE ELEKTRİK ARK PATLAMALARINA KARŞI KORUNMA

DORUK TÜRKÜÇAR

MSc. İhracat Müdürü

İş Güvenliği Uzmanı

İST İşçi Sağlığı Teçhizatı San. Tic. Ltd. Şti.

ELEKTRİK ARK NEDİR?

Arkin, kökeni gaz iyonizasyonundan gelir, farklı potansiyellerdeki elektrotlar farklı safha ilişkileri arasında iletken elektrik bağlantısıdır. Elektrik ark teknik bir hata veya operatörün hatasından dolayı gerçekleşebilir. Düşük voltajlı alanlarda elektrik arkının tetiklenmesi için galvanik kontaklı gerekirken, yüksek voltajlı alanlarda canlı parçalara ilgili uzaklıktaki bir uygunsuzluk sebep olabilir.

Bir elektrik ark patlaması, birbirine değmeyen iki iletken arasında hava aracılığıyla meydana gelen ısı ve ışık formundaki çok kısa süreli enerji boşalmasıdır. ANSI-IEEE Std 100-1988 elektrik arkını şu şekilde tanımlamaktadır: Genelde ani olarak eksi uç etrafında gaz iyonizasyon potansiyeline kadar voltaj düşmesi nedeniyle, elektrik boşalmasının gaz içerisinden geçmesi, elektrik arkı yeterli elektrik akımının hava içerisinden

geçmesiyle oluşur. Hava iyi bir iletken değildir, akımın çoğu ark sonrası ortaya çıkan buhar (genelde bakır ve alüminyum buharı) ve havadaki iyonize partiküller üzerinden geçer. Çok yüksek sıcaklıktaki bu karışıma plazma denir.

ELEKTRİK ARKININ ETKİLERİ

Elektrik arkının güç ve yanma süresine bağlı olarak yüksek sıcaklıktan dolayı farklı fiziksel etkileri görülebilir. Elektrik ark enerjisi, elektrik, termal, mekanik, fotonik veya ışık enerjisi gibi birden çok yolla boşalır. Mekanik enerjisi genelde patlama şeklinde ortaya çıkar. Birçok faktör elektrik arkının yarattığı enerjiyi etkilemektedir (Bkz. Elektrik Arkının Zararını Etkileyen Faktörler).

Sıcaklık: Bir elektrik ark patlamasında, 12.000 °C seviyesine kadar bir sıcaklık artışı olasıdır. Arkın merkezindeki materyal buharlaşır ve elektrotlar arasında iletken bir bağlantıya sebep olur. Yanan bir sigaranın ucunun içilmediğinde 580 °C, içilirken 700 °C ve güneşin yüzey sıcaklığının 6.000 °C olması, ark patlamalarının ne derece tehlikeli olduğunu gözler önüne sermektedir. 20 cm çapında bir ark patlamasının 50 cm uzaklıktaki sıcaklık etkisi 1300 °C olmaktadır.

Ark patlaması esnasında yoğunlaştırılmış ısı artarken elektrotlar arasında bir plazma oluşur. Plazma, diğer tüm kimyasal bileşenlerin ayrılıp iyonlaşmasından dolayı ayrılır. Metalin buharlaşmasından sonra, çok yüksek bir ısı artışı oluşur ve patlayarak ilerleyen metal buhar ve sıçraması arkın merkezine



doğru kütle genişlemesi gerçekleştirir. Soğumanın sonucu olarak ve atmosferdeki oksijenle reaksiyonundan sonra, metal oksit soğumadan sonra siyah veya gri duman olarak bulunabilir. Buhar veya duman yeterli ısıya sahip olduklarından, yapışkan bir atık bırakırlar.

Amerika Elektrik Elektronik Enstitüsü'nün yaptığı deneysel çalışmalardan şu sonuç çıkmaktadır: Arkıtan kaynaklı ısı enerjisi insanı çok uzak mesafelerden bile öldürebilir veya yaralayabilir. Örneğin, 3,6 m mesafeden bile 2. derece yanıklara sebep olabilir. 2. derece yanık, 1 saniyede cilt üzerinde meydana gelen 1,2 cal/cm² ısı enerjisi artışına denmektedir (eşik değer).

Elektrik arkının yoğunluğuna bağlı olarak ısı radyasyonu, etrafındaki yanıcı maddeleri de alevlendirebilir. Oluşabilecek erimiş metal sıçramaları yangın riskini arttırır. Ayrıca elektrik arkından kaynaklanan toksik nedeniyle, aşınmaya maruz kalan tehlikeli bölgedeki çalışanlar, derilerindeki yanmanın dışında ciddi akciğer hasarı da alabilirler.

Ark patlaması ölüme sebebiyet verecek derecede yanıklara sebep olur. Elektrik kazaları sebebiyle hastanelere başvuranların büyük çoğunluğunun maruz kaldığı kaza sebepleri elektrik çarpması veya elektrik şoku değil, bunların %80'i elektrik ark kazalarıdır. Bu kazalar sonucu oluşan yüksek dereceli yanıkların ve ölümlerin çoğu ısı ve alev dayanıklı olmayan elbiselerin veya iç çamaşırlarının alev alması ve yanmaya devam etmesi sonucu meydana gelir.

GAZLARIN VE BUHARLAŞAN METALLERİN PATLAYAN PLAZMASI



**YÜKSEK DERECELİ ARK
BÜTÜN VÜCUT YANABİLİR**

Mekanik: Elektrik arkının gelişimi sırasında diğer bir fiziksel reaksiyon ise 5-15 ms arasında 0,3 MPa'ya varan devasa bir basınç dalgasının oluşmasıdır. Bu 20-30 t/m² basınca denk gelir. 22 kA bir elektrik ark patlamasının 60 cm mesafedeki etkisi 225 kg olacaktır. Eğer kesintisiz basınç dalga yayılması oluşmazsa, elektrik donanımını ve çevresindekileri yok etme

riskine sahiptir. Kapılar ve kaplamalar patlayabilir, borular ve ekipmanlar parçalanabilir.

Ses: Elektrik ark patlaması ile 160 dB'e varan ses basınç seviyesine ulaşılabilir. Bu da insanları sağır edebilecek bir seviyedir. Bir örnek vermek gerekirse 30 m mesafeden bir jet motorunun sesi 140 dB'dir.

Işık: Gözlere oldukça zarar vermektedir, körlüğe kadar sebebiyet verebilir. Eğer ışık enerjisi çok yüksekse ultraviyole yanıklar meydana getirir. Korunmak için gözlere bir patlama anında zarar vermeyecek koyuluğa sahip ve ilgili standartlara göre sertifikalı elektrik ark vizörleri veya vizörün bulunduğu elektrik ark koruyucu başlıkları kullanılmalıdır.

ELEKTRİK ARKININ ZARARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Mesafe : Zararın büyüklüğü yaklaşık olarak elektrik arkına uzaklığın karesi ile orantılı olarak azalmaktadır. Bir başka deyişle uzaklığı 2 katına çıkarmak zararı 4 kat azaltmaktadır (Ortama göre değişiklik gösterebilir).

Sıcaklık: Arkın sıcaklığının 4. üssü ile vücut sıcaklığının 4. üssü arasındaki fark ile alınan enerji arasında oran bulunmaktadır.

Emiş Katsayısı: Vücuda gelen enerji ile vücudun aldığı enerji arasındaki orandır.

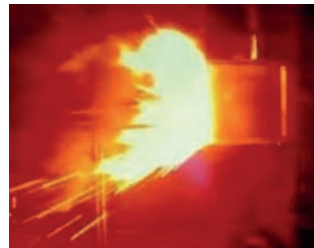
Zaman: Maruz kalınan zaman arttıkça alınan enerji de artmaktadır.

Arka Maruz Kalan Vücut Bölgesi: Arka maruz kalan vücut bölgesi ne kadar büyükse, emilen enerji de o kadar artar. Tehlike Enerji Düzeyinin Hesaplanması: kJ/m², J/cm², cal/cm² olarak belirtilir.

Arkın İsalet Açısı: İsalet açısı ile alınan enerji orantılıdır. En fazla enerjiye 90 derecelik bir açıda isabet alınması durumunda maruz kalınır.

ELEKTRİK ARK KAYNAKLI YARALANMALAR

- Termal yanık yaralanması
- Patlama basınç dalgası yaralanması
- İşitme kaybı yaralanması
- Zararlı elektromanyetik emisyonlar
- Yüksek toksik gazların salınımı
- Şarapnel yaralanması



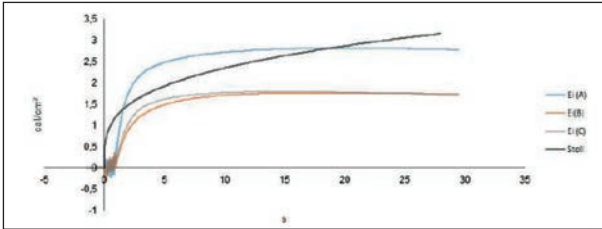
ELEKTRİK ARKINDAN KORUNMAK İÇİN STANDARTLAR

Elektrik arkına maruz kalan çalışanların ısı ve alevle dayanıklı elbiselerinde kullanılacak malzeme ve koruyucu elbiselerinin test yöntemlerini belirlemek amacıyla IEC tarafından IEC 61482 1-2 standardı yayınlanmıştır. Bu standart ürünü belgelendirme ve CE işaretini almak için zorunlu bir standarttır ve aşağıda açıklandığı gibi iki farklı test methodu içermektedir, kumaşın performans değerlerini ve elbisenin ergonomik özelliklerini kapsar.

IEC/EN 61482 1-1 (AÇIK ARK TESTİ)

Elbiseyi oluşturan kumaş katman sisteminin veya bitmiş son ürünün ark termal performans değerlerini (ATPV) ölçmek için yayınlanmış bir standarttır. 120 derecelik açılardan 3 farklı noktadan 8 kA'lık elektrik arkı 167 ms süresince numuneye uygulanır. Malzeme arkasında bulunan kalorimetre yardımı ile ısı artış değerleri kaydedilir. Bu değerler bir tablo üzerine aktarılır. Bir eğri çizilir (Stoll eğrisi). Stoll eğrisi, insan dokusunun ikinci derece yanık yaralanmalarının başlangıcını tahmin etmekte kullanılan termik enerji ve zaman eğrisidir.

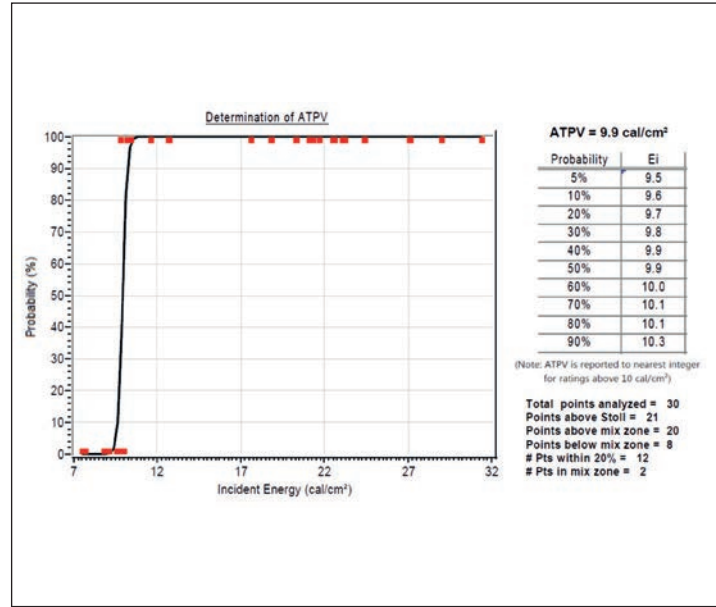
Numuneler 300 mm mesafeden 8 kA enerjiye maruz bırakılır. Test çerçevesinde tespit edilen ark termik performans değerinin (ATPV) aşılması halinde KKD'nin kullanıcıyı ikinci derece yanıkta koruyamayacağı termik enerji değeri cal/cm² cinsinden gösterilir. NFPA 70E standardına göre elde edilen bu ATPV değerleri değişik risk gruplarına (HRC) ayrılır (Bakınız: NFPA 70E'ye göre sınıflandırma tablosu).



Ei: Kaza/vaka enerjisidir. 2. derece yanığa neden olan enerji miktarıdır. Stoll eğrisine göre değerlendirilmesi yapılır. Stoll eğrisinde görüldüğü üzere Ei eğrisi, Stoll eğrisinin altında kalmalıdır.

sensor response	PANEL A	PANEL B	PANEL C
Ei	63,01 cal/cm ²	59,84 cal/cm ²	61,58 cal/cm ²
SCD	0,58 cal/cm ²	-0,42 cal/cm ²	-0,26 cal/cm ²
HAF	95,54 %	97,06 %	97,09 %

ATPV: (Arc Thermal Performance Value) Ark termal performans değeridir. Kullanıcının %50 oranda 2. derece yanığa maruz kalmasını engelleyecek en yüksek termal kaza enerjisidir. İkinci derece yanık oluşmadan önce koruyucu elbisenin kumaşın dayanabileceği, yüzey alanı başına düşen maksimum olay termal enerjisini birim cinsinden ifade eder (cal/cm²).



ATPV, 2. derece yanık ihtimalinin, yanığa neden olan vaka enerjisine karşı (Ei) grafiğe alınmasıyla bulunur. %50 oranda 2. derece yanığa neden olan enerji ATPV değerini verir. Tabloya göre test edilen koruyucu elbisenin ya da kumaşın ATPV'si 9.9 cal/cm² çıkmıştır. Tabloda aşağıdaki kırmızı noktalar yanık olmadığı durumlar (yanığın olma ihtimalinin %0 olduğu durumlar), yukarıdaki kırmızı noktalar %100 yanık olduğu durumlardır. Toplam analiz edilen nokta sayısı 30, stoll eğrisinin üstünde kalan nokta sayısı 21'dir. Stoll eğrisine göre 2. derece yanık olma ihtimali %50'ye tekabül eden kaza/vaka enerjisi 9.9 olmaktadır.

Ürünün ATPV değeri ne kadar yüksek ise, 2. derece yanık oluşması için gereken enerji o kadar fazla olacaktır. Yani materyalin vaka enerji dayanımı yüksek olacaktır. Bir başka deyişle, bir koruyucu elbisenin ATPV değeri cal/cm² cinsinden ne kadar yüksek ise koruma seviyesi de bir o kadar yüksektir. Yapılan bir işte hangi ATPV koruma seviyesine sahip olan koruyucu ekipmana ihtiyaç olduğu, yapılacak risk değerlendirmesi ve analizler sonucunda belirlenmelidir.

EBT: (Energy Breakopen Threshold) Enerji Kırılma Eşiğidir, Cal/cm² cinsinden ifade edilir. Koruyucu elbisenin kumaşında maruz kalınan, %50 ihtimalle kumaşın kırılarak açılmasına sebebiyet veren en yüksek olay enerjisini temsil eder. Kumaşta kırılarak açılmasından dolayı meydana gelen delikler ısı ya da alevin içeri girmesine sebep olur. Açıklık, kumaşın herhangi bir yerinde en az 1,6 cm² olarak tanımlanmıştır. EBT, kumaşın bir yanık kaydetmediği anlamına gelir. Kumaş, sensörde yanık okumaya neden olan noktaya kadar fazla ısınmamıştır ve içinde sadece çok küçük bir delik vardır.

İST

İŞÇİ SAĞLIĞI TEÇHİZATI

FYRAL® Serisi
Yangına Yaklaşma
Elbiseleri



EN 1486:2007
Cat.III
CE
(EU) 2016/425



FYRPRO® Serisi
İtfaiyeci Elbiseleri



EN 469:2005
Level 2
Cat.III
CE
(EU) 2016/425



FYRAL® Serisi
Radyan Isı ve Erimiş Metal
Sıçramalarına Karşı Koruyucu
Endüstriyel Amaçlı Elbiseler



Yeni EN ISO 11612:2015
standardına göre sertifikalıdır.

EN ISO 11612:2015
EN ISO 11611:2015
A1 B1 C3 D3 E3 F2
CE
(EU) 2016/425



ISTEC® SICAK VEYA SOĞUK İKLİMLER İÇİN
KABİNLİ & İZOLASYONLU & DEPOLU
SHOWER & EYEBATHS
ISITMALI VEYA SOĞUTMALI
ACİL DÜŞ SİSTEMLERİ

DÜNYANIN İLK ATEX SERTİFİKALI
ACİL DÜŞLARI!

UL tarafından alınan ANSI/ISEA Z358.1-2014
sertifikamıza ek olarak, acil düşlarımız artık tüm
aksesuarlarıyla beraber sistem olarak
IEC TS 60079-46:2017, EN 60079-14:2014,
EN ISO 80079-36:2016, EN 60079-0:2012/A11:2013
standartlarına göre Zone 1, 2 ATEX belgelidir.



Ex
PLUMBING CLASSIFIED
UL LISTED
ANSI
PG
GOST-R
EN 15194-1
EN 15194-2
EN 15194-3
EN 15194-4
ANSI/ISEA Z358.1-2014
by UL
ATEX, GOST-R

Wolf

- Ex-proof El Fenerleri
- Ex-proof Kafa / Baret Lambaları
- Ex-proof Kulplu El Fenerleri
- Ex-proof Projektörler
- Ex-proof Gecici Aydınlatma Sistemleri

WOLF®
EX-PROOF AYDINLATMA EKİPMANLARI



Bizimle Güvenesiniz...

📍 Ostim Mah. İvedik OSB 31.Cad. 2269.Sk. No: 42 • 06374 Yenimahalle, Ankara, Türkiye

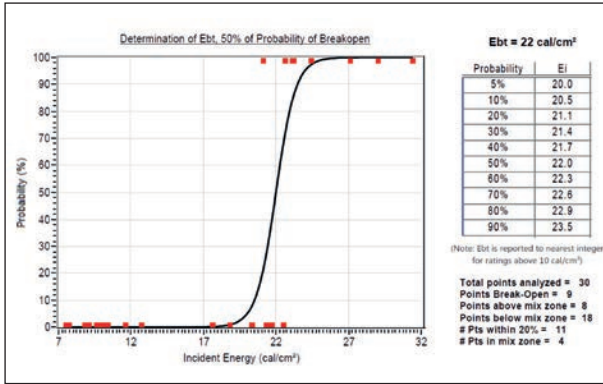
☎ +90 312 384 13 00

☎ +90 312 341 73 03



✉ info@ist.com.tr

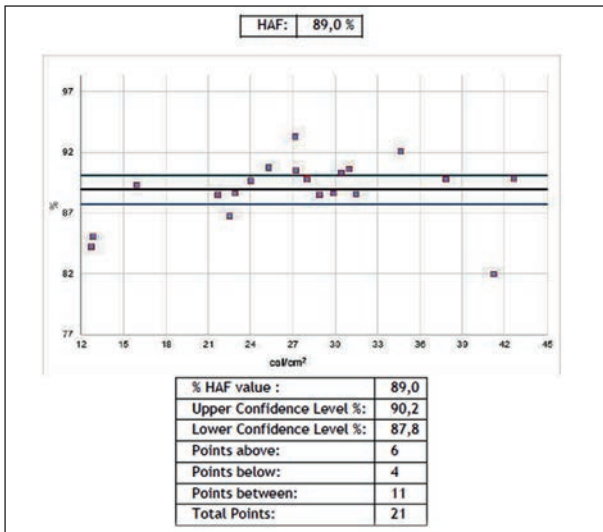
🌐 www.ist.com.tr



Şekilde görüldüğü gibi %50 ihtimalle kumaşa kırılma meydana getiren enerji miktarı (Ebt) 22 cal/cm² olarak belirlenmiştir.

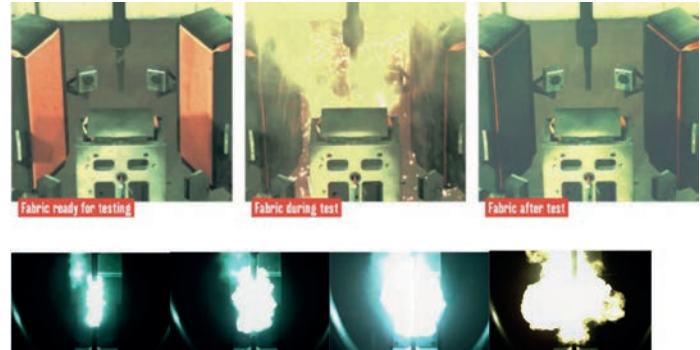
NOT: Bir koruyucu elbisenin kumaşının ark koruma derecesi, ATPV veya EBT'sine eşittir.

HAF: (Heat Attenuation Factor) Isı sönmüleme faktörüdür. Bir başka deyişle, kumaşın ya da malzeme tarafından engellenen ısı enerjisini geri yansıtma yüzdesidir. Tüm bu testlerdeki elektrik ark atışlarındaki HAF'ların ortalaması alınır: Örneğin aşağıdaki tabloda 89% olarak tespit edilmiştir. Standart sapma aralığı, en büyük ve en küçük değerlere göre bulunur.



IEC/EN 61482 1-2 (KUTU TESTİ)

Elbisenin tamamı ve kumaş katman sistemi için standart kapsamında belirtilen düşük ve yüksek koruma sınıflarına gören güvenlik gereksinimlerini ve elektrik arkının oluştuğu ısıya karşı koruma sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesi için yayınlanmıştır. Test numunesi üzerine 30 mm mesafeden



500 ms'lik bir elektrik arkı uygulanır. Koruyucu elbise ve/veya kumaş katman sistemin arkasına konulan kalorimetre yardımı ile ark sonrası meydana gelen ısı artışları bir grafik üzerine noktaların birleştirilmesi ile oluşan eğri çizilir.

Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktadır, ark değeri daha önce bahsettiğimiz gibi ATPV olarak belirtilmez. Bunun yerine ürünler Class 1 veya Class 2 olarak sınıflandırılır. Numuneler 300 mm mesafeden, Class 1 (158 kJ) için 4 kA'e, Class 2 (318 kJ) için 7 kA'e 0.5 saniye boyunca maruz bırakılır. Bu kilojül değerleri laboratuvar ortamında oluşturulan elektrik ark flashının şiddetini tanımlar. Kutu testinden başarıyla geçmiş bir KKD'nin bu kilojül değerleri aşılmaması halinde ikinci derece yanıkları engelleyeceği kanıtlanır.

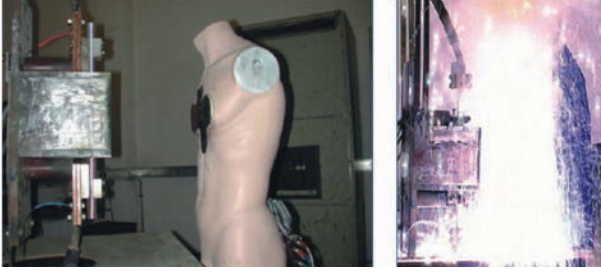
Test sonucunda, erimeye izin verilmez, yanma 5 sn veya daha az olmalıdır. Dış katmanda delik görülebilir; ancak iç katmanda en fazla 0,5 cm için izin verilir. Isı iletim değerleri: Ölçülen bütün değerler Stoll eğrisinin altında kalması gerekir.



Amerikan standardı olan NFPA 70E'ye göre HRC sınıflandırması aşağıdaki şekildedir;

TEHLİKE RİSK KATEGORİSİ	GEREKİLİ OLAN MİNİMUM KKD KORUMA DEĞERİ (CAL/CM2)
HRC1	≥ 4
HRC2	≥ 8
HRC3	≥ 25
HRC4	≥ 40

Elektrik ark tehlikesi olan ortamlarda mutlaka standartlara uygun koruyucu malzemeler kullanılması gerekir.



ELEKTRİK ARKLARINA KARŞI KORUYUCU ELBİSELER

Elektrik arkları çok odaklı durumlardır ve en kötü enerjinin bile yaklaşık boyutu genellikle iki açık insan eli boyutundadır. Elbiselerin ve iç çamaşırların tutuşmasının önlenmesi genellikle hayatta kalmayı sağlar. Yanıkların küçük bir yüzey alanıyla sınırlandırılması daha iyi sonuç alınmasını sağlar. Tüm yanıkların tamamının önlenmesi tabii ki en iyi seçenektir; ancak ölümcül olmayan irili ufaklı yanıklarla hayatta kalarak bir kazadan kurtulmak da oldukça önemlidir. Bunun için mutlaka koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

Asetat, naylon, polyester, ipek veya bunların karışımından üretilmiş giysilerin, tehlikeli iş yerlerinde kesinlikle giyilmesi gerekir. Yanma ve alevlenme riski bulunan ortamlarda alev dayanıklı kumaşlardan üretilmiş elbiselerin ve/veya iç giysilerin kullanılması gerekir. Yanması geciktirilmiş kumaşlar ikiye ayrılırlar.

KİMYASAL İŞLEM İLE YANMAZLIK KAZANDIRILMIŞ APRELİ KUMAŞLAR (FR FABRIC TREATMENTS)

Pamuklu, pamuk/ polyester karışımı, pamuk/polyamide karışımı gibi alev alması çeşitli kimyasal işlemlerle geciktirilmiş kumaşlar belirli bir yıkamaya kadar alev geciktiricili özelliklerini kaybetmezler. Üreticilerin talimatlarına uygun olarak yıkama yapıldığında uygulanan işleme göre değişkenlik göstererek 30-50-100-150 yıkamalara kadar alev dayanıklı kumaşlar bulunmaktadır.

KENDİLİĞİNDEN ALEV ALMAZ KUMAŞLAR (INHERENTLY FLAME RETARDANT)

Metaaramid veya paraaramid, Viscose FR gibi çeşitli elyaflardan üretilen kumaşlar kendiliğinden alev almaz özelliğe sahiptir. Defalarca yıkansa bile alev dayanıklılık özelliklerini asla kaybetmezler. Ancak apreli kumaşlara göre daha yüksek maliyetli teknik kumaşlardır.

İST İşçi Sağlığı Teçhizatı'nın ürettiği tüm Electpro® serisi elektrik ark flaşından koruyucu elbiseler, en son (EU) 2016/425 KKD regülasyonuna uygun üretilir ve CE sertifikasına sahiptir. Ayrıca ilgili EN 61482 standardı testlerinden başarıyla geçmiştir. Yeni geliştirilen ürün, Electpro® Arc Protector Ultrasoft 900 Yüksek Enerjili Elektrik Ark Patlamalarından Koruyucu Opsiyonel Elbise, kullanıcının vücudunu elektrik arkının ısı, basınç, erimiş parçacık gibi olumsuz etkilerine karşı korur. Koruyucu başlık, GS ET 29 Avrupa standardına göre sertifikalıdır ve CE işareti taşır. Yüz siperi gözü parlamalardan korumak için koyu renklidir. Koruyucu elbise; ceket, pantolon ve başlık olmak üzere üç parçadan oluşur ve tamamı çift katmanlıdır. IEC/EN 61482-1-2 standardına göre Class 2 (7 kA) derecesinde performans gösterir. IEC/EN 61482-1-1 standardına göre elbise ve katman sisteminin ATPV değeri 63 cal/cm²'dir.



KAYNAK:

Electrical Safety Handbook by Dennis K. Neitzel, Mary Capelli-Schellpfeffer, Al Winfield ■

DOĞALGAZ SEKTÖRÜNÜN DERGİSİ

Zenginleşen içeriği ve dağıtım gücüyle alanında lider dergimizde yer alarak mesajlarınızı hedef kitlenize ulaştırabilirsiniz.

www.dogalgaz.com.tr