

Elektrik Ark Tehlikeleri ve Elektrik Ark Patlamalarına Karşı Korunma



Elektrik Ark Nedir?

Ark, 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 kontaktı 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 içerisinde geçmesi elektrik arkı yeterli elektrik akımının hava içerisinde 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.

Elektrik Arkinin Etkileri

Elektrik arkinin 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 geçitli faktör elektrik arkinin oluşturduğu enerjiyi etkilemektedir (Bakınız; Elektrik Arkinin Zararını Etkileyen Faktörler).

Sıcaklık

Bir elektrik ark patlamasında 12.000 C sıcaklığa 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 Enstitüsünün yaptığı deneysel çalışmalardan şu sonuç çıkmaktadır; Arktan 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 artırır. Ayrıca elektrik arkından kaynaklanan toksik aşınmaya maruz kalan tehlikeli bölgede çalışanlar deride ki 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 yüksek ise 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.

Elektrik Arkının Zararını Etkileyen 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/m^2 , J/cm^2 , cal/cm^2 olarak belirtilir.

Arkın İsalet Açısı

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

Elektrik Ark Kaynaklı Yaralanmalar

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

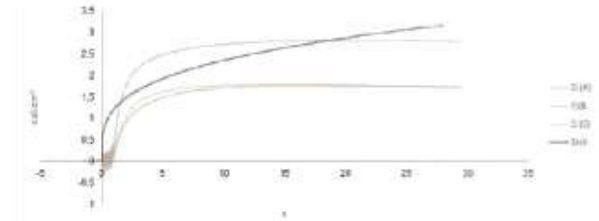
**Elektrik Arkından Korunmak İçin Standartlar**

Elektrik arkına maruz kalan çalışanların ısı ve alev dayanıklı elbiselerinde kullanılacak malzeme ve koruyucu elbiselerinin test yöntemlerini belirlemek amacıyla IEC tarafından IEC 61482 1-2 standardı yayınlanmıştır. Bu standart ürünü belgeleme 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 (Açık Ark Testi): 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 mssüresince 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.

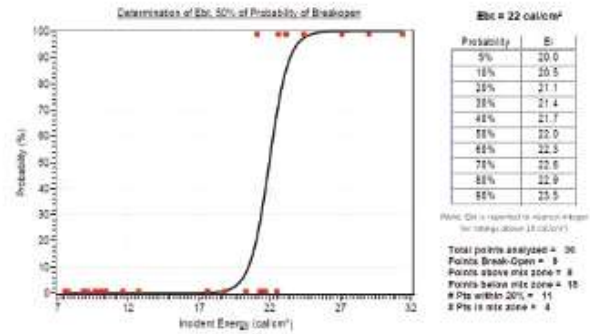
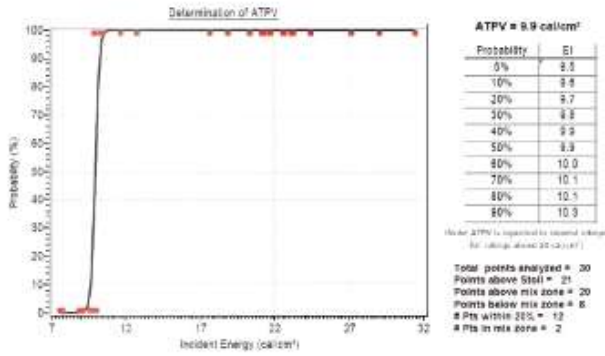
Numuneler 300 mm mesafeden 8 kA enerjiye maruz bırakılır. Test çerçevesinde tespit edilen ark termik performans değerinin (ATPV) aşılması halinde KKD 'nin kullanıcıyı ikinci derece yanıkta koruyamayacağı termik enerji değeri cal/cm^2 cinsinden gösterilir. NFPA 70E standardına göre elde edilen bu ATPV 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 değerlendirme 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/cm^2).



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.

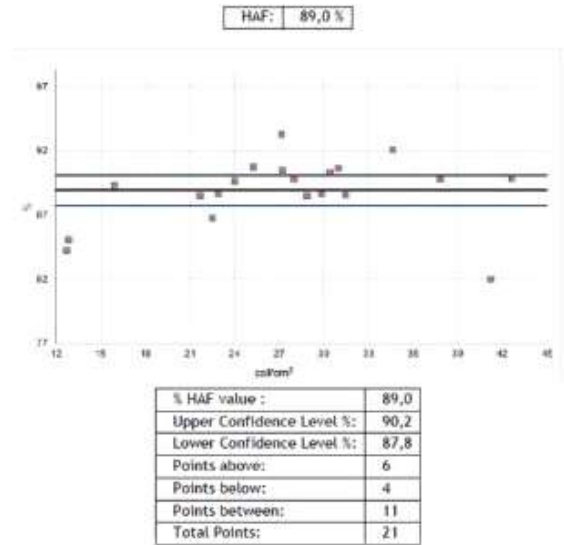
Ürünün ATPV değeri ne kadar yüksek ise, 2. derece yanık oluşması için gereken enerji o kadar fazla olacaktır. Yani materyalin vaka enerji dayanımı yüksek olacaktır. Bir başka deyişle, bir koruyucu elbisenin ATPV değeri cal/cm² cinsinden ne kadar yüksek ise koruma seviyesi de bir o kadar yüksektir. Yapılan 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.

Şekilde görüldüğü gibi %50 ihtimalle kumaşta 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 sönümlenme 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 Testi): Elbisenin tamamı ve kumaş katman sistemi için standart kapsamında belirtilen düşük ve yüksek koruma sınıflarına göre 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 arki 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 flaşının 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 RISK 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.



Elektrik Arklarına Karşı Koruyucu Elbiseler

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 giyilmemesi gerekir. Yanma ve alevlenme riski bulunan ortamlarda alev dayanıklı kumaşlardan üretilmiş elbiselerin ve/veya iç giysilerin kullanılması gerekir. Yanması geciktirilmiş kumaşlar ikiye ayrılırlar.

Kimyasal işlem ile yanmazlık kazandırılmış apreli kumaşlar (FR Fabric Treatments)

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

Kendiliğinden 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 olarak ürettiğimiz tüm ELECTPRO® serisi elektrik ark flaşından koruyucu elbiselerimiz, en son (EU) 2016/425 KKD regülasyonuna uygun üretilmekte ve CE sertifikasına sahiptir ve ilgili EN 61482 standardı testlerinden başarıyla geçmiştir.

Yeni geliştirdiğimiz ürünümüz, ELECTPRO® ARC PROTECTOR ULTRASOFT 900 Yüksek Enerjili Elektrik Ark Patlamalarından Koruyucu Opsiyonel Elbisemiz 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

DORUK TÜRKUÇAR

İhracat Müdürü

İş Güvenliği Uzmanı

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

<https://www.ist.com.tr>



International Hardware Fair

İSTANBUL

HIRDAVAT

FUARI

27-30 EKİM 2021'DE

5. KEZ
BULUŞUYORUZ...

ÇARŞAMBA - CUMARTESİ

YENİ
TARİH

İstanbul Fuar Merkezi
Yeşilköy - İSTANBUL

