

ELEKTRİKTE GÜVENLİ ÇALIŞMA

“Elektrik Kaynaklı Yangınlar”

Aydın Keçeci
Elektrik Mühendisi
İş Güvenliği Uzmanı (A)
İSG Komisyonu Başkan

Kamil Bahçeci
Elektrik-Elektronik Mühendisi
İSG Komisyonu Üyesi

Bölüm 1: Akım ve Gerilim Kaynaklı Yangınlar

**Elektrik yangınında hemen müdahale etmeyin önce elektriği kesin.
Enerjinin olmadığından emin olun sonra müdahale edin.**

Yangın önleme, IEC 61439 gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanmış ekipman ve panolarla başlar. Dikkate alınması gereken diğer standartlar arasında IEC/TR 61641 ve IEC 60204 serisi bulunur. Avrupa Yangın Akademisi (EFA) gibi kuruluşlar ve bina yangınlarını inceleyen sigorta şirketleri, bina yangınlarının yüzde 25'inin elektrik kaynaklı olduğunu beyan etmiştir. ABD İtfaiye Derneği'ne (USFA) göre de bu yüzde 30'a kadar çıkmaktadır. AXA Sigorta şirketi yangına maruz kalan tüm kuruluşların yarısının yangın sonrası 5 yıl içinde kapandıklarının tespit edildiğini açıklamıştır.

Elektrik kaynaklı yangınlar hakkında yapılan yayınların çok büyük bir bölümünün 100-240V AC arasındaki yangınlara (ev veya ticari bina) yönelik olduğu görülmektedir. Orta gerilim ve yüksek gerilim tesislerinde elektrik kaynaklı yangınların şiddetleri çok büyük olsa da toplam yangınlardaki oranı küçük bir bölümü teşkil etmekte ve ayrıca ölüm ve yaralanmalar da aynı derecede düşük olmaktadır.

Elektrik kaynaklı yangınları incelediğimizde çok çeşitli elektrik yangın tipleri ile karşılaşmaktayız.

- ✓ Akım Kaynaklı
- ✓ Gerilim kaynaklı
- ✓ Harmonik kaynaklı
- ✓ Statik elektrik kaynaklı
- ✓ Havalandırma kaynaklı
- ✓ Doğa olaylar (yıldırım, rüzgâr, yağmur gibi)
- ✓ İletim hatlarının sebep olduğu yangınlar
- ✓ Hayvanların sebep olduğu yangınlar.

Elektrikli ekipmanların çoğu ısıtma sağlamak için tasarlanmamıştır. Eğer bu elektrikli ekipman yangının tutuşması için bir ısı kaynağı haline gelirse bunun bir elektrik kaynaklı yangın olduğu düşünülmelidir. Bir fritöz ile yağ ısıttığınızda yağ yanarsa bu elektrik kaynaklı yangın değildir. Ayrıca amaca yönelik bir ısıtma elemanı elektrikli soba, infared soba gibi cihazların devrilmesi veya hatalı konumlandırılması sonucu yangına sebep olursa bu yangınlar da elektrik kaynaklı yangın değildir.

Eğer uzatma kablonuz ısınıp yangına sebep olursa veya priz, fiş gibi cihazlarınızın yanması sonucu yangın olursa bu elektrik kaynaklı yangındır.

Elektrik Kaynaklı Yangınların Kök Nedenleri

Elektrik kaynaklı yangınları incelediğimiz zaman genelde aşağıdaki kök nedenler ile karşılaşıyoruz.

Kablo

- Hasarlı izolasyon
- Aşırı yük
- Hatalı kablo çapı
- Yetersiz Koruma

Ekipman

- Bakım onarım
- Yaşlanma, aşınma ve yıpranma
- Çevre koşulları

Kötü Tasarım/Tesisat

- Yangınların yayılmasına karşı yetersiz önlem
- Kötü işçilik
- Uygunsuz kablo boyutlandırılması
- Standartlar ve kodlarla uyumsuzluk

İşletme ve Bakım Hataları

Genel yenileme sırasında hasara sebep olma
Elektrik ekipmanına yakın yanıcı malzemelerin konulması
Bakım ve işletmelerde vasıflı ve eğitimli kişinin olmaması
Rutin muayene ve test yapılmaması (**Bakım isteğe bağlı değildir, iş güvenliğidir**).
Kötü bakım.

Risk analizine göre, bir şirketteki elektrik çalışanlarının değişim sıklığı o şirkette kaza sıklığı ve yangın çıkma olasılığını da yükseltmektedir.

Akım Kaynaklı Yangınlar

Tesisiniz ya da evinizde standartlara uygun şekilde ve boyutta tasarlanmış ve uygulanmış bir elektrik devresi normalde yangın tehlikesi oluşturmaz. Fakat elektrik tesisatları genellikle ısı ve nem gibi çevresel faktörler nedeniyle zamanla bozulabilir. Bu yüzden düzenli aralıklarla tesisiniz veya evinizin denetlemesi yapılmalıdır.

Bir yangın oluşması için 3 unsur gerekir. Bunlar ateşleme kaynağı, yanıcı malzeme ve oksijendir. Ateşleme kaynağı yani elektrik hem ısı üretir hem de ateşleme için gerekli kıvılcımı oluşturur. Yanıcı malzeme kabloların izolasyon malzemesi; oksijen ise havadır.

Aşırı akıma bağlı yangınlar 2 şekilde gelişir. Birincisi çekilen akım miktarı ve süresine bağlı olarak aşırı ısınma ile izolasyon malzemesinin yapısının bozulması ve yanması. Diğeri ise darbe veya gevşek bağlantı sonucu iletkenin hasarlanması veya kopması ile ark akımı oluşması sonucu yangın meydana gelmesidir.

Aşırı Akım Çekme

Kabloların güvenli akım taşıma kapasitesi “amperisite” olarak adlandırılır. Kabloların amperisite değerleri üretici firmaların el kitaplarında ya da standartlarda yayımlanmıştır. Ancak tesisattaki kurulum şekillerine göre ortam sıcaklığı taşıma kapasitesi değerleri değişecektir. Bu konu yanlış yorumlama ve yanlış uygulamalara açıktır. Eğer yanlış montaj edilirse, aşırı yüklenirse veya uygun olmayan malzeme kullanılırsa yangına sebep verebilir.

Tesisiniz neden aşırı akım ile yüklenir?

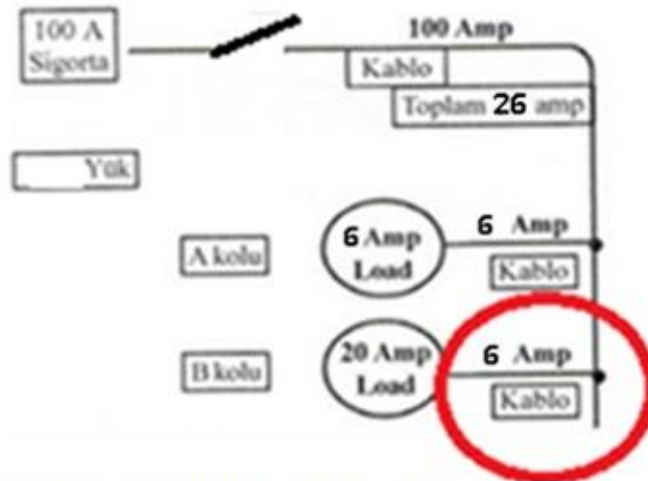
1. Kabloların akım taşıma kapasitesi düşük tutulmuştur.
2. Yeni cihazlar alınmış ve tesisatın uygun olup olmadığına bakılmamıştır.
3. Kablo standarda uygun değildir.
4. Kablo boru içinden çekilmiş veya ortamın ısınma payı yanlış hesaplanmıştır.

Yukarıdaki sebepler aşırı akımın çekilmesi sebepleridir.

Hatalı Tesisat

Aşağıda bir yanlış uygulama görülmektedir. Ana sigorta 100A, ana kablo akım taşıma kapasitesi ile ana sigorta uyumlu. B nolu linie/branşmana 20A'lik, A'ya ise 6A'lik yük bağlanmış.

Hatalı bir tek hat şeması

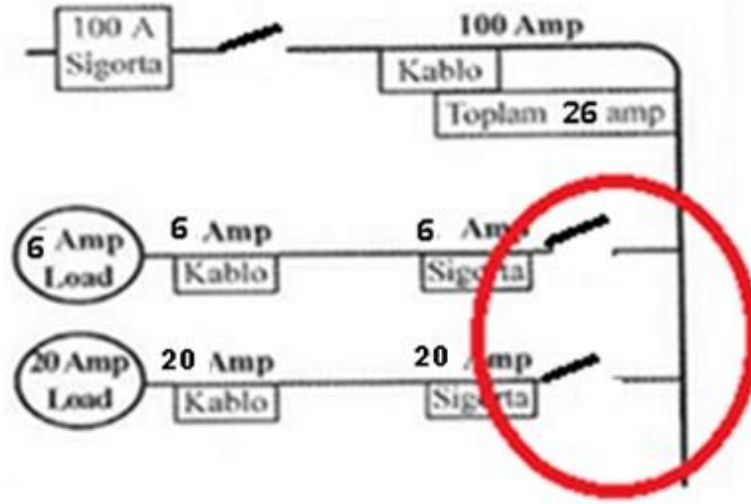


20A'lik yükün bağlı olduğu kabloların akım taşıma kapasitesi 6A. Kablo zamanla ısınacak ve yanacaktır. Çok sık karşılaşılan bir olay.

Şekil 1: Yanlış Yapılmış Bir Proje Dizaynı

20A'lik yükü taşıması için 6A'lik taşıma kapasitesine sahip kablo üzerinden direk koruma olmadan bağlanmış. Yükün taşıma kapasitesinden daha büyük yük seçilmiş. Bu tesisat yanlıştır.

Doğru tasarlanmış proje



**Kablo yüke uygun olarak değiştirildi.
Koruması için de sigorta konuldu.**

Şekil 2: Doğru Yapılmış Bir Proje

Eğer kabloyu değiştirmeden 20A'lik sigorta konulursa yine yangın olacaktır. Çünkü kablonun taşıma kapasitesi 6A. Bu nedenle 6A'lik sigorta konulursa kablonun aşırı akım ile yanması önlenir. Elbette yük için uygun olmayacaktır. Yapılması gereken 20A kapasiteli kablo ve 20A'lik sigorta ile tesisatın doğru olarak tasarlanmasıdır. Dikkat! 20A'lik yük kısa süreli çalışıyor diye düşünülmemelidir. Kablonun izolasyon iç yapısı ısıdan dolayı bozulacak ve bu gözle görülemeyecek, kablo yine yanacaktır.

Akım kaynaklı yangınların bir çoğu bundan dolayıdır.

Sonuç olarak 2.5mm² lik bir kablodan 100A çekilmeye kalkılırsa kablo ısınır fabrika ya da ev yanar.

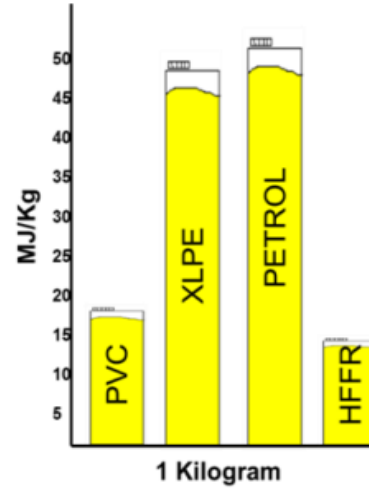
Kablolar

Kablolar normal olarak standardın belirlediği bir sıcaklığa maruz kaldığında fiziksel olarak hasar görmese bile zamanla çevre şartları ve yaşlanma nedeni ile doğal olarak bozulur. Bu yaşlanma enerji verildiğinde dağılmış bir kaçak akımın oluşması ile kendini göstermektedir. Su, yağ, kimyasallar gibi birçok madde kablonun etrafını kaplayarak kablo dış kılıf yalıtımın ömrünü kısaltabilir ve ciddi sorunlara neden olabilir. UV'ye maruz kalma, yüksek ozon konsantrasyonu da kabloların ömrünü kısaltacaktır. Düzenli aralıklarla kabloların bakımı yapılmalıdır. Elektrik kabloları basın ve itfaiye yetkilileri tarafından genelde yangınların nedeni olarak suçlanır. Yangını başlatan kablonun arızalanması değil kablonun yıpranması/izolasyonu/yanış veya yetersiz devre koruması/kısa devre/aşırı gerilimdir. Bu durumlar, kablo iletkenlerinde yüksek sıcaklıklara veya kablo yalıtımını ve çevredeki yanıcı malzemeleri ısıtarak yangın çıkmasına sebep olabilir. Elektrik kablosunun yalıtımı genellikle kauçuk veya plastikten yapılır. Genel olarak çoğu plastik, ısıtıldığında çok yoğun bir duman üretir. Kablodan aşırı akım çekerseniz önce izolasyon yapısında bozulmaya sebep verirsiniz. Polivinil klorür (PVC) elektrik dağıtımı ve kontrolü alanında en yaygın kullanılan polimerlerdir.

Yanma ısısı (MJ/Kg) ne kadar yüksek olursa, o kadar fazla oksijene ihtiyaç duyulur. PVC kablo izolasyonu kolayca alev alır ve alevi tüm uzunluğu boyunca yayarak hızla yanmaya devam eder. Bir yangın durumunda PVC yalıtımı, şiddetli boğulmaya ve hatta ölüme neden olan hidroklorik asit gazı üretir. Bu çok ölümcül bir gazdır ve keskin, rahatsız edici bir kokusu vardır. Yanan Polietilen (aşağıdaki tablodan görülebileceği gibi, tüm izolasyonlar arasında kg başına en yüksek MJ yakıt yüküne sahiptir) eşdeğer bir PVC kablodan neredeyse 3 kat daha fazla ısı üretecektir. Bu, yanan polietilenin neredeyse 3 kat daha fazla ısı üreteceği değil, aynı zamanda neredeyse 3 kat daha fazla oksijen tüketeceği ve önemli ölçüde daha büyük miktarlarda karbonmonoksit üreteceği anlamına gelir.

Oksijen indeks numarası yüksek kabloların (TS 11162-1 EN ISO 4589-1) minimum oksijen yüzdesinin yüzde 27 olduğu ve bu da normal atmosferik oksijen yüzdesi olan yüzde 21'in oldukça üzerinde olduğu anlamına gelir. Böylece yalıtım malzemesi kolay alev almaz.

common name	description	MJ/Kg
Petrol		48
XLPE	Polyethylene	46
PP	Polypropylene	46
Nylon 66	Polyamide	33
EPR	Ethylene propylene rubber	28.5
CSP	Chlorosulphonated polyethylene	28
Coal		25
PCP	Polychloroprene rubber	24
Wood		18.5
PVC	Polyvinyl chloride	18
SIR	Silicone Rubber	15.5
ETFE	Ethylene tetrafluoroethylene	13.8
HFFR	Halogen Free Flame Retardant	13
PTFE	Polytetrafluoroethylene	5
MICC	Bare Mineral Insulated Metal Sheathed	0



Pic 1

Tablo 1: Kabloların Yanma Isısı Değerleri

Halojenli polimerler (örnek: PVC&CSP) yangında son derece toksik olan halojenleri serbest bırakabilmeleri ve göz, ağız ve akciğerlerdeki nem ile birleştiğinde çok tahriş edici olmaları gibi olumsuz yan etkilere sahiptir.

'Halojensiz' ve 'Alev Geciktirici' olması gereken kablolar için halojenler yerine alümina-trihidrat (ATH) gibi halojen olmayan diğer alev geciktirici elementler kullanılabilir, ancak alev yayılmasını geciktirmede etkili olsalar da bu dolgu maddeleri genellikle polimeri olumsuz etkiler. ATH gibi katkı maddeleri çoğunlukla sadece kablo kılıflarında kullanılmaktadır. Halojensiz Alev Geciktirici kablolar, izolasyon için genellikle iyi dielektrik ve mekanik özelliklere sahip olan ancak çok alev geciktirici olmayabilen XLPE veya EPR gibi daha saf bir polimer kullanır.

Kauçuk, yalıtım için kullanıldığında yoğun siyah, yağlı bir duman üretir ve bazı toksik niteliklere sahiptir. Kauçuğun yanması sırasında üretilen en yaygın gazlar hidrojen sülfür ve kükürt dioksittir. Bu gazlar hem tehlikelidir hem de bazı durumlarda ölümcül olabilir.

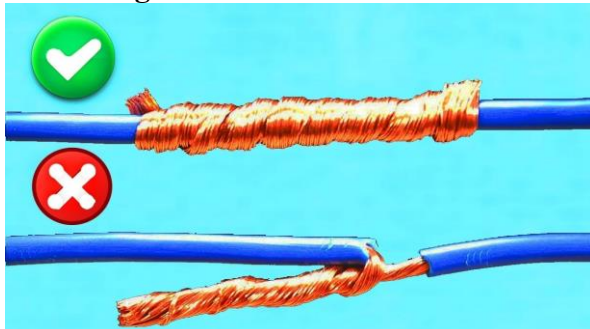
Yangınlardaki zehirlenmeli ölümlerin çoğundan istatistiksel olarak sorumlu olanın karbonmonoksit olduğu düşünülmektedir. Karbonmonoksit kandaki hemoglobinin oksijeni emmesini engelleyen renksiz ve kokusuz zehirli bir gazdır. Uzun süreli maruz kalma boğulma ile sonuçlanır.

Aslında, yangında kurbanlarının çoğu alevlerden ziyade zehirli boğulma nedeniyle ölmektedir. Felakete ek olarak, koyu yoğun dumanlar görüşü önemli ölçüde azaltarak kurtarma operasyonunu son derece zorlaştırmaktadır. Zifiri karanlıkta ve nefes almayı imkansız kılan yoğun zehirli dumanlar arasında, kurbanları kurtarmak her zamankinden daha zor hale gelmektedir.

Halojen free kablo, yüksek binalar, kamu binaları, tüneller ve yeraltı ortamları, havaalanları, hastaneler vb. gibi çıkış süreleri uzun olan projelerde önemlidir. Bu ortamlarda, tasarımcılar tarafından temel kablo devreleri için daha sıkı test protokollerinin belirtilmesi gerekebilir. Halka açık ortamların tahliyesi, acil durumlarda bile genellikle yavaştır ve yangın acil durumları sırasında herkese en iyi güvenli çıkış şansının sağlanması zorunludur. Sonuç olarak şu soruyu soruyoruz.

MICC kablolar mı halojenfree kablolar mı ?

Kablo Bağlanması



Şekil 3: Yanlış Bağlantı ve Doğru Bağlantı Şekilleri

Bağlantılar

- Duy üzerindeki gevşek bağlantı ve halojen lamba nedeni ile gelen ısı
- Çok tellilerde açıkta kalan tel (bıyık olarak adlandırılır).
- Gevşek bağlantılar,
- Aşırı sıkılmış bağlantı,
- Kir veya nem birikmesi

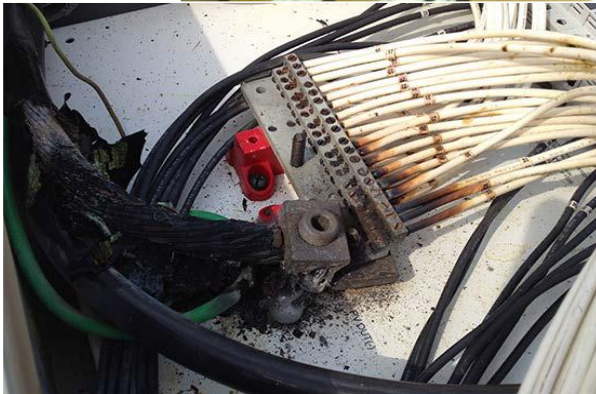
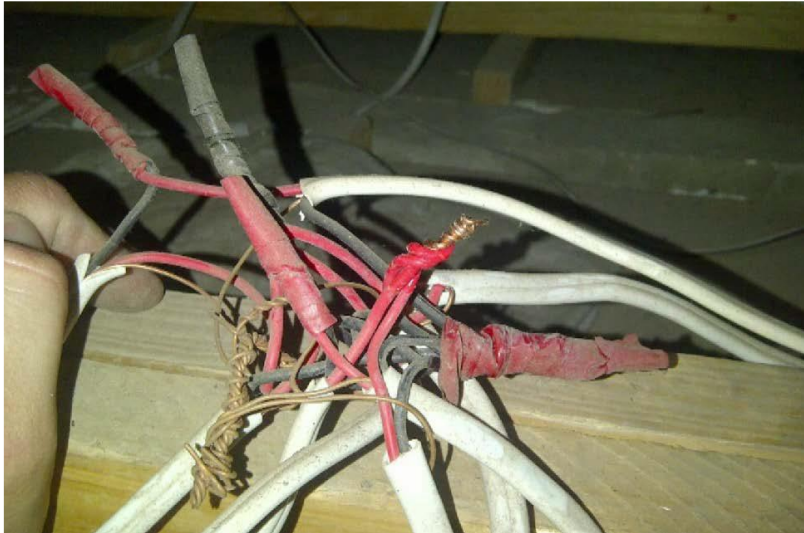


Şekil 4: Kablo Papuçları

Papuçlu tip bağlantılar iletkenin deformasyonunu önler ve örgülü tellerin zarar görmesini önlemeye yardımcı olur.

- Sıkıştırma bağlantıları kullanıldığında, sıkma aleti, pabuç ve kablo uyumlu olmalı.
- Tüm sonlandırmalar ve bağlantılar uygun muhafaza içinde yapılmalıdır.
- Kızılötesi termal görüntüleme, uygun olmayan eklemlerden kaynaklanan sıcak noktaların belirlenmesine yardımcı olur

Dikkat! Kirli veya yanlış hizalanmış ekipman kontaklarında ısınma, aşırı ısınmaya neden olan bağlantılarda mekanik stres oluşturabilir.



Fotoğraf 1: Kablo Kaynaklı Yangınların Sebeplerine Örnekler



Fig. 2. The Cu_2O breeding process (Photo: Yasuaki Hagimoto).

Fotoğraf 2: XLP kablosu çevreden etkilenmiş mi? Taşıma noktasında oluşan bir erime? Kablo hasarından dolayı o noktada bir yüksek direnç sebebi ile orada kablonun erimesi mi yoksa yanlış bir tesisat mı?

Yangın Yayılma Tehlikesi

- Kablo sistemi dahil elektrik donanımının genel yangın tehlikesine katkısı tüm binadan ayrı düşünülemez.
- Tüm kablolama sistemlerinin seçimi ve montajı yangın güvenliği ve bütünlüğü göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.
- Güç ekipmanı, örn. trafolar, yangına dayanıklı yapıya sahip bölmeli konuma içerisine yerleştirilecektir.
- Kablo sistemi geçişlerinin sızdırmazlığı son derece önemlidir.



Keskin dönüş sebebi ile çatlamlar. Çatlamlar enine oluşmuş. Kablo tavalarına döşenen kabloların özellikle dönüş yönlerindeki kablolarda çatlama arayın.



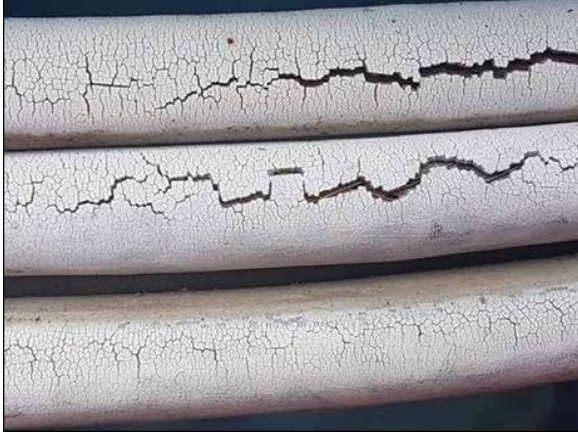
UV ışığın etkisi ile hasarlı. Güneş ışığına maruz kalan kablolarda bu sorunla karşılaşılmaktadır. Özellikle gemi sektörü dikkat etmelidir.



Kimyasallar yüzünden deforme olmuş kablo.



UV etkisi ile renk solması ve tebeşirlenme.



Çatlak çelik zırha ulaşmıştır. Bundan sonra yangın güvenliği gündeme alınmalıdır. Özellikle patlayıcı ortamın olduğu yerlerde çok dikkat edilmesi gerekir. Çeliğe kadar inmişse değişmelidir.



Aşırı akım çekilmesi sebebi ile ısınarak deforme olmuş kablo.

Fotoğraf 3: Yaşlanmış veya Çevreden Etkilenmiş Örnek Kablolar

Kablo Kesitleri

Kablo kesitleri hesaplanırken boru içinden geçilmesi halinde çevresindeki ısıyı dışarı atamayacağından kablonun buna göre seçilmesi gerekir. PVC nominal yükte 70 C’de ortam sıcaklığı 30 C’ye göre hesaplanmıştır. Kablonun boru içinden geçmesi halinde ortam sıcaklığı artacaktır. Bu konuyu mutlaka dikkate alarak kablo hesabı yapılmalıdır. Bu konuya hakim olunmalı, en azından akım taşıma kapasitesi 0,9 ile çarpılarak koruyucu ekipman bu değere göre seçilmelidir.

Yalıtıcı cinsi Type of insulation material	İletken sıcaklığı Conductor temperature	Düzeltilme faktörü / Correction factor					
		30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Lastik / Rubber	60 °C	1	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
PVC / PVC	70 °C	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
XLPE / XLPE	90 °C	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76

Tablo 2: Kabloların Çevre Sıcaklıklarına Bağlı Değerlendirilmesi

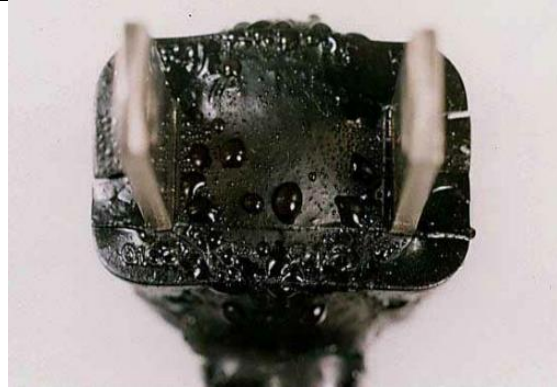
Kablolardaki Islak İz

Japon araştırmacılar tarafından tanımlanan belki de en sıra dışı elektriksel olay, PVC yalıtımlı cihazların çok düşük nemli bir atmosferde bulunurken kendiliğinden indüklenen ıslak izleme yoluyla arızalanma eğilimi olmuştur. Bunun nedeni, kalsiyum karbonatın PVC’nin kablo sınıflarında dolgu maddesi olarak kullanılmasıdır. Şekil 5’te IEC 60112 testi yapıldığında bu malzeme için sonuçlar normal değerlerde vermektedir. Fakat PVC yalıtımlı kablolar hat boyunca etkilenmiş ve sadece 100 VAC ile kolayca (wet tracking) ıslak izleme sergilediği görülmektedir.

Orta dereceli sıcaklıklara maruz kalındığında (uzun süreli maruziyetlerde 115 – 120°C (9 saat), kısa süreli maruziyetlerde 165°C (1 saat), PVC ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasında reaksiyon ürünü olarak kalsiyum klorür (CaCl_2) üretilir. Bu su tutan (higroskopiktir) bir malzemedir ve nemi o kadar güçlü çeker ki, yüzey boyunca bir nem filmi oluşabilir. PVC aşırı akım çekilmesi nedeni ile bozulduğundan HCl’de serbest kaldığından bu film ark izine yatkın olmaktadır. Bu durumda ıslak izleme arızası meydana gelebilir (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 4: 100 VAC PVC kılıflı elektrik kablosunda ıslak ark takibi (Fotoğraf: Yasuaki Hagimoto).



Fotoğraf 5: Kendinden kaynaklanan ıslak izleme (Wed tracking) nedeniyle arızalı bir PVC priz (Fotoğraf: Kiyomi Ashizawa).

Ev Yangınları

Ev yangınlarında en çok karşılaşılan sebepler:

- 1) Ark akımı nedeni ile oluşan yangınlar
 - a. Seri ark
 - b. Paralel ark
- 2) Aşırı akım
- 3) Uzatma Kabloları
- 4) Yaşlı tesisat
- 5) Aydınlatma
- 6) Kısa devre akımları
- 7) Gerilim dalgalanmaları
- 8) Kablo kesitleri



Fotoğraf 6: Sizce aşırı mı yüklenmiş, yoksa ark mı?

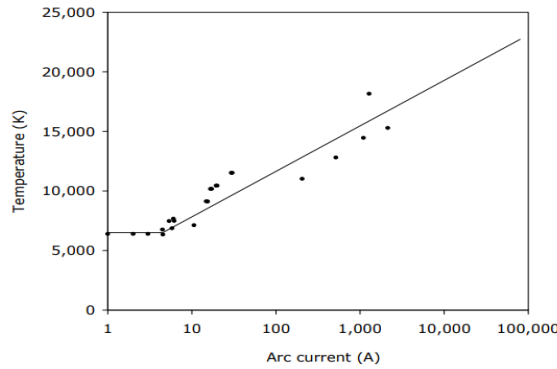
Ofis ve sanayi ortamlarındaki akım kaynaklı yangınlar

- 1) Hatalı kablo taşıma kapasitesi
- 2) Uzatma kabloları
- 3) Yaşlı kablolar
- 4) Oksitlenme (direnci arttırması nedeni ile)
- 5) Kısa devre akımları

Şimdi tespit ettiğimiz elektrik kaynaklı yangınları tek tek inceleyeceğiz.

Ark Akımı Kaynaklı Yangınlar

Elektrik kaynaklı yangınların yüzde 70'i ark kaynaklıdır. Paschen Kanunu'na göre birbirine temas etmeyen iki iletken kablo arasında normal atmosfer basıncı altında 0,1mm aralığında 340V_{tepe} uygulandığı takdirde ark başlar. Ark akımı kaynaklı yangının sebeplerine baktığımızda fiziksel olarak bağlantının gevşek olması, kablunun hasar görmesi veya izolasyon problemi nedeni ile yangın oluşmaktadır. PVC kablolarının izolasyonlarının tutuşma noktası 240°C ile 422°C arasındadır. Ark başlaması ile izolasyon malzemelerinde karbonizasyon etkisi görülür.



Grafik 1: Akımın Bir Fonksiyonu Olarak Ark Sıcaklığı (Kaynak: Research on Electrical Fires: The State of the Art)

Ark akımı arızaları sırasında 1A akım akışıyla kolayca 1.000 °C aşan sıcaklıklar üretebilir.

Ancak 1 ark akımı bir maddeye çarparsa hemen tutuşacağı anlamına gelmez. Bu olay zamanla yanıcı maddeyi etkilemeye başlar ve yangına sebep olur.

2 tip ark akımı kaynaklı yangın gözlenmiştir.

1-Paralel ark

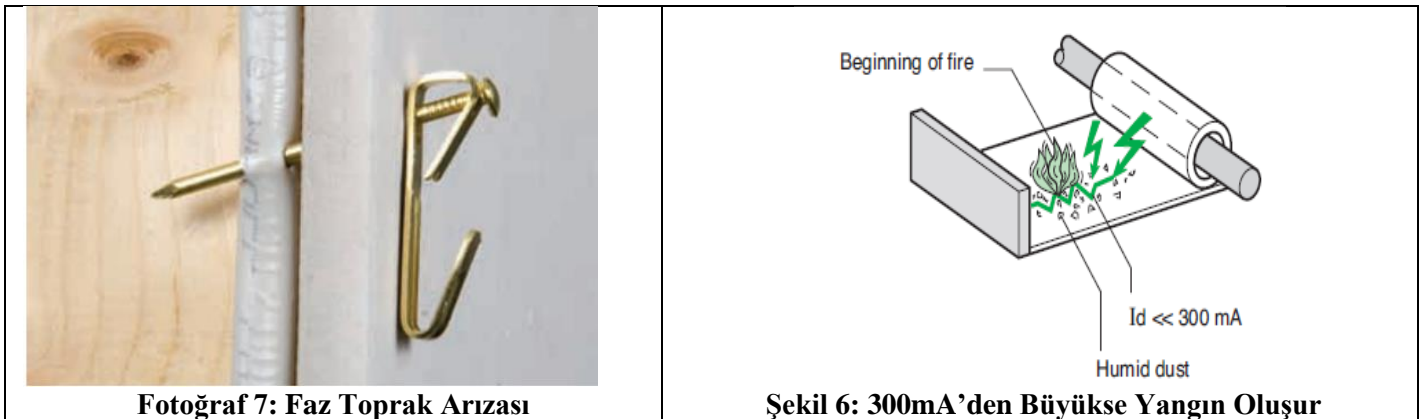
a)Faz-Nötr / Faz-Faz

b)Faz-Toprak



Şekil 5: Faz –nötr Kablonun Sıkışması İle

Faz nötr veya faz faz izolasyon hataları kaçak akım şalteri ile tespit edilemez. Kaçak akım ile yalnızca faz-toprak kaçağı tespit edilir. Burada ilave kullanılması gereken AFDD rölesidir. Kablonun sıkışması sonucu izolasyon bozulacağından faz ile nötr arasında akım akmaya başlar ise akım arttıkça izolasyon malzemesi yavaşça karbonizasyon etkisi ile yangına sebep olur.

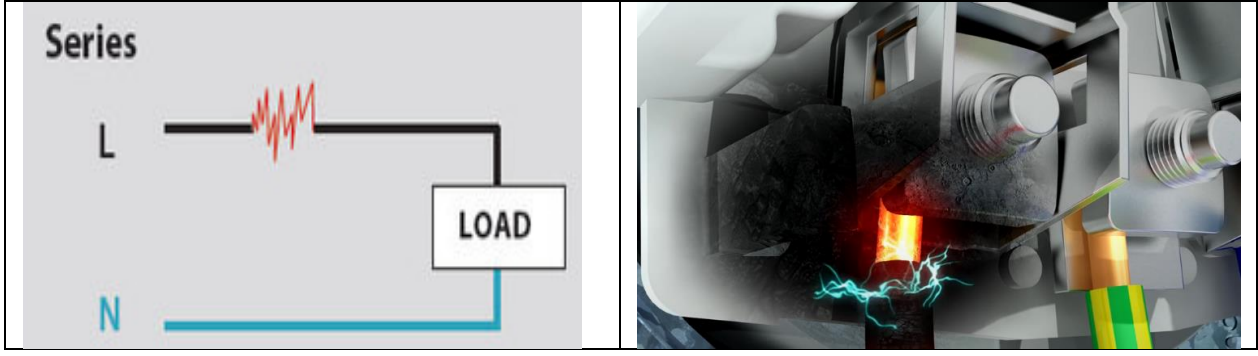


Fotoğraf 7: Faz Toprak Arızası

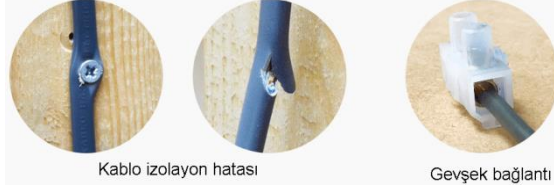
Şekil 6: 300mA'den Büyükse Yangın Oluşur

Burada bina içinde bir resmi asmak isterken duvara matkap ile veya bir çivi ile çakılması sırasında faz ile toprak arasına giren çivi büyük bir direnç oluşturur. Bu sırada çivi canlı hat ile toprak arasında çok az bir mesafe vardır. İlk başta bir ark akımı olmaz taki o hatta bir cihazı devreye sokana kadar. Eğer kaçak akım rölesi yok ise otomatik sigorta bu arkı değerinin altında olduğu sürece tespit edemeyecektir. Örneğin 16A otomatik sigortadan 60A geçerse hemen açacaktır. Ama bu akım 14A olursa asla açmayacaktır. Sizin gerçek yükünüz 6A olsun faz –toprak ark akımı nedeni ile bu değer 14A olursa otomat atmayacaktır. Bu noktada yavaş yavaş arkin olduğu yerde ısı artacak ve yangın oluşacaktır. Burada süre çok önemli, kısa süreli çalışmalarda bu hemen yangına neden olmaz. Ama yavaş yavaş izolasyon yapısını bozacağından yangın oluşacaktır. Kaçak akım rölesi faz toprak kaçağını hemen yakalar. Eğer tesiste izolasyon kaçağı 300 mA'den büyük ise ayrıca kuru, toz, yağ, gaz gibi ortam var ise yangına sebep olduğu laboratuvar testlerinde görülmüştür. (Bu veri schneiderden alınmıştır.) Ortam kuru ise yakınındaki malzemenin ateşleme enerjisi düşük (talaş gibi) ve kaçak akım 300mA'den büyük ise burada yangın çıkma olasılığı yüksektir.

2-Seri Ark



Şekil 7: Seri Ark ile Oluşan Yangın Başlangıcı



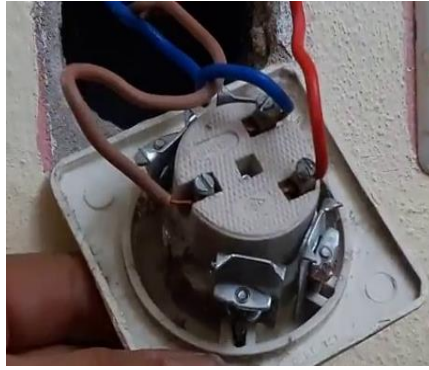
Şekil 8: Seri ark gevşek bağlantının oluşturduğu arktır.

Prizleri yuvaya montaj ederken kablo prize bağlandıktan sonra yuvasına itilerek yerleştirilir. Burada gözden kaçan, yerleşme esnasında kablonun bağlantı vidasına baskı yapacağı ve bağladım yerin zamanla gevşemesine sebep olacaktır. Çünkü akım çekildiğinde bağlantı yeri sürekli ısınma ve soğuma yüzünden zamanla gevşeyecektir. Bu noktada seri ark oluşacaktır.

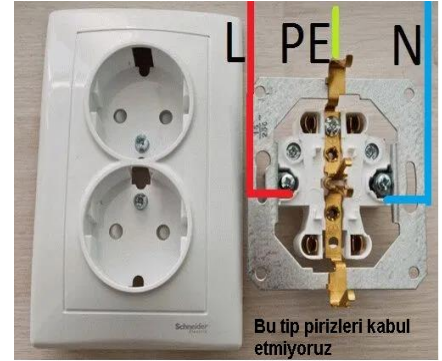
Priz yuvaya yerleştirildikten sonra kablo bağlantı vidalarının yeniden kontrolden geçirilmesi önemlidir.



Fotoğraf 8: Önden kablo vidalama önerilen priz tipidir.

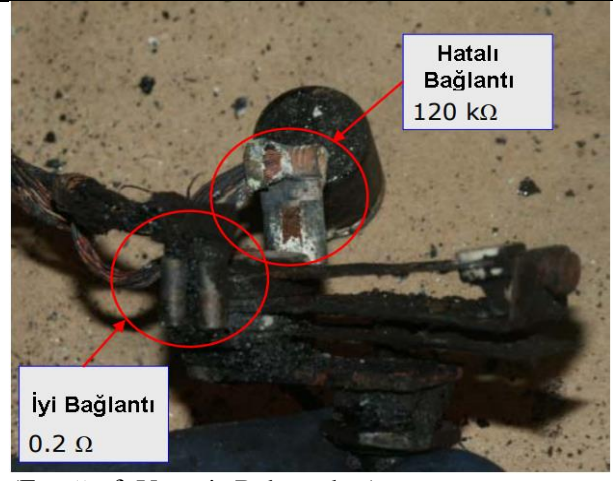
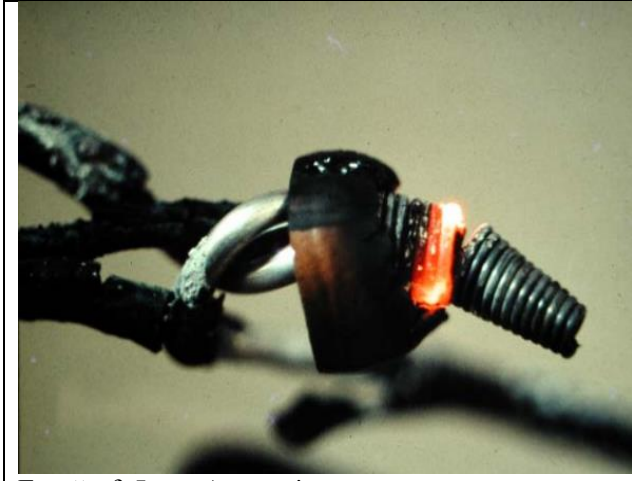


Fotoğraf 9: Bu tip arkadan bağlı prizler üretimden kaldırılmalı. Önermiyoruz.



Fotoğraf 10: Burada 2'li priz görülmektedir. Tesisata bağlı.

Fotoğraf 9'da görülen arkadan bağlı prizlerde priz kasasına yerleştikten sonra kablo direk klemense baskı yapmaktadır. Montaj sonrası müdahale yapılamamaktadır. Kablonun bağlantı noktasına baskı yapması ve ısınması ve tekrar soğuması ile bu noktada gevşeme meydana gelmektedir. Zamanla bu gevşeme ark oluşmasına ve yangına sebep vermektedir. Fotoğraf 10'daki priz İSG açısından risklidir. Tekli priz olmalıdır. Buattan tek bir priz hattı çekilmiş ise bu tek priz içindir. 2'li priz kullanılacaksa buattan 2 priz için ayrı ayrı hat çelilmelidir. Elbetteki buata kadar olan kablo çapı da önemlidir.



Fotoğraf: Jesse Aronstein

(Fotoğraf: Vytenis Babrauskas).

Fotoğraf 11: Yetersiz sıkma nedeniyle konektörün arızalanması; konektörün plastik dış yalıtkanının neredeyse erimesi, yalnızca küçük bir kısmının kalması ve iç sarmal yayın açığa çıkması.

Seri ark akımın tespiti çok zordur. Hatta kaçak akım rölesi olsa bile tespit edemez. Bunu tespit eden tek cihaz AFDD rölesidir. Seri ark için en güzel örnek gevşek bağlantıdır. Bir priz in veya fiş in kablo bağlantı uçları doğru tork ile sıkılmazsa burada ark oluşmaya başlar. Büyük tesislerde termal kamera ile bunlar tespit edilebilir. Seri ark yük ile sınırlıdır. Priz kasaya yerleştirildikten sonra kablonun sıkılma torku yeniden kontrol edilmelidir.

Eğer gevşeklik varsa yük sürekli devrede olmadığından bu noktada sıcaklık yükü birlikte bir artış bir soğuyacaktır. Bu olay oksidasyon tabakasına sebep verir. Bu tabaka bir yalıtkan gibi davranıp direnç oluşturmaktadır ve ısıyı zamanla daha da arttırmaktadır. İzolasyon malzemesindeki karbinizasyon etkisi ile yangın çıkmaktadır.

Ark arızalarında kişiler “ya dün çok güzel çalışıyordu birdenbire tutuştu” şeklinde düşünür halbuki uzun zamandır yangına sebep hazırlanmaktadır.

Uzatma Kabloları

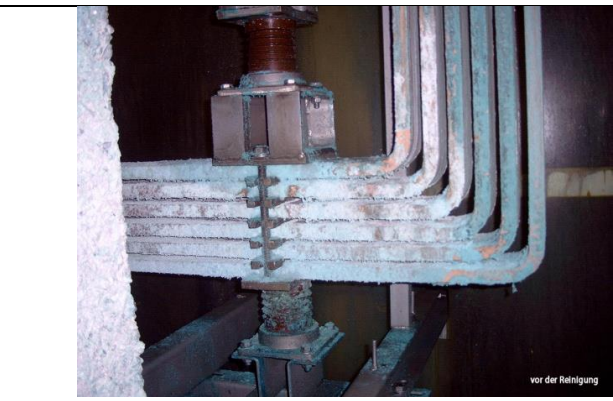
Ölümlere, yaralanmalara ve yangınlara sebep olan çok önemli bir ekipmandır. Yük kapasitesi ve kullanım sırasında kurallara uyulması son derece önemlidir. Daha detaylı bilgi için aşağıdaki web sayfasını ziyaret edebilirsiniz.

https://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=135681

Oksitlenme

Bakırın yüzeyindeki korozyon sıcaklığa bağlıdır. Ortam sıcaklığı normal olsa bile zayıf bir bağlantı önemli ölçüde korozyon biriktirme eğiliminde olacaktır; iyi bir bağlantı var ise olmayacaktır.

Oksit devrenin direncini artırır. Direncin artması ısıyı arttırdığından yangıcı maddeler sıcak noktaya yeterince yakın ise yangına sebep olur. Bakır çevre şartlarının kötü olduğu yerlerde (deniz kenarları, soğutma depoları veya arıtma istasyonları gibi yerlerde) oksidasyona çok rastlanır.



Fotoğraf 12: Oksidasyon Etkisiyle Korozyona Uğramış Bakır

Aliminyum ve Bakır Birleşimi Noktaları

Bu noktalar oksidasyonun olduğu yerlerdir. Bu noktalar da yangının başladığı yerlerdir.



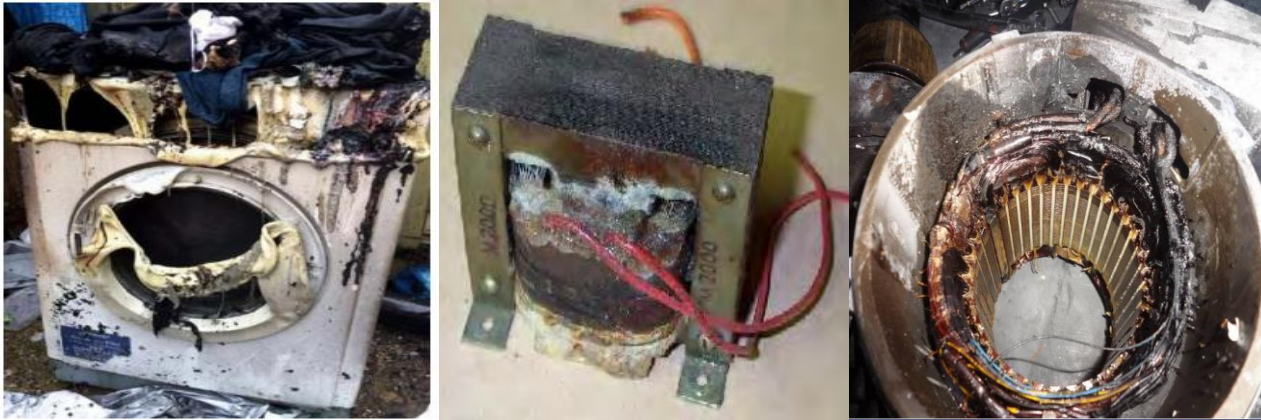
Şekil 9: Aliminyum Bakır Birleşme Noktalarındaki Yangın Sebepleri (Kaynak: Prof. Dr. O. Sevaioğlu)

Kısa Devre Akımları

Yangın kısa devre patlamaları ile beraber gelişir. Halbuki geçmişine baktığımızda zaten bu alanda izolasyonda problemlerin olduğu görülebilir. Zamanla CU_2O ve CUO gazları kabloda gelişmiştir. Kısa devre, bu erime sonucu çıplak kalan iletkenlerin birbirine değmesi sonucu meydana gelir ve yangını başlatır. 10 kA kısa devre 10.000 C'ye çıkmaktadır. Bazı kısa devrelerde 20.000 C görülmektedir. Kısa devre esnasında basınç, yüksek sıcaklık, ses, toksit gibi etkiler birlikte oluşur.

Yaşlanma

Yaşlanmayı yalnız kablo olarak değerlendirmemek lazımdır, cihazlar da yaşlanmaktadır. Evlerde kullandığımız çamaşır makinası ve buzdolapları bunlara örneklerdir. Tavsiyemiz, 10-15 yılı geçen cihazların yenilenmesidir.



Fotoğraf 13 : Yanmış Çamaşır Makinesi, Trafo ve Motor

Bu tip ev cihazlarında kullanılan trafoların bulunduğu alanların yanmaz bir malzeme ile çevrilmesi yangının yayılmasını önleyecektir. Kabloların kullanımı belli bir yıl ile sınırlandırılmalıdır. 30 yılın sonunda kablolarda yetkililerce yaşlandırma yapılmalıdır. Çoğu yangın yorumlarında tesis yaşı dikkate alınmaz. Yangına aşırı akım veya kısa devrenin sebep olduğu söylenir. Halbuki çekilen akım normaldir. Sistemdeki tek sorun kabloların zaman içindeki izolasyonunun bozulmasıdır. Bu en ufak bir sorunu yangına dönüştürmektedir.

Bu tip olaylara sebep vermemek için 2 noktaya dikkat edilmelidir:

a)Kabloların standarda uygun, CE sertifikası ve TSE belgesi olduğuna bakılmalıdır. Merdiven altı tabir ettiğimiz uzatma kablolarında bakırın üretim esnasında maliyeti düşürmek için yapılan bazı hileler nedeni ile bakır için verilen standart değerlerde dahi ısındığı görülmektedir. Asla standart dışı kablo kullanılmamalıdır.

b)Kabloların akım taşıma kapasitesine göre sigorta seçilmelidir. Kablo taşıma kapasitesi yükten çok fazla ise o zaman yük baz alınmalıdır. Şalterin ayarları değiştirilmeli ve yüke göre ayarlanmalıdır. Yükün çektiği akım asla kabloların müsaade ettiği akımından büyük olmamalıdır.

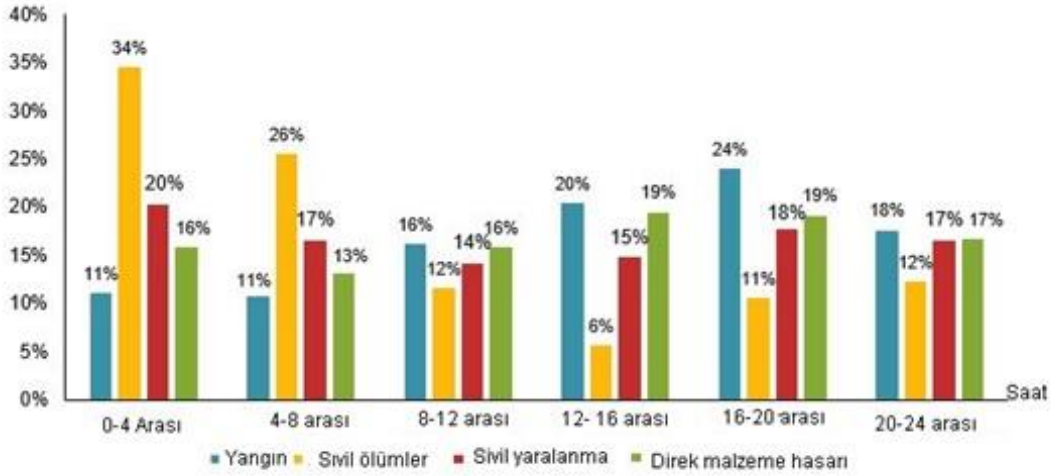
Aydınlatma

Yüksek ısı yayan akkor flamanlı ve halojen lambalar yangın sebebi olabilir. Bugün bu lambaların satışı yasaklanmıştır. Bu lambalar abajur içerisinde kullanıldıklarında abajurun yapı malzemesine bağlı olarak yangın riski oluşturur. Bunların yerine düşük enerjili ampuller kullanılmalıdır. Bir diğer konu da paralel bağlı lambalar. Örneğin evinizde yapacağınız bir doğum günü partisi için düzenlediğiniz dekoratif aydınlatma sistemi yangına sebep olabilir. Bu lambalar asla uzun süreli açık olarak kullanılmamalıdır. Eğer odada kimse yok ise mutlaka prizden fişi çekilmelidir. Yılbaşlarında ağaç süslemelerinde kullanılan aydınlatmalar kesinlikle led ve pilli tip olmalı, eski tip trafolu olanlar kullanılmamalıdır.



Şekil 10: Yangına sebep olan aydınlatma malzemeleri ve süs aydınlatma ürünleri

Ev Yangınlarının Genelde Oluşma Saatleri ve İstatistik Verileri



Grafik 2: Mevsimsel bakıldığında ev yangınlarının en çok kışın meydana geldiği görülmektedir. (Kaynak: NFPA70E)

Yangın İçin Minimum Gerilim, Akım veya Güç Değerleri Var mı?

Bu önemli bir sorudur, ancak standart kuruluşlar yangına daha az eğilimli olduğu söylenen “sınırlı güç” devrelerini tanımlamasına rağmen, buna odaklanmış bir araştırma yapılmamıştır.

Bununla birlikte, tutuşmanın belgelendiği seviyeleri göz önünde bulundurmak gerekir.

Bilindiği gibi gazlar ve toz bulutları az enerji ile tutuşabilmektedir. Sonuç olarak yangın yakıtın tutuşma enerjisine bağlıdır. ATEX sahalarında bu değerler gerçekten çok küçüktür.

- ✓ 1 Wattlık bir akkor ampulün kırılması ile gazlar tutuşmuştur.
- ✓ 3 Wattlık ampulün kırılması ise toz bulutu patlaması için yeterli olmuştur.
- ✓ 6 Wattlık bir gece lambası yatağı ateşlemiştir.

Buna karşılık, yönetmelikler tipik olarak 15 veya 30 W altındaki güç seviyelerinde tehlikenin düşük olduğunu kabul eder.

Gazlar, endüktif özelliklere sahip 0,5 V'lık bir güç kaynağından ateşlenirken, bir cep telefonundaki 1,2 V Ni-Cd hücrenin kısa devre yapmasıyla yangına sebep olabilir. Otomotiv kablo sistemlerinde akülerin yapmış olduğu ciddi yangınlar mevcuttur.

Endüstriyel Yangınlar

Sanayideki yangınlar için motorlar, trafolar, güç kabloları yaşlı tesisat gibi birçok sebep vardır. Örneğin ekipmanlarda düzenli bakım yapılmalıdır.

Elektrik yangınları, elektrik servisinin olduğu her yerde meydana gelebilir. Sanayide daha yaygın olan yerlerin bazıları şunlardır:

- Elektrik Panoları (güç kontrol merkezleri, motor kontrol merkezleri (MCC), PLC vb. içerir)
- Trafo Odaları
- Kablo Kanalları/Kablo Kasaları
- Motorlar ve sürücüler

Genelde en çok karşılaşılan sebepler

- ✓ Aşırı yüklenme
- ✓ Ark
- ✓ Kötü bakım

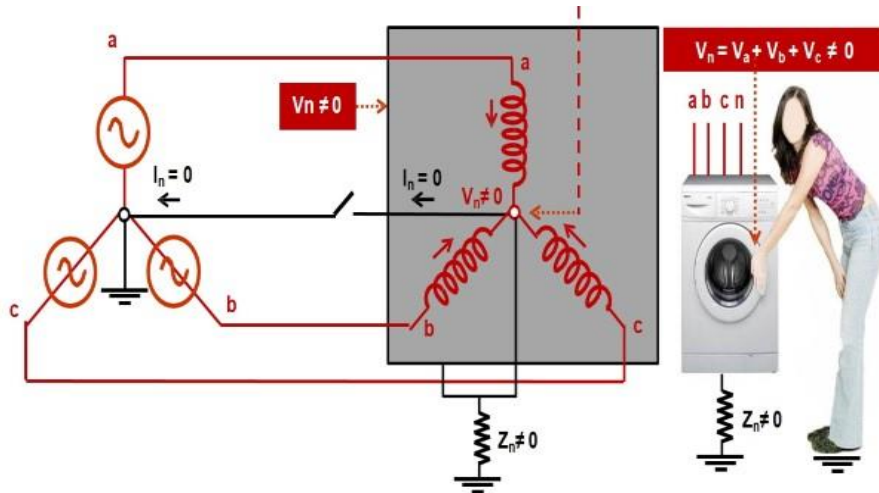
Yangın sonrası aşağıdaki kuralları uygulayın:

- ✓ Alarmı çalın, personeli tahliye edin ve itfaiyeye ve/veya acil müdahale ekibine haber verin (Her yangında bunu yapmayın küçük yangınlar için geçerli değildir).
- ✓ Gücü izole et (Bu sadece kalifiye personel tarafından yapılmalıdır).
- ✓ Her durumda, yerel prosedürleri izleyin.
- ✓ Mümkünse ve mevcutsa, sabit yangın koruma sisteminin yangını bastırmasını sağlayın.
- ✓ Endüstriyel elektrik yangını için en etkili çözümleri izleyin.

Gerilim Kaynaklı Yangınlar

Birçok sebepten dolayı aşırı gerilim oluşur. Nötr hattın kopması, yükün aniden düşmesi, kesici açması, sigortanın atması veya hatta yıldırım düşmesi gibi olaylardan dolayı gerilim yükselmesi olmaktadır.

Nötr Kopması: 3 faz giren bir bina, işyeri veya evde nötr koparsa tesisattaki yükler dengesiz olacağından faz arası gerilim oluşacaktır bu da cihazlara zarar verecek veya yangına sebep olacaktır.

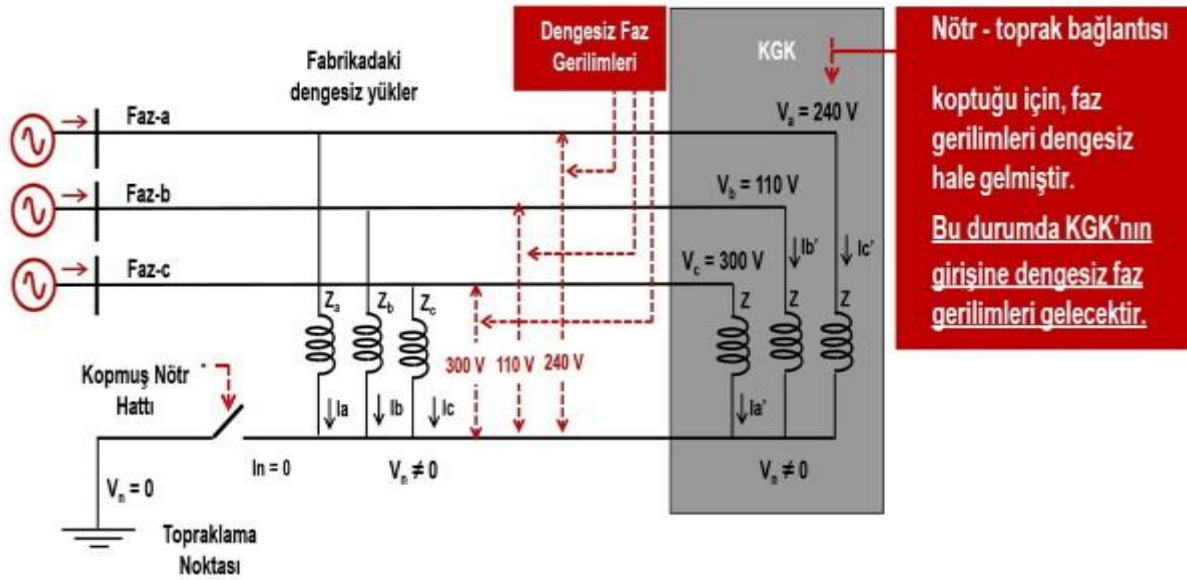


Şekil 11 : Nötr Toprak Birleştirilmesi (Prof. Dr. Osman Sevaioğlu)

Eğer evinizde nötr-toprak kablosu birleştirilirse yük dengesiz olduğundan $I_n = 0$ Nötrden geçen akım sıfır olmayacaktır. Aynı şekilde gerilim de sıfır olmayacaktır Bu gövdedeki gerilim tehlikeli olabilir. Bazen buzdolabının kapağına dokunduğunuzda çarpılırsınız bundan dolayıdır. Bir başka problem ise kaçak akım röleniz kendiliğinden hatalı açma yapacaktır.

Eğer nötr toprak ayrı ise dengesiz yük tehlike yaratmayacaktır.

Eğer nötr koparsa işte o zaman aşağıdaki gibi gerilim çok yükselir ve 380V gibi değere çıkabilir. Binanın bazı dairelerinde ise gerilim aşırı hatta 0'a kadar düşecektir. Gerilimin yükseldiği evlerde cihazlar yanacaktır. Bu tip olaylar çok olmaktadır. Bunu önlemek için bina girişlerine B tipi parafudur ayrıca daire girişlerinde C tipi parafudur konulmalı; ev ekipmanları için (kombi, TV, buzdolabı gibi) de D tipi parafudur konularak gerilim yükselmesi durumunda cihazların korunması sağlanmalıdır.



Şekil 12 : Nötr Kopması ve Faz Dengesizliği (Prof. Dr. Osman Sevaioğlu)

Dengesiz Gerilimin Oluşması

Bunun en yaygın nedenleri arasında,

- ✓ Tesisteki fazların yüklerinin eşit olmayan dağılımı
- ✓ Harmonikler
- ✓ Endüktik veya kapasitif deşarj
- ✓ Ferranti etkisi
- ✓ Dağıtım sisteminde farklı boyutlarda kabloların kullanılması
- ✓ Gerilim Darbesi (Kesicinin devreye alınması veya çıkarılması sırasında 0,5-2msn oluşan gerilim yükselmesi. Yıldırımlar yine bu darbelerin sebebidir).
- ✓ Frekans değişimi
- ✓ Gerilim düşmesi yani çöküntü (Genelde kısa devre olaylarında meydana gelir 2 saniyeden fazla ise kalıcı olur).

Yıldırım Kaynaklı Aşırı Gerilimler

Yıldırımlardan kaynaklanan aşırı gerilimler, alçak gerilim havai hat sistemlerinde en çok arıza kaynağıdır. 1 km mesafede oluşan bir yıldırım dalgalanması zararlı yüksek gerilimlere neden olabilir, cihazların devrelerini yakar veya yangına sebep olabilir.

Rezonans Nedeniyle Oluşan Gerilim Yükselmesi

İç hatlarda aşırı gerilimler izolasyonların bozulmasına sebep olur. Alman sigorta şirketleri ev cihazlarının yüzde 30 oranında gerilim yükselmesi sebebiyle arızalandığını veya yandığını açıklamaktadır.

Kaynak:

1. VYTENIS BABRAUSKAS "Research on Electrical Fires: The State of the Art"
2. Richard Hosier "Are Electric Cables my biggest "Fire Risk" ?"
3. Professor Lock Kai Sang "Electrical Fires -Causes and Prevention"
4. Fire Security "Cabel maintance guide"
5. Schnaider Electric "Electrical fire prevention"