

KABLOLARIN YANGINA DAYANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

1. Giriş

Enerji taşıma, haberleşme ve veri iletimi gibi farklı amaçla kullanılan kablolar binayı sinir ağı gibi sarar. Her cihaza en az bir kablo gider. Modern iletişim araçlarının kullanımı hızla artarken, kablo tesisatlarının alt yapısı; ses, veri, video ve kablo TV, video konferans gibi bina iletişim sistemleri ve diğer güvenlik uygulamalarını destekleyecek şekilde tasarlanmaktadır. Günümüzde, bilişim sistemlerinin gelişimi ile data kablolarının ve cihaz sayısındaki artış nedeniyle enerji kablolarının kullanımı artmaktadır. Binanın her tarafını bir ağ gibi saran bu kablolar, aynı zamanda yangının ilerlemesi içinde uygun ortam oluşturmaktadır. Sadece yangınlıkları nedeniyle değil, aynı zamanda geçiş noktalarında kalan açıklıklar nedeniyle de yangın ve duman yayılmaktadır.

Geçmişte meydana gelen yangınlarda kabloların yangının genişlemesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Kablo galerilerinde meydana gelen yangınlarda can kaybı oluşmuştur. Kablolar yangının başlangıcı ve yayılmasında potansiyel tehlike olmakla beraber gelişen teknolojiyle birlikte kablo yalıtımı ve kablo kılıf malzemelerindeki gelişmeler nedeniyle kablolar aracılığıyla yangının genişlemesi azalmıştır.

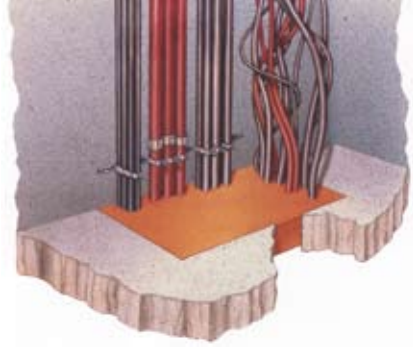
Kabloların yangına karşı korunması ayrı bir konudur. Sarma, boyama, kaplama gibi yöntemlerle kablolar yangına karşı korunabilir. Özellikle kablo geçiş açıklıklarını kapatmak için harçlar, macunlar, briket-

Genişlemesine Kabloların Sebebi Olduğu Bazı Yangınlar

- Dusseldorf Airport, Almanya, Nisan 1996
- Rockefeller Center, ABD, Ocak 1996
- Garly Building, Hong Kong, Kasım 1996
- Bangkok President Tower, Tayland, Şubat 1997
- Credit Lyonnais Bank, Fransa, May, 1997
- Heathrow Airport, İngiltere, Aralık 1997
- Montblanc Tunnel, Fransa/ İsviçre, Mart 1999

ler ve daha farklı malzemeler kullanılmaktadır. Bu yazıda kablonun korunmasından bahsetmeyeceğiz.

Kablo üretiminde daha çok, Polivinil klorür (PVC) veya Polietilen (PE) esaslı malzemeler ile halojensiz düşük duman yoğunluklu malzemeler (HFFR-LSOH Halogen Free Flame Retardant–Low Smoke Zero Halogen) kullanılır. PVC ucuzdur ve kolay uygulanabilir fakat yoğun duman ve korozif gaz çıkarır. Yandığı zaman hidroklorik asit ve karbon monoksit gibi zehirleyici gazlar ve karbondioksit gibi boğucu gazlar çıkarır. Polietilen malzeme yandığı zaman zehirli ve korozif gaz çıkarmaz fakat kolay alevlenen ve yoğun duman çıkaran bir malzemedir. Çok hızlı yandığı için tercih edilmez.



Alev geciktirici kablolar tutuşabilir fakat üzerinden alev kalktığına kendiliğinden söner. HFFR (LSOH-FR) kablolar zehirli ve korozif gaz yaymazlar, ancak yanıcıdır. Hastanelerde, sinema ve tiyatro salonlarında, yüksek binalarda, metrolarda, hava alanlarında halojensiz kablolar tercih edilmelidir. Bu tip kablolar acil durum cihazlarının beslenmesinde kullanılmaz.

Yangına dayanıklı kablolar ise olası bir yangın sırasında akım taşıma görevini belirli bir süre devam ettirmesi gereken kablolardır. Kuşkusuz yanmayan kabloların duman çıkarması veya zehirli gaz çıkarması da söz konusu olmamaktadır.

2. Yangına Dayanıklı Kablolar

Yangın sırasında, enerjinin ve sinyallerin belirli bir süre için karşılanması için yangına dayanıklı kablolar kullanılır. Bu kablolar, yangın şartları altında, devre ve iletişim bütünlüğünü sürdürür. Yangına dayanıklı kablolar, duman ve gaz yaymayan inorganik malzemelerden imal edilir. Can güvenliğinin kablo şebekesinin dayanım



süresine bağlı olduğu, yaşamsal önemi olan yerler ve acil durum cihazları için kullanılırlar.

Yönetmeliklere göre, acil durum cihazlarının enerji beslemesinin yangın durumunda kesilmemesi için; kontrol modülü kullanılan yangın algılama kabloları, acil anons sistemi kabloları, flaşör ve siren kabloları, yangın pompalarını besleyen kablolar, duman egzoz fanı kabloları, basınçlandırma fanı kabloları, acil durum asansörü kabloları yangına en az 60 dakika dayanıklı olmalıdır.

Yangına dayanıklı kabloların kullanılan yalıtımda farklılık gösteren üç temel yangın emniyet kablo tasarımı mevcuttur: a) Mineral yalıtım b) Mikalı yalıtım c) İnorganik (genellikle silikon esaslı) polimerik yalıtım.

Mineral yalıtımlı kablolar; bakır iç kısım, bakır bir kılıf içinde yer alan kompakt magnezyum oksit ile çerçevelenmektedir. Kompakt magnezyum oksit yanmaz, duman çıkarmaz ve 2800°C'ye kadar sabit kalır. Büyük ölçüde atıldığı ve mekanik açıdan da stabil olduğu için, ne yalıtkan ne de mekanik özelliklerinde neredeyse hiçbir değişiklik yoktur. Dolayısıyla mineral yalıtımlı kablolar; yangın, su ve hatta kablo üzerinde doğrudan darbelerden etkilenmezler. Bu tür kablolar, bir veya yedi adede kadar iç kısımdan oluşturulabilir ve büyüklükleri 1.0 mm²'den 240 mm²'ye kadar olabilir. Magnezyum oksit, montaj, sonlandırma ve ekleme işlemlerini büyük ölçüde basitleştirmek üzere rutubete dirençli hale de getirebilir.



Mikalı kablolar yalıtım, standart bir organik polimerik yalıtım ile sağlanmaktadır. Yangın yalıtımı; iletkeni, mekanik koruma sağlamak amacı ile kılıflanmış sabit bir cam ve mika karışımı malzeme ile sarmak suretiyle sağlanır. Bir yangın esnasında, polimerik kaplama tahrip olur ve mika cam kılıf hale gelir; ortaya çıkan ince ancak kırılğan, su geçirmez, elektrik yalıtım sağlayan kaplamadır. İç kısım, elektromanyetik tecriti temin edecek şekilde, ince madeni bir tabaka içinde yer almaktadır. Bu kablolar, bir ile ondokuz iç kısım ihtiva etmekte olup, büyüklükleri 1 mm² ile 400 mm² arasında değişmektedir.



Silikon Esaslı Kablolar, organik yalıtımlı kablolarla benzerdir. Standart organik polimerler, bozularak yalıtım sağlamayan karbon esaslı bir kalıntı bırakırlar; fakat silikon-esaslı yalıtım çözüldüğünde, gevrek, silikon oksit bazlı bir kalıntı bırakır. Bu son derece kırılabilir kömür kurduğunda, bakır iç kısımlar arasında yeterli yalıtım sağlar. Suyu emdiği için rutubete karşı korunması gereklidir, aksi takdirde elektrik arızaları meydana gelebilir. Su tecridi, iç kısımları bir yangın simülasyonu esnasında etkilenmeyecek ince madeni bir şerit ile kaplamak sureti ile sağlanmaktadır. Mikalı yapıda olduğu gibi ayrıca elektromanyetik tecrit de sağlamaktadır.



3. Yangına Dayanıklı Kablo Sınıflandırması

Yangına dayanıklı kablolarla ilgili, birçok Avrupa Standardı ve her ülkeye özgü spesifik standartlar vardır. Bunlar; yangın sıcaklığı, mekanik darbenin şiddeti ve noktası ile su uygulaması açısından farklılıklar göstermektedir. Avrupa'da mineral yalıtımlı kablolar, EN 60702'ye göre test edilmektedir. Buna göre sadece 950°C sıcaklıkta üç saat süren bir yangın söz konusudur; ancak Kuzey Amerika Standardı olan UL 2196 kapsamında 1000°C sıcaklıkta bir fırının içine montajı gereklidir ve bu sıcaklığa ulaşılmasıyla duvar ve üzerine takılı olan kabloya bir itfaiye hortumu tarafından su sıkılır.

İngiltere'de kabloların BS 7629'a ve BS 6387'ye göre test edilmesi kapsamında, değişik numuneler; üç saat süre ile 950°C'de su püskürtülmekte, aynı zamanda kablonun mekanik sağlamlığı test edilmektedir. Avrupa Birliği test standardı olan EN 50200 kapsamında, bir su testi bulunmamaktadır. Yangına maruz kaldıktan sonra kablonun mekanik sağlamlığı ile ilgili herhangi bir değerlendirme yapılmamaktadır. Küçük kablolar, her türlü polimerik yalıtımın 250°C üzerindeki tüm sıcaklıklarda, testin ilk birkaç dakikasında bozulurlar ve mekanik bozulma gerçekleşmediği sürece bu yeni halde kalırlar. Sonuçta elde edilen yalıtım higroskopik ise püskürtülen suyun miktarından veya püskürtme süresinden bağımsız olarak, su geçirmez bariyer bozulana kadar, yalıtım başarılı olarak sağlanır. Dolayısıyla su testinin spesifik ayrıntıları, su tecrit bariyerine ihtiyaç olup olmadığını ve ihtiyaç varsa mekanik sağlamlığını değerlendirme amacıyla taşımaktadır.

Elektrik Kabloları İçin Yangına Tepki Performansı Sınıfları			
Sınıf	Test metodu/metotları	Sınıflandırma kriteri	Ek sınıflandırma
A _{ca}	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg (1)	
B1 _{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 2 (5)	FS ≤ 1.75 m ve THR _{1200s} ≤ 10 MJ ve Peak HRR ≤ 20 kW ve FIGRA ≤ 120 W s ⁻¹	Duman oluşumu (2, 6) ve yanma damlamaları/tanecikleri (3) ve Asidite (4)
	EN 50265-2-1	H ≤ 425 mm	
B2 _{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 1 (5)	FS ≤ 1.5 m; ve THR _{1200s} ≤ 15 MJ; ve Peak HRR ≤ 30 kW; ve FIGRA ≤ 150 W s ⁻¹	Duman oluşumu (2, 7) ve yanma damlamaları/tanecikleri (3) ve Asidite (4)
	EN 50265-2-1	H ≤ 425 mm	
C _{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 1 (5)	FS ≤ 2.0 m; ve THR _{1200s} ≤ 30 MJ; ve Peak HRR ≤ 60 kW; ve FIGRA ≤ 300 W s ⁻¹	Duman oluşumu (2, 7) ve yanma damlamaları/tanecikleri (3) ve Asidite (4)
	EN 50265-2-1	H ≤ 425 mm	
D _{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 1 (5)	THR _{1200s} ≤ 70 MJ; ve Peak HRR ≤ 400 kW; ve FIGRA ≤ 1300 W s ⁻¹	Duman oluşumu (2, 7) ve yanma damlamaları/tanecikleri (3) ve Asidite (4)
	EN 50265-2-1	H ≤ 425 mm	
E _{ca}	EN 50265-2-1	H ≤ 425 mm	
F _{ca}	Belirlenen bir performans değeri yoktur		
HRR _{sm30} , kW	Isı Açığa Çıkma Oranı, ortalama 30-s kaymaktadır.		
SPR _{sm60} , m ² /s	Duman Oluşum Oranı ortalama 60-s kaymaktadır.		
Peak HRR, kW	Test başlangıç ve bitiş arasındaki azami HRR _{sm30}		
Peak SPR, m ² /s	Test başlangıç ve bitiş arasındaki azami SPR _{sm60}		
THR ₁₂₀₀ , MJ	Test başlangıcından test sonuna kadar toplam açığa çıkan ısı (HRR _{sm30})		
TSP ₁₂₀₀ , m ²	Test başlangıcından test sonuna kadar toplam duman oluşumu (HRR _{sm60})		
FIGRA, W/s	HRR _{sm30} ve zaman arasındaki katsayının en yüksek değeri olarak tanımlanan Yangın Büyüme Oran Endeksi, eşik değerleri HRR _{sm30} =3 kW ve THR=0.4 MJ		
SMOGR, cm ² /s ²	SPR _{sm60} ve zaman arasındaki katsayının 10000 ile çarpılmış halinin en yüksek değeri olarak tanımlanan Duman Artış Oran Endeksi. Eşik değerleri SPR _{sm60} 0.1 m ² /s ve TSP = 6 m ² .		
PCS	Brüt kalori değer potansiyeli		
FS	Alev yayılması (hasarlı uzunluk)		
H	Alev yayılması		
FIPEC	Elektrik kablolarının yangın performansları		
<p>(1) Madeni malzemeler ve malzemenin dış bileşenleri (örneğin kılıf) hariç olmak üzere, tüm malzeme için. s1 = TSP₁₂₀₀ ≤ 50 m² ve Peak SPR ≤ 0.25 m²/s s1a = s1 ve EN 50268-2'ye göre iletim ≥ %80 s1b = s1 ve EN 50268-2'ye göre iletim ≥ %60 < %80 s2 = TSP₁₂₀₀ ≤ 400 m² ve Peak SPR ≤ 1.5 m²/s</p> <p>(3) FIPEC20 1 ve 2 için: d0 ; 1200 s içinde herhangi bir yanma damlamaları/tanecikleri yoktur; d1 ; 1200 s içinde 10 s'den uzun süren herhangi bir yanma damlamaları/tanecikleri yoktur.</p> <p>(4) EN 50267-2-3: a1 = iletkenlik < 2.5 µS/mm ve pH > 4.3; a2 = iletkenlik < 10 µS/mm ve pH > 4.3;.</p> <p>(5) Odaya hava akışı 8000 ± 800 l/dak. olarak tespit edilecektir.</p> <p>(6) Sınıf B1_{ca} kabloları için belirtilen duman sınıfı, FIPEC₂₀ Scen 2 testinden kaynaklanmalıdır.</p> <p>(7) Sınıf B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} kabloları için belirtilen duman sınıfı, FIPEC₂₀ Scen 1 testinden kaynaklanmalıdır.</p>			

Avrupa Birliği Kablo Sınıflandırması

Avrupa Birliği Konsey direktifi olan yapı malzemeleri ile ilgili 89/106/EEC direktifte elektrik tesisatlarının yangın başlatmamaları, yangına katkıda bulunmamaları istenmektedir. Elektrik kabloları için yangından koruma sistemlerindeki amaç, ana güç kaynağından emniyet tesisatlarına güvenilir bir güç kaynağının sağlanmasıdır. Bu nedenle, elektrik devreleri yangından korunur veya kendine has yangın direncine sahip olan elektrik devreleri kullanılır. Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflandırmasına ilişkin 89/106/EEC sayılı Konsey Direktifini uygulayan 2000/147/EC sayılı kararını değiştiren Avrupa Toplulukları Komisyonu, yapı malzemelerinin yangına tepkileri için bir sınıflandırma sistemi oluşturmuş ve kablolar için tabloda verilen sınıflandırmayı yapmıştır.

Yangın Kabloları İle İlgili Standartlar	
Türk Standartları	
TS EN 60332-1-2	Yalıtılmış Tek İletken Veya Kablo İçin Düşey Alev Yayılmasına Karşı Dayanıklılık Deneyi
TS EN 61034-2	Belirtilen Şartlarda Yanan Kabloların Duman Yoğunluğunun Ölçülmesi
TS EN 50265-2-1	Yangın Şartlarında Kablolar İçin Ortak Deney Metotları- Yalıtılmış Bir İletken veya Kablo İçin Düşey Alev Yayılmasına Karşı Dayanıklılık Deneyi Bölüm 2-1: İşlemler 1 kW Ön Karışım Alev
TS EN 50266-2-3	Yangın Şartları Altındaki Kablolar İçin Ortak Deney Metotları- Düşey Olarak Monte Edilmiş Demetlenmiş Teller veya Kablolarda Düşey Alev Yayılımı Deneyi- Bölüm 2-3
TS EN 50267-2-1	Kabloların Yanması Sonucu Ortaya Çıkan Halojen Asit Gazı Miktarının Tayini
TS EN 50267-2-2	Kabloların Yanması Sırasında Açığa Çıkan Gazlara Uygulanan Deney, Ph Ve İletkenliğin Ölçülmesi, Çıkan Gazların Asitlik Derecesinin Ölçülmesi
TS EN 50200	Acil Durum Emniyet Devrelerinde Kullanılan Korumasız Küçük Boyutlu (20 mm'den Küçük Çaplı) Kabloların Yangına Karşı Dayanıklılık Testi
TS EN 50362	Acil Durum Emniyet Devrelerinde Kullanılan Korumasız Büyük Boyutlu (20 mm'den Büyük Çaplı) Enerji Ve Kumanda Kablolarının Yangına Direnç Testi
Avrupa Birliği Standartları	
prEN 50399-2-1	Yangın Şartlarında Kablolar İçin Ortak Deney Metotları – Alev yayılımı süresinde ısı ve duman üretimini ölçülmesi - Bölüm 2-1: Euroclasses C ve D
prEN 50399-2-2	Yangın Şartlarında Kablolar İçin Ortak Deney Metotları – Alev yayılımı süresinde ısı ve duman üretimini ölçülmesi - Bölüm 2-2: Euroclasses B
ABD	
UL 910, NFPA 262	Kabloların Yangın Performansı (metal kılıfsız), ASTM E84, alev yayılımı ve duman yoğunluğu.
UL 1666	Vertical flame propagation, with cables in a shaft subject to gas burner (145 kW, 30 minutes)
UL 1581-1160, CSA FT4	Düşey Yangın Testi, (20kW, 20 minutes) IEC 60332-3 uyumlu
UL 1581, VW1	Alev direnç testi : IEC 60332-1 uyumlu
Almanya	
	Almanya'da diğer Avrupa Birliği ülkelerinde olduğu gibi, IEC standartları esas alınarak hazırlanmış olan EN normları ve VDE standartları kullanılmaktadır.
İngiltere	
BS EN 50200 BS 8434	Kabloların performansları – Yangın durumunda bütünlükleri.
BS 6425	Düşük duman – düşük asidite

Kablolar İçin Kullanılan Alev Geciktiricileri	
Alev Geciktirici	Polimerler
Aluminium tri hydroxide ATH Magnesium dihydrate MDH Boehmite AOH (aluminium oxide hydrates)	Düşük yoğunlu polyethylene LDPE Ethyl vinyl acetate Polyolefins
Phosphorus alev geciktiriciler	Kablolar için yangın geciktirici kaplama olarak
Silicon dioxide SiO ₂	
Zinc borate	Synergist with ATH
Phosphate esters (eg. Tricresyl Phosphate T.C.P.)	PVC Rubber
Antimony trioxide Sb ₂ O ₃	PVC
Zinc oxide ZnO	
Tin dioxide SnO ₂	PVC
Melamine cyanurate, melamine phosphate, melamine phosphate	Polyamides Polypropylene
Chlorinated paraffins	PVC
Tetrabromophthalate ester	PVC Elastomer
Ammonium polyphosphate APP	Polyolefins
Deca-BDE and decabromodiphenyl ethane)	Various polymers

Linkler
1. Fire performance of data communication cables http://www.datacable.org/issues/fire.pdf
2. Cabling: What You Don't Know Can Kill You.", S. Saunders, Data Communications Magazine 5 July 2006 http://www.wireville.com/news/Cabling%20Can%20Kill%20You.html
3. Norwich Union Risk Services Ref No 2009 (v3) March 2005, "Cable Fires in Hidden Voids" http://www.nurs.co.uk/pdf/hardfacts/fire/2009-cablefiresinhiddenvoids-v3.pdf
4. G. Stanitis, F. Dohman, Ausimont USA Inc, "A history of plenum cable fire safety issues" http://www.wireville.com/news/news01.html
5. Cable Fire Research Association, USA: http://www.cablefireresearch.org/
6. Fire performance of data communication cables http://www.datacable.org/issues/fire.pdf
7. FIPEC web pages and final report: http://www.sp.se/fire/Eng/Reaction/Fipec.htm
8. European Association of Flame Retardant Olefinic Cable Compounds (FROCC) www.frocc.org
9. Proposed (2005) revised CE classification criteria for cable fire performance: http://ec.europa.eu/enterprise/tbt/tbt_repository/EEC92_EN_1_1.doc
10. The Hidden Fire Risk – Electrical Cables", T. Botha, http://www.fire-eng.co.za/cable-fires.pdf
11. National Research Council of Canada, NRCC-47360 "Full-scale fire tests for cables in plenums", G. Loughheed, C. McCartney, M. Kanabus-Kaminska, http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fr/smbe/cable_e.html
12. More than 20 billion metres of combustible cable have been installed in the USA over the last 20 years, see http://www.cablefireresearch.org/cabling/proliferation.asp
13. National Research Council of Canada, NRCC-45133 "Initial investigations on plenum cable fires", G. Loughheed, C. McCartney, M. Kanabus-Kaminska, http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fr/smbe/cable_e.html

Kabloların, madeni kısımları ve malzemenin dış bileşenleri (örneğin kılıf) hariç olmak üzere, tüm malzeme için birim kalori potansiyeli (PCS) değeri EN ISO 1716 Standardına göre test edilmekte ve şayet 2 MJ/kg değerinden daha küçükse Aca sınıfı kablo olarak başka bir ifadeyle yanmaz kablo olarak sınıflandırılmaktadır.

Çok zor alevlenici, zor alevlenici ve normal alevlenici olarak gruplandırılabilir olan Bca, Cca ve Dca sınıflarının testleri EN 50265-2-1 standartına göre yapılmaktadır. Kablolarda duman çıkarma ve damlatma özellikleri belirlenir. Damlatma ve duman çıkarma özellikleri FIPEC20 senaryolarına göre ateşlemenin başlangıcından itibaren 20 dakika boyunca değerlendirilir. Şayet 1200 saniye içinde yanma damlacıkları oluşmamışsa d0, şayet 10 saniye içinde damlacık oluşturmamışsa d1 sınıfı olarak ve 10 saniyeden daha önce damlacık oluşturmuşsa d2 sınıfı olarak işaretlenmektedir. Kabloların duman üretme miktarı s1 ve s2 ile belirtilmektedir. Test başlangıcından test sonuna kadar toplam duman oluşumu TPS1200 değeri 50 m³'den küçük ise s1, 400 m³'den küçük ise s2 olarak sınıflandırılmaktadır. Diğer taraftan kabloların yangına dayanım süresine standart sıcaklık/zaman eğrisine göre dayanım sürelerini, EN 13501-3 standardı, elektrik, fiber optik kabloları ve aksesuarları için sınıflandırmayı P15, P30, P60 ve P90 olarak verilmektedir. Küçük çaplı güç veya sinyal kabloları ya da sistemleri (<20 mm çap ve iletken kesit alanı $\leq 2,5$ mm² olanlar) için ise sınıflandırmayı PH15, PH30, PH60 ve PH90 şeklinde yapmaktadır. Bu şekilde sınıflandırmalar uygulamada tam olarak oturmamasına rağmen yakın gelecekte kablo sınıflandırmasının bu şekilde yapılacağı kuşkusuzdur. Bu sınıflandırma Avrupa Birliği ülkelerinde yerleştikçe bizim ülkemizde de kullanılmaya başlanacaktır.