

## Kabloların Yangın Performansının Önemi ve Ürün Güvenliği

### Giriş

Yangınlarda her yıl; binlerce insan ölmekte, on binlercesi yaralanmakta ve büyük maddi kayıplar meydana gelmektedir. Gelişen teknoloji, şehirleşme, sanayileşme ve enerji tüketiminin artması, nüfusun giderek çoğalması; yangın riskinin ve buna bağlı olarak yangının maddi ve manevi zararlarının artışına neden olmaktadır. Yangınlarda can ve mal güvenliği, kullanılan malzemelerin, yangın esnasında gösterecekleri performans ile doğru orantılıdır. Günümüzde inşa edilen yapılarda, yüksek miktarda kullanılan malzemelerden biri olmalarından dolayı, kabloların seçimi de "güvenli" yaşam alanlarının inşa edilmesinde çok kritik ve önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, kablolar yapılarda genellikle gizlenmiş durumda bulduklarından dolayı, bu durum çoğunlukla tam olarak algılanamamaktadır.

Yangın riskleri ve yangından dolayı meydana gelen can ve mal kayıpları, her geçen gün artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde, yangın kaynaklı hasarlar gayrisafi milli hasılanın yaklaşık %1'ine denk gelmektedir.



Kaynak: Tüyak 2011 Yangın ve Güvenlik Sempozyumu, Türkiye ölçeğinde yangın istatistikleri üzerine bir araştırma prezentasyonu

Yangın sayıları (1000 adet)

İstatistiklere göre, yangınların üçte biri bina içinde olurken; yangın kaynaklı ölümlerin %85'i de binalarda çıkan yangınlardan meydana gelmektedir. Avrupa'da yangın-ölüm oranı 100.000'de 1'dir.

Yangının başlaması ile ortamdaki yüzeyler, çıkan sıcak gazlar ve duman ile ısınarak daha hızlı tutuşur; alev aniden yayılır, parlar.

Yangın anında sıcaklık;  
5 dakika sonra 5.550 C'ye,  
10 dakika sonra 6.600 C'ye,  
15 dakika sonra 7.200 C'ye,  
30 dakika sonra 8.200 C'ye,  
1 saat sonra 9.270 C'ye yükselmektedir.

Görüldüğü gibi, en büyük sıcaklık artışı, ilk 5 dakikada olmaktadır. Bunun için, yangınlarda ilk dakikalar, hatta saniyeler çok önemlidir.

Yapılan çalışmalara göre, yangının başlamasına ve yayılmasına en büyük etken olan harlama (flashover) zamanları 1950'lerde 15 dakika iken; 25 yıl önce bu süre 5 dakikaya, günümüzde ise 3 dakikaya kadar inmiştir.



*Yangının ani yayılımı*

*Binalarda yangın*

Harlama zamanlarındaki bu tarihsel azalma, yangından kaçışı zorlaştırmıştır. Bunun en büyük nedeni, son 50 yılda bulunduğumuz ortamlarda geleneksel malzemelerin yerini plastik malzemelerin almasıdır.

Hem harlama zamanı hem de yangın durumunda sıcaklığın yükselişi, ilk dakikalarda yangının yayılmasının, önlenmesinin ve kaçışın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Binalarda artan enerji ve haberleşme ihtiyacını karşılamak üzere farklı tipte, büyüklükte kabloların yoğun ve sık aralıklarla kullanılması sonucu yangın yükleri artmaktadır. Kablolar bina boşluklarında yatay döşeme, yükselen şaftlarda dikey döşeme, genel döşeme gibi tipik döşeme şekillerinde kullanılmaktadır.



*Kabloların yoğun bir şekilde guruplanarak bina içinde döşenmesi*

Kablolar genel olarak iletken, izolasyon, metalik ekran, zırh, kılıf gibi metalik ve plastik kısımlardan oluşur. Fiber kabloda ise, iletkenin yerini fiber cam almaktadır.



*Tipik Enerji kablosu*



*Tipik Fiber Optik kablo*

İletken, zırh ve ekran yanmayan metalik kısımları oluştururken, iletkenin yalıtımını sağlayan izolasyon ve kabloyu dış etkenlerden koruyarak elastikiyetini sağlayan kılıf plastik katmanları organik

malzemelerden oluşmaktadır. Organik malzemeler karbon içerikleri nedeni ile, çeşitli sıcaklıklarda tutuşma özelliğine sahiptir.

Enerji kabloları çeşitli nedenlerle (kısa devre, kaçak akım, aşırı ısınma, mekanik-termik özelliklerinin zayıf olması) yangınlara neden olabilmektedir. Bina içindeki zayıf akım/gerilim, data ve fiber optik kabloları ise, yangına kendileri sebep olmaz iken, alevin yayılmasına neden olabilmektedir.

Kabloların yanmasından kaynaklı önemli zararlar; alev ilerlemesi, duman ve asit gaz emisyonudur. Bu zararları önem derecesine göre sıraladığımızda, aşağıdaki gibi bir tabloya ulaşırız. Burada genel döşemede alev ilerlemesi ilk sırayı alırken, yangından kaçışta duman yoğunluğu, elektronik ekipmanların korunmasında ise asit gaz emisyonu ile oluşan korozyon kaynaklı zararlar ön plan çıkmaktadır.

Önem derecesi	Genel döşeme	Yangından kaçış	Elektronik ekipman korunması
1	Alev ilerleme	Duman	Asit gaz
2	Duman	Alev ilerleme	Alev ilerleme
3	Asit gaz	Asit gaz	Duman

Özellikle son 20 yılda, yangın performansı önemli olan kablolarda plastik malzemelerin çeşitli katkı malzemeleri modifiye edilerek veya ilave katmanlar ile yangın performansları (alev geciktiricileri) artırılarak duman yoğunlukları, asit/gaz oranları düşürülmüştür. Bu değerler, standartların istediği değerlere göre kontrol edilmektedir. Yangına dayanıklılık için ise, iletkeni sıcaklıktan koruyacak özel ilave tedbirler alınmaktadır.

Genel olarak yangın performanslı kablolar LSOH, LSZH (Low Smoke, Zero Halogen), LSHF (Low Smoke, Halogen Free) gibi kısa kodlamalarla adlandırılmaktadır. Yangınların yol açtığı can ve mal kayıpları, hasarlar düşünüldüğünde, yangın performanslı kabloların kullanımı son yıllarda yönetmeliklerde de zorunlu hale gelmiştir. Örneğin Elektrik Kuvvetli Akımlar Tesisleri Yönetmeliği, madde 58 a-10 “Kablolar döşenecekleri yerlerin özelliklerine uygun tipte seçilmelidir. İnsanların yoğun bulunduğu, paniğin yaşanabileceği tüm yapılar, yüksek katlı binalar, hastaneler, tüneller, tiyatrolar, okullar, alış-veriş merkezleri gibi yapı ve yerlerde yangın anında az duman çıkaran, halojensiz özellikli kablolar kullanılmalıdır” ve Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik değişikliği madde 31 “Sağlık hizmeti amaçlı binalarda, 100’den fazla kişinin bulunduğu konaklama amaçlı binalarda ve kullanıcı sayısı 1000’i geçen toplanma amaçlı binalarda her türlü besleme ve dağıtım kabloları ve kablo muhafazalarında kullanılan malzemelerin halojenden arındırılmış ve yangına maruz kaldığında herhangi bir zehirli gaz üretmeyen özellikte olması gerekir.”

Kabloların yangın performansı, uluslararası IEC (International Electrotechnical Commission) standartları referans alınarak, 4 ana başlık altında özetlenebilir:

## 1) Alev İlerlemesi (Flame Propagation):

Çoklu kablo sistemlerinde yangının ilerlemesi simüle edilmektedir. Ürün performansı ne kadar iyi ise, yangının bina içinde diğer bölümlere ve katlara yayılma riski o kadar az olacaktır.

Test standardı IEC 60332-3-22AF/R, -22A, 23B/, 24C, 25D kategorilerinden oluşan 3,5 metre uzunluğunda merdivende yanma testleridir. Limitli zaman aralığında uygulanan standart alevin (20

kW) dikey düzlemde kablo demetleri üzerinden hangi uzunlukta yayıldığı tespit edilmektedir. Test sonunda yanan kısım 2,5 metreyi aşmamalıdır.

Yanma kategorilerinin karşılaştırması aşağıdaki tabloda verilmiştir:

IEC 60332 - 3 - Standart Serileri					
Standart Seri	21	22	23	24	25
Kategori	A F/R	A	B	C	D
Plastik Hacim (Litre / m kablo)	7	7	3,5	1,5	0,5
Test Süresi dak.	40	40	40	20	20

← Zorluk

Genel olarak, testlerin zorluk derecesi göreceli olarak plastik hacmine ve yanma süresine göre, D'den A'ya doğru artmaktadır. Kabloların hangi yanma kategorisinde olacağı, kablo tip test standartları tarafından belirlenmektedir. Kullanıcılar veya proje sahipleri, ilgili kablo standartlarından aşağıda olmamak üzere, daha üstün yanma kategorilerini ürünlerde talep edebilirler.

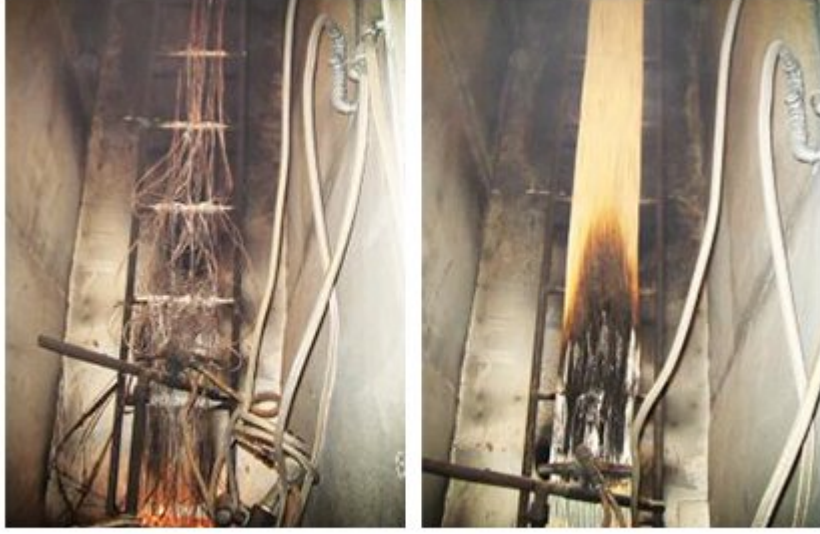
Aşağıdaki resimde IEC 60332-3-24 Cat.C testinde başarısız olan bir örnek verilmiştir. Kabloda alev hızlı bir şekilde ilerlemiş; 10.dakikadan itibaren ise kablo tamamen yanmıştır.



Yangın performansı; kablo yapısı, tipi, iletken kesiti, damar sayısı, kullanılan malzemeler, katman kalınlıkları, kablo çapları gibi değişkenlere bağlıdır.

Aşağıda resimlerde ise, aynı kablo tip ve kesitinde, aynı geometrik değerlere sahip ancak farklı plastik hammaddeler kullanılan iki kablonun (NHXMH -J 3x2,5 300/500 V) IEC 60332-24 kategori C testi sonuçları verilmiştir.

Örneklerden soldaki test görselinde, alev merdiven boyunca ilerlemiş ve 5 dakika gibi kısa sürede tüm kablolar yanmıştır. Sağdaki resimde ise, alev belli bir yüksekliğe eriştikten sonra (1 metre), yayılımı durmuş ve kablo, testi başarı ile geçmiştir.



*Yanan numune*

*Alev ilerlemesi düşük numune*

Bu, aynı tip ve kesitteki iki kablonun tek farkı, kullanılan plastik malzemelerin farklı olmasıdır. Her iki kablo da standartların istediği elektriksel, mekanik ve termik özellikleri karşıladığı için, döşemede veya kullanım ömrü boyunca benzer özellikleri gösterecektir.

Bununla birlikte, yanan kablo doğal olarak yangının ilerlememesi konusunda düşük performans gösterecektir. Alevin yayılımına katkıda bulunarak yakın bölgelerdeki riski arttıracaktır.

Tip, kesit, boyut, renk, geometrik ve elektriksel parametreler olarak aynı olan kablolar doğal olarak kullanıcılar tarafından aynı performansta görülebilir. Fakat yukarıdaki örnekte olduğu gibi, yanma testleri olmaksızın, yanma performansını tespit etmek mümkün değildir.

## **2) Alev Altında Devre Bütünlüğü (Circuit Integrity Under Fire Condition):**

Alev altında devre bütünlüğü özelliği, hayati ekipmanların beslemesinde (yangın su pompaları, havalandırma jet fanları, yangın asansörleri, aydınlatmalar) ve yangın alarm, önleme ve haberleşme sistemlerinde kullanılan kabloların taşıması gereken en önemli özelliktir.



*Jet fan*



*Yangın su pompası*

Enerji kabloları için faz-faz arası gerilim altında, zayıf akım kabloları için beyan veya standart, kriter gerilimi altında, 750°C sıcaklıkta fonksiyonunu, devre bütünlüğünü kısa devre olmadan en az 180 dakika boyunca sürdürebilmesi simüle edilmektedir. Fiber optik kabloların ise, fiberlerin ısıdan

korunarak test sırasında ve test sonrasındaki 15 dakikalık soğuma periyodunda kırılmaması gerekmektedir.

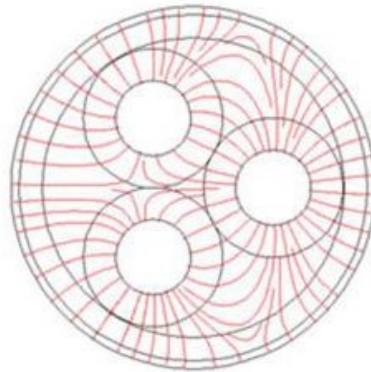
IEC 60331 Standart serileri	
IEC 60331-21	Kablolar (Gerilim seviyesi $\leq$ 0,6/1 kV)
IEC 60331-23	Elektrik Data kabloları
IEC 60331-25	Fiber Optik kabloları



IEC 60331 test düzeneği

Kablolar alev altında akım iletme özelliği, genel olarak mika bantlar ve/veya özel silikon malzemeler, ilave alev bariyer katmanları ile sağlanmaktadır. Yüksek sıcaklığa dayanıklı bu malzemeler, yangın altında izolasyon görevi görürken, iletkenin yüksek sıcaklıklarda eriyerek kısa devre olmasını önlemektedir.

Kablonun performansında gerilim seviyesi çok önemli bir rol oynamaktadır. Kablolar yangın altında yapım standartlarında beyan edilen gerilimlere dayanabilmelidir. Benzer kablolar, 500 V ve 1000 V testlerinde ayrı ayrı test edildiğinde, 500 V testi geçerken, daha yüksek gerilim olan 1000 V testte başarısız olmaktadır. Burada, 1000 V yüksek gerilim nedeni ile oluşan elektriksel alan stres büyüklüğü kısa devreye neden olmakta ve devre bütünlüğü ortadan kalkmaktadır.



3 damarlı enerji kablosunda elektriksel alan stres çizgileri

IEC 60331 testine ilave olarak, çapı 20 mm altındaki acil devre kabloları (emergency circuit) ve fiber optik kabloları için EN 50200 standartlarına göre 830°C alev altında darbeli (en az 15/30/60/90/120 dak.) ve su püskürtmeli EN 50200 Annex E (en az 30 dak) olan testler bulunmaktadır. Yangın altında kabloların sarsıntıya ve/veya yangın ile devreye giren sprinkler sistemlerindeki sular dahil, itfaiyeciler gibi dış etkenlere dayanımı simüle edilir. Kabloların teste dayandığı süre PH ifadesi ile belirtilir. Örneğin PH 120, kablonun 120 dakika boyunca fonksiyonunu sürdürdüğünü gösterir.



*EN 50200 Annex E testi (darbeli ve su püskürtmeli)*

### 3) Düşük Duman Yoğunluğu (Smoke Emission):

Plastik malzemelerin yanma sırasında açığa çıkardığı yüksek yoğunluktaki duman, boğulma ve zehirlenme risklerini arttırdığı gibi, görüş mesafesini düşürmesi nedeni ile kaçış faaliyetlerini zorlaştırmaktadır.



*Yanma sırasında kapalı alanlarda açığa çıkan duman*

İstatistiklere göre, yangın sırasında ölümlerin yaklaşık %44'ü yanma veya sıcaklıktan değil, ortamdaki aşırı duman ve gaz nedeni ile boğulmalardan kaynaklanmaktadır.

Organik malzemelerin yanması sırasında açığa çıkan toksik gazlardan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) boğucu özelliğe sahip olup, ortamdaki oranı %9'un üzerinde ise boğulmalara, %20'nin üzerinde ise ölümlere neden olmaktadır. Karbonmonoksit (CO) ise; son derece zehirli olmakla beraber kanı zehirler, hemoglobin ile birleşerek karboksihemoglobin oluşturur ve hücrelere O<sub>2</sub> taşınması engellenir.

IEC 61034-1/2 test standardı, 1 metre boyundaki kablunun 3x3x3m (27m<sup>3</sup>) kübik kapalı test odasında %90 etanol, %4 metanol ve %6 saf su karışımı yakıt ile yanması ile açığa çıkan dumanın ışık geçirgenliğinin ölçümüne dayanır. Işık geçirgenliği minimum %60 olmalıdır. Diğer bir ifade ile, odaya gönderilen her 100 birim ışığın en az 60 birimi odanın karşısına geçmelidir. Yüksek yoğunluklu duman ışık geçirgenliğini azalttığı için, PVC gibi duman yoğunluğu yüksek malzemeler, LSOH (low smoke, zero halogen) türü malzemelere göre dezavantajlıdır.



IEC 61034 27 m<sup>3</sup> kübik oda

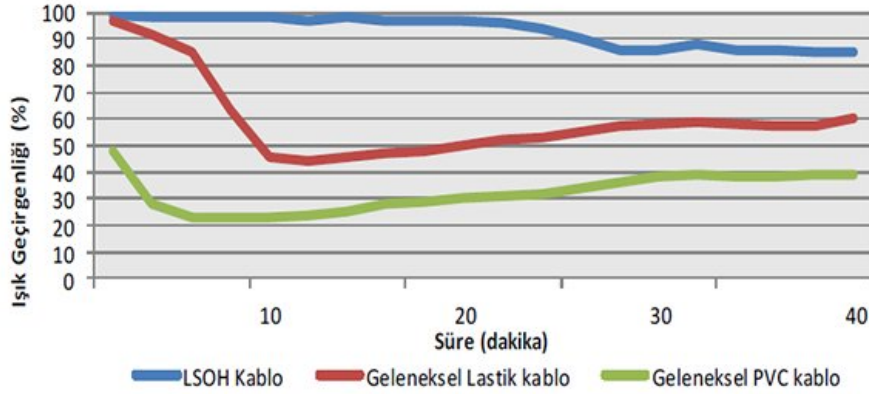


1 metre numune yanma testi

Kablolarda kullanılan PVC'nin bileşiminde, yumuşatıcılar ve dolgu malzemeleri belli oranlarda karıştırılır. PVC, tüm bu karışım ve karbon-klor yapısı gereği oldukça yüksek duman emisyonuna sahiptir.

PVC bazlı malzemelerin aksine LSOH malzemeler, özel yapıları sayesinde yanma esnasında yanma ısısını düşürüp, oluşan dumanı absorbe ederek çok az duman çıkarırlar.

Aşağıda PVC-PE-LSOH malzemelerinin duman yoğunluk testindeki performansları karşılaştırılmıştır. PE ve PVC %60 sınırının altında kalırken, LSOH %60 sınırının üstündedir ve testi geçmektedir.



PVC-PE-LSOH duman yoğunluğu karşılaştırılması

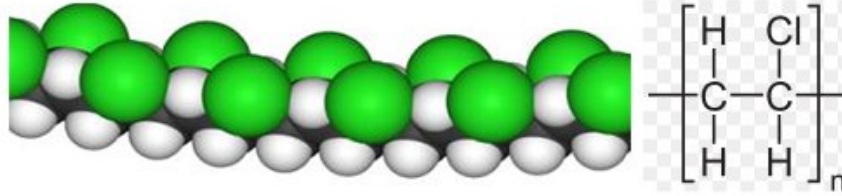
Kablolarda sadece kullanılan malzemelere göre değil, boyutsal büyüklüklerine göre de, duman yoğunluğunda düşük performans gösterebilirler. Özellikle yüksek kesitli ve büyük çaplı kablolar veya plastik malzeme oranı metalik malzeme oranına göre fazla olan kablolar, duman yoğunluğu açısından risk oluşturmaktadır.



#### 4) Asit–Gaz Emisyonu (Acid Gas Emission):

Plastik malzemeler içinde bulunan ve yanma sırasında açığa çıkan halojen gazları son derece zehirli ve tahriş edicidir. Özellikle PVC’de bulunan klor, yanma esnasında gaz olarak ortama yayılır. Son derece zehirli olmakla beraber havadaki su buharı ile birleştiğinde hidroklorik asit oluşturmakta ve elektronik cihazlarda korozyona, canlılarda zehirlenmelere, deri ve göz tahrişlerine neden olabilmektedir.

PVC (Polivinil klorür) kimyasal açılımı incelendiğinde, yeşil boyalı olanlar klor atomlarını göstermektedir. PVC’nin %57’si klordan oluşmaktadır.



PVC (Polivinil klorür) kimyasal açılımı

Asit gaz emisyonu testinin standardı IEC 60754-1/2 serileridir. IEC 60754-1 düşük halojen olarak tanımlanan test metodu olup, halojen yüzde oranı maksimum %0,5’e kadar izin verir. Bunun yanında, IEC 60754-2 standardı sıfır halojen olarak tanımlanabilir. Bunun nedeni yaklaşık 1 gr malzemenin yüksek sıcaklıklarda yakılması ile açığa çıkan gazların uygun çözeltilerde biriktirilmesine dayanır. Çıkan gazlar saf /nötr ve pH 7 özelliğindeki suda biriktirilerek bu karışım üzerinden pH ve iletkenlik ölçümü yapılır. Halojen iyonları ne kadar yüksek ise asitlik artacağı için pH oranı düşecek ve suyun iletkenliği artacaktır. Ürünün halojen free (HF) olabilmesi için pH oranı 4,3’ten büyük, iletkenliği ise 10 micro-Siemens/mm’den (bazı kablo standartlarında 2,5 micro-Siemens/mm) düşük olmalıdır. Buradaki asitlik oranının ne kadar az olduğuna dair günlük hayattan bir örnek vermek gerekirse, pH 4,3 oranı yaklaşık domates suyundaki asitlik oranına eşdeğerdir.



IEC60754-1/2 yanma sonrası açığa çıkan gazların su içinde biriktirilmesi, pH ve iletkenlik ölçümü

LSOH veya halojen içermeyen malzemeler yanma sırasında sıfıra yakın halojen salınımı nedeni ile son derece güvenlidir.

Kablolarda çeşitli plastik katmanlardan oluştuğu için, yangın sırasında tüm plastik katmanlar yanmaktadır. Bu durumda sıfır /düşük halojen özelliği kablunun en üst katmanı olan olan kılıfta değil, tüm kabloda kullanılan ve yanabilen malzemelerin özelliği olması önemlidir. Kablunun elektriksel, mekanik ve termik parametrelerine bir etkisi olmayan, sadece boşlukların doldurulmasında kullanılan dolgu katmanları dahil tüm yanabilen malzemeler sıfır halojen özelliğine sahip olmalıdır.

Kabloların yanma performansları ve ürün güvenliği göz önüne alındığında, gerek kablo tipi, kesiti ve proses çeşitliliği, gerekse kullanılan malzemelerin çeşitliliği nedeni ile kablolar oldukça karmaşık ve kapsamlıdır. Bu kabloların tasarımı ve üretimi belirlenen uluslararası standartlara göre son derece hassas ve kapsamlı yönetilmesi, yürütülmesi ve sürdürülmesi gerekmektedir.

Üreticiler yangına dayanıklı ürünlerin güvenliklerini, kendi olanakları dahilinde veya harici olanaklardan faydalanarak sağlayabildikleri gibi, bağımsız test kuruluşları ile beraber de çalışabilirler.

Kullanıcıların tercihlerinde ise, yanma performansı testleri konusunda dünyada uzman, akredite bağımsız test laboratuvarları ile çalışan, sertifikalandırılmış firmaları kullanmaları önemlidir. Bağımsız test laboratuvarları yanma test performanslarını ürün, tip, kesit ve malzeme gibi değişkenleri de göz önüne alarak kapsamlı test programlarından geçirdikten sonra sertifikalandırmakta, testleri periyodik aralıklarla tekrarlamakta ve ürünleri sistemselsel ve bağımsız olarak kontrol etmektedir.

Her geçen gün bina içindeki kullanım miktarları ve uygulama alanları artan kabloların yanma performansları can ve mal güvenliği için hayati önem taşımaktadır. Uygun ve güvenilir ürünler kullanılması yangın risklerini ve olası kayıpları minimize etmektedir.

## Zekeriya ŞİRİN

e-posta: [zekeriya.sirin@prysmiangroup.com](mailto:zekeriya.sirin@prysmiangroup.com)

### Prysmian Group Türkiye Hakkında

Merkezi 1964 yılından bu yana Mudanya'da (Bursa) olan Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş. bünyesinde, 2019 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 500 kişi çalışmaktadır. Türk Prysmian'ın ürün yelpazesi kapsamında, Prysmian ve Draka markaları ile, 220 kV'a kadar olan tüm enerji kabloları, 3.600 çifte kadar bakır iletkenli haberleşme kabloları ile fiber optik kabloları, demiryolu sinyalizasyon kabloları, asansör sistemleri, stüdyo broadcast kabloları ve özel kablolar bulunmaktadır. Prysmian Group içinde öncelikli bir ihracat merkezi olan ve 2019 yılında toplam yaklaşık 1.462.576.746 TL olan cirosunun %35'ini ihraç eden Türk Prysmian Kablo, Borsa İstanbul A.Ş.'de işlem görmektedir. Daha fazla bilgi için: [www.prysmiangroup.com.tr](http://www.prysmiangroup.com.tr)

### Prysmian Group Hakkında

Prysmian Group, General Cable ile dünya çapında gerçekleşen birleşmeyi takiben, enerji ve telekomünikasyon kabloları endüstrisinde, 2018 yılında yaklaşık 11 milyar Euro olan satışları, 29.000 çalışanı, 50 ülkede faaliyet gösteren 108 fabrikası ile bir dünya lideridir. Yüksek teknoloji ürünleri pazarında yer alan Prysmian Group, geniş bir ürün ve hizmet yelpazesine; teknoloji ve bilgi birikimine sahiptir. Prysmian Group, ürün yelpazesi kapsamında; enerji iletimi ve dağıtımı için yeraltı ve denizaltı kablo ve sistemleri; çeşitli endüstriyel sektörlerdeki uygulamalar için özel kablolar; video, bilgi ve ses iletimi için optik fiber ve kablolar ve bakır telekom kabloları bulunmaktadır. Prysmian Group'un temel rekabet güçleri arasında, yenilikçi ürün ve üretim süreçleri ve sahip olduğu geniş coğrafi alanı ile müşteri memnuniyetine ve müşteri hizmetlerine verdiği önem yer almaktadır. Prysmian S.p.A., Milano borsasında işlem görmektedir. Daha fazla bilgi için: [www.prysmiangroup.com](http://www.prysmiangroup.com)

**Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.**

#### Merkez

Ömerbey Mah. Bursa Asfaltı Cad. No: 51  
16941 Mudanya-Bursa  
T +90 224 2703000 / F +90 224  
2703030 [www.prysmiangroup.com.tr](http://www.prysmiangroup.com.tr)

#### Şube

Haktan İş Merkezi No: 39 K: 2 Setüstü  
34427 Kabataş - İstanbul  
T +90 212 3937700 / F +90 212 3937762