

OG VE YG KABLO TEMEL EĞİTİMİ

GİRİŞ	2
KABLO SONLANDIRMA ELEMANLARI (KABLO BAŞLIKLARI)	7
OG KABLO TESİSİ	9
OG KABLO BAŞLIĞI MONTAJ ESASLARI	13
OG KABLO ve KABLO BAŞLIĞI ARIZA ÖRNEKLERİ	15
YÜKSEK GERİLİM (YG) KABLOLAR.....	22
KABLO ARIZALARINDA İZLENECEK YÖNTEMLER.....	29

GİRİŞ

TEİAŞ iletim sisteminde bulunan transformatör merkezlerinde, gerek transformatörlerin orta gerilim (OG) çıkışlarında gerekse OG hat fiderlerinde enerji iletimi amacıyla OG kabloların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Kabloların tercih edilmesinin başlıca nedenleri şunlardır:

- Çevresel etkilerden (rüzgar, buz, yıldırım vb.) havai hatlara göre **daha az** etkilenirler.
- Yeni nesil Metal Clad (metal muhafazalı) hücrelerin girişlerinin kablo ile yapılması zorunluluğu.
- İnsan temasını **en aza** indirerek can güvenliği açısından daha emniyetli bir kullanım sunmaları.

OG Kabloların Görev, İşlev ve Çalışma Koşulları

Orta gerilim güç kabloları, genellikle transformatör merkezlerinden yerleşim yerlerine, üretim santrallerine ve endüstri tesislerine enerjinin yeraltından iletimi ve dağıtımı için kullanılır.

TEİAŞ transformatör merkezlerinde ise iki ana kullanım alanı vardır:

1. Güç transformatörlerinin OG çıkışı ile OG şalt tesisi (Metal Clad hücreler) arasındaki enerji iletimi.
2. OG şalt tesisinden dağıtım şebekesine (müşterilere) olan bağlantı.

Eski tip klasik sistemlerde bu bağlantılar genellikle açıkta bulunan baralar ve iletkenlerle yapılırken, yeni sistemlerde hem güvenlik hem de kompaktlık açısından OG kablolar ile sağlanmaktadır.

OG Kablo Kullanımının Avantajları

- Yer ve Güzergah Kolaylığı: Özellikle nüfus ve yapı yoğunluğunun fazla olduğu şehir merkezlerinde, havai hatlar için güzergah bulmak ve tesis etmek zordur. Yeraltı kabloları bu sorunu büyük ölçüde ortadan kaldırır.
- Can ve Mal Güvenliği: Şehir merkezlerinde havai hatlara yaklaşma mesafelerinin ihlali ciddi can ve mal kayıplarına yol açabilir. Tamamen yalıtılmış olan yeraltı kabloları bu riski ortadan kaldırır.
- Arz Güvenilirliği: Yeraltı kabloları, havai hatlar gibi fırtına, buz yükü, yıldırım gibi meteorolojik olaylardan etkilenmezler. Bu durum, enerji arzının sürekliliği açısından önemli bir avantaj sağlar.

OG Kablo Kullanımının Dezavantajları

- **Maliyet ve Ağırlık:** Sistemimizde kullanılan OG XLPE kablolarının iletkenleri bakırdır. Bu durum, havai hatlarda kullanılan alüminyum iletkenlere göre hem daha maliyetli hem de daha ağırdır.
- **Kapasitif Etki:** OG XLPE kabloların yapısı (iletken, yalıtkan, metalik ekran) bir kondansatöre benzer. Bu yapı, kablonun kapasitif bir etki oluşturmaya neden olur. Bu etki, havai hatlarda ihmal edilebilir düzeydeyken, yeraltı kablolarında hat uzunluğu ve gerilime bağlı olarak artar. Kapasitif etki, enerji kayıplarının artmasına ve sistemin reaktif güç dengesini etkilemesine neden olur.
- **Özel Arıza Durumları:** Kabloların yapısı gereği; izolasyonun zamanla zayıflaması, kısmi deşarjlar, kablo içine su yürümesi (water treeing), kesintili toprak arızaları gibi havai hatlarda görülmeyen özel arıza türleri ortaya çıkabilir.

OG XLPE Kablonun Katmanları

OG XLPE kablolar, enerjiyi güvenli bir şekilde iletmek ve elektrik alanı kontrol altında tutmak için birkaç katmandan oluşur. Dıştan içe doğru ana katmanlar şunlardır:

- **1. İletken:** Elektrik enerjisini taşıyan kısımdır. Genellikle bakır veya alüminyumdan yapılır ve bir veya birden çok telin bir araya getirilmesiyle oluşur.
- **2. İç Yarı İletken (İletken Ekranı):** İletkenin hemen üzerinde bulunan yarı iletken bir tabakadır. Görevi, iletken yüzeyindeki pürüzlerden kaynaklanabilecek elektrik alan yığılmalarını önlemek ve elektrik alanın yalıtkan katman içinde homojen (düzgün) bir şekilde dağılmasını sağlamaktır. Bu, yalıtkan malzemenin ömrünü uzatır.
- **3. Yalıtım:** İletkeni elektriksel olarak toprağa ve diğer fazlara karşı yalıtan ana tabakadır. OG kablolarında en yaygın olarak XLPE (çapraz bağlı polietilen) malzemesi kullanılır. XLPE, yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve mükemmel yalıtkanlık özelliklerine sahip bir malzemedir.
- **4. Dış Yarı İletken (Yalıtım Ekranı):** Yalıtım katmanının üzerinde bulunur. Görevi, yalıtım ile bir sonraki katman olan metalik ekran arasında pürüzsüz ve homojen bir temas yüzeyi oluşturarak hava boşluklarından kaynaklanabilecek kısmi deşarjları önlemektir.

- **5. Metalik Ekran:** Genellikle bakır tellerden veya bantlardan oluşur. İki temel görevi vardır:
 - » Kablonun topraklanmasını sağlar.
 - » Bir faz-toprak arızası anında oluşan kısa devre akımını taşıyarak toprağa iletir ve kablounun diğer sistemlere zarar vermesini engeller.
- **6. Ametalik Kılıf (Dış Kaplama):** Kablounun en dışındaki koruyucu tabakadır. Kabloyu korozyon, nem, kimyasallar ve mekanik darbelerle karşı korur.

KABLO SONLANDIRMA ELEMANLARI (KABLO BAŞLIKLARI)

Başlık Çeşitleri ve Görevleri

Kablo başlıkları, OG kablo uçlarının transformatör, Metal Clad hücre gibi teçhizatlara güvenli bir şekilde bağlanmasını sağlayan sonlandırma elemanlarıdır. Temel görevleri şunlardır:

- Kablo uçlarını nem, toz ve diğer çevresel etkenlerden korumak.
- Kablo ucunda bozulan elektrik alanını kontrol altına almak.

Bir kablonun ucu başlık montajı için soyulduğunda, özellikle yalıtım ekranının (dış yarı iletken) bittiği noktada elektrik alanı tek bir noktada yoğunlaşır. Bu duruma "elektiriksel stres" denir. Bu stres kontrol altına alınmazsa, zamanla izolasyonun delinmesine ve kablo başlığının patlamasına neden olur. Kablo başlıklarının iç yapısında bulunan stres kontrol tüpü, bu elektrik alan yığılmasını kablo boyunca yayarak stresi azaltır ve güvenli bir sonlandırma sağlar. Bu nedenle kablo başlığının doğru montajı kritik öneme sahiptir.

Başlıklar, kullanıldıkları ortama göre üçe ayrılır:

- **3.1.1. Dâhili Başlıklar:** Bina içi, Metal Clad hücreler gibi kapalı ve korunaklı ortamlarda kullanılır.
- **3.1.2. Harici Başlıklar:** Transformatör buşingleri gibi açık hava şartlarına (yağmur, güneş, kirlilik) maruz kalan yerlerde kullanılır. Yapıları, yüzey kaçak akımlarına karşı daha uzun bir yalıtım mesafesi sağlayacak şekilde “etekli” (pedigotlu) olarak tasarlanmıştır.
- **3.1.3. Plug-IN Başlıklar:** Tamamen kapalı ve dokunmaya karşı korumalı, geçmeli tip başlıklardır. Özellikle OG GIS (Gaz İzoleli Hücreler), mobil trafo merkezleri ve hermetik transformatörler gibi kompakt sistemlerde kullanılır.

OG KABLO TESİSİ

OG XLPE kabloların uzun ömürlü ve arızasız bir şekilde hizmet verebilmesi için tesis sürecinin standartlara (IEC, EKAT) ve üretici talimatlarına uygun olarak yapılması gerekir.

Akım Taşıma Kapasitesi ve Kablo Sayısı

Yüksek güçlü transformatörlerin (50, 100, 125 MVA) tam yük akımları, tek bir kablonun taşıyabileceğinden çok **daha fazladır**. Bu nedenle, her bir faz için birden fazla kablo paralel olarak kullanılır. Kullanılacak kablo sayısı, kablonun akım taşıma kapasitesine göre belirlenir.

Bir kablonun akım taşıma kapasitesi sabit değildir ve şu faktörlere bağlı olarak değişir:

- Ortam Sıcaklığı: Hava sıcaklığı arttıkça kablonun akım taşıma kapasitesi düşer.
- Tesis Şartları ve Gruplandırma: Kabloların nasıl döşendiği (yonca, düz), aralarındaki mesafe, tava tipi (delikli/deliksiz) ve kat sayısı gibi faktörler, ısıнын dağılmasını etkilediği için kapasiteyi doğrudan etkiler.

Örneğin, standart şartlarda havada ve düz boşluklu olarak 745 A taşıyabilen bir kablonun kapasitesi, ortam sıcaklığı 50°C'ye çıktığında 610 A'e, bu kablolar iki katlı bir tavada gruplar halinde döşendiğinde ise 530 A'e kadar düşebilir. Bu nedenle, projelendirme aşamasında bu düzeltme faktörlerinin dikkate alınması zorunludur.

OG Kablo Tesis Sürecinde Dikkat Edilmesi Gerekenler

1. Kabloların Serilmesi ve Çekilmesi:

- » Kablolar çekilirken burulmamalı, kırılmamalı, yüzeyi sıyrılmamalı ve aşırı gerilmemelidir.
- » Kablo döşeme işlemi +5°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yapılmalıdır. Soğuk havada kablo sertleşir ve bükme sırasında dış kılıfta veya yalıtımda kılcal çatlaklar oluşabilir.
- » Kablolar kesinlikle yerde veya raflar üzerinde sürüklenerek çekilmemelidir. Bu, dış kılıfın ciddi şekilde hasar görmesine neden olur.
- » Kullanılmayacak kabloların uçları, su ve nem almasını önlemek için mutlaka kapatılmalıdır.

2. Kabloların Transformatör Çıkışına Bağlanması:

- » Aynı faza ait kabloların başlıkları, portal iletkenlerine ayrı klemenslerle ve birbirine temas etmeyecek şekilde (**en az 5** cm aralıkla) bağlanmalıdır. Başlıkların birbirine temas etmesi, bir arıza anında hasarın diğer başlıklara da sıçramasına neden olur.

3. Kabloların Yangın Duvarı/Portal'a Dizilimi:

- » Kablolar, yangın duvarından aşağıya inerken merdiven tavalar veya profil mesnetler üzerine, **en fazla 80** cm aralıklarla sabitlenmelidir.
- » Sabitleme için kesinlikle metal kelepçe veya plastik kablo bağı kullanılmamalıdır. Genleşme sırasında kabloya zarar vermeyecek anti-manyetik kablo tutucuları (fiber takoz vb.) kullanılmalıdır.
- » Isınmadan kaynaklı endüktif etkileri dengelemek ve kabloların dengeli yüklenmesini sağlamak için faz sıralamasına dikkat edilmelidir.

4. Kabloların Kablo Kanalına Dizilimi ve Kıvrılma Yarıçapı:

- » Kablolar, tesisin hiçbir noktasında minimum kıvrılma yarıçapından daha dar bir açıyla bükülmemelidir. Tek damarlı OG XLPE kablolar için bu kural $15 \times D$ 'dir (D: kablonun dış çapı). Bu kurala uyulmaması, kablonun iç katmanlarında mekanik hasarlara yol açar ve uzun vadede o noktadan arızalanmasına neden olur.
- » Kablolar kanala veya galeriye serilirken, EKAT yönetmeliğinde belirtilen faz sıralamasına (L1-L2-L3 / L3-L2-L1 şeklinde simetrik) ve kablolar arası mesafelere (fazlar arası **en az 7** cm, sistemler arası **en az 14** cm) uyulmalıdır.

5. Kabloların Bina/Galeri Katına Girişi:

- » Kabloların galeri katına girdiği duvar geçiş noktalarında, su ve yangın geçişini engelleyen manyetik kablo geçiş aparatları kullanılmalıdır.
- » Kablolar, Metal Clad hücreye girmeden hemen önce, bağlantı noktalarına mekanik yük binmesini engellemek için taşıyıcı konstrüksiyonlara sabitlenmelidir.

OG KABLO BAŞLIĞI MONTAJ ESASLARI

OG kablo sistemlerinde arızaların **en çok** yaşandığı noktalar kablo başlıkları ve (varsa) ek noktalarıdır. TEİAŞ sisteminde OG kablolarda ek yapılmasına izin verilmediği için, arızaların büyük çoğunluğu kablo başlıklarında meydana gelmektedir.

2020-2023 yılları arasındaki arıza istatistikleri, OG kablo arızalarının **%84'ünün** kablo başlığı kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bu başlık arızalarının da **%95'i** hatalı işçilik ve montajdan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle kablo başlığı montajının kurallara tam uyularak yapılması, sistem arz güvenliği için hayati önemdedir.

Kablo Başlığı Ölçüleri

Kablo başlığı yapımında ilk ve en önemli adım, üretici firmanın talimatnamesinde belirtilen soyma ve montaj ölçülerine harfiyen uymaktır. Dış kılıf, yarı iletken, yalıtkan gibi katmanların ne kadar soyulacağı, dahili ve harici başlık tiplerine göre farklılık gösterir. Bu ölçülere uyulmaması, izolasyon kaynaklı arızalara davetiye çıkarır.

Ayrıca, elektrik alanını kontrol eden stres tampon mastiğinin de doğru ölçülerde (örneğin 20 mm yarı iletken üzerine, 10 mm yalıtkan üzerine taşacak şekilde) ve doğru şekilde (**%50** bindirmeli) sarılması kritik öneme sahiptir.

Kablo Soyma İşlemi ve Doğru Teçhizat Kullanımı

Kablo başlığı montajında karşılaşılan en yaygın ve en kritik hata, kablo soyma işleminde yapılan hatalardır.

- En Kritik Süreç: Kablo soyulurken, yalıtkan tabaka (XLPE) üzerinde en ufak bir yarı iletken kalıntısı bırakılmamalıdır. Kalan en küçük bir parça bile o noktada elektrik alan yığılmasına ve zamanla izolasyonun delinmesine neden olur.
- Kaçınılması Gereken Hatalar:
 - » Yalıtkan tabaka üzerinde derin kesikler veya çizikler bırakılmamalıdır.
 - » Soyma işlemi sonrası yalıtkan yüzey dalgalı bir formda olmamalıdır.
 - » En Yaygın Hata: Yarı iletken katmanın bittiği geçiş noktasında sivri bir uç bırakılması veya geçişin küt (**90 derece**) yapılmasıdır. Bu nokta, elektrik alanının **en çok** yoğunlaştığı yer olduğu için, geçiş mutlaka konik ve pürüzsüz olmalıdır.
- Doğru Teçhizat Kullanımı: Bu hassas soyma işleminin en büyük düşmanı, eski bir alışkanlık olan cam parçası ile soyma yapmaktır. Camla soyma, yüzeyde dalgalanmalara ve yarı iletken geçişinde hatalı bir geometriye neden olma olasılığı çok yüksektir. Bu işlem mutlaka, bu iş için tasarlanmış özel kablo soyma aparatları ile yapılmalıdır.

OG KABLO ve KABLO BAŞLIĞI ARIZA ÖRNEKLERİ

Orta gerilim (OG) kablo sistemlerinde, hem kısa hem de uzun vadede çeşitli arızalar meydana gelebilmektedir. Bu arızalar genellikle kablo sisteminin en zayıf halkaları olan ek ve başlık noktalarında yoğunlaşır. Ancak nadiren de olsa, kablonun kendi gövdesinde de arızalar yaşanabilir.

Kablo Gövdesindeki Arızaların Yaygın Sebepleri:

- Kablo serimi sırasında minimum kıvrılma yarıçapı kuralına uyulmaması.
- Kablonun dış temaslara (keskin kenarlar vb.) maruz kalması.
- Grafit kaplı kablolarda oluşan elektriksel problemler.

Kablo Başlıklarındaki Arızaların Yaygın Sebepleri:

- Hatalı ve özensiz soyma işlemi.
- Yarı iletken geçiş noktasında yapılan işçilik hataları.
- Montaj talimatnamelerinde belirtilen ölçülere uyulmaması.

Kıvrılma Yarıçapı veya Dış Temas Kaynaklı Arızalar

OG kabloların tesisi sırasında uyulması gereken en önemli kurallardan biri, kablonun dış çapının **15 katı** olan minimum kıvrılma yarıçapı ($15 \times D$) kuralıdır. Bu kurala uyulmayarak yapılan keskin dönüşler, kablonun iç katmanlarında (özellikle yalıtım ve yarı iletken tabakalarda) mekanik hasarlara ve kırılmalara neden olur. Bu hasarlı bölgelerde zamanla kısmi deşarjlar başlar ve bu durum uzun vadede kablonun o noktadan delinerek arızalanmasına yol açar. Tesis güzergahı düzeltilmediği sürece aynı noktada arızalar tekrarlayabilir.

Bir diğer önemli arıza sebebi ise dış temaslardır. Kablo, güzergahı boyunca bir kablo tavaasının keskin ucu gibi bir noktaya temas ederse, titreşim ve termal genleşme gibi etkilerle zamanla dış kılıf aşınır. Eğer bu hasar sadece dış kılıfta kalırsa, ısı büzüşmeli tamir kitleri ile onarılabilir. Ancak hasar yalıtım katmanı olan XLPE'ye kadar ulaşırsa, kablo o noktadan delinerek arızalanacaktır.

Grafit Kaynaklı Kablo Arızaları

Eski şartnamelere göre tesis edilmiş olan ve dış yüzeyi iletken bir grafit tabakası ile kaplı olan kablolarda zaman zaman özel arızalarla karşılaşilmektedir. Kablo başlığı montajı sırasında, kablonun topraklama ekranı (bakır teller) yanlışlıkla bu grafit tabakası üzerine sarılırsa, grafit tabakası üzerinden bir akım akmaya başlar ve kablo boyunca bir akım devresi oluşur.

Bu akım, toprağa en yakın noktadan (örneğin metal bir kablo rafı) atlama (ark) yapma eğilimindedir. Bu atlamalar, kablonun dış kılıfında yanıklara ve delinmelere neden olabilir. Bu tür bir arızayı gidermek için, kablonun her iki ucundaki grafit tabakasının birer metrelik kısmı tamamen temizlenerek akım yolu kesilir ve grafit tabakasının topraklama sistemiyle olan bağlantısı ortadan kaldırılır.

Kesintili Toprak Arızaları

OG XLPE kablo sistemleri, yüksek kapasitif özelliklere sahiptir. Bu nedenle, sistemde meydana gelen tek faz-toprak arızaları, “kesintili toprak arızası” adı verilen özel bir arıza türüne dönüşebilir.

Normalde arızalı bir fiderde toprak akımı sürekli olarak belirli bir seviyenin üzerinde akar ve koruma rölesi bu akımı görerek kesiciye açma komutu gönderir. Ancak kesintili arızalarda, arıza akımı kararlı bir şekilde akmaz; bunun yerine anlık olarak yükselip alçalan darbeler (pulse) şeklinde görülür. Bu darbelerin dip seviyesi, rölenin başlatma (pickup) akımının altına düşebilir. Bu durumda röle, arızayı bir an algılayıp başlatma alır, ancak hemen ardından akım düşünce başlatmayı bırakır (drop out). Sürekli başlatma alıp bırakan ancak bir türlü kararlı bir şekilde arızayı algılayamayan röle, kesiciye açma komutu gönderemez.

Arızanın temizlenememesi, arıza akımının kablo ve kablo başlığı üzerinde uzun süre kalarak termal hasara ve teçhizat arızalarına yol açmasına neden olur. Bu tür arızaların tespiti ve temizlenmesi için özel koruma fonksiyonlarına sahip rölelerin kullanılması gerekebilir.

Yarı İletken Geçiş Noktası İşçilik Hatası

Kablo başlığı montajında en kritik ve **en çok** hata yapılan noktalardan biri, yalıtkan XLPE tabakasından yarı iletken tabakaya geçişin yapıldığı bölgedir. Bu geçişin, elektrik alanını düzgün bir şekilde dağıtmak için mutlaka pürüzsüz ve konik bir şekilde yapılması gerekir.

Eğer bu geçiş noktasında sivri bir uç bırakılırsa veya geçiş keskin (küt) bir şekilde yapılırsa, tüm elektriksel stres o sivri uçta yoğunlaşır. Bu yoğun stres, zaman içerisinde izolasyonun yavaş yavaş bozulmasına ve en sonunda kablo başlığının o noktadan patlamasına neden olur. Sistemde meydana gelen kablo başlığı arızalarının en yaygın kök nedeni bu işçilik hatasıdır.

Talimatlarda Yer Alan Ölçülere Uymama

Kablo başlığı arızalarının bir diğer önemli nedeni, üretici firmanın montaj talimatnamesinde belirtilen ölçülere uyulmamasıdır. Bu ölçüler, başlığın tasarımı sırasında yapılan mühendislik hesaplarına dayanır ve bunlara uyulmaması arıza riskini doğrudan artırır.

Örneğin, bir talimatnamede "yarı iletken tabaka, dış kılıf bitiminden 40 mm yukarıda bırakılarak sıyrılmalıdır" deniyorsa, bu mesafenin daha kısa (örneğin 35 mm) bırakılması, elektrik alan dağılımının 5 mm kaymasına ve başlığın zayıf bir noktadan delinmesine neden olabilir.

Benzer şekilde, elektrik alanını kontrol eden stres tampon mastiğinin hatalı uygulanması da yaygın bir arıza sebebidir. Örneğin, talimatta mastiğin "20 mm yarı iletken tabakaya ve 10 mm XLPE tabakaya basacak şekilde" uygulanması gerektiği belirtiliyorsa, mastiğin XLPE tabakaya hiç temas etmeyecek şekilde uygulanması, stres kontrol fonksiyonunun yerine getirilmemesine ve başlığın strese dayanamayarak hasarlanmasına yol açar.

Kötü Soyma İşlemi

Kablo başlığı montajında soyma işlemi çok hassas yapılmalıdır. Soyma sırasında kullanılan yanlış teçhizat veya yapılan özensiz işçilik, arızalara davetiye çıkarır. Özellikle, uygun soyma aparatları yerine cam parçası gibi ilkel yöntemlerin kullanılması, aşağıdaki hatalara yol açar:

- **Derin Kesikler:** Soyma işlemi sırasında yalıtkan XLPE tabakası üzerinde derin kesikler veya çizikler bırakılması, o noktada izolasyonun zayıflamasına ve elektriksel stresin yoğunlaşmasına neden olur. Zayıflayan bu nokta, zamanla kablo başlığının hasarlanmasına yol açar.
- **Yarı İletken Kalıntısı:** XLPE tabakası üzerinde gözle zor görülebilen çok küçük bir yarı iletken parçasının bile bırakılması, o noktada bir "kısa devre" etkisi yaratarak elektrik alanını yoğunlaştırır ve mutlaka patlamaya sebep olur.

YÜKSEK GERİLİM (YG) KABLOLAR

YG Kablo Kullanım Alanları

Yüksek gerilim (154 kV ve 400 kV) yeraltı kabloları, genellikle güvenlik ve çevresel nedenlerle havai hatların kullanılmasının mümkün olmadığı durumlarda tercih edilir. Başlıca kullanım alanları şunlardır:

- Şehir merkezlerine enerji getirilmesi.
- Gerilim düşümlerini ve kayıpları minimize ederek şebekeyi kompanze etmek.
- Enerji üretim merkezlerini ulusal şebekeye bağlamak.
- Transformatör merkezlerinde, transformatörler ile YG şalt tesisleri arasındaki bağlantıları sağlamak.
- Hariçte, kablo kanallarında, toprak altında ve özel olarak imal edildiklerinde tatlı veya tuzlu suda kullanılırlar.

YG KABLO KATMANLARI

Yüksek gerilim yeraltı kabloları, dielektrik kayıpları **en aza** indirmek üzere tasarlanmış tek damarlı (tek fazlı) kablolardır. Yapısı, OG kablolarla benzetmekle birlikte daha gelişmiş katmanlar içerir. Sırasıyla katmanlar şunlardır:

- 1.** Bakır Miliken Segment İletken: Büyük kesitlerde "deri etkisi"ni (skin effect) azaltmak için, izoleli segmentlerden (dilimlerden) oluşan özel bir iletken tipi kullanılır.
- 2.** Su ile Teması Engelleyen Yarı İletken Bantlar: İletkenin üzerine sarılan ve boylamasına su girişini engelleyen bantlardır.
- 3.** İç Yarı İletken Polimer Tabaka (Extrude): OG kablolardaki gibi elektrik alanı homojenleştirir.
- 4.** XLPE İzolasyon: Ana yalıtım katmanıdır.
- 5.** Dış Yarı İletken Polimer Tabaka (Extrude): İzolasyon üzerindeki elektrik alanı kontrol eder.
- 6.** Su ile Teması Engelleyen Yarı İletken Bantlar: İzolasyon sistemi üzerine sarılarak hem elektriksel temas hem de su sızdırmazlığı sağlar.
- 7.** Metalik Kılıf (Alüminyum, Bakır veya Kurşun): OG kablodaki metalik ekrandan farklı olarak, yekpare bir metal boru şeklindedir. Arıza akımını taşır ve kabloyu enine su girişine karşı tamamen korur.
- 8.** Extrude Edilmiş HDPE Dış Kılıf: En dıştaki mekanik koruma katmanıdır.

Ana İletken

YG kablolarda iletkenin içine boylamasına su yürümesini engellemek çok önemlidir. Su, XLPE izolasyonda "su ağaçlanması" (water treeing) adı verilen ve izolasyonun bozulmasına yol açan bir etki yaratır. Bunu önlemek için iletkenin içine ve segmentlerin arasına "suda şişen iplikler ve bantlar" yerleştirilir.

Yalıtım Malzemesi (XLPE)

XLPE (çapraz bağlı polietilen), polietilenin moleküler yapısının kimyasal veya fiziksel yollarla güçlendirilmesiyle elde edilir. Bu işlem, malzemenin sıcaklık dayanımını artırırken mükemmel dielektrik özelliklerini korumasını sağlar. Bu sayede XLPE, düşük gerilimden çok yüksek gerilime kadar geniş bir aralıkta ideal bir yalıtkan malzeme olarak kullanılır.

Ekran

Yüksek gerilim kablolarında ekranlama, iç ve dış yarı iletken katmanlar tarafından sağlanır. Bu katmanlar, iletken ile izolasyon arasında boşluk kalmasını engelleyerek kısmi boşalmaları önler ve izolasyondaki elektrik alanını radyal olarak sınırlayarak homojen bir dağılım sağlar.

Dış Kılıf

Dış kılıf, alttaki metalik kılıfı korozyondan ve mekanik darbelerden korur. YG kablolarında dış kılıfın yüzeyi, testler sırasında toprak elektrodu görevi yapması için genellikle iletken bir grafit tabakası ile kaplıdır.

Su Tutucular

Kablo damarı ile metal kılıf arasına sarılan ve su ile temas ettiğinde şişerek suyun kablo boyunca ilerlemesini engelleyen özel bantlardır. Bu bantlar ayrıca termal genleşmelere karşı yataklama görevi de görür.

KABLO ARIZALARINDA İZLENECEK YÖNTEMLER

Kablo arızaları genel olarak iki ana başlıkta incelenir: Dış kaynaklı arızalar ve imalat/montaj/proje kaynaklı arızalar.

Dış Kaynaklı Arızalar

Bu arızalar genellikle üçüncü şahısların (kazi çalışmaları vb.) müdahalesi sonucu meydana gelir. Arıza durumunda izlenecek adımlar şunlardır:

1. Arıza Yeri Tespiti:

- » Koruma rölelerinden alınan mesafe bilgisine göre güzergah kontrol edilir.
- » Arıza fiziksel olarak tespit edilemezse, kablo test aracı ile arıza yeri tespiti yapılır.

2. Kablo Test Aracı ile Test:

- » İzolasyon Testi: Öncelikle arızalı fazın hangisi olduğunu anlamak için kabloya yüksek DC gerilim (örneğin 154 kV kablo için 80 kV'a kadar) uygulanır.
- » Mesafe Ölçümü: Arızalı faz tespit edildikten sonra, kabloya düşük gerilimli bir sinyal gönderilerek yansıma prensibiyle arızanın mesafesi ölçülür. Bu testin sağlıklı yapılabilmesi için kablonun metalik kılıf/ekran topraklamalarının test süresince sökülmesi gerekebilir.

3. Noktasal Tespit: Mesafe ölçümü ile arızanın yaklaşık bölgesi belirlendikten sonra, darbe jeneratörü ile arızalı faza yüksek enerjili darbeler gönderilir. Sahada bir alıcı cihaz (mikrofon) ile bu darbelerin toprağa atlama yaptığı yerdeki ses dinlenerek arıza noktası santimetre hassasiyetinde tespit edilir.

Az Hasarlı Dış Kılıfın Onarım Talimatı

Eğer hasar sadece dış kılıftaysa ve kılıf kalınlığının **%10'undan** fazlaysa (ancak XLPE izolasyona ulaşmamışsa), aşağıdaki adımlarla onarım yapılabilir:

1. Hasarlı bölge ve etrafı (100'er mm) temizlenir.
2. Hasarlı bölümün etrafı (80'er mm) zımparalanır.
3. Sıcak hava tabancasıyla hasarlı bölge ısıtılır ve bir spatula ile yüzey eritilerek düzeltilir.
4. İnce zımpara ile son düzeltme işlemi yapılır.

Daha büyük hasarlar için ise, zımparalama sonrası, hasarlı bölge üzerine sırasıyla kendinden kaynayan bant (Scotch 23), PVC bant ve büzüşebilir-fermuarlı tamir manşonu (Raychem Tüp) uygulanarak onarım tamamlanır.

İmalat/Montaj/Proje Kaynaklı Arızalar

Bu kategori, kablo arızaları, başlık arızaları, dış kılıf arızaları ve ek arızalarını kapsar. Bu tür bir arıza meydana geldiğinde, arızanın değerlendirilmesi ve giderilmesi sürecinde aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

- Arızaya ilişkin değerlendirmeler yapılırken arızanın muhtemel nedenleri araştırılarak sıralanmalı ve en olası nedenler ortaya konulmalıdır.
- İmalat ve montaj süreçlerinde yapılmış olabilecek hatalar incelenmeli ve arızanın tekrarını önlemeye yönelik değerlendirmeler yapılmalıdır.
- Süreç boyunca fabrika testleri, ara saha testleri, geçici kabul testleri ve imalatçının değerlendirme raporları dikkate alınmalıdır. Ayrıca arızalı bölgenin fabrika tarafından incelenmesi de bu sürece dahildir.
- Tüm süreç, imalatçı, yüklenici, alt yüklenici ve Tesis Kontrol Müdürlüğü ile birlikte koordineli bir şekilde yürütülmelidir.
- Arıza tespit ve onarım çalışmaları, dış kaynaklı arızalarda izlenen yöntemlerle benzer şekilde yapılır.
- Arıza giderildikten sonra, benzer arızaların gelecekte oluşmasını engellemek ve diğer potansiyel zayıf noktaları tespit etmek için tüm kablo güzergahı boyunca kısmi deşarj ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.