

# Kablo Topraklama Yöntemleri

## Türk Prysmian Kablo

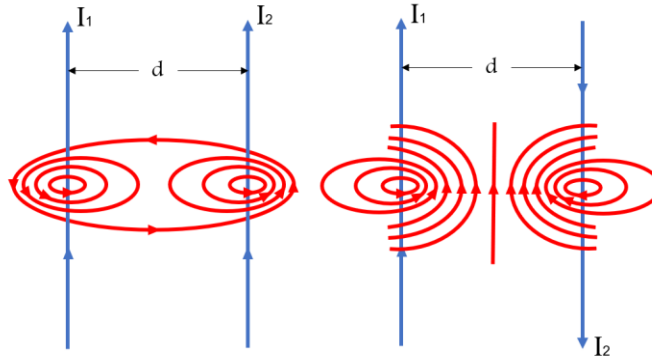
Can SAĞKOL

[can.sagkol@prysmiangroup.com](mailto:can.sagkol@prysmiangroup.com)

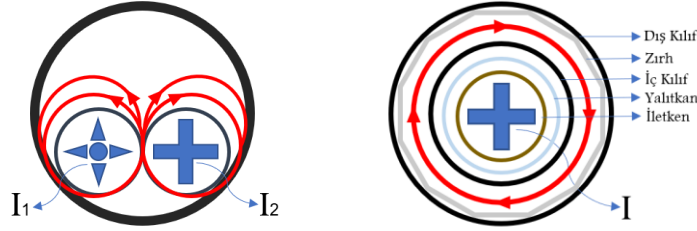
*Elektrik tesislerinde topraklamanın amacı, insan hayatının güvence altına alınmasının yanı sıra sistemin güvenliğinin ve devamlılığının sağlanmasıdır. Günümüzde, elektronik alet ve cihazlar dışında birçok elektrik devre elemanı mikroişlemci tabanlı olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu devre elemanları da, elektronik cihazlar gibi elektromanyetik kaynaklı olumsuzluklara karşı hassastır. Topraklama; koruma topraklaması, işletme topraklaması ve yıldırım topraklaması olmak üzere 3 farklı şekilde sınıflandırılır. İşletme topraklaması, özellikle orta ve yüksek gerilim şebekelerinde ülkelerin kendi yönetmeliklerine göre değişiklik gösterebilir. Ülkemizde, yüksek ve alçak gerilimli elektrik kuvvetli akım tesisleri ile bilgi işlem ve iletişim donanımlarının topraklamasına ilişkin kurallar, bu sistemlerin özelliklerinin farklı olması nedeniyle "ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR YÖNETMELİĞİ" aracılığıyla ayrı ayrı verilmiştir.*



Kablolar kullanılacakları tesisat ve çevre şartlarına göre, metalik zırh, tel veya bant ekran ya da her iki özelliğe birden sahip olacak şekilde üretilebilirler. Bilindiği üzere, alternatif akım sistemlerinde, içerisinde akım geçen tüm iletkenler manyetik alan (EMK) üretirler. Bu manyetik alanlar, zırhlı olarak üretilmiş olan kabloların metal zırhı üzerinde bir akım indüklenmesine neden olacaktır. İndüklenen bu sirkülasyon akımının büyüklüğü, iletkenen geçen akımın büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Kablo üzerinde manyetik olmayan metalden (anti-manyetik) bir zırh varsa, manyetik akımdan daha az etkilenecek ve zırh üzerinde küçük de olsa bir sirkülasyon akımının oluşumuna neden olacaktır.



Çiftli (iki damarlı) kablolarda ya da tek bir yükü besleyen 2 adet tek damarlı kabloda, örneğin faz ve nötr hatları (L-N) gibi, meydana gelecek olan manyetik alanlar (EMK) birbirlerine zıt yönde olacağından, bu alanların birbirleri üzerinde ihmal edilecek seviyede manyetik etkileri vardır. Bu nedenle, her ikisi de aynı kanal içerisine monte edilse ya da zırhla kaplansa da, neredeyse hiç manyetik akım meydana getirmezler ve böylece ihmal edilecek seviyede bir sirkülasyon akımının indüklenmesine neden olurlar. Aynı durum üç fazlı devreler için de geçerlidir.

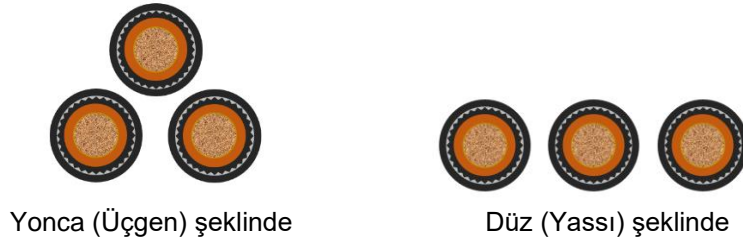


Ancak, içerisinden alternatif akım geçen bir iletken metal açısından zengin bir malzeme ile çevriliyse, örneğin çelik tel zırhlı veya demir bir boru içerisine monte edilmiş ise, iletken çok daha güçlü bir manyetik alan meydana getirir. Unutulmamalıdır ki, meydana gelecek olan bu sirkülasyon akımları kayıpların artmasına ve kablunun ısınmasına neden olacaktır.

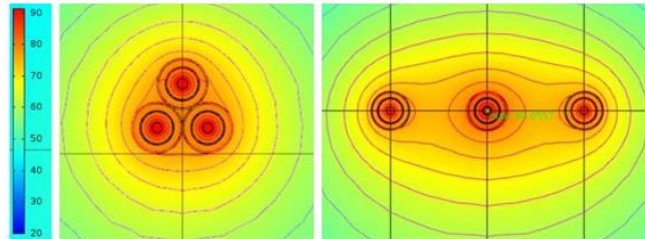
Kablolarda yer alan ekranlar da, yukarıda bahsettiğimiz bu prensibe göre çalışmaktadır. Kablo ekranı, iletken taşıyan sinyali dışarıdan gelen harici elektromanyetik parazitlerden korur ve elektriksel gürültüyü azaltır. Böylece taşıyan sinyalin kalitesi bozulmaz. Ancak işlemin tam anlamı ile yerine getirilebilmesi için, kablo ekranının topraklanması gerekmektedir. Öte yandan, kabloların faz sırası, dizilimi ve montaj tipi oldukça önemlidir. Kablolarda "Faz Sırası ve Kablo Dizilim Konfigürasyonları" hakkında detaylı bilgiye <https://tr.prysmiangroup.com/tr/faz-sirasi-ve-kablo-dizilim-konfigurasyonlari> linki aracılığı ile erişebilirsiniz.

## Kablo Montaj Şekilleri:

Özellikle tek damarlı kablolar, farklı yöntem şekillerine göre monte edilebilirler. Bunların başlıcaları; yonca (üçgen) ve düz (yassı) şeklindeki montaj yöntemleridir. Her montaj tipinin kendisine göre bazı avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Uygulanacak olan montaj yöntemine göre, kablunun akım taşıma kapasitesine etkisinin olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.



Kabloların yonca (üçgen) biçiminde monte edilmesinin temel nedenlerinden biri, kablo damarlarının birbirlerine aynı mesafede konumlandırılmasıdır. Böylece, faz başına oluşan manyetik alanlar ve dolaşan sirkülasyon akımları her kablo için minimize edilerek kayıpların azaltılması sağlanır. Yonca (üçgen) biçiminde montaj, kurulum kolaylığı sağladığından ve daha az alan gerektirdiğinden, alçak ve orta gerilim uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Ancak, düz (yassı) montaja göre ısı yayılımının daha düşük olması nedeniyle, akım taşıma kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

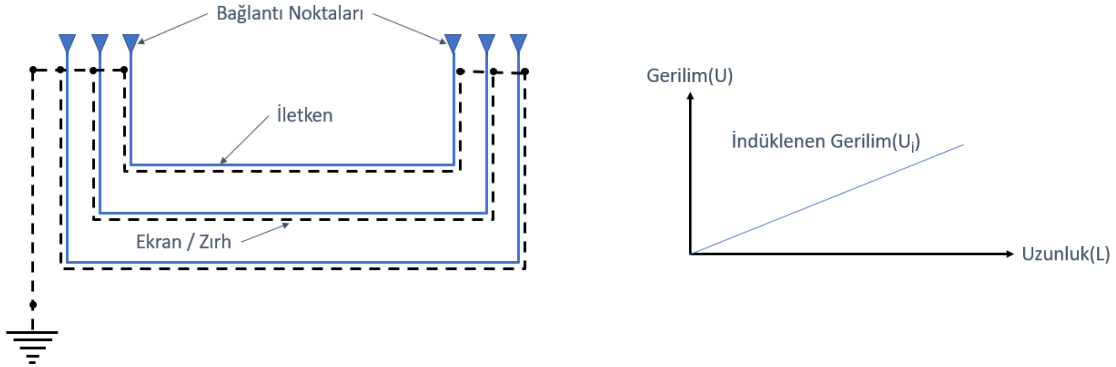


Düz (yassı) şekilde montajın ısı yayılımının daha iyi olması nedeniyle, akım taşıma oranları yonca (üçgen) şeklinde montaja göre daha yüksektir. Ancak, bu montaj şekli yonca (üçgen) şekline göre daha geniş alanlara ihtiyaç duyarken, üç fazlı sistemlerde, merkezde kalan kablo çevresinde yer alan diğer fazlara ait kabloların manyetik alanlarından olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bu olumsuz etki, merkezdeki kabloda yüksek çalışma sıcaklığına ve voltaj dengesizliğine neden olabilir. Bu tür olumsuzlukların önüne geçmek için, kabloların ekranlarının veya zırhlarının topraklanması önem arz etmektedir.

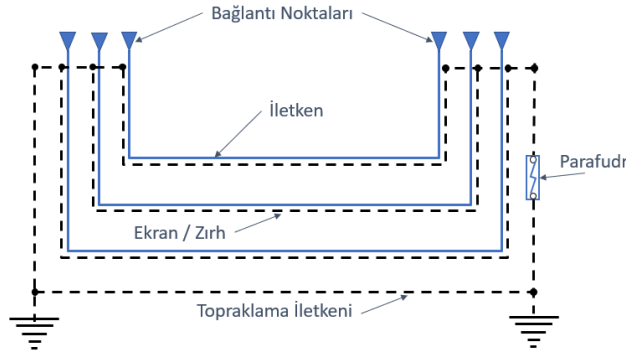
## Kablo Topraklama Tipleri:

### Tek noktadan topraklama (Single-Point Bonding):



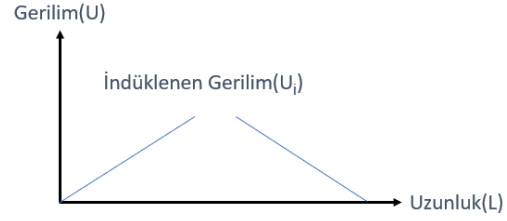
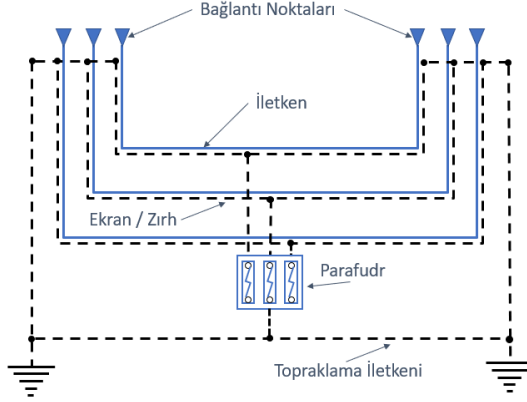
Kablo ekranının ya da zırhının topraklanmasında kullanılan en basit yöntemdir. Sirkülasyon akımlarını sıfırlamak veya harici hata akımlarının dolaşımını engellemek için kablolar uzunlukları boyunca sadece tek bir noktadan topraklanır. Kablo kılıfı ve toprak arasında veya birbirine bitişik olan ekran/zırh üzerinde kablo uzunluğu ve akım ile orantılı olarak, toprak bağlantı noktasından en uzak noktada maksimum olacak şekilde bir gerilim indüklenir. Ancak, ekranın ya da zırhın bir ucunun açık olması sebebiyle, herhangi bir akım dolaşımı yoktur. Dolayısı ile neredeyse hiç ekran/zırh kaybı meydana gelmez. Tek taraflı topraklama sistemlerinde kayıpların az olması nedeniyle, kabloların akım taşıma kapasitesi diğer topraklama yöntemlerine göre daha fazladır.

Bu topraklama modelinde, topraklanmamış olan açık uçlarda maksimum oranda gerilim indükleneyeceği için izolasyonun direnci oldukça önemlidir. Bu nedenle, izolasyonun kaliteli ve iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir. Kablolarda kullanılan "*İzolasyon Malzemeleri*" hakkında detaylı bilgiye <https://tr.prysmiangroup.com/tr/kablo-izolasyon-malzemeleri> linki aracılığı ile erişebilirsiniz.

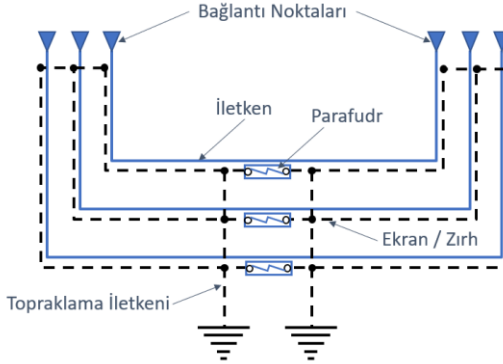


Tek taraftan topraklı sistemlerde, toprak hata akımları mevcut olan harici yollardan geri dönebilir. Kablo güzergahına yakın meydana gelebilecek olan bir toprak arızası, topraklama sisteminin iki ucu arasında potansiyel farkın artmasına neden olarak, insan hayatı ve ekipmanlar için tehlikelere neden olabilir. Toprak arıza akımlarının güvenli olarak tekrar toprağa aktarılmasını sağlamak ve oluşabilecek olan, potansiyel farkı sınırlamak için, tek taraftan topraklı sistemlerde her iki ucu topraklanmış paralel bir topraklama iletkeni kullanılır.

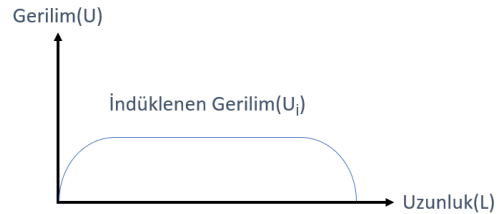
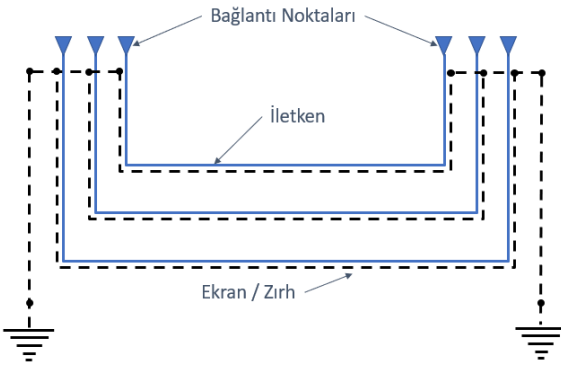
### Bölünmüş tek noktadan topraklama (Split Single-Point Bonding):



Adından da anlaşılacağı üzere, bu kablo topraklama yöntemi tek taraftan topraklama yöntemi ile aynı çalışma prensibine sahiptir. Ancak, tek taraftan topraklı olarak uygulanan hatlara göre, daha uzun mesafelerde uygulamaya daha uygun olan bir yöntemdir. Farklı noktalardan topraklama bağlantısı ile çeşitli şekillerde farklı taleplere cevap vermek için uygulanabilir.

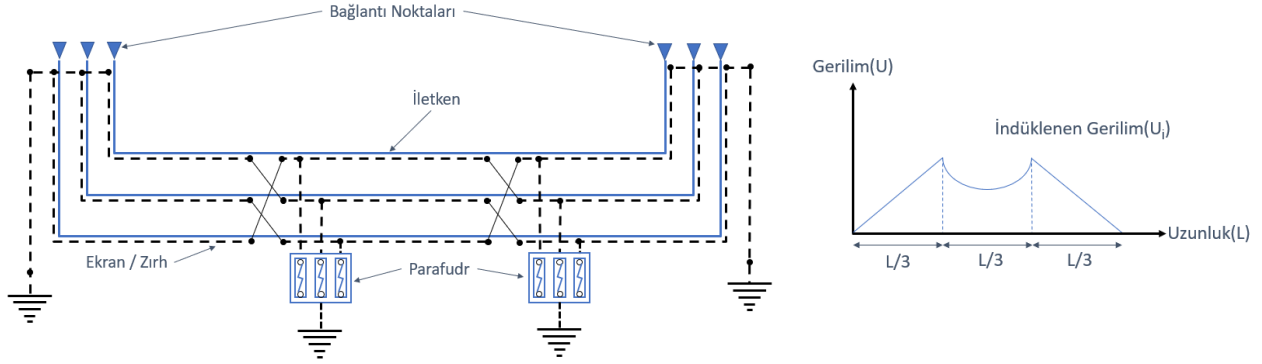


### Her iki noktadan topraklama (Both-End Bonding):



Her iki noktadan topraklama yöntemi, en yaygın ve en basit yöntemlerden biri olduğu kadar, en ekonomik kablo topraklama yöntemidir de diyebiliriz. Çünkü bu topraklama metodunda, tek noktadan topraklama yönteminde, potansiyel farkı sıfırlamak için kullanılan ve kablolarla paralel olarak çekilmiş bir topraklama iletkeni ile herhangi bir Parafudr kullanımına ihtiyaç bulunmamaktadır. Ancak, bu topraklama yönteminde sirkülasyon akımları devamlı olarak ekran/zırh üzerinde akmaya devam ederek, kabloların ısınmasına neden olacaktır. Böylece, kayıplar artacak ve kabloların akım taşıma kapasitesi olumsuz yönde etkilenecektir. Sirkülasyon akımlarının olumsuz etkilerini azaltmak için, genellikle bu yöntemde, kabloların yonca (üçgen) biçiminde monte edilmesi tercih edilir.

## Çapraz topraklama (Cross Bonding):



Çapraz topraklama yöntemi, diğer yöntemlere göre daha uzun mesafelerdeki hatlarda kullanıma uygundur. Bu yöntemde, indüklenerek olan gerilimi ve sirkülasyon akımlarını azaltmak için, sistem bölümlerine ayrılmış olan faz kablolarının ekran/zırhları birbirlerine çaprazlama yapılarak bağlanmaktadır. Bunun başlıca sebebi, kabloların hat boyunca birbirleri üzerinde indükleyecekleri gerilimlerin  $120^\circ$  faz farkı ile vektörel toplamalarının "0" olmasını sağlamaktır. İndüklenerek olan gerilimin sıfırlanması ile ekran/zırh üzerinde ihmal edilebilecek seviyede sirkülasyon akımları meydana gelebilir. Bu akımların etkilerini azaltmak için genellikle, bu yöntemde kabloların yonca (üçgen) biçimde monte edilmesi tercih edilir. Böylece sistemin meydana getirdiği kayıplar daha da azaltılarak kabloların akım taşıma kapasitesinin olumlu olarak etkilenmesi planlanır. Bu yöntem, kullanılacak olan malzemelerin fazlalığı ve daha teknik bir işçilik gerektirdiği için topraklama yöntemleri arasında en pahalı sistemdir diyebiliriz.



- Çaprazlama Kutusu Bağlantı Örneği -

Sonuç olarak, hangi topraklama yöntemini kullanacağımızın birçok farklı parametreye bağlı olduğunu unutmamalıyız. Kablonun güzergahının nasıl olacağı, hattın uzunluğunun ne kadar olduğu, seçilecek olan güzergahın coğrafi konumu, üreticinin üretim uzunluğu gibi birçok etkeni düşünmek ve buna bağlı olarak, kullanılacak olan ekip ve ekipmanların maliyet hesaplarının yapılması gerekmektedir. Enerji iletiminin ekonomik hale getirilmesi için gerekli olan parametreler arasında, kayıpların meydana getireceği maliyetin analizi de mutlaka yer alması gereklidir.