

## ELEKTRİKSEL KISMİ DEŞARJ OLAYI Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.

**Emre ŞİMŞEK**

**Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş. Haktan İş Merkezi No:39 Kat:2  
Setüstü-Kabataş / İstanbul**

**Tel: + 90 212 393 77 55 Fax : + 90 212 393 77 67**

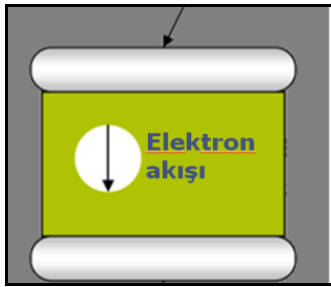
e-posta: [emre.simsek@prysmiangroup.com](mailto:emre.simsek@prysmiangroup.com)

### GİRİŞ

*Elektriksel kısmi boşalma olarak da tanımlanan kısmi deşarj nedir? Orta gerilim ve yüksek gerilim ekipmanlarında kısa ya da uzun sürede oluşan, hatta yıkıcı düzeylere ulaşan bu fiziksel hasarların, izleme ve zamanında tespit ile önüne geçilebilir mi? Kök sebepleri, türleri, detaylı analizleri, testleri, diğer tüm etkileri ve sonuçları ile kısmi deşarjı anlamaya çalışalım.*

### Elektriksel Kısmi Deşarj Nedir?

Elektriksel kısmi deşarj, iki iletken elektrot arasındaki dielektrik malzemenin yapısındaki boşluklar ya da devamlılığındaki problemler sebebiyle tam bir köprü oluşturamaması sonucu oluşan elektriksel boşalma ya da kıvılcımlardır.



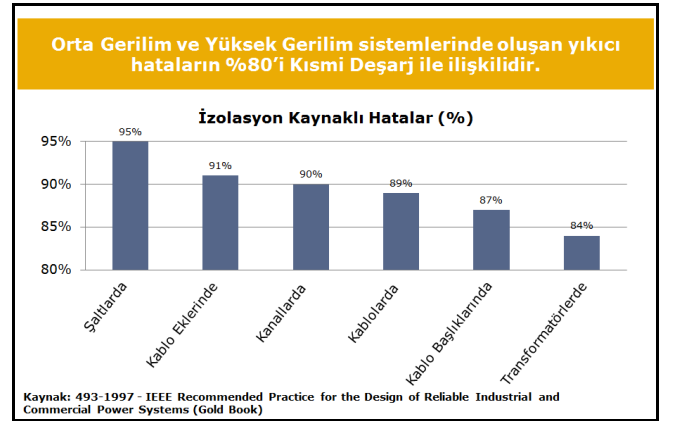
Resim 1: Şematik gösterim

IEC 60270'deki tanımına göre; iletkene bitişik veya ayrıık izolasyonu sadece kısmi olarak aşarak iletkenler arasında oluşan elektriksel boşalmadır. Diğer bir deyişle; iki aktif iletken arasındaki izolasyon malzemesindeki kısmi bozulmadır.

### Nerelerde ve Nasıl Meydana Gelir?

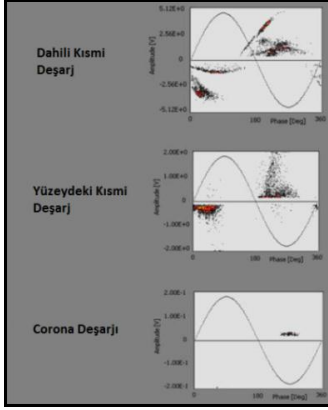
IEEE'nin yaptığı araştırmaya göre; orta gerilim ve yüksek gerilim sistemlerinde meydana gelen yıkıcı hataların büyük bir oranı (%80'i) elektriksel kısmi deşarj kaynaklıdır (Resim 2).

Dielektrik malzemeyi deforme edebilecek kadar güçlü elektrik alanının olduğu her yerde (şaltlarda, kanallarda, kablolarda, kablo başlıklarında, kablo eklerinde, transformatörlerde) elektriksel kısmi deşarj oluşabilir.



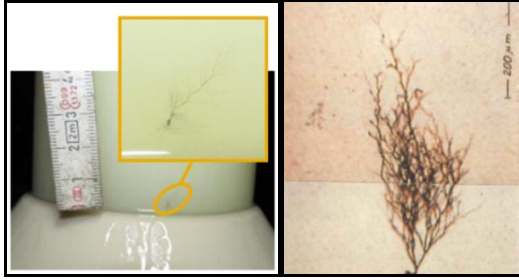
Resim 2: O.G ve Y.G sistemlerindeki izolasyon hatalarının dağılımı.

Bu deşarjlar, katı izolasyon sistemindeki boşluklarda (kağıt, polimer vs.), çok katmanlı katı izolasyon sistemlerinin birleşme yüzeylerinde (farklı izolasyon malzemelerinin dielektrik sabitlerinin farklı olması sebebi ile), sıvı izolasyon sistemlerindeki gaz kabarcıklarında veya gaz ortamındaki iletkenin çevresinde (corona deşarjı) oluşabilir.



Resim 3: Dahili, yüzey ve corona deşarj grafikleri

Genelde 1 mikro saniyeden daha kısa süreli darbeler (puls'lar) şeklinde görülür. Darbeler çok kısa süreli olmalarına karşın, darbe sırasında ortaya çıkan enerji, iletkeni saran dielektrik malzemenin bozulmasına, kontrol edilmeden bırakılması durumunda ise izolasyon hataları ile sonuçlanabilecek kadar güçlüdür.



Resim 4 ve 5: Elektriksel ağaçlanma

Elektriksel kısmi deşarj, yüksek gerilim ile çalışan ya da yüksek gerilim taşıyan cihaz ve malzemelerde normal çalışma koşullarında dahi, yaşlanma kaynaklı bozulmalar, ısıl veya aşırı elektriksel stresler, uygun olmayan kurulumlar, hatalı işçilik veya uygun olmayan tasarımlar sebebiyle oluşabilir. Dielektrik malzeme içinde ilerleyip büyümesi (elektriksel ağaçlanma; Resim 4 ve 5'te görüldüğü gibi) sonucu, izolasyonu yeterince zayıflatıp 3 fazlı sistemlerde fazlar arası ya da faz-toprak arasında kısa devre ile sonuçlanabilir.



Resim 6: Kısmi deşarj sonrası oluşan kısa devre problemi ve gerçekleşen patlama.

Bilindiği üzere bazı elektriksel kısmi deşarjlar, izolasyonun ve dolayısı ile toplam sistemin (örnek: polimerik kablolar ve aksesuarları) sağlığı açısından aşırı derecede tehlikeli iken, yüksek gerilim havai hatlarındaki açık ve keskin noktalarında oluşan corona olayları veya açıkta kullanılan kablo sonlandırma uçlarının dış yüzeyindeki elektriksel kısmi deşarj olmaları ise nispeten daha tehlikesizdir.



Resim 7 ve 8: Dış ortamda kullanılan kablo sonlandırma örneği ve havai hat örneği.

### Kısmi Deşarj Hata Tespiti

Kısmi deşarj ve ilgili hataların tespiti, kısmi deşarj olayının kritik seviyede olup olmadığının karar verilmesi prensibine dayanır.

Düşük seviyedeki kısmi deşarj olayı, "kritik olmayan", "kabul edilebilir" ya da "kısa zamanda orta seviyede bir kısmi deşarj olayına mahal vermez" olarak değerlendirilir.

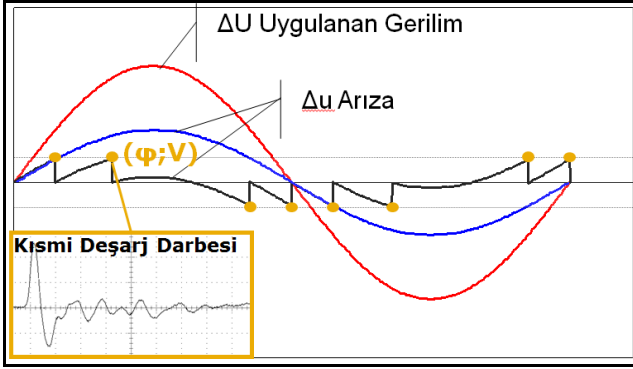
Arızaların tespiti, kısmi deşarj olayının eşik değerlerini (Tablo 1) aşarak kritik seviyede olup olmadığını testler ile belirleyerek gerçekleşir.

### Eşik değerleri;

- 1) Kısmi deşarj olayı mevcut değil ya da kritik seviyelerin altında,
- 2) Kısmi deşarj olayı var ve hatanın ilerleyeceğini, daha detaylı incelemeye ve izlemeye ihtiyaç duyduğunu gösteren bir seviyede,
- 3) Kısmi deşarj olayının çok ilerlediğini, arızanın gerçekleşmek üzere olduğunu ve tehlike arz ettiğini gösteren bir seviyede. Bu seviye, acil inceleme ve müdahale gerektirir.

İzolasyon Modeli	İzolasyon Durumu	Megger Test	Polarizasyon İndeksi Testi	Dielektrik Dayanım Testi	Kısmi Deşarj Testi
	iyi	yüksek	iyi	kaçak akım vs. gerilim: lineer	ölçülemeyen deşarj
	sınırlar dahilinde	uygun	uygun	kaçak akım vs. gerilim: stabil	minimal deşarj, negatif ve pozitif boşalma dengede
	kuru ancak izolasyon delamini	uygun ancak zayıf sonuç	uygun ancak zayıf sonuç	kaçak akım vs. gerilim: olusuz	deşarj gözlemlendi: geleneksel yöntemle tespit edilemeyen izolasyon problemleri var
	zayıf: temizlik, bakım ya da tamirat gerekli			yüksek miktarda kaçak akım. Limitli test gerilimi gerekebilir. Test sırasında potansiyel hata riski	yüksek pozitif polarizasyon deşarjı, muhtemel yüzey hatasının olacağını gösteriyor.
	Kabul edilemez: ağır tamirat ya da yeniden imalat gerekli	düşük	zayıf		yüksek negatif polarizasyon deşarjı, iletkenin yanında boşluk olduğunu gösteriyor.
	tamamen hata oluşmak üzere, deşarj arkları hasar oluşturmuş	çok düşük	çok düşük	yüksek miktarda kaçak akım. Test sırasında muhtemel hata.	minimal deşarj, deşarj arkları kalıcı hasarın olduğu noktaya doğru ilerliyor.

Tablo 1: Orta gerilim / yüksek gerilim kablolarının izolasyonlarında gözlemlenen ve geleneksel test yöntemleri ile belirlenen eşik değerlerinden örnekler.



Resim 9: Uygulanan gerilim altında kısmi deşarj sebebiyle arıza tespit grafiği.

Kısmi deşarj olayı sırasında birçok enerji türü açığa çıkar (elektromanyetik, akustik, termal ve ışık enerjileri). Çıkan bu enerjiler ve ilgili enerji türüne ait test metodları ile kısmi deşarj olayı algılanabilir.

Yayılan Enerji	Metot
Elektromanyetik	UHF Alımı ve Değişken Toprak Voltajı
Akustik	Duyulabilir ve 20kHz Ultrasonic Ses
Termal	Termal Görüntüleme
Işık	Optik ve Mor Ötesi Işın

Tablo 2: Kısmi deşarj tespiti için kullanılan enerjiler ve metodları

### Elektromanyetik Metot

Kısmi deşarj olayı sırasında, deşarjın olduğu kısımdan elektromanyetik (radio) dalga yayılımı gerçekleşir. Bu dalgalar, metal muhafaza içinde akım endüklenmesine sebep olur. Oluşan kısmi deşarj darbelerinin (puls'larının) yüksek frekanslı olması sebebiyle, topraklanan metalin

empedansı küçük voltajlar yaratacak kadar büyük olur. Bu vaka, 1980'lerde keşfedildi ve günümüzde Transient Earth Voltages (TEV) (Değişken toprak voltajı) olarak bilinir. Algılama, el dedektörü şeklindeki metalin yüzeyine kapasitif bir probun temasıyla olur. TEV, izolasyonun içinde oluşan kısmi deşarjı algılamak için kurulmuş bir yöntemdir. Çoğunlukla 200 MHz olmasına karşın, kısmi deşarj kaynaklı elektromanyetik dalganın frekansı 1 GHz fazla olabilir. Bu enerji, Ultra High Frequency (UHF) ekipmanı kullanılarak algılanabilir. Çoklu antenler, "Time-of-Flight" tekniği ile kısmi deşarj kaynağının yerini tespit edebilir.

### Akustik Metot

Hem duyulabilen hem de ultrasonik aralıklarda, yalıtkan yüzeyindeki kısmi deşarj olayı, çevresindeki havanın ani genişlemesine sebep olur ve bunun sonucu olarak bir basınç dalgası oluşturur. Duyulabilir aralıkta gelen ses, tava üzerinde yağda kızartılan bir et parçasından gelen sese benzer. Ultrasonik ise, 20kHz'lik bir ses dalgasıdır. Algılama, 20kHz'e ayarlanmış hassas bir mikروفon yardımıyla yapılır ve duyulabilir frekansta bir sese dönüştürülerek bir kulaklık vasıtası ile duyulur. Bu teknik, metal muhafazanın içindeki ses enerjisinin dışarı çıkabileceği bir aralık olduğunda çok faydalıdır.

### Termal Metot

Kısmi deşarj olayı sırasında, deşarjın olduğu kısımda yüksek akım yoğunluğu sebebiyle sıcak noktalar oluşur. Termal görüntüleme yöntemiyle tespiti mümkündür. Ancak çoğu yüksek gerilim elemanı metal kaplı olduğunda dolayı, termal yöntem ile sıcak noktalara erişim zordur. Bu nedenle termal görüntüleme çoğunlukla pratik değildir.

### Işın Metodu

Kısmi deşarj olayı sırasında, elektronların iyonizasyonu ve rekombinasyon süreci sebebiyle fotonlar harekete geçer. Işık yoğunluğu, esas olarak deşarjın büyüklüğüne ve izolasyon ortamına bağlıdır. Bu olay sırasında ışığın spektrumu, görülebilir aralıktan kızıl ötesine kadar geniş olabilir. Havadaki kısmi deşarj sırasında azot bolluğu hakimdir. Sonuç olarak, optik enerjinin %90'ı mor ötesi bölgede

oluşturulurken, bir kısmı da karanlık ortamda görülebilir aralıkta oluşur. Tabiki tespitinin mümkün olması için, kısmi deşarj olan ekipman görüş mesafesinde olmalıdır.

## Prysmian Group'un Kısmi Deşarj Tanıları Üzerine Çığır Açan Teknolojileri

### Pry-Cam

Anlık kısmi deşarj ölçümleri için tasarlanmıştır. Taşınabilir ve kablosuz tasarımıyla kolay, hızlı ve güvenilir; patentli elektromanyetik hassasiyet teknolojisi ile ileri seviyede kısmi deşarj darbe modellemesi yapar. Galvanik izolasyonu sayesinde operatör için azami güvenlik sağlar, on-line ölçüm yaptığı için sistemin kapatılmasına ihtiyaç duymaz. Ayrıca birçok ekipmanın ölçümünü aynı günde yaparak test esnekliği sağlar.

### Pry-Cam Grids

Sisteme sabitlenerek kısmi deşarj ve sıcaklığı sürekli olarak izlemeyi sağlar.



Resim 10 ve 11: Resim 10: Pry-Cam ve Pry-Cam Grids

Hassas ve gelişmiş tanı sistemine sahiptir. Sisteme sabitlenerek web tabanlı uzaktan izleme imkanı sunar. Tıpkı Pry-Cam gibi galvanik izolasyona sahip olup, gelişmiş kısmi deşarj darbe modellemesi yapar.

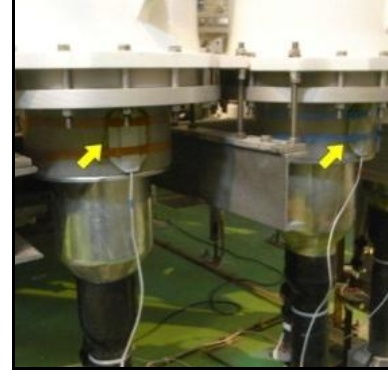
### Pry-Cam Wings Sensör

Kurulacağı ekipman üzerinde sıcaklık ve kısmi deşarj parametrelerinin ölçümü sağlayan sensördür.



Resim 12 ve 13: Pry-Cam Wings Sensör ve Prysmian Enerji sağlama cihazı (sensör için)

İstenilen her cihazın üzerine yapıştırılarak kolay ve hızlı ölçüm yapar. Çalışmak için ihtiyaç duyduğu enerjiyi, kurulum yapıldığı tesisten sağlayamadığı takdirde Prysmian Harvesting Device (Enerji sağlama cihazı) sayesinde kolayca sağlar.



Resim 14: Montajı yapılmış Pry-Cam Wings Sensor.

### DLog

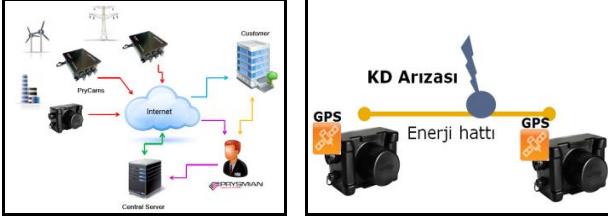
Analog sinyalleri (sıcaklığı, basınç, akım, gerilim gibi.) uzaktan izleme imkanı sunar.



Resim 15: DLog

Analog sinyaller izlemek için 4 adet girişe sahiptir. Programlanan herhangi bir zamanda ölçüm yapabilir. Uzaktan izleme için web tabanlı bir arayüzü vardır.

Prysmian Group'un tüm kısmi deşarj ölçüm teknolojileri, kritik parçalarda oluşabilecek hataları önlemek için rahatlıkla kullanılabilir. Yine tüm ürünlerinde, ölçüm yapabilmek için sistemin enerjisinin kesilmesine ihtiyaç duymazlar. Anlık ya da sürekli izleme ile ölçüm sonuçlarını saklar ve dilendiği zaman kullanılmasına ve değerlendirilmesine imkan sağlar. İstenildiği takdirde iki cihaz uydular üzerinden birbirleri ile de haberleşebilir.



Resim 16 ve 17: Prysmian kısmi deşarj tanı cihazları haberleşme şeması

Prysmian Group olarak, sektöre sadece kabloda değil, kablo sistemlerinde de öncülük yapmaya devam ediyoruz. Çığır açan kısmi deşarj ölçüm teknolojilerimiz ile sistemlerinizin sağlıklı çalışması ve devamlılığı için elimizden geleni yapmaya devam ediyoruz.

[www.prysmiangroup.com.tr](http://www.prysmiangroup.com.tr)  
[www.prysmianperformanstesti.com](http://www.prysmianperformanstesti.com)

#### Prysmian Group Türkiye Hakkında

Prysmian Group Türkiye; merkezi 1964 yılından bu yana, Mudanya'da (Bursa) yer alan Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş. ile 2011 yılında gruba dahil olan Draka Comteq Kablo ve Ltd.Şti. ve Draka İstanbul Asansör İth. İhr. Üretim Tic. Ltd. Şti. firmalarından oluşmaktadır. Prysmian Group Türkiye bünyesinde, bugün yaklaşık 550 kişi çalışmaktadır. Prysmian Group Türkiye'nin ürün yelpazesi kapsamında 220 kV'a kadar olan tüm enerji kabloları, 3.600 çifte kadar bakır iletkenli haberleşme kabloları ile fiber optik kabloları bulunmaktadır. Ayrıca, Draka ile, sadece ana ortaklar seviyesinde gerçekleşen birleşme sonucunda, demiryolu sinyalizasyon kabloları, asansör sistemleri, stüdyo broadcast kabloları ve özel kablolar ürün yelpazesine eklenmiştir. Prysmian Group içinde öncelikli bir ihracat merkezi olan ve 2013 yılında toplam yaklaşık 822 milyon TL olan cirosunun %34'ünü ihraç eden Türk Prysmian Kablo, Borsa İstanbul'da işlem görmektedir. Daha fazla bilgi için : [www.prysmiangroup.com.tr](http://www.prysmiangroup.com.tr)

#### Referanslar

- 1 IEC 60270:2000/BS EN 60270:2001 "High-Voltage Test Techniques - Partial Discharge Measurements"
- 2 493-1997 - IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems (Gold Book)
- 3 Power Cables and their Applications, 3rd edition, 1990, Lothar Heinhold - Siemens