

# FARKLI SU AKIŞ SEVİYELERİNİN ADSS KABLolarIN YAŞLANMA SÜRECİNE ETKİSİ

İbrahim GÜNEŞ  
[gunesi@istanbul.edu.tr](mailto:gunesi@istanbul.edu.tr)

Mukden UĞUR  
[mugur@istanbul.edu.tr](mailto:mugur@istanbul.edu.tr)

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Bölümü  
34320 Avcılar / İstanbul

## ÖZET

*Fiber optik kablolar ile taşınan bilgi elektrik alandan etkilenmemekte ve işaret güvenli bir şekilde taşınabilmektedir. ADSS (All-dielectric-self-supporting) kablolar tamamen dielektrik malzemeden üretilmiş fiber-optik kablolardır. Yüksek gerilim enerji nakil hatlarında data transferi için kullanılan bu kablolar enerji nakil hatlarının 3-6 m aşağısına yerleştirilirler [1,2]. Kablo dış yüzeyi çeşitli polietilen malzemelerden yapılmaktadır. Kablolar kullanım aşamasında hem elektrik alan etkisine, hem de rüzgar, sıcaklık, nem, titreşim, kirlilik v.b. dış etkenlere maruz kalmaktadırlar. Bu şartlar altında kablo yüzeyinin ıslak olması sonucu elektriksel atlamalar gerçekleşmekte ve oluşan deşarjlar kablo yalıtımında bozulmaya neden olmaktadır. Kablonun yaşlanma süreci çevresel etkiler nedeniyle değişmekte ve dolayısıyla kablolar kullandıkları bölgedeki dış etkiler altında farklı servis ömürlerine sahip olmaktadır [3].*

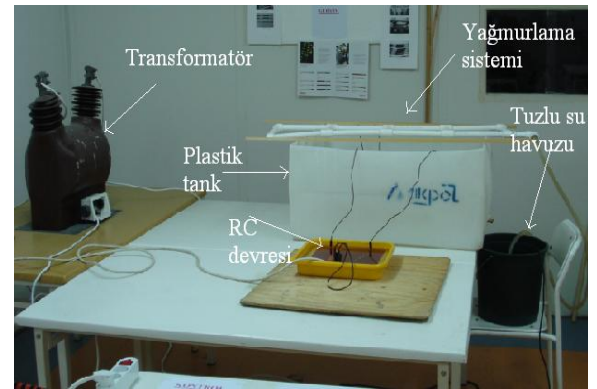
*Bu çalışmada farklı iklim koşullarının ADSS kabloların kullanım süresini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla, laboratuvar ortamında farklı yağış seviyelerinin elde edilebileceği bir test düzeneği hazırlanmıştır. Yağış şeklinin yoğunluğuna göre kablo yüzeyinde oluşan ıslak yüzeyin değiştiği ve bu değişimin kablo yaşlanma sürecini değiştirdiği gözlenmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** ADSS fiber-optik kablo, Yaşlanma, Enerji iletim hattı, Farklı su akış seviyeleri

## 1. TEST YÖNTEMİ

ADSS kablolarının çevresel etkenler altındaki performansları kuru yüzeyde elektriksel ark oluşumu (Dry-Band Arcing) test yöntemi ile incelenmektedir. Testler IEEE 1222 ADSS Electrical Test standartlarında belirtilen kriterlere göre yapılmaktadır. [4] Deneylerin ana konsepti, enerjilendirilmiş kablo üzerine bir kaç dakika %1 oranında tuzlu su içeren bir sıvının püskürtülmesi

sonucu oluşan deşarjların kablo üzerinde meydana getirdiği deformasyonun incelenmesidir. Bu testte kablo dış kılıfında (cable jacket) meydana gelen aşınma gözlemlenmekte ve bu sürece etki eden faktörler incelenmektedir [5]. Çalışma kapsamında kablolar üzerinde ıslak yüzey oluşturma aşamasında farklı miktarlarda yağmurlama şekillerine göre testler yapılmıştır. Yağış miktarının değişimi, kablo yüzeyinde oluşan ıslak alanı etkilemekte ve elektriksel atlamaların sayısı ve şiddeti de buna bağlı olarak değişmektedir. Test edilen örneklerde elektrotlar arası mesafe 4 inch (102 mm) olup, elektriksel atlamalar bu iki elektrot arasında gerçekleşmektedir [6,7]. Test sırasında kablo üzerine elektrotlar arası yüzey ıslanacak şekilde su püskürtülmekte ve oluşan ıslak yüzeyde ısı etkisi ile zamanla kuru bölgeler oluşup elektriksel atlamalar gerçekleşmektedir. Deneyler sırasında farklı kanallarda test edilen kablolar için, kablo yüzeylerinde farklı yağış seviyeleri ile ıslak yüzey oluşturulmuştur. Testler orta seviye kirlilik değerleri için standart olarak belirlenen 13.1 MΩ ve 200pF devre parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test düzeneğinin bir bütün olarak görünümü Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Kablo örneklerinin test edildiği deney düzeneği

Kablo testleri sırasında yapılan deneylerde her bir çevrim için uygulanan teknik değerler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Bir çevrim için teknik değerler

Bir çevrim için teknik değerler	
Suyun tuzluluk oranı	1% (17.2 mS)
Toplam süre	30 dk
Yağmurlama süresi	2 dk
Ark için beklenen süre	28 dk
Uygulanan gerilim	25 kV
R	13.1 MΩ
C	200 pF

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

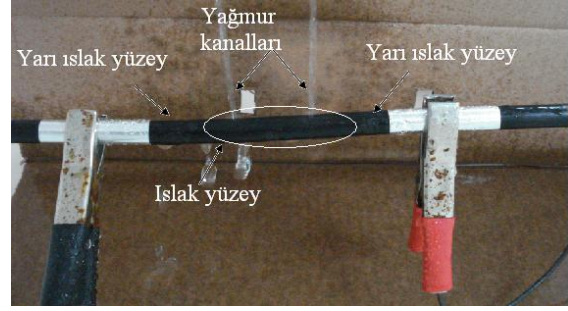
Testler, IEEE 1222 standartları uyarınca kuru yüzeyde elektriksel atlamaların incelendiği deney düzeneğini kullanarak İstanbul Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Yüksek Gerilim laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Test örnekleri üzerinde üç farklı kanalda farklı yağmurlama miktarları ile ıslak yüzey oluşturuldu.

Birinci kanalda test edilen kablo yüzeyine yağmurlama sistemindeki bir yağmurlama deliğinden elektrotlardan 51 mm uzaklıkta orta noktada su akışı gerçekleştirilmiştir. Bu bölgede toplam 3 cm uzunluğunda tamamen ıslak kısımlar ve elektrotlar arası geri kalan kısımda ise su damlalarının sıçraması sonucu yarı ıslak bölgeler oluştuğu gözlemlenmiştir. Bir kanaldan yapılan yağmurlama sonucu test örneği üzerinde oluşan ıslak yüzey Şekil 2' de görülmektedir.



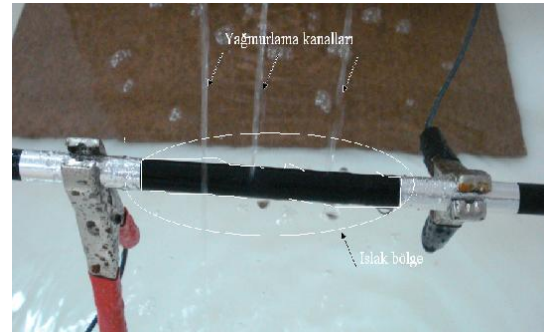
**Şekil 2.** Test örneği üzerinde bir yağmurlama kanalı ile ıslak yüzey oluşturulması

İkinci kanalda yer alan test örneği için, yağmurlama sisteminde bulunan iki adet yağmurlama deliğinden su akışı gerçekleştirilerek kablo üzerinde ıslak yüzey oluşturulmuştur. Bu işlem sonucunda kablo yüzeyinde elektrotlara uzaklığı 1.3cm - 1.6cm arasında değişen 3cm genişliğinde iki adet tamamen ıslak yüzey oluştuğu ve elektrotlar arası geri kalan yüzeyde de yarı ıslak alan oluştuğu gözlemlenmiştir. İki kanaldan yağmurlama ile test örneği üzerinde oluşan ıslak yüzey ve yarı ıslak yüzey görüntüleri Şekil 3'te görülmektedir.



**Şekil 3.** Test örneği üzerinde iki yağmurlama kanalı ile ıslak yüzey oluşturulması

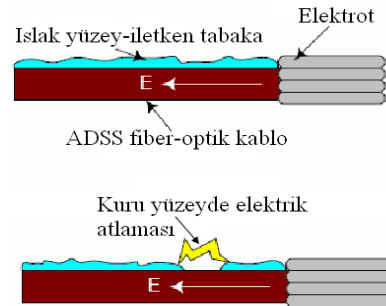
Üçüncü kanalda yer alan test örneği üzerine yağmurlama delikleri arası mesafe 30 mm olarak ayarlanarak üç adet yağmurlama deliği ile sulama yapılmış ve kablo yüzeyinin tamamen ıslanması sağlanmıştır. 2 dk yağmurlama sonucu kablo yüzeyinin tamamen ısladığı, zamanla kısa devre akımının yarattığı çevresel ısı etkileri nedeniyle de yüzeyde kuru bölgelerin ve elektriksel atlamaların oluştuğu gözlemlendi. Üç kanaldan yağmurlama sonucu test örneği üzerinde oluşan ıslak bölgeler Şekil 4' te görülmektedir.



**Şekil 4.** Test örneği üzerinde üç yağmurlama kanalı ile ıslak yüzey oluşturulması

## 3. BULGULAR

Deneylerde, ıslak yüzeyin bazı bölgelerde kuruması sonucu bu bölgelerde oluşan elektriksel atlamalar ve bu elektriksel atlamaların kablo yalıtkanına verdiği zarar incelenmiştir. Kuru bölgelerde elektriksel atlamaların nasıl gerçekleştiği Şekil 5' te görülmektedir. [8]

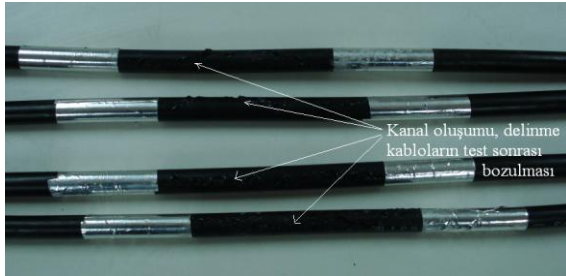


**Şekil 5.** Kuru bölgelerde elektriksel atlama model anlatımı

Farklı yağmurlama seviyeleri için 5' er adet kablo örneği test edilmiştir. Bir kanaldan yağmurlama yapılması sonucu test örneği üzerinde oluşan ıslak yüzeyin 2-3 cm aralığında, diğer kısımların ise yarı ıslak durumda olduğu gözlenmiştir. Kablo üzerindeki elektriksel atlamaların diğer yağmurlama sistemleri altında test edilen kablolarla daha az olduğu ve dolayısıyla kuru bant elektrik atlamalarının azlığının kabloların yaşlanmasını geciktirdiği gözlenmiştir.

İki kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ise test örneğinin yüzeyinde bir önceki yağmurlama sistemine oranla daha geniş bir ıslak yüzey oluştuğu ve bu ıslak yüzeyin yarı ıslak yüzeyle birleşmesi sonucu kısa devre olan elektrotlar arasında yer alan bölgede, akımın meydana getirdiği ısı etkisi nedeniyle kuru bölgeler ve deşarjlar oluştuğu görülmüştür. Oluşan bu deşarjların bir önceki sistemde test edilen kablolarla oluşan deşarjlardan sayıca daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Üç kanaldan yağmurlama yapılması sonucu kablo yüzeyinin tamamen ıslandığı ve elektrotlar arası kısa devre oluştuğu görüldü. Test standartlarında yer alan ilk 2 dk. yağmurlamadan sonra, ıslak yüzeydeki kısa devre akımı etkisi ve çevresel faktörlerle yüzeyde kuru bölgeler oluştuğu ve bu bölgelerde deşarjların gerçekleştiği, oluşan elektriksel atlamaların kablo yalıtımına ikinci çevrimden (ikinci 30 dk.lık zaman dilimi) itibaren zarar verdiği ve kablo yüzeyinde aşınmalar oluşturduğu görüldü. Deney sonrası test örneklerinin görünümü şekil 6'da yer almaktadır.



**Şekil 6.** Test örneklerinin deney sonrası görünümü

Bir, iki ve üç kanaldan yağmurlama sonucu test örneği üzerinde ıslak yüzey oluşumu ve kuru bölgelerdeki elektriksel atlamaların kablo yüzeyini aşındırması sonucu kabloların bozulması ile sonuçlanan test sürecinin her bir kablo için test sonuçları Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'te verilmiştir

**Tablo 2:** Bir kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ADSS kabloların bozulma zamanları

Örnek No	Çevrim sayısı
1	37
2	29
3	35
4	32
5	35
Ortalama	33.6

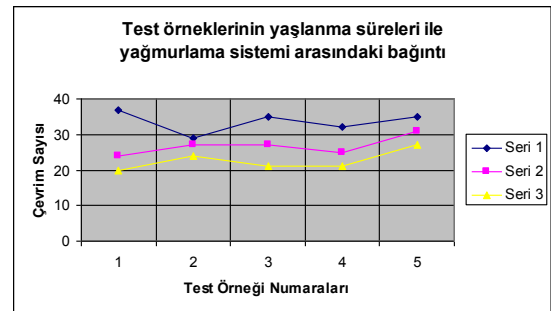
**Tablo 3.** İki kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ADSS kabloların bozulma zamanları

Örnek No	Çevrim sayısı
1	24
2	27
3	27
4	25
5	31
Ortalama	26.8

**Tablo 4.** Üç kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ADSS kabloların bozulma zamanları

Örnek No	Çevrim sayısı
1	20
2	24
3	21
4	21
5	27
Ortalama	22.6

3 farklı şekilde gerçekleştirilen yağmurlama biçimine göre kabloların yaşlanma sürelerini gösteren grafik şekil 7'de görülmektedir.



Seri 1: Bir kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ADSS kabloların bozulma zamanları  
Seri 2: İki kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ADSS kabloların bozulma zamanları  
Seri 3: Üç kanaldan yağmurlama yapılması sonucu ADSS kabloların bozulma zamanları

**Şekil 7.** Test örneklerinin yaşlanma süreleri ile yağmurlama sistemi arasındaki bağıntı

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kabloların yüzeyleri tamamen ıslanınca, zamanla ıslak bölgede oluşan kısmi kuru bölgeler elektrik atlamasına neden olmaktadır, test sonuçlarında ortalama değerler incelendiğinde, bir kanaldan yapılan yağmurlama sonucu test örneği üzerinde küçük çapta elektrotlar arası ıslak bölge oluştu ve yarı ıslak bölgedeki su damlacıkları nedeni ile oluşan deşarjlar sonucu kablonun ortalama yaşlanma süresi 33.6 çevrim (33.6X30dk) olarak belirlendi, kablo yüzeyinde oluşan ıslak bölgenin büyümesi ile deşarjlar arttı ve kablo ömrünün azaldığı görüldü, iki kanal ile yağmurlama sonucu elde edilen test sonuçlarına göre kablonun ortalama yaşlanma süresi 26.8 çevrim (26.8X30 dk) olarak belirlendi. Üç kanal ile yapılan yağmurlamada test örneğinin tamamı ıslak yüzey halini alıp, zamanla kuru bölgeler oluşması sonucu kablonun daha geniş bir yüzeyinde ve daha sıklıkla deşarjlar gerçekleşti, bunun sonucu test örneklerinin ortalama yaşlanma süresi 22.6 çevrim (22.6X30dk) olarak tespit edildi. Kablo yüzeyinin ıslaklık seviyesi arttıkça kablo üzerinde deşarjların artması sonucu test örneklerinin daha kısa sürede bozuldukları belirlendi. İklim şartlarına göre fazla yağış alan bölgeler ve kablo yüzeyinde ıslak yüzey oluşmasına neden olacak çığ, kırağı, yağmur, kar v.b doğa olaylarının sık görüldüğü bölgelerde ADSS kabloların kullanım ömürlerinin daha az olacağı ortaya çıkmaktadır.

#### 5. KAYNAKLAR

- [1] G. Karady, E. Al-Ammar, B. Shi and M. W. Tuominen, "Experimental Verification of The Proposed IEEE Performance and Testing Standard for ADSS Fiber Optic Cable for Use on Electric Utility Power Lines", IEEE Trans. Power Del., vol. 21, no. 1, pp. 450-455, Jan. 2006.
- [2] G. Karady and D. Srinivasan, "Algorithm to predict dry-band arcing in fiber-optic cables," IEEE Trans. Power Del., vol. 16, no. 2, pp. 286-291, Apr. 2001.
- [3] G. Carlton, A. Bartlett, C. Carter, and T. Parkin, "UK power utilities, experience with optical telecommunications cabling systems," Power Eng. J., vol. 9, pp. 7-14, Feb. 1995.
- [4] IEEE Standard for All Dielectric Self Supporting Fiber Optic Cable (2004).
- [5] G. Karady, G. Besztercey, and M.W. Tuominen, "Corona caused deterioration of ADSS fiber-optic cables on high-voltage lines," IEEE Trans. Power Del., vol. 14, no. 4, pp. 1438-1447, Oct. 1999.

[6] F. Kaidanov, R. Munteanu, and G. Sheinfain, "Damages and destruction of fiber optic cables on 161 kV overhead transmission lines," IEEE Elect. Insul. Mag., vol. 16, no. 4, pp. 16-23, Jul. 2000.

[7] S. M. Rowland, K. Craddock, C. N. Carter, I. Houghton, and D. Delme-Jones, "The development of a metal-free, self-supporting optical cable for use on long span, high voltage overhead power lines," in Proc. Int. Wire Cable Symp., 1987, pp. 449-456.

[8] C. N. Carter, "Dry band electrical activity on optical cables separately strung on overhead power lines," in Proc. Int. Wire Cable Symp., 1988, pp. 117-121.