

Yüksek gerilim teçhizatlarında dış etken kaynaklı arızaların analizi ve azaltılması

Onur AKALP^{*}1, İbrahim KAYA², Serhat Berat EFE³

¹ TEİAŞ 19. Bölge Müdürlüğü, Finike Başmühendisliği, Antalya

² Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

³ Bitlis Eren Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bitlis

Makale Gönderme Tarihi: 19.02.2016

Makale Kabul Tarihi: 04.05.2016

Öz

Bu çalışmada, yüksek gerilim güç sistemlerinde arızaların en çok yaşandığı teçhizatlar olan izolatörler ve porselen dış yüzeye sahip şalt ekipmanları incelenmiştir. Bu teçhizatlarda arızalara neden olan dış ortam etkileri belirlenmiştir.

Dış ortam etkilerinin teçhizatlar üzerinde meydana getirdiği arızalar aşama aşama incelenmiştir. Kirlilik etmenlerinin ortamın nemli ve yağışlı yapısıyla birleşerek izolatör yüzeylerinde yüzey kaçak akımları oluşturduğu, oluşan kaçak akımların kuru band bölgelerini meydana getirdiği bilinmektedir. İzolatör yüzeyinde oluşan kısmi arkların tüm yüzeye yayılarak atlamaya neden olması sonucu izolatörde deformasyon oluştuğu saptanmıştır. Bu arızaların sonucunda elektrik kesintileri ve maddi kayıplar oluşmaktadır.

Bu çalışmada, meydana gelen bu arızaların azaltılması için porselen izolatörlerin silikon kaplama materyalleriyle kaplanması ya da silikon izolatörlerle değiştirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur. Yüksek gerilim şalt ekipmanlarının da silikon kaplamayla kaplanması gerekmektedir. Bu yöntem ile porselen izolatörlerin hidrofobikliğinin artırılması ve bu sayede yüzey kaçak akımlarının bastırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Porselen izolatör; Yüksek gerilim arızaları; Kuru band; Silikon kaplama;

Giriş

Kirlenmiş yüksek gerilim porselen izolatörlerinin neden olduğu yüzeysel atlamalar, enerji iletim sistemlerinde görülen en önemli problemlerden biridir. Kirlenme atlaması da denilen bu atlamalar, kirli izolatör yüzeyinde deşarjların oluşması ve yüzey boyunca yayılması sonucu meydana gelir. Bir kirlenme atlaması, izolatör yüzeyinin çevresel şartlar altında iletken bir kir filmi ile kaplanması sonucu yüzey boyunca akan kaçak akımların açığa çıkardığı ısı enerjisinin oluşturduğu kuru kir bölgelerinde ön deşarjların tutuşması ve ön deşarjların kirli izolatör yüzeyi boyunca yayılması olarak incelenebilir (Cebeci ve Öztürk, 2011, Gençoğlu ve Cebeci, 2008). Bu deşarjlar elektrik kesintilerine ve maddi zarara neden olan tam parlamanın oluşmasına neden olurlar.

Porselen izolatörlerin maruz kaldığı farklı doğal kirlenmeler vardır. Bunlar:

- Çöl kirlenmesi: Bu tip kirlenmeler analiz edildiğinde kirletici maddelerin sülfat ve klor olmak üzere, %18 çözünebilir tuz, %10 CaSO₄, %3 NaCl ve %0.5 KCl karışımından oluştuğu görülmüştür.
- Endüstriyel kirlenmeler: Fabrikaların bulunduğu bölgelerde kullanılan izolatörlerde görülen kirlilik etmenleri içinde, çimento tozları, fabrika gaz ve dumanlarının kimyasal bileşenleri bulunmaktadır (Gouda, 1990).
- Deniz kirlenmesi: Rüzgâr tuzlu su damlacıklarını izolatör yüzeyine taşır. İzolatör yüzeyini kaplayan bu tuzlu su damlacıkları yüksek iletkenlik gösterir. Kuruma sonucu izolatör yüzeyi ince bir film ile kaplanır. Bu işlem birkaç saat içerisinde gerçekleşir. İzolatör yüzeyindeki iyileşme süresi ise 8 ile 12 saat arasındadır. Sonuç olarak kirlenme periyotları arasında kısmi bir iyileşme beklenir. Rüzgârın esme yönüne bağlı olarak kirlenme periyotları değişir. Denizden karaya doğru esen rüzgarlar kirliliğe sebep olurken karadan denize doğru esen rüzgarlar veya güneş ışığı ile desteklenen durgun şartlar, kuruma ve iyileşmeye neden olur (Türkyurt, 2010).

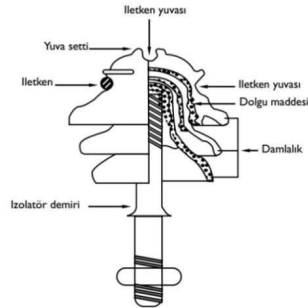
Bu makale 5 bölümden oluşmaktadır. Teçhizatlar bölümünde yüksek gerilim tesislerinde arızalardan en çok etkilenen ekipmanlar tanımlanmıştır. Yüksek gerilim arızalarının analizi bölümünde bu tip tesislerde görülen dış etken kaynaklı arızaların analizi yapılmıştır. Materyal ve yöntem bölümünde makalede belirtilen arızaların azaltılması için önerilen yöntemler belirtilmiştir. Aynı zamanda uygulama bölümünde ise önerilen bu yöntemlerin gerçek sistem üzerindeki başarımları irdelenmiştir. Sonuçlar ve tartışma bölümünde ise söz konusu yöntem ile ilgili öneriler sunulmuştur.

Teçhizatlar

Yüksek gerilim tesislerinde arızalara doğrudan maruz kalan çeşitli elemanlar mevcuttur. Arızalardan en çok etkilenen ekipmanlar aşağıda açıklanmıştır.

İzolatörler

Sistemde mekanik olarak enerjili devreyi taşıyan, elektriksel olarak ise potansiyel farkların etkisinde kalan malzeme ya da iletkenlerin yalıtımını sağlayan elemandır. Porselen, cam veya epoksi malzemeden imal edilirler. Kullanım yerlerine göre ise; mesnet, taşıyıcı, gergi, durdurucu, zincir, v.b. şekilde adlandırılırlar. Şekil 1’de porselen bir izolatörün yapısı görülmektedir.



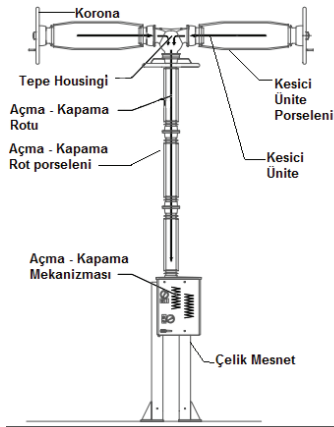
Şekil 1. Porselen izolatör yapısı

Porselen izolatörün dış gövdesi, yüksek dielektrik dayanım sağlayan porselen sır madde ile kaplıdır.

Porselen izolatörler % 25 kuvars, % 25 feldispat ve % 50 kaolin karışımından imal edilirler. Ham porselen izolatör önce 900-1000 °C'de sonra da 1400 °C'de sır maddesine daldırılıp çıkarıldıktan sonra pişirilerek elde edilir. İzolatörün yüzeyini kaplayan bu sır maddesi, parlak ve düzgün bir yüzey sağlar(Çetin vd., 2005).

Kesiciler

Yük altında veya arıza durumlarında elektrik devrelerini açıp kapamak için kullanılan ve ortaya çıkan arkı çok kısa sürede söndürebilen, dolayısıyla devreyi enerjisiz hale getiren elemanlardır. Kısa devre hâlinde otomatik olarak açılıp kapanabildikleri gibi kumanda yardımı ile de açılıp kapanmaya olanak sağlarlar. Şekil 2'de yüksek gerilim harici tip bir kesicinin yapısı görülmektedir.



Şekil 2. Harici tip kesici

Kesicinin dış yüzeyini çevreleyen porselenler içerisinde kesici açma-kapama rotu ile kesici ünitelerini barındırır ve aynı zamanda bu bölmelerin içerisinde SF₆ gazı bulunur.

Ayırıcılar

Kontaklarının açık veya kapalı olduğu fiziki olarak gözle görülebilen, yüksüz elektrik devrelerini açıp-kapatmak için kullanılan teçhizatlardır.



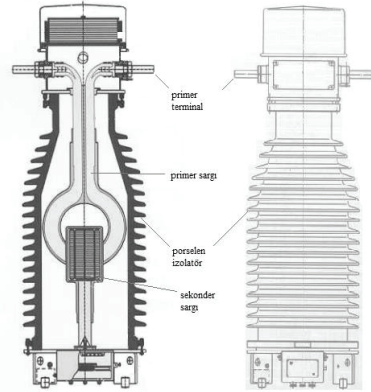
Şekil 3. Harici tip ortadan açmalı ayırıcı

Bir ayırıcı; şasi, mesnet izolatörler, sabit kontaklar, mekanik sistem, kilit tertibatı ve yaylardan oluşur. Şekil 3'te harici tip ortadan açmalı bir yüksek gerilim ayırıcısı görülmektedir. Harici tip ayırıcılar porselenen yapılır.

Akım trafoları

Bağlı oldukları devreden geçen akımı, belli oran dâhilinde küçülterek, bu akımla sekonder terminallere bağlı ölçü aletlerini, sayaçları ve röleleri besleyen ve onları yüksek gerilimden koruyan ölçü trafolarıdır. Şekil 4'te harici tip bir akım trafosu görülmektedir.

Akım trafosu primer sargı, sekonder sargı, manyetik nüve, gövde ve izolatörden oluşur.

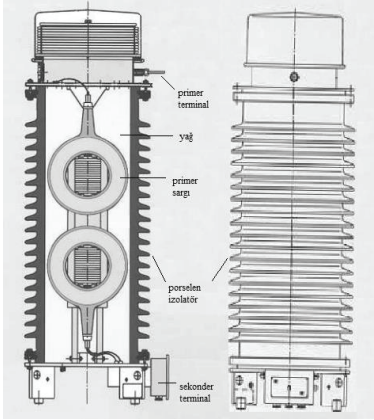


Şekil 4. Harici tip akım trafosu

Gerilim trafoları

Bağlı oldukları devredeki primer gerilimi belli oran dâhilinde küçülterek, bu gerilimle sekonder terminallerine bağlı aletleri (voltmetreler, sayaç ve wattmetrelerin gerilim devreleri vb.) besleyen ve onları yüksek gerilimden koruyan ölçü trafolarıdır. Şekil 5'te harici tip bir gerilim trafosu görülmektedir.

Bir gerilim trafosu primer sargı, sekonder sargı, manyetik nüve, izolasyon malzemesi ve izolatör dış yüzeyinden oluşur.

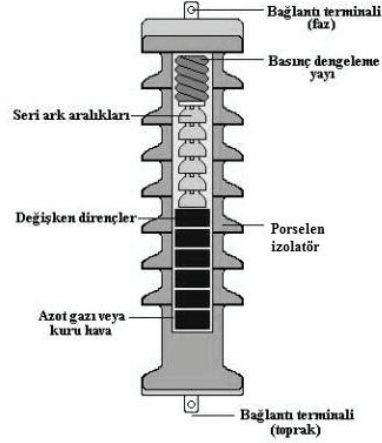


Şekil 5. Harici tip gerilim trafosu

Parafudrlar

Yüksek gerilim sisteminde veya sisteme bağlı cihazlarda yıldırım düşmesi sonucu oluşabilecek dış yüksek gerilimlere karşı koruma görevi gören, büyük akım darbelerini toprağa ileterek aşırı gerilimleri şebeke izolasyonu içinde zararsız hale getiren teçhizattır. Şekil 6'da harici tip bir parafudr görülmektedir.

Bir parafudr değişken dirençler, seri ark aralıkları, basınç dengeleme yayı, azot gazı veya kuru hava ve porselen izolatörden oluşur.



Şekil 6. Harici tip parafudr

Yüksek gerilim arızalarının analizi

Bu bölümde yüksek gerilim sistemlerinde görülen dış etken kaynaklı arızalar analiz edilecektir.

Porselen izolatörlerin yüzeyinde, baca emisyonları, rüzgârla gelen kül, is, deniz tuzu, kimyasal atık, çimento tozu v.b. etkiler sonucunda bir kir tabakası oluşur. Bu tabaka, izolatör yüzeyinde iletken ortam oluşturur ve sızıntı akımlarının akmasına yol açar. Kirlenme miktarı ve uygulanan gerilim ne kadar büyük ise, sızıntı akımının değeri de o kadar büyük olur.

Yüzeyi kir tabakasıyla kaplanmış izolatörlerin istenilen performansta çalışması beklenemez. Çünkü izolatör asıl görevini yitirip iletken haline alır. Bu durumda izole edilmek istenilen bölge ile enerji taşıyan iletkenler arasında atlamaların meydana gelmesi kaçınılmazdır.

İzolatör yüzeyinde biriken kir tabakası, kar ve yağmur sularıyla daha da büyük problemler meydana getirebilir. Zira kir tabakası üzerindeki çözülen tortular, rutubetin etkisiyle yüzey direncini oldukça azaltır. Yüzey direncinin azalması, sızıntı akımının daha da büyümesi demektir. Yüzeyde parçalanamayan tortular ise,

çözülebilir tortuların tutunmasını sağlarlar (Lee, 1995).

Kirlenmemiş temiz bir izolatörün yüzey direnci yüksektir. Böyle bir izolatörün yüzeyinde oluşan sızıntı akımı düşük ve aynı zamanda kapasitif olur. Yüzeyi kirli bir izolatör ise yağmur ile birlikte rezistif karakteristik özellik göstermeye başlar (İzgi vd., 2005).

Kirlilik izolatörün hem izolasyon özelliğini kaybetmesine hem de sistem maliyetlerinin artmasına neden olur. Çünkü kirlenmiş bir izolatör yüzeyinde zamanla çatlaklar, bozulmalar ve hatta dağılmalar görülür. Servis harici olan izolatörün yerine yeni izolatör monte edilinceye kadar sistem enerjisi kalır. Bu da, özellikle endüstriyel tesisler için ekonomik kayıp demektir (Çetin vd., 2005).

İzolatörlerin yüzey kirlenmesi

İzolatörün yüzeyinde iletken kir filminin teşekkülü için,

- İzolatörün yüzeyinin kir tabakasıyla kaplanması,
- Bu kir tabakasının rutubetle birleşerek iletken hale gelmesi gereklidir.

Problemin en önemli kısmı izolatörlerin kirlenmesidir. Arızalara neden olan kir cinsleri çok çeşitlidir. Bunlardan bazıları (a) sahil veya deniz kirlisi ve (b) endüstriyel kirlilerdir. Sahil bölgelerindeki izolatörlerde rüzgâr vasıtasıyla birikmiş tuzlu deniz suyu kirlenmesi ve arızalar görülür. Sahil bölgelerinde meydana gelen kirlenme etkileri deniz suyundan ibarettir.

Kirlenme arızaları çoğunlukla rüzgârın denizden sahile doğru estiği zamanlarda ve fırtınada gerçekleşir. Arızanın ne zaman meydana gelebileceği önceden kestirilemez. Aniden meydana gelen bir fırtınada temiz bir izolatörde bile atlamalar görülebilir.

Sahilden uzakta bulunan endüstri bölgelerindeki izolatörler ise endüstriyel kirlere maruz kalırlar. Bu kirliler üç grupta toplanmıştır:

1 - Meskûn bölgelerdeki kirliler (toz, duman v.s.),

2 - Endüstriyel bölgelerdeki kuru kirliler (kül, is, kömür, çimento tozları, oksitler, tuzlar v.s),

3 - Kimyasal artıklar (klor, flor, kükürt ve bunların oksijen hidrojen bileşikleri).

Rutubetin etkisi

Porselen yüzeyi kuru kir tabakası ile kaplanan izolatörün zinciri boyunca potansiyel dağılım homojen olmaz. Kir tabakasıyla kaplanan kuru bir izolatörün performansında önemli bir değişiklik olmaz. Ancak izolatör rutubetin etkisi altında kaldığında kir tabakasındaki çözünbilir iletken maddeler izolatör yüzeyinde iletken bir film oluşturarak yüzey boyunca akım sızmalarına sebep olur.

İzolatörlerde ıslanma değişik şekillerde gerçekleşir. Sağanak şekilde yağın yağmur izolatörün yüzeyinde biriken çözünbilir kirliler kolayca yıkar. Yıkamanın gerçekleştiği ilk anda oluşan kirli su ile iletken direğe kısa devre olabilir. Yağışın olmadığı ve kurak dönemin uzun sürdüğü kirlenme dönemlerinden sonra ortaya çıkan ani sis çok tehlikeli olur. Bilhassa endüstriyel bölgelerde izolatörlere etki eden kir, etkili yağışın yaşanmadığı sis, çığ, çiseleyen yağmur ve kırağı gibi durumlarda yıkanma etkisi oluşmadığından yüzeyde iletken bir film meydana getirir. İzolatör yüzeyinin her bölgesi rutubete aynı oranda maruz kalmaz. Bu yüzden izolatör yüzeyi, iletkenliği her noktada farklı olan ve homojen olmayan iletken bir film tabakasıyla kaplanır.

Kuru bandların oluşması ve elektriksel deşarjın meydana gelmesi

Kirli ve rutubetli hallerde izolatör yüzeylerinde elektriksel deşarjların oluştuğu ve bunun sonucunda kısa devrelerin meydana geldiği bilinen gerçeklerdendir. Hava ortamında elektriksel bir deşarjın oluşması için ortalama 30 kV/cm'lik bir alan şiddeti gereklidir. Nominal gerilim ve kuru şartlar altında bir izolatör zinciri boyunca gerilim düzenli olup elektrik alanı ortalama 500 V/cm dir. Kirlilik etkenleri ve rutubetin etkisi altında izolatör yüzeyinde bazı noktalarda elektrik alanı havanın dielektrik dayanımını aşar ve deşarjlar meydana gelir (Gençoğlu, 2003).

Yüzeyde iletken film tabakasının oluşmasından sonra akan kaçak akımlar enerji kaybına sebep olur. Ortaya çıkan bu enerji, iletken filmin iletkenliğine iki yönde etki eder. Bir yandan, kir tabakasının sıcaklığını artırarak çözülebilir kirlerin daha fazla çözülmesini sağlar ve bunun sonucunda toplam film tabakasının iletkenliğini artırır. Diğer yandan, ortaya çıkan kaçak enerji iletken filmin sahip olduğu rutubeti buharlaştırarak iletkenliği azaltıcı yönde tesir eder. Bu iki zıt etki altında iletkenlik toplamı iletkenlik doymaya erişilene kadar pek değişmez, erişildikten sonra buharlaşma daha efektif olur ve toplam kir filmi direnci süratle artarak kaçak akımı artırır.

Hem izolatör şeklinin hem de izolatör yüzeyinde oluşan kir tabakasının bir sonucu olarak açığa çıkan kaçak enerji yoğunluğu yüzeyin her noktasında aynı değildir. Bu yüzden izolatör yüzeyinde çözülme ve buharlaşma her noktada farklı olur. Bazı bölgeler hızlı kururken, bazı bölgeler ıslak kalır. Bu şekilde izolatör yüzeyinde meydana gelen kuru kir bölgesine «kuru band» adı verilmektedir. İzolatörün zincir elemanlarında da istikrarlı durum görülmeyebilir. Şöyle ki, kirlenmiş bir izolatör zincirindeki elemanlardan birinin direnci biraz yükselse, diğer elemanlara kıyasla direnci yükselen elemana düşen gerilim, böylece bu elemandaki kayıp (kaçak) enerji artar, kuruma ve dolayısıyla direncinde artma daha da fazlalaşır. Bu durum neticesinde zincir boyunca çok düzensiz bir potansiyel dağılım ortaya çıkacaktır.

İzolatör yüzeyini çevreleyen bir kuru band oluşunca kaçak akım kesilir ve toplam gerilimin büyük bir kısmı bu kuru band boyunca düşer. Bu esnada diğer ıslak bölgelerde rutubet toplam direnci azaltır ve kuru banddaki gerilim düşümünü artırır. Kuru band boyunca alan şiddeti havanın dayanımını aşınca teşekkül eden deşarj kuru bandı kısa devre ederek, zincir boyunca diğer kuru bandlar ucundaki gerilim düşümlerinde artışa ve böylece izolatör zinciri boyunca zincirleme bir deşarj tutuşmasına sebep olur. Bu mekanizma ile izolatör zincirinde kısa zamanda birçok deşarj belirir (Rumeli, 1969).

Materyal ve Yöntem

Çoğu durumlarda, izolatörlerin doğru tasarlanmasıyla kirlenme nedeniyle meydana gelen arızalar en aza indirgense bile, kirlenmenin aşırı boyutlarda olduğu durumlarda ya da kirlilik seviyesine göre tasarlanmamış ve uzun süredir çalışmakta olan izolatörlerde ek bakım işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

İşletmelerde kullanılan yöntemler şunlardır:

1. Periyodik elle temizleme (enerji kesilerek)

Kirlilik miktarı az olan ve senelik bakım esnasında uygulanması mümkün olan yerlerde yapılır.

2. Aşındırıcı madde püskürterek temizleme

Çimento kirlerinin temizlenmesinde kullanılır. Aşındırıcı madde olarak kireç tozu kullanılmaktadır. Fakat bu yöntem fazla yaygınlaşmamıştır.

3. Su ile yıkama

Bu metot ayrıntılı deneyler ve ekonomik incelemelerden sonra yürürlüğe konulmuştur. Sonuç olarak ülkemizde, hatlarda araç üzerine monte edilen cihazların, trafo merkezlerinde ise sabit cihazların kullanılmasının ekonomik olacağı kanısına varılmıştır.

4. İzolatör yüzeyinin ısıtılması

Fazla miktarda kablo ve direnç elemanı ihtiyacı ve ilave güç kaybı, bu yöntemin başlıca dezavantajlarıdır (Karahan, 2008).

5. Tasarım değişikliği

Ek izolatör üniteleri veya ekstra uzun kaçak mesafe birimlerini kullanarak izolatör kaçak mesafesini arttırmak. Ancak, bu yöntem direk boyutları ile sınırlıdır.

6. Yüzey kaplama materyali kullanılması

İzolatör yüzeyi özel silikon materyal ile kaplanarak yüzeyin hidrofobik özelliği artırılır ve kir tutmaz (Chrzan, 2010, Pakpahan, M.P. ve Suwarno, 2001).

Bu yöntemler içinde en uygun olanı son yöntemdir. Bu yöntem izolatörün yüzeyinde bir nano-kaplama uygulamasıdır.

Silikon kaplama

Kaplama maddesi bir voltshield (gerilim kalkanı) özelliğindedir. Bir voltshield çözeltisi pürüzsüz porselen izolatör yüzeyine sıvı olarak uygulandığı zaman, yüzeye kimyasal olarak bağlanır ve polimerize olur. İzolatör yüzeyindeki bu homojen kaplama sonucunda izolatörde çok fazla hidrofobik yüzey oluşur. Oluşan bu hidrofobik yüzey suyun küçük damlacıklar halinde hızlı dağılmasına izin verir ve oradaki çapraz-bağlanmış moleküler bağlar katı kirleticilerin yapışmasına izin vermez (Braini vd., 2011).

Silikon kaplamanın uygulama aşamaları

Kaplama maddesi ile kaplanacak yüksek gerilim izolatörü veya salt teçhizatlarında aşağıdaki aşamalar uygulanır.

•İşlem Sırası

- Mekanik temizlik
- Yıkama
- Kurulama
- Kaplama

• Gerekli Ekipman

- Vinç
- Su jeti
- Havasız Pompa
- Temiz su, aseton, nafta, koton bez

• Uygulama Metotları

- Montaj sonrası ve/veya öncesi havasız pompa ile sprej metodu ile
- Küçük uygulamalarda ise fırça ile uygulama yapılır.



Şekil 7. Mekanik temizlik



Şekil 8. Su jeti ile yıkama (600 bar)



Şekil 9. Kurulama



Şekil 10. Kaplama (havasız sprej kullanımı)

Şekil 7-8-9-10 da örnek kaplama uygulamaları görülmektedir.

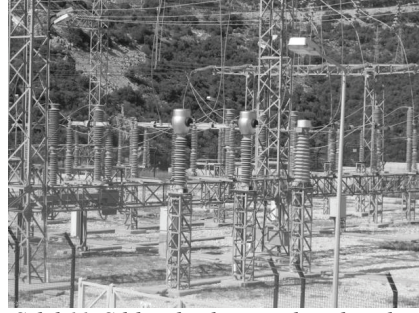
Uygulama ve Başarımlar

Bu makalede incelenen silikon kaplama yöntemi Antalya ili ve ilçelerinde çeşitli bölgelerde uygulanmıştır. Uygulama yapılan bölgelerde çeşitli arızalar ve devreden çıkmalar ile ilgili olarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerin karşılaştırılması ve analiz sonuçları ile birlikte önerilen yöntemin avantajları irdelenmiştir.

Bu makale kapsamında önerilen yöntemin faydasının vurgulanması açısından, Türkiye ulusal elektrik iletim sistemi bünyesinde faaliyet gösteren Antalya ili Kaş ilçesinde bulunan TEİAŞ 154/31.5 kV Kaş trafo merkezi ve 154 kV Kaş-Fethiye enerji iletim hattı incelenmiştir. Söz konusu trafo merkezinin gücü 50 MVA, iletim hattının uzunluğu 82 km ve iletken cinsi 477 MCM çelik özlü alüminyumdur.

2011 yılı Haziran ayında Kaş Trafo Merkezi şalt ekipmanları (kesiciler, ayırıcılar, akım trafoları, gerilim trafoları, parafudrlar, izolatörler) silikon kaplama maddesiyle kaplanmış ve aynı yıl içinde 154 kV Kaş-Fethiye enerji iletim hattı porselen izolatörleri silikon izolatörler ile değiştirilmiştir.

Silikon kaplama çalışması için trafo merkezinde 7 saatlik kesinti yapılmış, çalışma gece 01:00 ile 08:00 arası sürmüştür. Alanında uzman 28 kişilik ekip (6 kişi yıkama ustası, 10 kişi kurulama ustası, 12 kişi si-coat uygulama ustası) 7 adet vinç yardımıyla porselen dış yüzeye sahip teçhizatları silikon materyal si-coat 570 ile kaplamıştır. Enerji iletim hattı porselen izolatörlerinin silikon izolatörlerle değişim çalışmasını da TEİAŞ hat bakım ekipleri 2011 yılı içinde tamamlamıştır. Şekil 11-12 de porselen yüzeyi silikon materyal maddesiyle kaplanan Kaş trafo merkezi şalt ekipmanları görülmektedir.



Şekil 11. Silikon kaplanan şalt teçhizatları



Şekil 12. Silikon kaplanan şalt teçhizatları

2010 yılına ait arızalar Ek tablo 1'de, 2011 yılı ve sonrası oluşan arızalar ise toplu halde Ek tablo 2'de verilmiştir. Ek 1 ve Ek 2'de verilen değerler TEİAŞ 19. Bölge Müdürlüğü'ne ait Kaş trafo merkezi yıllık arıza çizelgesinden alınmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, yüksek gerilim şalt teçhizatlarında görülen dış etken kaynaklı arızaların analizi ve kayıpların azaltılmasına yönelik yöntemler araştırılmıştır.

Uygulamanın yapıldığı trafo merkezinde bakım çalışması öncesi ve sonrası meydana gelen 154 kV hat açmaları karşılaştırılmış olup, 2010 yılında 48 olan arıza sayısının çalışmanın tamamlandığı 2011 yılı içinde 5'e düştüğü, devam eden yıllarda da 3 ile 5 arasında olduğu saptanmıştır.

Arıza sonucu açma kapama durumu özellikle kaliteli enerji arzı açısından büyük önem taşımaktadır. Bir hattaki kesintilerin süreleri ile birlikte sayılarının da fazla olması özellikle tüketiciler açısından büyük sorunlara neden olmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, bu makalede önerilen yöntemin (gerek uygulanması ve gerekse başarımları açısından) enerji iletim hatlarında oluşabilecek olası kesintilerin önlenmesi açısından önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Düşük maliyetli ve kolay uygulanabilirliği ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında söz konusu yöntemin fayda-maliyet oranının çok yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Kaliteli ve kesintisiz enerjiye ulaşmanın gittikçe güçleştiği dönemde bu makalede önerilen yöntem ve benzerlerinin bir an önce hayata geçirilmesi hayati önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada Tablo 1 ve Tablo 2 de sunulan verileri sağlayan TEİAŞ 19. Bölge Müdürlüğü'ne ve yöntemin uygulanması ile ilgili olarak sağladıkları doküman desteği için Rasyonel Yüzey Koruma İnşaat ve Kimya San. Tic. Ltd. Şti. ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Cebeci, M ve Öztürk, D. (2011). "Kirlenmiş yüksek gerilim izolatörlerinde yüzey kaçak akımlarının karınca koloni algoritması ile hesaplanması", Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, **1**, Elazığ.
- Gençoğlu, M.T. ve Cebeci, M. (2008). "The pollution flashover on high voltage insulators", Electric Power Systems Research, **78**, s.1914-1921.
- Gouda, O.E. (1990). "Influence of Pollution on H.V. Insulators", Conference Record of the 1990. IEEE International Symposium on Electrical Insulation, 195-198, Toronto, Canada.

- Türkyurt, M. (2010). "Yüksek gerilim hatları için izolatör malzeme üretimi ve kalite karakterizasyonu", Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lee, C.J. (1995). "Field Experience and Pollution Monitoring of Composite Long Rod Insulators", The Reliability of Transmission and Distribution Equipment Conference, **406**, Australia.
- Çetin, E., Çetin, M ve Özer, N.L. (2005). "Porselen izolatörlerde İzolasyon problemi", Pamukkale Üniv. Müh. Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, **11**, Sayı:2, s. 287-292, Denizli.
- İzgi, E., İnan, A ve Kekezoğlu, B. (2005). "Lineer olmayan yükleri içeren enerji iletim sistemlerinin çevresel koşullara bağlı olarak toprak yolu analizi", 11. Ulusal Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Kongresi, s.421-424, İstanbul.
- Gençoğlu, M.T. (2003). "Kirlenmiş yüksek gerilim izolatörlerinin doğru akım atlama gerilimlerinin hesaplanması", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları dergisi, **2**, Sayı:1, Elazığ.
- Rumeli, A. (1969). "İzolatörlerde kirlenme ve atlama problemleri", Elektrik Mühendisliği Dergisi, Sayı:156, s.7-16.
- Karahan, Ö. (2008). Yeni bir izolatör ve kondansatör tasarımı ve yapımı, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Chrzan, K.L. (2010). "Leakage currents on naturally contaminated porcelain and silicone insulators", IEEE Transactions on Power Delivery, **25**, sayı:2.
- Pakpahan, P.M. ve Suwarno. (2001). "Improvement of outdoors insulation performance for application in highly polluted area by using silicone coatings", International Symposium on Electrical Insulating Materials, p.2, Japan.
- Braini, S., Haddad, A. ve Harid, N. (2011). "The performance of nano-coating for high voltage insulators", 46th International Universities' Power Engineering Conference, Germany.

Tablo 1. 2010 Yılında 154 kV Kaş-Fethiye enerji iletim hattında meydana gelen arızalar (Hat Uzunluğu = 82 km)

TARİH	ARIZA SÜRESİ	ARIZA ANINDA AKTİF HALE GELEN RÖLELER	ARIZA NEDENİ	ARIZA ANINDAKİ METEOROLOJİK DURUM
03.01.2010	10 dk	msf.kor.Afaz toprak,kad.1	mes. kor.	yağışlı
03.01.2010	486dk	msf.kor.Afaz toprak,kad.1	mes. kor.	yağışlı
24.02.2010	2 dk	msf.a faz toprak kad:1	mes. kor.	nemli
14.03.2010	5dk	msf.kor.B faz top. 1.kd.5,6 km kesici faz uyuşmazlığı		yağışlı
26.05.2010	6dk	msf.kor-c-fazı,top,kad1	mes. kor.	nemli
26.05.2010	720dk	msf.kor-c-fazı,top,kad1	mes. kor.	nemli
10.06.2010	6 dk	msf.kor.B faz,top,kad1	mes. kor.	nemli
10.06.2010		msf.kor.B faz,top,kad1	mes. kor.	
11.06.2010	780dk	ytm.tal.kapatıldı,tutmadı		
11.06.2010	142dk	msf.kor.-c- faz,top,kad1	mes. kor.	nemli
26.06.2010	6dk	msf.kor.faz uyuşmazlığı,c faz,top,kad1	mes. kor.	nemli
26.06.2010	480dk	ytm.tal.kapatıldı,tutmadı		
26.06.2010	505dk	msf.kor.faz uyuşmazlığı,c faz,top,kad1	mes. kor.	
28.06.2010	3dk	msf.kor.faz uyuşmazlığı,-b- faz,top,kad1	mes. kor.	
28.06.2010	191dk	msf.kor.faz uyuşmazlığı,-a-faz,top,kad1,hat tutmadı	mes. kor.	nemli
29.06.2010	3dk	msf.kor.faz uyuşmazlığı,kad1,B faz top.	mes. kor.	
06.07.2010	297dk	mes.kor.kesici faz uyuşmazlığı ABC faz toprak 1831,6km.	mes. kor.	
07.07.2010	417dk	mes.kor. AC faz toprak 1.kad.54,4 km ytm isteğiyle kap.nor.	mes. kor.	
15.07.2010	45dk	mes.kor.faz uyuşmazlığı,B faz toprak.1.kad.5,8km	mes. kor.	
		ytm tal.kapatıldı. Hat tutmadı.		
15.07.2010	180dk	mes.kor.Bfaz.1.kad.5,7km.ytm isteği kap.normal.	mes. kor.	
16.07.2010	4dk	mes.kor.faz uyuşmazlığı,Bfaz toprak.1.kad.5,9km	mes. kor.	
16.07.2010		mes.kor.faz uyuşmazlığı,Bfaz toprak.1.kad.5,8km	mes. kor.	
16.07.2010		fethiyeden denendi tutmadı		
17.07.2010	372dk	ytm.talimatı kapatıldı tutmadı. mes.kor.Afaz top.1,kad. 38,6km	mes. kor.	
17.07.2010	265dk	ytm.talimatı kapatıldı tutmadı. mes.kor.Afaz top.1,kad. 36,8km	mes. kor.	
17.07.2010	125dk	ytm.talimatı kapatıldı tutmadı. mes.kor.Afaz top.1,kad. 39km	mes. kor.	
31.07.2010	9dk	Mesf. Kor.ABC faz toprak.1.kd.km N.A.sistem sıfır.	mes. kor.	
31.07.2010	5dk	Mesf. Kor.ABC faz toprak.1.kd.km N.A.sistem sıfır.	mes. kor.	
31.07.2010	17dk	Mesf. Kor.ABC faz toprak.1.kd.km N.A.sistem sıfır.	mes. kor.	
05.08.2010		inkita oldu.mesf.kor.-B-faz,top,kad.1,2	mes. kor.	nemli
05.08.2010		ytm tal.kapatıldı,tutmadı,B faz,top,kad:3		
05.08.2010	311dk	ytm.tal.kapatıldı,tutmadı,A faz,top,kd:1,2 aynı anda sistem inkita oldu		nemli
06.08.2010	11dk	inkita oldu.mesf.kor.-A-faz,top,kad.1	mes. kor.	
14.08.2010		Msf.kor-ABC-faz,toprak,kd:1,açtı,inkita oldu	mes. kor.	nemli
14.08.2010	47dk	ytm.tal.hat denendi tutmadı-C-faz,top,kd:1,açtı	mes. kor.	
16.08.2010	7dk	msf.kor.-B-faz,tp,kd:1,kapatıldı,tumadı	mes. kor.	nemli
16.08.2010	112dk	msf.kor.-B-faz,top,kd:1,denendi,tumadı,kapatıldı	mes. kor.	
23.09.2010	6dk	msf.kor. B faz,toprak,1.kd	mes. kor.	açık
24.09.2010	3dk	msf.kor. B faz,toprak,1.kd	mes. kor.	açık
24.09.2010	310dk	msf.kor. B faz,toprak,1.kd	mes. kor.	açık
15.10.2010	6dk	msf.kor. B faz,toprak,kd:1 den açtı,kapatıldı,tutmadı	mes. kor.	yağışlı
16.10.2010	4dk	msf.kor.B faz,toprak,kad:1,kapatıldı,tumadı	mes. kor.	
16.10.2010	660dk	msf.kor.B faz,toprak,kad:1,böl.tal.hat açık kaldı	mes. kor.	
28.10.2010	4dk	msf.kor.AB faz,toprak,kd:1 ytm.tal.kapatıldı,normal	mes. kor.	yağışlı
28.10.2010	12dk	msf.kor.AB faz,toprak,kd:1 ytm.tal.kapatıldı,normal	mes. kor.	yağışlı
17.12.2010	5 dk	msf.kor. A faz top. Kad:1 1,0 km açt.ytm. kap.	mes. kor.	yağışlı
17.12.2010	5 dk	msf.kor. A faz top. Kad:1 1,0 km açt.ytm. kap.	mes. kor.	açık

Yüksek gerilim teçhizatlarında dış etken kaynaklı arızaların analizi ve azaltılması

Tablo 2. 2011-2015 yılları arasında 154 kV Kaş-Fethiye enerji iletim hattında meydana gelen arızalar (Hat Uzunluğu = 82 km)

TARİH	ARIZA SÜRESİ	ARIZA ANINDA AKTİF HALE GELEN RÖLELER	ARIZA NEDENİ	ARIZA ANINDAKİ METEOROLOJİK DURUM
03.01.2011	14 dk	Mes.kor.ABC faz toprak kad.1	mesafe koruma	yağışlı
02.04.2011	14dk	Mes.kor.abc faz top.1.kd.2,6km	Yıldırım düşmesi	yağışlı
16.05.2011	6 dk	C faz toprak kademe 1 km:17	mesafe koruma	Açık
12.11.2011	4 dk	Mes.kor.a-b faz,toprak.kad.1,km.4,7	mesafe koruma	yağışlı
06.12.2011	4 dk	Mes.kor.a faz,toprak.kad.1,km.33,3	mesafe koruma	Açık
25.01.2012	11 dk	Mes.kor.a-b-c faz kad.1 km.8,8	mesafe koruma	yağışlı
22.10.2012	5 dk	Mes.kor. A-b- faz,kad.1,14,8 km	mesafe koruma	yağışlı
30.10.2012	3 dk	Mes.kor.a faz toprak kad.1,14,8 km	mesafe koruma	yağışlı
12.01.2013	11 dk	Abc faz- 80,1 km-kd 2	mesafe koruma	yağışlı
25.01.2013	6 dk	A faz top. 1,1km,1.kd	mesafe koruma	yağışlı
17.10.2013	4 dk	B faz top.15,9 km,1 kd	mesafe koruma	Fırtına, yağmur
17.10.2013	4 dk	B faz top.15,9 km,1 kd	mesafe koruma	Fırtına, yağmur
11.10.2014	6 dk	Abc faz top. Kad.1 km.22,9	mesafe koruma	Açık
11.10.2014	22 dk	C faz top. Kad.1 km. 2,3	mesafe koruma	Açık
23.10.2014	3,5 gün	Abc faz top. Km.0,2	mesafe koruma	yağışlı
14.11.2014	10 dk	Mes.kor.ab faz,top,-172,3 km,kad.1	İnkıta	P. bulutlu
13.03.2015	4 dk	Mes.kor. Ab faz,toprak,20,7 km,kad.1	mesafe koruma	yağışlı
20.09.2015	6 dk	Mes.kor.ac faz,18.km,1.kademe	mesafe koruma	P. bulutlu
22.09.2015	68 dk	Mes.kor.bc faz,47.4 km,1.kademe	İnkıta	Şarjlı

Analysis and mitigation of external factors induced failures in high voltage equipment

Extended abstract

In this study, insulators and switchyard equipment with porcelain outer surface with the most experienced equipment failures in high voltage power systems have been investigated. The effects of the external environment cause malfunctions in these equipments are determined.

Due to the external environment effects failures occurring in equipment were examined. Firstly, high-voltage switchgear equipments which are the subject of study are explained. These include circuit breakers, disconnectors, current transformers, voltage transformers, surge arresters and insulators, which have porcelain outer surface are counted. External environment pollution which is exposure of these devices is determined. Beach and industrial dirt, the dirt is separated into two parts. How caused pollution effects and dry dirt layer on the insulator surface by pollution factors explained. Then it was determined, the dry dirt layer combined with the moist and rainy environment, creates surface leakage current on insulator surface and leakage current is forming a dry band arcs. After, on the entire surface has been found to occur in the insulator deformation with seen flashover. As a result of these failures it was determined that the formation of power outages and financial loss.

Different methods to reduce these defects occurring have been proposed. These include porcelain surface periodic manual cleaning, cleaning with abrasive spray, washing with water, heating the insulator surface, design changes, use surface covering materials. The most effective among these methods the porcelain surface is coated with the silicone coating material. Also, porcelain insulators to be replaced with silicon insulators necessity were laid. The surface coating material impact and implementation are described. With this method the surface of the porcelain insulator to increase the hydrophobicity and whereby the surface leakage currents was intended the suppression.

In order to emphasize the benefits of the proposed method within the scope of this article, operating within the Turkey national electricity transmission

system in the Kaş district of Antalya province TEİAŞ 154 / 31.5 kV Kaş substation and 154 kV Kaş-Fethiye power transmission lines was investigated. Kaş substation switchgear equipment (circuit breakers, disconnectors, current transformers, voltage transformers, surge arresters, insulators) coated with a silicone coating material in June in 2011 year and Kaş-Fethiye 154 kV power transmission line porcelain insulators were replaced with silicon insulators in the same year. The power of transformer center which selected 50 MVA. The length of the transmission line 82 km and conductor grade 477 MCM. Number of 154 kV line failures when before and after the maintenance works occurring has been compared with 48 in 2010, the work was completed in 2011 which fell to 5, the number of failures has been determined to occur among 3 to 5 in subsequent years. If additional table 1 and additional table 2 analyzed, distance protection relays of a large proportion of the fault has been found to be phase ground fault. This shows that due to the loading line overcurrent fault or phase-to-phase fault originating from the conductives contact to each other are not seen. The equipment was contaminated under the influence of environmental conditions and due to the coastal region moisture has led to formation of discharge in the transmission line which selected.

Failure count becomes low, interruption time has decreased. After each failure occurred, transmission line not becomes active. Because it needs to be replaced damaged equipment during fault.

Obtained results, the proposed method in this article method shows that the implementation and performance plays an important role in preventing power outages that may occur in the transmission lines.

Keywords: Porcelain insulators; High-voltage failures; Dry band; Silicone coating;