

# PORSELEN İZOLATÖRLERDE İZOLASYON PROBLEMLERİ

**Engin ÇETİN\*, N. Lerzan ÖZER\*\*, Meriç ÇETİN\*\*\***

\*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kınıklı/Denizli

\*\*Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, İstanbul

\*\*\*Denizli Yapı Denetim A.Ş., Denizli

Geliş Tarihi : 05.07.2004

## ÖZET

Elektrik tesislerinde kullanılan porselen izolatörler, sistemin sağlıklı bir şekilde çalışması ve malzeme izolasyonunun mükemmel bir şekilde sağlanması açısından oldukça önemli malzemelerdir. İzolatör yapımında hammadde olarak kullanılan materyallerin özellikleri, bununla birlikte çevresel faktörler, izolatör dayanımını ve faaliyetini etkileyen faktörlerdir. Bu çalışmada, çevresel etkiler ve porselen izolatör yapımında kullanılan malzemeler incelenmiş, bunların izolasyona ve sistemin sağlıklı bir şekilde çalışmasına olan tesirleri araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** : Porselen izolatör, İzolasyon problemi

## THE INSULATION PROBLEMS ON PORCELAIN INSULATORS

### ABSTRACT

Porcelain insulators used on electrical institutions are important materials to provide system reliability and material insulation. Specification of raw materials of insulators and environmental factors affect insulator strength and operation. In this study, environmental factors and materials used on porcelain insulator manufacturing are examined and also their influence on system reliability and insulation are investigated.

**Key Words** : Porcelain insulator, Insulation problem

### 1. GİRİŞ

Elektrik tesislerinin sağlıklı bir şekilde çalışması, iyi bir sistem izolasyonunun beraberinde getirdiği bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistemde meydana gelebilecek izolasyon hatası, beraberinde can ve mal kaybına neden olabilecek, sonuçları itibarıyla belki de günlerce şebekeyi devre dışı bırakabilecek olumsuzluklara neden olabilmektedir. Geçtiğimiz yıllarda Amerika ve İngiltere’de yaşanan elektrik kesintilerinin bazılarının, izolasyon problemlerinden kaynaklandığı bilinmektedir.

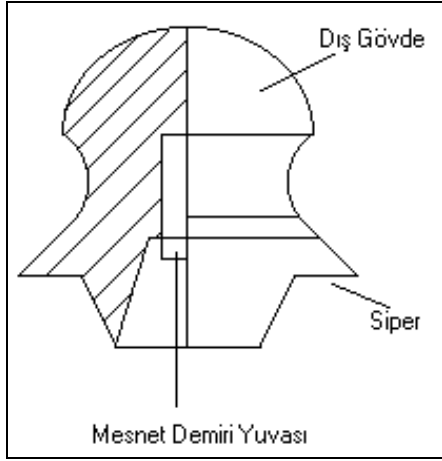
İzolasyon problemi, beraberinde gerilim çökmelerini getirebilir. İzolatör delinmesi veya izolatör üzerinden meydana gelen deşarjlar, sistemi devre dışı bırakabilir. Elektrik enerjisi iletim ve dağıtım şebekelerinde, iletkenler arasında ve iletken toprak arasındaki izolasyon hatalarından pek çok arızalar meydana gelir. Bu arızalardan kaynaklanan kısa devre akımları çok yüksek değerlere ulaşabilir. Bu süre çok kısa olduğundan gerilim düşümü, bir gerilim çökmesi görünümü kazanır (Arıkan ve ark., 2004).

Sistemde kullanılan izolatörün kalitesi, malzeme yapısı, hava ve çevre koşulları, izolasyon durumunu etkileyen faktörler arasındadır. Bu çalışmada,

porselen izolatörlerin sağlıklı bir şekilde işlevini yerine getirmesini, üretimlerinde kullanılan malzemelerin, çevre ve hava şartlarının nasıl etkilediği incelenmiştir.

## 2. PORSELEN İZOLATÖR YAPISI

Elektrik tesislerinde kullanılan izolatörler, sistemin enerji altındaki kısımlarını (faz iletkeni veya bara), sistemden (elektrik direği, pano v.s.) izole etmek için kullanılır. Cam, porselen veya epoksi malzemeden üretilirler. Kullanıldıkları yere göre ise; gergi, taşıyıcı, mesnet, zincir, durdurucu v.s. gibi isimler alırlar.



Şekil 1. Porselen izolatör kesiti.

Şekil 1'de, porselen bir izolatörün kesiti görülmektedir. İzolatörün dış gövdesi, porselen sır ile kaplıdır. Porselen gövdenin içindeki mesnet yuvasına mesnet demiri tespit edilir. İzolatörün altındaki siper adı verilen kısım, etek şeklindedir. İzolatör direncini arttırmak için yapılmıştır. Ayrıca izolatörün direğe veya panoya tespiti için de bir tespit demiri bulunur.

Porselen izolatörler; kaolin, kuvars ve feldispatın karışımından elde edilir. Ham porselen izolatör önce 900-1000 °C sonra da 1400 °C'de sır maddesine daldırılıp çıkarıldıktan sonra pişirilerek elde edilir. İzolatörün yüzeyini kaplayan bu sır maddesi, parlak ve düzgün yüzey sağlar (Hürer, 1980).

## 3. PORSELEN MALZEMENİN ÖNEMİ

İzolatör elemanları, elektrik devrelerinde akımın güvenli bir şekilde akışını düzenlemek ve sistemi iletken kısımdan izole etmek için kullanılır. Bu

itibarla, izolatörlerin yüksek direnç, yüksek dielektrik dayanım, düşük kayıp faktörü, mekaniksel dayanım, iyi bir sıcaklık yayılımı ve sistemde dokunma emniyeti ile ilgili koruma özelliklerini göstermeleri gerekir. Porselen izolatörler, deformasyona, yüksek sıcaklığa ve çevresel değişikliklere karşı gösterdikleri direnç nedeniyle tercih edilirler. Dielektrik dayanımları (kV/mm) oldukça iyidir. Öyle ki bazı ürünlerde 30kV/mm'nin üzerine çıkabilir. Bu durum, Tablo 1'de görülmektedir (Islam et al., 2004).

Tablo1. 1350 °C'deki Numune Porselen İzolasyon Malzemelerinin Dielektrik Dayanımı

Örnek No	Uygulanan Gerilim (kV)	Örnek Kalınlığı (mm)	Dielektrik Dayanımı (kV/mm)
1	85	2.46	34.55
2	70	2.54	27.55
3	75	2.39	31.38
4	70	2.74	25.54
5	75	2.86	26.22
6	82	2.97	27.45
7	71	2.41	29.46
8	70	2.65	26.41
9	65	2.49	26.10
10	82	2.82	28.92
11	73	2.28	32.01
12	70	2.60	26.92
13	75	2.94	25.51
14	76	2.61	29.11

Porselenin ilkel maddeleri Kaolin (arı kil, birleşimi  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  alüminyum silikattır), kuvars (silisyum dioksidin normal sıcaklıkta saydam ve kristal olan şeklidir  $SiO_2$ ) ve feldispatır (KA1.Si<sub>3</sub>O<sub>8</sub> veya  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ 'den meydana gelen potasyum alüminyum silikattır). Bu karışım öğütülür, su eklenir, istenmeyen yabancı ağır maddeler çöktürülür, ince süzgeçlerden bastırılarak suyundan ayrıştırılır ve böylece porselen çamuru elde edilir. Porselen çamuru bekletilerek plastik özelliği artırılır. Bunun sert cinsleri izolatör yapımında kullanılır. Ham porselen önce 900-1000 °C'de pişirilir. Daha sonra 1400 °C'de sır maddesine daldırılıp çıkartıldıktan veya sır maddesi püskürtüldükten sonra, (sır maddesi: kaolin+mermer+feldispat+renkmaddesi) ikinci defa fırında pişirilir ve böylece porselen izolatör elde edilir (Badur ve ark., 1992).

İzolatör üzerindeki sır malzemesi, izolatör yüzeyinin kayganlığını sağlar. Böylelikle izolatör yüzeyinde kir birikimi önlenir. Sırlama işlemi iyi yapılmazsa izolatör yüzeyinde çatlaklar oluşabilir. Zamanla bu çatlaklara dolan kar ve yağmur, izolatörün delinmesine neden olabilir. Ayrıca bu çatlaklar ark oluşmasına da sebebiyet verir.

İzolatörlerin yüksek gerilimlere dayanabilmesi, ancak iyi malzemeden ve boyuna kalın yapılmasıyla sağlanabilir. Böylelikle gerilim darbelerine de dayanabilirler. Ayrıca fırınlama aşamasında da gerekli şartlara uyulmadığı takdirde, işletme altında ani sıcaklık değişimlerine dayanamayıp çatlayabilirler.

Yüksek gerilimlerde izolatörün görevi daha çok mekaniktir. Ancak enerji nakil hatlarında esas olan elektriki zorlanmadır (Dengiz, 1991).

#### 4. ÇEVRESEL ETKİLER

Porselen izolatörler üzerinde, baca emisyonları, rüzgarın getirdiği toz v.b. etkiler neticesinde bir kir tabakası oluşur. Bu tabaka, iletken bir yol gibi işlev görür ve izolatör yüzeyinden sızıntı akımlarının geçmesine sebebiyet verir. Kirlilik yoğunluğu ve uygulanan gerilim ne kadar büyükse, sızıntı akım değeri de o kadar fazlalaşır (Cebeci ve Şenpınar, 2003).

Bir trafo merkezinde 500 kV'luk gerilimde çalışan akım trafolarının porselen yüzeyinde oluşan 3 ayrı yüzeysel atlama üzerinde yapılan araştırmada, kirlenmeden dolayı oluşan yüzey iletkenliğinin etkili olduğu tespit edilmiştir (Shihab et al., 1994).

Bu şekilde kir tabakasıyla kaplanan izolatörlerin sağlıklı çalışması mümkün değildir. Zira izolatör asli vazifesini yitirip bir iletken haline alır. İzole edilmek istenilen yüzey ile enerji taşıyan iletken arasında atlamalar meydana gelmesi kaçınılmazdır.

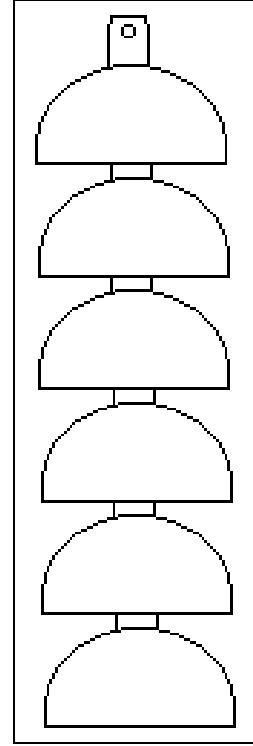
Yüzey üzerinde biriken kir tabakası, yağmur ve kar sularıyla daha da büyük problemlere sebebiyet verebilir. Zira tabaka üzerindeki çözülebilen tortular, nemli halde yüzey direncini oldukça azaltır. Azalan yüzey direnci, sızıntı akımının daha da büyümesi demektir. Çözülemeyen tortular ise, yüzeyde çözülebilen tortuların tutunmasını sağlar (Lee, 1995).

Üzerinde kir tabakası olmayan temiz bir izolatör, yüksek yüzey direncine sahiptir. Böyle bir izolatörde sızıntı akımı düşük ve kapasitiftir. Üzerinde kir biriken izolatör, yağmur ile birlikte rezistif karakteristik göstermeye başlar (Cebeci ve Şenpınar, 2003).

Kirlilik pek tabii izolatörün izolasyon özelliğini kaybetmesine neden olmakla birlikte, ayrıca sistem maliyetlerini arttırıcı nitelikte de etki gösterir. Zira bu tür problemler, beraberinde izolatör üzerinde

çatlaklara, bozulmalara ve hatta dağılmalara neden olmaktadır. Servis dışı kalan izolatör, yerine yenisi monte edilinceye kadar sistemin enerjisiz kalmasına neden olur. Bu da, enerjisiz kalan özellikle endüstriyel tesisler için ekonomik kayıp demektir.

İzolatör seçiminde tesisin işletme gerilimi de önemlidir (Alçak Gerilim-AG veya Yüksek Gerilim-YG). YG'de izolatör dayanımı için zincir tip izolatör kullanılmalıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Zincir tipi izolatör

Buz ve kar yükü bakımından zorlu koşullara sahip olan bölgelerde, izolatörlerin özellikle mekaniksel bakımdan dayanıklılıkları ön plana çıkmaktadır. Ayrıca yıldırım düşme olaylarının fazla olduğu bölgelerde de izolatörlerde zorlanma görülebilir. Yıldırım genellikle elektrik direklerine ve toprak iletkenlerine düşer (Ueda, 2000). Yıldırım bir elektrik direğine düştüğünde, direğin tepesinden temeline doğru bir dalga yayılımı meydana gelmekte ve direğin tepesinde aşırı gerilimler oluşmaktadır (Kaygusuz et al., 2003).

Hava şartları, izolatör dayanımını oldukça etkiler. Örneğin askı tipi izolatörlerde kuru atlama gerilimi, çalışma geriliminin 3 ile 5 katı, yağ atlama gerilimi ise 2 katıdır. Bunun yanı sıra asit, çimento ve kimyasal madde üretim tesisleri ile deniz kenarında veya yoğun sis görülen bölgelerdeki işletmelerde bulunan izolatörler, rutubet ve nemden oldukça fazla

etkilendirir. Ayrıca; yükselti, sıcaklık ve basınç değişimi gibi farklı nedenlerle izolatörler, elektriksel zorlanma altında kalabilirler (Kalenderli ve Parlak, 2000).

Yüksek gerilim izolatörlerinin çevresindeki elektrik alan, korona olayına (havanın iyonize olması) neden olabilir. Bu durum, delinmeyle sonuçlandığı takdirde izolatöre zarar verir (Zegnini et al., 2003).

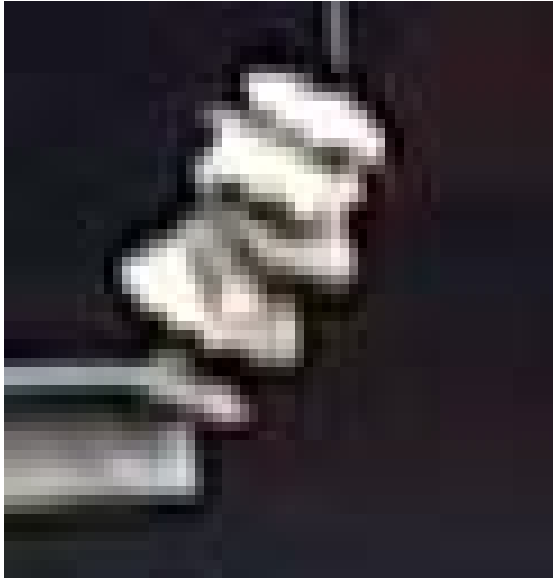
Çevresel etkilerinin yarattığı olumsuzlukları bertaraf edebilmek için, özellikle önem arzeden şalt alanları ve endüstriyel tesislerdeki izolatörlerin bakımının yapılması gerekmektedir. Bu bölgelerdeki izolatörler, uygun alkol çözeltileri püskürtülerek yıkanmak suretiyle temizlenebilir.

## 5. ÖRNEK DURUMLAR

Bu bölümde, çeşitli etkilere maruz kalmış porselen izolatörler ve izolasyon problemleri incelenmiştir.

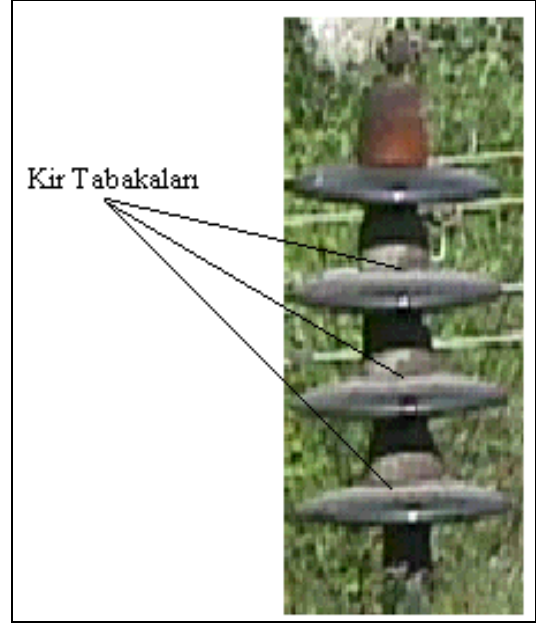
Şekil 3'te, deforme olmuş bir porselen izolatör görülmektedir. Çevresel etkiler ve işletme gerilimine dayanamayan izolatör deforme olmuş ve dağılmıştır. Hat telinin meydana getirdiği gergi, ani sıcaklık değişimleri ve ortamın nemliliği gibi olumsuz faktörler, izolatör dağılmalarına neden olabilir.

Şekil 3'teki izolatörün, büyük bir elektriksel deşarj neticesinde dağıldığı da düşünülebilir. Zira şekle dikkat edilirse izolatörün katmanlar halinde açılıp deforme olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Deforme olmuş bir porselen izolatör

Şekil 4'te ise, kir tabakasıyla kaplı bir porselen izolatör görülmektedir. İşletme ortamında yoğun bir kirliliğe maruz kalan izolatör, muhtemelen bir süre sonra görevini yapamaz hale gelecek ve devre dışı kalacaktır.



Şekil 4. Kir tabakasıyla kaplı izolatör

Şekil 5'te bir yük tevzi merkezindeki izolasyon problemi görülmektedir. Ayırıcı makasların yüzeyinde biriken kir tabakası ve izolasyon problemi neticesinde sistemde istenmeyen bir deşarj hadisesi oluşmuştur. Netice de tesis hasar görmüş ve şebeke bir süre enerjisiz kalmıştır.



Şekil 5. Bir yük tevzi merkezindeki izolasyon problemi

Şekil 6'da ise, hasara uğramış porselen izolatörün ön yüzündeki deformasyon açıkça görülmektedir. Tahminen daha büyük bir olumsuzluğa ulaşılmadan sistem devre dışı kalmış, bu şekilde izolatör dağılmadan kalabilmiştir.



Şekil 6. Hasara uğramış bir porselen izolatör

Şekil 7 ve 8’de, sırasıyla üst ve alt kısımları deforme olmuş porselen izolatörler görülmektedir. Özellikle hat gerilmeleri, ani sıcaklık değişimleri gibi etkenler, izolatör parçalanmalarına neden olmaktadır. Şekil 7’deki izolatör, muhtemelen hat gerilmesiyle birlikte izolatör dayanımını minimuma indirgeyen olumsuz çevre koşulları neticesinde hasara uğramıştır. Şekil 8’deki izolatörün ise, çevresel etkiler ve gövdeye gelen bir darbe neticesinde hasar gördüğü düşünülmektedir.



Şekil 7. Üst kısmı hasara uğramış bir porselen izolatör



Şekil 8. Alt kısmı hasara uğramış bir porselen izolatör

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışmada, porselen izolatörlerdeki izolasyon problemi, çevresel etkiler ve malzeme yapısı bakımından ele alınmıştır

Elektrik tesislerinin güvenli bir şekilde faaliyet gösterebilmesi için hayati önem arz eden izolatörler, çevresel etkiler ve malzeme yapılarından dolayı sorunlara neden olabilmektedirler.

Bu çalışmada çevresel etkilerin ve izolatör yapılarının neden olabileceği sorunlar, örnek durumlarla beraber sunulmuş ve izolatörlerin sağlıklı bir şekilde faaliyet gösterebilmesi için gerekli şartlar irdelenmiştir.

Özellikle ağır iklim ve işletme koşulları altında bulunan bölgelerde kurulu izolatörlerin periyodik kontrollerinin yapılması, temizlenmesi ve hasarlı ekipmanın değiştirilmesi, işletmenin sağlıklı bir şekilde çalışmasını ve olası büyük arızaların daha ortaya çıkmadan önlenmesini sağlayacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

Arıkan, O., Uzunoğlu, M. ve Kocatepe, C. 2004. Enerji Sistemlerinde Gerilim Çökmeleri /1, 3e Electrotech Dergisi, Sayı: 118, 102-105.

Badur, Ö., Başoğlu, Ç. ve Şener, T. 1992. Endüstriyel Elektrik, MEB Yayınları, 366s.

Cebeci, M. ve Şenpınar, A. 2003. Yüksek Gerilim İzolatörlerinde Sızıntı Akımlarına Dayalı Bir Görüntü ve Uyarı Cihazının Tasarımı, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2), 183-191.

Dengiz, H. H. 1991. Enerji Hatları Mühendisliği, Kardeş Kitabevi, 517s.

Hürer, A. 1980. Elektrik Tesisat Bilgisi-II, MEB Yayınları, 488s.

Islam, R. A., Chan, Y. C. and Islam, Md. F. 2004. Structure-Property Relationship in High-Tension Ceramic Insulator Fired at High Temperature, Materials Science and Engineering, Elsevier Pub., B106, 132-140

Kalenderli, Ö. ve Parlak, Ş. 2000. Alçak Basınçta Reçine İzolatörlerde Atlama, **ELECO’2000 Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu**, 146-149, 8-12 Kasım, Bursa.

Kaygusuz, A., Mamiş, M. S. ve Akin, E. 2003. Yıldırım Düşmesi Nedeniyle İzolatörler Üzerinde Oluşan Aşırı Gerilimler, **Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi**, 17-19, 17-21 Eylül, İstanbul.

Lee, C. J. 1995. Field Experience and Pollution Monitoring of Composite Long Rod Insulators, **The Reliability of Transmission and Distribution Equipment Conference**, Publication No: 406, IEE Queensland Electricity Commission, 29-31 March, 204-209, Australia.

Shihab, S., Melik, V., Zhou, L., Melik, G. and Alame, N. 1994. On-Line Pollution Leakage Current

Monitoring System., **Proc. of The 4th Inter. Con. on Properties and Applications of Dielectric Materials**, 538-541, July 3-8, Brisbane Australia.

Ueda, T. 2000. A Comparison Between Two Tower Models For Lightning Surge Analysis Of 77 kV System, IEEE Trans.

Zegnini, B., Mahi, D. and Chaker, A. 2003. Electric Field And Potential Distributions Along A Channel Filled With An Electrolyte Modelling Polluted High Voltage Insulator, **International Conference On Electrical And Electronics Engineering**, 3-7 December, Bursa-Turkey.