

DÜZGÜN ALANDA YÜKSEK BASINÇTA ELEKTROT YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN HAVANIN DELİNME DAYANIMINA ETKİSİ

Can YENİDOĞAN Özcan KALENDERLİ
İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi
Yüksek Gerilim Laboratuvarı
80191 Gümüşsuyu-İSTANBUL

Özet. Bu çalışmada, havada, düzgün alanda, yüksek basınçta, paralel düzlemsel elektrot sisteminde elektrot yüzey pürüzlülüğünün havanın delinme gerilimine (dayanımına) etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, pürüzsüz durum için de deneysel olarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar, genelde elektrot yüzey pürüzlülüğünün havanın delinme gerilimini azalttığını, bu etkinin elektrot açıklığı, basınç ve pürüz yarıçapı arttıkça arttığını ve pürüzlülük etkisinin negatif kutbiyetli doğru gerilimde daha belirgin olarak ortaya çıktığını göstermiştir.

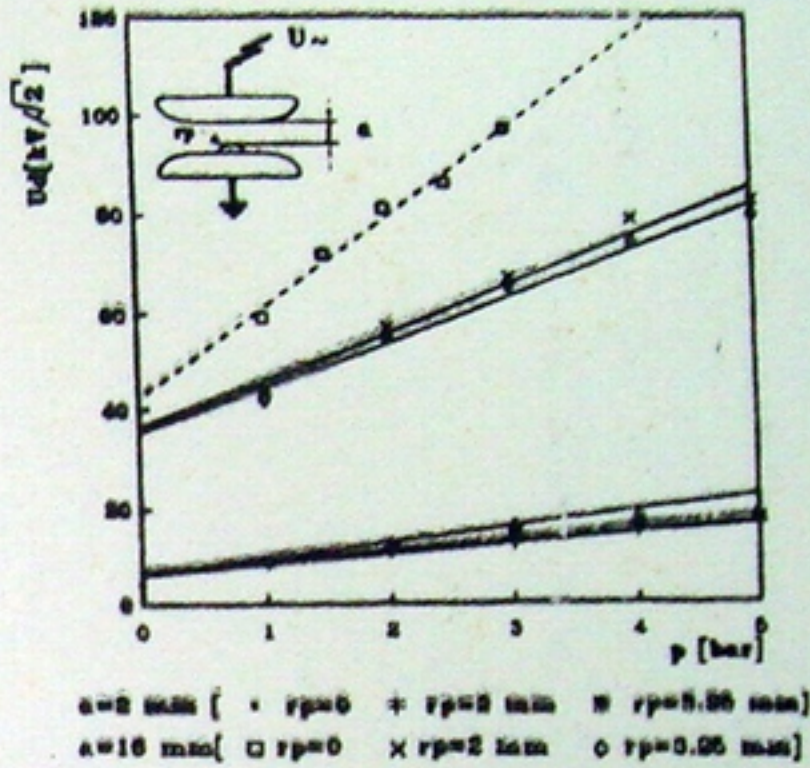
1. Giriş

Yüksek gerilim tekniğinde hava ve diğer gazlar, az veya çok ölçüde yalıtıma katıldıklarından, gazların delinme dayanımının bilinmesi önemlidir. Düzgün ve düzgün olmayan alanlarda, çeşitli elektrot sistemleri için hava, azot, SF_6 veya karışık gazlar gibi yüksek gerilim sistemlerinde yalıtım amacıyla kullanılan gazların alternatif, doğru ve darbe gerilimlerinde delinme gerilimlerinin ve dayanımlarının elektrot açıklığı, basınç, sıcaklık ve nem gibi değişkenlere bağlı olarak değişimleri çok uzun zamanlardan beri incelenmektedir [1]. Bu incelemelerden topraklı elektrodun yüzey pürüzlülüğünü etkien alanların sayısı diğerlerine göre daha azdır [2,3,4].

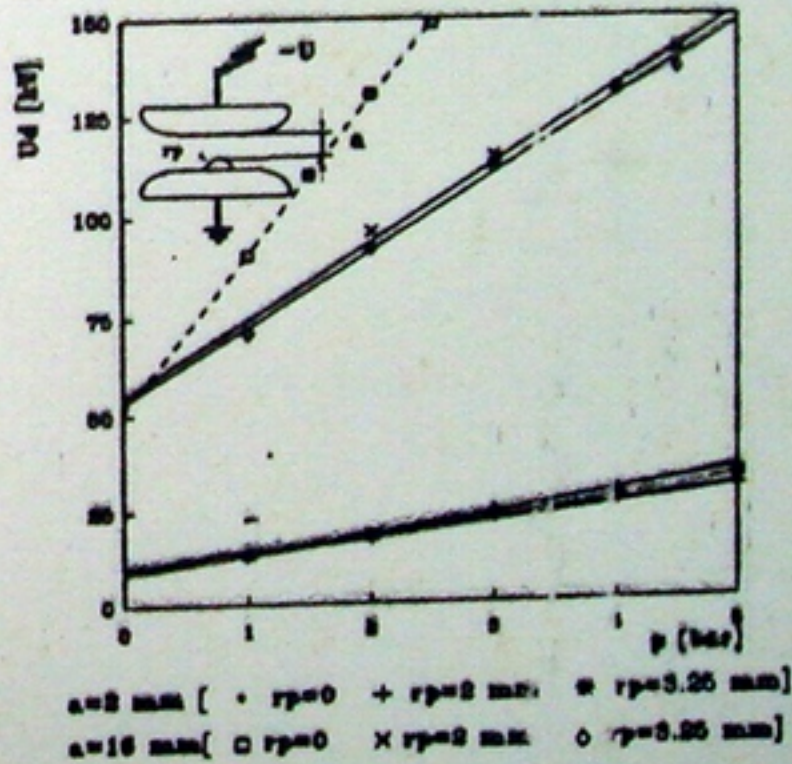
Bu çalışmada havada, düzgün alanda, yüksek basınçta, paralel düzlemsel elektrot sisteminde topraklı elektrodun yüzey pürüzlülüğünün havanın delinme gerilimine etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Elektrotlar üzerindeki pürüzler, elektrotların yapımı sırasında veya sonradan örneğin kötü kontak, ark, çarpma gibi çeşitli nedenlerle veya ortam (hava) içinde bulunup elektrot yüzeyine konan iletken toz veya parçacıklar sonucu oluşur. Çalışmamızda yapay olarak oluşturulan iletken değişik yarıçaplarda yarı küresel pürüzler sırayla elektrot sisteminin alttaki (topraklı) düzlem elektrodunun ortasına yerleştirilerek, sabit elektrot açıklıklarında, 50 Hz alternatif ve pozitif ve negatif doğru gerilimlerde delinme geriliminin 0-5 bar basınç aralığında basınçla değişimi deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler İ.T.Ü. Fuat Kölünk Yüksek Gerilim Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2. Deney Sonuçları

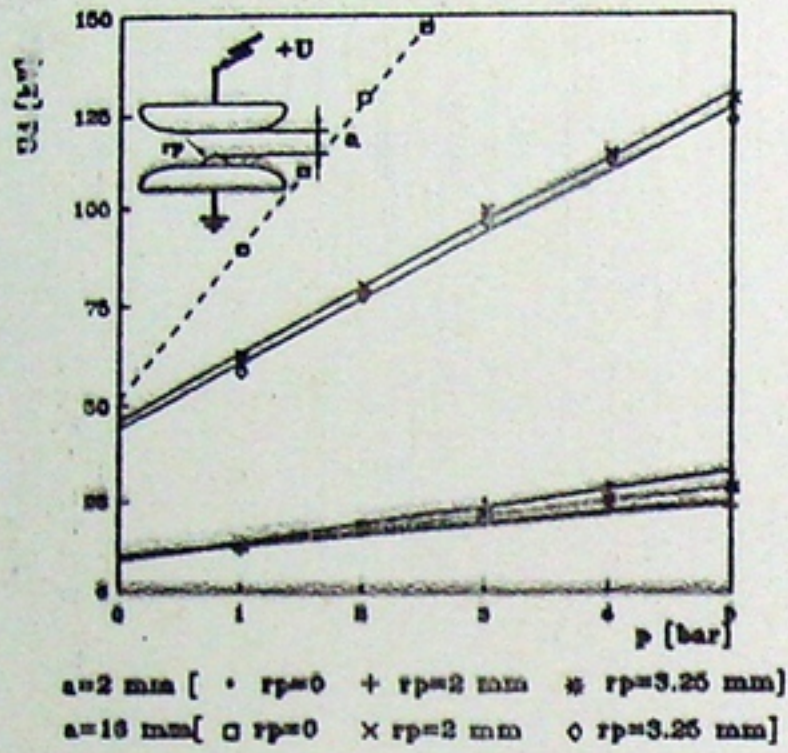
Deneyler, pürüzsüz ($rp=0$) ve iki farklı yarıçaplı ($rp=2$ mm ve 3,25 mm) yarı küresel pürüzlü elektrot durumları için yapılarak pürüzün ve boyutlarının etkisi incelenmiştir. Ayrıca elektrot açıklığı 2 mm den 16 mm ye kadar ikişer mm aralıklarla sabit tutulup herbir elektrot yüzeyi durumu için delinme geriliminin basınçla değişimleri elde edilerek elektrot açıklığının bu olaydaki etkisi gözlenmek istenmiştir. Deneyler 50 Hz alternatif gerilimin yanı sıra pozitif ve negatif doğru gerilimde yapılarak kutbiyetin delinme gerilimi bakımından önemi araştırılmıştır. Deney sonuçları, Şekil 1., 2. ve 3. de verilmiştir.



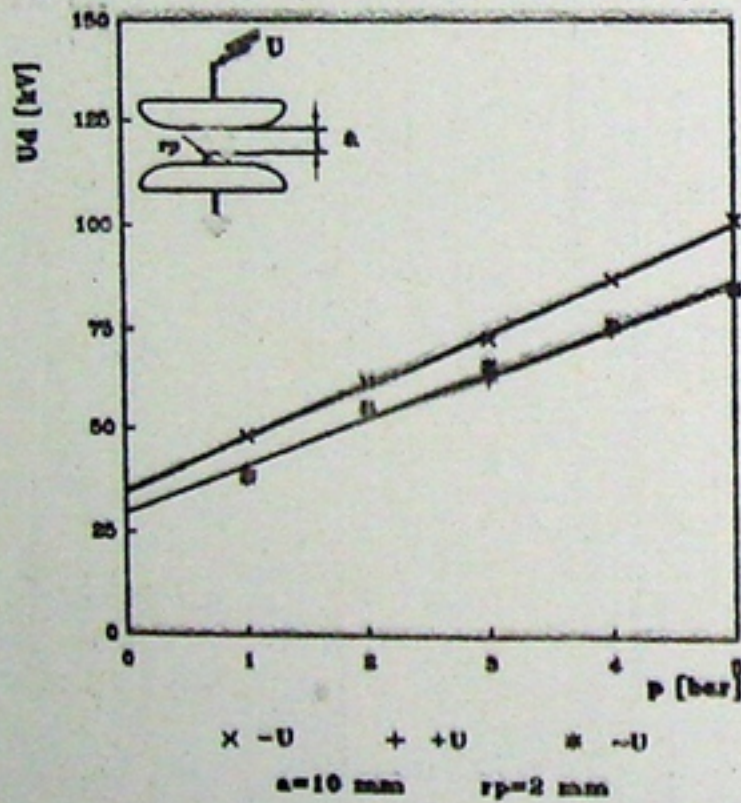
Sekil 1. 50 Hz alternatif gerilimde iki farklı ($a=2;16 \text{ mm}$) elektrot açıklığında ve pürüzsüz ($r_p=0$) ve pürüzlü ($r_p=2;3,25 \text{ mm}$) elektrot durumunda delinme geriliminin basınçla değişimi



Sekil 2. Negatif doğru gerilimde iki farklı ($a=2;16 \text{ mm}$) elektrot açıklığında ve pürüzsüz ($r_p=0$) ve pürüzlü ($r_p=2;3,25 \text{ mm}$) elektrot durumunda delinme geriliminin basınçla değişimi



Şekil 3. Pozitif doğru gerilimde iki farklı ($a=2;16 \text{ mm}$) elektrot açıklığında ve pürüzsüz ($r_p=0$) ve pürüzlü ($r_p=2;3,25 \text{ mm}$) elektrot durumunda delinme geriliminin basınçla değişimi



Şekil 4. 50 Hz Alternatif, pozitif ve negatif doğru gerilimde $a=10 \text{ mm}$ elektrot açıklığında ve ($r_p=2 \text{ mm}$) pürüzlü elektrot durumunda delinme geriliminin basınçla değişimi

Şekil 4 ise $a=10$ mm, $r_p=2$ mm için delinme geriliminin basınçla değişimini, gerilim türüne göre, karşılaştırma olanakını vermektedir.

3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

50 Hz Alternatif gerilimde elektrot yüzey pürüzlülüğü varlığının delinme geriliminin basınçla değişimi üzerine azaltıcı etkisi olduğu, bu etkinin basınç ve elektrot açıklığı arttıkça belirginleştiği ancak çalışılan basınç aralığında pürüz yarıçapı (boyutları) etkisinin fazla olmadığı görülmüştür (Şekil 1).

Doğru gerilimde de alternatif gerilim durumunda gözlemlenen etki ve değişimler izlenmiştir (Şekil 2 ve 3). Bu durumda negatif doğru gerilimdeki delinme gerilimleri değerlerinin pozitif doğru gerilimdekilere göre daha yüksek ölçülmüş olması, kutbiyet etkisinin gözardı edilemeyeceğini göstermiştir. Ötekiler alternatif gerilimden doğru gerilime delinme gerilimi U_d nin 0-5 bar basınç aralığında lineer bir değişim gösterdiği görülmüştür.

Elektrot yüzey pürüzlerinin delinme öncesinde dikkate değer bir akıma sebep olduğu bilinmektedir. Bu durumun uzay yüklerinin oluşumuna yol açarak elektrotlar arasındaki alanın bozulmasına dolayısıyla havanın iyonlaşmasına ve boşalmanın yolunu etkileyerek daha düşük gerilimlerde delinme oluşmasına yol açtığı kabul edilebilir.

4. Sonuçlar

Havada, düzgün alanda, yüksek basınçta alternatif ve doğru gerilimde büyük boyutlu yapay pürüzlerle yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1) Elektrot yüzey pürüzlülüğü delinme gerilimini azaltmaktadır.
- 2) Pürüz etkisi, basınç ve elektrot açıklığı arttıkça belirginleşmektedir.
- 3) Delinme geriliminin çalışılan basınç ve elektrot açıklıklarında pürüz yarıçapına (boyutlarına) bağımlılığı azdır.
- 4) Negatif doğru gerilimde delinme gerilimi değerleri pozitif doğru gerilimdekinden büyük olup, burada kutbiyetin etkisi söz konusudur.

Kaynaklar

- [1] A.Pedersen, On The Electrical Breakdown of Gaseous Dielectrics, IEEE Trans. on Electrical Insulation, Vol. 24, No. 5, pp. 721-739, Oct. 1989.
- [2] A.Pedersen, The Effect of Surface Roughness on Breakdown in SF₆, IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-94, No. 5, pp. 1749-1753, Sept./Oct. 1975.
- [3] I.W.McAllister, On The Concept of Electrode Surface Roughness With Reference To Discharge Phenomena In Strongly Electronegative Gases IEEE Trans. on Electrical Insulation, Vol. EI-21, No. 4, pp. 659-661, August 1986.
- [4] Ö.Kalenderli, M.Farsadi, Havada Düzgün Alanda Elektrot Yüzey Pürüzlülüğünün Delinme Gerilimine Etkisi, Elektrik Mühendisliği 3.Ulusal Kongresi, Cilt 3/1, s.224-227 Eylül 1989, İstanbul.