

# HARİCİ TİP YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖRLERİNİN İŞLETİLMESİ VE BAKIMI

Danis JANOS

Harici tip yüksek gerilim izolatörlerinin bakımı,  
a) Hasarlı izolatörün onarımı ya da değiştirilmesi,  
b) izolatör yüzeyinin elektriksel dayanıklılığının bakımı,  
konularını içerir.

Onarılması ya da değiştirilmesi gerektiği dış görünüşünden belli olan izolatörlerin bakımı ile ilgili olan a) şıkkı, bu gibi durumlarda yapılacak işler kendinden belli olduğundan, bu makalenin kapsamı dışında bırakılmıştır, b) şıkkını oluşturan, izolatör yüzeyinin dayanıklılığının bakımı konusu ise, bakım gerektiren izolatör sayısının daha çok olması ve bakım gerekliliğinin kolayca anlaşılabilen bir konu olmaması nedeniyle, daha yakından bir incelemeyi gerektiriyor.

İzolatör yüzeyinin elektriksel dayanıklılığının bozulması olayına "kirlilik nedeniyle atlama" adı verilir.

Kirlilik Nedeniyle Atlama Olayı :

Kirlilik nedeniyle atlama olayı, kısaca şu şekilde gerçekleşir.

Kirli ortamdaki harici tip izolatörün yüzeyinde, suda eriyen ve erimeyen türden kirler toplanır. İzolatörün yüzeyindeki bu kir tabakasının kalınlığı, çeşitli noktalarda birbirinden farklıdır ve kuru havalarda izolasyona katkıda bulunur. Ancak kir tabakası ıslanacak olursa, direnci belirgin bir şekilde azalır ve izolatör yüzeyinde kaçak akımlar oluşmaya başlar. Kaçak akımları nedeniyle ısı şeklinde harcanan güç, kir tabakasını yerel olarak kurutur ve izolatör yüzeyinde, kurumuş kirden meydana gelen bantlar oluşmasına yolaçar. Bu bantlar arasında atlamalar olur ve bu noktalarda akım yoğunluğu artar. Atlama akımının genliği, izolatör yüzeyinin geri kalan kısmının direncine bağlıdır. Bu şekilde başlayan atlama olayı, koşullara bağlı olarak durabilir, sabitlenebilir ya da tam bir atlamaya dönüşebilir. Öte yandan, parametrelerin rastgele (stokastik) yapısı olayı daha da karmaşıktır. Bu kısa açıklama, kirlilik nedeniyle atlama olayının tüm özelliklerine değinmemekle birlikte, en önemli özelliğinin kir tabakasının iletkenliği olduğunu göstermekte ve dolayısı ile üstesinden gelebilme olanaklarını belirlemektedir.

İşletmede Meydana Gelen Atlama Olayları :

Macaristan şebekesinde, kirlilik nedeniyle atlama olayı ilk olarak 1950 yıllarında gözlenmiş ve konu ile ilgili araştırmalara Güç Araştırma Enstitüsü, Budapeşte Politeknik Üniversitesi ve Macaristan Elektrik Kurumunca ortak olarak başlanılmıştır. Bu yakın işbirliği sonucunda, bugün kullanılmakta olan, kirlilik nedeniyle atlama olayına karşı önlemler saptanmıştır.

Aşağıdaki tabloda, 120 kV'lük Macaristan iletim şebekesindeki izolatörlerde meydana gelen atlama olaylarının istatistiksel yapıları görülmektedir.

- Fırtına (şimşek, yıldırım) . . . . .	% 45
- Kirlilik ve yüzey bozulması . . . . .	% 47
- Rüzgâr . . . . .	% 3
- Diğer . . . . .	% 5

Başarısız tekrar kapama yüzdesinin, fırtına sırasında % 8.1, yüzey bozulması nedeniyle ise % 14.9 olması ise, kaba arızaların % 50'sinden fazlasının kirlilik dolayısı ile atlama nedeniyle meydana geldiğini göstermektedir.

Yukarıdaki veriler, olayın önemini açıkça vurgulamaktadır.

Kirlilik Nedeniyle Atlamayı önleme Stratejisi :

Kirliliğe maruz izolatörlerin tasarımı ve bakımlarının doğ-

ru bir biçimde yapılabilmesi için 5U bilgilere gereksinim vardır.

- Atlama mekanizması,
- kirliliğin derecesi ve özellikleri,
- izolatörlerin göreceli ve mutlak performans,
- doğru bir boyutlandırma yöntemi,
- olası bakım yöntemleri.

Çalışmalarımız, yukarıda sıralanan tüm alanları kapsar. S olup, bir tümleşik, bir kirlilik nedeni/le atlamayı önlen stratejisi oluşturulmasına temel teşkil etmiştir.

Bu tebliğde değerlendirilebilirlikte, olan bütünlüğü içerisinde anlatabilmek bakımından çalışmaların olayın stokastik özelliklerinden yararlanarak, stokastik bir model üzerinde yapıldığını belirtmek yararlı görürüm.

Çevre Kirliliğinin Belirlenmesi :

Uygun ve ekonomik bir izolasyon seviyesinin elde edilmesi için geniş kapsamlı çevre kirliliği ölçümleri yapılmıştır ve yapılmaktadır. Bu araştırmalarda çevre kirliliği ölçüm sonuçları ve iletim şebekesine ilişkin istatistiksel veriler kullanılmaktadır. Bu araştırmalar sonucunda, izolasyon seviyesinin saptanmasında kullanılan çevre kirliliği haritaları hazırlanmıştır.

İ.ği haritaları hazırlanmıştır.

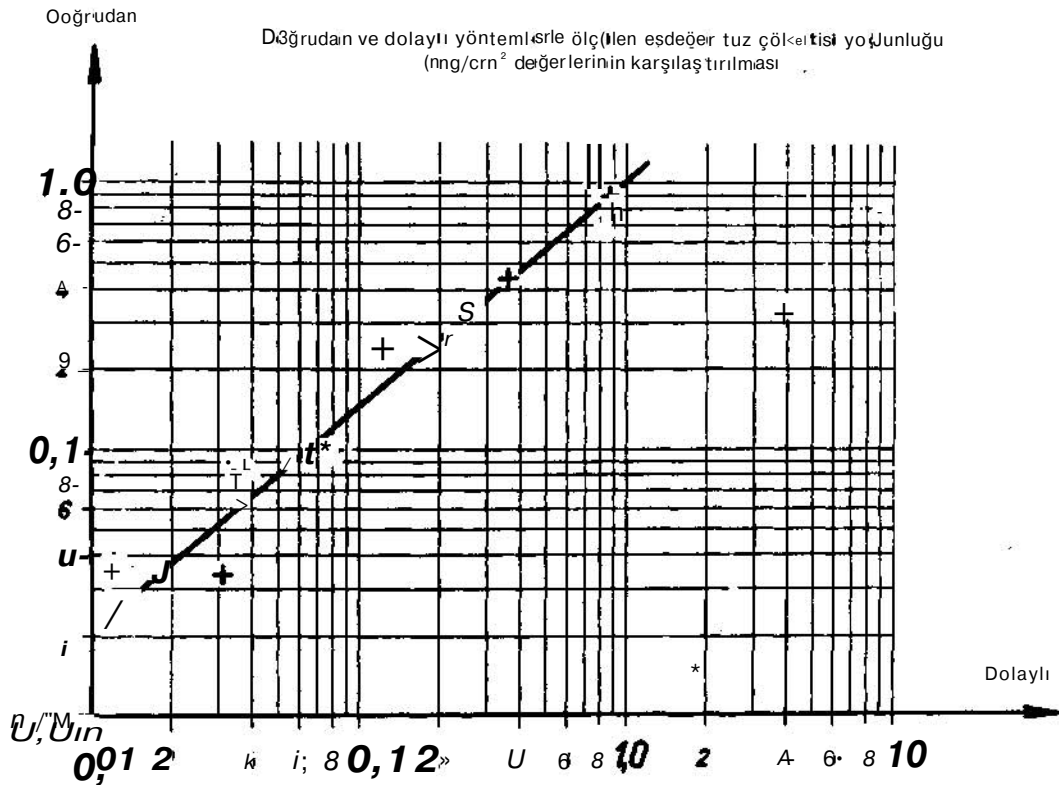
Uygulamamızda, çevre kirliliğini belirleyen etken, eşdeğer tuz çökeltisi yoğunluğu (ETÇY) olarak alınmıştır.

ETÇY, izolatörün birim yüzeyinde, aynı yüzey iletkenliğine yol açan NaCl miktarına karşılık gelen kir miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Doğrudan Ölçme : ETÇY'nin doğrudan ölçülmesi, izolatör yüzeyinin bilinen bir miktarda saf su ile yıkanıp elde edilen eriyik ile aynı iletkenlik artışı veren NaCl miktarının belirlenmesi ile yapılır.

Dolaylı Sekilde Ölçme : ETÇY'nin dolaylı yoldan ölçülmesi, sahaya yerleştirilen yüzey alanı bilinen plastik kaplar yardımı ile yapılır. Her ay toplanan kaplarda biriken kir miktarı ölçülür ve tuz eşdeğerine dönüştürülür. Gözlenen kir miktarının belirlenebilir bir yüzdesinin izolatör yüzeyinde kaldığı varsayarak ETÇY hesaplanabilir. Uygulamamızda yapışkan kirli izdesi, genel olarak % 1, çimento ve demir-çelik tesisleri yakınında ise % 3 olarak alınır.

Doğrudan ve dolaylı ölçümler, Şekil 1'de görüldüğü gibi uyumlu sonuçlar verir.



Yukarıda belirtilen yöntemler, kirliliğin yalnızca ortalama değerini hesaplamada kullanılabilir. Sağlıklı bir uygulama için ise kirlilik seviyesinin anlık değerlerinin değişkenliğinin de bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla, "IMICONT" adı verilen bir kirlilik seviyesi monitörü geliştirilmiştir.

Eriyik içerisinden sürekli bir biçimde hava kabarcıkları geçiren ve anlık iletkenlik değişmelerini ölçen bu aygıt yardımı ile eriyiğin iletkenliği ve bu iletkenliğin istatistiksel dağılım fonksiyonu tahmin edilebilmektedir.

Son yıllarda, çeşitli istasyonlara yerleştirilen "işaretili" izolatörlerin kaçak akımı genlikleri ile bu genliğin dağılım fonksiyonu da hesaplanmış olmakla birlikte, bu ölçümlerden henüz tam bir sonuç alınabilmiş değildir.

İzolatörlerin Performansı :

İzolatörlerin kirlilik performansı, iki ayrı standart yapay kirlenme deney yöntemi kullanılarak ölçülmektedir: Tuz buharı deneyi ve ıslak bulaşıcı deneyi. Bu deneyler yardımı ile yüzde fazla tip ve uzunlukta izolatör denenmiş ve çeşitli parametrelerin ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Araştırmalar, kirliliği betimleyen parametre ile krepaj uzunluğu arasındaki ilişkilerin

$$L' = A \cdot Sp \dots \dots \dots (D)$$

şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. Burada,

- L' : krepaj uzunluğu
- S : kirliliği betimleyen parametre
- A , p : sabit

Çeşitli izolatörler üzerindeki deney sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi sonucunda, izolatörün krepaj uzunluğu ile kirlilik derecesi arasındaki ortalama ilişki yukarıdaki şekilde hesaplanmıştır. A ve p sabitleri, değişik deney yöntemlerinde değişik değerler almaktadırlar.

Şekil 2 , 60'tan fazla izolatör zinciri üzerinde yapılan deney sonuçlarını göstermektedir.

Şekil 3'te ise 3 ıslak bulaşıcı (Cab-O-Sil) deney sonucu görülmektedir. Burada, dayanma iletkenliği, atlama olasılığının % 10'dan az olması anlamına gelmektedir.

Ortalama ilişki kuadratik regresyon modeli kullanılarak hesaplanmıştır. İstatistiksel incelemeler, denklem (1)'in, parametreler arasındaki ilişkiyi doğru biçimde tanımladığını göstermektedir. Korelasyon katsayıları oldukça yüksek olarak bulunmuştur: tuz buharı deneyinde R = 0.9 ve ıslak bulaşıcı deneyinde R = 0.88.

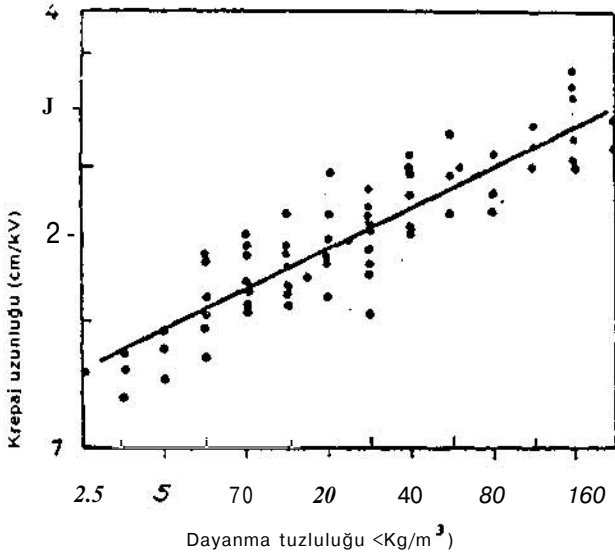
Her iki deney yönteminin de, parametreler arasında aynı ilişkiyi veriyor olması, deney yöntemlerinin eşdeğer olduklarının söylenebilmesine olanak vermektedir (Bkz. Şekil 4).

Doğal olarak, atlama olasılığı ve kirliliğe maruz kalma süreleri değişik olduğundan, deney yöntemlerinin eşdeğerliği mutlak değil, görelidir.

Eşdeğer tuz çökeltisi yoğunluğunun kolay hesaplanabildiği hatırlanırsa, bu parametrenin laboratuvar ile saha çalışmalarını arasındaki ilişkiyi kurabilecek parametre olabileceği ortaya çıkar.

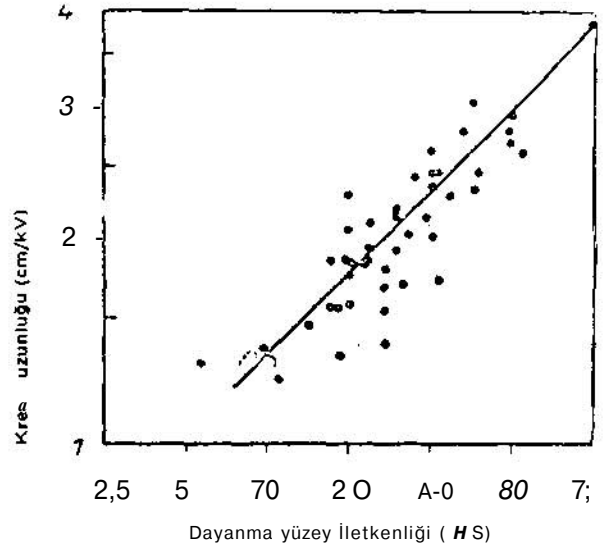
Tablo -1

KİRLİLİK SINIFI	S DAYANMA TUZLULUĞU kg/m <sup>3</sup>	,/kappa/ YÜZEY İLETKENLİĞİ PS	V <sub>s</sub> EŞDEĞER TUZ YOĞUNLUĞU mg/cm <sup>2</sup>
Temiz	S 2,5	7	V <sub>s</sub> 0,0175
Hafif kirlenme	2,5 S 10	7 14	0,0175 V <sub>s</sub> 0,07
Ağır kirlenme	10 S 40	14 28	0,07 V <sub>s</sub> 0,28
Çok ağır kirlenme	40 S 160	28 56	0,28 V <sub>s</sub> 1,12



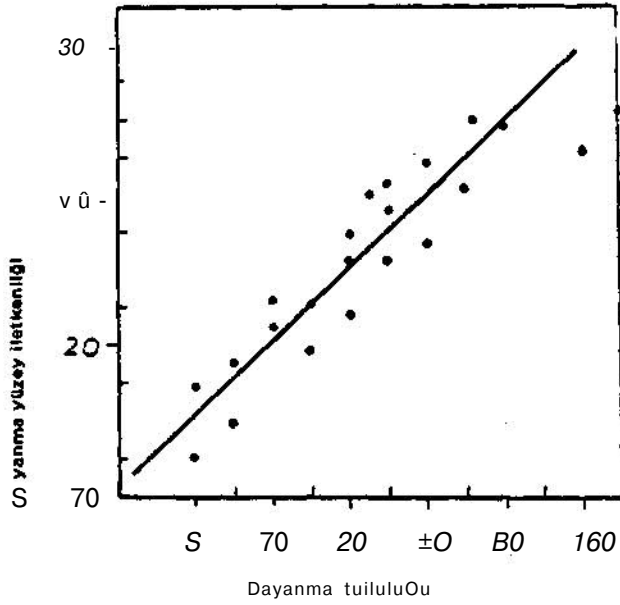
Şekil 2

Tuz buharı deneyinde, krepaj uzunluğu ile dayanma tuzluluğu arasındaki ilişki



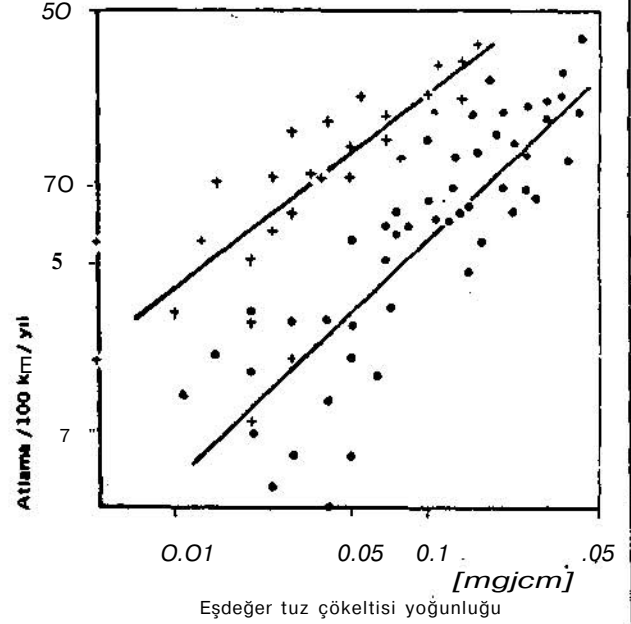
Şekil 3

Islak bulaşıcı deneyinde, krepaj uzunluğu ile dayanma yüzey iletkenliği arasındaki ilişki



Şekil 4

atlama istatistiklerinin sonuçları  
 + dayanma tuzluluğu 7 - 10 kg/m<sup>3</sup>  
 dayanma tuzluluğu 20 - 28 kg/m<sup>3</sup>



Şekil 5

Tuz buharı deneyi ile ıslak bulaşıcı deneylerinin eşdeğerliliği

1 saatlik tuz buharı deneyinden sonra yapılan ölçümler, ETÇY ile buharın tuzluluk derecesi arasındaki ilişkinin,

$$ETÇY = 7.10^8 \cdot S \quad (2)$$

şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. Burada,

$$ETÇY : \text{eşdeğer tuz çökeltisi yoğunluğu (mg/cm}^2\text{)}$$
$$S : \text{dayanma tuzluluğu (Kg/m}^3\text{)}$$

Bu denklem, dışardaki hava kirliliği seviyesi ile laboratu-  
vardaki tuz yoğunluğu arasındaki ilişkilerin kurulmasına  
olanak vermektedir.

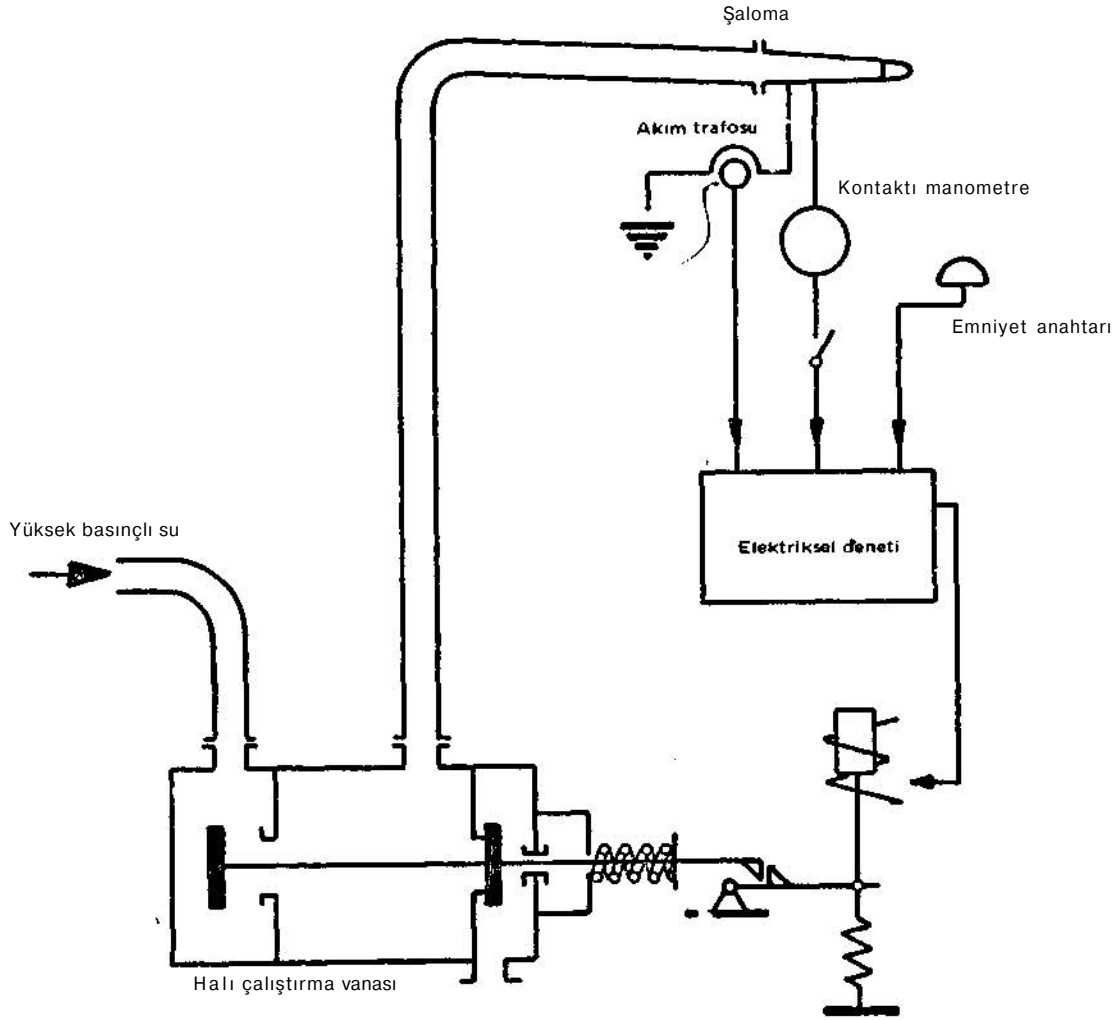
Atlama istatistikleri ile, kirlenme ölçümleri arasında kor-  
relasyon bulunduğu da kanıtlanmış durumdadır. Şekil 5;  
5 yılda toplanan verilerin istatistiksel olarak incelenmesi-  
nin sonuçlarını göstermektedir. Bu şekil üzerinde yıllık  
kirlilik nedeniyle atlamalar ile işletmedeki izolatörlerin  
ölçülen ortalama ETÇY'leri gösterilmiştir.

Dayanma tuzluluğu açısından izolatörler iki ayrı gruptan  
seçilmiştir; birinci grup izolatörler 7-10 Kg/m<sup>3</sup>, ikinci  
grup izolatörler ise 20-28 Kg/m<sup>3</sup> lük dayanma tuzlulu-  
ğuna sahiptir. İstatistiksel değerlendirmeler, aynı kirlilik  
seviyesinde, birinci grup izolatörlerin, ikinci gruba oran-  
la, ortalama dört-beş katı daha büyük atlama olasılığına  
sahip olduğunu göstermiştir.

İzolasyon Boyutlandırma Yöntemi .

Kirlilik derecesinin ve izolatör performansının ölçümler-  
inden yararlanarak izolasyon boyutlandırılması aşağıda  
belirtilen şekilde yapılır. Söz konusu saha, Tablo Vde  
gösterilen kirlilik sınıflarından birine oturtulur ve perfor-  
mans gereklilerini sağlayan izolatörler seçilir (Tablo 1).

Bazı durumlarda, cihazların önemi, ya da ekonomik ko-  
şullar, istatistiksel ölçümlere ve bozulma riski hesaplama-



Şekil 6

larına dayanan daha gelişmiş yöntemlerin kullanılmasını gerekli kılabilir.

İzolatörlerin Bakım Yöntemi ;

Çoğu durumlarda, izolatörlerin doğru tasarlanması kirlenme nedeniyle meydana gelen bozulmaların en aza indirgenmesini sağlamakla birlikte, kirlenmenin aşırı boyutlarda olduğu durumlarda ya da kirlilik seviyesine göre tasarlanmamış ve öteden beri çalışmakta olan cihazlar üzerinde ek bakım işlemlerinin yapılması gereklidir.

İşletmelerimizde şu yöntemler kullanılmaktadır.

1) Periyodik Elle Temizleme (Enerji Kesilerek) :

Kirlilik derecesi az olan ve yıllık bakım sırasında uygulanması olası olan yerlerde kullanılır.

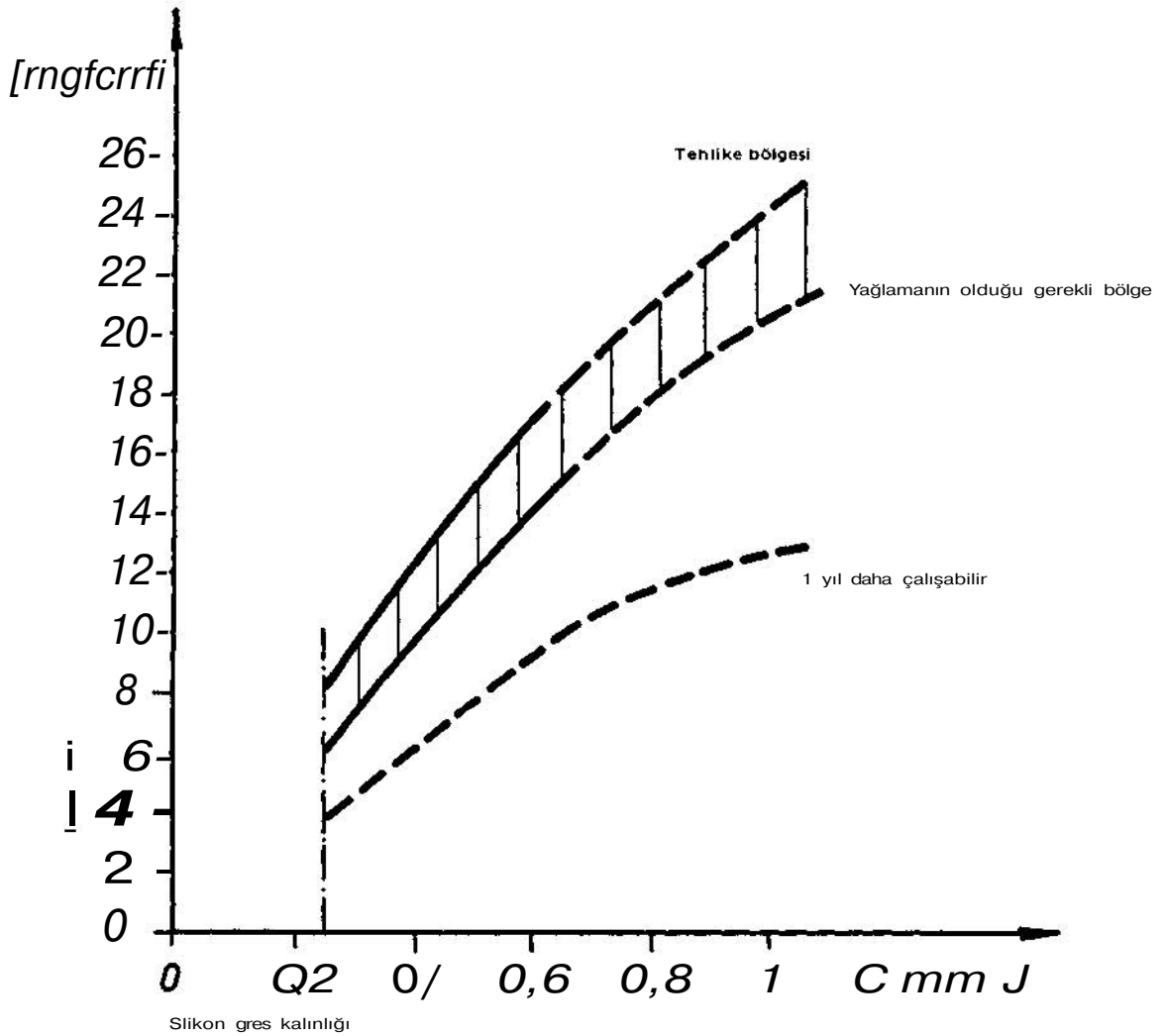
2) Aşındırıcı Madde Püskürterek Temizleme :

Bazı durumlarda çimento kirlerinin temizlenmesi için kullanılır. Aşındırıcı madde olarak kireç tozu kullanılmaktadır. Sonuçlar ümit verici olmakla birlikte, yöntem fazla yaygınlaşmamıştır.

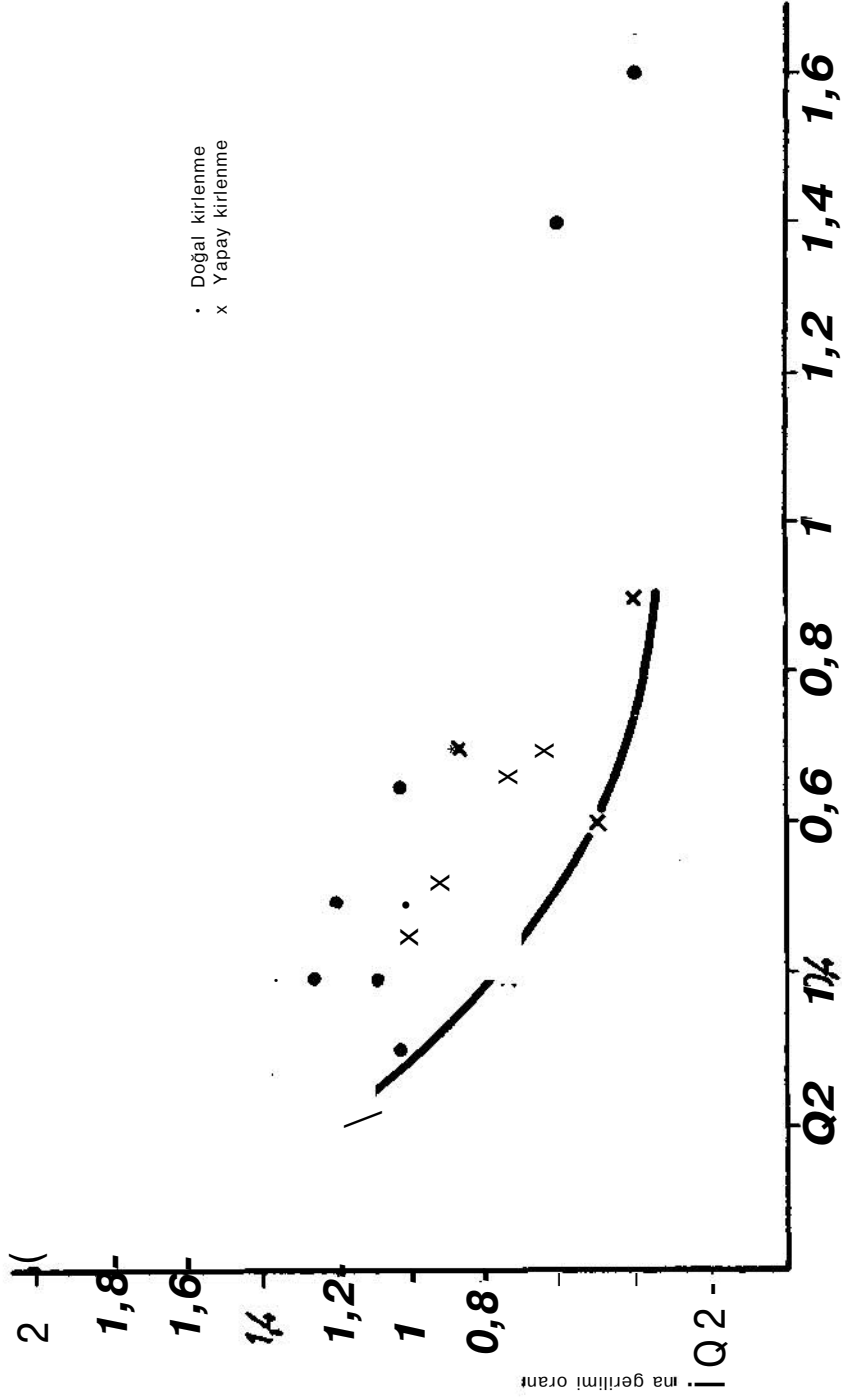
3) Su ile Yıkama :

Bu yöntem 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. Özel olarak tasarlanan yıkama aygıtının prensibi Şekil 6'da görülmektedir.

Aygıt, özel olarak tasarlanmış bir araç şeklinde olup,



Şekil 7



Şekil 8

bir şaloma, ölçü ve kontrol cihazları, valf ve gerekli koruma cihazlarından oluşmaktadır. Gerekli su basıncı 6-10 bar'dır. Basıncın alt limitini, suyun yeterli enerjiye sahip olması gerekliliği üst limitini ise ekonomik koşullar belirlemektedir. Şaloma ile hedef arasındaki mesafe ise, iş güvenliği gereklerine göre hesaplanmaktadır. 120 kV'ta 4-6 m'lik bir mesafe yeterli olmaktadır. Yıkama suyunun iletkenliği 500/u mho/cm.

Ardarda iki yıkama arasındaki süre kirlilik derecesi ve işletmenin güvenliliği gözönüne alınarak seçilir. Bu süre, izolatörlerin 30 - 45 saniye süreyle yıkanmasının yeterli olmasına olanak verebilecek bir süre olmalıdır.

Yıkama aygıtının şaloması, kirlenen yıkama suyunun izolatörün temiz kısmına doğru akmasını sağlayacak şekilde aşağıdan yukarıya doğru hareket ettirilmesi gereklidir. Yıkama sırasında iki ya da daha çok çenek arasında ark oluştuğu görülürse, su, atlamayı önlemek amacı ile derhal bu noktalara tutulmalıdır.

Yıkama işlemi sırasında ,ek güvenlik önlemleri alınmalıdır. Örneğin, tekrar kapama röleleri devre dışı bırakılmalı, yıkama aygıtı topraklama şebekesine bağlanmalıdır. Sudaki kaçak akımları 1 A'dan fazla olursa su otomatik olarak kesilmelidir.

İzolatör bakımı için hareketli aygıtların kullanılması uygun ve ekonomik bir yöntem olarak görülmüştür. Bir trafo merkezindeki izolatörlerin yıkanması 20 dakika almakta ve 6 kişi ile yapılabilmektedir. Yöntem çok güvenilir olup, uygulamaya konulduğundan bu yana geçen 15 yıl içerisinde hiç atlama görülmemiştir.

#### 4) Silikon Gres İle Yağlama :

Silikon gres ile yağlama Macaristan'da en sık kullanılan önleyici bakım yöntemidir. Yöntem, silikon gresin su kabul etmeyen ve hiçbir izolatöre erişmesini önleyen özelliklerinden yararlanmaktadır. Gresin bu özellikleri nedeniyle izolatör yüzeyinde kaba bir su tabakası oluşmaktadır. Doğal olarak silikon gresinde kapasitesi ve kullanım ömrü kısıtlıdır. Ülkemizde imal edilen ve "Antipoll" adı verilen gres, iyi bir gres yağının sağlanması gereken tüm özellikleri sağlamaktadır.

#### Silikon Gres Sürme Tekniği :

Silikon bileşikleri yalnızca iyi havalarda sürülebilir. Yağlama yapılmadan önce izolatör yüzeyinin temiz ve kuru olması gereklidir. Eğer izolatör ilk defa yağlanıyor ise, yapışmayı kolaylaştırmak bakımından, izolatör yüzeyinin, önce yağ emdirilmiş bez ile silinmesi gereklidir. Bu işlem yalnızca ya ilk yağlamada ya da izolatörün temizlenmesi sırasında deterjan veya başka bir solvent kullanılmış ise gereklidir.

Silikon bileşiği, yağ ya da başka bir katkı maddesi ile inceltilmemeli ve yumuşak bir boya fırçası kullanılarak sü-

rülmelidir. Sürme sırasında, istenilen kalınlık, izolatör yüzey alanı ve hazırlanan bileşik miktarı gözönüne alınarak, kalınlık kontrolü yapılmalıdır. Gres kalınlığının, izolatör yüzeyinin her noktasında aynı olması mutlaka gerekli değildir; küçük eşitsizlikler kabul edilebilir. Ancak, ortalama gres kalınlığının bilinmesi, kirlilik yoğunluğunun ölçülebilmesi için gereklidir.

Gres tabakası kalınlığı 0.2 - 0.4 mm. dolayında olmalıdır. Yağlama işleminin, enerji kesimi ve çok sayıda kişinin çalışması gerekeceğinden, 1 yıl veya daha uzun bir süre önceden planlanması gerekir. Sürülen gres tabakasının kalınlığının tesbiti için, yüzey alanı bilinen bir yerden (alan 1000 mm<sup>2</sup> den az olmamak koşulu ile) örnek alınır ve örnek tartılır.

$$\text{Tabakanın kalınlığı} = G/A \cdot 10^3 \text{ mm'dir.}$$

Burada, G : örneğin ağırlığı (gr)

A : örnek alınan yerin yüzey alanı (mm<sup>2</sup>).

Silikon gresin özgül ağırlığı yaklaşık 1 olup, hesaplamalarda gözönüne alınması gerekmez.

Silikon gresin belirli bir kullanım ömrü vardır ve bu süre dolduğunda yenilenmesi gerekir. Yağlama pahalı bir işlem olduğundan iki yağlama arasındaki sürenin mümkün olduğunca uzun olması gerekir. Ancak süre çok uzun tutulursa atlama olayı meydana gelebilir.

Kir birikme hızının bilindiği durumlarda, verilen bir gres tabakası kalınlığına karşı gelen beklendik kullanım ömürleri, Şekil 7. yardımı ile hesaplanabilir. Beklendik kullanım ömürleri, kirlenmiş yağlı izolatörün yaşta atlama gerilimi, temiz izolatörün yaşta atlama geriliminin altına düşmeyecek şekilde seçilmektedir.

Yukarıda verilen bilgiler ve uygulama sonuçları, izolatör yüzeylerinin bakımı hakkında yalnızca genel ilkelerin saptanmasında kullanılabilir, yapılabilir ve ekonomik bakım program ve ilkelerinin saptanabilmesi için işyerinde gerekli inceleme ve araştırmaların yapılması gereklidir.

Uygulamamızda 0.3 - 0.4 mm'likgres kalınlığı 1 -2 yıllık bir süre için yeterli olmaktadır.

#### ÖZET:

Belli bir yörede kullanılacak izolatörler, bu yörede yapılacak kirlilik yoğunluğu ölçümleri ile izolatör performans ölçümleri yapılarak seçilmelidir. Bu şekilde iletim şebekesinin işletilmesi daha ekonomik bir hale getirilebilir.

Kanımca, bu konudaki en ümit verici gelişme sentetik izolatörlerin kullanılmaya başlanmış olmasıdır. Ülkemizde tasarımılanan sentetik zincir izolatörlerin kirlilik performansı mükemmel olup, dayanma tuzlulukları 244 Kg/m<sup>3</sup> dolayındadır ve bu izolatörlerden yüzlercesi 1975'ten bu yana hiç bakım yapılmaksızın çalışmaktadır.