

# KİR ALTINDA İZOLATÖR TESTLERİ \*

Yazan :  
Y. Prof. Ahmet BUMEİİ

## ÖZET

Konferansta konusu izolatorlerin kirli şartlar altında davranışlarını ölçmek için kullanılmakta olan testleri kapsamaktadır. Bu testler, son çalışmaların ışığında,

1. Deneysel test yöntemleri,
2. Analitik (matematiksel) test yöntemleri

olarak ikiye ayrılabilir. Matematiksel test yöntemleri, izolatorlerin kirli koşullar altında davranışlarını analitik yöntemlerle ve bilgisayar kullanarak hesaplama esasına dayanır. Bu konudaki çalışmalar henüz başlangıç safhasında olup yetersizdir.

Deneysel test yöntemlerini «tabii» ve «sunî» olarak ikiye ayırmak kabildir. Sunî yöntemler arasında başlıca yağmur altında test, kızılğur, metilen deneyleri ve tuzlu su deneyini zikredebiliriz. Bu konferansta yalnızca deneysel test yöntemleri incelenecektir.

## SUMMARY

The subject of article includes the tests which are being to measure the performance of isolators under dirty atmospheric conditions. These tests, under the light of recent researches, can be classified as,

1. Experimental Test Methods,
2. Analytical (Mathematical) Test Methods.

in mathematical test methods the behaviour of isolators under dirty atmospheric conditions is analyzed by using analytical methods and computers. The studies on this method are in initial phase and not sufficient yet. it is possible to divide the experimental test methods into two in itself as «natural» and «artificial». Artificial methods include rain tests, methylene tests and salty fog tests. in this article only the experimental test methods will be discussed.

## 1. GİRİŞ

Yüksek gerilim izolatorleri enerji nakil sistemlerinin başlıca arıza kaynaklarından ibirirli teşkil ederler. İzolatorlerin temel görevi enerji nakil sisteminin yüksek gerilim altındaki kısımlarını izole etmektir. Buna ilave olarak izolatorler, enerji nakil hatları izolatorlerinde olduğu gibi, taşıma (mekanik) görevi de yaparlar. İzolatorler, genellikle taşıma görevini başarı ile yaptıkları halde, izolasyon görevini zaman zaman yapamayıp yüksek gerilimli enerji nakil kısmının toprağa kısa devresi ile sonuçlanan, atlamalar gösterirler.

Kirlenme sonucu bir İzolator yüzeyinde atlama olayı şu şekilde meydana gelmektedir. Kirli bölgelerdeki izolatorler zamanla bir kir tabakası ile kaplanırlar. Kir birikimi başlıca, bölgenin kirlenme derecesi ve atmosferik şartları ile izolatorün profili, konumu ve servis gerilimine bağlıdır. İzolator yüzeyindeki kir tabakası kuru kaldığı müddetçe herhangi bir problem bahis konusu değildir. Ancak, kir tabakasının sis, rutubet ve hafif yağmur altında ıslanarak iletken hale gelmesi sonucu yüzey l-oyunca enerji kaybına yol açan kaçak akınlar akar. İzolator yüzeyinde gerilim dağılımı çok düzensiz hale gelir. Enerji yoğunluğunun büyük olduğu noktalarda kir tabakası kuruyarak «kuru band» denilen bölgeler

oluşur. Kuru bandlar jyunca gerilim düğümlerinin havanın dielektrik dayanımını aşması halinde deşarjlar tutuşur. Yüzeysel deşarjlar baza halde izolator yüzeyi boyunca yayılarak kısa devrelere (atlamalara) sebebiyet verirler. Bir atlama sonucu meydana gelen yüksek akımlı ark, enerjinin kesilmesine ve çokça izolatorün tahrip olmasına ve hatta enerji nakil hattının eriyerek kopmasına sebebiyetli olabilir [1].

Yüksek gerilimi enerji nakil sistemlerinin arızalara ve ekonomik kayıplara sebep olmadan emniyetle çalışabilmeleri için uygun bir izolator koordinasyonuna sahip olmaları gerekir. İzolator koordinasyonunu planlayan mühendisler bölgelerinin atmosferik şartlarına en elverişli izolator tipini seçmek isterler. Bunun için de bir İzolatorün çeşitli şartlar altında nasıl bir davranış göstereceğinin önceden bilinmesi gerekir. Bu »edenle İzolator imalciler, imal ettikleri izolatorleri satışa arzetmeden önce çeşitli testlere tabi tutarlar. Bu testler çeşitli ülkeler ve milletler arası kuruluşlarca kabul edilmiş standartlarda tarif edilmişlerdir. Muhtelif standartlarla farklı ve benzer şekilde tesbit edilmiş bulunan bu testlerin hepsinin ortak gayesi, izolatorün servis şartlarında karşılaşacağı elektriksel, mekanik, termik v.s. zorlanmaları en iyi şekilde laboratuvarlarda temsil edebilmektir. Standart testler imalat VÖ kalite kontrol vazifesi yanında yeni tiplerin geliştirilmesine de yardımcı olmaktadır. Böylece izolator alıcı ve satıcısı arasında bir anlaşma ortamı da sağlanır [2, 3, 4].

\* 10.2.1972 tarihinde EİE İdaresi Balonunda verilmiştir.

## 2. YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖR TESTLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

izolatörlerle ilgili testler çeşitli standartlarla genellikle farklı şekillerde gruplandırılmaktadır. İngiliz standardı ES. I07 : 1960, yüksek gerilim cam ve porselen izolatörlerle ilgili testleri aşağıdaki şekilde üç ana grupta sınıflanmaktadır.

### 2.1. Numune (Sample) testleri:

Bu testlerden maksat İzolatörün bazı özelliklerinin tahkiki ve kullanılan malzemenin kalite kontrolüdür. Bir grup İzolatörden rastgele seçilen belli sayıda izolatör üzerinde yapılr. Bu gruptaki testler :

a. Boyutların tahkiki: izolatör boyutlarının belirli toleranslar arasında kalıp kalmadığının tahkik edilmesidir.

b. Sıcaklık testi: izolatör önce sıcaklık değişmesine ve ardından elektriksel zorlanmaya tabi tutularak termik zorlanmalara karşı dayanım derecesi tesbit edilir.

c. Mekanik veya elektro - mekanik yüklenme testi: Bu testin gayesi izolatörün mekanik zorlanmalara karşı dayanma durumunu tesbit etmektir.

d. Aşırı gerilim testi : Bu test yağ v.s. gibi iletken bir ortam içindeki İzolatöre şebeke frekanslı gerilimin, sıfırdan standartla belirtilen değere süratle yükseltilerek, tatbik edilmesi halinde delinme olup olmadığını tesbit eder. Test standart darbe gerilimi altında da ayrıca yapılabilir.

e. Gözeneklilik (porözite) testi: Porselen izolatörün imalât kalitesini tesbitte yarayan bu testle kırılmış bir İzolatörün porselen tabakasına, boyanmış bir sıvının nüfuz edebilme derecesi ile tayin edilir.

f. Termik şok testi: Cam İzolatörler için bahis konusu olan testte İzolatör belirli sıcaklık değişmelerine maruz bırakılarak çatlayıp çatlamadığı tesbit edilir.

g. Galvanizleme niteliği testi: izolatörün galvanizi erimiş metal kısmının galvanizlenme kalitesini tesbit etmeye yarayan bu testle, metal kısımlar çeşitli kimyasal çözeltilerin etkisine maruz bırakılarak incelenir.

### 2.2. Sıra (matine) testleri :

Bu grup testlerin gayesi kusurlu İmal edilmiş izolatörlerin tesbiti olup, her izolatör üzerinde yapılır. Porselen ve cam izolatörler, standartla tarif edilen elektriksel ve termik nitelikli testlerle burulma testlerine tabi tutulurlar.

### 2.3. Tip testleri:

Tip testlerinin gayesi izolatörün şekil, büyüklük ve teçhizatının özelliklerini tesbit etmektir. Bu testler şunlardır:

a. Görülebilir deşarj testi : izolatörün korona durumunu ve radyo ve televizyon parazitleri neşredip etmediğini anlamaya yarayan bu test karanlıkta ve izolatör tipine göre standartlarda belirtilen gerilim altında ve sürelerde yapılır. Bu testin geliştirilmesine çalışılmaktadır.

b. Darbe testi : izolatöre pozitif ve negatif polariteli standart (1/50) darbe gerilimi tatbik edilerek kuru şartlarda ölçülen darbe dayanım ve % 50 darbe atlama gerilimleri belirtilen değerlerde olmalıdır, izolatörler bu testiler sonucu tahrib olmamalıdır. Bu testlerle İzolatörlerin kuru şartlarda atmosferik aşırı gerilimler altında davranışları tesbit edilmek istenir.

c. Kuruda, şebeke frekanslı gerilim altında testler : Uygun tarzda düzenlenmiş İzolatör, standarda belirtilen gerilim altında bir dakika müddetle atlama yapmadan veya tahrib olmadan dayanabilmelidir. Ayrıca •% 50 atlama gerilimi tayin edilmelidir. Bu testlerin gayesi kuru şartlarda izolatörlerin şebekede belirecek dahili aşırı gerilimler altında dayanım dereceleri tesbit olmaktadır.

d. Yağta, şebeke frekanslı gerilim altında testler : Bu testlerin gayesi, izolatörün kirli şartlarda davranışını tesbit olup, eaa konumuzu teşkil ettiğinden aşağıda etraflıca incelenmiştir.

## 3. İZOLATÖR ARIZALARI

izolatörlerde kısa devreye yol açan arızalar başkca üç nedenle meydana gelmektedir.

a. izolatörün delinmesi : izolatör elektrik, mekanik ve termik zorlanmalar sonucu normal fonksiyonunu yapamaz hale gelebilir. Dielektrik delinme olarak bilinen bu tür arıza daha çok imalât hatası ile ilgili olup seyrek meydana gelir.

b. Aşırı gerilim atlamaları: Yıldırım ve diğer nedenlerle oluşan aşırı gerilimler İzolatörlerde atlamalar yaparlar. Bu tür arızalar alçak ve orta gerilim sistemlerinde önemli olup, gerilim, dolayısıyla izolasyon seviyesi, arttıkça azalmaktadır.

o. Kirlenme atlaması: Bir izolatörde kirlenme atlamasının meydana gelişi 1. kısımda kısaca anlatılmıştır. Kirlenme atlamaları, aşırı gerilim atlamalarının tersine, gerilim arttıkça önem kazanmaktadır. Bu tür arızalar bilhassa endüstriyel ve sahil bölgelerindeki yüksek gerilim izolatörlerinde sık sık görülmektedir. Enerji nakil gerilimlerinin süratle yükselmesi, endüstrileşme so-

nucu kirli bölgelerin çoğalması ve sahil bölgelerde santral ve enerji nakil sistemlerinin yapılması nedenleriyle izolatorlerde kirlenme atlaması ciddi bir problem olarak belirlemektedir [1].

Bu durum karşısında bir yandan arızaları önleyici geçici tedbirler (izalatorleri yıkama, izolator yüzeylerini gres cinsinden maddelerle kaplama v.s.) yapılırken, diğer taraftan kirli şartlarda daha iyi davranış gösterecek İzolatorlerin yapımına çalışılmaktadır [5]. İzolator imalinde istenen mekanik ve termik özelliklerin sağlanması zor olmamaktadır, önemli olan kir altında iyi davranış sağlayan uygun izolator tasarımı ve seçilen tasarımın bu durumunun önceden teyit edilmesidir. Bu tesbit, kolay ve pratik olarak, bu nedenle, seçilen laboratuvar testinin pratik şartları mümkün olduğu kadar ve en iyi şekilde laboratuvar testleri yardımı ile olmaktadır. Bunu temsil edebilmesi şarttır.

#### 4. KİR ALTINDA YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖR TEST METODLARI

Kirli şartlar altında izolator davranışını en iyi şekilde ölçmeyi sağlayacak çeşitli test metodlarının geliştirilmesine çeşitli ülkelerde yıllardan beri çalışılmaktadır. Kullanılmakta olan izolator kirli test metodları «sun'i» ve «tabii» olarak ikiye ayrılabilir.

##### 4.1. Sun'i kir kaplama test metodları :

Laboratuvar testleri olarak da bilinen bu testlerin başlıca faydaları ucuz, çabuk ve tekrarlanabilir olmaları ve tenkid edilen tarafları ise servis şartlarının laboratuvarında temsil edilemeyişi, test geriliminin bazı hallerde servis geriliminden farklı olması hususlarıdır. \ Suni test metodlarının başlıcaları aşağıda incelenmiştir.

##### 4.11. Yağmur testi:

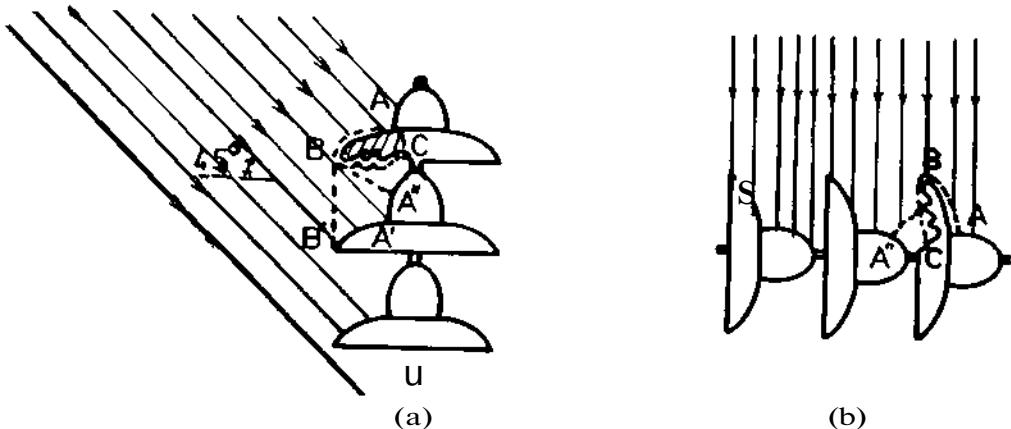
Yaşta atlama deneyi olarak da bilinen bu test hemen hemen bütün standartlarda mecburi test

olarak kaydedilmekte ve uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Teste tabi tutulacak izolatorler önce yıkanır, kurulanır ve standartların koyduğu kayıtlar dahilinde servis şartlarına en uygun tarzda düzenlenir. Bu şekilde düzenlenen izolatore homojen tarzda ince yağmur püskürtülür. Düşey zincir halinde püskürtme  $45^\circ$  lik açı altında, yatay zincir halinde püskürtme düşey doğrultuda yapılır (Şekil 1a, b).

Yağmur suyunun direncinin atlama gerilimi üzerinde oldukça etkisi vardır. Kullanılan suyun spesifik iletkenliği, oda sıcaklığında  $10000 \text{ ft/cm}$  ip  $\% 10$  ve yağmur düşme oranı dakikada  $3 \text{ mm}$   $\pm \% 10$  olmalıdır. Düşme oranının ölçmesi için Standard meteorolojik kaplar kullanılabilir, izolator zinciri uzunsa ölçmenin uç bölgelerinde ve birçok noktalarda yapılması ve bulunan değerlerin  $\% 25$ 'den fazla farklı olmaması gerekir. Bu şartlar altında izolatore standardla belirtilen yaşta test geriliminin önce 2 dakika süre ile yarısı, müteakiben 10 saniye içinde tam değere yüksöltülen test gerilimi bir dakika süre ile tatbik edilir. İzolator bu test altında delinmemeli ve atlama olmamalıdır. Bu testten sonra izolatore, 1 dakikalık yaşta test geriliminin  $\% 75$  değerinde bir gerilimden başlayarak kademe kademe artırılan gerilim allama oluncaya kadar tatbik edilir. Gerilimin tatbik süresi 5 saniyeden az olmamalı ve test 10 defa tekarlanarak ortalama yaşta atlama gerilimi hesaplanmalıdır.

Atlama gerilimi ve deşarjın yüzey boyunca gelişmesi, yağmurun şiddetine, iletkenliğine ve izolatorün boyut ve konumuna bağlıdır [6]. Düşey zincirde şemsiyeden akan su iplikçileri nedeniyle deşarj BB' yolunu takip edebilir, yağmur suyu iletkenliği artınca deşarj ABC boyunca yayılmaya meyleder (Şekil 1a).

Aynı izolator zinciri yatay konumda teste tabi tutulursa farklı davranış gösterir. Bu hale izolatorün şemsiye altındaki kısımları düşey konuma



Şekil 1. Yağmur altında izolator testi

.nazaran daha kolaylıkla ıslanır ve deşarj ABC yolunu takibe meyleder. Yağmur iplikçikleri etekler arasını birleştireceğinden deşarj şemsiye altındaki oyuklardan çok, etekler arasında havadan su iplikçiklerini takip eder (Şekil 1b).

Yukarıda detaylı olarak açıklanan yağmur deneyi ile izolatörün kiril şartlar altında davranışı ölçülmek istenir. Ancak yağmur testi pratikteki şartları yeterince temsil edemez. Servis şartlarındaki bir izolatör yüzeyinde biriken kir tabakasının dağılım ve karakteristikleri, yağmur altında izolatör yüzeyinde oluşan iletken elektrolitik tabakanın dağılımı ve özelliklerinden çok farklıdır. Devamlı izolatör yüzeyinde açığa çıkan ısıyı uzaklaştırarak ıslak (iletken) tabakayı yenilerken, pratikte kirli izolatör yüzeyi boyunca kaçak akımlar nedeniyle açığa çıkan enerji, kir tabakasında birikir ve değişmelere yol açar. Bunlardan başka yağmur altında başarılı davranış gösteren bir çok izolatör tiplerinin işletme şartlarında tamamen ters sonuç gösterdiği tesbit edilmiş bulunmaktadır. Bu nedenlerle şebeke frekansında yaşta atlama testinden vazgeçilmesi ve standartlardan çıkarılması fikri gittikçe yaygınlaşmaktadır [7, 8, 9, 10, 11].

#### 4.1.2. Kizelgur ve metilen testleri :

Kirlenme atlamalarının ciddi bir işletme problemi olarak belirmesi ve yağmur testinin tatminkâr sonuç vermemesi kargısında araştırmacılar daha uygun test metodlarının geliştirilmesine çalışmışlardır. Bu maksatla kurulan test merkezlerinde yapılan araştırmalar sonucu yeni bir çok metodlar ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında en çok ilgi toplayan, Almanya'da geliştirilen «Kizelgur» ve «Metilen» metodları aşağıda incelenmiştir. Her İki metodun ortak tarafı izolatörün suni kirle homojen olarak kaplanmasıdır.

• «Kizelgur deneyi» diye bilinen bu testin gayesi, endüstriyel tür kir altında çalışan hat ve cihaz izolatörlerinin davranışlarının\* tesbit etmektir. Kizelgur deneyinin iki çeşidi Almanya'da Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen (SfH) ve Siemens Sohuckert Werke (SSW) tarafından geliştirilmiştir. Kizelgur testi 1963'den beri Almanya'da standard test olarak kabul edilmiş ve alman normlarına (BDE 0448/1 - 63) alınmıştır [11, 12, 13, 14, 15].

Kullanılan suni kir 10 birim damıtık su, 1 birim kizelgur ve 0,1 birim dekstrin karışımıdır. Dekstrin çözeltiye yapışkanlık özelliği verir. Arzulanan spesifik iletkenlik, karışıma yeterli miktarda sofr tuzu katılarak sağlanır. 1000 gram damıtık su başına 1-35 gram tuz katılması halinde elde edilecek spesifik iletkenlikler yaklaşık olarak 1900 - 40000  $\wedge$ S/cm olur.

İzolatör önce gres cinsinden yapışkan kirleri giderici bir çözücü ile İyice temizlendikten sonra

düşük spesifik iletkenliği haiz (500  $\wedge$ S/cm'den az) su ile iyice çalkalanır. Temizlenmiş İzolatör önce 60 - 80°Cye kadar ısıtılır. Yukarıda belirtildiği tarzda hazırlanmış suni kir gayet ince (atomize) hale getirici püskürtücülerle ısıtılmış İzolatör yüzeyinde homojen halde püskürtülür. Yüzey sıcak olduğundan püskürtülen suni kir kısa zamanda kuruyarak izolatör yüzeyini kuru bir tabaka halinde kaplar. Kir tabakasının kalınlığı kolayca ayarlanabilir. Homojen bir kir kaplama temini için izolatörün simetri eksenini boyunca döndürülmesi tavsiye edilir. Kuru kir tabakası ile kaplanmış izolatörün ıslatılması ve deneyin bundan sonraki safhası, SSW ve SfH metodlarında farkla şekilde yapılmaktadır.

SSW metodunda kuru kir tabakası ile kaplanmış izolatör önce soğuk bir odaya ve arkasından yüksek sıcaklıkta ve nemli bir odaya alınarak «kondanse» suretiyle kir tabakası nemlendirilir. Kir tabakasının İletkenliği artarak bir doyma İletkenliğine erişir. Kir tabakası iletkenliği alçak gerilim altında ölçülerek doyma İletkenliği,  $G_0$  tesbit edilir. Doyma iletkenliğine erişme süresi 15 dakikadan az olmamalıdır. Kir tabakasının ısıtılması buharla veya su püskürtülerek de yapılabilir.

Doyma iletkenliğine varıldıktan sonra dayanma gerilimine yakın değerde şebeke frekanslı sinusoidal bir gerilim izolatöre aniden tatbik edilir. SfH metodunda ise nominal gerilim nemlendirene başlamadan veya nemlendirme sırasında tatbik edilir. Test geriliminde düşme beher amper yük akımı başına % 4'den fazla olmamalıdır. Test gerilim kaynağının kısa devre akımının değeri önemli olup standartla belirtilen değerden (genellikle 10-20 A) az olmamalıdır. Deney süresince test gerilimi ve akım, kaydedicilerle (osiloskop, v.s.) kaydedilmelidir. Bu tarzda, verilen bir doyma iletkenliği İçin dayanım gerilim', (atlama yapmayan maksimum gerilim) teabit edilir. Hazırlanmış bir izolatör üzerindeki kir tabakası yenilenmeden, ıslatma yenilenerek deney en fazla dört defa tekrarlanabilir. 4 defa da atlama olmazsa izolatör temizlenir ve yeniden kir tabakası ile kaplanır. Deney, farklı doyma iletkenlikleri için tekrarlanır. Deney sonuçları dayanım gerilimi ( $V_s$ , kV - efektif), yüzeysel iletkenlik  $e_r$  /I.S) eğrisi şeklinde gösterilir. Yüzeysel iletkenlik  $a_r$  doyma iletkenliği  $G_0$  ve izolatörün form faktörü F yardımı ile hesaplanır.

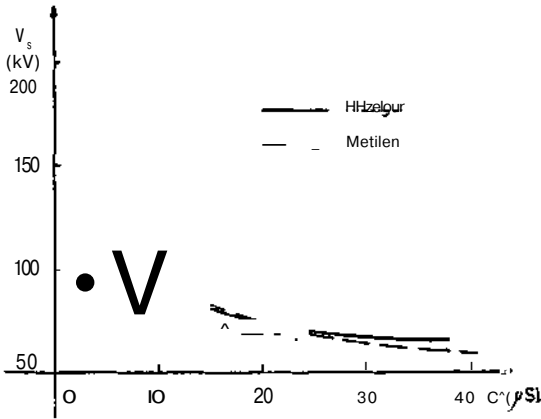
$$\langle V = \langle V^p$$

Form faktörü F, izolatör boyutlarına bağlı, aşağıdaki formül yardımı ile grafik veya nümerik usullerle bulunur.

$$F = \int_0^L \frac{dl}{\pi \cdot D}$$

Bu bağıntıda L: toplam sızma boyunu, dl: sızma yüzeyi boyunca uzunluk elemanını, D : dPye tekabül eden İzolatör çapını göstermektedir.  $V_s$  (oy) eğrisi, verilen bir kirlenme derecesi için izolatörde atlama yapan ve yapmayan gerilim sınırını gösterir.

AEG tarafından geliştirilen ve «Metilen Metodu» denen bir metotta suni kir 1 litre damıtık suya, 30 gram metil selüloz, 25 gramı tebeşir tozu katılarak yapılır [16]. Karışım iki gün bekletilmelidir. Tebeşir tozu, solüsyona renk vermek ve tuz iletkenlik sağlamak içindir, izolatör bu kirle daldırma veya püskürme ile homojen olarak kaplanmaktadır. İstenen kir iletkenliği, tabaka kalınlığı ve tuz miktarı değiştirilerek kolayca sağlanmaktadır. Kizelgur metodunda olduğu gibi izolatör soğutma-ısıtma ameliyesine, tabii tutmaksızın seçilen deney gerilimi izolatöre iletkenlik ölçüldükten sonra tatbik edilir ve benzer tarzda dayanım gerilimi tayin edilir. Gerilimin tatbikinden sonra en az 5 dakika beklenmeli ve her gerilim tatbikinden sonra İzolatör temizlenerek yeniden kirle kaplanmalıdır. Her iki metodla bulunan sonuçlar arasında uygunluk sağlanmaktadır (Şekil 2). Metilen metodunun



Şekil 2. 1 VKL İzolatörünün kizelgur ve metilen metodları ile bulunan dayanım gerilimi iletkenlik eğrisi.

Kizelgur metoduna göre üstünlüğü soğutma ve ısıtmayı gerektirmediğinden daha az ekipmanla, daha çabuk ve kolay şekilde sonuç vermesidir. Ayrıca, kirin izolatöre tatbiki ve temizlenmesi çok daha kolay olmakta ve püskürtülme sırasında püskürtücülerde bir tıkanıklık olmamaktadır. (Metilen metodunda izolatör kirle kaplandıktan sonra bekletilmeden teste tabii tutulmaktadır. Kuruma halinde kir tabakasıyla higroskopik olmayışı nedeniyle tekrar ısıtılması zor olmaktadır.

En son olarak geliştirilen diğer bir metotta ise, suni kir olarak 1 litre damıtık suya katılmış 20 gram siltka parçacı Man (cab-o-sil) ve 1 gram

kadar ıslatıcı bir madde (Photo-Flo-600)- karışımı kullanılmaktadır, izolatör alçak basınçlı püskürtücülerle bu tür suni kirle kolayca kaplanabilmektedir. Test ger; İlimi kirlendirmeyi müteakip 3-5 dakika içinde tatbik edilmelidir [17, 18].

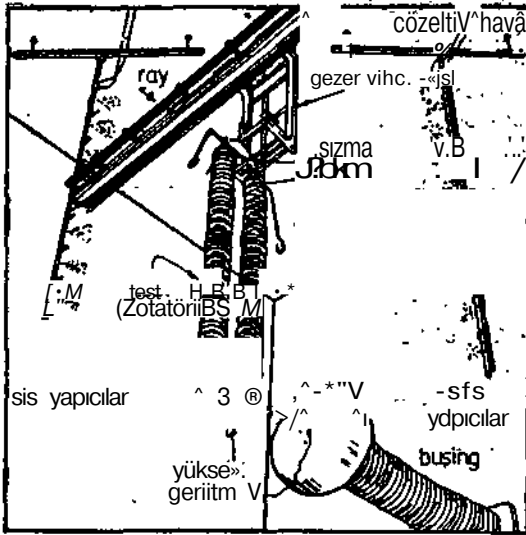
Almanya'da yapılan çalışmaUrda çeşitli tip izolatörlerin  $V_s$  (<j,« ) grafikleri hazırlanmış bulunuyor. Bir bölgede kullanılacak izolatörün seçiminde, önce bu bölgede yapılan ölçmelerle kirlenme derecesi (kir yüzeyel iletkenliği  $a_{s,}$ ) tesbit edildikten sonra  $V_s$  (a,- ) grafikleri yardımıyla dayanım gerilimleri bulunarak izolatör seçimi yapılmaktadır.

#### 4.1.3. Tuzlu sis testi :

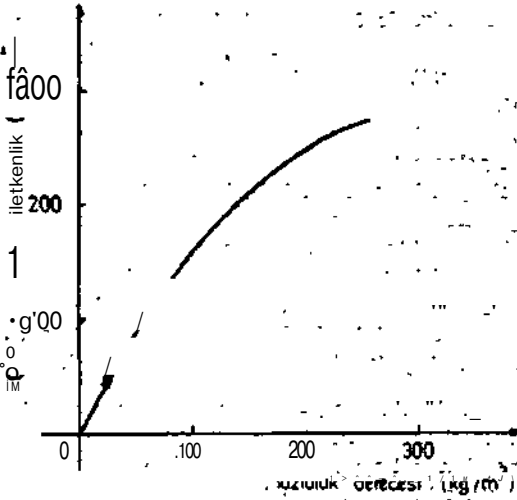
Kizelgur veya diğer suni kir kaplama metodları endüstriyel bölgelerde kullanılacak izolatörlerin davranışlarını yeterli sayılabilecek şekilde tesbit edebildikleri halde, tuzlu deniz alsi etkisinde kalan sahil bölgelerinde , kullanılacak izolatörlerin davranışlarını tatminkâr olarak tesbit edememektedirler. Sahil bölgelerde atlamaya yol açan kirlenme durumu endüstriyel bölgelerden farklı olmaktadır. Endüstriyel bölgelerde izolatör yüzeyine biriken kir bileşimi çok çeşitlidir. Sahil bölgelerdeki kir bileşimi ise genellikle tuzdan ibarettir. Temiz bir izolatör sis veya bir fırtına anında denizden esen rüzgarın etkisi ile iletken tuz çözeltisi ile kaplanarak atlama yapabilir. Bu tür atlamaları laboratuvarında en iyi şekilde temsil etmek üzere tuzlu sis testi geliştirilmiştir [10, 19, 20, 21].

Tuzlu sis testi ilk defa İngiltere Elektrik İdaresi Araştırma Laboratuvarlarında (CERL) yapılan çalışmalarla geliştirildi ve 1964 yılında açıklandı. Test sonuçlarının uygunluğu karşısında 1965 yılında İngiliz (CEGB), Fransız (EdF) ve İtalyan (ENEL) MJu Elektrik Kurumları arasında resmi işbirliği yapılarak metodun geliştirilmesine çalışıldı.

Bu testte, temizlenmiş izolatörler, sis odasında servis gartlarındaki konumlarına "en uygun tarzda düzenlenir. (Şekil 3) bir sis odasında izolatör test düzenini temsil etmektedir. Sis odası tuzluluk derecesi bilinen sisle " doldurulur. Teste tabii tutulan izolatörün yüzeyel iletkenliği kullanılan tuz çözeltisinin tuzluluk derecesi ile kabaca orantılı olur. Şekil 4'te tuz çözeltisinin 20°C'de spçaiifik iletkenliğinin tuzluluk derecesi (birim hacminde tuz miktarı) ile değişimi çizilmiştir. Bu eğri yardımcı ile istenen iletkenlikteki çözelti kolayca hazırlanabilir [22]. Test servis gerilimi altında yapılır. Deney bir saat sürer. Bu süre içinde atlama, yapmayan maksimum tuzluluk derecesine «dayanımı tuzluluk derecesi» denir, ve bu izolatör davranışı



Şekil 3. Bir sis odasında İzolatör test düzeni



Şekil 4. Toz çözeltisi İletkenliğinin tuzluluk derecesi |Ue değişim\*

için bir kriter olarak alınır. Bu test yardımı ile İzolatörler birbirleri ile mukayese edilebilir ve iyilik derecelerine göre sınıflandırılabilirler.

Kizelgur metodu ve tuzlu ata metodu en çok ilgi çeken iki suni test metodudur. İngiliz Elektrik Kurumu tuzlu sis testinin yağmur testi yerine Standard test olarak kabulü için gerekli speşifikasyonu hazırlayarak İngiliz Standartlar Enstitüsünün kabulüne sunmugtur [23]. Diğer ülkelerde de aynı arzu ve benzer hazırlıklar görülmektedir. İtalyan, Fransız ve İngiliz araştırmacıları bir spesifikasyon hazırlayarak CIGRE izolatör komitesine sunmuglardır [20]. Tuzlu Bis testinin milletlerarası Standard test olarak kabul edilmesi kuvvetle muhtemel görülmektedir. Bu nedenle ve konu ile ilgileceklerin yararlanmaları yönünden bahis' konusu spesifikasyonun tercümesi ekte verimiştir.

4.2. Tabii testler :

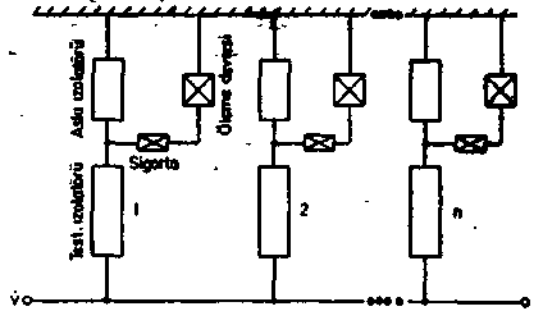
- 'Suni testler, kolay ve çabuk sonuç verme'rine' karşılık servis şartlarını laboratuvarında yeterince temsil edememekle tenkid edilirler. Suni testler altında başarılı davranışı teitit edilen bir izolatör hakkında son karar servis şartları altında işleyişine bakılarak verilir. Bu halde esas kriter İzolatörün belli bir sürede yapacağı atlama sayısıdır.

İzolatörün bir bölgedeki davranışını direkt olarak ölçmek ve daha emin bir sonuca varmak için "tabii test metodları geliştirilmiştir. Tabii testler suni testlerin geçerliliğini tesbit bakımından da gereklidir. "Bu maksatla mütelif ülkelerde yıllardan beri faaliyette bulunan test merkezleri kurulmuştur. Bunlar içinde en önemlileri İngiltere'deki Croydon ve Brighton ile Almanya'daki Friesenheimer Insel ve Ickern test merkezleridir. Tabii testlerin başlıca faydası izolatör davranışının işletme şartları altında ve daha doğru olarak tesbitine imkân vermesi, mahzurları ise testin pahalı oluşu, uzun sürmesi, deney şartlarının tekrarlanamaması ve varılan sonuçların farklı atmosferik ve kirlenme şartlarını haiz başka bir bölgeye tatbik edilemeyeşidir.

Otuz yıla aşkın bir zamandan beri İngiltere'de kullanılan tabii test I metodunda, davranış ölçülmek istenen izolatörler, seçilen bir bölgede, İşletme gerilimi altında tecrübe veya gerçek enerji nakil hatları üzerinde incelenmeye tabii tutulmaktadır. Belirli bir süre içinde meydana gelen atlama sayısı izolatörün iyilik derecesini tayinde esas kriter olarak alınmaktadır. Ayrıca meteorolojik durum, genliği belli değerleri aşan (25, 50 ve 150 mA) kaçak akım sayıları kaydedilir. Kaçak akım sayıları izolatör davranışını ölçmede yeterli bir kriter olmaktan ziyade, izolatörün kirlenme derecesini tayinde faydalı olmaktadır. Bunlara ilaveten; korana kayıpları, kaçak akımların dalga şekli ve faz açısı, izolatör boyunca potansiyel dağılımı radyo ve televizyon interferens (parazit) seviyeleri gibi faydalı ölçmeler yapılabilir [24].

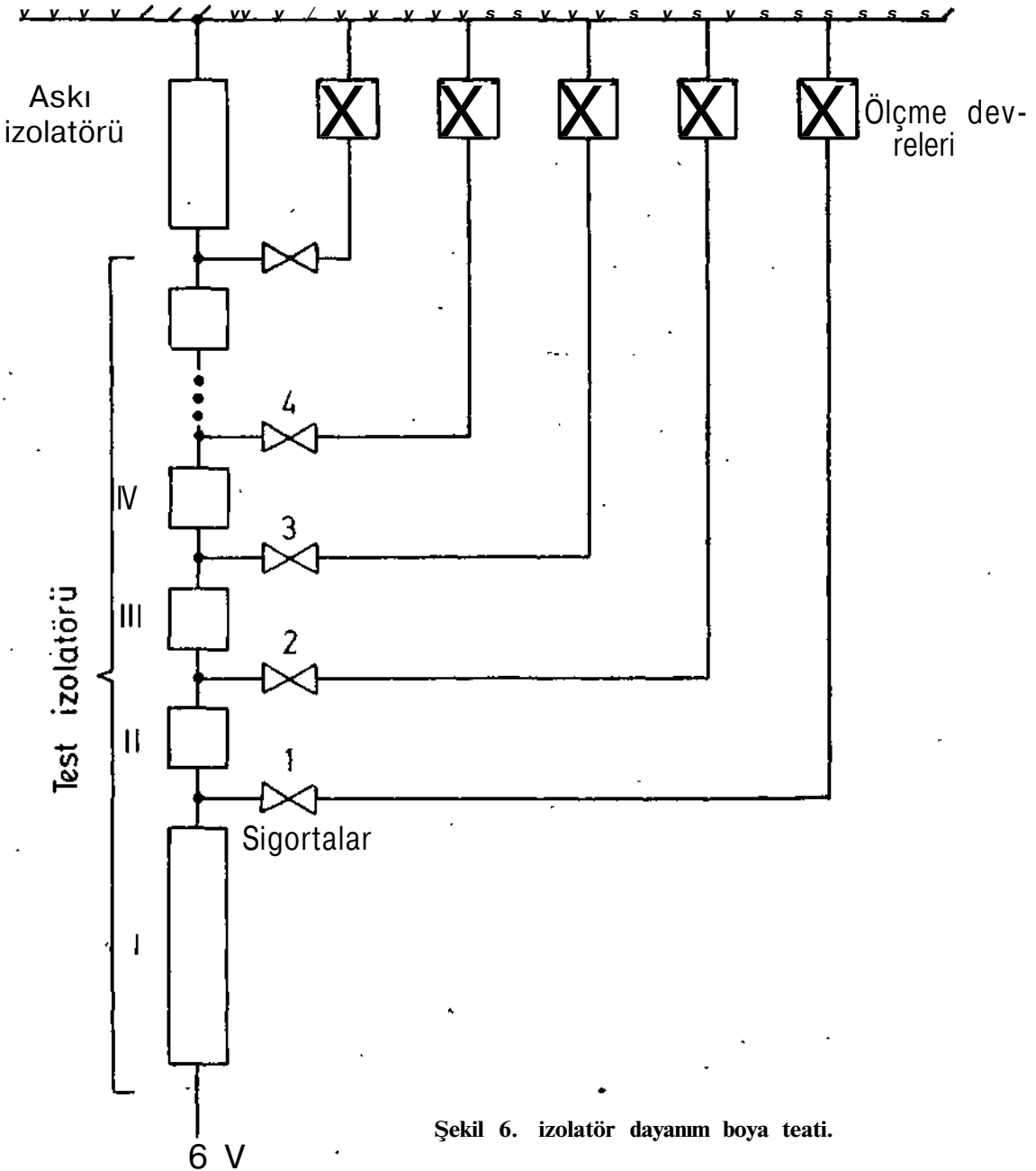
Almanya'da LrUdKvişhafen aR- yakınındaki Insel test merkezinde izolatörlerin ağır endüstriyel kir ve sds altında davranışları incelenmektedir. Burada kullanılan test metodu farklıdır. Belirli bir sürede daha fazla sayıda atlama olmasını sağlamak için test gerilimi normal servis geriliminden daha yüksek seçilmektedir. Mesela 110 kVluk izolatör 125 kVda' denenmektedir. Test geriliminin işletme geriliminden farklı olması atlama sayılarını etkilemekle beraber, izolatörlerin istatistik değerlendirilmesi ve birbirleri ile mukayeseesi bakımından mahzur teşkil etmez. Değerlendirme kriteri, bir izolatördeki atlama sayısının bütün izolatörlerdeki toplam atlama sayısına bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

Reverey ve Verma tarafından geliştirilen bu metotta, izolatörler Şekil 5'de görüldüğü tarzda düzenlenmektedirler [25]. Herhangi bir test izolatoründe atlama olması halinde ilgili sigorta atarak askı izolatorü seri devreye sokulmakta ve zincir boyu % 30 kadar arttırılmaktadır. Atlamayı takiben gerilim otomatik olarak 3 dakika süre  $U_e$  kesilir ve bu süre içinde izolator dirençleri ölçülür. Her atlama ve atlama zamanı kaydedicilerle kaydedilir. 3 dakika sonra gerilim 45 kV'tan başlayarak 125 kVa kadar otomatik olarak arttırılır. Atlamanın meydana geldiği izolator boyu % 30 arttırılmış olduğundan bu izolatorde tekrar atlama olmaz. Yanan sigortalar, periyodik aralıklarla değiştirilerek atlama yapan izolatorler tekrar deneylere dahil edilmiş olurlar.



Şekil a. İDsed test merkezinde izolator test düzeni.

Şekilö geriaük olarak benzer diğer bir test devresini göstermektedir. Görüldüğü gibi test



Şekil 6. izolator dayanım boya teati.

izolatörü muhtelif bölümlere ayrılmış ve her bölüm sigorta ve ölçme devresi üzerinden topraklanmıştır. 1. kısımda bir atlama olması halinde 1 no.lu sigorta atarak test izolatörünün boyunu artırırlar. Beher atlamada İzolatör boyu artar. Bu ameliye deney şartları altında izolatör boyu atlama yapmayacak bir değere (dayanım boyu) erişinceye kadar devam eder. Bu metod, verilen şartlarda atlama yapmıyan minimum izolatör boyunu tesblte yarar [26].

Hebert ve Çausse tabii şartlar altında ve servis geriliminde tutulan izolatörlerin gerilimlerini atlama oluñcaya kaçaf yavaş yavaş yükselterek (takriben 6 dakika) atlama gerilimini Çayın ediyorlar [27, 28]. Şekilde izolatörlerin birbirleri ile karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu metod orta gerillan için geçerli olabilir? Metodun başlıca mahzurları sık sık tekrarlanan atlama nedeniyle kir tabakasının bozulması ve sürekli olarak ayarlanabilir bir gerilim kaynağını gerektirmesidir.

Templaar benzer bir usul, kullanılmaktadır [29]. 100 kV servis gerilimi altında bulunan izolatörlerin gerilimi her 10 dakikada bir kademe kademe 165 kVa kadar yükseltilirken, sizma akımı ve atlama sayıları tesbit edilmektedir. Bu metodun gayesi, bir faz toprak atızarı halinde izolatörlerin davranışını ölçmektir.

Yukarıda izah edilen testler dışında teklif edilmiş başka test metodları bilinmekle beraber bunlar pek ilgi görmemişlerdir [30]. Pek tutunmıyan bu metodda izolatörler, servis şartları altında kirlendirildikten sonra laboratuvara nakledilerek nemlendirilip test tabii tutulmaktadır. Tabii ve suni metodun bir kombinasyonu olan bu metodla izolatör yüzeyindeki kir tabakasının servis şartları altındaki gibi oluğması sağlanır. Ancak bu metod zaman atei ve pratik değildir.

## 5. SUNT KİE KAPLAMA TEST METODLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ :

### 6.1. Değerlendirme kriterleri :

İzolatörlerin kirlenme atlaması davranışını ölçmeye yarıyan herhangi bir suni kir kaplama test metodu aşağıdaki kriterlerle değerlendirilebilir:

1. Çabuk sonuç vermeli ve kolay olmalıdır.
2. Tabii şartları laboratuvarında en iyi şekilde temsil edebilmelidir.
3. Tekrarlanabilir sonuçlar vermelidir. Başka laboratuvarlarda da aynı sonuçlar bulunabilmelidir.
4. Test sonuçları oldukça değişik kirli şartlarda geçerli ve tabii test sonuçlarına uygun olmalıdır.

Bu kriterler yönünden çeşitli suni testler arasında «Kizelgur» ve tuzlu sis metodları en uygun iki suni test olarak ilgi görmüş ve beynelmül çalışmalara konu olmuştur. 5 numaralı CIGRE İzolatör Komitesince seçilen 6 tip izolatör üzerinde (Şekil 7) İngiltere ve Almanya'da yapılan tabii ve suni test sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Görüldüğü gibi tuzlu sis ve kizelgur test sonuçları tabii test sonuçlarına oldukça uygundur [11, 13].

### 5.2. KizeJgur ve tuzlu sis test metodlarının karşılaştırılması :

Her iki metod İzolatörlerin atlama performansını farklı yaklaşımlarla ölçmeğe çalışmaktadır.

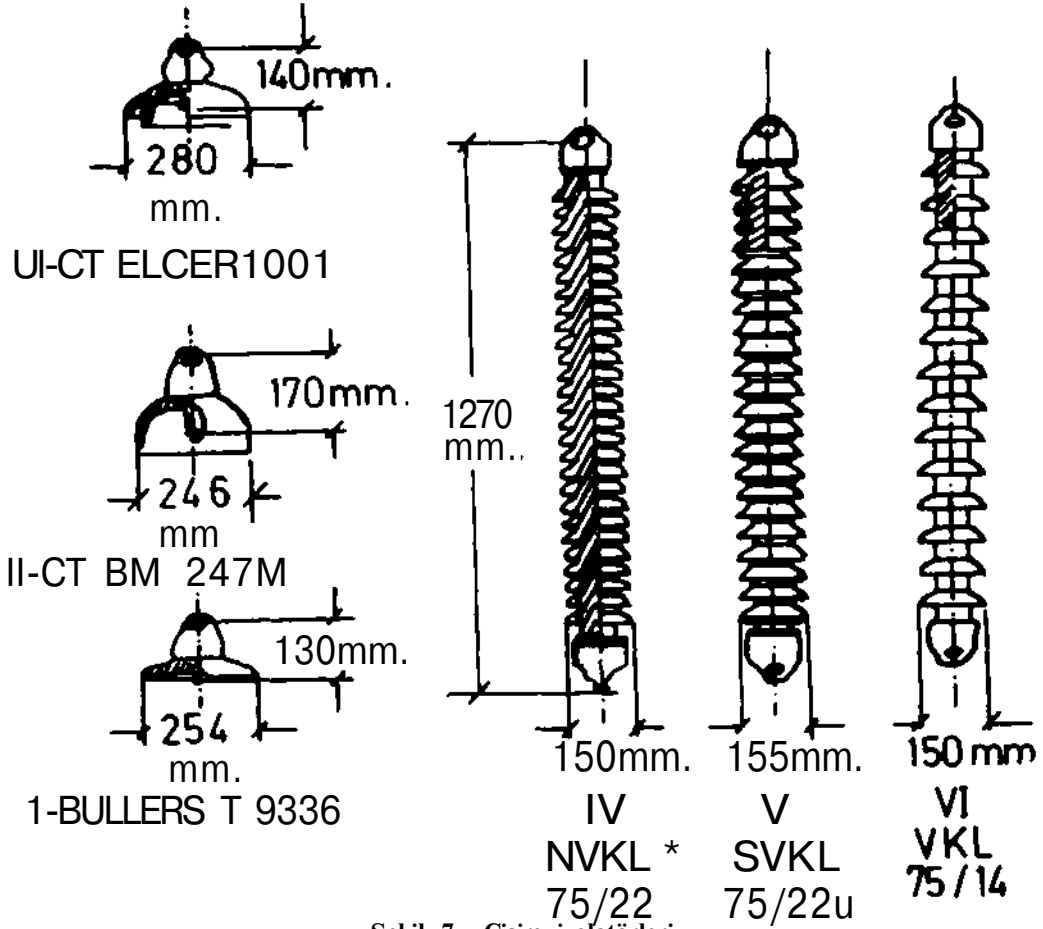
Tuzlu sis metodunda temiz haldeki izolatör sisli ortamda şekil ve profiline bağılı olarak ıslak kirle kaplanmaktadır. Bu nedenle, farklı şekil profilli izolatörlerin kirlenme durumları birbirleriyle karşılaştırılabılır. Ancak izolatör yüzeyinde kir birikimi pratikte olduğu gibi oluşmaz. Sis su damlacıkları halinde yüzeyde birikir ve akar. Yüzeyde katı kirler olmadığından pratikteki gibi kalın ve yaygın bir ıslak kir tabakası teşekkül etmez. Kizelgur metodunda ise izolatör suni olarak ve homojen tarzda önceden kirle kaplanıp sonra ıslatıldığından, şekil ve profilin kirlenme, dolayısıyla atlama üzerine tesiri ile servis şartları yeterince temsil edilemez.

Tuzlu sis metodu izolatörleri davranışlarına göre derecelendirirken, Kizelgur metodu dayanım gerilimini kirlenme derecesinin (yüzeysel kir iletkenliğinin) fonksiyonu olarak eğri şeklinde verir. Birinci metod sahil, ikinci metod ise endüstriyel bölgelerde kullanılacak izolatörlerin seçiminde kullanılmaktadır. Ancak, bir bölgenin kirlenme derecesi çok çeşitli faktörlere bağılı olduğundan kesinlikle ölçülemez. Gözönüne alman bir bölgede kullanılacak, izolatörlerin seçimi için testlerde dikkate alınacak kirlenme derecesi ne olmalıdır? Tablo 2 bu konuda yaklaşık bir fikir vermektedir [32].

Ekonomik yönden her iki metod fazla farklılık azetmemektedir [32]. Tablo 3 her türlü testi yapabilecek kapasitede tuzlu sis ve Kizelgur test tesislerinin tesis ve işletme yönlerinden yaklaşık ekonomik karşılaştırılmalarını göstermektedir. Bina ve gerilim kaynağı toplam yatırımın 3/4 kadarını teşkil etmektedir. Tablo 3'de verilen rakamlar yaklaşık değerler olmakla beraber tekabül eden değerler arasındaki oranlar gerçeğe oldukça uygundur.

Tabii ve suni testler zaman alıcı, masraflı ve oldukça pahalı tesisleri gerektirmektedir. Bu nedenle, bir izolatörün kirlenme atlaması davranışını analitik metotta ölçme fikri ortaya atılmıştır. Analitik usulde kirli izolatör yüzeyinde tutu-





Şekil 7. Cigire izolatörleri.

Tablo 1.

Tabii ve suni testlere tabi tutulan CIGRE izolatörlerinin gösterdikleri davranışa göre iyilik dereceleri :

Tip	izalatör			Almanya			tn gl1 ter e	
	No Marka	Sızma Boyu (mm)	YüksekBk (mm)	Suni Test (Kizelgur)	Tabii Test * (Ickren Test Mer.)	Suni Test (Tuzlu-Sis)	Tabii Test (Brighton Test Mer.)	
Zincir Tip	I 9 Bullers T 9336	3760	1260	1	1	1	1	- 1
	n 8 CTBM 247 M	2810	1360	2	2	2	2	2
	m 10 CT Elcer 1001	2560	1300	4	4	3	3	3
Bus Tip (Lans ab)	IV t NVKL 76/27	2770	1270	3	3	4	4/5	5
	v 1 SVKL 75/22u	2950	1270	5	6	6	4/5	4
	VI I KVL 75/14	1850	1270	6	5	5	6	6

• ikl test serisi

Tablo 2.

İzolatörün kullanılacağı bölgeye göre servis gerilimi altında test için seçilecek minimum kirlenme dereceleri

İzolatörün Kullanılacağı Bölge	Tuzlu sis testi minimum dayanım tuzluluk derecesi (gram/litre)	minimum dayanım Kir kaplama testi kir iletkenliği (µs)
1 Ağır Kirlı Bölge . (Deniz sahili, kimyasal vs ağır endüstri bölgeleri ile termik santral civarı)	80	40
2 Orta Kirlı Bölge : (Orta'derecede kirlı" endüstriyel bölge)	20	-20
3. Hafif Kirlı Bölge : (Hafif endüstriyel ve ziraat bolgeleri)	5	10

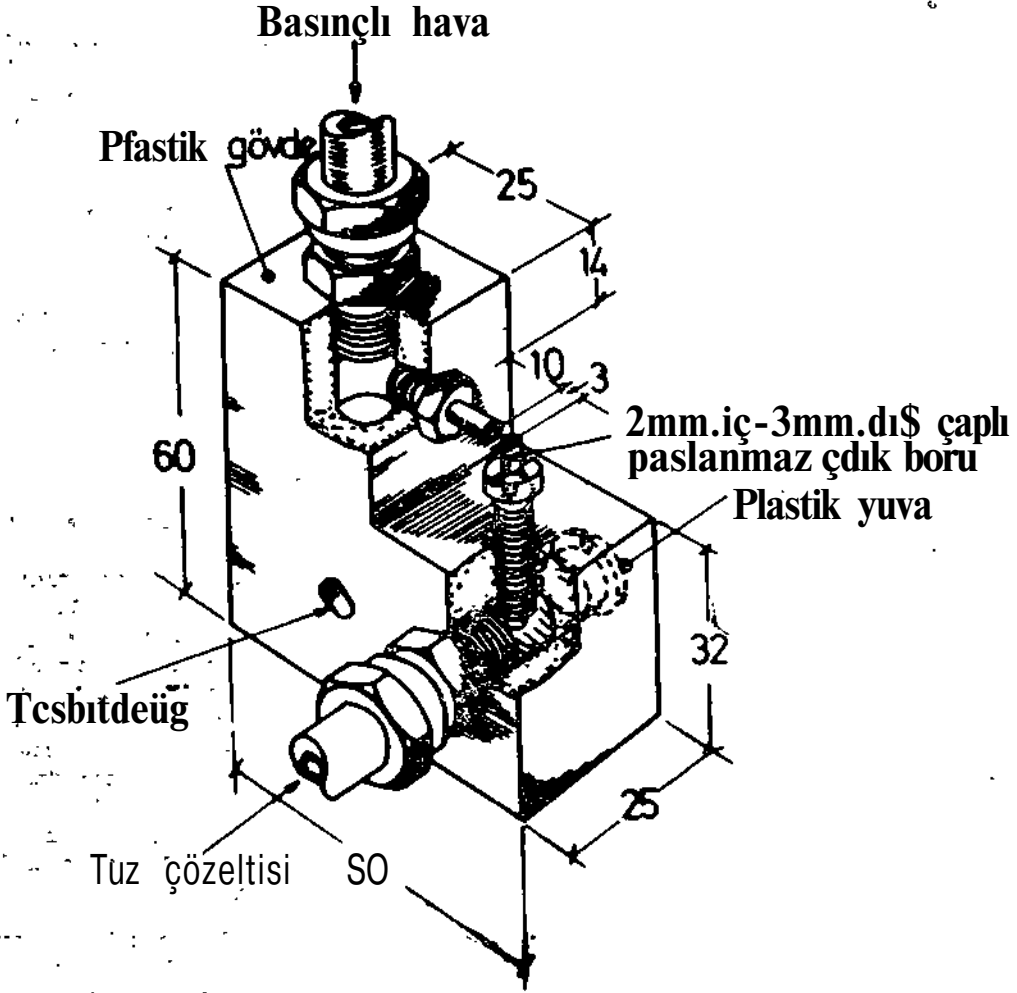
TABLO 3.

Tuzlu sis've suni kir kaplanla testlerinin ekonomik kaiflaştı-ılması (\$) :

1. Tesis :	Tuzlu sis	Suni kir kaplama
Bina ve test odası (ısıtma, taşma tesisleri v.s. dahil)	55.000	50.000
50 Hz test gerilim kaynağı	95.000	110.000
ölçme araçları	13.000	13.000
Elektriksel yardımcı ve kontrol devreleri	8000	8000
• Basınçlı hava tesis	5000	1500
- Tuz çözeltisi için tank ve karıştırıcı	8000	
Püskürtücüler	8000	3500
Çir kaplama ve yıkama araçları		12.000
<b>Toplam</b>	<b>192.000</b>	<b>198.000</b>
2. İşletme :		
Yıllık İbakım masrafı	5000	4000
Yıllık sarf masrafı	3000	1000
Bir izolatör için :		
a) Gereken test süresi	16 saat	10 saat
b) Gereken insan sayısı	3	3

şan degarların atlama yapabilme şartları matematiksel bağıntılar yardımı ile incelenebilmektedir. Verilen bir kirlenme derecesi için izolatörün dayanım gerilimi komputer kullanılarak hesaplanabilmektedir. Analitik metodun sağlayacağı en önemli faydalar ucuzluk ve sürat olacak ve ay-

rica izolatör geliştirme ve tasarımında süratli bir gelişmeye yol açabilecektir. Ancak, analitik metod üzerinde çalışmalar halen devam etmektedir. Bu nedenle tabii ve suni test metodlarının daha bir müddet kullanılmaları ve geliştirmeleri gerekmektedir.



## 6. "EK: YÜKSEK GERİLİM" İZOLATÖRLERİNİN SUNİ TUZLU SİS TESTİ İÇİN SPESİFİKASYON L20].

### 1. Kapsam :

Bu spesifikasyon ekrânsız ve kirlenmeye maruz porselen veya cam yapıllı askı, gergi, mesnet, direk, kablo başlığı ve geçit İzolatörleri (buşing) ile açıcı ve kapayıcı mesnet İzolatörlerini kapsama alır.

Bu test metodu sahil bölge kirlenmesine maruz kalan izolatörlere kabîH tatbik olup, endüstriyel kirlere maruz izolatörlere uygulanabilme durumu halen tetkik safhasındadır.

Bu spesifikasyon, şimdilik organik gres ve silikon gibi izolatör yüzeyine kaplanan maddelerin değerlendirilmesi amacını gütmemektedir.

### 2. Tarifler :

2.1. İzolatör : Bir izolatör denince, • İzolatör yüzeyinde alan dağılımın: etkileyen elemanları dahil ark boynuzlarını havi komple monte izole sistem anlaşılacaktır

2.2 Sistem : Uygun test gerilimi seçilerek bu spesifikasyon herhangi bir sisteme tatbik edilebilir.

3. Tuz çözeltisi konsantrasyonu veya tuzluk derecesi : Tuzluluk derecesi birim çözelti litresinde gram olarak çözündürülmüş tuz miktarıdır.

2.4. Dayanım tuzluluğu: Dayanım tuzluluğu, dört testten en az üçüncü başarılı olacak

şekilde sis yapımında kullanılan tuz çözeltisinin maksimum tuzluluk derecesidir. (Herhangi bir testte atlama şansı 1/10'dan az İse, dört testte üçten az dayurtm testi sağlama şansı 1/20'den azdır). (9.a bakınız)

Sun'i tuzlu sis bir tip test olup servis şartla-

ve çimentolu kısımlar, gerekiyorsa, test 'esasında rında kullanılabilen (mesela askı ve gergi zincirinde izolatörlerin düşey ve yatay üniteler olarak kullanılmaları gibi yatay ve düşey) her bir konum için mustakilen uygulanacaktır. (Test şimdilik mukayese unsuru olarak mütalaa edilmiştir. CİGRE izolatörleri için elde edilmiş iyilik dereceleri ve kullanılmış tuzluluk dereceleri bir fikir edinme bakımından gözönüne alınarak dayanım tuzluluk değerleri her kullanıcı tarafından kendi özel durumuna göre seçilecektir.)

#### 4. Temizleme :

İzolatör ilk defa teste tabi tutulurken metal ve çim'entolu kısımlar, gerekiyorsa, test esasında korozyon nedeniyle izolatör yüzeyine korozyon artıklarının .bulaşmasını önlemek için korozyona dayanıklı bir boya ile boyanacaktır. İzolatör kir ve gres nevinden yapışkan maddelerden İyice temizlenecektir. İzolatör test konumunda düzenlendikten sonra temizlenecek ve bunu takiben elle dokunulmayacaktır.

Trisodyum fosfatla izolatör yıkandıktan sonra musluk suyu ile iyice çalkalanacaktır. Test, izolatörler tamamen ıslak halde İken başlayacaktır. Peşpeşe testler için, beher testten önce tuz çözeltilerini gidermek İçin izolatörler yalnızca su ile İyice yıkanacaktır.

#### 5. Test düzeni :

Temizlenmiş izolatör test odasında serviste kullanıldığı Şekilde düzenlenecektir. İzolatörün askı veya gergi tipi oluşuna bağlı olarak, sis yapıcı, tavan, döşeme veya duvar dahil herhangi topraklı bir obje İta izolatör arasındaki minimum mesafe izolatör boyunun yarısından az olmyacaktır.

İzolatör başlangıçta test odasındaki hava ile termik dengede olacaktır. Test odasında başlangıçta sıcaklık 5 C'den az 30°Cden fazla olmyacaktır.

#### 6. Test gerilimi :

Bütün test boyunca izolatör şebeke frekansında ve müsaade edilebilir maksimum işletirle gerilimine eşit gerilim altında tutulacaktır.

Kısa devre akımı 10 A'dan az olmyacaktır.

#### 7. Tuz çözeltisi :

İstenen konsantrasyondaki İtuz çözeltisi tuz (NaCl) ve musluk suyundan yapılacaktır. Tuz konsantrasyonunun bir hidrometre veya sıcaklık tashihi de gözönüne alınmak şartı İle bir İletkenlik köprüsü ile ölçülmesi tavsiye edilir.

Tuz konsantrasyonunun aşağıdaki değerlerden biri olması tavsiye edilir: 2,5, 3,53, 7,07, 10, 14,1, 20, 28,3, 40, 56,6, 80, 113, 160 ve 226 gram/litre. Ara değerler, çok sayıda deneyin yapılmasını İcab ettiren, benzer davranış gösteren ve dayanım tuzluluk dereceleri düşük olan izolatörlerin tefrikinin İyice yapılmasını gerektiren hallerde kullanılabilir.

#### 8. Sis yapıcılar :

Test odasında sis, basınçlı havanın tuz çözeltilisine etkisi sonucu çözeltilinin atomlze hale gelmesini sağlayan ve Şekil 8'de gösterilen belirli sayıda sis yapıcı kullanılarak yapılır. Basınçlı hava ve çözeltili püskürtücü uçlarının ölçü toleransları iç çapta qz 0,2 mm, dış çapta  $\pm$  0,05 mm'dir. Çözeltili ve hava püskürtücüleri parlatılmış ve uçlarda dikey kesilmiş olmalıdır. Hava ve çözeltili püskürtücü eksenleri  $\Rightarrow$  p 0, 05 mm toleransla çakışmalı ve eksenler arası maksimum uzaklık 0, 05 mm olmalıdır. Herbir çözeltili püskürtücü debisi 0, 5 lit/dak zp % 10 ve bütün çözeltili püskürtücü debileri için tolerans nominal değerinin  $\pm$ : % 5İ olmalıdır.

Bütün sis yapıcılar ve İzolatör eksenleri aynı düzlemde ve paralel olmak üzere, sis yapıcılar izolatörün iki tarafında düzenlenecektir. (Askı İzolatörleri halinde püskürtücüler düşey, gergi İzolatörleri halinde püskürtücüler yatay konumlu olur).Eğik konumlu İzolatör halinde, püskürtücü ve izolatör ekseninin bulunduğu düzlemin yatay düzlemle arakesit doğrusu, izolatör eksenine dik olacaktır. İzolatör eksenine ile sis yapıcıların dizili olduğu doğru arasında uzaklık 3m q: 5 cm olacaktır. Sis yapıcılar 60 cm aralıklarla ve İki yandakiler karşılıklı gelecek tarzda düzenlenecek ve aynı düzlemde olacaklardır. Bir yanda 10 ve daha fazla sis yapıcı arzu edilmekle beraber, 150 kVa kadar sistemi gerilimlerinde bu değer 5'e kadar düşebilir. Sis yapıcı gruplarının ve İzolatörün orta noktalarının bir doğrultuda olmaları tercih edilir. Sis yapıcı gruplarının boyu İzolatörün iki ucunu en az 60 cm aşacak şekilde olmalıdır. Yatay konumlu izolatör testinde alttaki sis yapıcı grubunun test odası zemininden yüksekliği en az 60 cm olacaktır.

Hava ve çözeltili filtrelerden geçirecek, hava (yağ, toz ve diğer kirlere temiz) basıncı 7,0 kg/cm.2 ( $\Rightarrow$  %4) olacaktır.

## 8. Testin yapılması :

Hazırlanan İzolatör test konumunda düzenlenir ve gerilim tatbik edilir.

Çözelti ve hava pompalan çalıştırılır. Hava püskürttükülerinde hava basıncı belirtilen değere erişince test başlamış olur.

- Testin gayesi verilen İzolatörün bir saat müddetle atlama yapmaksızın dayanabileceği sisin maksimum tuzluluk derecesini tesbit etmektir. Dolayısıyla bir test bir saat sonra veya atlama olunca biter. (Dayanım, tuzluluğunu en kısa zamanda tayin için önce dayanım tuzluluğunun üstünde tahmin edilen tuzlulukta sis altında deney yapılıp. Tuzluluk değerleri azaltılarak dayanım değerine erişilinceye kadar deney tekrarlanır. Fazla sayıda deney yapımın önleme bakımından dayanım tuzluğuna yaklaşıldıkça atlama oluncaya kadar geçen bekleme zamanının arttığı gözönünde tutulmalıdır.)

## KAYNAKLAR:

1. Rumeli, A. : «İzolatörlerde Kirlenme ve Atlama Problemi» Elektrik Mühendisliği Mecmuası, Cilt 13, sayı 0,55, 1969.
2. TS351 : «Anma Gerilimi 1 kV ve Daha Yukarı Bulunan Elektrik Hava Hatları İçin Porselen İzolatörler».  
TS595 : «1 kV'dan Yukarı Alternatif Akım Devrelerinde Kullanılan Geçiş (bushing) İzolatörleri.»
3. BS137 : «Porcelain and Toughened Glass Insulators for Overhead Power Lines (3,3 kV and upHwards).  
BS137 Part 1 : «Insulators of Ceramic Material or Glass for Overhead Lines (with a Nominal Voltage Greater than 1000 V).  
BS3288 : «Insulators and Conductor Fittings for Overhead Power Lines».  
BS3297: «High Voltage Post Insulators».
4. IEC 120 : «Recommendation for Ball and Socket Couplings of String Insulator Units».  
IEC 137 : «Bushings for Alternating Currents above 1 kV».  
IEC 274 : «Tests on Insulators of Ceramic Material or Glass for Overhead Lines (with a Nominal Voltage Greater than 1 kV».  
IEC 273 : «Dimensions of Indoor and Outdoor Post Insulators and Post Insulator Units for Systems with Nominal Voltages Greater than 1 kV».  
IEC 213 : «Tests on Solid-Core Insulators for Overhead Electric Traction Lines (with a Voltage Greater than 1 kV».  
IEC 168 : «Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators for Systems with Nominal Voltages Greater than 1 kV».  
IEC 305: «Characteristics of String Insulator Units of the Cap and Pin Type».
5. Rumeli, A. : «İzolatörlerde Kirlenmelerin Sebebolduğu Atlamaları önleme Çareleri», Elektrik Mühendisliği Mecmuası, Cilt 14, Sayı 159-160, 1970.
6. Özkaya, M.: «Yüksek Gerilim Tekniği - Gazlarda Deşarj Olayları», İ.T.Ü. 594, 1964.
7. Guliam, G. H. : «Report on the Activities of Study Committee No. 5 Insulation», CIGRE, No. 234, 1960.
8. Clark, C. H. W. : «Wet Tests on High Voltage Insulators», Electrical Review, 754, 19 November 1965
9. Carrara, G. and Zafanella, L : «Investigation on Power Frequency Wet Flashover Tests», CIGRE, No. 33, 1966.
10. Ely, C. H. A. and Lambeth, P. J. : «An Artificial Pollution Test for High Voltage Outdoor Insulators», Proc. IEE, 111, 5, 991, 1964.
11. Revere, G. : «Insulation under the Effect of Pollution and Rain», ETZ-A, 87, 46, 1966.
12. Revere, G. and Stolte, E. : «Tests on Insulators under Natural Conditions of Contamination», CIGRE, No 10, 1960.
13. Von Cron, H. : «Testing Insulators (with Reproducible Foreign Layers on their Surface)», CIGRE, No. 203, 1956.
14. Von Cron, H., Estorff, W. and Lapple, H. : «The Insulating Ability of High Tension Insulators under Various Surface Conditions», CIGRE, No 218, 1954.
15. Revere, G. : «Hochspannungsisolatoren unter FremdschichtelInfluss». Elektrizitäts- (mrtsohaft, 58, 90 - 96, 1959.
16. Vestendorff, K. : «A New Method of Investigating the Effect of Contamination on High Voltage Insulators», ETZ-A, 83, 662, 19P2.
17. Maoohiaroli, B. and Turner, F. J. : «A New Contamination Test Method», IEEE Trans., 1966, PAS - 88, s. 1400-1408.
18. Macchiaroli, B. and Turner, F. J. : «Study of Some Variables Affecting Contamination Testing Using the Wet Contaminant Method», IEEE Trans 1970, PAS - 89. s. 761 - 770.
19. Kawai, M. and Müone, D. M. : «Flashover Tests at Project Uhv on Salt - Contaminated Insulators», IEEE Trans. 1970, PAS - 89, s. 755-761.

20. Lambeth, P. J., Looms, J. S. T., LeToy, G., Porcheron, Y., Carrara, G. and Sforzini, M. : «The Salt Fog Artificial Pollution Test», CIGRE, 1968, No. 25-08.
21. Ely, C. H. A., Kingston, R. G. and Lambeth, P. J.: «Artificial - and Natural - Pollution Tests on Outdoor 400 kV Substation Insulators», Proc. IEE, 118, (1), »9-109, 1971.
22. Hewitt, G. F. : «Tables of Resistivity of Aqueous Sodium Chloride Solutions», UKAEA 1960, report AERE - R 349V.
23. «Specification for the Artificial Pollution Testing of High Voltage Insulators. The Salt-Fog Test Method», British Standard Institution, Document No. : D65/10521.
24. Forrest, J. S., Lambeth, P. J., Oakeshott, D. F. : «Research on Performance of High Voltage Insulators in Polluted Atmospheres», Proc. IEE, 107, 1960.
25. Revery, G., Verma, M. P. : «Natural Pollution Test Station Frisenheimer Insel». CIGRE Document. 33 - 70 (WGO4) 17 TWD, 1970.
26. Lambeth, P. J. : «Effect of pollution on High-Voltage Outdoor Insulators», Proc. IEE, IEE Review, 118, 9 R, 1971.
27. H6bert, P. Y. : «Une expérience de cinq ans sur le comportement des isolateurs a moyenne tension sous pollution industrielle naturelle», Rev. Gen. Elec, 1969, 68, s. 4U - 416.
28. Causse, L. : «Etat des experiences sur la tenue electriques des chaines d'isolateurs sous pollution naturel. Station d'essais automatiques in situ», Rev. Gen. Elec., 1967, 76, s. 172-185.
29. Templar, H.: «Results of Natural Pollution Tests in Velsen», CIGRE document 33 - 60, OWG-04) 13IWD, 1969.
30. Koudsen, N., Hermans, L.: «Long-Term Tests and Short Term Tests on Polluted Insulators», CIGRE, No: 218, 1968.
31. Rumeli, A : «Bazı izolatorlerin Kirli Şartlar Altındaki Davranışlarının Mukayesesi», Elektrik Mühendisliği Mecmuası, cilt 15, sayı 1,78, 1971-
32. Bernadelli, P. : «Asssing Outdoor Insulation», Energy International, 6, 8, 1969.