

AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRÜ TESTLERİ

Derleyen : Yalçın OYAL
Elektrik Y. Mühendisi TEK

AKIM TRANSFORMATÖRÜ TESTLERİ

Akım transformatörü, doğan kullanım koşullarında ikincil (sekonder) akımı pratik olarak birincil (primer) akımı ile orantılı olan ve uygun biçimde bağlandığında, birincil akım ile ikincil akımı arasındaki faz farkı yaklaşık olarak 0° olan bir ölçü transformatörüdür.

Akım transformatörleri üzerinde aşağıda açıklanan inceleme ve testler yapılmaktadır.

I - İNCELEMELER

Her tür akım transformatörüne aşağıdaki incelemeler uygulanır.

Gözle ve Elle İncelemeler

- Uçların işaretlemesinin incelenmesi : Akım transformatörü **uçların** işaretlemesinin standarda uygun olup olmadığı gözle incelenir.

- İşaret plakasının incelenmesi : Akım transformatörü işaret plakasının standarda uygun olup olmadığı gözle incelenmeli ve işaretler suyla ve içine yabancı madde katılmamış benzinle ıslatılmış bir bez parçasıyla silinerek denetlenmelidir. Bu denetimde **-hiçbir** işaret silinmemelidir.

II-TESTLER

A- Her Tip Akım Transformatörüne Uygulanacak Testler

Akım transformatörlerine önce bu maddedeki testler uygulanmalı, daha sonra da akım transformatörünün tipine göre ek testler yapılmalıdır.

1- Birincil sargıların şebeke **sıklığı** (frekanslı) gerilime dayanma testi

Bu test, birincil sargısı bir bölümden oluşan akım transformatörlerinde, akım transformatörünün bütün parçaları takılı ve kullanılmaya hazır durumda iken yapılır. Test gerilimi olarak, en yüksek şebeke gerilimine ve belirlenen yalıtım düzeyine karşılık gelen ve standardta verilen şebeke sıklıklı dayanım gerilimi uygulanır. Bu test gerilimi, birincil sargının birbirine bağlanmış bağlantı uçları ile toprak arasına uygulanır. Bu sırada ikincil sargı veya sargıları, gövde, kazan ve topraklanması öngörülürse magnetik devre toprakla bağlanmış olmalıdır. Test gerilimi, sinüs eğrisi biçimlidir. 25 - 100 Hz sıklıklı bir almaşık (alternatif) gerilim olmalıdır. Teste gerilimin küçük bir değeri ile başlanmalı ve hızla tam değerine yükseltilmeli ve bu değerde 1 dakika tutulmalıdır. Sonra gerilim hızla küçük bir değere düşürülerek kaldırılmalıdır. Test anında akım transformatöründe herhangi bir atlama veya delinme oluşmamalıdır.

Birincil sargısı iki veya daha çok bölümden oluşan akım transformatörlerinde, her sargı bölümünün birbirine bağlanmış uçları ile, aralarında ve diğer sargılarla bağlanmış ve önceden gövdeye, varsa kazana ve toprağa bağlanmış diğer bölümler arasına etkin (effective) değeri 2 kV olan bir gerilim uygulanmalıdır. Test ile ilgili diğer yanlar yukarı paragrafta anlatılanların aynıdır.

2- İkincil sargıların şebeke sıklıklı gerilime dayanma testi

Test gerilimi 2 kV. tur. İkincillerin de çok sayıda sargı bulunan akım transformatörlerine etkin değeri 2 kV. dan daha büyük bir test gerilimi uygulanmalıdır. Yalnız bir ikincil sargılı akım transformatörlerinde test gerilimi, ikincil sargının aralarında bağlanmış uçları ile toprak arasına 1 dakika süre ile uygulanır. Testte, gövde, varsa kazan, topraklanması öngörülürse magnetik devre ve birincil sargının bütün uçları ve ikincil sargının varsa öteki bölümleri önceden aralarında bağlanmış ve topraklanmış olmalıdır.

Birden çok ikincil sargılı akım transformatörlerinde ise test gerilimi, her ikincil sargı veya ikincil sargı bölümü ile aralarında bağlanmış ve önceden gövdeye, varsa kazana ve toprağa bağlanmış diğer sargılar veya kısımlar arasına 1 dakika süre ile uygulanmalıdır. Testte, herhangi bir atlama veya delinme oluşmamalıdır.

3- Sarımlar arası aşırı gerilime dayanmârtesti

Bu test iki şekilde yapılır. Testin hangi şekilde yapılacağı imalatçı tarafından önceden belirlenmelidir.

Birinci şekilde, ikincil sargı uçları açık durumda iken, birincil sargıdan anma sıklığında ve aşağıdaki değerlerden küçük alan

- Etkin değeri birincil anma akımına eşit akım, veya
- ikincil sargı uçlarında endüklenen gerilim tepe değerinin 3,5 kV, olmasını sağlayan akım bir dakika süre ile geçirilir.

ikinci şekilde, birincil sargı uçları açık durumda iken, ikincil sargıya anma sıklığında ve aşağıdaki değerlerden küçük olan

- etkin değeri ikincil anma akımına eşit olan bir ikincil akımı geçmesini sağlayan gerilim, veya
 - tepe değeri 3,5 kV. olan gerilim
- 1 dakika süre ile uygulanır.

Bu testin sonunda, transformatörün sarımlarında herhangi bir bozulma görülmemelidir.

Bu testin amacı, akım transformatörünün sadece sarımlar arası yalıtımın denetlenmesidir.

4- Kısa süreli akımlara dayanma testi

Bu test, kısa süre ısı (thermal) anma akımı ve dinamik anma akımı ile olmak üzere iki defa yapılır, veya kısa süre ısı anma akımının birinci tepe değeri dinamik anma akımından küçük olmamak koşullarıyla birleştirilerek bir defada yapılır.

Kısa süre ısı anma akımı testi : Bu testten önce transformatör 17° - 27° C arasında bulunan bir sıcaklıkta olmalıdır. Test, ikincil sargı veya sargılar kısa devre durumunda iken, birincil sargıdan 0,5 - 5 saniye olan bir t süresince $I^2 t < I^2 t_h$ koşulunu sağlayan bir I akımı geçirilerek yapılır. Burada I th ısı anma akımıdır.

Dinamik anma akımı testi : İkincil sargı veya sargılar kısa devre durumunda iken, birincil sargıdan birinci tepe değeri en az (dyn dinamik anma akımına eşit bir akım, en az birinci tepe değerinin elde edilmesine yeterli bir süre boyunca geçirilerek yapılır.

Birleşik test : Kısa süre ısı anma akımının birinci tepe değeri, dinamik anma akımından küçük olmadığında, dinamik anma akımı testi kısa süre ısı anma akımı testi ile birleştirilebilir.

Bu testlerden sonra, akım transformatörü çevre sıcaklığına (10° - 30° C) kadar soğutulur ve aşağıdaki inceleme ve testler yapılır.

- Transformatörde görünür bir bozukluk olup olmadığı incelenir;
- akım kesilip mıknatıslanma kaldırıldıktan sonra hatalar tekrar ölçülür ve bunların testten önceki hatalardan transformatörün doğruluk sınıfı için verilen hata

sınırlarının % 50'sinden fazla farklı olup olmadıklarına bakılır;

- şebeke sıklıklı gerilime dayanma testleri ve sarımlar arası aşırı gerilime dayanma testi, olağan test değerlerinin % 90'ı ile tekrarlanır.

- iletkenler üzerindeki yalıtım incelenir herhangi bir bozulma (karbonlaşma) bulunup bulunmadığı incelenir. Kısa süre ısı anma akımının yoğunluğunun 160 A/mm²'yi geçmediği ve sargının, özgül iletkenliği bakırın Standard özgül iletkenliğinin en az % 97'sine eşit olan bir bakırdan yapılmış bulunduğu durumlarda, bu incelemeden vazgeçilebilir.

5- Isınma (sıcaklık artışı) testi

Bu test, akım transformatörü olağan çalışma koşullarında çalıştırılırken yapılır. Test sırasında ölçülen sıcaklıklar saatte 1° C'den çok artmadığında, akım transformatörünün kararlı sıcaklığa eriştiği kabul edilir. Test esnasında çevre sıcaklığı 10° - 30° C arasında olmalıdır. Test edilen akım transformatörü olağan çalışmada olduğu gibi yerleştirilmeli ve bu amaçla kullanılan bağlantı iletkenleri test sırasında sıcaklık artışlarının çoğalmasına neden olmayacak uygun bir kesitte bulunmalıdır.

Sargıların sıcaklık artışı pratik olduğunda direnç değişimi yöntemi ile ölçülür. Ancak çok düşük dirençli sargılarda ısı kullanılabılır. Sargılar dışındaki kısımların sıcaklık artışları ise derece veya sil çiftlerle ölçülür. Test sonucunda bulunan sıcaklık artışları Standard sınırlar altında kalmalıdır.

6- Darbe gerilimine dayanma testi

Dışa açık tesislerde kullanılan akım transformatörlerinin birincil devre yalıtımlarının darbe gerilimine dayanma özelliklerinin testi Standard darbe gerilimi ile yapılır. Darbe gerilimi birincil sargı ile toprak arasına uygulanır. Test sırasında birincil sargı kısa devre edilir, ikincil sargı veya sargılar ise kısa devre edilerek gövdeye, varsa kazana ve toprağa bağlanmalıdır. Test, nem artışı hem de eksi kutuplu darbe gerilimleri ile yapılmalıdır. Ancak daha ağır şartı veren kutubun bilinmesi halinde, testin yalnız bu kutuplu gerilimle yapılması yeterlidir. Her beş tanelik darbe gerilimi grubunun birinci ve sonuncu darbe dalgasının tepe değeri ve dalga biçimi katod ışınlu tübe kaydedilmelidir. Test sırasında oluşabilecek atlamaların tesbit edilmesi için yeter duyarlılık algı kullanılmımalıdır. Testte 5 darbe gerilim dalgası uygulanır. Bu uygulama sırasında herhangi bir atlama veya delinme oluşmamalıdır. Şayet delinme oluşursa veya en çok iki darbe gerilimi uygulaması sırasında atlama oluşursa akım trafosu teste dayanmamış kabul edilir. 5 darbe dalgasının yalnız birinde atlama oluşursa, transformatöre 5 darbe dalgası daha uygulanır ve bu uygulamada herhangi bir atlama oluşmazsa test sonucu olumlu kabul edilir. Bu test bi-

rincil gerilimi 154 kV ve daha yüksek olan akım transformatörleri için zorunludur. Daha düşük gerilimlilerde önceden belirlenirse uygulanır.

B- ölçü Akım Transformatörlerinde Yapılan Ek Testler

1- ölçü akım transformatörlerinin akım hatası ve faz kayması sınırlarını denetleme testi

Doğruluk sınıfı 0,1 - 0,2 - 0,5 ve 1 olan ölçü akım transformatörlerinin akım hatası ve faz kayması, anma sıklığında ve anma akımının % 10, % 20, % 100 ve % 120'sinde olmak kaydıyla anma yükünün % 25'i ve % 100'ünde ölçülmeli, Standard koşulların sağlanıp sağlanmadığına bakılmalıdır. Test yükü hiçbir zaman 1 VA'den küçük olmamalıdır.

Doğruluk sınıfı 3 ve 5 olan ölçü akım transformatörlerinin akım hatası ve faz kayması anma sıklığında ve anma akımının % 50 ve % 120'sinde olmak kaydıyla anma yükünün % 50'si ve % 100'ünde ölçülmelidir. Test yükü hiçbir zaman 1 VA'den küçük olmamalıdır.

Doğruluk sınıfı 0,1 - 1 arasında olan, akım alanı anma akımının % 120'sinden daha geniş bulunan ölçü akım transformatörlerinin akım hatası ve faz kayması, anma sıklığında ve genişletilmiş anma birincil akımında olmak kaydıyla anma yükünün % 25'i ve % 100'ünde ölçülmelidir.

2- ölçü akım transformatörlerinde emniyet anma akımının denetlenmesi

Test, birincil akımı ve ikincil akımı ölçen iki ampermetre kullanılarak yapılır, ikincil test yükü; anma yüküne eşitken, birincil akımı güvenlik anma akımı İp değerine getirilir. Bu durumda, ikincil akım okunur, ikincil akımı değeri $K_n I_s \leq 0,9 I_{pj}$ bağıntısını sağlamalıdır. Burada K_n anma çevirme oranı İps güvenlik anma akımı (etkin değer). I_{ss} ikincil akımı (etkin değer) dir.

Transformatörün aşırı ısınmasını önlemek için test hızlı olarak yapılmalıdır.

C- Koruma Akım Transformatörlerinde Yapılan Ek Testler

1- Koruma akım transformatörlerinin akım hatası ve faz kayması sınırlarını denetleme testi

Koruma akım transformatörlerinin akım hatası ve faz kayması anma sıklığında ve anma gücünde ölçülmesi ve Standard şartları sağlayıp, sağlamadığı denetlenmelidir. Testte kullanılan ikincil yükün değeri 5 VA'e eşit veya daha büyük olduğunda güç katsayısı 0,8 ev> dükatif olmalı, yük 5 VA'den küçük olduğunda ise 1 olmalıdır.

2- Koruma akım transformatörlerinde bileşik hatanın denetlenmesi

Test, ikincil sargı güç katsayısı 0,8 endüktif ile 1 arasında bulunan ve anma yüküne eşit olan bir yüke bağlı iken, birincil sargıdan doğruluk sınırı anma akımına eşit bir akım geçirilerek yapılır. Güç katsayısı değeri önceden belirtilmelidir.

Magnetik devresi tor o id biçiminde olan ve ikincil sargısı toroid üzerine düzenli olarak dağıtılmış bulunan, birincil torun eksenine konulmuş tek iletkenden veya düzenli olarak dağıtılmış bir sargıdan meydana gelen transformatörlerde birincil dönüş akımının etkisi gözardı edilebilecek düzeyde olunca 1. test yerine aşağıda açıklanan test yapılabilir :

Transformatörün birincil devresi açık durumda iken, ikincil sargı uçlarına etkin değeri ikincil sınır elektromotor kuvvetine eşit olan bir gerilim uygulanır. Bu durumda ikincilde elde edilen uyarma akımı, ikincil anma akımı ile doğruluk sınırı katsayısının çarpımının yüzdesi olarak ilgili standardda verilen bileşik hata sınırını aşmamalıdır. İkincil sınır elektromotor kuvvetinin hesaplanmasında, ikincil sargı empedansının, bu sargının ortam sıcaklığında ölçülen ve 75° C ye göre düzeltilen direncine eşit olduğu kabul edilir. Bileşik hatanın belirlenmesinde, sargı oranı ile anma dönüştürme oranı arasında olabilecek fark göz önüne alınmaz.

Çizelge 1 - Akım transformatörlerinde sargıların sıcaklık artışı sınırları

Yalıtım (Insulation) sınıfları	Sıcaklık artışı sınırları ° C
Sargılar yağa daldırılmış durumda iken bütün yalıtım sınıfları için	60
Sargılar bütümlü bir yalıtım içinde iken bütün yalıtım sınıfları için	50
Sargılar yağa daldırılmamış veya bütümlü bir yalıtım içinde değil iken	
Y sınıfı için	45
A sınıfı için	60
E sınıfı için	75
B sınıfı için	85
F sınıfı için	110
H sınıfı için	135

Çizelgede yer almayan yalıtım maddelerine (örneğin reçineler) uygulanacak yalıtım sınıfı önceden belirtilmelidir.

Çizelge 2 - Akım transformatörlerinde anma yalıtım düzeyleri

En yüksek şebeke gerilimi (etkin değer) kV	Bir dakika süreli şebeke sıklıklı dayanım gerilimi (etkin değer)	Darbe dayanım gerilimi (tepe değeri) kV
0,6	3	-
1,2	6	-
2,4	11	-
3,6	16	45
7,2	22	60
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170
52	95	250
72,5	140	325

Çizelge 3 - Akım transformatörlerinde anma yalıtım düzeyleri

En yüksek şebeke gerilimi (etkin değer) kV	Bir dakika süreli şebeke sıklıklı dayanım gerilimi (etkin değer) kV		Darbe dayanım gerilimi (tepe değeri) kV	
	um yalıtım	azaltılmış yalıtım	tam yalıtım	azaltılmış yalıtım
100	18S	150	450	380I
123	230	185	550	450I
145	275	230	650	550I
170	325	275	750	6M
245	450	395 veya 360	1050	800 veya 825
300	-	510 veya 460	-	U75veya 1050
362	-	570 veya 510	-	1800veya 1175
420	-	680 veya 630	-	1550veya 1425
525	-	740 veya 680	-	1675 veya 1550

NOT : En yüksek şebeke gerilimi minimum 72,5 kV'un üzerinde bulunması halinde dayanım gerilimleri için "Um yalıtım" ve "azaltılmış yalıtım" olmak üzere iki ayrı değer verilmiştir.
"Tam yalıtım" değerleri,
- Nötrü yalıtılmış veya
- Nötrü söndürme bobini üzerinden topraklanmış veya,
- Nötrü etkin olarak topraklanmamış şebekelerde kullanılan akım transformatörlerine uygulanır.
"Azaltılmış yalıtım" değerleri ise,
- Nötrü etkin olarak topraklanmış şebekelerde kullanılan akım transformatörlerine uygulanır. Bu çizelgede dayanım gerilimleri için iki ayrı değerin verildiği durumlarda bunlardan birinin seçimi serbesttir.

Çizelge 4 - Ölçü akım transformatörlerinde açılma oranı hatası sınırları (0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 sınıfı için)

Doğruluk Sınıfı	Akım hatası (dönüştürme oranı hatası) (anma akımının yüzdesi olarak ifade edilen akım değerleri için) ±%				Faz kayması ± (anma akımının yüzdesi olarak ifade edilen akım değerleri için)							
					dakika				santiradyan			
	%10	%20	%100	%120	%10	%20	%100	%120	%10	%20	%100	%120
0,1	0,25	0,2	0,1	0,1	10	8	5	5	0,3	0,24	0,15	0,15
0,2	0,5	0,5	0,2	0,2	20	15	10	10	0,6	0,45	0,3	0,3
0,5	1,0	0,15	0,5	0,5	60	45	30	30	1,8	1,35	0,9	0,9
1	2,0	1,5	1,0	1,0	120	90	60	60	3,6	2,7	3,8	1,8

Çizelge 5 - Ölçü akım transformatörlerinde (3 ve 5 sınıfı için)

Doğruluk sınıfı	Akım hatası (dönüştürme oranı hatası) (anma akımının yüzdesi olarak ifade edilen akım değerleri için) ±%	
	%50	%120
3	3	3
5	5	5

Çizelge 6 - Koruma akım transformatörlerinde açılma oranı hatası sınırları

Doğruluk sınıfı	Birincil anma akımında hatası %	Birincil anma akımında faz kayması		Anma doğruluk sınıfı birincil akımında bileşik hata %
		dakika	santiradyan	
5P	±1	±60	±1,8	5
10P	±3	-	-	10

GERİLİM TRANSFORMATÖRÜ TESTLERİ

Gerilim transformatörü, normal kullanma şartlarında ikincil gerilimi pratik bakımdan birincil gerilimiyle orantılı olan ve uygun şekilde bağlandığında, birincil-ikincil gerilimleri arasındaki faz farkı takriben 0° olan bir ölçü transformatörüdür.

Sıgal (capacitive) gerilim transformatörü, bir sıgal gerilim bölücü eleman ile bir elektromagnetik tertipten oluşan ve elektromagnetik düzeneğin ikincil gerilimi, sıgal gerilim bölücüye uygulanan birincil gerilimle yaklaşık olarak orantılı ve aynı fazda olan bir gerilim transformatörüdür.

Gerilim transformatörlerinde aşağıdaki inceleme ve testler yapılmaktadır.

I-İNCELEMELER

Her tío gerilim transformatörüne "Akım Transformatörleri" bölümünde anlatılan incelemeler uygulanır.

II -TESTLER

A- Her Tip Gerilim Transformatörüne Uygulanacak Testler

1 - Birincil sargıların şebeke sıklıklı gerilime dayanma testi

Bu test, gerilim transformatörünün bütün parçaları takılı ve kullanılmaya hazır durumda iken yapılır. Test gerilimi olarak, en yüksek şebeke gerilimine ve belirlenen yalıtım düzeyine karşılık gelen ve standartta verilen şebeke sıklıklı dayanım gerilimi uygulanır. Ancak endüklenmiş test gerilimi değeri birincil anma geriliminin S katını aşmamalıdır.

Bu test gerilimi; topraklanmamış gerilim transformatörlerinin şebeke sıklıklı bir dış kaynaktan sağlanan gerilimle test edilmesi halinde ve topraklanmış gerilim transformatörlerinin endüklenmiş gerilimle test edilmesinde faz ucu ile toprak arasına veya fazların uçları ile toprak arasına; topraklanmamış gerilim transformatörlerinin endüklenmiş gerilimle test edilmesinde faz ucu ile toprak arasına veya fazların uçları ile toprak arasına; topraklanmamış gerilim transformatörlerinin endüklenmiş gerilim ile test edilmesinde fazların uçları arasına uygulanmalıdır. Test gerilimi 25-300 Hz arasında bir sıklığa sahip olmalıdır. Teste, küçük bir gerilim değeri ile başlanmalı ve hızla gerilimin tam değerine yükseltilmeli ve bu değerde 1 dakika veya test geriliminin sıklığı anma sıklığının iki katını aştığında 15 saniyeden az olmamak kaydıyla aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\text{Test sıklığında süre} = \frac{2x \text{ Anma sıklığı}}{\text{Test sıklığı}} \times 60 \text{ saniye}$$

süre uygulanmalıdır. Bundan sonra gerilim hızla küçük bir değere indirilir ve kaldırılır.

Topraklanmamış gerilim transformatörlerinde birincil sargının şebeke sıklığında gerilime dayanma testi aşağıdaki şekillerde yapılır :

- Şebeke sıklıklı bir dış kaynakla yapılan test

Bu testte, bir dış kaynaktan sağlanan şebeke sıklıklı gerilim, birincil sargıların birbirine bağlanmış uçları ile toprak arasına uygulanmalıdır. Test sırasında gövde, varsa kazan, topraklanması öngörülmüşse magnetik devre ve ikincil sargıların uçları birbirine bağlanmış ve toprağa bağlanmış durumda bulunmalıdır.

- Endüklenmiş gerilimle yapılan test

Bu test, ya birincil sargıda endüklenmesi gereken test gerilimini sağlayan bir gerilimin ikincil sargıya uygu-

lanması veya birincil sargının test gerilimiyle doğrudan uyarılması yoluyla gerçekleştirilir. Her iki durumda da gerilim yüksek gerilim tarafında ölçülür. Testte gövde, varsa Kazan, topraklanması öngörülmüşse magnetik devre ve her ikincil sargının birer ucu ve birincil sargının bir ucu aralarında bağlanmış olarak topraklanmış durumda bulunur. Aşırı bir uyarma akımı meydana gelmesini önlemek amacıyla test geriliminin sıklığı, anma sıklığının üzerinde seçilir. Test gerilimi sıklığının artışına bağlı olarak test süresi, yukarıda açıklanmış olduğu gibi kısaltılır. 3 fazlı gerilim transformatörlerinde bu test, normal olarak ikincil sargıyı, birincil sargılarda test gerilimini endükleyecek değerde 3 fazlı dengeli bir gerilimle besleyerek yapılır. Başka bir yöntem olarak, 3 fazlı gerilim transformatörlerinde bu test bir fazlı testler dizisi şeklinde de yapılabilir.

Topraklanmış gerilim transformatörlerinde birincil sargının şebeke sıklıklı gerilime dayanma testi, "Endüklenmiş Gerilimle Yapılan Test"te açıklandığı gibi yapılır. Test esnasında, birincil sargının işletmede topraklanacak ucu, gövde kazandan izole edilmişse 2 kV anma değerli bir gerilimle 1 dakika teste tabi tutulur.

2- İkincil sargıların şebeke sıklıklı gerilime dayanma testi

Bu test 2 kV etkin değerli bir alternatif gerilimle yapılır. Yalnız bir ikincil sargılı gerilim transformatörlerinde, test gerilimi ikincil sargının aralarında bağlı uçları ile toprak arasına 1 dakika uygulanır. Test sırasında gövde, varsa kazan, topraklanması öngörülmüş ise magnetik devre ve birincil sargının bütün uçları ve varsa ikincil sargının diğer kısımları arasında bağlanarak topraklanmış olmalıdır.

Birden fazla ikincil sargılı gerilim transformatörlerinde, test gerilimi her ikincil sargı veya sargı bölümü ile, birbiri ile bağlanmış ve önceden gövdeye, varsa kazana ve toprağa bağlanmış diğer sargılar veya kısımlar arasına 1 dakika süre ile uygulanır.

3 - Darbe gerilimine dayanma testi

Dışa açık tesislerde kullanılan gerilim transformatörlerinin birincil devrelerinin yalıtımları, en yüksek şebeke gerilimi ve yalıtım düzeyine göre standartta verilen darbe gerilimi ile test edilir. Bu darbe gerilimi birincil sargının hat bağlantı uçlarından biri ile toprak arasına uygulanır. Bu test sırasında, bir fazlı gerilim transformatörlerinde birincil sargının topraklanacak şekilde düzenlenmiş ucu, birincil sargının her iki ucu da topraklı değilse, bu uçlardan birisi; üç fazlı gerilim transformatörlerinde birincil sargının nötr noktası topraklanacak şekilde düzenlenmiş ise, bu nokta ile test geriliminin uygulanacağı faz sargısı dışındaki diğer iki faz sargısının uçları birleştirilerek, birincil sargıların nötr noktası topraksız çalışacak şekilde düzenlenmiş ise test geriliminin uygulanmayacağı diğer iki

faz sargısının hat uçları birleştirilerek topraklanır.

Test esnasında, bir fazlı gerilim transformatörlerinde ikincil sargının bir ucu; üç fazlı gerilim transformatörlerinde ikincil sargıların birer ucu aralarında birleştirilerek ya doğrudan olarak veya ikincil sargıda ortaya çıkan gerilim dalgasını saptamaya yarayan uygun bir düzenek aracılığı ile toprağa bağlanmalıdır.

Topraklanmış ve topraklanmamış 3 fazlı gerilim transformatörlerinde test gerilimi, birincil sargının diğer hat bağlantı uçları ve topraklanmış transformatörlerde yıldız noktası toprağa bağlı vaziyette iken birincil sargının bir hat bağlantı ucu ile transformatörün topraklı gövdesi (varsa kazanı), arasına uygulanır.

Test hem artı, hem de eksi kutuplu dalga ile yapılmaktadır. Ancak, daha ağır şartı veren kutup biliniyorsa test yalnızca bu kutupta yapılabilir. Testte arka arkaya 5 darbe gerilimi dalgası uygulanır. Bu test birincil gerilimi 154 kV ve daha yüksek olan gerilim transformatörleri için zorunludur. Daha düşük gerilimlerde önceden belirlenirse uygulanır.

4 - Isınma (sıcaklık artışı) testi

Sıcaklık artışı testinde gerilim transformatörüne uygulanan gerilimler aşağıdaki gibi olmalıdır:

— Anma gerilim yükseltme katsayısı ve gerilim uygulama süresi ne olursa olsun, bir fazlı gerilim transformatörlerine birincil anma (faz arası) geriliminin $1,2$ katına eşit bir gerilim; üç fazlı gerilim transformatörlerine birincil anma (faz arası) geriliminin $1,2$ katına eşit dengeli 3 fazlı bir gerilim uygulanmalı, teste transformatör kararlı sıcaklığa erişinceye kadar devam edilmelidir. Test sonunda bulunan sıcaklık artışları standartta belirlenen sınırları aşmamalıdır.

Anma gerilimi yükseltme katsayısının değişik halleri için farklı gerilim uygulamaları standartlarda yer almış olup, değerlendirme buna göre yapılmalıdır.

Testte ölçülen sıcaklıklar, saatte 1°C den çok artmadığında, gerilim transformatörünün kararlı sıcaklığa eriştiği kabul edilir. Test esnasında ortam sıcaklığı, $10^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$ arasında olmalıdır. Birden fazla ikincil sargı bulunması halinde test her ikincil sargının anma yükünde yapılmalıdır. Sargıların sıcaklık artışları direnç değişimi metodu ile ölçülmelidir. Diğer kısımların sıcaklık artışları derece veya ısı çifti (thermocouple) ile ölçülür.

5- Gerilim hatası ve faz kayması sınırlarının denetlenmesi

ölçü gerilim transformatörlerinde gerilim hatası ve faz kayması sınırları, anma sıklığında ve anma geriliminin % 80, % 100 ve % 120'sinde anma yükünün % 25 ve % 100'ünde test edilir. Test sonuçlarının standartta uygunluğu incelenir. Üç fazlı gerilim transformatörle-

ri için standartta verilen sınırlar, transformatör 3 fazlı dengeli gerilimle enerjilendiğinde, birincil ve ikincil sargıların faz arası gerilimleri için geçerlidir.

Koruma gerilimi transformatörlerinde gerilim hatası ve faz kayması sınırları, 0,8 endüktif güç katsayısında ve anma geriliminin % 5 ve % 100'ünde ve anma geriliminin anma gerilim yükseltme katsayısı ile çarpımından bulunan gerilimle anma gücünün % 25 ve % 100'ünde ölçülür ve sonuçların standart sınırlara uygun olup, olmadığı kontrol edilir. Topraklanmış 3 fazlı gerilim transformatörleri için ise standartta yer alan hükümler uygulanır.

B- Sığal Gerilim Transformatörlerine Uygulanacak Testler

Sığal gerilim transformatörlerine aşağıda açıklananlar dışında inceleme ve testler A, bölümünde belirtildiği gibi uygulanır.

1-Sıcaklık artışı testi

Bu test sığal gerilim transformatörünün sadece elektromagnetik elemanına uygulanabilir.

2- Darbe gerilimine dayanma testi

Bu testte, öncelikle tümünden bir sığal gerilim transformatörüne $1,2 - 5/40-60$ mikrosaniyelik darbe gerilimi uygulanır. Ancak, sığal gerilim bölücü eleman ve elektromagnetik düzenek, gerilim bölücü ögenin gerilim oranına uygun olarak düşürülmüş bir gerilimle test edilebilir. Elektromagnetik düzenek bir koruma eklâtör ile donatıldığında test sırasında bu eklâtör devre dışı edilmelidir. Kuranportör bağlaç düzeninde bulunan koruma eklâtörü ise test sırasında kısa devre edilmelidir.

3- Ferrerezonans testleri

Bu test tümünden bir sığal gerilim transformatörüne uygulanır. Test esnasında, önce ikincil uçları kısa devre edilmeli sonra özellikleri önceden belirlenmiş olan bir koruma düzeni (kesici, sigorta gibi) ile bu kısa devre açılmalıdır. Kısa devrenin giderilmesinden sonra transformatör üzerindeki yük sadece kaydedicilerin verdiği yük olmalıdır ve 5 VA 'i aşmamalıdır. Test sırasında ikincil gerilimi ve kısa devre akımı kaydedilir. Kısa devre sırasında besleme gerilimi % 10'dan daha çok değişmemelidir.

a) Test, anma geriliminin % 120'si değerinde bir gerilim ile en az 30 defa yapılır;

b) Test, anma gerilim yükseltme katsayısına karşılık olan birincil gerilimle en az 10 defa tekrarlanmalıdır.

4-Geçici rejim tepkisi testi

Bu test, sığal gerilim transformatörü, birincil anma geriliminde anma yükünün % 25 - % 100'ü arasında bir yüklerle çalışırken, birincil ve toprak uçları kısa devre

edilerek yapılır. Test esnasında ikincil gerilim düşümü bir osilografa kaydedilir. Test, rastgele anlarda 10 defa veya birincil gerilimin tepe değerinde 2 defa ve birincil gerilimin sıfırdan geçişinde de 2 defa yapılmalıdır. Bir sığal (kapasitit) gerilim transformatörünün birincil ve toprak uçlarında, transformatör besleme geriliminin kısa devre edilmesini izleyen anma sıklığında 1 çevrim içinde ikincil çıkış gerilimi, kısa devre öncesi tepe değerinin % 10'undan daha küçük bir değere inmelidir.

5- Doğruluk testleri

Bu testler, anma sıklığında, oda sıcaklığında ve her iki sınır sıcaklıkta yapılmalıdır. Sığal gerilim bölücü elemanın sıcaklık kaynak (reference) bandında sıcaklık karakteristikleri bilindiğinde, sınır sıcaklıklardaki hatalar, bu sıcaklıkta ölçülen değerlerden hesaplanabilir.

6- Şebeke sıklığı gerilime dayanma testi

Kapasitif gerilim bölücü elemanın testi "Bağlaç sığaçları ve sığal" konulu standarta uygun olarak yapılır. Bu elemanın toprak ucunun, bir kuranportör bağlaç (kuplaj) düzeni aracılığı ile toprağa bağlanması öngörüldüğünde toprak ucu ile kazan arasına 4 kV, 1 dakika süre uygulanır. Elektromagnetik düzeneğin, testi sırasında sığal gerilim bölücü eleman ayrılır. Test gerilimi, ya ara gerilim ucu ile toprak arasına uygulanır, veya ikincil sargıdan endüklenmiş gerilim olarak uygulanır. Her iki durumda da test geriliminin değeri, sığal gerilim bölücü elemanın tüm test geriliminin gerilim oranına bölünmesiyle elde edilen değere eşit olarak alınır. Aşırı uyarma akımlarını önlemek için test gerilimi sıklığı yükseltilebilir, ancak bu durumda test süresi "Birincil sargıların şebeke sıklığı gerilime dayanma testi" bölümünde verilen formülden hesaplanmalıdır. Elektromagnetik düzenek bir koruma eklâtörü ile donatılmışsa, test sırasında bu eklâtör devre dışı edilmelidir. Kuranportör bağlaç düzeninde bulunan koruma eklâtörü ise test sırasında kısa devre edilir.

Çizelge 7 - Gerilim transformatörlerinde ısınma sınırları

Yalıtım sınıfın	Sıcaklık artışı sınırları °C
Sargılar yağa daldırılmış durumda iken bütün yalıtım sınıfları için	60
Sargılar bitümlü bir yalıtım içinde iken bütün yalıtım sınıfları için	50
Sargılar yağa daldırılmamış veya bitümlü bir yalıtım içinde değil iken	
Y sınıfı için	45
A sınıfı için	60
E sınıfı için	75
B sınıfı için	85
F sınıfı için	110
H sınıfı için	135
Çizelgede yer almayan yalıtım maddelerine (örneğin reçineler) uygulanacak yalıtım sınıfı belirtilmelidir.	

Çizelge 8 - Gerilim transformatörlerinde anma yalıtım düzeyleri

En yüksek şebeke gerilimi (etkin değer) kV	Bir dakika süreli şebeke sıklığı dayanım gerilimi (etkin değer) kV	Darbe dayanım gerilimi (tepe değeri) kV
0,6	3	—
1,2	6	—
2,4	11	—
3,6	16	45
7,2	22	60
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170
52	95	250
72,5	140	325

Çizelge 9 - A - Gerilim transformatörlerinde doğruluk sınıfı değerleri

Doğruluk sınıfı	Gerilim hatası (dönüştürme oranı hata%)	Faz kayması	
		dakika	santradian
0,1	±0,1	±5	±0,15
0,2	±0,2	±10	±0,3
0,5	±0,5	±20	±0,6
1,0	±1,0	±40	±1,2
3,0	±3,0	Belirlenmemiştir	Belirlenmemiştir

Çizelge 9 - B

Doğruluk sınıfı	Gerilim hatası (dönüştürme oranı hatası)	Faz kayması	
		dakika	santradian
3P	±3,0	±120	±3,5
6P	±6,0	±240	±7,0

KAYNAKLAR

1. TS 620 Akım Transformatörleri
2. TS 718 Gerilim Transformatörleri
3. IEC44-3 (1980) Part 3 : Combined Transformers
IEC44-4 (1980) Part 4 : Measurements of partial discharges
4. IEC 185 Current transformers
5. IEC 186* Voltage transformers
6. BS 3938 : 1973 Current transformers
7. BS 3941 : 1975 Voltage transformers