

GÜÇ TRANSFORMATÖRLERİNDE GÜÇ FAKTÖRÜ TESTLERİ VE ENERJİ KALİTESİNE ETKİLERİ

Hakan ÇUHADAROĞLU¹ Yılmaz UYAROĞLU² Gökşin SÖNMEZ³
Haluk YILMAZ⁴

¹ ALTERNANS Elektrik Güç Sistemleri Kartepe San.C76 Kartepe- Kocaeli

² SAKARYA ÜNİ. Elk-Eln Müh. Esentepe Kam. Serdivan Sakarya

³ ALTERNANS Elektrik Güç Sistemleri Kartepe San.C76 Kartepe- Kocaeli

⁴ ALTERNANS Elektrik Güç Sistemleri Kartepe San.C76 Kartepe- Kocaeli

¹e-posta: h.cuhadarglu@alternansel.com ² e-posta: y.uyaroglu@sakarya.edu.tr
³ e-posta: g.sonmez@alternansel.com ⁴ e-posta: h.yilmaz@alternansel.com

ÖZET

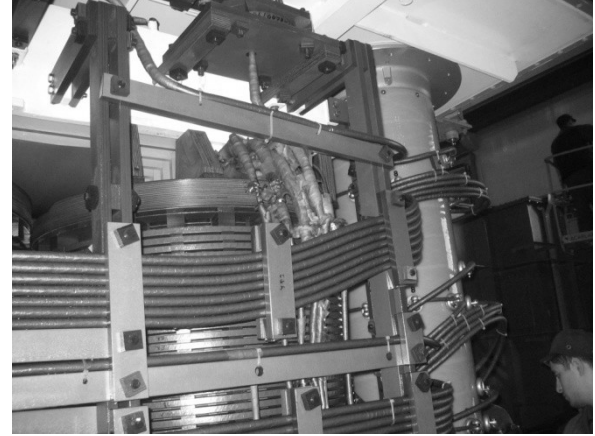
Ülkemizde ve Dünya da elektrik enerjisine olan talebin gün geçtikçe artmakta olduğu göz önünde bulundurulduğunda, elektrik enerjisinin tüketiciye en az kayıpla, kesintisiz, en yüksek verimde ve en ekonomik biçimde ulaştırılması oldukça önem kazanmaktadır. Bu önem, elektrik enerjisinin üretilmesi, iletilmesi ve tüketilmesinde kullanılan sistemlerin kaliteli olmasını ve kaliteli bir şekilde çalışmaya devam edebilmesi için rutin bir şekilde test edilmesini zorunlu hale getirmektedir.

Güç transformatörleri enerji üretim ve iletim sisteminin en önemli elektromekanik elemanıdır ve transformatörler üzerinde uygulanan güç faktörü (%PF –Tan delta) testleri, transformatörün izolasyonu ve sargı blok yapısıyla etkili sonuç alınan en önemli testtir.

Anahtar sözcükler: Elektrik Enerjisi, Güç Transformatörleri, Elektromekanik, Güç Faktörü Testleri

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi kalitesinin önemli unsuru kesintisizliğidir, Elektrik enerjisi kesintisi orta veya alçak grilim seviyesinde meydana geldiğinde, arızadan dolayı devre dışı kalacak yüklere yüksek gerilim seviyesinde olan arızadan dolayı plansız bir kesintide enerjisiz kalacak yükler çok daha fazla olacaktır. Duruma göre bu bir şehir veya sanayi bölgesinin tamamı olabilir. Bu durum özellikle yüksek gerilimli elektrik elemanlarının rutin testlerini yani arızayı önceden kestirip, elemanı planlı olarak



Şekil 1. Üretim Sürecinde; Sargı ve Kademe Şalteri (Alstom fabrikasından alınmıştır)

servis dışı edilerek, gerekli bakım ve onarımların yapılmasına olanak verir. Güç transformatörleri kapalı bir metal kutu görünümünde olmasına rağmen, elektrik-elektronik biliminin, manyetizma da dahil olmak üzere birçok disiplinini içeren bütünlüklü bir elektromekanik elemandır. Özellikle yüzyılın son çeyreğinde güç transformatörleri gelişen nano teknolojiyle üretilen nüve amorf saçları, soğutma ve izleme yöntemleriyle donatılmıştır, fiber optik sargı ısı sensörleri, plc kontrollü soğutma ve koruma elemanları alarm bilgileri alınması, yalıtım yağında çözünmüş gaz artışının ve diğer alarmların eş zamanlı uzaktan izlenebilme özellikleriyle tam anlamıyla bir teknoloji ürünü olmuştur.

AMAÇ VE HEDEFLER

Güç transformatörleri fiziki olarak büyük hacme sahip olduklarından dolayı nüve-sargı-tank haricindeki parçaları olan, buşingleri soğutma sistemi, konservatörü ve diğer yardımcı donanımı üretimden sonra fabrikada birleştirilerek üzerinde test ve deneyler yapılır ve bu testler transformatöre devreye alma ve serviste yapılacak testlere referans oluşturur. (FAT-Fabrika kabul testleri) bu test ve deneyler sonucunda yeterli görülen transformatör parçaları tekrar demonte edilerek sahada son montajı yapılmak üzere sevk edilir. Sahada yerinde montajı yapılan transformatörlere sahada devreye alma testleri uygulanır, bu testler fabrikada testlerinin tamamını kapsamaz, saha devreye alma testleri de fabrika testleri kadar önemlidir, nakliye ve montaj sırasında olası hasar ve hatalar tespit edilir. Devreye alma testleri ve kontrolleri sonrası uygun bulunan transformatörler enerjilendirilerek sevice alınır.

Güç transformatörleri servise alındıktan sonra rutin olarak ve olası bir iç arıza, kısa devre sonucu servis dışı kaldıktan sonra tekrar enerji altına alınmadan saha testlerinin yapılması çok önemlidir, [3]

Güç Transformatörleri üzerinde yapılan test ve kontrolleri;

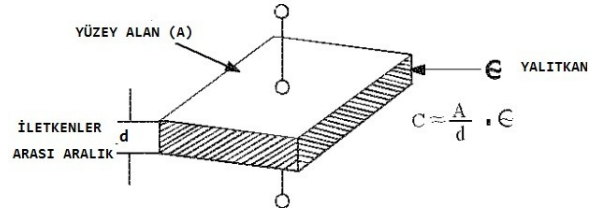
- 1- Üretim sonrası: Fabrika kabul testleri
- 2- Saha montajı sonrası: Saha kabul testleri
- 3- Yük kısa devresi veya Transformatör iç arıza sonrası: Arıza-hata tespit testleri
- 4- Koruyucu testler: Periyodik önleyici testler

Olarak sınıflandırılır.

2. GÜÇ FAKTÖRÜ TESTLERİ

Güç faktörü testleri; ayrıca bozunma faktörü (dissipation factor) ve Tan delta olarak ta adlandırılırlar. Güç faktörü testleri genel anlamda transformatör sargılarını ve tankını doğal bir kapasitans olarak değerlendirir, iki sargılı bir transformatörde sargılar arası ve sargıların tankla arası olmak üzere üç adet kapasitansın oluşturduğu akım ve kayıpları test edilir.

Transformatörde kapasitansı oluşturan iletkenler sargılar ve tank, yalıtkan ise yalıtım yağı, yalıtım



Şekil 2. Transformatörde Kapasitans; İki İletken (Sargılar-Tank) ve Yalıtkan (Yalıtım Yağı – Selülozik Elemanlar-Bandajlar)

bandajları ve diğer selülozik yapı elemanları oluşturur. Transformatörün taşınması, saha montajı ve kısa devre sonucunda oluşan mekanik zorlanmalar ve hatalar sonucunda sargı blokları veya nüve gerinden hareket etmiş ise, kapasitansı oluşturan iletkenler arası aralık değişmiştir ve bu durum test sonuçlarında kesin olarak tespit edilir. Ayrıca iletkenler arasındaki yalıtkanların bozunması ve nem alması sonucu değişen yalıtkanlık katsayısı watt kayıplarını değiştirir, bu durumda W / V-A oranı değişir. Testler sonucunda elde edilen bu yüzde güç faktörü oranı bize yalıtım durumu hakkında net rakamlar değerler verir.

Genel olarak 10kV altındaki gerilim seviyelerinde aynı gerilimde güç faktörü testi uygulanır, gerilim seviyesi 10kV dan yüksek olan tüm yüksek gerilimli seviyeli transformatörlerde (36kV-110kV-154kV-380kV-750kV) test gerilimi 10 kV tur.

İki sargılı bir transformatörde ölçülen kapasitanslar:

CH :Yüksek gerilim sargıları ile tank arası kapasitans

CL: Alçak gerilim sargıları ile tank arası kapasitans

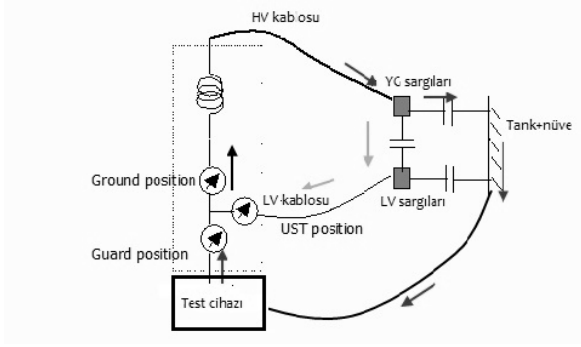
CHL: Sargılar arası kapasitans

Ayrıca test sonuçları doğrulamak amacıyla ilave olarak,

CH+CHL: Yüksek gerilim sargıları ile tank-sargılar arası toplam kapasitansı

CL+CHL: Alçak gerilim sargıları ile tank – sargılar arası tank toplam kapasitansı

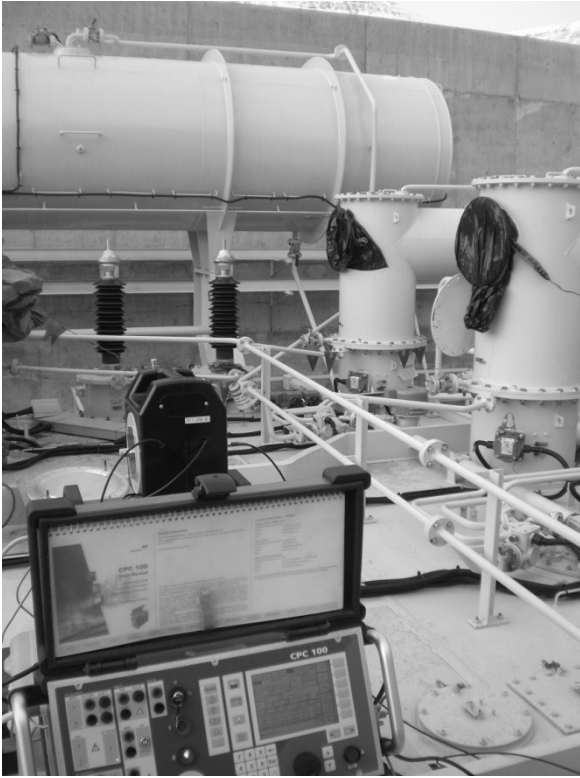
CL+CH : Yüksek gerilim –alçak gerilim sargıları tank arası toplam kapasitansı



Şekil 2. Güç Faktörü Testi Bağlantısı [1]

Test sonucunda ölçülen kapasitanslar pikofarad (pF) ,kapasite akımları miliamper (mA) olarak kayıt edilir,ayrıca 10kV altında yapılan tüm ölçümler 10kV ki eşdeğeri alınır, transformator yağ sıcaklığı uluslar arası standartlarca belirlenmiş bir düzeltme tablosuna göre 20°C de karşılığı olan değere göre hesap edilir.

Ayrıca güç transformatorlerinde kullanılan kapasitif tip buşingler üzerinde de güç faktörü testleri uygulanır.



Şekil 3. Güç Faktörü Uygulanan Güç Transformatorü (İzlanda alcoa fjardeel sahası)

Güç faktörü $W / V * A$, kayıp wattların gerilim – akıma oranı, güç faktörü testlerinde bu oran doğrudan değil, yüzde % olarak tanımların (% Güç faktörü- %PF -% DP -% Tan delta)

Güç transformatorleri testleri Test sonuçları IEEE Std.62-1995 değerlendirildiğinde;

Yeni devreye alınacak transformatorde %PF : <0.5

Kullanımda ve eski transformatorlerde %PF : <2

Yeni buşinglerde %PF< 0.5,eski ve kullanımda %PF : 1- 1.5 olmalıdır. [4]

Saha Test Sertifikası											
Müşteri : AKKUYU NÜKLEER SANT											
TRANSFORMATOR GÜÇ FAKTÖRÜ TESTLERİ											
Sayfa No : 1											
Seri No : 320345											
Bağlantı Grub : Y/Nyn0											
Anma Gücü (MVA) : 100											
Anma Gerilimi (kV) :											
Hava Durumu : açık											
Nominal Frekans : Hz											
Ortam Nemi : 55 %											
Üst Yağ Sıcaklığı : 40 °C											
Test Frekansı : Hz											
Ortam Sic : 40 °C											
Düzeltilme Faktörü : 0,42											
Test No	Engellenen	GST	GST-g	Test Gerilimi (kV)	10 kV a Düzeltmiş Sonuçlar				FF %		Kapasitans (pF)
					Akım ölçümleri		Watt Kayıpları		Ölçülen	20°C	
					mA	Watt					
1	HV	LV		10	33,9	0,79	0,23	0,10	C ₁ +C ₂	10886	
2	HV	LV		10	11,4	0,22	0,20	0,08	C ₁	3650	
3	LV	HV		10	52,1	1,91	0,37	0,15	C ₁ +C ₂	16739	
4	LV	HV		10	29,6	1,33	0,45	0,19	C ₁	9506	
5	HV	LV/UST		10	22,5	0,58	0,26	0,11	C ₁	7232	
6	HV/HV			10	40,9	1,53	0,37	0,16	C ₁ +C ₂	13156	

Şekil 4. Saha Test Raporu Güç Faktörü Bölümü

SONUÇ

Elektrik enerji sisteminin temel elemanı olan güç transformatorlerinin saha devreye alma ve rutin güç faktörü testlerinin düzenli olarak yapılarak test sonuçlarının değerlendirilmesi sonunda , olası arızaların önceden kestirip ,istenmeyen enerji kesintilerin önlenmesi ve enerji kalitesinin devamı açısından çok önem taşımaktadır. [2]

KAYNAKLAR

- [1] Z.Çubukçu, Alstom Transformer, General Concept of Power Transformers,
- [2] P.Gill, Electrical Power Equipments Maintenance and Testing *Secon Edition*
- [3] S.V. Kulkarni and S. A. Khaparde, Electrical Transformer Engineering Design and Practice
- [4] BS EN 60060-1: 1989, "High Voltage Test Techniques Part: I", 19