

# Akım ve Gerilim Transformatörleri İmalâtımız

Yazan :  
**Hüseyin ARABUL**  
Elekt. Y. Müh.  
E.E.t.M.

**ÖZET :** Bu yazıda, ölçü transformatörleri üzerinde üç yıldır ODTÜ ile ETİBANK Elektrik İşletmeleri Müessesesi Ldboratuvar ve atölyelerinde yapılmakta olan teknik çalışmalar ve bunlardan meydana gelen neticelerin EKONOMİK incelemeleri yapılmıştır.

Genel :

ölçü transformatörleri imalâtımız ile ilgili olarak hazırlamış olduğumuz bu ilk yazıda, imalâtın nasıl başladığı, ne gibi safhalar geçirdiği ve yurdumuzun elektrik sistemine, ekonomisine neler kazandırabileceğini teferruatlı olarak anlatacağız.

**İmalât fikri nasıl doğdu :**

Elektrik şebekemizin zamanla gelişmesi, kullanılan transformatör adedini artırmıştır. Bilhassa, büyük bir sistemde röle koordinasyonunu ve ticari satışlarla isteğe uygun olarak yapılmasını temin edebilecek karakterlislere haiz olanların dahi dışarıdan temini büyük meblağlar karşılığında gerçekleşiyordu.

Her bozulan transformatörün, yerine yenisinin ithâl edilmesi ekonomik bünyemize uygun olmadığı için, tamir etme imkânları aranmıştır. Bu maksatla ETİBANK Elektrik işletmeleri Müessesesi mevcut atölyelerinde, bozulmuş olan transformatörleri tamir etme imkânları yaratmıştır.

Atölyelerimizde yapılan tamiratlardan ilk elde edilen fikirlere göre, kendi işletme şartlarımıza uygun ve daha ucuz bir kocstrüksiyonun vücuda getirilmesinin mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sebeple işletmemizde kullanılan her cins ölçü transformatörleri proto-tiplerinin imaline başlanılmıştır.

**tik Çalışmalarımız :**

Yukarıda anlatılan sebeplerden dolayıdırki sistemimizde en çok kullanılan işletme gerilimi olan 154 kV'luk izolasyona sahip akım ve gerilim transformatörlerinin yeni bir dizayn ve kocstrüksiyonu üzerindeki ön çalışmalar, 1963 yılında ODTÜ'nde başlamıştır. Bu çalışmalara paralel olarak 66 kV ve 34,5 kV'luk klasik tip ölçü

gerilim transformatörlerinin proto-tiplerinin imalâtı altı ay içersinde gerçekleştirilmiştir.

154 kV. ve 66 kV. luk ölçü transformatörleri üzerinde izolasyon problemleri tamamen halledildikten sonra, sırasıyla 34,5 kV, 15 kV ve 6,3 kV luk ölçü akım ve gerilim transformatörleri kolaylıkla imâl edilmiştir.

**İmal edilgen proto-tiplerinin** kısaca özellikleri :

Bilhassa 154 kV luk gerili maltında çalışan ölçü transformatörlerinin izolasyonu muhtelif problemler arzettiği için mütekâmil bir dizayna gitmek icabetti.

Bu amaçla çalışmalarımızı KASKAT Transformatör dizayn ve kocstrüksiyonuna yönelttik. Böylelikle kullanılacak yerli malzeme miktarında artırmış olduk.

154 kV luk ölçü gerilim transformatörü (7) ünitenin kaskat bağlanılmasından meydana gelmiştir. (Şekil : 1) I No. lu ünite klasik «Shell» tipi olarak hazırlanmıştır. Diğer altı ünite ikili gruplar halinde bağlanılmış ve her ikili grubun kendi bağlantı yerlerinden nüveye irtibat yapılmıştır. Böylece nüve ile primer, sargı arasındaki izolasyon mertebesi yarıya indirilmiştir. Bu tip transformatörün en önemli özelliği üniteler arasında kuplaj sargısının kullanılmış olmasıdır. Her ne kadar aynı malzemedden aynı miktar kullanılarak eş nüveler meydana getirilmeye çalışılırsada, her üniteyedeki nüvenin uyarma akımlarının farklı olacağı bir gerçektir. İşte bu farklı değerler, Şekil : 1'den takip edilebileceği gibi VII ve VI No. lu ünitelerin primerlerinde değişik gerilimleri, dolayısıyla kuplaj sargılarında da aynı değişikliği meydana getirecektir. VII No. lu ünitenin kuplaj sargısında husule gelen akım VI No. lu ünitenin kuplaj sargısından aynen geçerek devresini tamamlayacağı için, VI ve VH No. lu üniteler arasındaki kuplaj sargıları primer devrelerde gerilim dengeleyici rol oynamak-



Besim : 1 — 154 kV. Kaskat Gerilim Transformatorü.

tadır. Böylece kaskat bağlanan her ünite eşit gerilim altında çalışmaktadır.

Aynı transformatorün ikinci önemli özelliğinden biride değişik tip nüve konstrüksiyonunun kullanılmış olmasıdır. Şöyleki, nüve bilezik şeklinde sarılan bobinin üzerine kelepçe gibi yerleştirilmiştir (Resim : 1). Bu sayede hem kullanılan silisli saç miktarı azalmış hemde transformatorün hacmi küçülmüştür.

154 kV. ölçü akım transformatorü de gerilim transformatoründe olduğu gibi kaskat olarak hazırlanmıştır. Öört üniteden (Şekil : 2) meydana gelen bu transformatorün nüveleri toroid olarak dizayn edilmiştir.

I No. lu ünitenin sekonden ile II No. lu ünitenin primeri, Resim : 2) ve IH No. lu ünitenin sekonderi ile IV No. lu ünitenin primerleri müşterek sargı olarak kullanılmıştır. Böylece hem kullanılan malzeme miktarı ile birlikte transformatorün hacmi küçülmüştür, hem de konstrüksiyondaki mekanik güçlükler ortadan kaldırılmıştır.

Her ünite için aynı miktar izolasyon maddesi kullanılmış olmasına rağmen üniteler arası meydana gelen değişik parazitik kapasite değeri, bu gaye için imâl ettiğimiz kapasiteler sayesinde e-

şitlenmiştir. Böylece her ünitenin eşit gerilime maruz kalması sağlanmıştır.

154 kV'luk ölçü transformatorlerinin tamamlanmasından sonra, 66 kV., 34,5 kV., 15 kV. ve 6,3 kV'luk ölçü gerilim ve akım transformatorleri üzerindeki çalışmalarımız bizlere araştırma yapma imkânı sağlamıştır. Bu yüzden her proto-tip transformatorün konstrüksiyonu bir öncekinden çok farklı olmuştur bu çalışmalar sırasında ufak ve büyük teknik buluşlar birbirini kovalamış çeşitli imkânlar ortaya çıkmıştır.

Yukarda bahsedilen 10 ayrı proto-tip ölçü akım ve gerilim transformatorünün tamamlanmasından sonra, ETİBANK'ın çok âcil ihtiyacı olan

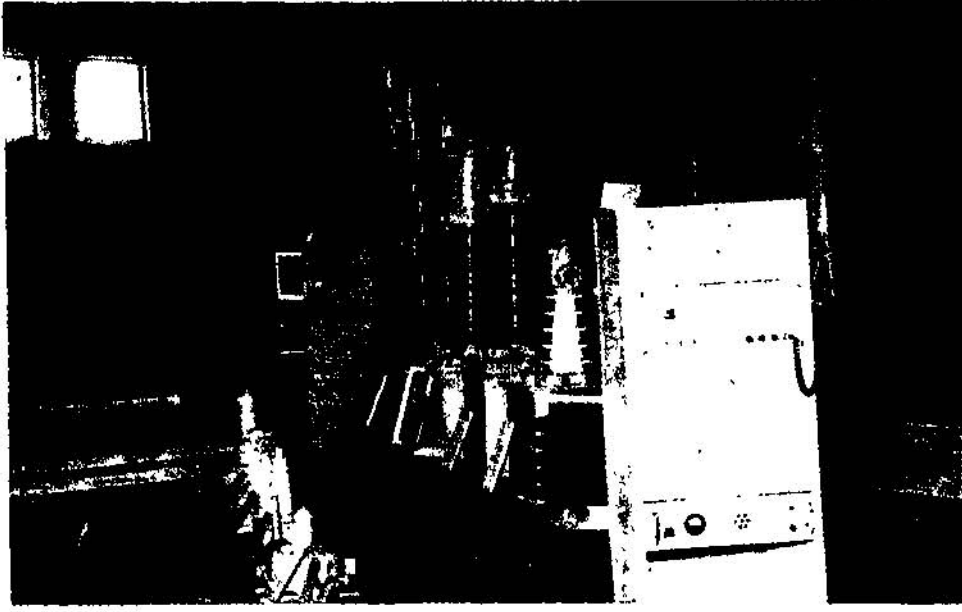
a — 2 kW ve 5 kW'lık 220 : 220 İzolasyon transformatorleri,

b — Etibank'ın yeni yapacağı şebekelerde kullanılmak üzere 75/5,100/5, 150/5, 200/5, 300/5, 400/5-5, 600/5, 1000/5-5, 3000/5-5 çevirme oranlarına sahip cem'an 531 adet akım transformatorü ve özel tip gerilim transformatorleri,

c — imâl edilmekte olan transformatorlerin çeşitli test'lerinde kullanılmak üzere 5000 Amperlik ve 200 Amperdik akım test cihazları, imâl edilmiştir.



Besim : 2 — 154 KV. Kaskat Akım Transformatorü.



Besim : 3 — Proto-tip olarak imâl edilmiş olan Ölçüt, transformatörleri.

İmâl edilen transformatörler üzerinde yapılan test'ler :

Atölyelerimizde imâl edilen her transformatörün ilk olarak sınıfı tesbit edilir, zira sınıfı arzu edilen kademeye indirmek için transformatör üzerinde, çoğunlukla düzeltmeler yapmak gerekmektedir, Sınıf tesbiti işi bizce çok kısa bir zaman içerisinde yapılmaktadır, çünkü bu gaye için hazırlanmış, faz açısı hatasını ve sargı oran hatasını direkt olarak veren cihaz kullanılmaktadır.

Sınıf tesbitinden sonra, transformatörün hayatı için çok önemli olan, izolasyon muayeneleri standartlara uygun olarak Lâboratuvarımızda yapılmaktadır, imâl edilen transformatörler üzerinde yapılması gereken impulse testleri de yakın gelecekte imkânlarımız dahiline girecektir.

İmâl etmiş olduğumuz proto-tip ölçü transformatörlerinin Lâboratuvar içerisinde testleri ikmâl edildikten sonra sistemimizin çeşitli yerlerindeki trafo istasyonlarına bağlanmıştır.

Bir buçuk yıldır her türlü kötü şartlar altında çalışan transformatörler test ekiplerinin devamlı kontrolü altında olup bu güne kadarki çalışmalarını NORMAtDİR.

İmâl edilmiş olan ölçü transformatörlerinin sınıf ve yük değerleri :

Proto-tip olarak imâl etmiş olduğumuz ölçü transformatörlerinin ASA standartlarına uygun sınıf ve sekonderine bağlanabilecek maksimum yük değerleri Tablo : 1'de gösterilmiştir.

TABLO : 1 Proto - tip transformatörlerin yük ve sınıf değerleri

No:	Cinsi	Sınıf	Yük
1	154 kV akım Tr.	% 1.0	30 VA
2	154 kV Ger. Tr.	% 1.9	100 VA
3	66 Kv akım Tr.	% 1-2	30 VA
4	66 kV Ger. Tr.	% 1.0	100 VA
5	34.5 kV akım Tr.	% 0.6	30 VA
6	34.5 kV akım Tr.	% 0.6	100 VA
7	15 kV akım Tr.	% 0.6	30 VA
8	15 kV Ger. Tr.	% 0.3	100 VA
9	6.3 kV akım Tr.	% 0.6	30 VA
10	6.3 kV Ger. Tr.	% 0.3	100 VA

Ayrıca kuru tip olarak imâl edilen 531 adet çeşitli akım transformatörlerinin sınıflan % 0.3 ile % 0.1 arasında değişmekte olup yükleri ise 15 VA dir.

İmâl edilmiş olan proto-tip ölçü transformatörleri üzerinde ekonomik inceleme :

Aşağıda ekonomik olarak incelenmiş olan ölçü transformatörlerinin senelik ihtiyaç rakkamları Etibank Şebekeler Proje ve Tesis Şubesi Müdürlüğü'nden öğrenilmiştir, imâl etmekte olduğumuz transformatörlerin sadece silisli saçları, izolasyon kâğıdı ve yağı yerli olmadığı için çok az miktarda ithâl malzemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Her transformatör için gerekli ithâl malzemesi fiyatları ile sadece ETİBANK'ın yıllık ihtiyacı olan malzeme flatları Tablo : 2'de gösterilmiştir.

TABLE : 2 Yerli İmalattaki İthâl malzeme miktarları (TL) olarak

No:	Etibank'm • senelik ihtiyacı		Birim fiyatlar			Birim tutar	Toplam , tutar
	Cinsi	Adet	Kâğıt	Saç	Yağ		
1	154 kV akım Tr.	130	112	200	180	492	73.800
2	154 kV Ger. Tr.	100	96	19.75	600	2671	400.650
3	66 Kv akım Tr.	100	80	100	120	300	30.000
4	66 kV Ger. Tr.	100	64	250	240	554	55.400
5	34.5 kV akım Tr.	165	8	62.5	48	118.5	19.552.50
6	34.5 kV Ger. Tr.	70	48	187.5	180	415.50	29.085
7	15 kV akım Tr.	220	4.8	43.75	30	78.55	17.281
8	15 kV Ger. Tr.	60	82	125	48	205	12.300
9	6.3 kV akım Tr.	55	161	75	9	100	5.500
10	6.3 kV Ger. Tr.	110	1.80	27	50	32.50	3.553
Yekûn			462.60	304B 25	1458	4967 0b	647 121 50

ölçü transformatorlerle çoğunlukla ETİBANK, İLLER BANKASI ve BELEDİYE'ler tarafından ihtiyaç duyulduğu düşünülecek olursa, yerli imalat halinde yukarıdaki teşekküllerin bu cihazlar için sarfedecekleri meblağlarda daha büyük tasarruf sağlanacağı, diğer taraftan memleket döviz harcamalarında önemli kısıntı yapılabileceği aşikârdır.

Bu hususun daha iyi anlaşılabilmesi için yalnız ETİBANK'm 1967 yatırım programındaki ihtiyaçların incelenmesi yetecektir sanırız. Bu ih-

tiyaçlar detaylı olarak Tablo : 3'de gösterilmiştir. Bu ihtiyaçların memleket dışından getirilmesi halinde :

1 — ETİBANK tarafından sarfedilecek paranın 8 461.250 TL. olacağı, Şebekeler Proje ve Tesis Şubesinden alınan fiili rakkamlara dayanılarak bulunmuştur. Halbuki aynı ihtiyacın Müessesemizce imâli halinde maliyeti yine Tablo : 3'de görüleceği üzere 4.200.500 TL. den ibaret kalacaktır. Tablo : 3'deki her tip transformatorün maliyet fiatları hesabında yalnız bircümle malze-

TABLE : 3 İTHALAT VE İMALAT FİATLARININ MUKAYESESİ  
ETİBANK'IN 1967 YILINA AÇT İHTİYACI OLAN ÖLÇÜ TRANSFORMATÖR  
LEBİNİN YERLİ İMALAT İLE İTHALAT FİATLARININ  
MUKAYESESİNİ GÖSTERİR TABLO

No:	Cinsi	Etibank senelik ithalat ADET	Birim İthalat (TL)	İthalat (TL)	İthalat (TL)	Tutar yerli imalat (TL)	Net fark İthalat İmalat (TL)	Birim yabancı malzeme yerli im. (TL)	Tutar yabancı malzeme yerli im. (TL)	
1	154 kV akım Tr.	150	13000	1.950.000	1.300.000	825.000	1.125 000	492.00	73.800	
2	154 kV Ger. Tr.	150	25000	3.750.000	2.500.000	2.400 000	1.350.000	2671.00	400.650	
3	66 Kv akım Tr	100	8000	800 000	540.000	270.000	530.000	300.00	30.000	
4	66 kV Ger. Tr.	100	15000	1.500.000	1.000 000	280.000	1.220.000	554.00	55.400	
5	34.5 kV Ger. Tr.	165	800	132.000	88 00	115.000	17.000	118 50	19.552 5	
6	34.5 kV Ger. Tr.	70	1400	98 000	66 000	98.000	—	415.50	20.005	
7	15 kV akım Tr.	220	500	110 000	74.000	110 000	—	78.55	17.281	
8	15 kV Ger. Tr.	60	600	36.000	24 000	36 000	—	205.00	12.300	
9	6.3 kV akım Tr.	110	500	55.000	36.000	38.500	16.500	32.50	3.553	
10	6.3 kV Ger. Tr.	55	500	30.250	21.000	27.000	3.250	100.00	5.500	
Yekûn (TL)					8.461.250	5.649.000	4.199 500	4.261.750	496 705	647121 51

me ve işçilik değil, takriben % 30 oranında test, araştırma ve genel masrafta nazarı itibare alınmıştır.

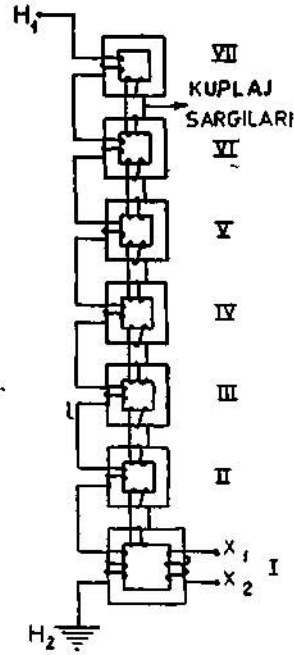
Bu suretle ETİBANK'm yalnız 1967 yılı ihtiyacı için sağlanacak tasarruf :

8.461.250 — 4 200 500 = 4.260.750 TL.  
veya % 50 4  
mertebesinde olacaktır.

2 — Keza aynı miktar malzemenin dışarıdan temini halinde lüzumlu döviz miktarı Tablo : 3'den görüleceği üzere 5.649.000 TL. olmasına karşılık yerli İmâlat halinde sadece 647.121 TL. olacaktır. Bu suretle ETİBANK'ın 1967 yılı ihtiyaçları için yapılacak döviz tasarrufu :

5.649 000 — 647.121 = 5.001.879 TL.  
veya % 88  
gibi çok önemli bir mertebede olacaktır.

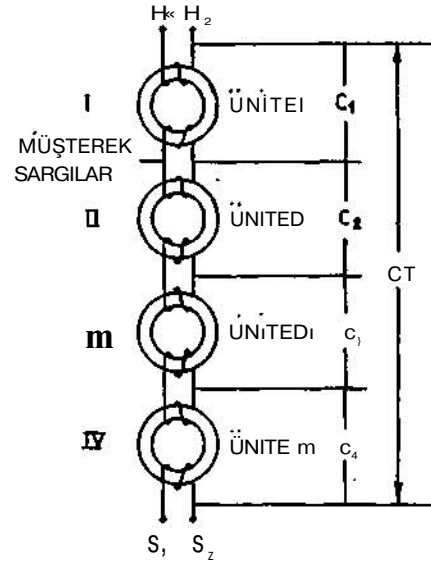
Kaldığı 1967 yılı ihtiyacına Köy elektrifikasyonu ihtiyaçları dahil edilirse ETİBANK'ın tasarrufu dahada büyük olacağı gibi ; ayrıca İller Bankası ile Belediyeler ve sair müesseselerin İhtiyacının da katılması suretiyle yıllık memleket döviz kazancı çok daha önemli miktara yükselecektir.



5EKİL/.1 IS\* KV KASKAT  
GERİLİM TRANSFORMATÖRÜ

Düşüncelerimiz :

O.D.T.Ü. ile müşterek çalışmalar sonucunda, ölçü akım-gerilim ve kuru tip hercins transformatörleri imâl etmemizin mümkün olduğu neti-



SEKİL: 2  
KASKAT AKIM TRANSFORMATÖRÜ

cesine vardık. Üç yılı bulan çalışmalarımız ve araştırmalarımız sonucu imâl ettiğimiz transformatörlerde izolasyon ve nüve konstrüksiyonları ASA, ve B S. ve VDE standartlarına her bakımdan uygundur

imâl edilen her transformatör sadece % 7.6 oranında ithâl malzemesi ihtiva etmektedir. Oysaki yapmış olduğumuz tetkik ve incelemelerden öğrendik ki talep arttığı takdirde, izolasyon kâğıdını da memleket dahilinde imâl etmek mümkün olacaktır. Bu takdirde yerli imalâtta ithâl malzeme miktarı, oran olarak % 5 e kadar düşmüş olacaktır Bu arada yabancı imalâtçıları bir miktar ithâl malzemesi kullandıklarını belirtmem yerinde olur sanırız.

İller bankasının ve belediyelerin ihtiyacı, ETİBANK'ın yıllık ihtiyacının enaz iki misli olduğu düşünülecek olursa yılda yapılacak döviz tasarrufu takriben 15 000.000 TL. sini aşmış olacaktır.

Her bakımdan gerçekleştirmeye mecbur olduğumuz bu ve buna benzer teşebbüsler olduğu düşünce ve inancındayız.

ETİBANK'ın yüzde yüz yerli emek ve % 92,4 yerli malzeme kullanılmak şartıyla memleketimizin yıllık ölçü transformatörleri ihtiyacını kendi bünyesi dahilinde kolaylıkla karşılayabileceğini mümkün görmekteyiz.