

AMORF ÇEKİRDEKLİ DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİ

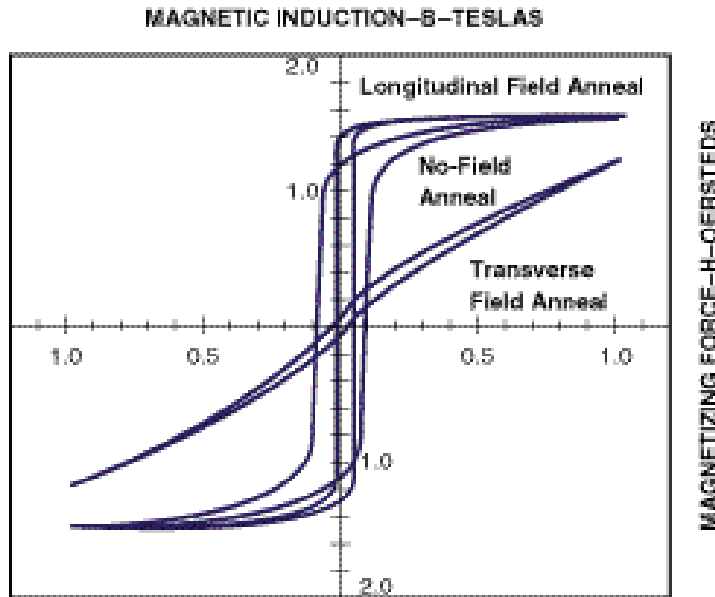
Transformatörler, yüksek verimli elektrik makinaları olmasına rağmen, sayılarının fazla olması ve gittikçe artıyor olması, küresel enerji kayıplarının önemli bir kısmını oluşturuyor.

Bir dağıtım transformatörünün verimi; yük ve kayıplarının azaltılması ile artmaktadır. Yük kaybı transformatörden çekilen yüke göre değişmesine rağmen, boştaki kayıplar yüke bağlı kalmaksızın transformatör işletmede olduğu sürece sabit kalmaktadır. Pek çok transformatör gün boyunca belirli aralıklarla gelen max. kurulu güce göre seçilmiştir. Günün önemli bir bölümünde oldukça düşük bir yükte çalışmaktadır. Bu nedenle mümkün olan en düşük boşta kayıplı transformatörünün seçimi, enerji tüketiminin azaltılması ve elektrik tüketicisi gelirinin artması anlamına gelmektedir.

Transformatör çekirdeği ferromanyetik malzemeden yapıldığı için, demir kayıpları dediğimiz boşta kayıplar meydana gelir. Bundan sonra boşta kayıp diye anılacaktır. Boşta kayıpları, alternatif akımda (Frekansa bağlı olarak) meydana gelmektedir. Alternatif akımın bir periyot içinde iki defa yön değiştirmesi, aslında iletken içinde iki defa yön değiştirmesi iletken malzeme üzerinde manyetik ve elektrik olarak iki türlü etki meydana getirir. Bunlardan birincisi olan manyetik etki, akımın ani değerinin değişmesine bağlı olarak amper-sarımının anlık değerinin ve dolayısıyla manyetik alan yoğunluğunun(B) değişmesi olarak kendini gösterir. Buna histerisiz kayıpları denir. İkincisi ise, demirin (manyetik nüvenin) elektrik akımına gösterdiği elektriksel dirençten kaynaklanır. Bu durumda malzeme bir iletken gibi davranır ve değişken akımın etkisi ile demir çekirdekte gerilim endüklenir. Bu gerilim malzemenin içinde akımların akmasına neden olur. Bu akımlara Eddy(Eddy-girdap) akımları diyoruz.

1. Histerisiz Kayıpları:

Manyetik alanın sinüs biçiminde değişmesi nedeniyle, ferromanyetik malzemeden yapılmış nüve sürekli olarak ileri-geri mıknatıslanır. Kalıcı mıknatıslığın giderilmesine harcanan güç histerisiz kayıpları olarak adlandırılır. Nüve moleküllerinin frekansa bağlı olarak yön değiştirmesi sırasında birbirleri ile sürtünmeleri sonucu ısı şeklinde ortaya çıkar.



Şekil 1

2. Eddy Akım Kayıpları:

Eddy akımları, sacların içerisinde oluşan ve dairesel olarak dolaşan akımlardır. Nüve yapısında kullanılan silisli sacların, iyi bir iletken olmasa da iletken olduğu unutulmamalıdır. Dolası ile nüvenin içerisinde değişken manyetik akı geçmeye başladığında nüvede bir gerilim endüklenir. Nüve saclarının öz direnciyle ters orantılı; endüklenen gerilimle, frekansın karesiyle akımın geçtiği kesite ise doğru orantılı olarak nüve içerisinde akımlar meydana gelir. Eddy akımlarını azaltmak için akımın aktığı yönde kesit ince olmalı ve sacların öz direnci yüksek olmalıdır. Sacların birbiri ile belli bir direnç oluşturacak şekilde yalıtılması da direnci arttırarak eddy akımlarını azaltır. Eddy kayıpları, eddy akımları sebebiyle ısı şeklinde açığa çıkarak nüvede ısınmalara sebep olurlar.

Günümüzün en son teknoloji verilerine göre, en yüksek verimle çalışan ultra düşük kayıplı olarak Amorf(amorphous) çekirdekli dağıtım transformatörleridir. Bu tip çekirdek türü kullanımı transformatörün boşa çalışma kayıplarını % 70 varan düzeyde azaltmaktadır.

Yüksek bir teknoloji ürünü olan amorf metal kızılığa varan tavlama sonrası sıvı nitrojen spreyi ile hızla sertleştirerek üretilmektedir. Yaklaşık olarak 0,0025 mm kalınlığında olan bu ince sac Fe-Si-B alaşımından oluşmaktadır. Bu malzeme yüksek manyetik geçirgenliğe, düşük coersivite ve yüksek elektrik direncine sahiptir. Yüksek elektrik direncine sahip olması ve çok ince bir malzeme olması sebebiyle eddy kayıplarını büyük oranda azaltmaktadır. Yüksek manyetik geçirgenliğe ve rastgele atom yapısına sahip olması ise histerezis kayıplarını aynı şekilde azaltır. Aşağıda

	AMORF METAL		KLASİK SİLİSLİ SAC	
	Eddy Akım Kaybı	Histerisiz Kaybı	Eddy Akım Kaybı	Histerisiz Kaybı
Lineer Yükler	33%	67%	67%	33%
Lineer Olmayan Yükler	1,3XLineer Yükler		1,8XLineer Yükler	

Tablo-1

Amorf Metal Avantajları:

- 1.Düşük coersivite, düşük histerisiz kaybı, yüksek manyetik geçirgenliği sayesinde kolayca mıknatıslanabilir.
- 2.Düşük coersivite, düşük eddy akım kaybı, yüksek manyetik geçirgenlik, yüksek elektriksel direnci sayesinde düşük manyetik kayıpları meydana gelir.
- 3.Düşük manyetik kaybı sayesinde hızlı akı dönüşümü gerçekleştirir.
- 4.Harmonikli (lineer olmayan) yükler altında en yüksek performansı gösterir.

Sonuç olarak son derece düşük kayıplı bir çekirdek yapısına sahiptir.

Elektrik enerjisinin büyük çoğunluğu fosil yakıtların kullanılması ile elde edilmektedir. Dünya nüfusu 2050 itibari ile 9 milyar sınırına yaklaşılması tahmin ediliyor. Bu demek oluyor ki daha fazla elektrik enerjisine, hem temiz hem de kolay taşınabilir enerji türü, ihtiyaç duyacağız. Fosil yakıtlarının tüketilmesi sonucu oluşan CO₂ oranı günden güne artmaktadır. Global olarak, CO₂ üretimi her yıl ortalama 30 milyar ton civarındadır. Bu rakam endüstri devriminden sonra % 140 oranında artış göstermiştir. Düşük kayıplı transformatör kullanımı, hem artan enerji maliyetleri açısından, hem de CO₂ salınımı açısından hayati öneme sahiptir.

Aşağıda; ülkemizde halen üretimi devam eden, ülkemiz şebekelerine dahil olan klasik sac kullanımı sonucu oluşan kayıp ile amorf sac kullanımı sonucu oluşan kayıp tablosu verilmiştir.

kVA	Silisli Sac EN 5064-1, A ₀ A _k P ₀ (W)	Amorf P ₀ (W)	Kayıp Farkı (%)
100	270	105	61
250	550	165	70
400	790	240	70
1000	1450	445	69
1600	2200	595	73
2500	3200	875	73

Tablo-2

Aşağıda konunun daha iyi anlaşılması açısından genel olarak en endüstrileşmiş ülkelerde 2010 yılı yılında amorf malzemesi kullanılmış olsaydı toplamda 81 TWh yıllık enerji tasarrufu sağlanmış olurdu. Daha anlaşılır olması itibariyle 6,1 trilyon USD her yıl kazanç elde edilirdi. Ayrıca yıllık CO₂ emisyon azaltılması 47 milyon ton, ki küresel ısınmaya çok olumsuz bir katkı sunuyor.

Ülke	Elektrik Tüketimi (TWh)	Transformatör Boşta Kaybı (TWh)	Potansiyel Yıllık Tasarruf (TWh)	Potansiyel Yıllık Tasarruf Bedeli (USD)	Yıllık CO ₂ Emisyon Azaltılması (ton)
USA	3901	33,2	22,2	1670	13,6
EU27	3034	25,8	19,2	1422	7,1
CHINA	3624	30,8	20,6	1545	17,9
JAPAN	964	8,2	5,5	413	2,0
RUSSIA	851	7,2	5,8	435	2,3
INDIA	669	5,7	4,6	347	3,7
BRAZIL	440	3,7	3,0	225	1,2

Tablo-3

Örnek olarak 1 adet 1000 kVA, 33 kV dağıtım transformatörünün yıllık enerji maliyeti ile CO₂ salınımı hesaplaması yapılmıştır.

	P₀ Boşta Kayıp(W)	P_k Yükte Kayıp(W)
Klasik Silisli Sac Kullanımı Sonucu:	1450	8900
Amorf Sac Kullanımı Sonucu:	445	8900

$$\eta(\text{Verim}) = \frac{n.S.\cos\phi}{n.S.\cos\phi + P_0 + n^2.P_k}$$

(Elektrik makine verimini etkileyen faktörler kayıp enerjidir. Makine kayıp enerjisi ne kadar düşük ise verim o derece yüksek olur.)

$P_0 + P_k \times n^2 / 1000 \times 365 \times 24 \times \text{Enerji Fiyatı (TL/kWh)}$

Silisli Sac: $(1450 + 8900 \times 0,5^2 / 1000) \times 365 \times 24 \times 0,251 = 8080,43 \text{ TL/yıl}$

Amorf: $(445 + 8900 \times 0,5^2 / 1000) \times 365 \times 24 \times 0,251 = 5870,69 \text{ TL/yıl}$

Yıllık Kazanım: 2209,74 TL/yıl

CO₂ Emisyon Azaltılması:

Silisli Sac: $(1450 + 8900 \times 0,5^2 / 1000) \times 365 \times 24 \times 0,444 / 1000 = 14,29 \text{ ton/yıl}$

Amorf: $(445 + 8900 \times 0,5^2 / 1000) \times 365 \times 24 \times 0,444 / 1000 = 10,39 \text{ ton/yıl}$

Yıllık CO₂ Azalımı: 3,90 ton/yıl

n : transformatörün yüklenme faktörü(%50)

Elektrik enerji sağlayıcı emisyon katsayısı: 0,444 (kg-CO₂/kWh)

Enerji fiyatı: 0,251 TL/kWh

NOT: ABB elektrik, Amorf çekirdekli trafo konusunda, Avrupanın en inovatif ürün ödülünü ENERGETAB'tan almıştır. 2013-11-04

