

Trafo Üretiminde İnovasyon

Çevreci-Yeşil Trafolar için (Fe Bazlı) Amorf Metal Nüveler

Selim YÜREKTEN, Enpay Yönetim Kurulu Başkanı

Küresel ısınmaya yol açan CO₂ emisyonunun azaltılması için çok ciddi çalışmalar yapıldığı genel olarak malumdur. Bu anlamda trafolar da boş giden kayıpların azaltılması demek, kayıp olan enerjinin üretilmesini de azaltmak suretiyle, sera gazı emisyonlarının düşürülmesine katkıda bulunmak demektir.

Giriş

Aralık 2009 sayısında magnetik malzemeler grubundaki “nanoteknolojisi”ni incelemiş, amorf malzemeleri (amorphous, advanced materials) ilerde konu edeceğimizi yazmıştık [1] ve [2], [3], [4]. Esasen amorf-metal ve nano magnetik malzemelerin metalürjik üretim prensibi birbirine çok benzer. Bunu da yazımızda detayıyla vermiştik. Bu defa ağırlıklı olarak amorf-metal bantlardan üretilen (güç) dağıtım trafo nüvelerini inceleyeceğiz. Zira bu tip trafoların nüve kayıpları, konvansiyonel trafo saçlarıyla (CRGO – Cold Rolled Grain Oriented = soğuk çekilmiş kristalleri yönlendirilmiş) üretilmiş trafo nüve kayıplarından çok daha düşüktür, takriben yüzde 20’si kadardır.



Çevre ve trafo kayıpları - hedefler

Küresel ısınmaya yol açan CO₂ emisyonunun azaltılması için çok ciddi çalışmalar yapıldığı genel olarak malumdur. Bu anlamda trafolar da boş giden kayıpların azaltılması demek, kayıp olan enerjinin üretilmesini de azaltmak suretiyle sera gazı emisyonlarının düşürülmesine katkıda bulunmak demektir.

Gerek Kyoto Protokolü ve gerekse AB uyum yasaları paralelindeki küresel “Karbon Saydamlık Projesi” (Carbon Disclosure Project – CDP) Türkiye’ye de el atarak, büyük yatırım projelerinin enerji çevre konusunda planları yoksa uluslararası bankalarca krediden yoksun bırakılmasına sebep oluyor. Hindistan’da karbon vergisi konulmuş, yakında Türkiye için de bunun gelebileceği olasıdır. Almanya, 2050 yılına kadar ihtiyacı olan elektrik enerjisinin yüzde 80’ini yenilenebilir enerji kaynaklarından üretmeyi planlamış bulunuyor (3360 TWh). Bugün bu rakam yalnızca 305 TWh’dır.

“3. Uluslararası Enerji İnovasyo-

nu Konferansı”nda [5], (SEEDT, Strategies for Development and Diffusion of Energy Efficient Distribution Transformers, intelligent energy Europe.) Avrupa Birliği’ndeki 27 ülkenin (EU-27) elektrik şebekesinde total kayıplar yüzde 8 olarak verilmiş, bu değer de yüzde 30’unun dağıtım trafolarında olduğu, bunun yüzde 70’inin nüve kayıplarından meydana geldiği rapor edilmiştir. Yükteki trafo kayıpları total kayıpların yüzde 30’unu (33,4 Terawat saat /yıl) oluşturmaktadır (AB şebekelerinde takriben 5 milyon adet dağıtım trafosu çalışmaktadır.) İletim hatlarında (YG) meydana gelen kayıplar yüzde 34, dağıtım hatlarında (OG) ise yüzde 36’dır. AB, 2020 yılı için enerji politikalarında (20-20-20) formülü ile şu hedefleri ortaya koymuştur. Buna göre 2020 yılına kadar; kayıplar yüzde 20 azaltılacak – CO₂ emisyonu yüzde 20 azaltılacak – yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yüzde 20 çoğaltılacak.

AB (European Research: Initiatives from SEEDT Project / Intelligent Energy Europe), Fransa, Almanya, İtalya, İspanya, Polonya, Yunanistan’daki ilgili partnerler ile bu konuda 2008’den itibaren sıkı bir çalışma başlatmış ve şu hedefleri koymuştur:

* Müsaade edilen maksimum kayıpların Avrupa Standartları olarak tespiti- Gönüllüye karşı zorunlu

* Yüksek verimli dağıtım trafoları için kurallar ve teşviklerin tespiti

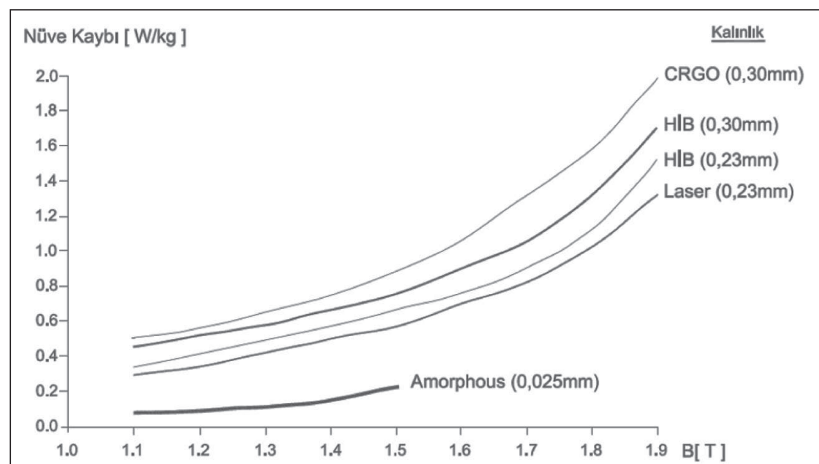
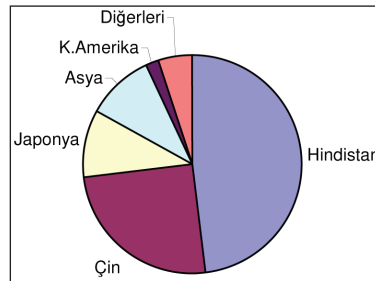
* Dağıtım trafolarının sınıflandırılmasında enerji verimliliği ilkelere konulması

AB, 2020 yılı için enerji politikalarında (20-20-20) formülü ile şu hedefleri ortaya koymuştur. Buna göre 2020 yılına kadar; kayıplar yüzde 20 azaltılacak – CO₂ emisyonu yüzde 20 azaltılacak – yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yüzde 20 çoğaltılacak.

* EU-27 de Potansiyel Tasarrufun hesaplanması (TWh, CO₂, eşdeğer,...)

Global trend

2006 yılı itibariyle dünyada amorf metal nüveli dağıtım trafo kullanımı



Muhtelif trafo saçlarıyla üretilen nüvelerde endüksiyona bağlı olarak kayıplar

Asya ve Pasifik ülkeleri olan Hindistan, Çin, Japonya, Kore, Tayvan, Filipinler, Vietnam, Nepal ve Bangladeş, yüksek verimli bu tip dağıtım trafolarının kullanılmasına öncelik veriyor.

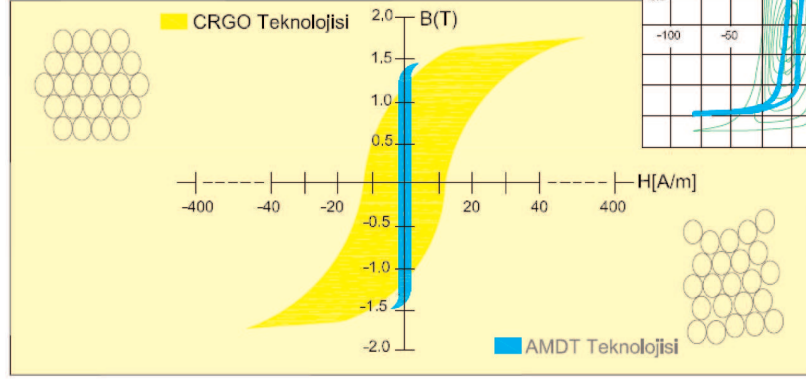
Hindistan’da bu yıllarda geçerli olan 11. plana göre güç üretimi artışı takriben 78 600 MW. Yıllık şebekeye girecek dağıtım trafoları gücü 54 000 MVA, (takriben 850 000 adet, ortalama birim güç 63 kVA). Bu trafoların tamamının amorf metal nüveli olması halinde tasarruf edilecek üretim gücü 175 MW’lık bir santrale tekabül ediyor. Kıt kaynakları olan Hindistan uzunca yıllardan bu yana büyük miktarda amorf metal nüveli dağıtım trafoları kullanıyor.

Magnetik Performans

Amorf metal histerezis eğrileri aşağıda görülüyor. Üstün vasıflarını şöyle sıralayabiliriz;

* Kolay mıknatıslanma (alçak koersif, yüksek permeabilite)

* Düşük magnetik kayıplar (alçak koersif, yüksek permeabilite, yüksek resistivite)



İspanyol Endesa firmasının ürettiği 400 kVA'lık bir trafoda yaptığı ölçme değerleri mukayeseli olarak : [6]

Lineer yüklenen trafodan ölçülen değerler:

Toplam nüve kayıpları(w):
Amorf metal nüveli trafoda 198,
CRGO nüveli trafoda 608'dir.

Eğer aynı trafo non lineer yüklenerek olursa, gerilim ve akım harmonikleri o kaybın yükselmesine sebep olur. Ancak amorf metal nüveli trafoda takriben 260 W'a yükselen kayıp, CRGO nüveli trafoda 1113 W'a çıkıyor. Diğer yandan İsveçli trafo üreticisinin Hexatransformer'lerde kullandığı eksiz nüve çeşidinde ulaştığı boşta kayıplar şu rekor minimum değerlere kadar düşüyor:

100 kVA/15 kV. 50 Hz. yağlı tip boştaki kayıp yalnızca 34W

1000 kVA/ 15 kV. 50 Hz. kuru tip boştaki kayıp yalnızca 318 W (Halbuki bu trafo nüvesinin M4 saçındaki boşta kaybı 2334 W).

Bugüne kadar üretilen amorf metal bantların doyma endüksiyonu takriben 1,58 Tesla'dır. Ancak üretimdeki teknik gelişmelerle bu değer son zamanda 1,64'e çıkmıştır. CRGO saçlarda doyma 2 Tesla'dır. Bu sebepten sargı bakırı, amorf metal nüveli trafolarda biraz daha fazla, trafo boyutları büyüktür. Magnetik gürültü (magnetostriction) amorf metal nüvelerde 1,4 T.'da takriben 53 dB. Elektrik idareleri son yıllarda teknik şartnamelerinde trafo endüksiyon değerlerini oldukça aşağı çekmişlerdir. Bu nazara alınınca trafo boyut farkları küçülüyor.

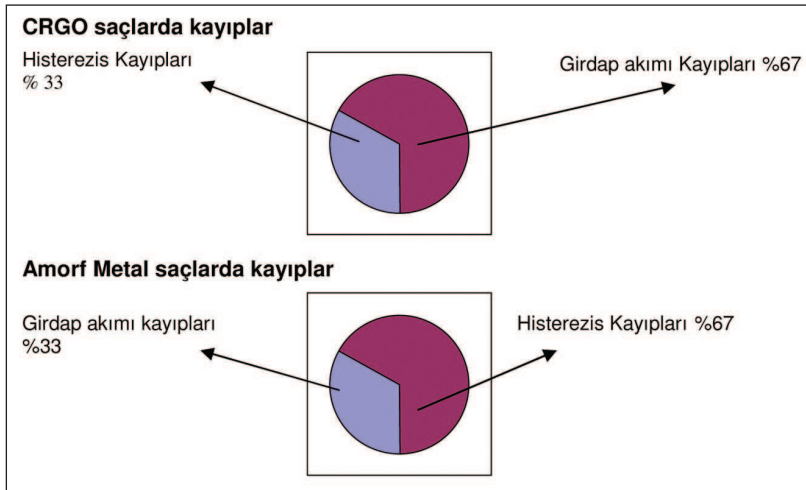
	Birim	Amorf metal Malzeme	CRGO malzeme
Özgül ağırlık	gr/cm ³	7,15	7,65
Özgül direnç		130	45,00
Doyma endüksiyonu	Tesla	1,59 – 1,64	2,03
Tipik nüve kaybı (50Hz,1,4T) watt/kg		0,20	0,90
Kalınlık	mm	0,022–0,030	0,27
Doldurma faktörü		0,86	0,97
Tedarik şekli		band/rulo halinde	Rulo
Tavlama sıcaklığı	°C	360	810
Tavlama atmosferi		inert gas	inert gas
Tavlama özelliği		magnetik alanda	-

Amorf metal malzeme ile CRGO malzeme karşılaştırma tablosu

* Hızlı flux reversal (düşük magnetik kayıp sonucu)

Nüve kayıplarının iki bileşeni olup, biri histerezis kayıpları, di-

ğeri girdap akımı kayıplarıdır (Eddy current losses) . Aşağıdaki trafo saçlarında (CRGO) ve amorf saçlarda bu kayıpların oranı görülüyor. [6]



Özetle ana hedef; gürültü daha da azaltılacak, boyutlar küçültülecek (nüve dolgu faktörü büyüülecek $> \% 84-86$), doyma endüksiyonu B_s yükseltilecek, ekonomik sonuç olarak maliyetler düşürülecek, amorf metal-CRGO arasındaki rekabet artacaktır.

Uygulama

Amorf metallere ait teorik bilgiler yıllardır yazılıyor. Ancak uygulamaya dönük ve amorf metallere üretilen ürünlere ait bilgiler hala yeteri kadar yaygın değil. Çünkü fiyatları bugüne kadar oldukça yüksek seyretmiş, ilgi dışı kalmıştı. Ancak son yıllarda üretimi monopol olmaktan çıktıkça ilgi de artmıştır.

Enpay, 15 yıldan bu yana, elektronikte kullanılan küçük amorf metal nüveleri (C- ve toroidal tipler) ürete gelmiştir.

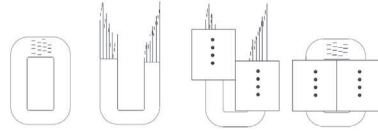


Toroidal tip

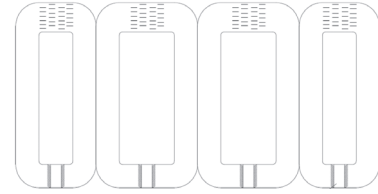


C-nüve

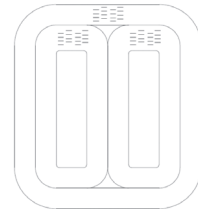
Pek yakında dağıtım trafoları nüvelerini de (distributed gap cores) üretecek, CO_2 emisyonunu azaltan global trafo üretim sanayisine bu hizmeti sunacaktır. Global ölçekte olduğu gibi, Türkiye için de büyük bir gelişme, yeni bir trafo teknolojisine geçiştir. Özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi üretim alanlarında yaygın kullanımı olacaktır.



Amorf metal nüveli 1 fazlı trafolarında nüve üst boyunduruğunun açılarak bobinlerin girişi ve tekrar boyunduruğunun kapanışı.



3 fazlı 5 bacaklı trafo nüve grubu



3 fazlı 3 bacaklı trafo nüve grubu

15 kV ve muhtelif güçlü, yağlı tipte amorf metal nüveli dağıtım



trafolarının takribi boşta kayıpları aşağıdaki tabloda görülüyor (dünyada bugüne kadar üretilen en büyük güç 3MVA civarındadır).

Kaynakça

- [1] Selim Yüreken, Magnetik Malzemeler Grubunda Nano Teknolojisi, 3E Electrotech Aralık 2009.
- [2] Selim Yüreken, Magnetik Malzemelerin Çeşitleri ve Kullanım Alanları, 3E Electrotech Ekim 2007.
- [3] Selim Yüreken, Türkiye'de Magnetik Teknolojileri Üzerine Düşünceler, 3E Electrotech Mayıs 2007.
- [4] Prof.Dr.Kemal Sarıoğlu, Soft Magnetik Malzemelerin Özellikleri ve Elektromagnetik Devreler, ENPAY.
- [5] III. International Conference on Energy Innovation, SEEDT 2008.
- [6] Joan Frau, Energy Efficiency and Security, Endesa distribution, Project Effittrafo, 2008.

Gerilim 15 / 0,4 kV. 50 Hz . 3 faz

Güç kVA	Boştaki Kayıp,W	Güç kVA	Boştaki Kayıp, W
50	43	630	320
100	75	800	380
160	100	1000	450
200	120	1250	530
250	140	1600	630
315	170	2000	750
400	200	2500	900
500	240		