

34.5 / 0.6 KV' luk Bir Orta Gerilim Transformatör Merkezindeki Elektromanyetik Alan Değerlerinin İncelenmesi

Investigation of Electromagnetic Field Values In A 36/0.6 Medium Voltage Transformer Substation

İlhan Koşalay¹, İlhami Çolak²

¹TRT Genel Müdürlüğü, Stüdyolar Dairesi Başkanlığı, Enerji Müdürlüğü
ilhan.kosalay@trt.net.tr

²Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,
Elektrik Eğitimi Bölümü
icolak@gazi.edu.tr

Özet

Güç santralleri, transformatör merkezleri, iletim hatları ve benzeri elektrik güç sistemi donanımları normal işletim koşullarında çalışırken çevrelerinde güç frekanslı elektromanyetik alanlar oluşturmaktadır. Elektrik tesislerinden kaynaklanan elektromanyetik alanların civardaki canlılar üzerindeki olası olumsuz etkileri konusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Bu çalışmada örnek bir dağıtım transformatör merkezinde yapılan ölçümler ortaya konmuş ve sonuçlar hakkında irdelemeler yapılmıştır.

Abstract

Power plants, transformer substations, transmission lines and similar power system equipments produce power frequency electromagnetic fields in near area when they are working in normal operating condition. Studies about possible negative effects of electromagnetic fields due to electrical installations on living creature have just gone on. In this study, measurements that are carried out in a sample distribution substation are studied and results concerning measurements are investigated.

1. Giriş

Bu çalışmada örnek bir 1000 kVA 34.5/0.6 kV'lık dağıtım transformatör merkezi içinde ve yakın çevresinde yapılan elektrik ve manyetik alanlara ait ölçümlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Ölçüm değerleri alınırken o işletme anına ait akım, güç ve gerilim değerlerinin yaklaşık olarak sabit kalmasına dikkat edilmiştir. Transformatör merkezi dahilinde ve çevresinde 20 adet ölçüm noktası tespit edilmiştir. Daha sonra her bir noktada, yerden farklı yükseklikler için (aynı düzlemde kalmak koşulu ile) elektrik ve manyetik alanın

toplam etkin değeri ölçülmüştür. Ölçümlerde kullanılan cihaz Holaday Inc. Firmasına ait HI 3604 Elektromanyetik alan şiddeti ölçeridir. Cihazın elektrik alan duyarlılığı 1 V/m – 200 kV/m, manyetik alan duyarlılığı 0,2 mG – 20 G aralığını kapsamaktadır.

2. Ölçüm Sonuçlarına Ait Değerlendirmeler

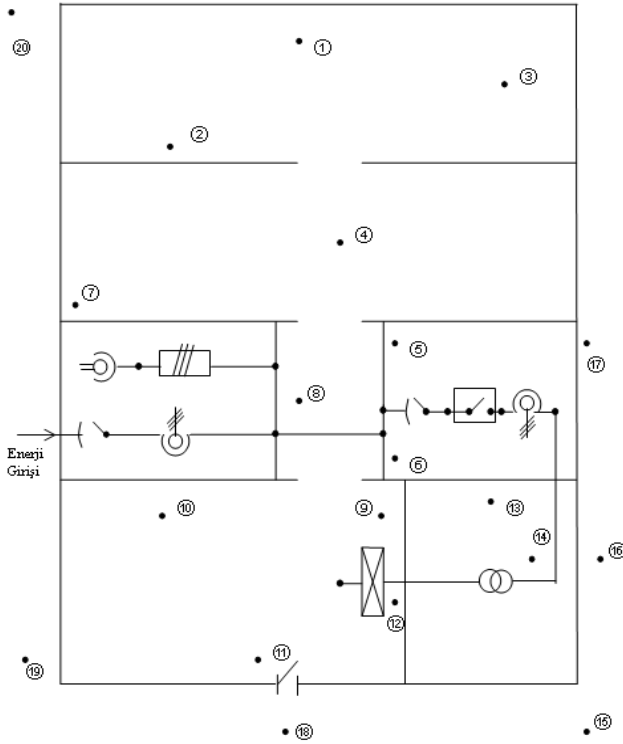
Çalışma içinde yapılan değerlendirmeler, ilgili transformatör merkezinin A.G. panosundan 230 amper akım, 120 KVA güç çekilmesi haline bağlı işletme koşulu içindir. Şekil 1'de ölçüm noktalarının transformatör merkezi yerleşim planındaki konumları gösterilmiştir.

Değerlendirmeler genel ve lokal şeklinde sınıflandırılmıştır. Genel olarak manyetik alan dağılımlarına (Tablo 1) bakıldığında, öncelikle aynı (x_i , y_i) koordinatının farklı yükseklikleri için ki bu çalışmadaki ölçümlerde bunlar 1m. ve 1.75 m. yüksekliği olarak ele alınmıştır, ölçme koordinatları arasında belirgin farklar ortaya çıkmaktadır.

Sırasıyla 1 no'lu, 2 no'lu, 3 no'lu, 6 no'lu, 7 no'lu, 8 no'lu, 10 no'lu, 17 no'lu, 19 no'lu, 20 no'lu ölçüm noktalarında 1 m' de yapılan manyetik alan ölçümleri 1.75 m' de yapılan ölçümlerden daha yüksek çıkmıştır. Yine sırasıyla 4 no'lu 5 no'lu, 9 no'lu, 11 no'lu, 12 no'lu, 13 no'lu, 14 no'lu, 15 no'lu, 16 no'lu, 17 no'lu, 18 no'lu ölçüm noktalarında 1 m' de yapılan manyetik alan ölçüm değerleri, 1.75 m' de yapılan ölçümlerden daha düşük çıkmıştır. Bunun temel nedeninin, akım taşıyan baraların transformatör merkezi tavanına yakın yükseklikten geçmesi olduğu düşünülmektedir.

9 ve 12 no'lu ölçüm yerinde manyetik alan değeri ölçülen en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Gerçekten de, 12 no'lu koordinat değeri güç transformatörü A.G. çıkışı baraları etrafında ölçülen manyetik alan değeri olduğundan, böyle çıkmasının normal olduğu söylenebilir. Yine 9 no'lu ölçüm noktasında yapılan ölçümün de yüksek çıkmasının nedeni hem

A.G. barasına yakınlığı, hem de kesicinin yan tarafına gelmiş olmasıdır.



Şekil 1. Ölçüm noktalarının transformatör merkezi yerleşim planındaki konumları

Tablo 1. Ölçülen manyetik alan değerleri

Ölçüm noktaları	H (Alm)		Koordinatlar
	$\cong 1.75$ m	$\cong 1$ m	
1	0.270	1.2	(3.9, 9.8)
2	1.6	1.96	(2.7, 8.6)
3	0.3	0.34	(7.3, 9.6)
4	0.85	0.56	(5, 7.6)
5	1.6	1.2	(6.2, 6.1)
6	3.2	4	(6.2, 5.1)
7	0.45	2.5	(1.6, 6.7)
8	2.3	3.2	(3.9, 5.6)
9	52	13.8	(5.7, 3.05)
10	1.4	1.6	(2.8, 4.2)
11	2.1	1.55	(3.8, 1.5)
12	57	43	(6.7, 2.8)
13	8.6	6.8	(7.5, 4)
14	6.1	4	(7.9, 3)
15	0.66	0.45	(10.6, 0)
16	0.45	0.39	(10.6, 3)
17	0.31	0.25	(10.6, 3)
18	1.59	11.19	(5.3, 0)
19	1.27	1.72	(0, 3)
20	1.30	1.93	(0, 10.7)

13 ve 14 no'lu ölçüm noktalarında da manyetik alan değerleri göreceli olarak yüksek çıkmıştır. Yine bu konumların, sırasıyla güç transformatörünün yanı ve Y.G. tarafına düşen kısım olduğu görülmektedir.

Bara ve sistem elemanlarından göreceli olarak uzakta bulunan 1, 2, 3, 4 ve 5 no'lu türü ölçüm noktalarında, ölçüm sonuçlarından da anlaşılacağı üzere manyetik alan değerleri düşük seviyelerde ölçülmüştür.

10 no'lu ölçüm noktası da lokal bir önem arz etmektedir. Konumsal olarak bu ölçüm noktası kompanzasyon panosunun önüne karşılık gelmektedir. Burada da, ölçüm değerinin düşük çıkması pano'nun ekranlama etkisi yaptığı şeklinde yorumlanmıştır.

5 ve 6 no'lu ölçüm noktalarındaki sonuçlar da ilginçtir. Bu noktalardan 5 no'lu olan kesicinin soluna, 6 no'lu olan kesicinin sağına denk düşmüştür. Ancak 6 no'lu ölçüm noktasının güç transformatörü ve A.G. barasına yakınlığı o noktadaki ölçüm değerinin 5 no'lunun 2 katı olmasını sağlamıştır.

16, 17 no'lu gibi transformatör merkezinin dışında yapılan alan ölçüm noktalarında da ölçüm sonuçlarının merkez içine kıyasla düşük değerler çıktığı görülmüştür. Bununla beraber bu ölçüm değerleri tek bir işletim koşullarında ölçülmüş olan değerlere ilişkindir. Transformatör merkezleri için geliştirilmiş çeşitli yazılımlar yardımıyla farklı işletim koşulları içinde elektromanyetik alan değerleri tahmin edilebilmektedir. Buna bağlı olarak ilgili şartlar içinde yeniden yorum yapma gereği ortaya çıkmaktadır.

Transformatör merkezinde yapılan elektrik alan ölçüm sonuçlarını da (Tablo 2) genel ve lokal özellikler şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Sırasıyla 5 ve 8 no'lu ölçüm noktalarında 1 m yükseklikte yapılan elektrik alan ölçümleri, 1.75 m'de yapılan ölçümlerden daha yüksek çıkmıştır. Diğer ölçüm noktalarında ölçülen elektrik alan değerlerinin tümünde 1.75 m'de yapılan ölçüm değerleri, 1 m' deki ölçüm değerlerinden yüksek çıkmıştır. 13 ve 14 no'lu gibi güç transformatörü Y.G. barası ve çevresinde yapılan elektrik

Tablo 2. Ölçülen elektrik alan değerleri

Ölçüm noktaları	E (V/m)		Koordinatlar
	$Z \cong 1.75$ m	$Z \cong 1$ m	
1	2	1.4	(3.9, 9.8)
2	2.6	1.59	(2.7, 8.6)
3	1.8	1.4	(7.3, 9.6)
4	105	55	(5, 7.6)
5	$2.5 \cdot 10^3$ 2500	$3.5 \cdot 10^3$ 3500	(6.2, 6.1)
6	$3.5 \cdot 10^3$ 3500	$3 \cdot 10 \cdot 10^3$ 3000	(6.2, 5.1)
7	$0.35 \cdot 10^3$ 350	$0.2 \cdot 10^3$ 200	(1.6, 6.7)
8	$0.25 \cdot 10^3$ 250	$100 \cdot 10^3$	(3.9, 5.6)
9	49	13.5	(5.7, 3.05)
10	3.7	1.3	(2.8, 4.2)
11	18	1.6	(3.8, 1.5)
12	$0.4 \cdot 10^3$ 400	8.3	(6.7, 2.8)

Ölçüm noktaları	E (V/m)		Koordinatlar
	Z \approx 1.75 m	Z \approx 1 m	
13	6.3.10 ³ 6300	0.3.10 ³ 300	(7.5, 4)
14	3.5.10 ³ 3500	89	(7.9, 3)
15	8.2	3.2	(10.6, 0)
16	6.85	3.4	(10.6, 3)
17	5.6	3.48	(10.6, 3)
18	5.2	2.18	(5.3, 0)
19	39.3	22.8	(0, 3)
20	93.4	8.2	(0, 10.7)

alan ölçümlerinin de, teori ile uyuşarak en yüksek değerlerini aldığı anlaşılmıştır. 5, 6 ve 8 no'lu ölçüm noktaları da Y.G. bara sisteminin civarındaki ölçüm noktaları olduğundan, yine buralarda elektrik alan değeri yüksek olarak ölçülmüştür. Transformator merkezinde bulunan hücre duvarlarının, elektrik alan üzerinde oldukça etkisi olduğu ölçüm sonuçlarından anlaşılmaktadır. 13 no'lu ölçüm noktası ile 6 no'lu ölçüm noktasında ölçülmüş elektrik alan değerleri kıyaslandığında, bu açıkça görülmüştür. Hücre duvarının diğer yanında kalan 6 no'lu ölçüm noktasında, elektrik alan değerinin oldukça azaldığı görülmektedir. Yine tek duvarı aşarak transformator merkezinin etrafında ölçülen elektrik alan değerlerinin, kaynaklardan itibaren arasında birkaç duvar giren 1, 2, 3 no'lu ölçüm noktalarındaki elektrik alan değerlerinden fazla olduğu ölçüm sonuçlarından anlaşılmaktadır.

3. Ölçüm Değerlerinin Standartlarla Kıyaslanması

İyonize olmayan elektromanyetik alanların sağlık açısından etkilerini dikkate alarak, bu konuda sınırlama ve standart üreten en yetkili ve tanınmış kuruluş ICNIRP' dir. ICNIRP (International Committee on Non-Ionising Radiation Protection,) türetilmiş limitleri (Temel limitlerin zor ölçülebilir ya da elde edilebilir olması nedeniyle bu limitler ortaya konmuştur.) işyeri ve genel halk şeklinde ikiye ayrılmaktadır [1]. ICNIRP, işyerleri için 25 – 820 Hz aralığında elektrik alan sınır değerini 500/f (kV/m), manyetik alan sınır değerini ise 20/f (A/m) şeklinde vermektedir. Genel halk için bu sınır değerler yine aynı frekans aralığında elektrik alan için 250/f (kV/m), manyetik alan için 4/f (A/m) şeklinde tanımlanmıştır [2– 4].

Türk Standartları Enstitüsü'nün 1 Nisan 1996 yılında yayınladığı "İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması-Düşük Frekanslar (0-10 kHz)" isimli standartta 50 Hz'lik şebeke frekansı için (Ölçtüğümüz değerler 50 Hz'lik alana aittir.), elektrik alan sınır referans değeri İşçiler için 30 kV/m, Genel halk için 10 kV/m olarak belirlenmiştir. Aynı standartta referans manyetik alan değerleri ise; İşçiler için 1.6 mT, Genel halk için 0.64 mT olarak belirlenmiştir [5]. Bu bilgiler ışığında ölçümü yapılan transformator merkezindeki elektrik ve manyetik alan değerlerinin ICNIRP ve TSE standartlarında belirtilen sınırları aşmadığı anlaşılmaktadır. Ancak tarafımızdan yapılan ölçümlerin tek bir işletim anı için yapıldığı göz önüne alınırsa (Tam yük'te 2000 A değerlerine ulaşılabilir), bu değeri aşan yük koşullarında elektromanyetik alan değerlerinin de sınır değerleri aşacağı söylenebilir. Bazı

durumlarda transformator merkezleri binaların zemin ya da zemin altı katlarında bazen de, konutların hemen yanında bulunabilmektedir. Özellikle bu hallerde yaşanan mahallerde oluşan elektromanyetik alan değerleri daha da dikkat edilmesi gereken değerler alırlar. Bununla beraber ölçüm değerlendirmesi sonrası gerekli tedbirler de (ekranlama, uyarma vb) alınmalıdır.

4. Sonuçlar

Elektrik tesislerinde bulunan kesici, transformator ve benzeri elemanlar doğal bir elektromanyetik kirlilik kaynağıdır. Söz konusu bu elektromanyetik alanlar, yakın mekânlarda yaşayan insanlar için Biyo elektromanyetik (BEM) ile ilgili sorun kaynaklarını teşkil ederler. BEM ile ilgili incelemeler daha çok tıp konusunda çalışan bilim adamlarınca yapılmaktadır. Ancak ortaya çıkabilecek alanların ölçümü, hesabı ve seviyelerinin değerlendirilmesi teknik konuda çalışan elektrik-elektronik uzmanlarınca yapıldığından bu tesislerde yapılan ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi de oldukça fazla önem arz etmektedir.

Bu çalışmada yapılan yorumlar transformator merkezinin örnek bir işletim koşulu içindir. Farklı işletme koşullarında bu değerlerinin farklı şekiller alabileceği ve yeni yorumların söylenmesi gereği açıktır.

Ülkemizde iletim hattı ya da transformator merkezleri gibi güç tesisleri için şahısların ya da kurumların özel istekleri dışında herhangi bir ölçüm yapılmamaktadır. İletim hattına ya da transformator merkezine yaklaşım mesafeleri ile ilgili yönetmelikler elektromanyetik alanları temel alarak düzenlenmemiştir. Bunda elektromanyetik alanların kısa süreli etkilerinin net olarak ortaya konulamamış olmasının payı büyüktür. Bununla birlikte yeni yapılması planlanan tesisler için elektromanyetik alan sınır değerlerini de kapsayan çağdaş düzenlemeler yapılmalıdır.

5. Kaynaklar

- [1] ICNIPR Guidelines, "Guidelines for limiting exposure time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields", **Health physics**, 74(4) : 494-521 (1998)
- [2] Şeker, S., Çerezci, O., "Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri, Güvenlik Standartları ve Korunma Yöntemleri", **Boğaziçi Üni. Yayınları**, İstanbul, (1991)
- [3] Sevgi, L., "Elektromanyetik Uyumluluk ve kirlilik", **EMO Yayını**, İstanbul, (2000)
- [4] Şeker, S., Çerezci, O., "Çevremizdeki Radyasyon ve Korunma Yöntemleri", **Boğaziçi Üni. Yayın**, (1997)
- [5] Türk Standartları Enstitüsü, 1 Nisan 1996, "İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması-Düşük Frekanslar (0-10 kHz)"