

# 27 MHz SENSÖR TASARIMI VE BU SENSÖRLE ELDE EDİLEN ÖLÇÜMLERİN SAĞLIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özlem COŞKUN<sup>1</sup>

Selçuk ÇÖMLEKÇİ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü  
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi

Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260, Çünür, Isparta

<sup>1</sup>e-posta:oulukut@mmf.sdu.edu.tr <sup>2</sup>e-posta: scom@mmf.sdu.edu.tr

Anahtar sözcükler: 27MHz sensör tasarımı, RF, dozimetri

## ABSTRACT

*Depending on the technological development; electromagnetic energy has been used widely. Such kind of energy, using for human being has got not only useful effect but also dangerous. EM energy in radio frequency range; has been used in telecommunication, medicine, industry, military equipments, and scientific research. In this way, all sources must be defined and evaluated with accepting risky in terms of health. In this paper we can establish 27 MHz sensor design in order to measure electric field, magnetic field and power density. EM field sensors are defined as electrically small, passive devices used for measuring electric and magnetic fields with minimum perturbation of the field being measured.*

## 1. GİRİŞ

Elli yıl öncesine kadar elektrik ve manyetik alanların; atmosferde oluşan doğal seviyesi, hayli düşük değerde idi. Endüstrileşme ile birlikte; elektromanyetik (EM) enerjisinin kullanımının yaygınlaşması, EM alanlarının her frekansında insan, hayvan ve bitkileri etkileyen çevresel bir artış meydana gelmiştir [3]. EM enerji üreten cihazlara, mikrodalga el telsiz ve telefonları, alarm cihazları, otomatik kapılar, TV ve radyo vericileri, enerji iletim hatları, kablosuz iletişim araç-gereçleri örnek olarak verilebilir. Ayrıca endüstriyel işlemlerde; ısıtma amacıyla kullanılan, daha düşük frekanslı RF ısıtıcılar da sayılabilir [1,6,4].

Özellikle radyo frekansları ile ısıtma veya kaynatma yapılan sanayi dallarında; bu sistemleri çalıştıran personelin ya da tıbbi diyatermi ünitesinin çalışması sırasında, bu cihazın yakınında bulunan bireylerin RF alanlarına aşırı miktarda maruz kalmaları olasılığı bulunmaktadır. RF ve alanları insan vücudunda en önemli etkiyi; vücudun dış yüzeylerinde olmaları nedeniyle, göz ve üreme organları üzerinde yapmaktadırlar [5].

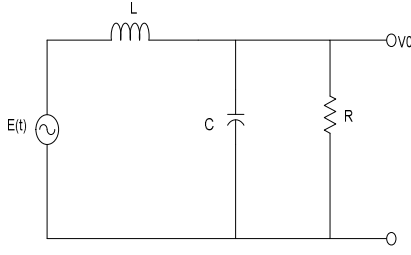
(Bini vd.,1986) İtalya 'da çeşitli plastik yapıdırma işyerlerinde; pek çoğunun 27.12 MHz, çok az kısmının da 13.56 MHz olduğu bir odada, 67 adet sıcaklık kontrolü hakkında ölçüm yapmışlardır. Araştırmacılar muhtemel sağlık etkilerini araştırmak için, 63 bayan işçiyle görüşmüşlerdir. Pek çok bölümde elektriksel alan, İtalya'da belirtilen limitleri aşmış durumdadır. Yetkililer bu kaçak yapan alanların, büyük oranda hemen bu bölümlerin içinde hapsedildiğini belirtmişlerdir. Testler sonucunda, laboratuvar şartları genel sağlıklarında bir tehlike oluşturmamaktadır ama 30 kişide göz yanması ve bacakların üst kısmında ağrılar tespit edilmiştir [2].

(Reite vd., 1994) enerji emisyon cihazı ile 42.7 Hz AM modüle edilmiş 27.12 MHz RF enerji kullanmışlardır. 3 saniye on, 1 saniye off olarak 15 dakika maruziyetten sonra geniz mukozasında ölçülen SAR 10 W/kg'dır. Bu maruziyet, önemli uyku bozukluklarına sebep olmuştur. Bu etki büyük olasılıkla, hipotalamusun ön tarafının ısınmasından olduğu düşünülmektedir. Çünkü verici ünite; bu bölgeyi maruziyet altına aldığında, etkilenme artmaktadır [6].

## 2. 27 MHz SENSÖR TASARIMI

Bu çalışmada; 27 MHz hastane kaynaklarının ve endüstriyel kullanımının ölçümü için sensör olarak, çerçeve anten önce tasarlanıp sonra imal edilmiştir. Çerçeve antenin frekans cevabını; istenen frekans aralığında sabit duruma getirmek için, düşük değerli bir direnç yük olarak kullanılmıştır.

Çerçeve antenin eşdeğer devresi;



Şekil 1 Çerçeve antenin eşdeğer devresi

Bu devre  $E(t)$  indüklenen gerilim,  $L$  çerçeve endüktansı,  $C$  çerçeve kapasitesi,  $R$  yük direnci,  $V_o(t)$  yük direnci üzerindeki gerilim belirtir. Devrenin s-domeninde analizi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

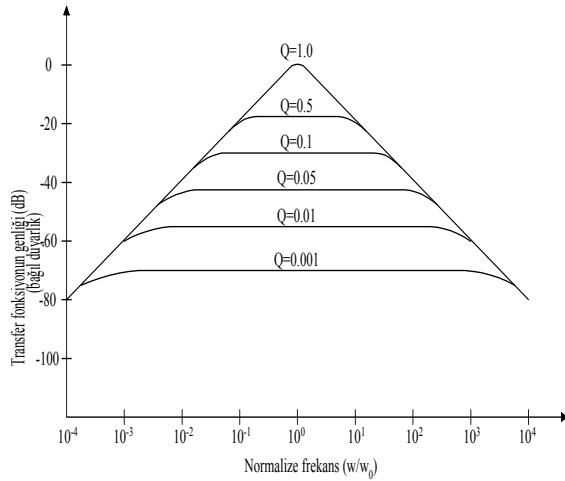
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-j\frac{1}{\partial}}{\frac{1}{Q} + j\left(\partial - \frac{1}{\partial}\right)} \quad (1)$$

$$Q = \frac{R}{V_o}, \quad X_o = \omega_o L = \frac{1}{\omega_o C} \quad (2)$$

$$\partial = \frac{\omega}{\omega_o} \text{ bundan dolayı } \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (3)$$

$\omega_o$  açısal hız bileşenidir.

Hesaplanan  $Q$  değerinin 1 den küçük olması gerekmektedir. Bu Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2  $Q$  değerinin değişim grafiği

açısal bileşen olan  $\omega_o$  'nın ifadesi;

$$\omega_o = \sqrt{\omega_h \omega_l} \quad (4)$$

Standart bir çerçeve anten için genel ifade (5) nolu eşitlikte verildiği gibidir.

$$L_{kare} = N^2 \times 0.162 \times l \times (2.3 \times \log\left(\frac{4l}{d}\right) - 2.85) (\mu H) \quad (5)$$

Burada  $L$  tasarımı yapılan probun endüktansı,  $l$  karenin bir kenarının uzunluğu,  $d$  prob sarımında kullanılan tel kalınlığı ve  $N$  sarım sayısıdır. Bu probun tasarımında  $N=1$ ;  $l=3$  cm;  $d=0.5$  cm değerleri kullanılmıştır. Bu değerler sonucunda  $L=0.0217$   $\mu H$  olarak hesaplanır. Yük direnci; antenin frekans cevabını, istenilen frekans aralığında sabit duruma getirmek için kullanılmıştır.

Buradan anten devresel analizine dayanarak gerekli olan empedans değeri;

$$R = \omega_o L \quad (6)$$

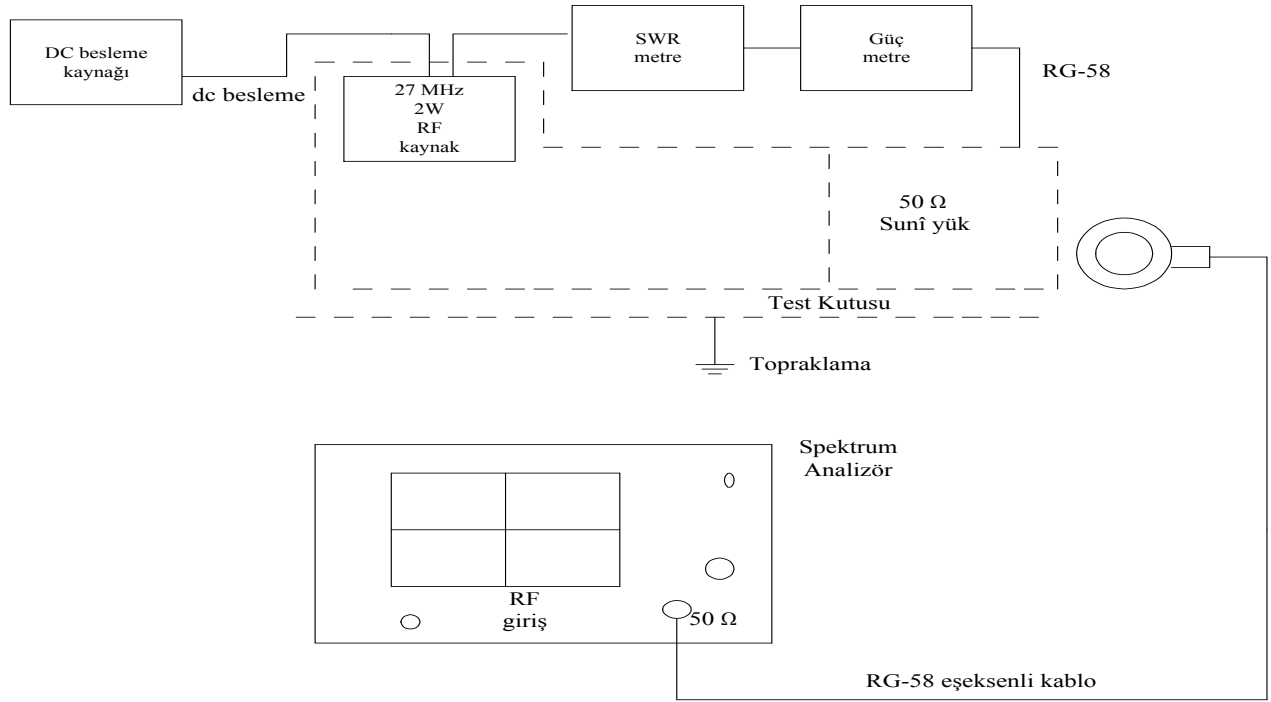
$$R = 2\pi \cdot 27 \times 10^6 \cdot 0.0217 \times 10^{-6}$$

$$R \cong 3.679 \Omega$$

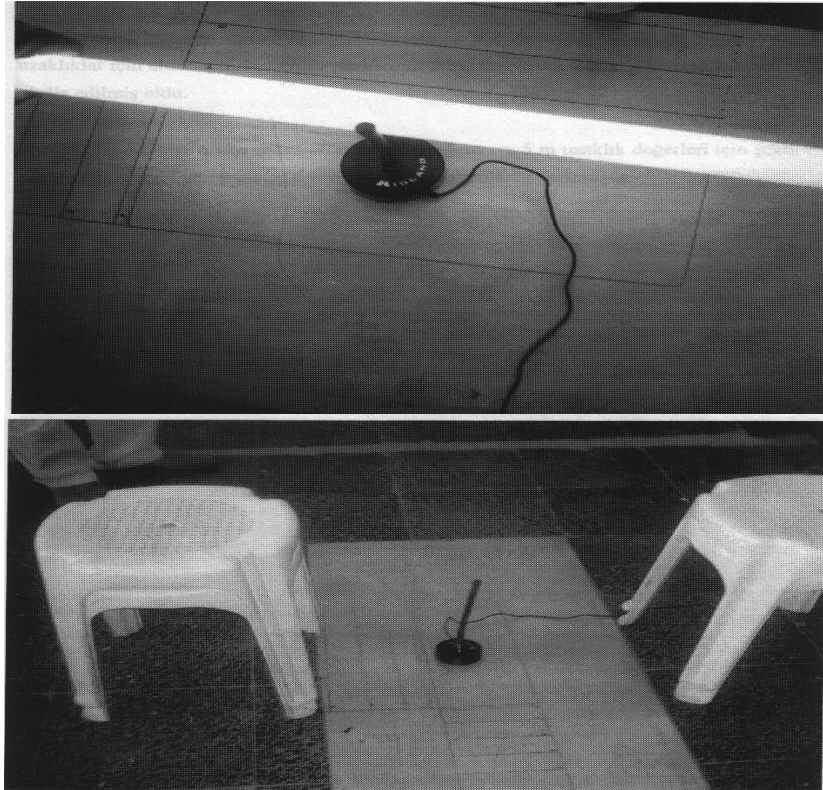
olarak bulunur. Yükleme direnci olarak  $R=3.5$  K $\Omega$  standart direnç seçilmiştir. Bu durumda çok dar bir banda  $Q \cong 1.0$  olmakta ve bu prop için en yüksek prop çıkışı elde edilmektedir. Bu durum Şekil 2'de görülmektedir.

Bu çalışmada kaynak olarak; MIDLAND ticari markalı 4 W çıkış gücüne sahip 40 kanallı, continuous wave halk bandı haberleşme telsizi olarak kullanılan cihaz alınmıştır. Cihaz, ayarlanabilen bir güç kaynağı ile beslenmiştir. Modülesiz halde çıkış frekansı osiloskop ile ölçülerek, 27.12 MHz olarak belirlenmiştir. Cihaz yakın alan güç yoğunluğu değişimini belirlemek amacıyla oluşturulan bu düzenekte, anten besleme noktası ile tepe noktası doğrultusundaki düzlem içerisinde ölçümler alınmıştır.

Ölçüm için hazırlanan deney düzeneği Şekil 3'de görülmektedir. Tasarlanan bir çerçeve prop, spektrum analizöre bağlanmış ve ölçümler belirtilen düzlemde yapılmıştır.



Şekil 3 Test için kurulan düzenek

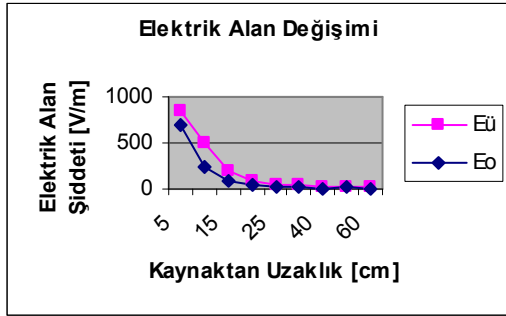


Şekil 4 27 MHz kaynaktan yayılan elektromanyetik alanın görsel olarak test edilmesi

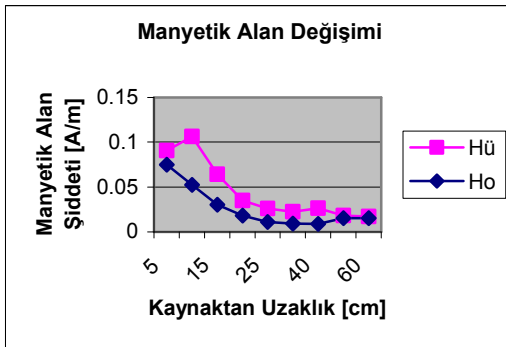
Ölçümler için frekans aralığı 1-1000 MHz, sinyal ölçüm aralığı 15-130 dB  $\mu$ V ve giriş empedansı 75  $\Omega$  olan Promax (AE-566) ticari markalı spektrum analizör kullanılmıştır. Kaynaktan belirli mesafelerdeki güç yoğunluğunun değişimini belirlemek için; anten boyu düzleminde, antenin tepe, orta ve besleme noktaları doğrultularında ölçümler alınmıştır. Şekil 4'de test amaçlı kullanılan 27 MHz kaynağın; yakın alan etkisini göstermek için, bir standart floresan tüpü ışması görülmektedir.

### 3. 27 MHz ÖLÇÜMLERİ

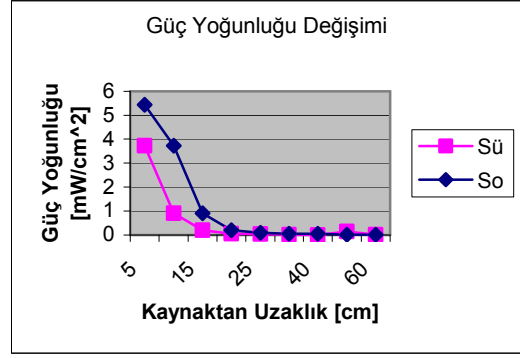
27 MHz kaynak modeli tasarlamak için yaptığımız çalışmada; MIDLAND ticari markalı 4 W çıkış gücüne sahip, 40 kanallı continuous wave halk bandı haberleşme telsizi olarak kullanılan cihaz alınmıştır. Ölçüm için hazırlanan deney düzeneği Şekil 3'de görülmektedir. Tasarlanan bir çerçeve prop, spektrum analizöre bağlanmış ve ölçümler belirlenen düzlemlerde yapılmıştır. Ölçüm değeri, transfer fonksiyonu 27 MHz için sabit olan propa yapılmıştır. Bu test düzeneği; endüstriyel kullanımı olan 27 MHz alanın, yerinde ölçümü için gereken hassasiyetini gözlemek için tasarlanmıştır.



Şekil 5 Elektrik alanın anten üst ve orta düzleminde değişim grafiği



Şekil 6 Manyetik alanın anten üst ve orta düzleminde değişim grafiği



Şekil 7 Güç yoğunluğunun anten üst ve orta düzleminde değişim grafiği

### 4. SONUÇ

Radyo frekanslı elektromanyetik donanımların giderek artan bir oranda kullanılması, gerek bu konuda mesleki çalışanlar açısından ve gerekse halk sağlığı açısından RF radyasyon maruziyetinin muhtemel zararlarının incelenmesi çalışmalarının önem kazanmasına sebep olmuştur. Özellikle radyo frekansları ile ısıtma yapan sanayi dallarında ya da tıbbi diyatermi ünitesinin çalışması sırasında; bu cihazın yakınlarında bulunan bireylerin, RF alanlara aşırı maruz kalma olasılığı bulunmaktadır. Çalışmada yapılan ölçümler sonucunda belirlenen kaynaklar etrafında radyasyona maruz kalma süreleri standart seviyeleri çok fazla aşmıştır[7].

Halk bandı haberleşmesinde kullanılan cihaz için yapılan güç yoğunluğu ölçümlerinde; insan kafası ve göz ekseninden 20 cm mesafedeki güç yoğunluğu, 0.2 mW/cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Bu değer 10-400 MHz frekans aralığında, ICNIRP tarafından kabul edilen limit değerdir[8].

Konu araştırma bakımından, birçok bilim dalını kapsamaktadır. Özellikle kaynak tiplerinin belirlenmesi; maruz kalma şartlarının tam olarak tanımlanması, RF kaynağı konumundaki cihazların doz seviyelerinin ölçülmesi mühendislik araştırmaları ile sağlanabilmektedir. Ayrıca belirlenen bu şartlar doğrultusunda; kaynağın teknolojisi geliştirilerek, daha güvenli tasarımlar yapılabilir. Tıbbi araştırmalar için ise; belirlenen bu çalışmaların ışığında, deneysel araştırma imkanları sağlanmış olur.

### KAYNAKLAR

- [1] Adair, E. R., Mylacraine, K. S., Allen, S. J., 2003. Thermophysiological Consequences of Whole Body Resonant RF Exposure in Human Volunteers, Bioelectromagnetics 12: 489-501.

- [2] Bini, M., Checcucci, A., Ignesti, A., Millanta, L., Olmi, R., Rubino, N., Vanni, R., 1986. Exposure of Workers to Intense RF Electric Fields that Leak From Plastic Sealers , J. Microw Power 21: 33-40.
- [3] Dinç, H., 2003. Elektromanyetik Işınımların İnsan Sağlığına Etkisi, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, sayı 406.
- [4] Jerry, L., Robert, F., Clevand, Jr., 1997. Federal Communication Comission Office of Engineering &Tecnology, Radio Frequency Electromagnetics Field for Amateur Radio Stations, OET Bulletin 65, Editions 97-01, Washington.
- [5] Sevgi, L., Elektromanyetik Kirlilik Semineri Kitabı, EMO, 2002.
- [6] Reite, M., Higgs, L., Lebet, J. P., Barbault, A., 1994. Sleep Inducing Effect of Low Energy Emission Therapy, Bioelectromagnetics, 15: 67-75.
- [7] Tofani, S., Agnesod, G., Ossola, P., Ferini, S., Bussi, R., 1986. Effects of Continuous Low-level Exposure to Radio Frequency Radiation on Intrauterine Development in Rats, Health Phys, 51: 489-499.
- [8] Ulukut, Ö., Çömlekçi, S., 2004. Exposing to Industrial EM Fields, Standards, Developing Measurement Procedures and Simulation of Measurements, BEMS 26th Annual Meeting Abstract Book, pp.319, Washington DC.
- [9] World Health Organization (WHO), 1993. Environmental Health Criteria Electromagnetics Fields (300 Hz-300 GHz), 53, Genova