

BİYOLOJİ VE TIP ALANLARINDAKİ UYGULAMALAR İÇİN MİKRODALGA FIRIN' IN İNCELENMESİ

S. N. Kharkovsky . U.C.Hasar

Çukurova Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana,
TÜRKİYE

Tel: 90 322 338 68 68 Fax: 90 322 338 63 26
E-mail: ugur_cem@usa.net

Anahtar sözcükler: Elektromagnetik Alanlar ve Mikrodalga Tekniği, Mikrodalga Fırın, Alan dağılımı

ABSTRACT

The results of microwave oven (MWO) investigation for applications in biology and medicine by using a new thermal paper method are reported. This method allows us to measure and at the same time to record the field patterns and heat distributions in unloaded and loaded MWO. The exposure time of the paper is evaluated. Calculated and measured times are in good agreement. Results of the investigation of field patterns and heat distributions at vertical planes in MWO are given.

1. GİRİŞ

Mikrodalgalar ışık dalgaları veya radyo dalgaları gibi elektromanyetik enerjinin bir çeşididirler ve elektromanyetik tayfın bir parçasını teşkil ederler. Bu tayf yaklaşık 300MHz ' den 100GHz ' e kadar bir alanda değişim göstermektedir.

Mikrodalga enerjisi fiziksel hastalık belirtileri meydana getirebilir ve ayrıca insanlarda ve hayvanlarda sinirsel ve bağışıklıksal fonksiyonları etkileyebilir. Bazı reaksiyonlar potansiyel veya gerçek kalp tehlikeleri içeren etkilere yol açabilmektedir [1].

Biyolojik sistemler üzerindeki mikrodalga alan etkileri "vitro" ve "vivo" için araştırılmıştır. Buna rağmen, hücreler ve mikroorganizmalar üzerindeki mikrodalga etkisinin araştırılması henüz gerçekleştirilmiş olduğundan, şu anda eldeki bilgiler mikrodalga sebepli biyolojik etkileri açıklamaya yeterli değildir [2]. Bunun yanında mikrodalga tedavi yöntemleri fast fixation (deneylerde kullanılan elemanın yapısının bozulmadan kalması için gerekli olan yöntem) [3], sterilize etme[4], vb. için kullanılır. Bu yöntemlerde çoğu ucuzluk ve güvenilirlik vs. nedenlerden dolayı ev için tasarlanmış mikrodalga fırın (MDF) kullanılır.

MDF' da ısıtma olayı mikrodalga enerjinin yükte etkileşmesi ve birleşmesidir. MDF' da ısıtma işlemi cismin içinden dışına doğru olurken, buna karşın, geleneksel fırınlarda ısıtma işlemi dışarıdan içeriye doğrudur.

MDF' in ayarlanmadan biyolojik çalışmalar için kullanılması MDF' in dezavantajlarından dolayı

genellikle geri dönüşü olmayan sonuçlar ortaya çıkarır. Bu dezavantajlar düzensiz alan dağılımı (sıcak ve soğuk noktalar), çok modlu frekans dağılımı, cismin etkisi, vs. dir [5].

Bu çalışmada, yüklü ve yüksüz MDF' in dikey düzlemde sıcaklık değişimleri ve alan desenleri, yeni bir metod olan termik kağıt yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. İlk olarak, MDF' in problemleri hakkında kısa bir açıklama yapılmıştır. Sonrasında, standart MDF' lardaki alan deseni ve sıcaklık dağılımı ölçümleri için maruz kalma zamanı bulunmuştur. Son olarak, MDF' in dikey düzlemindeki bu ölçümlerinin sonuçları sunulmaktadır.

2. MİKRODALGA FIRININ PROBLEMLERİ

İki çeşit MDF vardır : tek modlu ve çok modlu. Çok modlu fırında, boş iken içerisindeki mikrodalgaların dağılımı metal pervane veya dönen tabak yardımıyla düzgünleştirilir. Modların karışması fırının hacmiyle fırına konan cismin hacmi arasındaki *karşılaştırma ihtiyacını en aza* indirir [5]. Çok modlu fırın belli bir frekans bandında birçok rezonant mod destekleyebilir. Bu modların mümkün olan en çoğunun çalışma frekansına yakın olması istenir.

Fırının içine kısmen de olsa soğurucu bir madde yerleştirilince, madde yerleştirilmeden önceki modların rezonans eğrileri üst üste gelerek, maddeye sürekli bir enerji yoğunluğu sağlar. MDF' da aynı frekansa sahip yozlaşmış olarak hitap edilen bazı modlar vardır. Bu modların frekansını ayırtırmak için simetrisi aynı olan MDF boyutlarından kaçınılır ve buda MDF içindeki sıcaklığın eşit dağılımını artırır.

MDF' in içindeki alan dağılımı homojen olmadığından dolayı MDF' lardaki sıcaklık dağılımlarını ve alan desenlerini ölçmek için bazı yöntemler kullanılır. Bunların arasında probe [5] ve fiber optik [6] yöntemleri MDF' in içerisindeki güç yoğunluğunu gösterir. Bu teknikler mikrodalganın alanını çok az miktarda bozarlar, fakat MDF' in kapalı olmasından dolayı bu yöntemler çok karmaşık bir yapıya sahiptirler. Diğer bir kaç yöntem de, MDF' lardaki sıcak noktaları (başka bir deyişle mikrodalga

enerjinin maksimum olduğu bölgeleri) tanımlamak için kullanılmıştır. Buna neon ampul dizisi [3], suyla doldurulmuş tüp dizisi [7], mikrodalga soğurmadan sonra renk değiştiren radar soğurucu element [3], örnek olarak verilebilir. Fakat bu teknikler sadece MDF' in içerisindeki alanı gösterirler.

3. TERMİK KAĞIT YÖNTEMİ İÇİN MARUZ KALMA ZAMANININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Islak termik kağıt kullanarak MDF içerisindeki alan dağılımının araştırılması için yeni bir yöntem geliştirildi. Bu kağıdın listeleri özel ışık formlarında tutulmuş ve MDF' in içerisindeki değişik düzlemlere yerleştirilmiştir. Alan dağılımı ölçümleri için geliştirilen yöntem yüklü ve yüksüz MDF' in mod desenlerini kayıt etmek ve belirlemede hem hızlılık hem de kolaylık sağlar [8].

Termik kağıdın maruz kalma zamanı için kriter, kağıdın üzerindeki suyu 100 °C' ye kadar ısıtmaktır.

Dielektrik madde içinde sıcaklık olarak harcanan ortalama güç

$$P_{av} = \frac{1}{2} \omega \epsilon_0 \epsilon''_{eff} \int (E^* \cdot E) \cdot dV \quad (1)$$

olarak verilebilir. Buradaki $\epsilon_0 = 10^{-9} (36\pi)^{-1} (F/m)$, ϵ''_{eff} etkili kayıplar $(\Omega F rad)^{-1} s$, E elektrik alan yoğunluğu (Volt/m) ve V dielektrik maddenin hacmi (m^3) dir.

Birçok durumda E sabit bir nicelik değildir ve MDF' in içinde mesafeye değişir. Bazı durumlarda elektrik alan sabit kabul edilebilir. Bu durumda $E^* \cdot E = E^2$ elde edilir ve (1) eşitliği

$$P_{av} = \omega \epsilon_0 \epsilon''_{eff} (E_{rms})^2 V \quad (2)$$

şekline döner. Buradaki E_{rms} elektrik alan yoğunluğunun dc veya etkin değeridir.

Mikrodalga enerjisi madde tarafından soğurulduğu zaman, maddenin sıcak derecesi ayırık birçok parametreye bağımlı olarak değişik oranlarda artar. Bir maddenin M_a (Kg) kütlesini t kadar bir zamanda T_0 °C sıcaklıktan T °C sıcaklığa kadar ısınımsı yükseltmek için gerekli olan güç aşağıdaki formülde verilmiştir.

$$P = Q_h / t = M_a \cdot c_p (T - T_0) / t \quad (3)$$

Burada Q_h sisteme sağlanan dıştan gelen ısı, c_p sabit basınçta maddenin öz ısısıdır. Bir maddenin öz ısısı maddenin 1 Kg' ını 1 °C yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır. Eşitlik (2) ve eşitlik (3) kullanılarak maruz kalma zamanı bulunabilir.

$$t = M_a c_p (T - T_0) / (\omega \epsilon_0 \epsilon''_{eff} (E_{rms})^2 V) \quad (4)$$

Bu çalışmada $c_p = 4.18 \times 10^3 (J (Kg \text{ } ^\circ C)^{-1})$, $T = 100 \text{ } ^\circ C$, $T_0 = 23 \text{ } ^\circ C$, $\epsilon''_{eff} (av) \approx 7$, $E_{rms} \approx 4.5 \times 10^3 \text{ Vm}^{-1}$, $M_a = 3.8 \times 10^{-3} \text{ Kg}$ olarak bulunmuştur. Aynı zamanda

eğer suyun hacmini termik kağıdın hacmi olarak düşünelsek, suyun hacmi $V \approx 5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ olarak bulunabilir. Sonuçta maruz kalma zamanı yaklaşık 30 sn. bulunur. Buradaki önemli nokta bu zaman değeri ile deneyler için kullanılan zaman değerlerinin birbirine uyumluluk göstermesidir.

Sonraki çalışmalara yardımcı olması amacıyla MDF' in tabanının biraz üzerindeki mikrodalga alan dağılımını cam tüplerin içindeki birkaç hücre kültürü (yaklaşık 1-2 ml) örneğiyle araştırılmıştır. Burada ıslak termik kağıtların bir listesini duruma bağlı olarak dönen veya sabit duran 300 mm çapındaki MDF' in tabanının üzerine yerleştirilmiştir.

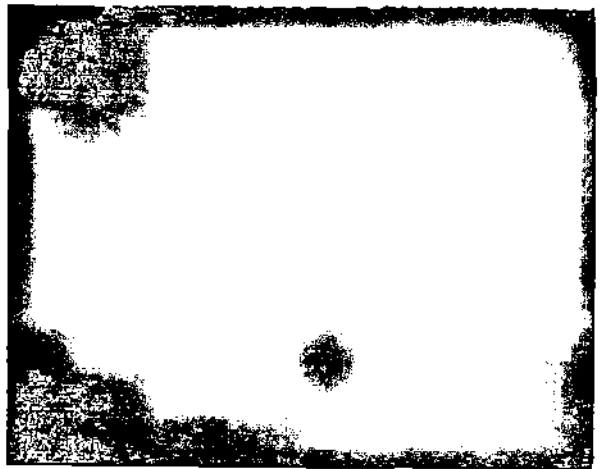
4. TERMİK KAĞIT YÖNTEMİNİN SONUÇLARI

Termik kağıdı mikrodalga ışımaya maruz bıraktıktan sonra elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

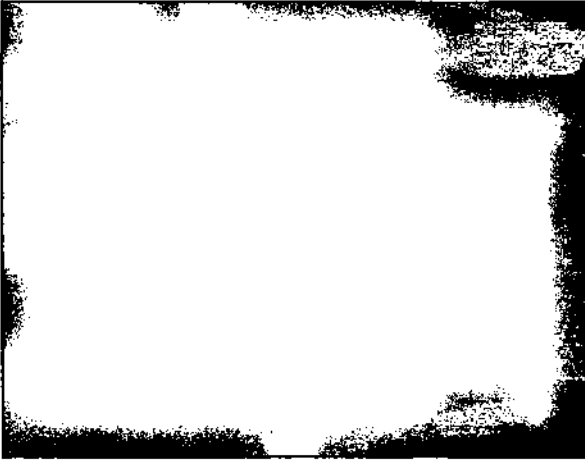
Şekillerdeki karanlık lekeler yoğun mikrodalga alana karşılık gelmektedir. Ne kadar çok karanlık leke varsa, o bölgeler o kadar çok elektrik alana maruz kalmıştır demektir. Deneylerde etkileştirici eleman (magnetron' un çıkışı) bütün resimlerde okuyucu tarafından resme doğru yerleştirilmiş olarak düşünülmelidir.

Şekil 1 ve Şekil 2 ışımaya maruz kaldıktan sonra sabit duran (Şekil 1) ve dönen (Şekil 2) MDF' in merkeze yerleştirilmiş olan termik kağıtların görüntüsünü göstermektedir. Şekillerdende görülebileceği gibi sıcaklık dağılımı düzgün bir yapıya sahip iken alan deseni düzgün bir yapıya sahip değildir.

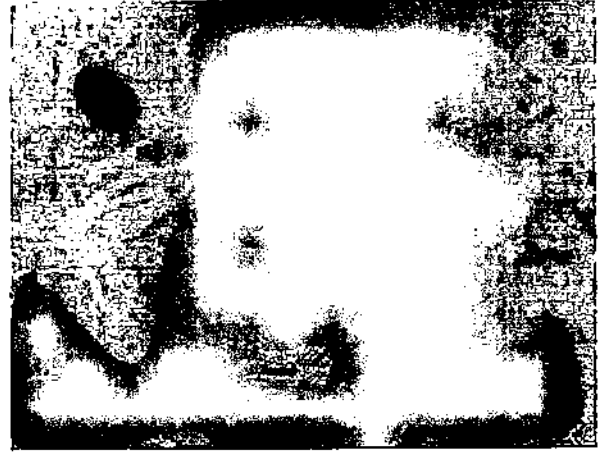
Şekil 3 ve Şekil 4 yüklü ve yüksüz MDF' in kaynağına yakın alan desenlerini göstermektedir. Buradaki yük MDF' in merkezine yerleştirilmiş bir bardağın içerisindeki 200 ml sudur. Yüklü eklemekle alan desenleri gözle görünür bir şekilde etkilenmiştir.



Şekil 1. Tabak sabit iken yüksüz MDF' in (500 watts, 25 sn.) merkezine yerleştirilmiş ışılanmadan sonra elde edilen termik kağıdın üzerindeki dikey alan desenini göstermektedir.



Şekil 2. Tabak döner durumda iken yüksüz MDF' in (600 watts, 30 sn.) merkezine yerleştirilmiş ışınlamadan sonra elde edilen termik kağıdın üzerindeki dikey sıcaklık dağılımını göstermektedir.



Şekil 4. Tabak sabit iken yüklü (200 ml su) MDF' in (600 watts, 30 sn.) kaynağının yakınına yerleştirilmiş ışınlamadan sonra elde edilen termik kağıdın üzerindeki dikey alan desenini göstermektedir.



Şekil 3. Tabak sabit iken yüksüz MDF' in (600 watts, 25 sn.) kaynağının yakınına yerleştirilmiş ışınlamadan sonra elde edilen termik kağıdın üzerindeki dikey alan desenini göstermektedir.

5. SONUÇ

Biyoloji ve tıp alanlarındaki uygulamalar için MDF' in araştırılmasının sonuçları sunulmuştur.

Maruz kalma zamanı ve deneylerdeki ölçüm zamanları birbirleriyle uyusmaktadır.

Dikey düzlemde MDF' in içerisindeki alan desenleri ve ısı dağılımları incelenmiştir. Sonuç olarak, termik kağıt yöntemi yatay ekseninde gerçekleştirilmiş olan alan deseni ve ısı değişimi ölçümlerinde [8] olduğu gibi dikey düzlemde hem deseni inceleme hem de deseni kayıt etmek için çok etkili bir yöntem olarak kullanılabilir.

REFERENCES

- [1] S. M. Michaelson. "Microwave biological effects: an overview". Proc. IEEE, vol. 68, N1. 1980, pp. 40-49.
- [2] E. Marani. "Microwave applications in neuro-morphology and neurochemistry: safety precautions and techniques". Methods, vol. 15(2), June, 1998, pp. 87-99.
- [3] G.R. Login, A.M. Dvorak. "Methods of microwave fixation for microscopy. A review of research and clinical applications: 1970-1992". Prog. Histochem. Cytochem., vol. 27(4), 1994, pp.1-127.
- [4] S. K. Young, D.C. Graves, M.D. Rohrer, R. A. Bulard. "Microwave sterilization of nitrous oxide nasal hoods contaminated with virus". Oral Surg. Med. Oral Pathol., vol. 60(6), Dec., 1985, pp. 581-585.
- [5] A. C. Metaxas, R. J. Meredith. "Industrial Microwave Heating". Peter Peregrinus Ltd. London .1988. ch.4, pp.70-86, ch.6, pp.130-132.
- [6] M. K. Sun, K. A. Wickersheim, A. Kamal, W. R. Kolbeck. "Fiberoptic sensor for minimally-perturbing measurement of electric fields in high power microwave environments". In: Microwave Processing of Materials II (Synder W.B., Sutton W.H., Iskander M. F., Johnson D. L.,eds.), pp.189, 141-145.,-Material Research Society, Pittsburgh, 1991.
- [7] L. L. Germash, E. D. Shlifer. "Device for an evaluation of the electromagnetic field distribution in microwave ovens". (In Russian) Electronic Techniques, Microwave electronics, N3, pp. 44-46, 1982.
- [8] EMC 2000, International Wroclaw symposium on electromagnetic compability.