

MİKRODALGALAR VE SAĞLIĞIMIZ

Yrd.Doç.Dr. Önder KAYHAN *

Su anda hepimiz (ben yazarken, sizler okurken, bebek uyurken) belli bir oranda mikrodalgalar tarafından ışınlanmaktayız. Günden güne çoğalan üreteçler nedeniyle de ışınlama dozu —özellikle kentlerde— yükselmektedir. Dolayısıyla çevre kirliliğinden söz ederken, artık bir "Mikrodalga kirliliğinden" de söz etmek gerekmektedir.

4 yıl kadar önce Bursa Tıp Fakültesi'nde yaptığımız bir çalışmada, gelişmiş ülkelerin hemen hepsinde son on yıl içinde yerleşim alanlarında mikrodalgalar için ışınlama standartları konduğunu gördük. Buna neden gerek duyulduğunu, konunun bizim toplumumuz açısından önemini, ivediliğini ve bu konudaki son gelişmeleri araştırdık.

MİKRODALGALAR NEDİR?

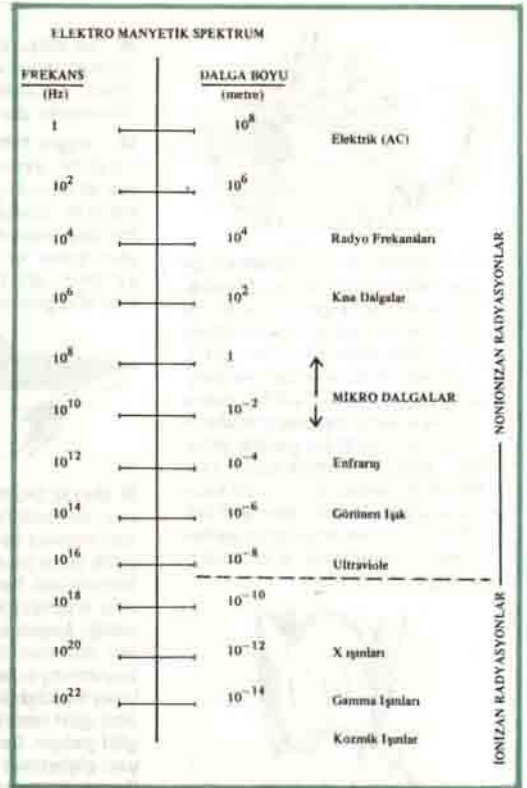
Mikrodalgalar elektromanyetik radyasyonun bir şeklidir. Elektromanyetik spektrumda 300-300.000 MHz. arasındaki bölgeyi işgal ederler ve nonionizan radyasyonların bir parçasıdır. (Tablo) Diğer elektromanyetik dalgalar gibi ışık hızında yol alırlar ve ışık ışınları gibi yansır, kırılır ve absorbe edilirler. Ionizan radyasyonlardan (yani X ve gama ışınlarından) en önemli farkları, kuantum ile ifade edilen enerji seviyelerinin daha düşük olması ve atomlardan veya moleküllerden elektronları ayıramamalarıdır.

Mikrodalgaların farkına 19. yüzyılda varıldı. O günden bu yana, özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında radar ve radyo frekanslarında çok yaygınlaştı. Daha sonra tıpta, haberleşmede, endüstride ve askeri alanda geniş ölçüde kullanılmaya başlandı. Son yıllarda evlerde mikrodalga fırınları ve el telsizleri günlük hayatımıza iyice girdiler. FM radyo ve TV vericilerinin, uzay haberleşmelerinin de mikrodalga frekansları ile yapıldığını belirtirsek, artık bu ışın şeklinden pek vazgeçemeyeceğimiz iyice anlaşılacaktır.

Ne var ki, nonionizan radyasyonların biyofiziksel dinamikleri ince ayrıntılarıyla anlaşılmiş değildir. Biyolojik etkileri daha çok termal, yani ısı ile ilgili etkileriyle açıklanmakta; nontermal etkilerinin ise farkına varılmakta, ancak, ihmal edilebilir olduğu düşünülmekteydi. Son araştırmalar bunun pek doğru olmadığı kanısını güçlendirmektedir.

MİKRODALGALARIN TERMAL ETKİLERİ

Mikrodalgalar, yüksek frekanslı ışınlardır. Organizmadan herhangi bir ağrı veya rahatsızlık duygusu uyandırmadan geçerler. Tıpkı elektrik akımı gibi, bir maddeden geçerken enerjisi $Q=RI^2t$ (joule) formülü uyarınca ısı enerjisine dönüşür ve ilgili madde ısınır. Canlı organizmalarda da bu olay kendini gösterir ve mikrodalgalarla yeterli bir süre ve şiddette karşılaşan organizma ısınır, dolayısıyla mikrodalgaların çok iyi bilinen termal etkileri ortaya çıkar. Vücut ısısındaki bu artış genellikle bölgeseldir ve reversibl, irreversibl (geçici veya kalı-



cı) ya da kısmen reversibl biyolojik değişikliklere yol açar.

Mikrodalgalar tıpta bazı romatizmal ve infeksiyöz hastalıkların tedavisinde, cerrahide dokuları kesmek ya da koterize etmekte, kanser tedavisinde radyoterapi ile bir arada, hipotermi yaratmak (ısı yükseltme) amacıyla kullanılırken, hep bu "termal" özelliklerinden yararlanılır.

Termal etkilerin ortaya çıkması için 10 mW/cm^2 yoğunluğunda bir ışınlama gerekmektedir. Hücresel ve biyokimyasal seviyelerde değişiklikler ise çok daha az miktarlarda, 1 mW/cm^2 (veya daha az) dozlarda başlamaktadır.

MİKRODALGALARIN NONTERMAL ETKİLERİ

Mikrodalgaların nontermal etkileri de olduğu yaklaşık 40 yıldır bilinmekte ve bazı araştırmalar yapılmaktaydı. Özellikle Sovyetler Birliği ve Polonya bu konu ile daha fazla ilgilenmekteydi. Konu, 1973'de ABD'de uluslararası bir sempozyumda tartışıldı. Sovyet araştırmacılar çalışmalarını daha çok nörolojik ve psikiyatrik alanda yoğunlaştırdıklarını ve bazı davranış bozukluklarının mikrodalgalarla yakın ilişkileri olduğunu bildirdiler. Yine bu sıralarda Sovyetler Birliği'nde oldukça küçük bir miktar 1 mW/cm^2 lik doz, yerleşim alanlarında maksimum ışınlama dozu olarak ilan edildi.

Amerika'da bu konuda yapılan araştırmaların hemen hepsi hayvan deneylerine dayanıyordu. Bu araştırmaların sonuçlarına göre, yüksek dozlarda ve sürekli mikrodalga etkisi ile ortaya çıkabileceği belirtilen rahatsızlıklar şöyle özetleyebiliriz:

Mütagez (dokularda mütasyon yapış), -Kataraktogenez

* Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Görevlisi.

MİKRODALGA FIRINLARI

Y. Elektronik Müh. Mustafa DURAK

Mikrodalgalar çeşitli maddeler üzerindeki ısıl etkiyi nasıl meydana getirmektedir?

Elektromanyetik teori yönünden maddeler, iletkenler ve yalıtkanlar olmak üzere iki sınıfta toplanabilir. Bir iletken yüksek frekanslı bir alan içerisine sokulduğunda yüzeyinde bir yüzey akımı meydana gelir ve pratik olarak bu akım iletkenin içine nüfuz edemez. Bir dielektrik (Yalıtkan) elektriksel bir alanın içerisine yerleştirildiğinde yük hareketi olmamasına rağmen, dielektrik içindeki atomların elektron bulutu az da olsa bir yer değiştirmeye maruz kalır ve her atom kendi başına elektrik dipolüne benzer. Bu duruma dielektrik polarize olmuştur denilir. Bir elektriksel dipol, aralarında bir uzaklığı bulunan pozitif noktasal yük (çekirdek) ve negatif noktasal yüklerden (elektron) meydana gelmiştir. Dielektrik içinde alanın zamanla değişmesi ile madde içinde hasıl olan elektrik alanı da değişir ve oluşan dipollerde salınım yaparlar. Enerjinin korunumu prensibine göre bu salınımların devam edebilmesi için elektronlar elektromanyetik dalgadan enerji alırlar. Ortamda ısıya dönüşen bu enerjiye "Mikrodalga enerjisi" denilir.

Isıya dönüşen güç maddenin dielektriksel özelliklerine (dielektrik sabiti, kayıp açısı), frekansa ve elektrik alanının büyüklüğüne bağlıdır. Kayıp açısı büyük olan maddelerde elektromanyetik güç absorpsiyonu da fazladır. Suyun kayıp açısı büyük olduğundan mikrodalga ile kurutulmak istenilen yiyecek maddeleri içinde ısıya dönüşen güç de büyüktür. Çünkü

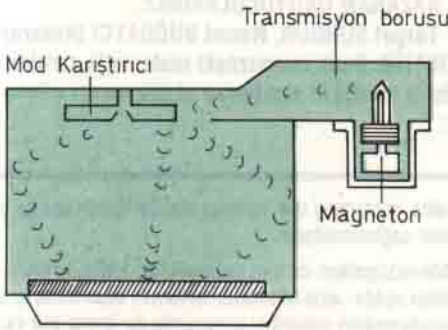


yiyecek maddeleri içinde büyük oranda su bulunur. O halde kurutma amacıyla kullanılan mikrodalga enerjisinin, kurutulmak istenen maddenin içinde meydana getirdiği ısıl güç, büyük ölçüde madde içindeki nem ile orantılıdır.

Endüstride ve evlerde kullanılmak üzere birçok mikrodalga fırınları gerçekleştirilmiştir. İlk defa 1947 yılında 1.6 kW gücünde bir mikrodalga fırını yapıldı. Bu konudaki çalışmaların yoğunlaşması, 1954 yılında lokanta, hastane ve otel gibi yerlerde kullanılabilen fırınların yapılmasına neden olmuştur.

Mutfaklarda yiyecek maddelerinin pişirilmesi amacıyla kullanılan mikrodalga fırınlarda, magnetrondan çıkan elektromanyetik güç, bir transmisyon borusu ile kılavuzlanarak, fırın içine bir mod karıştırıcı devre ile dağıtılır (şekil.). Mod karıştırıcı fırın içinde üniform bir alan dağılımı elde etmek için kullanılır. Sıcaklık dağılımı homojen olmayan fırınlarda pişirilmek istenen maddenin bazı yerleri hiç pişmezken, bazı yerleri de yanacaktır. Bu nedenle üniform bir sıcaklık dağılımı elde etmek fırın tasarımcılarının önemli problemlerinden birisidir.

Mikrodalga fırınlarının en önemli özelliği hızlı bir pişirme ve enerji tasarrufu sağlamasıdır. Fırın imalatçıları tarafından bilinen klasik yöntemler ve mikrodalga fırın yöntemiyle pişirme araştırılmış ve sonuçta mikrodalga ile pişirmede yaklaşık olarak % 50 enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür.



(gözde perde yapısı), -Teratogenez (anormal çocuk doğuşuna yol açıcı), -Davranış bozuklukları, -Nöro-endokrin ve hormonal değişiklikler, -Prenatal beyinde gelişme geriliği, -Kanbeyin bariyerinde (engeline) düşüş, -Hemopoetik sistem değişiklikleri [Fe metabolizma bozuklukları, lökositoz (akyuvar artışı), anemi (alyuvar azalışı)], -Kromozomal anomaliler.

Görüldüğü gibi tablo pek korkunç. Sayılan hastalıkların hiçbirini küçümsemez. Üstelik son üçü hariç hepsi mikrodalga risk grubu içindeki insanlarda da görülmüştür.

Neyse ki, ilk anda insanda panik uyandıran bu sonuçlar

madalyonun bir yüzüdür. Araştırmalar ilerledikçe fazla korkmaya gerek olmadığı, bugünkü mikrodalga radyasyonu dozlarının bu tip rahatsızlıklara yol açmadığı kanıtlanmıştır. Radyo vericilerinde ve radar istasyonlarında çalışanların, fizyoterapistlerin, mikrodalgalı fırın kullanan ev hanımlarının, yani risk gruplarının yukarıda sayılan hastalıklara tutulma oranının normal popülasyondan farklı olmadığı gösterilmiştir.

Örneğin yapılan tetkiklerin sonucunda radar ile uğraşan babaların çocuklarında Down Sendromunun (bir çeşit zekâ geriliği) sık görüldüğü iddialarının doğru olmadığı görülmüştür.

ÖDÜLLÜ SORULAR OCAK SAYISI YANITLARI

MATEMATİK:

$$1. S_n = \sum_{k=1}^n \sin k \text{ nin sınırlarını}$$

bulmak istiyoruz.

$$C_n = \sum_{k=1}^n \cos k \text{ tanımını yapalım.}$$

$i = \sqrt{-1}$ olmak üzere

$$C_n + iS_n = \sum_{k=1}^n e^{ik} = \frac{e^i - e^{i(n+1)}}{1 - e^i}$$

ve

$$S_n = \Im(C_n + iS_n) = \Im e^i \frac{1 - e^{i(n+1)}}{1 - e^i}$$

$$= \frac{\sin \frac{n}{2} \sin \frac{n+1}{2}}{\sin \frac{1}{2}} = \frac{\cos \frac{1}{2} - \cos(n + \frac{1}{2})}{2 \sin \frac{1}{2}}$$

dir. Dolayısıyla

$$\frac{\cos \frac{1}{2} - 1}{2 \sin \frac{1}{2}} < S_n < \frac{\cos \frac{1}{2} + 1}{2 \sin \frac{1}{2}}$$

$-1/2 < \text{tg } 1/4 < S_n < 1/2 < \text{cotg } 1/4$
dur.

2. AB ve CD kenarlarının orta noktaları sırasıyla S ve T olsun. \widehat{ESA} ve \widehat{ETD} , benzer olan EAB ve ECD üçgenlerinde mukabil kenarortayların mukabil kenarlarla yaptıkları açılar olup eşittir. OS, AB'ye, OT ise CD'ye dik olduğundan OESP ve OTQE kirşler dörtgenleri olup

$\widehat{EOP} = \widehat{ESA} = \widehat{ETD} = \widehat{EOQ}$ bulunur. Böylece EPQ bir ikizkenar üçgen olup, eşit olmayan kenar PQ'ya ait yüksekliğin ayağı E, PQ'yu iki eşit parçaya ayırır.

FİZİK:

1. Basıncın birimi $(\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2) / \text{m}^2$ şeklinde yazılabilir. Yoğunluk birimi ise kg / m^3 ile verilir. Basıncın yoğunluğa bölünmesi m^2 / s^2 verir. Bu ise hızın karesidir. Dolayısıyla hız, bu ifadenin kare köküyle orantılıdır. Nümerik sabitler birbirini götürceğinden, ilk ortamdaki hız ikincidekinin $\sqrt{8/2} = 2$ katı olacaktır.

2. Levhalar arasındaki elektrik alanını düzgün kabul edersek, paranın üstündeki kısımdaki elektrik alanı $E = V / (h-t)$ olacaktır. Paranın üst yüzündeki birim alana düşen negatif yük, $\epsilon_0 \epsilon$ ile verilir. Dolayısıyla paranın üstünde $\pi a^2 \epsilon_0 V / (h-t)$ kadar negatif yük vardır. Sadece üst levhanın oluşturduğu alan, yukardaki alanın yarısı olacaktır. Paranın üstündeki kuvvet, üst levhanın oluşturduğu alan ile para üstündeki yükün çarpımı, yani $\pi a^2 \epsilon_0 V^2 / 2(h-t)^2$ olacaktır.

ÖDÜL KAZANAN OKUYUCULARIMIZ:

FİZİK: Turgut SUNGUR, Necmi BUĞDAYCI (Ankara)
MATEMATİK: Ocak sayımızdaki matematik sorularının ikisini de doğru yanıtlayan okuyucumuz çıkmıştır.

Belçika'da yapılan bir çalışmada hamile annelere doğum ağrılarını azaltmak amacıyla mikrodalgalar uygulanmıştır. Seçilmiş bin hastada mikrodalgaların ağrı azaltıcı etkisi görülmüş, bebekler de normal ve sağlıklı doğmuştur. Yine Belçika'da dörtbin hasta üzerinde aynı çalışma tekrarlanmış ve bugüne kadar fetus üzerine zararlı bir etki gözlenmemiştir.

Ayrıca mikrodalga ile uğraşanlarda (asker-sivil) kanser sıklığının arttığı da görülmemiştir.

Mikrodalgaların mental ve davranışsal değişikliklere yol açabileceği görüşü özellikle Doğu Avrupa ülkelerince savunulmaktadır. Ama şu anda varılan nokta, mevcut mikrodalga ışınlanmasının, insanlarda hayvan deneylerinde saptanan hastalıklara sebep olduğunu kanıtlamaya yetmemektedir.

Mikrodalgalar konusu, gelecekte daha da güncellik kazanacağına benzetilmektedir. Tüm gelişmiş ülkelerde mikrodalga ışınları değişik yörelerde rutin olarak ölçülmekte, denet-

lenmekte, saptanmış olan emniyet standartlarının üstüne çıkması sağlanmaktadır.

Mikrodalgaların ionizan radyasyonlar kadar tehlikeli olmadıkları açıktır, ama kontrolsüz birikimin, uzun süreli ve yoğun ışınlanmanın sonuçları konusunda da içimiz çok rahat değildir. En azından mikrodalgaların zararlı etkileri konusundaki çalışmaların kesin sonuçlarının henüz alınmadığını unutmamak gerekir.

Ülkemiz açısından ivedilikle, belli yerlerde, özellikle büyük kentlerde yüksek binalarda ve kalabalık yerlerde, endüstri bölgelerinde, hastanelerde ve benzeri tesislerde mikrodalga ışın yoğunluğunu saptamak gerekir. Deneyimli ülkelerin standartları şimdilik esas alınabilir ve ilerde kendimize uygun bir güvenlik seviyesi belirlemek yoluna gidilebilir.

Tedbirli olmanın kimseye zarar olmamıştır ve aksinin bazı acı sonuçlara yol açabileceğini unutmamak gerekir. ■