

# MİKRODALGA IŞINIM YANIKLARI

Ramazan KAHVECİ

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı, Bursa

## ÖZET

Mikrodalga ışınımı elektromanyetik spektrumunda kısa radyo dalgaları sınıfında yer alan bir ışınım türüdür. Elektrik ve manyetik alanlara sahip olan mikrodalga ışınımının manyetik alanının canlı dokulara etkisi azdır. Mikrodalga ışınımı elektrik alanının oluşturduğu ısı etkisi ile dokulara zarar verir. Değişen elektrik alanının etkisi ile dokulardaki su molekülleri hareket eder ve sürtünme sonucu ısı ortaya çıkar. Bu ısının neden olduğu yanıklar diğer yanıklardan ayırt edilebilir. Bu derlemede; mikrodalga ışınım yanıklarının tipik özellikleri, mikrodalga ışınımının tehlikeleri ve mikrodalga ışınım yanıklarından korunmak için gerekli önlemler ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrodalga, ışınım, yanık.

## SUMMARY

### Microwave Radiation Burns.

Microwaves are electromagnetic waves that are classified as short radio waves on the electromagnetic spectrum. The components of microwaves are electrical and magnetic fields. Magnetic fields interact poorly with biological systems. The major effect of the electrical field in a biological system is heat production. It is the result of dipole rotation and relaxation with the alternating electrical field. Burns due to this heat may be distinguished from other types of burns. This article reviews the characteristic patterns of the microwave burns, the potential harmful effects of microwaves and the precautions necessary to prevent burns due to microwave radiation.

**Key Words:** Microwaves, radiation, burns.

Mikrodalga ışınımı elektromanyetik spektrumunda 30 ile 300.000 MegaHertz (MHz) arasında yer alır. Dalga boyu UHF televizyon dalga boyu olan uzun dalga boyundan, kızıl ötesi ışığın yer aldığı kısa dalga boyuna kadar değişebilen bir ışınım türüdür<sup>1</sup>. Mikrodalga ışınımı denilmesinin nedeni; dalga boyunun kısa, frekansının yüksek olmasıdır.

Mikrodalga ışınımının frekansı 500 MHz'in altında ise dalga boyları uzundur ve derin dokulara penetre olabilir ancak bu dokularda enerjisinin emilimi azdır. Mikrodalga ışınımının frekansı 3000 MHz ise enerji emilimi yüksek, doku penetrasyonu azdır<sup>2</sup>. Penetrasyon derinliği 2-5 santimetre olan mutfak tipi mikrodalga fırınların frekansı 2450 MHz'dir. Bu mikrodalga elektrik alanının saniyede 2450 milyon kere değişmesi demektir. Bunun sonucu olarak doku içindeki su moleküllerini ileri geri hareket ettirir<sup>3</sup>. Bu sırada oluşan sürtünme hareketi sonucu ısı ortaya çıkar. Oluşan ısı dokunun mikrodalga ışınımına tutulduğu sürenin uzunluğu ile değişir ve dokunun pişmesine ya da yanmasına neden olur. Mikrodalga ışınımının emilimi ve buna bağlı olarak ısının ortaya çıkması materyalin göreceli dielektrik sabitine (relative dielectric constant) bağlıdır<sup>4</sup>. Dielektrik sabit yüksek ise oluşan ısı fazladır. Örneğin; kas ve suyun dielektrik sabitleri fazladır, bu nedenle bunlara mikrodalga ışınım uygulandığında ortaya çıkan ısı dielektrik sabitleri az

olan cam, plastik, kağıt ve yağ dokusuna göre daha fazladır. Mikrodalga ışınımı, X ışınımının aksine noniyonizedir ve organik kimyasal bağları kırmaya yetecek enerjisi yoktur<sup>5</sup>. Asıl etkisi ısısaldır. Az miktarda mikrodalga ışınımının uzun süreli uygulanması yanığa yol açmaz. Bununla birlikte göze az miktarda mikrodalga ışınımının uzun süreli gelmesinin katarakta neden olduğu ileri sürülmektedir<sup>6,7</sup>. Burada da asıl neden ısıya bağlı zedelenmedir. X ışını ise uzun süre uygulandığında ısı üretmeden kronik doku zedelenmesine neden olmaktadır.

Mikrodalga ışınımının canlıya etkileri ısısal ve ısısal olmayan olmak üzere iki başlık altında incelenir. Isısal etkileri; dokunun ısınması sonucu ortaya çıkar. Isısal olmayan etkileri ise dokunun elektromanyetik alandan direkt olarak etkilenmesi sonucu ortaya çıkar<sup>7</sup>. Oldukça az olan bu etki konumuz dışındadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde evlerin % 83'ünde mikrodalga fırın vardır<sup>8</sup>. Mikrodalga ışınımı mutfaklarda kullanım dışında; TV yayıncılığında, haberleşme iletiminde, radarlarda ve endüstride kullanılırken, tıpta; diatermi, histotekniğin bazı aşamalarında, onkolojik amaçlı hipertermi, virus inaktivasyonu ve kan ile kan ürünlerinin ısıtılmasında kullanılmaktadır<sup>2,9-21</sup>. Ülkemizdeki mikrodalga fırın sayısı gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında çok azdır. Bu nedenle ülkemizde mikrodalga fırın yanıklarının hemen hemen hiç

görülmemesi gerekir. Ancak ülkemizdeki; dikkatsiz, bilgisiz alet kullanımı, kurallara uymama ya da kuralları umursamama gibi davranış bozuklukları dikkate alındığında mikrodalga fırın yanığının gelişmiş ülkelerinden daha sık olması beklenebilir. Mikrodalga fırın yanığı ile ilgili ilk olgu 1973 yılında yayınlanmıştır<sup>1</sup>. Aradan geçen 26 yılda pek çok yeni yanık olgusu yayınlanmış olmasına karşın Türkiye kaynaklı yayın yoktur. Ülkemizdeki mikrodalga fırın sayısının azlığı yanık görülmemesinin nedeni olabilir ancak hekimlerin mikrodalga yanıklarını diğer yanıklardan ayırt edemeyebileceği de unutulmamalıdır. Bu nedenle mikrodalga ışınım yanıkları konusundaki genel bilgiler ve bu yanıklardan korunma yöntemleri iyi bilinmelidir.

Mikrodalga ışınım yanıkları genellikle tıpta mikrodalga ışınımının tedavi amaçlı kullanımı sırasında ya da mutfakta mikrodalga fırınların kullanımı sırasında görülür. Isı ile tedavi edilen dokunun ısısının 40-45°C'ye (tedavi edici seviye) kadar getirilmesi ancak dokulara hasar verecek ısı olan 45°C'nin üstüne çıkarılmaması gereklidir<sup>7</sup>. Bu durum kaslara uygulanacak ısı tedavisinde ciddi bir problem yaratır, çünkü; ısının ciltten ve damarlanmasının azlığı nedeni ile ile soğuma kapasitesi az olan ciltaltı yağ dokusundan geçip, damarlanmasının çokluğu nedeni ile soğuma kapasitesi fazla olan kas dokusuna gelmesi gereklidir. Kasa etki etmek için uygun enerji frekansı 918 MHz olan ışınım tedavi üniteleri ile sağlanabilir. Çünkü bu ünitelerle yağ dokusunu fazla ısıtmadan derinlerde yüksek ısı oluşturulabilir. Isının kaynağı ile doku arasındaki uzaklık da önemli bir parametredir. Dokuya direkt uygulanan 918MHz'lik ışınım, 2450MHz'lik ışınımından daha etkilidir. Işınım dokuya direkt uygulandığında yansıyan ışınım çok az olacağı için odadaki diğer kişilerin istenmeyen ışınım almaları da önlenmiş olur<sup>7</sup>.

Mikrodalga ışınımına en duyarlı organlar gözler ve testislerdir. Damarlanması az olan dokular oluşan ısıyı geç soğutacakları için ısı çok artar. Gözler bu tip yaralanmanın en sık olduğu organlardır. Damarlanması olmayan mercekler etkilenir ve katarakt gelişir. Bu nedenle mikrodalga ışınımının direkt olarak gözlere gelmemesine dikkat etmek gerekir. Testisler ise ısı artışına çok duyarlıdır. On dakika mikrodalga ışınımı uygulanan testislerde dejenerasyon olduğu görülmüştür<sup>7</sup>. Histolojik görüntü ise deneysel olarak oluşturulan kriptoorşitizm ile aynıdır. Sıçanlarda yapılan çalışmalarda mikrodalga ışınım uygulanması sonrası sperm üretiminin 8 ay kadar durduğu gösterilmiştir<sup>7</sup>. Bu nedenle testisleri mikrodalga ışınımından korumaya özel önem vermek gereklidir.

Mikrodalga enerjisini kullanarak komşu organları, embriyoları veya ısıya duyarlı dokuları aşırı ısıtmadan hedef dokuları ısıtmak ancak uygun alet ve yeterli bilgi birikimi var ise uygulanmalıdır. Mikrodalga ışınımının yüzeyde ısınma yapmadan derin dokularda ısı artışı

yapabileceği bilindiğinden doğum için uterus duvarının ısıtılmasında mikrodalga ışınım pek çok Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği'nde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu uygulama yapılacak ise dozun çok iyi seçilmesi gereklidir çünkü yüksek ısının fetus ve amniotik sıvıya zararlı olduğunu gösteren yayınlar vardır<sup>7,22</sup>.

Mikrodalga ışınımı soğuk kan ürünlerinin ısıtılmasında da kullanılmaktadır. Eğer bu ürünler aşırı ısıtılırsa hemoliz kaçınılmaz olur. Bu nedenle bu ısıtıcıları özel eğitilmiş kişiler kullanılmalıdır.

Mikrodalga ışınımının sinir sistemi ve insan davranışları üzerine etkisi konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Mikrodalga ışınımına bağlı olarak; baş ağrısı, aşırı yorgunluk hissi, huzursuzluk, isteksizlik, iştahsızlık, terleme, hatırlamada zorluk, depresyon, duygusal dengesizlik, tiroid bezi büyümesi, tiroid bezi işlevlerinin artması, bradikardi, hormonal denge bozukluğu, hipotansiyon, santral sinir sistemi bozuklukları, koku alma hissinde azalma ve kan histamin seviyesinde artmaya neden olduğunu bildiren yayınlar vardır<sup>23-25</sup>.

Yansıyan mikrodalga ışınımının mikrodalga ışınımli tıbbi alet kullananlara etkisi konusunda da araştırmalar yapılmıştır. Uzun süreli, düşük doz mikrodalga ışınımının canlı dokulara etkisi çok fazla bilinmemektedir. ANSİ (American National Standards Institute) nın toplum için güvenli mikrodalga ışınım sınırı 10 mW/cm<sup>2</sup>'dir<sup>26</sup>. Benzer sınırlamalar bazı Avrupa ülkelerinde de uygulanmaktadır<sup>27</sup>. Bu nedenle mikrodalga ışınımli alet kullanılacağına önceden önlem alınmalı, oda ve aletler ışınımı yansıtmayan cinsten olmalıdır. Tıpta özellikle mikrodalga ışınımli tedavi edici kullanmak gerektiğinde daima yarar-zarar hesabı akılda tutulmalıdır.

Mikrodalga ışınımı hakkında pek çok hikaye uydurulmuştur. Mikrodalga fırında pişen ya da ısınan yiyecekleri yemekten korkan, fırının kapağı açıldığında mikrodalga ışınımın dışarı fırlayacağını düşünen pek çok kişi ile karşılaşılabilir. Mikrodalga ışınımının bilinmemesinden kaynaklanan bu korkular bir yana bırakıldığında mikrodalga ışınımının asıl tehlikesinin ısı olduğu görülür. Mikrodalgalar cisimleri ısıtır. Isınma, hem cisim mikrodalga ışınımı aldığı sürece hem de ışınım kesildikten sonra çok kısa bir süre devam eder. Mikrodalga fırınlar mikrodalga ışınımının dışarı kaçmasını önleyecek şekilde planlanmış ve üretilmiştir. Özellikle kapıların yapımına özel önem verilmiştir. Kapının açılması ile mikrodalga fırının çalışması otomatik olarak durur ve mikrodalga ışınımı fırın dışına çıkıp zarar veremez. Mikrodalga fırınların kapısı çarpan mikrodalga ışınımı fırın içine geri yansıtma özelliği olan özel malzemeden yapılmaktadır. Fırınlar en az iki, çoğunlukla üç yada dört güvenlik basamaklı üretilmektedir.

Mikrodalga fırın güvenli bir alettir, içinde sıcak bir yüzey olmadığı için diğer fırınlara göre daha az temas

yanığı oluşturur. Bozuk mikrodalga fırını kullanmak mikrodalga fırının özelliklerini, normal fırından farklı yanlarını bilmemek veya yanlış kullanmak kullanıcılarda yanığa neden olabilir. Fırında üretim hatası varsa; yada kişi kapağı açtığı anda fırının otomatik olarak durma düzeneği bozulmuşsa, mikrodalga ışımasını kullanıcıya gelecektir. İnsanlar genellikle kaza sonucu mikrodalga ışımasını ile karşılaşılır. Mikrodalga yaralanmaları; elde bir saat içinde geçen paresteziden, el amputasyonuna kadar değişik şekillerde literatürde yer almıştır<sup>28-34</sup>.

Mikrodalga fırında ısıtılan yiyecek ve içeceklerin oluşturduğu yanıklar daha çok haşlanma yanıklarına benzer tablo oluştururlar. Mikrodalga fırında kullanılan kapların aşırı ısınması ile temas yanıkları oluşabilir. Bu tip yanıkların da diğer yanıklardan farkı yoktur. Dikkat edilmesi gereken mikrodalga ışımasının kendisinin neden olduğu yanıktır. Mikrodalga ışımasını yanıkları ile normal yanıklar arasındaki farklar konusunda bilimsel yayınlar azdır. Bu yayınlardaki bilgilerde eksiklik ve açıklıklarla doludur. Yanığın mikrodalga ışımasına mı, yoksa diğer ısı kaynaklarına mı bağlı olduğu bilinmemlidir çünkü mikrodalga ışımasını yanıkları derin dokuları etkileyebilir ve fizik muayenede sonuçların ortaya çıkması için bir bekleme döneminin geçmesi gereklidir<sup>6,35</sup>. Normal ısıtıcılarda ısıtılan yiyecekler dıştan içe doğru ısınırken mikrodalga fırınlarda ısınma içten dışa doğrudur. Bu nedenle mikrodalga fırında ısıtılmış yiyeceklerin ısılarının her yerde aynı olması için bir süre bekletilmesi gerekmektedir. Mikrodalga fırında ısıtılmış yiyeceğin yüzeyi, ya da yiyeceğin olduğu kap dokunmakla soğuk olarak hissedilebilirken içi çok sıcak olabilir. Örneğin mikrodalga fırında ısıtılmış bir bebek mamasının kabı soğuk iken içi çok sıcaktır. Bu özellik sıklıkla çocuklarda yemek borusu yanıklarına neden olur<sup>8,31,32</sup>. Mikrodalga fırının üzerine kullanıcıların anlayacağı biçimde uygun zamanların belirtilmesinde yarar vardır. Kullanıcılar kullanma kılavuzunu mutlaka dikkatle okumalı ve mikrodalga fırın kullanımı hakkında yeterince bilgi sahibi olmalıdır.

Mikrodalga ışımasını dokularda eşit oranda emilmediği için deride hiç belirti göstermeden derin dokularda yanığa neden olabilir. Klasik yanıklarda ise yanık önce deride, sonra deri altı yağ dokusunda daha sonra da kasta oluşur. Su içeriği fazla olan deri, iç organlar, beyin ve kas gibi dokularda mikrodalga ışımasının emilimi çok fazladır. Kemik ve yağ gibi su içeriği az olan dokular ise mikrodalga ışımasını az emerler. Kemik-kas ya da kas- yağ gibi su içeriği birbirinden farklı dokuların birleşme yerinde mikrodalga ışımasının sıkışması-beklemesi sonucu "sıcak noktalar" oluşur. Sıcak noktalar vücuttaki metal implantlar çevresinde de oluşarak çevre dokularda yanığa neden olabilirler. Bu sıcak noktalar ve çevresinde ki odaksal nekroz mikrodalga yanıkları için tipiktir. Dalga boyu, güç yoğunluğu ve zaman; penetrasyon derinliğine etki

eden faktörlerdir. Dalga boyu değişikliği ile emilimin derecesi değişeceği için "sıcak noktalar" yer değiştirebilir ya da kaybolabilir<sup>32</sup>. Mikrodalga ışımasını yanıklarında; deride minimal inflamasyon ile birlikte keskin sınırlı vezikülsüz, ağrı ve dokunma duyusunun olmaması ile karakterize, 3.derece yanık bulguları saptanır. Mikrodalga daha yoğun verilirse; denervasyon ve geri dönüşümsüz kan akımı stazı ile doku nekrozu ve mummylaşma görülür. Bu bulgular mikrodalga ışımasını yanıkları için tipiktir<sup>3</sup>. Histopatolojik olarak; mikrodalga yanıklarında; deri altı yağ dokusunun üstündeki deriden ve altındaki kastan ayrıldığı görülür. Yanık sınırları çok belirlidir ve mikrodalga odağına yakın yerde yanık daha çoktur<sup>3,32</sup>. Diğer yanıklardan ayırıcı tanı için yanık-sağlam deri sınırından tam kat biopsi önerilmektedir<sup>3</sup>. Mikroskopik ve makroskopik olarak; mikrodalga ışımasını yanıklarında dokunun tabakalarının ayrılması görülür. Mikrodalga ışımasını yanıklarında görülen bu özellik diğer yanıklarda yoktur. Elektrik yanıklarında, bazal hücrelerde çekirdeklerin ve sitoplazmanın akım yönüne doğru akması görülür. "Çekirdek akması" adı verilen bu özellik mikrodalga yanıklarında yoktur<sup>3,32</sup>.

Mikrodalga ışımasını deride olduğu kadar derin dokularda da yanığa neden olabilir. Bu nedenle; karın ve göğüs bölgesindeki yanıklarda iç organ yanıklarının olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Akut yanık dışında bir bağırsak segmentindeki yanığın stenoz ile iyileşmesi sonucu geç dönemde tıkanma da görülebilir<sup>3</sup>.

Özet olarak; doku tabakalarının göreceli olarak ayrılması mikrodalga tam kat yanıkları için karakteristik özelliktir. Mikrodalga yanıkları keskin sınırlı yanıklardır. Mikrodalga ışımasını alan odağa yakın dokularda yanık daha fazladır. Elektrik yanıklı dokudan alınan parçanın ışık mikroskopik incelemesinde görülen çekirdek akması mikrodalga yanıklarında görülmez. Elektronmikroskopik incelemede mikrodalga yanıklarına özgü organel ve hücresel zedelenme görülmemiştir.

Mikrodalga fırında güvenlik için; mikrodalga fırınlar kaçak açısmadan denetlenmeli ve eğer kaçak varsa onarılınca kadar kesinlikle kullanılmamalıdır. Mikrodalga fırın çalışırken olabildiğince uzakta durmak gereklidir çünkü uzaklık arttıkça mikrodalga ışımasının etkisi azalmaktadır. Mikrodalga ışımasını zamanını olabildiğince kısa tutmakta yarar vardır.

Güvenlik açısından yapılması gerekenler<sup>5,36</sup>;

- 1) Mikrodalga fırının kapı kenarları ve menteşesi kontrol edilmeli ve kaçak dedektörü ile kapılmanın kenarlarından kaçak olup olmadığı kontrol ettirilmelidir.
- 2) Temizlik için yüzeyi aşındırmayacak temizleme sıvıları kullanılmalıdır.
- 3) Zararlı maddeler ısıtılırken mikrodalga fırın havalandırması çok iyi bir ortamda çalıştırılmalıdır.
- 4) İçindeki basıncın artmaması için ağız açık kaplar kullanılmalıdır.

- 5) Cam-plastik vb.- mikrodalga ışınım geçirgen kaplar kullanılmalıdır.
- 6) Mikrodalga fırının içinde en az 100cc sıvı içeren bir bardak devamlı bulundurulmalıdır.
- 7) Işınlama sonrası kabı tutarken sıcak olabileceği unutulmamalıdır.
- 8) Sıcak sıvıları tutarken eldiven kullanılmalıdır.
- 9) Enfeksiyon ajanları ile çalışırken genel kurallara uymak gereklidir.  
Yapılmaması gerekenler ise;
  - 1) Laboratuvar için üretilmiş mikrodalga fırında yiyecek ısıtmamak gereklidir.
  - 2) Mikrodalga fırın içinde ucu dışarı çıkacak tel-metal kullanılmamalıdır.
  - 3) Mikrodalga fırını durdurup çalıştırmak için fırının kapağını açıp kapama yöntemini uygulamamak gereklidir.
  - 4) Alev alabilen sıvılar kullanılmamalıdır.
  - 5) Metal içeren kap kullanılmamalıdır.
  - 6) Kapalı kutuları ışınlamamak gereklidir.
  - 7) Işınlama sırasında civalı termometre kullanılmamalıdır.
  - 8) Mikrodalga fırın dönme tablası yok iken kullanılmamalıdır.

Fırınlar normal şartlarda güvenli çalışmak için üretilmiştir. Bozukluk yada yanlış kullanım olmadığı sürece mikrodalga zararlı olmaz. Sık yapılan yanlışlar şunlardır:

- 1) Boş mikrodalga fırın 1 dakikadan fazla çalıştırılmamalıdır. Boş çalışan fırın duvarlarını ısıtır ve kendine zarar verebilir.
- 2) Açma kapama işlemi için kapı kullanılmamalıdır. Kullanma kılavuzunda bu şekilde kullanılabileceği yazılsa bile kullanmamak gereklidir çünkü bu şekilde kullanımda düğmeler ve kapı daha çabuk bozulur ve kaçak riski artar.
- 3) Bazı fırınları kapı kapatıldığında otomatik çalışmaya ayarlamak olasıdır. Bu programı kullanmamak gereklidir çünkü olayı bilmeyen birisi kapıyı kapatıp mikrodalga fırının çalışmasını başlatabilir ancak gerekli zamanda fırının çalışması durdurulmaz ise fırın ve içindekiler zarar görür.
- 4) Mikrodalga fırın için üretilmiş termometreler dışında termometre kullanılmamalıdır. Termometrelerden fırının içine uzanan teller kullanarak ısı ölçmeye çalışılmamalıdır çünkü mikrodalga kaçağı olabilir.

Fırını kullanmak kadar fırının içine konulan maddelerde önemlidir. Fırında kullanımı sakıncalı olan maddeler şunlardır:

- 1) Enfeksiyon potansiyeli olan maddeler için dikkat edilmesi gereken uluslararası kurallara mikrodalga ışınım işlemi öncesi ve sonrası uymak gerekir. Mikrodalga'nun bazı mikroorganizmaları yok ettiği

- bilinse de mikrodalga sterilizasyonunun yaygın kullanımı için henüz yeterli bilgi birikimi yoktur.
- 2) Patlayabilen, alev alabilen solüsyonlar kullanılmamalıdır. %50 den fazla alkol içeren solüsyonlar, propylen oxide, ksilen, v.b. maddeler alev yada buhar yolu ile mikrodalga fırına ve çevreye zarar verebilirler.
- 3) Zararlı kimyasal sıvılar mikrodalga fırına konulacağında havalandırma-aspirasyon-davlumbaz sistemleri çok iyi çalışmalıdır.
- 4) Mikrodalga için özel üretilmiş kaplar kullanılmalıdır. Bu kaplar mikrodalga enerjisini geçirmeli, metal içermemelidir çünkü enerjiyi yansıtıp mikrodalga fırında kıvılcım oluşumuna neden olabilir.
- 5) Mikrodalga fırında çıkarılan kaplar sıcak olabileceği için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır. Volkanik kaynamalar olabileceği unutulmamalıdır.

*Dr. Ramazan KAHVECİ*

*Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi*

*Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı*

*16059 Görükle, BURSA*

#### **KAYNAKLAR**

1. Brodtkin R H , Bleiberg J; Cutaneous microwave injury; Acta Dermatovener; 53; 50-52, 1973.
2. Alexander RC, Surrell JA, Cohle SD; Microwave oven burns to children: An unusual manifestation of child abuse; Pediatrics; 79(2); 255-260, 1987.
3. Surrell J A, Alexander C R, Cohle S D, Lovell FR, Wehrenberg R A; Effects of microwave radiation on living tissues; J Trauma; 27(8); 935-939, 1987.
4. Puranen L, Jokela K; Radiation hazard assesment of pulsed microwave radars; J Microw Power Electromagn Energy; 31; 165-77, 1996.
5. Boon M E, Kok L P; Microwave Cookbook of Pathology; Coulomb Press Leyden; Leiden; 21-29, 1988.
6. Budd R A; Can microwave radiofrequency radiation (RFR) burns be distinguished from conventional burns?; J Microw Power Electromagn Energy; 20;1, 1985.
7. McRee D I; Potential microwave injuries in clinical medicine; Ann Rev Med; 109-115, 1976.
8. Powell EC, Tanz RR; Comparasion of childhood burns associated with use of microwave ovens and conventional stoves; Pediatrics; 91(2); 344-349, 1993.
9. Korpan N N, Saradeth T; Clinical effects of continuous microwave for postoperative septic wound treatment: A doubleblind controlled trial; Am J Surg; 170; 271-276, 1995.
10. Godfarb B, Bartkiw T, Trachtenberg J; Microwave therapy of benign prostatic hyperplasia; Urol Clin N Am; 22; 431-439, 1995.
11. Kigure T, Satoh H Y, Fujieda N, Wakayama Y; Microwave ablation of the adrenal gland: experimental study and clinical application; Br J Urol; 77; 215-220, 1996.

12. Naito S, Nakashimo M, Kimoto Y, Nakamura M, Kotoh S, Tanaka M, Kumazawa J; Application of microwave tissue cogulator in partial nephrectomy for renal cell carcinoma; *J Urol*; 159; 960-962, 1998.
13. Brehmer M; Morphological changes in prostatic adenomas after transurethral microwave thermotherapy; *Br J Urol*; 80; 123-127, 1997.
14. Kahveci Z, Çavuşoğlu İ, Sırmalı ŞA; Microwave fixation of whole fetal specimens; *Biotec Histochem*; 72; 144-147, 1997.
15. Çavuşoğlu İ, Kahveci Z, Sırmalı ŞA; Rapid staining of ultrathin sections with the use of a microwave oven; *J Microscopy*; 192; 212-216, 1998.
16. Kahveci Z, Sırmalı ŞA; Mikrodalga teknolojisi ve doku fiksasyonunda kullanımı; *S B Bursa Devlet Hast Tıp Bülteni*; 11; 1-2, 1995.
17. Kahveci Z, Sırmalı ŞA; İnce bağırsağın fiksasyonunda mikrodalga ışınımının kullanımı *Uludağ Üniv Tıp Fak Derg*; 1-2-3; 1-4, 1995.
18. Kanter M, Kahveci Z, Karaöz E, Sırmalı ŞA; Mikrodalga kullanımı ile tespit edilmiş sıçan paratiroid dokularının ışık ve elektron mikroskopta incelenmesi; *Vet Bilim Derg*; 12,2; 133-140, 1996.
19. Kahveci Z, Minbay FZ, Çavuşoğlu İ, Oya A, Noyan S, Sırmalı ŞA; Mikrodalga fırın ile doku takibi; *Türk Patol Derg*; 13-1; 23-26, 1997.
20. Kahveci Z, Minbay FZ, Çavuşoğlu İ, Noyan S, Sırmalı ŞA; Mast hücrelerinin boyanmasında mikrodalga ışınımının uygulanması; *Uludağ Üniv Tıp Fak Derg*; 24; 29-33, 1997.
21. Sato M, Watanabe Y, Kashu Y, Nakata T, Hamada Y, Kawachi K; Sequential percutaneous microwave coagulation therapy for liver tumor; *Am J Surg*; 175; 322-324, 1998.
22. Daels J; Microwave heating of the uterine wall during parturition; *Obstet Gynecol*; 42;76-79,1973.
23. Foster KR, Pickard WF; Microwaves: the risks of risk research; *Nature*; 330; 531, 1987.
24. DeWitt JR, D'Andrea JA, Emmerson RY, Gandhi OP; Behavioral effect of chronic exposure to 0.5 mW/cm<sup>2</sup> of 2,450-MHz microwaves; *Bioelectromagnet*; 8; 149-157, 1987.
25. Forman SA, Holmes CK, McManamon TV, Wedding WR; Psychological symptoms and intermittent hypertension following acute microwave exposure; *J Occupational Medicine*; 24; 932-934, 1982.
26. Steneck NH, Cook H J, Vander A J, Kane G L; The origins of U.S. safety standarts for microwave radiation; *Science*; 208; 1230-1237,1980.
27. Czerski P; Radiofrequency radiation exposure limits in Eastern Europe; *J Microwave Power*; 233-239, 1985.
28. Nicholson CP, Grotting JC, Dimick AR; Acute microwave injury to the hand; *J Hand Surg*; 12(3); 446-449, 1987.
29. Tintinalli JE; Microwave radiation injury; *Ann Emerg Med*; 12; 645-647, 1983.
30. Fleck H; Microwave oven burn; *Bulletin of the New York Acad Med*; 59:3; 313-317, 1983.
31. Malcy P; Burns from microwave ovens; *Lancet*; 1(8490); 1147, 1986.
32. Stein JM; Hand exposure to microwaves; *Ann Emerg Med*; 14; 278-279, 1985.
33. Budd R; Burns associated with the use of microwave ovens; *J Microw Power Electromagn Energy*; 27(3); 160-163, 1992.
34. Puczynski M, Redemaker D, Gatson RL; Burn injury related to the improper use of a microwave oven; *Pediatrics*; 72; 714-715, 1983.
35. D'Andrea JA, Emmerson RY, DeWitt JR, Gandhi OP; Absorption of microwave radiation by the anesthetized rat: Electromagnetic and thermal hotspots in body and tail; *Bioelectromagnetics*; 8; 385-396, 1987.
36. Login GR, Dvorak AM; *The Microwave Tool Book*; Beth Israel Hospital; Boston; 18-29,1994.