

**TEDAVİ AMACIYLA KULLANILAN MİKRODALGA ENERJİSİNİN KAN  
( Total Protein, Serum Proteinleri ve T<sub>3</sub>—T<sub>4</sub> Hormonları )  
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN VİTRO İNCELENMESİ**

( DOKTORA TEZİ )

**Bil. Uzm. Süleyman DAŞDAĞ**

**DOKTORA YÖNETİCİSİ  
Prof. Dr. Salih ÇELİK**

## T E Ş E K K Ü R

Öncelikle, bu günlere gelmemde, emeklerini inkar edemeyeceğim Annem ve Babam'a,

Araştırma Görevliliğine başladığım günden beri, gerek Bilim Uzmanlığı, gerekse Doktora öğrenimim süresince daima yol gösteren, bilimsel emeklerinin yanısıra bir büyük olarak yardım ve yakın ilgilerini esirgemeyen, değerli hocam sayın, Prof.Dr.Salih Çelik'e,

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ana bilim Dalı Öğretim üyesi Yard.Doç.Dr.Faruk Şendur'a, Nükleer Tıp Ana Bilim Dalı Öğretim üyesi Yard.Doç.Dr.Halil Kaya'ya, Biyoistatistik Birimi öğretim üyesi Yard.Doç.Dr.Yusuf Çelik'e, Biyoloji Ana Bilim Dalı öğretim görevlisi Dr.M.Emin Erdal'a, Uzman Ömer Satıcı'ya, Biyokimya Ana Bilim Dalı'ndan Uzman Abdurrahman Kaplan ve Araş.Gör.Cengiz Turgut'a,

Biyofizik ve Nükleer Tıp Ana Bilim Dalındaki tüm çalışma arkadaşlarıma ve tüm dostlarıma,

Teşekkür ederim.

Süleyman Daşdağ

## İ Ç İ N D E K İ L E R

Giriş .....	1-3
Genel Bilgiler .....	4-31
Materyal ve Metod .....	32-41
Bulgular .....	42-60
Tartışma .....	61-64
Sonuç .....	64
Özet .....	65
Literatür .....	66-72

## BÖLÜM : 1

### Giriş ve Amaç :

İnsanoğlu varoluşundan,günümüze kadar sürekli bir arayış içerisinde dir.Bu arayış zihnindeki soru işaretlerini cevap - landırma arayışıdır.Bir sorunun cevabını bulduğu anda,buldu - ğu cevaba ilişkin birden fazla soru ile karşılaşabilir ve bunların cevaplarını araştırmaya başlayarak,bilimsel gelişim dediğimiz olayı gerçekleştirir.Böyle bir arayışın sonucudur ki,ataları taş ve sopalarla yaşamlarını sürdüren insanoğlu, günümüzde uzay çağı diye adlandırılan çağın sırlarını çözmeye aşamasına gelmiştir.

Bu bilimsel ve teknolojik gelişimin avantajlarının yanın - da,dikkat edilmemesi durumunda dezavantajlarının söz konusu olduğu ve bunların sonucunda doğanın olumsuz yönde etkilen - diği bilim adamlarınca tespit edilmiştir.Geliştirdiği tekno - lojilerle kendine rahat bir yaşam sağlamayı amaç edinen in - sanoğlu,bunların dikkatli kullanılmaması durumunda kendi so - numu hazırladığının bilincini yitirmemelidir.

Örneğin,Dünyamızı saran ve doğadaki dengenin sağlanmasın - da önemi tartışmasız olarak kabul gören,ozon tabakası,tekno - lojik gelişimin beraberinde getirdiği rahatlamanın yanında bazı özelliklerin dikkate alınmaması sonucu,tabakanın bazı yerlerinde incelemeler oluşmuştur.

Elbette insanoğlu buluşlarının,keşiflerinin yan etkile - rini ilk anda kavramayabilir.Ama bunların doğadaki etkileri - nin neler olduğunu zaman içerisinde araştırabilir.Bir örnek ile açıklayacak olursak,radyasyonun biyolojik etkileri bilin - meden önce,Amerika'nın New Jersey eyaletinde bir saat fabri - kasında çalışan bayanlar,saat minelerini radyumlu boya ile boyarken,boyaya batırdıkları boya fırçalarının uçlarını du - dakları ile inceltiyorlardı.Daha sonra bu kişilerde anemi, lösemi vb. etkiler görülüyor.Ardından yapılan araştırmalar, sözkonusu patolojilerin,radyasyonun biyolojik sistemler üze - rine olan olumsuz etkileri sonucu oluştuğu saptanmıştır.

Ayrıca radyoaktivite denince akla ilk gelen bilim adamı

madam Curie'nin radyoaktivitenin, o an için bilinmeyen biyolojik etkileri sonucu yaşamını yitirdiğini unutmamak gerekir. İşte bilimsel gelişim Curie ve nice bilim adamlarının hayatlarına malolarak günümüz teknolojisine ulaşmıştır. (Bu bilim şehitlerine çok şey borçluyuz ve bilim tarihi boyunca saygı ile anılacaklardır.)

İyonizan ve non-iyonizan diye iki gruba ayrılan elektromagnetik spektrumda yer alan bir çok enerji türü, doğadaki biyolojik veya diğer sistemlerle sürekli etkileşim halindedir. Dünyanın oluşumu sırasında oldukça yüksek olan elektromagnetik enerji (Radyoaktivite) düzeyi zaman eksenini boyunca azalım kaydetmiştir. Fakat insanoğlunun geliştirdiği yapay radyasyon kaynakları ile bu doğal radyasyon düzeyinin inmesi kısmen de olsa engellenmektedir ve biyolojik sistemlerin bunlardan etkilenmeleri doğal bir sonuç olarak gündeme gelmektedir.

Günlük yaşantımızda maruz kaldığımız elektromagnetik spektrumun çeşitli üyeleri bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak x, gamma, ultraviyole, infrared, vs. ışınlar verilebilir. Bu spektrumun bir üyeside mikrodalgalardır. Hergün belirli miktarlarda maruz kaldığımız mikrodalgalar, bunu oluşturan üreteçler arttıkça maruz kalacağımız mikrodalga ışını seviyesi yükselecektir.

Ondokuzuncu yüzyılda keşfedilen ve o günden günümüze kadar, özellikle ikinci Dünya savaşı sırasında, radyo ve radar frekanslarında kullanılan, daha sonra tıpta, haberleşmede, endüstride ve askeri alanda geniş kullanım sahası bulan mikrodalgalar ve bunlardan yararlanılarak geliştirilen aletler evlerimizde kullanılmakta ve günlük yaşantımızın bir parçası olmuşlardır. Günümüzde evlerde kullanılan mikrodalga fırınlar, el telsizleri bu araçlara birer örnek olarak gösterilebilirler. Ayrıca FM radyo ve TV vericilerinin uzay haberleşmelerinde mikrodalga frekanslarından yararlanılmaktadır(1).

Gelişmiş ülkelerde, iyonizan ışınların biyolojik etkilerinden korunmak için belirlenen doz sınırlarında olduğu gibi mikrodalgaların biyolojik etkilerinden korunmak için de belir-

li bir doz sınırı tespit edilmiştir.Bu doz sınırı ülkelere göre değişmektedir.Batı ve Doğu bloğu ülkeleri bu doz sınırı konusunda farklı düşünceler yürütmektedirler.

Günümüz tıbbında artık rahatlıkla kullanılan mikrodalgalar tedavide hatta cerrahide(Mikrodalga bıçağı) olumlu yönde cevap vermektedir.Biyolojik etkileri bilinen mikrodalgaların canlı sistem üzerine uygulanması(kontrollü olarak) sırasında birtakım biyolojik etkiler ile karşılaşılabilceğı düşüncesinden hareketle uygulama öncesi ve sonrası izole ettiğimiz protein ve bazı hormonların durumlarını değerlendirerek meydana gelen değişiklikleri tespit etmeyi amaçladık.

## BÖLÜM : 2

### Genel Bilgiler :

Elektromagnetizmanın temel teorisi Maxwell tarafından ileri sürülmüştür. Maxwell elektrik ve magnetik alanların dinamik özellikleri ve aralarındaki ilişkiyi açıklamıştır. Özellikle bu teoriyle bir elektrik alanındaki değişimin, bir magnetik alanı veya tersine bir magnetik alandaki değişimin bir elektrik alanı oluşturduğu ifade edilmiştir. Zamanla değişen elektrik ve magnetik alanlar, uzaya bir dalga yayarlar. Bu tür dalgalara "Elektromagnetik" dalgalardanir.

Örneğin, bir radyo verici anteninden uzaya salınan elektromagnetik enerjiye kısaca radyo dalgaları veya elektromagnetik dalgalardanir. Elektrik ve magnetik alanlar birbirlerine ve yayılma doğrultusuna diktirler. Elektrik ve magnetik alan şiddetleri aynı yerde ve aynı zamanda maximum ve minimum değerler alırlar. Alanların vektörel temsillerinin zarfı, sinüs eğrileridir. Alanların şiddetleri sıfır olduğu anda, alanlar yön değiştirirler. Elektromagnetik dalgalardanir. Elektromagnetik dalgaların yayılma hızları, dalgaların yayıldıkları ortamın elektriksel ve magnetik özelliklerine bağlıdır. Yayılma hızı, alanların genliklerindeki değişimlerden ve dalgaların geçmişinden bağımsızdır. Elektromagnetik dalgaların serbest uzayda yayılma hızı (Boşluktaki hızı) ışık hızına ( $c : 3 \times 10^8 \text{ m/sn}$ ) eşittir. Elektromagnetik dalganın dalga boyu ( $\lambda$ ) ile frekansı ( $f$ ) ve yayılma hızı ( $c$ ) arasında

$$f : c / \lambda$$

bağıntısı vardır. Elektromagnetik dalgaların dalga boyları, kilometre mertebesindeki radyo dalgalarından başlayarak, angstromdan daha küçük boyutlara kadar iner.

Elektromagnetik dalgalarla uzaya enerji salınır. Örneğin bir alternatif akım devresi, çevresine elektromagnetik enerji salar. Başka bir deyişle, alternatif akım devresinin çevresinde kurulan magnetik alana sürekli enerji salınır. Radyo vericilerinde durum böyledir. Radyo dalgaları, ossilatörlerle elde edilen sinüsoidal değişimli, yüksek frekanslı akımlar kullanılarak radyo verici anteni aracılığıyla uzaya salınır. Elektromag-

netik dalgalarla, dalgaların, yansıma (reflection), kırınım (diffraction), kırılma (refraction), girişim (interferans) ve polarizasyon gibi karakteristik temel olayları gözlenir.

Elektromagnetik dalgalar boşlukta yayılıyorken başka bir enerjiye dönüşmezler. Elektromagnetik dalgalar bir noktadan diğer bir noktaya enerji taşırlar. Bir elektromagnetik enerji fotomunun enerjisi

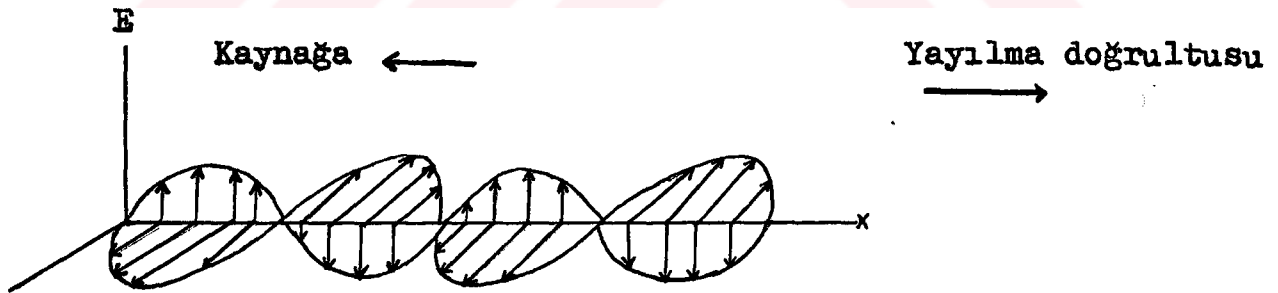
$$E : h.f$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada ;

$h$  (Planck sabiti) :  $6,62 \times 10^{-34}$  joule.sn dir.

Elektromagnetik dalgalar bir maddesel ortamda yayılıyorken, neden olduğu pek çok olayların yanında, iyonizasyon, uyarım ve ısı enerjisine dönüştüğü, ortamın incelenmesinden anlaşılır. Elektromagnetik dalgaların maddesel ortamlardaki yayılma hızları, her ortam için, belirli sabit değerdedir ve bu hızlar boşluktaki yayılma hızından daha küçüktürler. Maddesel ortamlarda elektromagnetik dalgaların yayılma hızı dalğanın frekansına bağlıdır. Elektromagnetik dalgaların genliği ortamın soğurması nedeniyle eksponansiyel olarak azalır.

Bir ortamın soğurma katsayısının değeri, ortamın fiziksel özelliklerine ve elektromagnetik dalğanın frekansına bağlıdır.



B

Şekil 1. Bir elektromagnetik dalgaya ait elektrik ve magnetik alanların geometrik temsili

Elektromagnetik dalgalar frekanslarına göre, farklı fiziksel özellikler gösterirler ve frekans veya dalga boylarına göre adlandırılırlar. Genel olarak elektromagnetik dalgaların frekans veya dalga boylarına göre bir cetvel halinde sıralanmasına "Elektromagnetik Spektrum" denir. Elektromagnetik spek -



trumun değişik bölgelerindeki ışınım dalga boyları veya frekanslarının farklı oluşu bu ışınların kaynaklarının değişik olmasındandır. Elektromagnetik dalgalar; Osilatörler, atomik titreşimler, atomik ışınım ve elektrikle yüklü elemanter parçacıkların ivmeli hareketleri sonucu oluşurlar(2,3,4,5,6).

Elektromagnetik spektruma giren enerjiler iyonizan ve non-iyonizan olmak üzere iki grupta incelenir. Aşağıdaki tabloda elektromagnetik spektruma giren enerji türlerinin isimleri, frekans ve dalga boyları gösterilmiştir(7).

Enerji	Dalga	Dalga	Frekans	Radyasyon	
	Sayısı	Boyu		Türü	
kcal/mol	eV	cm <sup>-1</sup>	cm	Hz	
$9,4 \times 10^7$	$4,1 \times 10^6$	$3,3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{-11}$	$10^{21}$	gamma
$9,4 \times 10^5$	$4,1 \times 10^4$	$3,3 \times 10^8$	$3 \times 10^{-9}$	$10^{19}$	X
$9,4 \times 10^3$	$4,1 \times 10^2$	$3,3 \times 10^6$	$3 \times 10^{-7}$	$10^{17}$	UV
$9,4 \times 10^1$	$4,1 \times 10^0$	$3,3 \times 10^4$	$3 \times 10^{-5}$	$10^{15}$	Visible
$9,4 \times 10^{-1}$	$4,1 \times 10^{-2}$	$3,3 \times 10^2$	$3 \times 10^{-3}$	$10^{13}$	Infrared
$9,4 \times 10^{-3}$	$4,1 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^0$	$3 \times 10^{-1}$	$10^{11}$	Micro Wave
$9,4 \times 10^{-5}$	$4,1 \times 10^{-6}$	$3,3 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^1$	$10^9$	Radio
$9,4 \times 10^{-7}$	$4,1 \times 10^{-8}$	$3,3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^3$	$10^7$	

Tablo 1. Elektromagnetik Spektrum

Elektromagnetik spektrumda bulunan enerjilerin çoğu endüstriyel kullanım alanlarının yanında çeşitli tıp dallarında teşhis, tedavi ve araştırma amacıyla yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Biyofiziksel prensipler gözönüne alınmak koşuluyla, elektromagnetik spektrumdaki enerjilerin tıp alanında

Özellikle non-invaziv bir şekilde kullanılması ve bu kullanımın gün geçtikçe artması, günümüz medikal<sup>a</sup> olayları ve bunları oluşturan problemlerin çözümünde, son derece büyük kolaylıklar sağlamıştır.

### Mikrodalgalar :

Araştırmamızda kullandığımız mikrodalgalar elektromagnetik spektruma giren enerji türlerinden biridir. Mikrodalgalar yüksek frekanslı ışınlar olup, elektromagnetik spektrumun non-iyonizan kısmında yer alırlar. Elektromagnetik spektrumda 300 MHz ile 300 GHz frekansla kızılötesi ışınları ile yüksek frekanslı radyo dalgaları arasındaki bölgeyi oluşturan ve dalga boyları mm mertebesinde (0,1cm ile 10cm) olan ve 2,45 GHz olan diyatermi frekansında içeren elektromagnetik dalgalarıdır (1,2,4,6,7,8,13).

Yapılan araştırmalara göre radar dalgaları 1-10 GHz frekansla titreşir (1 GHz : 1 Milyar Hertz). Fakat 30 MHz in üstündeki (1 MHz : 1 Milyon Hertz) dalgalar Dünyayı çevreleyen iyonosferden geri yansımaz, iyonosferi delip geçer ve Dünyanın eğriliğini izlemek yerine uzayda kaybolup gider (8).

Yukarıda anlaşıldığı gibi üretilen mikrodalgaların tümü uzaya ulaşmamakta ve bunların belirli bir kısmı yaşadığımız doğal çevrede madde (canlı, cansız) ile etkileşim halinde dir. yapay üreteçlerin artması ve kullanım alanının genişlemesi, biyolojik etkileri henüz tamamiyle tespit edilmemiş olan mikrodalgalar için ülkeleri, kendi koşullarını gözönünde bulundurmaksuretiyle belirli bir mikrodalga güvenlik sınırı tespitine zorlamıştır.

Mikrodalga güvenlik sınırlarını tespit etmek karmaşık bir işlemdir. Sınırların tespiti için, etkilerinin bilinmesi gerekir. Maalesef biyolojik etkilerin tam tespiti, bir çok parametrenin mevcudiyetinden ötürü oldukça zordur. Fakat gerçekçi bir gözlemlerle hazırlanan standartlar insanların gereksiz yere, yüksek radyasyona maruz kalmalarını önleyeceği gibi, elektromagnetik enerjiden, önemli tehlikelere uğramaksızın, optimum miktarda yararlanmamızı sağlayacaktır.

Bu yüzden güvenilir standartlar oluşturmak için bilimsel araştırmalar sürdürülmektedir. Değişik ülkelerde santimetre kare başına izin verilebilir oranda radyasyon düzeyi için standartlar belirlenmiştir. ABD'nin standardı, normal sağlıklı bir insanın, doğal çevre şartları altında vücudunda, sıcaklık artışı olmadan alabileceği en yüksek magnetik güç miktarıdır. Bu değer  $10 \text{ mW/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır. Bu amaçla yapılan tüm çalışmalarda aynı sonuç elde edilmiştir(9,10).

SSCB sağlık bakanlığı, 1959 yılında mikrodalga uygulamaları sırasındaki güvenlik sınırlarını açıklamıştır. Yapılan deneyler sırasında  $1 \text{ mW/cm}^2$  civarındaki değerlerde deney hayvanlarında gözlenen değişiklikler SSCB standartlarına esas alınmıştır. Bu değeri sınır değeri alıp, bir iş gününde, ortalama 10 saat kabul ederek  $0,1 \text{ mW/cm}^2$  değeri elde edilmiştir. Fakat bu değerde uygun görülmeyip, güvenliği sağlamak amacıyla  $0,01 \text{ mW/cm}^2$  olarak kabul edilmiştir(10).

Biyolojik etkilerin değerlendirilmesine göre diğer ülkelerde, bir güvenlik standardı belirlemişlerdir. Bütün ülkelerin belirlediği değerlerdeki farklılık, bu noktadan kaynaklanmaktadır. Gerek askeri, gerekse sivil kesimlerde, radar ve diğer mikrodalga yayıcılarının  $10 \text{ mW/cm}^2$  lik limit içinde zararlı olduklarını kanıtlayıcı herhangi bir delil sözkonusu değildir. Buna rağmen 30 MHz'in altındaki frekanslarda çalışan personelin yakın alandan dolayı etkilendikleri hakkında pek çok endişeler bulunmaktadır(9,10)

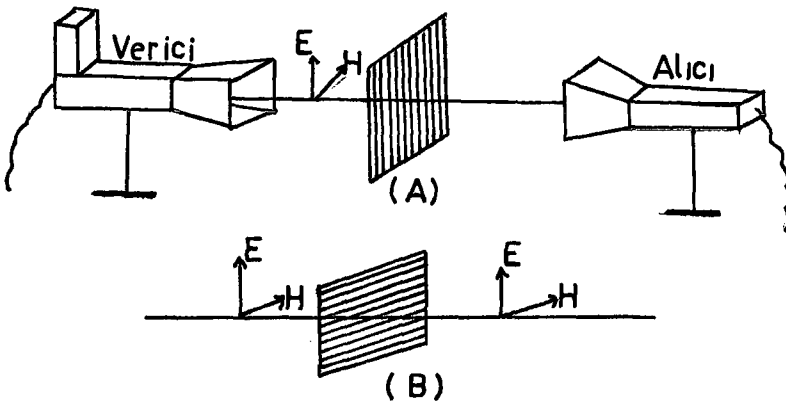
#### Mikrodalga Enerjisi ve Elde Edilişi :

Elektromagnetik teori yönünden maddeler iletken 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 uzaklık bulunan pozitif noktasal yük (çekirdek) ve negatif noktasal yüklerden (elektronlar) meydana gelmiştir. Dielektrik içinde alanın zamanla değişmesi ile madde içinde oluşan elektrik alanı da değişir ve oluşan dipollerde salınım yaparlar. Enerjinin korunumu yasasına göre bu salınımların devam edebilmesi için elektronlar, elektromagnetik dalgadan enerji alırlar. Ortamda ısıya dönüşen bu enerjiye mikrodalga enerjisi denir (11).

Mikrodalgalar, genellikle Klystron veya magnetron gibi elektronik tüplerle elde edilirler (4,12). Mikrodalgalarla deneysel çalışma yapmak için titreşken osilatör (Dalga Kaynağı) ve dedektör (Dalga algılayıcısı) e gereksinim vardır. Mikrodalga kaynağından elde edilen ve üzerine sabit frekanslı gerilim modüle edilmiş elektromagnetik dalga, bir alıcı dedektör aracılığıyla hoparlöre verilir ve sabit frekanslı bir ses duyulur. Duyulan sesin şiddeti elektromagnetik dalganın gerçek şiddeti ile doğru orantılıdır. Mikrodalga vericisinin saldıdığı elektromagnetik dalga düzlem polarizedir ve elektriksel alan vektörüne daima paralel kalır (12).

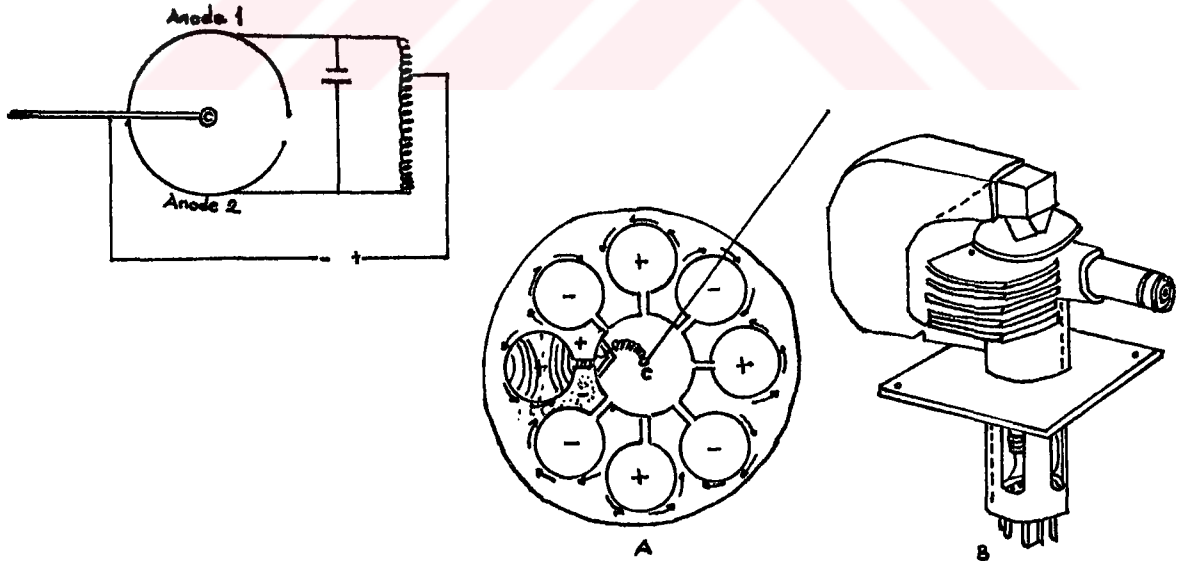
Aşağıdaki birinci şekilde, ağız tellerine paralel olan E elektrik alan vektörünün değişimleri iletken tellerde akım oluşturur. Enerji bu şekilde kaybolduğundan ağız arkasında elektromagnetik dalga gözlenmez. İkinci şekilde ise ağız telleri E elektrik alan vektörüne dik bir şekilde tutulursa, E'deki değişimler tellere dik doğrultuda akım oluşturamaz. Enerji kaybı sözkonusu olmayacağından dalga ağız arkasında gözlenir.



Şekil 2. Klystron

Mikrodalga üreticinin birinci bölümünde yüksek voltajlı düzdüzgün bir doğru akım elde edilir.ve bu akım özel bir diod lambaya"Magnetron"a verilir.Magnetromun katodu nikelden yapılmış bir çubuktur.ve üzeri ısıtılınca bol miktarda elektron saçması için Barium ve Stronsiyum oksit ile kaplıdır.Anod ise ortası boş silindir şeklindedir.Anod üzerinde ayrıca sekiz ila onaltı tane anahtar deliği şeklinde boşluk vardır.

Magnetromun çalışması düdüklerdeki prensibe benzetilerek açıklanabilir.Yalnız burada hava yerine katoddan bol miktarda etrafa saçılan ve yüksek voltajın etkisiyle anod tarafından çekilen elektronlar,dar kanallardan geçip bunların somundaki geniş boşluklar içerisine büyük bir enerji kazanarak düşerler. Böylece sözkonusu boşluklar belirli bir frekansta rezonans haline geçer ve çok yüksek frekanslı elektromagnetik dalgalar elde edilir.Bu dalgalar özel bir kablo ile başlığa iletilir. Başlık içerisinde elektromagnetik dalga saçan(etrafa) bir anten ve bu dalgaları sonradan ışın demetleri şeklinde toplayıp yoğunlaştırarak,sözkonusu alana gönderen bir yansıtıcı vardır.Aşağıda magnetron lambası ve şeması görülmektedir.



Şekil.3. Magnetron Lambası

Herhangi bi alana iletilen enerji konusu ele alınınca iki yasa sözkonusu olur.Bunlar ;

1.Ters Kare Kamumu

Bu yasaya göre alana düşen enerji,ışın yayan kaynak ile bu alan arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.Örneğin ışın kaynağı ile tedavi alanı arasındaki uzaklık yarıya indirilirse,tedavi alanına dört misli fazla enerji gelmeye başlar.Örneğin ;

E : a / r<sup>2</sup> olsun. r : 1 durumunda E : a olacaktır.

r : 1/2 olması durumunda

E : a/(1/2)<sup>2</sup> : 4 a olduğu görülür.

2.İşınların Açısı Kamumu veya Kosinüs Kamumu

Bu yasaya göre sözkonusu alana düşen enerji,tedavi alanına dikey bir çizgi ile ışın hüzmelerinin arasında meydana gelen açının kosinüsü ile orantılıdır.Buna göre ışın sözkonusu alana dik bir açı yapacak şekilde geliyorsa geçtiği ortamda, enerji miktarı maksimum değere ulaşır.Örneğin 30°lik açı altında geliyorsa enerji miktarı yarı yarıya düşecektir.

Mikrodalga Diyatermi,Yayıma ve Abzorpsiyonu ;

Yarı iletken ve homogen bir ortamda mikrodalga diyatermi, düzenli bir ısı artışı meydana getirir.Bunun aksine mikrodalgalara karşı farklı direnç gösteren dokuları kapsayan bir canlı organizmada yer yer fazla ısı artışları olur.Özellikle mikrodalgalara çok değişik iletkenlik gösteren iki ortamın birleşme noktalarında yansıma ve elektromagnetik enerjinin ısı enerjisine dönüş oranı çok büyüktür.Bu biyofizik kuralına uygun olarak,mikrodalga diyatermi uygulanması sırasında kullanılan enerjinin % 50 sinden fazlası ciltte yansıyarak hava içerisinde kaybolur.Cilt üzerine Mycalex diye adlandırılan dielektrik maddenin konulmasıyla bu enerji kaybının azaltılabileceği gösterilmiştir.Ayrıca cilt altı tabakasıyla,adalelerin birleşme noktalarında da bol miktarda enerji ısıya çevrilir.Bu nedenle mikrodalga diyatermi uygulamasında ciltaltı ve adale dokularını geçerek kemik dokusuna ulaşan enerjinin miktarı oldukça azdır.Diz ve dirsek gibi kalın adale kaslarıyla sarılı olmayan



eklemleri mikrodalga diyatermi ile tedavi etmek mümkündür. Fakat yumuşak doku derinliklerine yeryeşmiş bir kalça eklemine bu tür bir uygulama ile fazla bir ısınma uygulanamaz.

Mikrodalgaların bütün dalga boylarının biyolojik etkileri henüz araştırılmamıştır. Ayrıca son yıllarda frekansı 2450 MHz olan mikrodalga diyatermiye nazaran frekansı 900 MHz olan diyatermi uygulamasının adalelerde daha büyük bir ısınma yapabileceği gösterilmiştir. Cilt altı ve adale tabakalarının birleşme noktalarında fazla bir yansıma ve ısı artışı yapmaması, sıcak noktaların ve yanıkların önlenmesi açısından üstünlük gösterecektir.

### Mikrodalgaların Biyolojik Etkileri :

Doğada çeşitli enerji türleri olduğu ve canlıların bu enerjilerle sürekli olarak etkileşim halinde olduğu bilinmektedir. Mikrodalgalar da elektromagnetik spektrumun bir üyesi olup biyolojik sistemlerde çeşitli etkiler oluşturmaktadır. Bu etkilerin bilinmesi, biyolojik sistemlerin incelenmesi ve bu sistemlere uygulanmasının yanında bu enerji türünün olumsuz etkilerine karşı biyolojik sistemleri korumak açısından büyük önem taşır.

Enerjilerin biyolojik sistemlerle etkileşimleri somucu termal ve non termal etki oluşturmaları, bu etkenlerin ortak özellikleridir. Bu yüzden mikrodalgaların biyolojik etkileri için de böyle bir sınıflandırma yapılması doğaldır.

Deichmann ve arkadaşları 1,25 cm dalga boylu ve 24000 MHz frekanslı mikrodalga radyasyonu deney hayvanlarına (rats, mice, chicks) uygulamışlar ve buldukları sonuçları on madde halinde şu şekilde sıralamışlardır(14).

1. Güç yoğunluğu azaldıkça, ölüm süresi uzuyor.

2. Mikrodalga entoksikasyonu ışınlamanın gücüne, süresine göre ve ayrıca ışınlanmış vücut parçasının büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir. Rat ve farelerin yalnızca kafalarına mikrodalga uygulanması sırasında santral sinir sistemi hastalıklarının olduğu fakat convulsiyon olmadığı saptanmıştır. Daha sonra hayvanların kafalarına mikrodalga ortamından uzaklaştırmak istedikleri gözlenmiştir. Tüm vücuda mikrodalga uy -

gulanması sırasında santral sinir sistemi rahatsızlıklarının olmadığı, vücut ısısının yükseldiği ve rektal ısının  $43^{\circ}\text{C}$  düzeyine ulaştığında tüm hayvanların öldüğü gözlenmiştir.

Aynı deney civcivde denenmiş, ışına tamamen maruz kalınması durumunda kas zayıflığı, bacak ve kanat kaslarında tonik kronik spazmlar saptanmış ve 5-15 dakikalık bir süre içerisinde hayvanın düzeldiği ve ışın yoğunluğunun fazla olduğu bölgeden kaçmak için çaba gösterdiği saptanmıştır.

3. Işınlara lokal etkileri, ratlarda ışın yoğunluğuna bağlı olarak hyperemia dan 1. 2. ve 3. derece yanığa kadar değişiklik göstermiştir. Tüm vücut uygulamasında ise ağır hyperemia ve deri altı mezenter dokuda yaygın hemoragi gözlenmiştir.  $0,03 \text{ watt/cm}^2$  lik enerjinin üç saatlik uygulanması sonucu karaciğer ve dalakta soluklaşma, akciğerlerde kongestion (durgunluk) belirtileri gözlenmiştir.

4.  $0,3 \text{ watt/cm}^2$  lik ışın karın bölgesine uygulandığında 12,3 dakikada ratların öldüğü gözlenmiş ve aynı ışın kafaya uygulandığında ölümün 18,5 dakikada gerçekleştiği, bel bölgesine uygulanmasında bu sürenin 15,5 dakika olduğu tespit edilmiştir.

5. Total vücut ışınlanmasına maruz kalan ratın, en çok direkt ışına maruz kalan vücut bölgesinde, daha sonra karın bölgesi dokularında üçüncü olarak sırtın deri altı dokusunda ve son olarak rektal bölgesinde ısı artışı gözlenmiştir. Sağa doğru yatırılmış (anesteziyle) önce mide, dalak, böbrek ve karaciğerinde ısı artışı gözlenmiştir.

6. Eşit yoğunluktaki mikrodalga ve infrared ışınlarının etkileri karşılaştırıldığında infrared ışınlarının etkileri sadece deride kalırken, mikrodalgaların etkilerinin 5 ila 8 mm derinliğe kadar indiği saptanmıştır ( $0,5 \text{ watt/cm}^2$ ).

7. Aynı iki ışın karşılaştırılması, kürklü ve kürksüz hayvanda yapılmış ve kürkün infrared ışınının etkisini azalttığı, fakat mikrodalgayı etkilemediği görülmüştür.

8. Mikrodalga uygulaması bittikten sonra, rektal ısı yüksek kalırken, infrared (eşit dozda) uygulaması bittiğinde rektal ısının düştüğü gözlenmiştir.

9. Deri içi veya rektal ısı ölçümlerinde mikrodalganın



infrarede nazaran üç kez daha etkin olduğu gözlenmiştir.

10. Mikrodalganın aralıklı uygulanmasının, sürekli uygulamaya nazaran ölüm sürelerini uzattığı gözlenmiştir.

Quan, yaptıkları çalışmada mikrodalga etkisiyle ısı artışı gözlendiğini ve yüksek ısı oluşturan mikrodalgaların zararlarının şiddetli bir şekilde meydana geldiğinden bahsetmektedir. Aynı makalede, Himes ve Randall(1952)'in yaptıkları çalışmada, 3000 watt'lık mikrodalga alanında tavşanların 75 saniyede öldüğü, 4000 watt'lık bir radyasyon alanına, hamsterin konması durumunda ise hayvanın 10 saniye sonra öldüğü belirtilmiştir.

Oldendorf'un tavşanların kafalarına 12,5 cm dalga boylu mikrodalgalar uyguladığı ve irradyasyonun beyin dokusunu harap ettiği, Boysen'in çıkış gücü 500 watt olan üreteciyle 350 MHz'lik mikrodalga radyasyona maruz bıraktığı hayvanların bağırsaklarında hyperemia, hemorrhage, necrosis, dalakta hyperemia, myokardium da hemorrhage olduğu, yumurtalıkların içinde meydana gelen patolojilere rağmen, üst tabakada zarar oluşmadığı aynı makalede yer almıştır. Ayrıca aynı makalede Richardson ve arkadaşlarının, 100 watt çıkışlı üreteçleriyle 12 cm dalga boylu mikrodalgaları tavşanın gözüne 15 dakika(kaynaktan 5 cm uzakta) uyguladıkları ve 3 ila 5 gün içinde gözde katarakt oluştuğu belirtilmiştir.

Ayrıca, Daily, Lipman ve Cohn'un mikrodalga irradyasyonunun, insanda zararlarının gözlenmediği, 1952 yılında bir radar işçisinde bilateral katarakt oluştuğu, Hirsch ve Parker tarafından 32 yaşındaki bir teknisyenin 100 watt çıkışlı 9 ila 18 cm dalga boylu mikrodalga üreteciyle onbir ay çalıştığı ve bu şahısta similar lezyonların oluştuğunu ileri sürdükleri, McLaughkin'in 1957'de 42 yaşındaki bir erkeğin tesadüfen mikrodalgaya maruz kaldığı ve öldüğü tezini öne sürdüğü, Ricke'nin fizyolojik değişimlerin reversibl olduğunu gölediği, paslanmaz çelik üretilen bir fabrikada çalışan bir kişinin parmağında açık kırık oluşu nedeniyle parmağına takılan alüminyumun, adamın çalıştığı yüksek frekans üretecinden radyasyon absorbladığı ve elinin şiştiği, ağırdığı, aletle çalışmadığı zamanlarda ağrı ve

şışın geçtiği aynı makalede belirtilmektedir(6).

Kamenskıı, kurbağalar üzerine mikrodalga uygulamış, sinir uyarımı ve sinir iletim derecesinin arttığını gözlemiştir(15).

Frey, santral sinir sistemi üzerine radyofrekans ve mikrodalga enerjilerinin etkileri olduğunu saptamıştır(16).

Webb ve Booth yaptıkları çalışmada, kontrol grubu olarak alınan E.coli lere timin ve aminoasit transferinin belli bir sürede gerçekleştiğini, fakat 65 GHz'lik bir mikrodalga ortamında ise bu sürenin uzadığı, 75 GHz'lik bir ortamda da bütün metabolitlerin hücre içine alınma sürelerinin normale göre uzadığı, ayrıca hücre büyümesinin yavaşladığını ve hiçbir frekansın hücreyi öldürmediğini, hücre sayımları sonucu saptadıklarını belirtmektedirler(17).

Baranski, mikrodalgaların tavşan ve kobayların santral sinir sistemi üzerine histolojik ve histokimyasal etkilerini araştırmış. yaptığı çalışmada ısı artışına yol açmayan dozlarda sürekli tekrarlanan mikrodalga uygulamalarının, myelin kılıflarında ve glial hücrelerde, ayrıca serebellum ve beyin beyaz cevherinde metabolik bozukluklara bağlı olarak morfolojik lezyonların oluşabileceğini göstermiş ve glial hücrelerin sayıca arttığını gözlemiş ve kronik mikrodalga uygulamalarının asetil kolinesteraz ve süksinik asit dehidrogenaz aktivitesini azalttığını saptamıştır(18).

Appleton ve Mc Crosson, insanlarda mikrodalgaların lens üzerine etkilerinin olduğunu saptamıştır(19).

Wachtel ve arkadaşları yüksek yük yoğunluğuna sahip mikrodalgaların dokularda ısınmaya neden olduğunu saptamışlar ve bunların etkilerini tespit etmişlerdir(20).

Lin ve arkadaşları seçici mikrodalga ile beyin ısıtılması konusunda araştırma yapmışlar ve sonuçta deney hayvanlarında dokuya zarar vermeden 90 saniye içinde 43°C'lik sıcaklık elde etmişler. Farklı hyperthermialı mikrodalgaların beyin kanseri tedavisinde kullanılmasının yeni bir adım olabileceğini ileri sürmüşlerdir(21).

Cleary'nin radyofrekans radyasyonu ve mikrodalga radyasyonun biyolojik etkilerinin değerlendirilmesindeki belirsizlikle-

ri içeren makalesinde, molekül bağlarında veya makromoleküllerin yapılarındaki zayıf bağların kopmasıyla sistemlerde reversibl bozukluklar oluştuğunu ve bu değişikliklerin enerji ihtiyacı gözönüne alındığında, radyasyonun dalga boyuna bağlı olduğu düşünülse, biyolojik sistemde non thermal etkileşimin bulunduğuna dair direkt bir belirtinin olmadığını, düşük yoğunluklu radyasyonlarda sistemin iç ısısının artması ile moleküler etkileşimin olabileceği belirtilmiştir(22).

Ayrıca aynı makalede in vitro etkiler olarak, hücre kültüründe mitotik arrest, metilpalmitate de rezonans absorpsiyonu, kan hücrelerinde ve bakterilerde inci kolye oluşumu, enzim inaktivasyonu, bakterisid etki, bitki gelişiminde değişiklikler, kromozomal aberasyonların, biyomoleküllerin ve hücrelerin yalıtkanlıklarının bozulması, hücre tümör gelişiminin durması, kurbağa kas ve kalp preparatlarının uyarılabilmesi gibi etkilerin olduğu belirtilmiştir.

E.Klinkova-deutschova'nın mikrodalga radyasyona maruz kalan kişilerde nörolojik bulgular adlı makalesinde, 29 işyerinde 350 kişide yapılan çalışmada aşağıda belirtilen alanlarda çalışan kişilerin mikrodalga risk grubunda bulunduğunu saptamıştır.

1. Metal kaynak iş grubunda çalışanlar, 0,5 MHz den 32 MHz'e kadar ışına maruz kalıyorlar.

2. Çelik eritme fabrikasında çalışanlar, günlük 50-400 V/m olmak üzere 0,45-150 MHz' kadar ışına maruz kalmaktadırlar.

3. Plastik kaynak işlerinde çalışanlar 12-150 MHz ışına maruz kalmaktadırlar.

4. Televizyon vericileri ile uğraşan teknisyenler, bu risk grubunda bulunmaktadırlar.

5. Geniş dalga boyuna sahip radyo verici istasyonlarında çalışanlar 6 MHz-30 MHz'lik ışına maruz kalmaktadırlar.

6. 3-13 cm lik dalga boyu ile çalışan endüstri ve araştırma enstitülerinde çalışan elemanlar 3 GHz-30 GHz'lik ışına maruz kalmaktadırlar.

7. Lineer particul accelerateur alanında çalışanlar da bu risk grubunda yer almaktadırlar.

8. Bu alanlarda yönetici olarak çalışanlar 300-800 MHz'e kadar ışına maruz kalmaktadırlar.

Bu iş kollarında çalışan kişilerde nörolojik bulgu olarak baş ağrısı, bitkinlik ve exitabilite (aşırı duyarlık) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde bulunmuştur (23).

Servantine ve arkadaşları, pulslu mikrodalga alanının farmakolojik etkilerini araştırmışlar ve sonuçta, bir kaç günlük mikrodalga uygulamasına maruz bırakılan albino ratların bazı ilaçlara normal hayvanlar gibi tepki göstermediğini gözlemişlerdir. Curare benzeri ilaçlar için nöromusküler sinaps alanında ve daha kesin olarak postsinaptik zarda reaksiyon saptadıklarını, bunun mekanizmasının o alandaki asetil kolines-teraz molekülünün, Curare benzeri ilaç molekülleri ile bağlanma enerjisinin mikrodalga etkisi ile düştüğünü ve bunun sonucunda curare'in zararlı etkisinin azalmasına bağlı olarak kas paralyzinin önlendiğini ve mortalytenin düştüğünü gözlemişlerdir (24).

Donald I. Mc Ree, 2450 MHz'lik mikrodalga alanında biyolojik bir örneğin mikrodalgaları absorblaması ve bunun tayini için bazı sonuçlar elde ettiğini belirtmiştir (25).

Kalada ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada 40 yaşın altında ve 5 yıldan fazla yüksek frekans ile çalışmış insanlarda yapılan araştırmalar sonucu % 52 oranında santral sinir sistemi bozuklukları saptamışlardır. Organik bir hasar gözlenmemesine rağmen aşırı terleme, kırmızı cilt lekeleri ve pilomotor refleksin bozulduğunun gözlendiğinden bahsedilmektedir. Sinir sistemi patolojisi kadınlarda erkeklere nazaran daha fazla (% 54-% 48) olarak bulunmuştur. Dolaşım sistemi patolojisi (Hypertansiyon, kalp kası değişiklikleri ve kalp küçülmesi) incelenen hastaların % 24 ünde görülmüştür. Bu hastaların geçmişte araştırıldığında kalp kasına ait hastalıkları hazırlayıcı bir etken bulunmamıştır. Proteine bağlı kollerol seviyeleri yüksek ve fosfolipidlerin kollerole oranı düşük bulunmuştur. 5 yıldan fazla bu alanda çalışanların total kollerol seviyesinde yüksek bulunmuştur. Vak'aların % 14 ünde gastrointestinal sistem değişiklikleri saptanmıştır (Kronik gastrit % 12

ülser % 2 ).

Periferik kanda kantitatif değişim görülmemiştir.Yalnız lökositlerin osmotik dirençlerinin kontrol grubuna göre altı kez daha düşük olduğu saptanmış,fagositik reaksiyonda azalarak organizmanın immünobiyojik yanıtını zayıflattığı göz - lenmiştir.

Bu tür endüstrilerde çalışanlarda,laboratuvar koşullarında gönüllüler üzerinde yapılan araştırmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında non thermogenik elektromagnetik alanların oldukça zararlı olduğu ve organizmayı etkilediğinin kanıtlan - dığı aynı makalede belirtilmiştir(26).

Baranski ve Edelwejn yaptıkları çalışmada mikrodalga rad - yasyonun hayvanlarda santral sinir sistemi aktivitesinde deği - şikliğe neden olduğunu saptamışlardır(27).

Hunt ve arkadaşları farelerin yüzme performansları üzeri - neyaptıkları araştırmada,pulslu mikrodalgaların farelerde yüz - me performans düşüklüğü oluşturduğu ve bunda uygulama sıra - sındaoluşan Hyperthermia'ya bağlı olduğunu saptamışlardır(28).

Ayrıca Hunt ve arkadaşları,mikrodalgaların biyolojik do - zimetri,absorblanan doz ve alan ölçümleri konusunda bir ça - lışma yapmışlar ve sonuçları değerlendirmişlerdir(29).

Wachtel ve arkadaşları düşük şiddetli mikrodalgaları izo - le edilmiş nöronlara uygulamışlar ve başlangıç ile absorblanan güç yoğunlukları arasında bazı teorik sonuçlar elde edilebile - ceğini belirtmişlerdir(30).

Taylor ve arkadaşları,kedilerin spinal kordları ve beyin - leriüzerine mikrodalga uygulamışlar ve spinal kordun ısısının, ışınlama boyunca arttığını,ilk ventral kök potansiyelinin ka - rakteristik değişmeler gösterdiğini ve latent dönemde alçaldı - ğını tespit ettiklerinden sözetmektedirler(32).

Bawin ve arkadaşları,izole edilmiş civciv beyin dokusuna 147 MHz'lik 1 mW/cm<sup>2</sup> lik radyasyon alanına koymuş ve kalsiyum oluşumunun arttığını göstermişlerdir(31).

Donald ve arkadaşları 2450 MHz'lik mikrodalgayı kedinin spinal korduna uygulamışlar ve sinaptik geçişin kuvvetlendiği - ni saptamışlardır(33).



Wangeman ve Cleary, tavşan serum değerlerine ve uyuma zamanlarına 2,45 GHz'lik mikrodalga ışınlarının in vivo etkilerini araştırmışlar. Farklı dozlara bağlı olarak uyuma değişikliklerinin olduğunu belirtmişlerdir. Makalede tavşanların kan parametrelerindeki değişikliklerin, non spesifik thermal strese ve doza bağlı bir yanıt olduğundan sözedilmektedir. Kalsiyum ve fosfat seviyelerinin geçici bir yükselmeden sonra normal seviyenin altına düştüğü görülmüştür. Serum glikozunda ani ve belirgin bir artış, BUN (Blood Ure Nitrogen) de artış, urik asit seviyesinde artış, gözlenen değişimler olarak kaydedilmiştir. Işımlanmış ve ışınlanmamış kontrol gruplarının arasında serum enzim değerleri arasında belirgin fark olmamasına karşın  $25 \text{ mW/cm}^2$  doz alan hayvanların uygulamadan bir ve iki gün sonra ortaya çıkan LDH ve SGOT artışının, olası bir karaciğer ya da kas hasarının sonucunda olduğu gözlenen olaylar arasında yer almıştır (34).

Michaelson, mikrodalga uygulamaları sırasında oluşan sıcaklığın santral sinir sistemi üzerinde bazı fizyolojik değişikliklere (Solumun hızı artışı, bradikardi) neden olduğunu yaptığı çalışmada belirtmiştir (35).

Cleary'nin radyofrekans ve mikrodalga radyasyonun biyolojik etkileri adlı makalesinde, düşük yoğunluklu mikrodalga uygulamaları sonucu oluşan olayların reversibl oluşunun deneysel bir sınırlama olduğu ve insan santral sinir sistemi üzerinde bilinen düşük yoğunluklu mikrodalga etkilerinin varlığının ortaya konmadığı belirtilmektedir (36).

Cleary'nin makalesinde belirtilen mikrodalga ve radyofrekans bant düzenlenmesini, deney hayvanlarında hemopoetik etkileri, biyolojik sistemlerde moleküler etkilerin aktivasyon enerjilerini içeren tablolar aşağıda sunulmuştur.

<u>İsim</u>	<u>Dalga Boyu</u>	<u>Frekans</u>	<u>Kullanım Sahası</u>
<b>Radyofrekans Bantları ;</b>			
Düşük Frekans (LF)	$10^4 - 10^3$ m	30-300 KHz	Kılavuz dalga, deniz radyo telefon, AM yayınlarında
Orta Frekans (MF)	$10^3 - 10^2$ m	0,3-3 MHz	
Yüksek Frekans (HF)	$10^2 - 10$ m	3-30 MHz	Amatör radyo, Dünya yayını, tıbbi diya-termi, radyoastronomi
<b>Mikrodalga Bantları;</b>			
Çok yüksek frekans Very High frequency (VHF)	10-1 m	30-300 MHz	FM yayını, televizyon, hava trafik kontrolü
Ultra yüksek frekans (Ultra High frequency) (UHF)	1-0,1 m	0,3-3 GHz	Televizyon, mikro dalgalar, mikrodalga fırınlar, telemetri, meteorolojik radar
Süper yüksek frekans Super High frequency (SHF)	10-1 cm	3-30 GHz	Uydu haberleşmesi, uçak radarları, altimetreler, gemi radarları, microwave point-to-point
Extra High Frequency (EHF)	10-1 mm	30-300 GHz	Radyo astronomi, uçağ araştırmaları, bulut saptama radarları, HCN (Hidrojen cyanide) yayma

Tablo.2. Mikrodalga ve radyofrekans bantları

Araştırmacı	Radyasyon frekansı (GHz)	Şiddet (mW/cm <sup>2</sup> )	Işınlama süresi	Tür	Sonuçlar
Deichman	24	10 ve 20	Değişik	Rat	Lenfosit, lökosit, nötrofilc artış, bütün hücreler 7 gün sonra tekrar normale döndü
Kitsovs kaya michaelson	1,28-2,8	10-100 100-165	Değişik 7 saat	Rat Köpek	Lökositte azalma, ışınlanmadan sonraki 45 günde demir (59) miktarı da maksimum artış
Baranski	3,0	3,5	4 saat/gün üç ay	Rat kobay	lökositte artış, çekirdek sel yapı değişikliği, dalak lenf nodüllerindeki lenfositik hücreler kemik iliği hücrelerinde ve eritroblastlarda mitotik aktivite değişikliği
Ratkovska ve Vacek	2,45	100	5 dk	Mice	Lökositte artış, dalak ve kemik iliğinin tüm hücrelerinde düşü dalakta demir (59) da düşü dalaktaki çekirdekli hücrelerde azalma, ışınlanmadan 4-7 gün sonra dalaktaki çekirdekli hücrelerc artış, ışınlanmadan 5-7 gün sonra femurc tüm hücre ti hücre sayısı da artma ışınlanmadan 12 gün sonra normal dönüş.



Czerski	2,95	3	2 saat/gün 37 gün pulsu ve CW, 2saat/gün,79 gün CW	rabbit	eritrosit üreti- minde artış,hema- topoetik hücre mitozunda circa- dian ritmlerinde değişiklikler
Czerski	2,95 2,95	0,5 5	6/12 hafta,günde 2 saat 6 ay,haftada 6 gün,günde 2 saat	Mice Rabbit	Lenf nodüllerin- deki lenfoblast- larda artış,ilk iki ve ışınlama sonrası bir ay boyunca lenfo- blastoit trans- formasyonlarda artış
Szmigielski	3	1 ve 5	15,30 ve 60 dk.	Granülo- sit hü- cre kültürü	Hidrolazların liberasyonu (1 mw/cm <sup>2</sup> ) Hücre ölümü (5 mw/cm <sup>2</sup> ,60 dk Lyzozomal enzim açığa çıkışı (5 mw/cm <sup>2</sup> ,60 dk
Wangeman ve Cleary	2,45	5,10 ve 25	2 saat	Rabbit	Serum glikozunda artış,BUN'da ar- tış,ürük asitte artış,ışınlama- dan 7 gün sonra bütün değerler normale döner.

Tablo.3.Deney hayvanlarında hematopoetik etkiler

Etkiler	Aktivasyon Enerjisi		Radyasyon Parametreleri	
	kCal/mol	eV	Frekans(GHz)	Dalga Boyu( $\mu$ )
Termal veya Brownian hareket	0,60	0,026	$6,3 \times 10^3$	47,6
Iyonizasyon	230	10	$2,4 \times 10^6$	0,12
Kovalent bağ ayrılması	115	5	$1,21 \times 10^6$	0,25
London-Wander Waals etkileşimleri	23	1	$2,4 \times 10^5$	1,25
Hidrojen bağ ayrılması	1,8-4,6	0,08-0,2	$1,9 \times 10^4$ - $4,8 \times 10^4$	15,8-6,25
Su sınırından ayrılma	12,9	0,56	$1,4 \times 10^5$	2,14
Polar proteinlerin dönmeleri	0,92-9,2	0,04-0,4	$9,7 \times 10^3$ - $9,7 \times 10^4$	30,9-3,1
Protein moleküllerinde tersinir yapısal dönüşümler	9,2	0,4	$9,7 \times 10^4$	3,1
Yük transfer etkileşimleri	138-69	6,3	$1,45 \times 10^6$ - $7,25 \times 10^5$	0,2-0,4
Yarı iletim	23-69	1-3	$2,4 \times 10^5$ - $7,25 \times 10^5$	1,2-0,41
Mikrodalga radyasyon	$2,7 \times 10^{-6}$ 0,03	$1,2 \times 10^{-7}$ $1,2 \times 10^{-3}$	0,03-300	$10^7$ - $10^3$
Proton tünellemesi	16,1	0,7	$1,71 \times 10^5$	1,76

Tablo.4. Biyolojik sistemlerde moleküler etkilerin aktivasyon enerjileri

Mikrodalgaların güvenlik sınırı için batı dünyasında  $10 \text{ mW/cm}^2$  lik doz sınırı esas alınmış ve bu dozun da vücutta  $1 \text{ watt/kg}$  lik bir enerjiye eşdeğer olduğu, bazal metabolizmanın bu etkileri ekarte ettiği savunulmaktadır. Ayrıca sovyetlerdeki mikrodalga güvenlik sınırı için esas alınan  $10 \text{ W/cm}^2$  lik doz sınırı batı dünyası tarafından oldukça düşük kabul edilmiştir(37).

200 kW'lık bir pik gücüne sahip 2,8 GHz'lik pulslu mikrodalga radyasyonuna maruz bırakılan sinirin (Kurbağa siyatik siniri) uyarılabilirliğinin arttığı saptanmıştır(39).

Mikrodalgaların deney hayvanlarının gözlerinde katarakt oluşturduğu, seviyesi gözönünde bulundurulmak koşuluyla hayvan ve insanlar da psikolojik, nörolojik etkiler oluşturduğu, farelerde kan beyin bariyerinde değişikliklere, davranış bozukluklarına neden olduğu yapılan araştırmalarla gösterilmiştir(40). Ayrıca yapılan bir çalışmada mikrodalgaların kurbağa siyatik sinirlerinin (izole edilmiş) canlılığı üzerine etkisi olduğu gösterilmiştir(41). Budd ve Crosson insanlarda mikrodalgaların lens üzerine etkisini incelemiştirlerdir(38). Biventer-Cervicis (civ-civ boyun kası) in kasılmasına mikrodalgaların belirgin bir etkisi olduğu yapılan bir başka çalışmada belirtilmiştir(43)

Saddığı-Traki ve arkadaşları mikrodalga uygulamanının tirotropin düzeyi üzerine etkili olduğunu gözlemişlerdir. Erkek farelere doğum sonrası mikrodalga uygulamanının tirotropin seviyesini değiştirdiğini, bu uygulamanın plazma tirotoxinini etkilemeden, plazma TSH sını arttırdığını saptamışlardır. Tiroidin histolojik incelenmesinde, hayvanlarda yüksek tiroid aktivitesi olduğu görülmüştür. Tirotropin seviyesinde gözlenen değişikliğin nedeninin aynı radyasyona maruz kalan ratlarda daha önce tarif edilen hipotalamik noradrenalin artışı olduğunu saptamışlardır (42).

Farklı cinste üç farenin mikrodalgaya maruz bırakılması durumunda, eritrosit, hemoglobin ve hematokrit değerlerinin hayvanın cinsine bağlı olarak değiştiği (Osborn-Mendel ve FCN farelerinde tüm değerlerde artış, fisher farelerinde ise azalma) yapılan çalışmalarda gözlenmiştir(44).

Yapılan bir başka çalışmada, michaelson ve arkadaşları köpeklerde mikrodalgaların hematolojik etiklerini araştırmışlar. Tüm vücudun mikrodalga ışınlanmasına maruz kalması durumunda ışınlamanın süresine, alan yoğunluğuna ve frekansına bağlı olarak lökosit sayısında, eritrosit ömürlerinde ve kemik iliğinde değişikliklere neden olduğunu gözlemişlerdir(45).

### Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi Hakkında Genel Bilgiler

Bilimde ve endüstrideki gelişmeler, hastalıkların tanısında ve tedavisinde kullanılan yeni yöntemlerin gelişmesinde etkin olmuştur. Bu yöntemlerden serum elektroforezi (serum proteinleri) kişinin sağlık durumunun ve serum proteinleri genetik polimorfizmi açısından yapısının öğrenilmesine yardımcı olmuştur(46,47,48,49,50,51).

Sulu bir çözelti içinde çözülmüş küçük elektrik yüklü parçacıkların, uygulanan bir elektrik akımının etkisiyle göç etmesi sürecine "elektroforez" adı verilir(52,53). Bu küçük parçacıklar bakteriler, virüsler, protein molekülleri (enzimler, hormonlar v.s.) olabilirler(54,55,56). Doğal olarak bu parçacıkların çoğu elektrik yükü taşırlar. Elektrikle yüklü kolloidal parçacıkların etrafında kurulan elektrik alanı, su moleküllerinin dipol yönelimine ve bazı su moleküllerinin kolloidal parçacıklara dipol bağlarla bağlanmasına neden olabilir. Bu yolla parçacığın pozitif yük kazanması, bir miktar su molekülünün negatif yükle yüklenmesine neden olur. Böyle bir çözelti sistemine elektrik akımı uygulandığı zaman, elektroforez olayı sonucu, sistemin elektrikle yüklü elemanları birbirinden ayrılır(53).

Özellikle yakın zamanlarda geliştirilen poliakrilamid jel disk elektroforezinin bu konuda bir çığır açtığı söylenebilir (53). Poliakrilamid jel disk elektroforezinde kullanılan jel, akrilamid monomerleri ve metilen-bi-akrilamid ile birçok kimyasal maddelerin karışımı ve bu karışımın fotopolimerizasyonu ile elde edilir(57,58,59,60,54,68,61,62,52). Kullanılan maddeler çapraz bağlanmalar sonucu, üç boyutlu bir ağ benzeri sistemin oluşmasını sağlarlar. Bu jel hazırlanırken kullanılan kimyasal maddelerin miktarları değiştirilerek, çeşitli por büyüklüğüne

sahip jeller elde edilebilir(64).Bu jeller,elektrik yükleri mından aynı olmalarına karşın,şekilleri ve por büyüklükleri bakımından farklı olmaları,uygulanan maddelerin molekül ağırlığının gerçeğe yakın bir şekilde saptanmasına yardımcı olurlar.Böylece,poliakrilamid jel disk elektroforezinde ayırımı yapılan maddelerin moleküler büyüklükleri,moleküllerin elektriksel yükleri ve molekül ağırlıkları saptanabilir(57,64,63,65).Protein moleküllerinde moleküler özelliklerinin öğrenilmesinde poliakrilamid jel disk elektroforezi kullanılabilir (65).

İnsan serumu,farklı moleküler ağırlığa,farklı moleküler büyüklüğe ve farklı moleküler elektriksel özelliğe sahip çok sayıda protein molekülü içerir.İnsan serumu,poliakrilamid jel disk elektroforezi ile ayırımı yapıldığında yaklaşık olarak 10-30 farklı protein fraksiyonuna ayrıldığı görülür(59,60,66,61,67,62,63,52).Bu protein fraksiyonlarının sayısı,o kişinin grup spesifik komponent(Gc globulin) ve haptoglobulin(Hp) tipine bağlı olarak artar veya azalır.İnsan serumunda bu proteinlerden bazılarının miktarı çok düşük olduğu için,bu proteinlerin kantitatif ve kalitatif olarak değerlendirilmeleri elektroforez ile zor olmaktadır(68).

### Serum Proteinleri :

Serum proteinleri normal bireylerde,gerek kantitatif gerekse kalitatif olarak;yaş,ısı,hamilelik gibi fizyolojik durumlar,beslenme,cinsiyet,çevresel etkenler ve serum proteinleri genetik polimorfizmi gibi durumlarda değişim gösterir.Genellikle yaşam süresince serum proteinlerinde yavaş yavaş bir artış vardır.Fakat,bu etkenler dışında bazı hastalık durumlarında da gerek kantitatif,gerekse kalitatif yönden değişimler olabilir. Bu değişim,organizmada görev bozuklukları sonucu ortaya çıkabilir.Bu bozukluğun nedenini saptamak için,serumdaki protein moleküllerinin durumunu incelemek gerekir(70).

Serum moleküllerinden bazılarının moleküler özelliklerini inceleyelim.

### Serum Albumin :

Molekül ağırlığı 69.000 Dalton, elektroforetik mobilitesi 5,92 olan ve yapısında eser miktarda lipit ve karbonhidrat bulduran (% 0,2 lipit, % 0,08 Karbonhidrat) bir proteindir. Bir albumin molekülünün boyu  $150 \text{ \AA}$ , çapı ise  $38 \text{ \AA}$  kadardır. 610 adet amino asidin biraraya gelmesinden oluşmuştur. Normal bir bireydeki miktarı 3500-4500 mg/100 ml'dir. Total serum proteinlerinin % 55-60 ını oluşturur.

Serum Albumin (Alb) miktarı, bireyin yaşamı süresince bazı değişimlere uğrar. Fetal yaşamın 8. haftasında sentezlenmeye başlar. Doğum sırasında ise yaklaşık olarak normal yetişkindeki düzeye ulaşır (3500-4500 mg/100 ml). Çocuklardaki düzeyi 4520 (3430-3600) mg/100 ml, yetişkinlerde ise 4630 (3760-5490) mg/100 ml düzeyindedir.

Serum albuminin sentezi karaciğerde yapılır. Serum albuminin sentezinden sorumlu olan genler 4 numaralı kromozom üzerinde bulunmaktadır.

Serum albuminin önemli bazı görevleri şunlardır; Birçok maddelerin ve iyonların kanda taşınmasına yardımcı olmaktadır. Bilirubin, serbest yağ asitleri, ürik asit, tiroksin ve triiodotironin gibi hormonlar, askorbik asit, asetilkolin, birçok ilaçlar ve bazı boya maddeleri, kalsiyum, çinko, bakır, gibi bazı iyonlar hep albumin molekülüne bağlanarak bir dokudan diğerine taşınırlar. Ayrıca kanın osmotik basıncının düzenlenmesinde ve lipit metabolizmasında da rol oynar (70).

### Grup Spesifik Komponent (Gc Globulin) :

Molekül ağırlığı 50.800-56.000 Dalton olan, yapısında lipit bulunmayan, % 4,2 karbonhidrat (% 2 si heksoz, % 2 si asetilhexamin ve % 0,02 si fruktoz) içeren bir glikoproteindir. Toplam olarak 434 amino asidin biraraya gelmesi ile oluşmuş bir polipeptit zinciri halindedir.

Gc globulinin miktarında, kişinin yaşamı süresince bazı değişimler olabilir. Fetal yaşamın 10. haftası gibi erken bir dönemde sentezlenmeye başlar ve miktarındaki artış durmaksızın devam ederek, 12-13. haftalarda 7 mg/100 ml' ye hamileliğin



ortalalarına doğru 23 mg/100 ml düzeyine ulaşır.Gc globulin konsantrasyonu doğumdan sonra ilk altı ay süresince artmaya devam ederek,normal düzeye erişir.Normal düzeyi çocuklarda 25(15-35) mg/100 ml,yetişkinlerde ise 27(17-38) mg/100 ml'dir.

Gc globulin sentezi karaciğerde yapılmaktadır.Gc globulin sentezinden sorumlu genler 4 numaralı kromozom üzerinde bulunmaktadır.

Gc globulin,kanda,D vitaminini bağlama ve taşıma gibi görevleri yapmaktadır(70).

#### Haptoglobin(Hp) :

Molekül ağırlığı 80.000-200.000 Dalton,elektroforetik mobilitesi 4.5 olan yapısında lipit bulunmayan ve % 19,3 karbonhidrat içeren bir glikoproteindir.Toplam olarak 734 amino asidin biraraya gelmesinden oluşmuştur.

Haptoglobun miktarı,bireyin yaşamı süresince bazı değişimlere uğrar.Fetal yaşamın 14-23.haftalarında bile sentez lenmediği,doğum sonrasında ise bebeklerin ancak % 10'unda çok az miktarda bulunduğu sanılmaktadır.Normal düzeyi çocuklarda 103(18-590) mg/100 ml,yetişkinlerde ise 147(58-373) mg/100 ml'dir.

Haptoglobun sentezi büyük çoğunlukla karaciğerde yapılmaktadır.Fakat,çok az bir miktarda da kemik iliğinde sentezlenmektedir.Haptoglobunların sentezinden sorumlu genler 16 numaralı kromozom üzerinde bulunmaktadırlar.Haptoglobun,kandaki serbest hemoglobun moleküllerini bağlayan ve vücudun demir kaybını önleyen,önemli bir serum proteindir(70).

#### Ceruloplazmin(Cer) :

Molekül ağırlığı 160.000 Dalton,elektroforetik mobilite-leri 4,6 olan,yapısında lipit bulunmayan ve % 8 karbonhidrat içeren(% 3 heksoz,% 2,4 asetilhexamin,% 2,4 sialik asit ve % 0,18 fruktoz) bir glikoproteindir.Her ceruloplazmin molekülünde 8 tane bakır atomu bulunmaktadır.Toplam olarak 1301 amino asidin biraraya gelmesinden oluşmuştur.

Ceruloplazmin miktarı, bireyin yaşamı süresince bazı değişimlere uğrar. Çoğu durumlarda döllenmenin yaklaşık 4-5. haftalarında yalnızca karaciğerde sentezlenmeye başlar. Fetal serumda 17. haftada belli belirsiz ortaya çıkar. Fakat, 24. haftada açıkça gözlenir. Döllenmenin ilk 27 haftalık dönemi süresince ceruloplazmin düzeyi 4,6-15,5 mg/100 ml arasında değişir. Yeni doğmuşlarda, doğum sonrası ilk altı ayda bir azalış olur. Bu dönemde düzeyi normal erişkin düzeyinin 1/3 ü seviyesindedir. Anne serumu ile oranlandığında düzeyinin 1/5-1/10'u seviyesinde olduğu görülür. Bir yaşına doğru normal düzeye ulaşır(50). Normal düzeyi çocuklarda 27(10-70) mg/100 ml, yetişkinlerde ise 21(9-51) mg/100 ml'dir.

Ceruloplazmin miktarı, yöresel olarak bazı farklılıklar da gösterir. Doğu toplumlarında 21 mg/100 ml, Kafkaslarda ve zencilerde 29 mg/100 ml, Hintlilerde 38 mg/100 ml düzeyindedir. Hamilelik döneminde ise anne serumundaki düzeyi 50-90 mg/100 ml arasındadır.

Ceruloplazmin sentezi karaciğerde yapılmakta olup, vücutta bakır metabolizmasında rolleri vardır(70).

### Transferrin(Tr) :

Molekül ağırlığı 96.000 Dalton, elektroforetik mobilitesi 3,1 olan, yapısında lipit bulunmayan ve % 5,87 karbonhidrat içeren(% 2,4 heksoz, % 2 asetilhexamin, % 1,4 sialik asit ve % 0,07 fruktoz) bir glikoproteindir. Toplam olarak 827 amino asidin biraraya gelmesinden oluşmuştur.

Transferrin miktarı, bireyin yaşamı süresince bazı değişimlere uğrar. Fetal yaşamın 8. haftasından itibaren sentezlenmeye başlar. Doğum sırasında ise, normal erişkin düzeyindedir. Normal düzeyi çocuklarda 243(146-405) mg/100 ml, yetişkinlerde ise 226(152-336) mg/100 ml'dir.

Transferrin sentezi, büyük çoğunlukla karaciğerde, eser miktarda da dalak, lenf düğümleri, kemik iliği gibi organ ve dokularda yapılmaktadır. Transferrin sentezinden sorumlu genler 3 numaralı kromozom üzerinde bulunmaktadır. Transferrin, reseptör hücrelere demir, bakır ve çinko iyonlarını taşımada çok önemli



bir rol oynamaktadır(49).

Hemopexin(Hpx) :

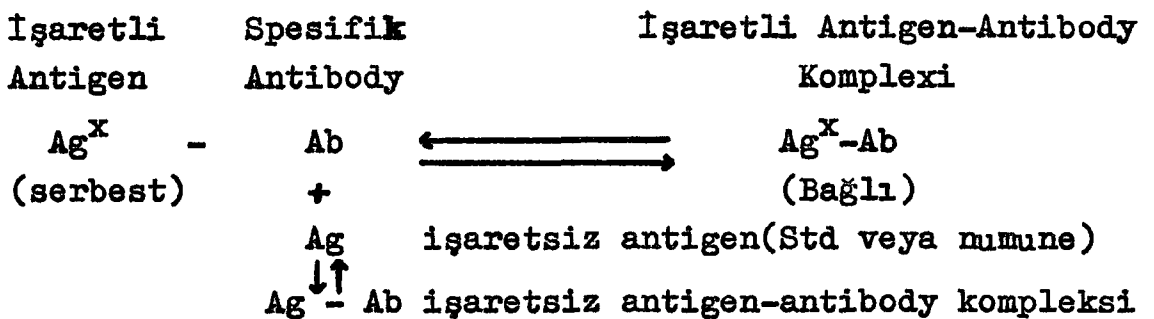
Molekül ağırlığı 80.000 Dalton,elektroforetik mobilite-leri 3,1 olan,yapısında lipit bulunmayan,% 22,6 karbonhidrat içeren(% 9 Heksoz,% 7,4 asatilhexasin,% 5,8 sialik asit ve % 0,4 fruktoz) bir glikoproteindir.Toplam olarak 554 amino asidin biraraya gelmesinden oluşmuştur.

Hemopexin miktarı,bireyin yaşamı süresince bazı değişimlere uğrar.Fetal yaşamdaki durumu bilinmemektedir.Doğum sırasında ise serumda daima mevcuttur.Normal düzeyi çocuklarda 65(35-125) mg/100 ml,yetişkinlerde ise 80(53-121) mg/100 ml'dir.Hemopexin sentezi karaciğerde yapılmakta olup,Hem'in bağlanmasında görevli olduğu sanılmaktadır(70).

Radioimmünassay :

Radioimmünassay'ın prensibi,spesifik antibody'ye karşı işaretli ve işaretli olmayan antigenler arasındaki bağlanma rekabetine dayanır.

Uygun bir radyoizotopla işaretlenmiş antigen ve işaretli olmayan antigen spesifik antibody ile muamele edildiğinde,vuku bulan reaksiyonlar sonucunda işaretli antigen antibody ve işaretli olmayan antigen antibody kompleksleri teşekkül edecektir.Reaksiyon karışımındaki antibody miktarı,ilave edilen işaretli ve işaretli olmayan antigenin hepsini bağlayacak miktardan daima daha az olarak seçilmelidir.



Reaksiyon karışımındaki Ag<sup>x</sup> ve Ab miktarları değişmediğine göre,Ag<sup>x</sup> - Ab komplekslerinin hangi nispetinde teşekkül

edeceği, ilave edilen işaretli antigen (muhtelif konsantrasyonlardaki standart veya bilinmeyen numune olabilir) miktarlarına göre değişecektir. Reaksiyon karışımına ilave edilen işaretli antigen miktarı arttıkça, antigen antibody kompleksindeki işaretli antigen % si azalacak ve netice olarak serbest işaretli antigen miktarı ise artacaktır. Bu durumda, karışımdaki işaretli antigen miktarı ile komplekste bağlı olarak bulunan işaretli antigen miktarları arasında ters bir orantı vardır.

Bunu bir örnekle açıklayalım ;

2.0 ng  $T_3$  ve 2.0 ng  $T_3 - I^{125}$  karışımı, ancak 2.0 ng  $T_3$  ile kompleks yapabilecek miktarda  $T_3$  e spesifik antibody ile reaksiyona tabi tutulsun.

İşaretli ve işaretli  $T_3$  lerin spesifik antibody'ye karşı rekabetli bağlanması nedeniyle,

1.0 ng  $T_3$  - Antibody kompleksi

1.0 ng  $T_3 - I^{125}$  Antibody kompleksi teşekkül eder.

Reaksiyon karışımına ilave edilen işaretli  $T_3$  miktarı 6.0 ng'a çıkarılırsa ve yine vasatta ancak 2.0 ng  $T_3$  ü bağlayacak miktarda spesifik antibody ve 2.0 ng  $I^{125}$  ile işaretli  $T_3$  mevcut ise bu durumda;

1,5 ng  $T_3$  - Antibody kompleksi

0,5 ng  $T_3 - I^{125}$  - Antibody kompleksi meydana gelir.

Görüldüğü gibi reaksiyon karışımındaki işaretli hormon miktarı arttıkça işaretli kompleks miktarı yani oluşan kompleksdeki işaretli  $T_3$  miktarı azalacak ve sonuç olarak karışımdaki serbest işaretli  $T_3$  miktarı artacaktır.

Reaksiyon karışımına ilave edilen işaretli hormon miktarları ile kompleksdeki işaretli hormon miktarları arasındaki bu ilişkinin bir grafik üzerinde ifadesi bize standart eğrisi veya Doz - Cevap eğrisini verir.

Bilinmeyen numunedeki herhangi bir hormon miktarının tespit edilmesi için tayin edilmesi istenen hormonun çok saf bir preparatı ile hazırlanmış olan bu standart eğrisinden yararlanılır. Standart solüsyonlar ile tamamen aynı şartlarda çalışılan hasta serumuna ait radyoaktivite değerine tekabül eden hormon miktarı, standart eğrisinden doğrudan doğruya okunur.

## BÖLÜM : 3

Materyal ve metod :

Yaşları 22 ile 25 arasında değişen, sağlıklı 15 erkek - ten heparinli kan alındı. Her denekten alınan kanın bir kıs - mını kontrol grubu olarak ayırarak santrifüj ettik ve ayırdı - ğımız serumu dipfrizde beklettik. Geriye kalan kanı 10 ar cc olarak beşe ayırdık ve her uygulamada ebatları 5,2 cm x 6,5 cm x 1,5 cm olan aynı pleksiglas kap içine yerleştirdik. Kap içerisine yerleştirilen kan, fizik tedavi kliniğinde, tedavi amacıyla kullanılan 0,432 GHz frekanslı ve çıkış gücü 60 watt olan magnetron tarafından üretilen mikrodalga ışınlarına 5,10, 20,40,dk. sürelerle ve çıkış gücü 180 watt olan magnetron tara - fından üretilen mikrodalga ışınlarına 20 dk. süreyle maruz bı - raktık.

Uygulama sırasında mikrodalga üreticinin başlığı ile kanın bulunduğu kap arasındaki mesafe 5 cm olarak alındı. Uygulama sonrası kanlar santrifüj edilerek serumlar ayrı ayrı tüplere uygulama süreleri ve dozları yazılarak bırakıldı. Daha sonra spektrofotometrik yöntemle total protein, radioimmünassay metodu ile  $T_3$  ve  $T_4$  hormonları ve poliakrilamid jel disk elektforezi ile serum protein (Albumin, Grup spesifik komponent, Ceruloplazmin, Post Albumin, Transferrin, Hemopexin, Post Transferrin ve Albumin/Globulin oranı % olarak) düzeyleri tespit edildi.

Kullanılan Kimyasal Maddeler :

- Radyoaktif iyot 125
- Antibody suspansiyon
- Acrylamide ( Gelman 51509 )
- N - N 4 -Methylenebisacrylamide ( Gelman 51510 )
- Tris - Hydroxymethylaminomethane ( Gelman 79144 )
- TEMED ( N-N'-N'-N'-Tetramethylethylenediamine, Sigma 8133)
- Riboflavin ( Gelman 51511 )
- Ammonium persulphate ( Merck )
- Glycine ( Merck )
- Separator ( Amersham)

- Glassial Acetik Acid ( Merck )
- Sucrose ( Merck )
- Bromphenol Bleu ( Merck )
- Amido Black 10 B ( Gelman 51513 )
- Proteitrol ( Bio Merieux,Ref.62441 )
- Kalliumnatrium tartarat-Tetrahydrat krist.( Merck )
- Natriumhydroxir ( Merck )
- Kupfer(II)-Sulfat-5-Hydrat krist.( Merck )
- Potassium iodure ( Mallinckrodt )
- Ben Mary ( Kotterman )

Solüsyonlar :

Çalışmada kullanılan bütün solüsyonlar distile suyla hazırlandı ve kahverengi cam şişelerde buzdolabında saklandı. Buzdolabında bekletilmek koşuluyla bir kaç hafta süreyle kullanılan bu solüsyonlar, gerektiğinde yeniden hazırlandı.

Stok Solüsyonlar :

1 No lu Solüsyon

48 ml ..... 1 N HCL  
 36.6 gr..... TRIS  
 0,23 ml..... TEMED  
 100 ml..... Distile Su

2 No lu Solüsyon

28.8 gr..... Acrylamide  
 0.735 gr..... Bisacrylamide  
 100 ml ..... Distile Su

3 No lu Solüsyon

0,14 gr..... Ammonium persulphate  
 100 ml ..... Distile Su

4 No lu Solüsyon

48 ml ..... 1 N HCL  
 5.98 gr..... TRIS  
 0.46 ml ..... TEMED  
 100 ml ..... Distile Su

5 No lu Solüsyon

10 gr..... Acrylamide  
 2,5 gr..... Bisacrylamide  
 100 ml..... Distile Su

6 No lu Solüsyon

4 mg..... Riboflavin  
 100 ml ..... Distile Su

7 No lu Solüsyon

40 gr..... Sucrose  
 100 ml ..... Distile Su

Çalışma Solüsyonları :1. Ayırıcı jel solüsyonu

1 Hacim..... 1 No lu Solüsyon  
 2 Hacim..... 2 No lu Solüsyon  
 1 Hacim..... Distile Su  
 4 Hacim..... 3 No lu Solüsyon

2. Ara jel Solüsyonu

1 Hacim..... 4 No lu Solüsyon  
 2 Hacim..... 5 No lu Solüsyon  
 1 Hacim..... 6 No lu Solüsyon  
 4 Hacim..... 7 No lu Solüsyon

Buffer(Tampon) Solüsyon

6 gr..... TRIS  
 28.8 gr..... Glycine  
 1000 ml..... Distile Su

Boyama Tespit Solüsyonu

1 gr..... Amido Black 10 B  
 100 ml..... % 7 lik Asetik Asit

## Jel yıkama-Jel saklama Solüsyonu

70 ml..... Glassial Asetik Asit

1000 ml..... Distile Su

### Kullanılan Araçlar :

- Siretherm 609 S ( Siemens )
- Gamma Counter, 1275 Minigamma ( LKB )
- Santrifüj ( Coolspin 2, MSE )
- Girdap Karıştırıcı ( Elektromag )
- Hassas Terazî ( Bosch )
- Deney tüpleri ( 5 ml. ) ( Amersham )
- Pleksiglas kap
- Elektroforez aygıtı, jel tüpleri (80x5 mm boyutlarında), lastik tıkaçları, jel hazırlama aparatı ve floresans lambalı ışık düzeneği (Gelman Galcall, Gel Column Electrophoresis Unit.).
- Güç kaynağı ( Gelman, Deluxe Regulated Power Supply ).
- Dansitometre (Helena Laboratories Quick Scan ve Helena Laboratories Quick Quant II ile komple).
- Etüv ( Heraeus ).
- Mikropipet ( Helena Laboratories Microdispenser ).
- Spektrofotometre ( The Bausch-Lomb Spectronic Mini 20 spectrophotometer ).
- Parafilm "M" ( American Can Company Marathon Products Neenah, Wisconsin ).

### Metod :

Normal ve mikrodalga uygulanmış kanların santrifüjle ayrılan sızumların ,total protein miktarlarının saptanması Spektrofotometrik( The Bausch-Lomb Spectronic mini 20 spectrophotometer ) yöntem ile yapıldı.

Spektrofotometrik yöntemin esası, kimyasal maddelerin ışık yardımı ile analizlerinin yapılması prensibine dayanır. Herhangi bir maddenin absorbe edeceği ışığın dalga boyu o maddenin yapısına bağlıdır.

Bundan yararlanarak, bir maddenin absorbe edeceği ışığın dalga boyundan maddenin cinsini, absorbe edeceği ışığın şiddetinden yararlanılarak maddenin ortamdaki miktarını saptamak mümkündür. Bu yolla, serum total protein miktarı kolayca saptanabilmektedir(70).

Serum total protein miktarının saptanmasında, biüret metoduna uygun olarak Bio-Merieux Lab. tarafından imal edilmiş bulunan protein-Kit reaktif solüsyonunun prosedürüne uygun olarak hazırladığımız reaktifler kullanıldı ve serum total protein miktarının saptanmasında aşağıdaki yol izlendi;

- a. Hazırlanan reaktif solüsyonundan 2.5 ml, spektrofotometre test tüpüne kondu ve 545 nm dalga boyunda % 100 transmitans ayarı yapıldı.
- b. Hazırlanan reaktif solüsyonundan 2.5 ml, spektrofotometre test tüpüne kondu ve üzerine 50 mikrolitre protein miktarı saptanacak serumdan bırakıldı. Bu şekilde hazırlanmış karışım 30 dakika bekletildikten sonra 545 nm dalga boyunda deney optik dansitesi okundu.
- c. Hazırlanan reaktif solüsyondan 2.5 ml spektrofotometre test tüpüne kondu ve üzerine 50 mikrolitre protein solüsyonundan (Bio-Merieux Lab. 10 gr % ml konsantrasyonunda total protein içeren standart solüsyon) bırakıldı. Bu şekilde hazırlanmış karışım 30 dakika bekletildikten sonra 545 nm dalga boyunda standart deney optik dansitesi okundu.

Spektrofotomedreden elde edilen değerler aşağıdaki formüle uygulanarak total protein miktarı (gr/100 ml) saptandı.

$$\text{Total Protein Miktarı ( gr/100 ml )} : \frac{\text{Deney optik dansitesi}}{\text{Standart deney optik dansitesi}} \times \text{Protein Konsantrasyonu}$$

#### Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi Uygulaması :

Kontrol ve mikrodalga uygulanmış deneklerin serum proteinlerinin tayininde, daha önce birçok araştırmacı tarafından tercih edilen "Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi" yöntemi



kullanıldı.Bu yöntemin aşamaları aşağıda belirtilmiştir.

a. Jel tüplerinin temizlenmesi :

Jel tüpleri (80x5 mm boyutlarındaki) bol deterjanlı su ile yıkandı.Bu işlem ucuna bir miktar pamuk veya bez sarılmış tel yardımı ile yapıldı.Bu şekilde deterjanlı su ile yıkanmış olan jel tüpleri,içerisinde kimyasal temizleyicilerin bulunduğu petri kabına alındı.Böylece,jel tüplerinin iç yüzeylerinde bulunabilecek tüm kirlerin uzaklaştırılması sağlandı.Daha sonra birçok kez distile su ile yıkandı ve etüvde kurutuldu.

b. Jel tüplerinde jellerin hazırlanması :

Temizlenmiş ve etüvde kurutulmuş jel tüpleri,jel hazırlama aparatına alt taraflarına parafilm kapatılarak yerleştirildi.Jelleşmenin daha verimli olması için hazırlanan bu düzenek buzdolabına kondu.Bu sırada ayırıcı jel solüsyonu hazırlandı. Bu solüsyon stok solüsyonların aşağıda belirtilen oranlarda karıştırılarak hazırlandı.

1 Hacim .....	1 No lu Solüsyon
2 Hacim .....	2 No lu Solüsyon
1 Hacim .....	Distile Su
4 Hacim .....	3 No lu Solüsyon

Bu şekilde hazırlanmış jel solüsyonu,buzdolabından çıkarılan jel tüplerine önce bir defa doldurulup boşaltılarak,jel tüplerinin iç yüzeylerinin yıkanması sağlandı.Bu yıkama işleminden sonra her jel tüpünün yaklaşık 6 cm'lik bölümüne bu solüsyondan dolduruldu.Bu solüsyonun üzerine ince uçlu bir pasteur pipetiyle tüpün kenarından damla damla distile su akıtılarak solüsyonun hava ile temasını kesmek için alttaki jel solüsyonunun üzerine 4-5 mm'lik bir su tabakası oluşturuldu.yaklaşık 60 dakika süreyle floresans lambasından 3-5 cm uzaklıkta fotopolimerizasyona bırakıldı.Bu süre sonunda önceki su-jel sınırınının 1-2 mm altında yeni bir sınırın olduğu gözlemlendi.Bu durum fotopolimerizasyonun tamamlandığının göstergesidir.Jelin üzerindeki su dikkatlice alındı.Bu işlem için önce bir enjektör ile su alındı,su miktarı azaldığı zaman bir ab -



sorban kağıt yardımıyla geri kalan su, jel üzerinden alındı. Suyu alınmış jel üzerine daha geniş porlu ikinci bir jel yani ara jel solüsyonu kondu. Bu jel solüsyonu, stok solüsyonların aşağıda belirtilen oranlarda karıştırılması ile elde edildi.

1 Hacim .....	4 No lu Solüsyon
2 Hacim .....	5 No lu Solüsyon
1 Hacim .....	6 No lu Solüsyon
4 Hacim .....	7 No lu Solüsyon

Yukarda belirtilen oranlarda hazırlanan ara jel solüsyonu ilk önce ayırıcı jelin üzerine biraz bırakılarak tekrar alındı ve üst kısmın ara jel solüsyonu ile yıkanması sağlandı. Daha sonra her bir jel tüpüne yaklaşık 1 cm yüksekliğinde bu jel solüsyonundan kondu. Bir önceki jelde olduğu gibi üzeri su tabakasıyla kapatıldı ve 45 dakika süreyle floresans lambadan 3-5 cm uzakta fotopolimerizasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda yine, belirgin bir sınırın oluştuğu gözlemlendi. Üstteki su tabakası daha önce olduğu gibi alındı. Böylece jel hazırlanmış oldu.

c. Jellerin üzerine serum örneklerinin uygulanması :

Daha önce belirtilen şekilde elde edilen serumlardan mikropipet yardımıyla 10 mikrolitre serum alındı ve jel üzerine bırakıldı. Bu işlem, mikropipetin ucu jel yüzeyinden 1-2 mm uzaklıkta ve jelin tam merkezine gelecek şekilde tutularak, serum yuvarlak bir damla şeklinde, jelin üzerine bırakılarak gerçekleştirildi. Bu şekilde özen gösterilmemesi durumunda oluşacak bantların düzgün olmadığı görülür.

Bu 10 mikrolitre serum örneği üzerine Bromphenol Bleu boyasından (% 14 lik) 5 mikrolitre, bunların üzerine de daha düzgün bir yapı oluşturmak için 20-30 mikrolitre sucrose solüsyonu (7 No lu solüsyon) eklendi. Daha sonra üzerleri tüp taşıncaya kadar Buffer solüsyon (Tampon solüsyon) ile dolduruldu. Böylece jel ve serum örneği elektroforez uygulamasına hazırlanmış oldu.

d. Elektroforez uygulaması :

Örnek serumları içeren jel tüpleri dikkatlice je ha - zırlama aparatından çıkarıldı.Bu sırada,jel tüplerinin alt yüzeyini kapatan parafilm çıkarıldı.Daha sonra jel tüpleri elektroferez uygulaması yapılmak üzere elektroferez aygıtına yer - leştirildi.Önceden hazırlanmış ve buzdolabında saklanmış olan Buffer solüsyonundan 750 ml'si elektroferez aygıtının alt kıs - mına,250 ml'si de üst kısmına huni ile boşaltıldı.Buffer so - lüsyonunun üst yüzeylerinin,akım geçirecek olan elektrotlarla teması sağlandı.Aynı şekilde,jel tüplerinin alt ve üst uçları - nın Buffer solüsyona temas etmesi ve uçlarında hava kabarcığı kalmamasına özen gösterildi.

Her bir jel için yaklaşık 3 mA'lik bir akım uygulandı. çeşitli zaman aralıklarında Bromphenol Bleu boyasının ilerle - yişi kontrol edilerek,elektroferez uygulaması izlendi.Bromphe - nol Bleu boyası jel tüpünün alt kısmına yaklaşık 2 mm yakla - sınca akım kesildi.Jel tüpleri aygıttan çıkarıldı.Böylece ayı - rımları yapılmış olan jeller,bir enjektörle jel ile tüp arasına su sıkılarak ve aynı anda tüpü sağa sola çevirerek tüpler - den çıkarıldı.

e. Protein bantlarının tespit edilmesi ve boyama işlemi :

Daha önceden hazırlanan Amido Black 10 B boyası,prote - in bantlarının hem boyanmasını,hem de tespit edilmesini sağ - lar.Bu boyanın hazırlanışı aşağıda olduğu gibidir.

1 gr ..... Amido Black 10 B  
100 ml ..... % 7'lik Asetik Asit

Jeller bu boya içerisinde 1 saat tutularak boyama ve tespit işlemi gerçekleştirildi.Bu süre sonunda jeller tümünden boyandığı için fazla boyanın çıkarılması gerekir.Bunun için jeller % 7'lik asetik asit içerisinde birkaç kez değiştiril - mek suretiyle 1-2 gün bekletildi.Bu süre sonunda protein bantları gözle görünür hale geldi.Fazla boyaları çıkarılmış jeller diğer işlemler yapılmak üzere % 7 lik asetik asit i - çerisinde buzdolabına kaldırıldı(67,70).

f. Değerlendirmeler :

- Kalitatif Değerlendirme

Jeldeki hangi bandın hangi serum proteinini karşıladığı literatür bilgilerinin ışığında saptandı(70).

- Kantitatif Değerlendirme

Jeldeki protein bantlarının değerlendirilmesi belirli düzeyde yapılsada, esas kantitatif analizler 570 nm dalga boyundaki ışık şiddetinden yararlanılarak, Dansitometre ile ( Helena Laboratories Quick Scan ) ve buna bağlı olarak çalışan ve her bir protein fraksiyonunun miktarını % olarak saptayan bir yardımcı alet(Helena Laboratories Quick Scan II) aracılığı ile yapıldı.Bu şekilde Albumin,Grup spesifik komponent,Ceruloplazmin,Post albumin bölgesi,Transferrin,Hemopexin ve post transferrin bölgesinin düzeyleri % olarak saptandı.Ayrıca Albumin/Globulin oranı da değerlendirildi.

T<sub>3</sub> Hormon düzeyinin Radioimmünassay metodu ile tayini :

- Kit içerisindeki standartlar harf sırasına göre(ABC DEFG) dizilir.
- Standartlardan sonra hormon düzeyi tayin edilecek tüpler dizilir.
- Standart tüplerine 50 mikrolitre standart,hormon düzeyine bakılacak serumlardan sırayla 50 mikrolitre serum tüplere konur.
- Bütün tüplere 500 mikrolitre I<sup>125</sup> konur.
- Ardından,tüm tüplere 500 mikrolitre Antibody süspansiyon eklenir.
- Bütün tüpler karıştırıcıda karıştırılır ve 37°C'da Ben mary'de 1 saat süreyle bekletilir.
- Bu işlemden sonra 15 dakika separator'da bekletilir.
- Daha sonra tüpler 5 dakika bekletilir.
- Tüplerde bulunan sıvılar dökülür.
- Hormon düzeylerinin tayini için mini Gamma Counter' da sayım alınır(71).

$T_4$  Hormon düzeyinin Radioimmünassay metodu ile tayini :

---

- 2 Kit içerisindeki standartlar harf sırasına göre dizilir(ABCDEFGG).
- Standartların ardından hormon düzeyi tayin edilecek tüpler dizilir.
- Standart tüplerine 50 mikrolitre standart, hormon düzeyine bakılacak serumlardan sırayla 50 mikrolitre serum tüplere konur.
- Bütün tüplere 500 mikrolitre  $I^{125}$  konur.
- Ardından bütün tüplere 500 mikrolitre Antibody süspansiyon eklenir.
- Bütün tüpler karıştırıcıda karıştırılır ve 15 dakika oda sıcaklığında bekletilir.
- Bu işlemden sonra tüpler, 15 dakika separator'da bekletilir.
- Daha sonra tüpler 5 dakika bekletilir.
- Tüplerdeki sıvılar dökülür.
- Hormon düzeylerinin tayini için mini gamma Counter'da sayım alınır(72).

## BÖLÜM : 5

Bulgular :

Alınan 15 kan örneğinin  $T_3$  ve  $T_4$  hormon düzeyleri Radioimmünassay metodu ile, Total protein düzeyleri spektrofotometrik yöntem ile, serum proteinleri (Albumin, Grup spesifik komponent, Ceruloplazmin, Post albumin, Transferrin, Hemopexin, Post - transferrin)'nin düzeyleri ve Albumin/Globulin oranı değerleri Poliakrilamid jel disk elektroforezi ile tespit edildi (Elektroforez için 14 denek kullanıldı)

5,10,20,40 dakika orta doz (60 watt çıkış gücü) ve 20 dakika yüksek doz (180 watt çıkış gücü) mikrodalga uygulanan serumlardaki bütün değerler kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Deney sonuçları, kontrol olarak alınan kan örneği ile, farklı sürelerde orta ve yüksek doz mikrodalga uygulanan kan örnekleri aynı kişiye ait olduğundan ve bütün deneklerde, aynı durum söz konusu olduğu için iki ortalama test eden eşleştirilmiş Student's t testi (Bağımlı t testi) ile test edildi.

Farklı sürelerde mikrodalga (orta ve yüksek dozda) uygulanan kanlardan alınan serumlardaki  $T_3$  ve  $T_4$  hormon düzeyleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermedi ( $P > 0,05, NS$ ).

Deney grupları ile kontrol grubunun total protein düzeyleri karşılaştırıldığında 5,10,20,40 dakika sürelerle orta dozda mikrodalga uygulanmış kan örneklerindeki total protein düzeyleri istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermedi ( $P > 0,05, NS$ ). Fakat 20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulanan kan örneklerindeki total protein düzeyleri (kontrol grubu ile karşılaştırıldığında) istatistiksel olarak önemli bulundu ( $P < 0,05, S$ ).

Deney grubu ile kontrol grubunun serum proteinleri karşılaştırıldığında ; 5,10,20,40 dakika orta doz ve 20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulanan kan örneklerindeki serum protein değerleri ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermedi ( $P > 0,05, NS$ ).

Albumin/Globulin oranında ise 5,10,20 ve 40 dakika mikrodalga uygulanan deney grupları ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlılık göstermedi(  $P > 0,05$ , NS ).Yalnız 20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulanan deney grubu ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulundu(  $P < 0,05$ , S )

$T_3$ ,  $T_4$  hormon, total protein ve serum proteinlerinin kontrol ve deney grupları değerlerini, bunların istatistiksel olarak değerlendirme sonuçlarını gösteren tablolar ve grafikler ileriki sayfalarda belirtilmiştir.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
KONTROL	1877	1987	0930	0806	1243	1614	2463	0664	2219	1491	1841	1945	1998	1872	1577
5 DAKİKA	1206	1687	1401	1247	1643	1041	2438	1339	2374	1877	1893	1358	2593	1950	0869
10 DAKİKA	1358	1595	0908	1077	1939	2185	2007	0952	2200	1966	1786	1496	1867	1816	0830
20 DAKİKA	0956	2118	1519	1600	1219	1856	2567	0956	1345	1491	2237	1187	1960	1663	0891
40 DAKİKA	1572	1197	1142	1533	1702	1132	2697	1424	1127	2002	2089	1567	2163	1882	1415
20 DAKİKA(7)	1109	1197	1289	1419	1924	1252	2682	1150	1571	1872	2084	1006	1888	2381	1073

Tablo: Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Radioimmünassay metodu ile tespit edilen  $T_3$  hormon düzeyi değerleri

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\pm SD_{\bar{X}_i - \bar{X}_j}$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	0.026	0.483	0.208	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0.036	0.430	0.327	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.064	0.531	0.468	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.014	0.536	0.105	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0.042	0.573	0.284	P > 0.05 NS

Tablo:  $T_3$  hormon düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7): Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

$\bar{X}$

1.635

1.661

1.598

1.571

1.649

1.593

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
KONTROL	10 7065	97.516	66.300	55.902	67.614	37.981	63.344	56.992	47.231	85.922	96.091	85.574	107.065	66.866	72.497
5 DAKİKA	33.922	78.365	79.811	65.630	66.570	35.761	88.640	59.858	85.632	75.706	82.502	104.700	90.888	70.560	73.286
10 DAKİKA	72.989	93.509	85.400	76.169	64.835	46.533	107.355	66.121	63.834	82.670	102.879	904.58	110.750	78.312	55.789
20 DAKİKA	54.115	106.992	62.213	75.963	53.750	49.089	89.726	83.344	70.084	75.501	133.087	109.706	116.518	68.536	48.652
40 DAKİKA	73.534	88.640	78.153	101.421	63.232	39.824	82.057	77.679	56.549	100.057	82.335	84.024	98.645	81.063	51.506
20 DAKİKA (7)	73.286	95.556	85.285	77.207	66.705	37.420	132.029	75.655	76.898	84.997	92.941	88.042	95.880	67.797	59.494

Tablo : Farklı sürelerde mikroalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Radioimmünasay metodu ile tespit edilen  $T_4$  hormonu düzeyi değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	SD $\bar{x}_i - \bar{x}_j$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	2.350	24.257	0.375	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	4.701	15.297	1.190	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	4.667	23.629	0.765	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	2.116	18.726	0.438	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA (7)	5.481	19.746	1.075	P > 0.05 NS

Tablo :  $T_4$  hormon düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7) : Yüksek doz mikroalga uygulanması.

$\bar{X}$

75198

72.788

79839

79805

77247

80.619

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
KONTROL	4.5	5.7	4.2	3.1	4.0	4.8	5.5	4.5	5.9	5.4	5.1	6.4	6.2	4.2	6.0
5 DAKİKA	6.1	5.2	4.4	4.0	4.2	4.9	5.9	5.2	5.2	5.7	6.0	6.5	6.3	4.6	6.0
10 DAKİKA	6.2	4.6	3.4	4.2	5.7	5.2	6.4	4.8	5.9	4.9	6.0	6.7	6.2	4.2	5.7
20 DAKİKA	6.7	7.5	5.2	4.0	5.2	4	6	4.5	4.8	4.9	5.9	6.9	8.1	3.6	6.0
40 DAKİKA	6.9	6.0	5.5	4.0	5.2	4.8	5.9	4.6	4.2	5.5	5.7	7.3	7.5	3.5	5.9
20 DAKİKA(7)	7.9	7.9	8.8	5.7	5.1	3.6	5.7	5.4	5.1	6	5.9	6.5	5.9	3.4	6.4

Tablo : Earklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Spektrofotometrik yöntemle tayin edilen Total Protein düzeyleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\pm SD \bar{x}_i - \bar{x}_j$	t	p
KONTROL 5 DAKİKA	0.313	0.564	2.151	P>005 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0.307	0.834	14.25	P>005 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.520	1.017	1.980	P>005 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.467	0.962	1.879	P>005 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0.920	1.640	2.172	P<005 S

Tablo: Total Protein düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7):Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

$\bar{X}$

5.033

5.346

5.34

5.553

5.5

5.953

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	39.5	29.8	30.4	23.9	32.2	28.2	26.1	22.3	24.6	23.9	27.3	29.1	26.9	39.0	28.8
5 DAKİKA	34.9	31.8	33.6	25.2	29.4	28.8	26.8	23.2	22.8	23.7	27.3	31.0	25.8	33.5	28.4
10 DAKİKA	34.0	32.9	32.9	24.7	32.6	24.8	22.1	25.7	22.6	24.1	27.2	31.9	25.2	33.5	28.15
20 DAKİKA	35.9	31.3	29.6	32.4	28.3	26.5	20.3	26.7	23.5	22.9	27.2	36.0	25.4	31.4	26.3
40 DAKİKA	29.5	29.3	28.5	27.3	30.6	31.7	21.9	26.5	23.1	23.3	26.9	27.8	27.6	33.5	27.6
20 DAKİKA(7)	29.9	30.5	28.1	33.2	26.3	31.0	19.7	23.5	22.0	24.2	24.9	23.8	25.3	33.9	26.8

Tablo: Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlardaki Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ile tayin edilen Albumin değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\sqrt{SD \bar{X}_i - \bar{X}_j}$	t	p
KONTROL 5 DAKİKA	0.386	2.525	0.572	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0.643	3.104	0.775	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.414	4.529	0.342	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	1.121	3.753	1.118	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	1.921	4.699	1.530	P > 0.05 NS

Tablo: Albumin düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7) : Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	7.7	11.6	12.4	9.7	8.5	11	8.7	10.7	9.5	10	9.3	9.6	9.1	10.1	9.85
5 DAKİKA	7.4	10.7	11.4	14.2	11	9.1	8.5	10.4	10.9	10.7	11.7	9.9	9.8	12.1	10.5
10 DAKİKA	8	10.7	6.9	13	8.7	10.1	9.3	9.9	8.9	10.8	10.2	8.9	10.1	9.6	9.6
20 DAKİKA	7.5	11	11.7	9	10.5	10.8	9	7.8	8.4	10.7	10.1	11.0	10.0	10.5	9.8
40 DAKİKA	11.2	11.4	11.8	14.5	9.7	9.1	9.6	9.8	9.5	11.1	10.3	9.9	9.5	9.2	10.4
20 DAKİKA(7)	10.7	11.3	12.2	9.8	9.8	10.1	9.6	11.7	9.7	11.5	9.1	9.4	9.7	10.4	10.3

Tablo:Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ile tayin edilen Grup Spesifik Komponent değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\mp SD\bar{X}_i - \bar{X}_j$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	0.707	1.708	1.549	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0.200	1.899	0.394	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.007	1.215	0.022	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.621	1.759	1.322	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0.507	0.987	0.922	P > 0.05 NS

Tablo:Grup Spesifik Komponent düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi

(7):Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	1,6	3,1	3,7	2,5	1,8	2,5	4,1	3,5	2,8	2,7	3,2	3,9	2,2	1,9	2,8
5 DAKİKA	1,9	3,5	3,4	3,1	2,3	2,2	3,4	3,1	3,7	2,7	3,5	3,4	2,1	1,1	2,8
10 DAKİKA	2,3	3,2	3,7	3,1	2,2	2,5	3,6	3	2,9	2,6	3,1	2,2	2,3	2,3	2,7
20 DAKİKA	2,0	3,2	3,6	2,0	2,3	2,3	3,8	2,6	2,5	2,7	2,9	2,7	2,1	2,7	2,6
40 DAKİKA	3,1	3,6	3,6	1,6	2,2	2,2	4,3	2,5	2,6	3,0	3,1	2,3	2,0	1,5	2,6
20 DAKİKA(7)	2,9	3,3	3,6	2,0	2,2	2,6	4,4	3,5	3,2	2,8	2,7	3,7	2,1	1,9	2,9

Tablo:Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda poliakrilamid jel disk elektroforezi ile tayin edilen serum plazmin değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$+SD \bar{X}_i - \bar{X}_j$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	0,000	0,523	0	P > 0,05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0,036	0,594	0,225	P > 0,05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0,150	0,524	1,070	P > 0,05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0,136	0,747	0,680	P > 0,05 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0,100	0,445	0,840	P > 0,05 NS

Tablo Serum plazmin düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7) : Yüksek doz mikrodalga uygulanması.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	9.3	14.7	16.1	14.2	10.3	12.5	12.8	14.2	12.3	12.7	12.5	13.5	11.3	12	12.7
5 DAKIKA	9.3	14.2	14.8	17.3	13.3	11.3	11.9	13.5	14.6	13.4	15.3	13.3	11.9	13.2	13.3
10 DAKIKA	10.3	13.9	11.4	15.9	10.9	12.6	12.9	12.9	11.8	13.4	13.3	10.8	12.4	11.9	12.4
20 DAKIKA	9.5	14.2	15.3	11	12.8	13.1	12.8	10.4	10.9	13.4	12.4	13.7	12.1	13.2	12.4
40 DAKIKA	14.3	15	15.4	16.1	11.9	11.3	13.9	12.3	12.1	14.1	12.9	12.2	11.5	10.5	13.1
20 DAKIKA(7)	13.6	14.6	15.8	11.8	12	12.7	14.0	15.2	12.9	14.3	11.8	13.1	11.8	12.4	13.2

Tablo: Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ile tayin edilen Post Albumin değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\pm SD \bar{x}_i - \bar{x}_j$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	0.636	1.595	1.491	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0.286	1.697	0.630	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.257	1.661	0.579	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.36	1.804	0.756	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0.543	1.508	1.347	P > 0.05 NS

Tablo: Post Albumin düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi

(7): Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	10.2	12	11.9	10.2	10.6	10.8	10.2	10.8	11.3	12.1	15.0	11.9	10.8	12.1	11.4
5 DAKİKA	10.0	12.6	10.0	11.6	10.4	10.6	9.8	10.2	11.5	12.2	13.8	8.7	11.2	10.2	10.9
10 DAKİKA	11.5	11.7	11.0	10.2	9.4	10.7	9.7	11.2	10.8	12.3	13.4	7.8	11.1	10.9	10.8
20 DAKİKA	10.2	11.3	10.7	11.3	9.6	11.1	9.7	11.2	10.8	12.3	13.9	10.4	11.0	11.1	11.0
40 DAKİKA	11.6	12.1	12.0	11.9	9.9	10.9	10.6	11.5	10.9	13.6	14.4	11.2	11.2	11.8	11.6
20 DAKİKA(7)	11.6	13.1	10.4	10.7	10.6	10.8	10.2	12.5	10.8	12.9	14.7	10.7	10.7	12.3	11.5

Tablo : Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ile tayin edilen Transferin değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_j - \bar{X}_j $	$\pm SD \bar{x}_j - \bar{x}_j$	t	p
KONTROL 5DAKİKA	0.507	1.192	1.592	$\hat{P} > 0.05$ NS
KONTROL 10DAKİKA	0.58	1.266	1.731	$P > 0.05$ NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.379	0.756	1.874	$P > 0.05$ NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.264	0.811	1.219	$P > 0.05$ NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0.150	0.908	0.618	$P > 0.05$ NS

Tablo: Transferin düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7): Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	0.7	0.9	2.7	2.5	2.0	2.9	2.6	1.9	2.0	2.8	2.0	2.8	1.9	12	2.0
5DAKİKA	1.4	1.7	0.7	1.8	1.5	3.4	2.2	0.6	2.9	2.9	1.5	2.8	2.2	2.6	2.0
10DAKİKA	1.5	3.9	3.5	4.5	0.5	3.1	0.9	3.6	1.8	2.8	1.9	2.8	2.7	2.0	2.5
20 DAKİKA	1.9	1.1	2.5	1.3	1.1	4.2	1.1	2.5	2.1	3.0	2.1	1.1	2.4	2.5	2.1
40 DAKİKA	1.9	4.2	2.6	3.1	2.2	3.6	2.7	2.9	2.1	2.9	2.0	2.8	1.2	1.0	2.5
20 DAKİKA(7)	0.8	2.6	2.8	2.8	3.1	3.0	2.4	3.1	1.7	2.5	1.9	3.4	5.3	1.5	2.6

Tablo:Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Poliakrilamid Jel Disk Elektrofrezisi ile tayin edilen Hemopexin değerleri.

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\pm SD \bar{X}_i - \bar{X}_j$	t	P
KONTROL 5DAKİKA	0.050	0.922	0.203	P>0.05 NS
KONTROL 10DAKİKA	0.471	1.258	1.402	P>0.05 NS
KONTROL 20DAKİKA	0.114	1.020	0.419	P>0.05 NS
KONTROL 40DAKİKA	0.450	0.959	1.756	P>0.05 NS
KONTROL 20DAKİKA(7)	0.571	1.083	2.122	P>0.05 NS

Tablo : Hemopexin düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7):Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	41	435	416	517	469	48.5	50.9	52.7	51.8	51.3	45.2	45.5	51	36.9	47.0
5 DAKİKA	457	414	416	45.9	46.9	49.3	51.5	53.1	51.1	50.7	43.4	47.0	511	431	47.2
10 DAKİKA	442	415	44.7	49.2	47.1	51.9	55.3	50.2	54.8	50.2	46.1	49.5	513	437	48.5
20 DAKİKA	44.4	432	44.4	45.3	49.3	49.3	57.2	51.7	55.7	51.5	46.5	39.9	515	44.3	48.1
40 DAKİKA	44.6	436	44.1	44.7	47.6	46.1	53.6	49.7	53.9	49.0	45.8	48.8	497	43.9	47.5
20 DAKİKA (7)	44.9	41.8	457	44.3	51.1	45.5	56.1	48.8	54.3	48.6	48.5	52.4	52.2	41.4	48.2

Tablo: Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Poliakrilamid Jel Disk Elektrofrezisi ile tayin edilen Post Transferin değerleri

SÜRELER	$ \bar{X}_i - \bar{X}_j $	$\pm SD \bar{X}_i - \bar{X}_j$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	0.236	2846	0.310	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	1.514	2890	1.961	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	1.121	3856	1.088	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.471	3500	0.504	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA (7)	12.21	4219	1.083	P > 0.05 NS

Tablo: Post Transferin düzeylerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(7) : Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

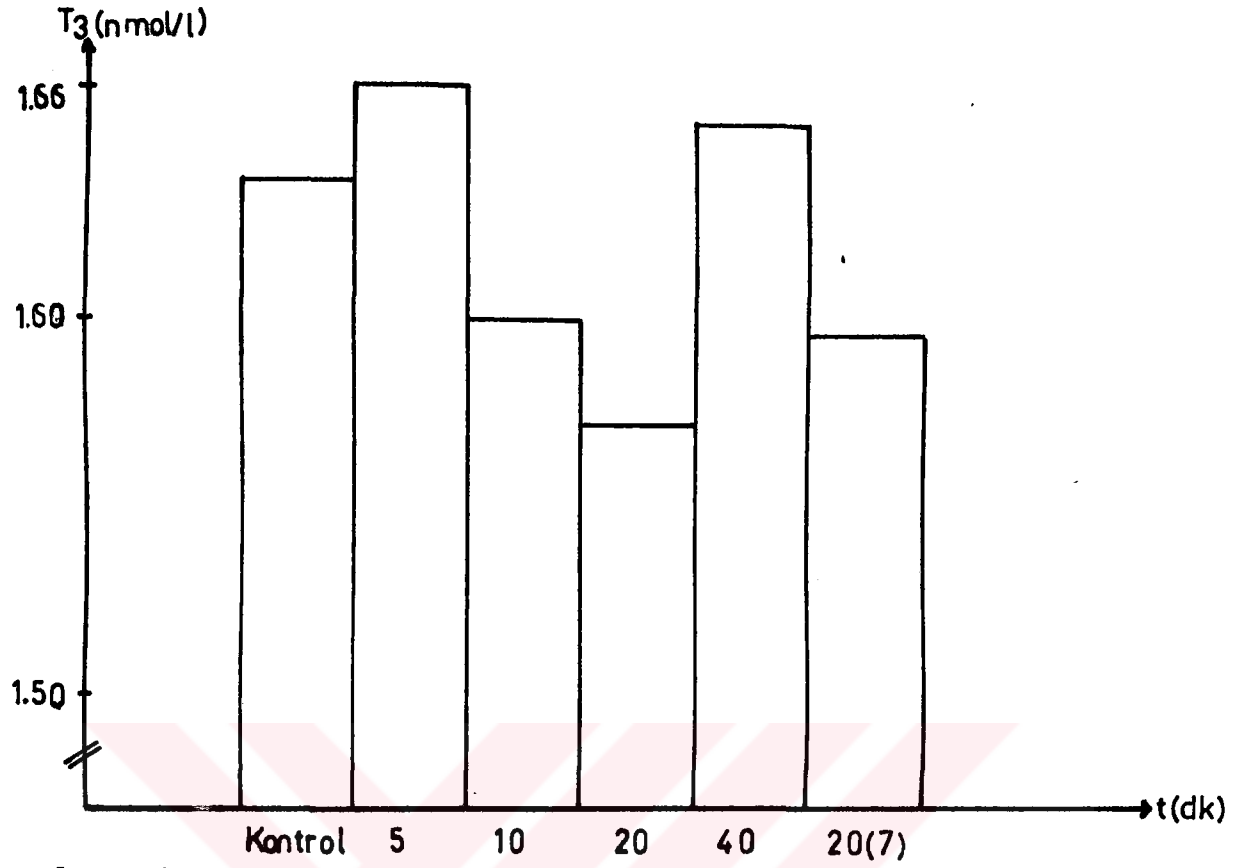
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$
KONTROL	065	042	043	046	047	039	035	028	032	046	037	041	036	063	042
5 DAKİKA	053	046	050	033	041	040	036	030	029	031	037	044	034	050	039
10 DAKİKA	051	049	049	032	048	032	028	034	029	031	037	046	034	050	039
20 DAKİKA	056	045	042	047	030	036	020	036	030	029	037	056	034	045	038
40 DAKİKA	041	041	039	037	044	046	028	036	030	030	036	038	038	050	038
20 DAKİKA(7)	042	043	039	049	035	044	024	030	028	031	033	031	033	051	036

Tablo:Farklı sürelerde mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden alınan serumlarda Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ile tayin edilen Albumin/Globulin değerleri.

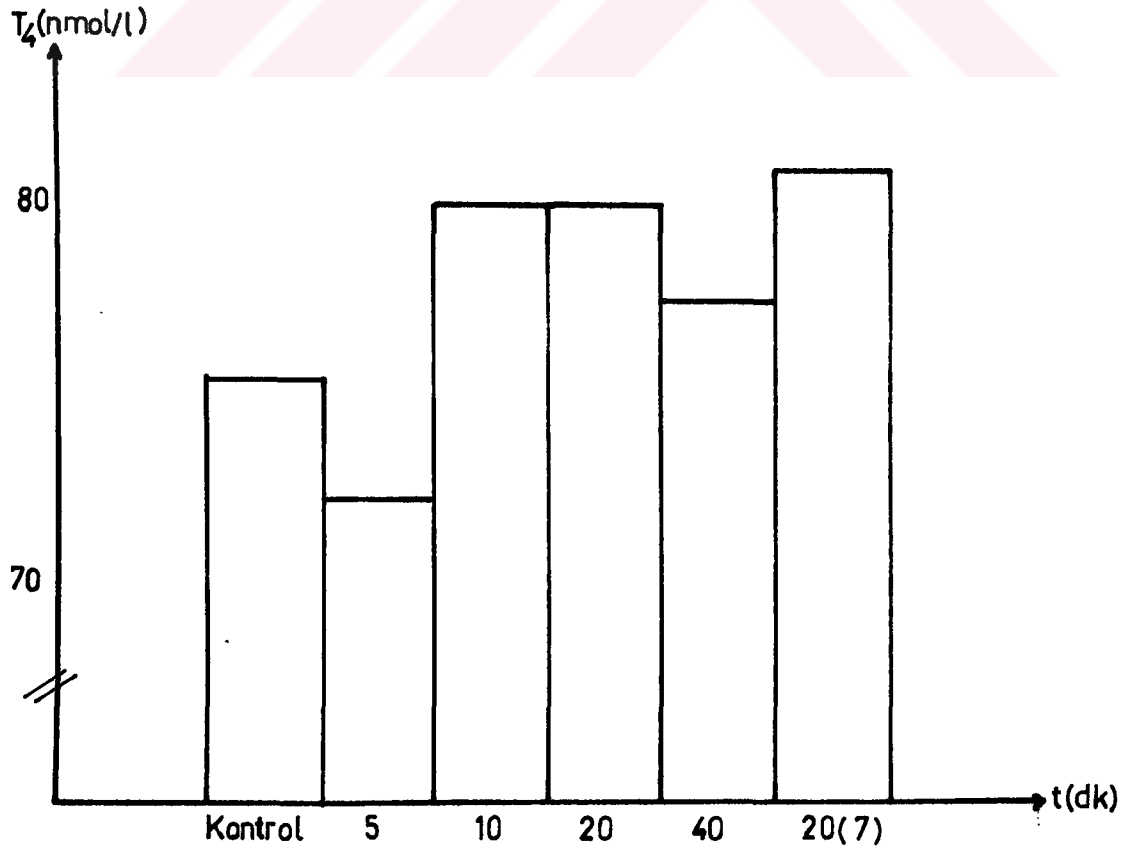
SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$\pm SD \bar{x}_i - \bar{x}_j$	t	P
KONTROL 5 DAKİKA	0.033	0.073	1.694	P > 0.05 NS
KONTROL 10 DAKİKA	0.036	0.082	1.638	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA	0.041	0.100	1.528	P > 0.05 NS
KONTROL 40 DAKİKA	0.047	0.087	2.035	P > 0.05 NS
KONTROL 20 DAKİKA(7)	0.062	0.079	2.931	P < 0.05 S

Tablo: Albumin / Globulin oranlarının istatistiksel değerlendirilmesi.

(7) : Yüksek doz mikrodalga uygulanması.

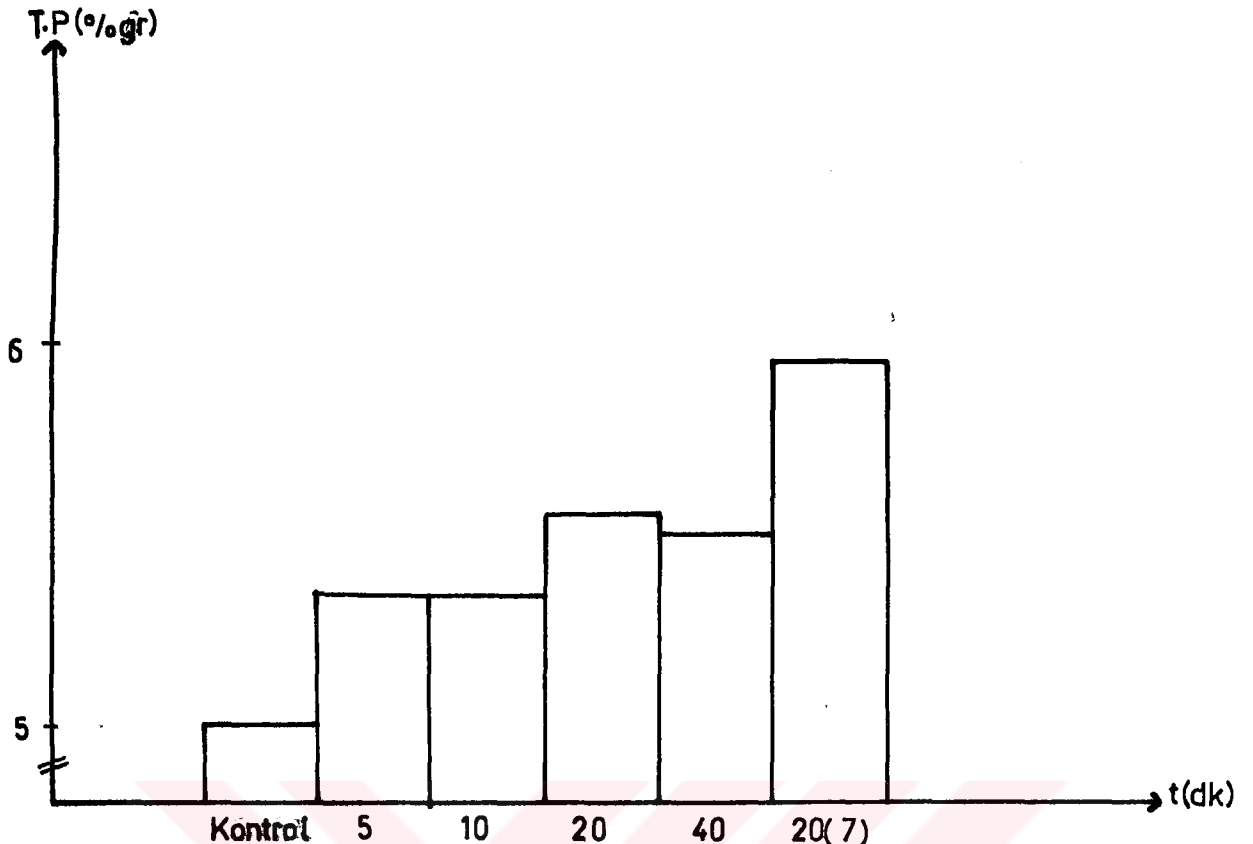


Grafik1: Kontrol ve deney grubu T<sub>3</sub> hormon düzeyleri.

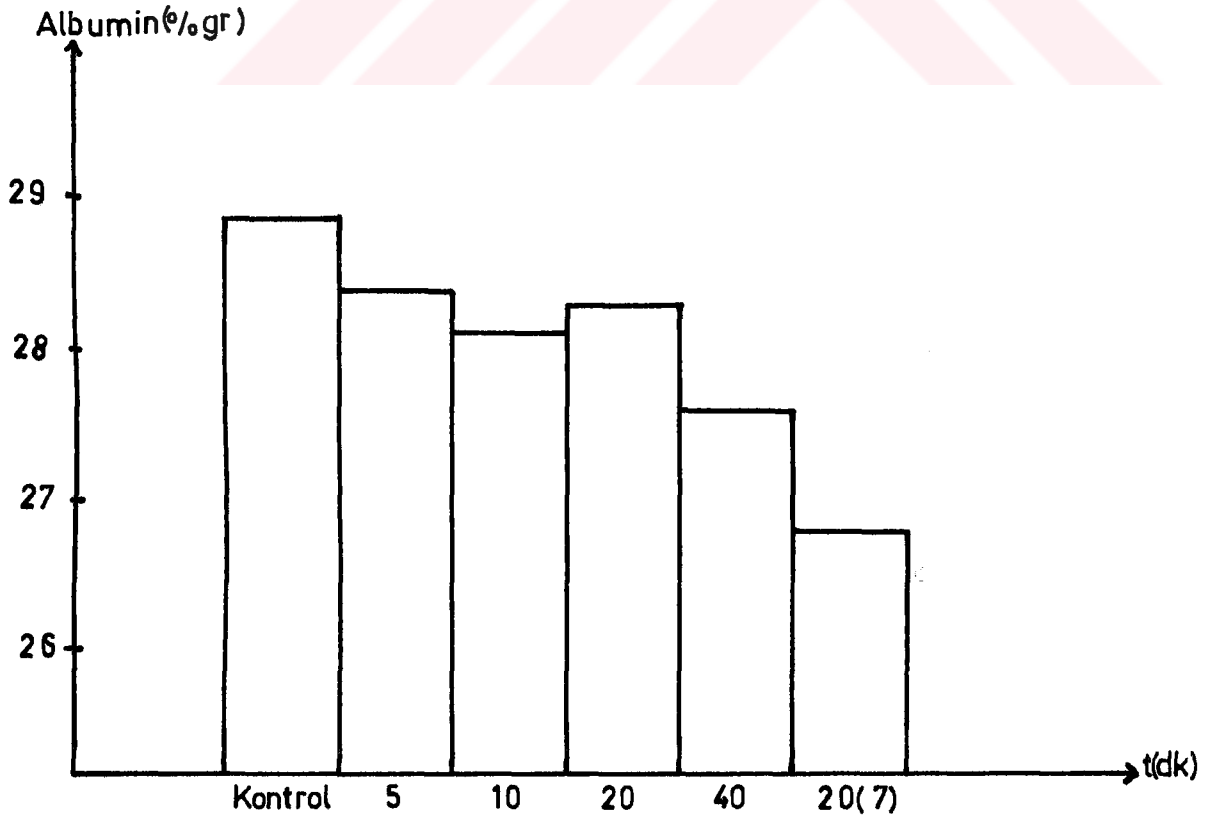


Grafik 2: Kontrol ve deney grubu T<sub>4</sub> hormon düzeyleri.

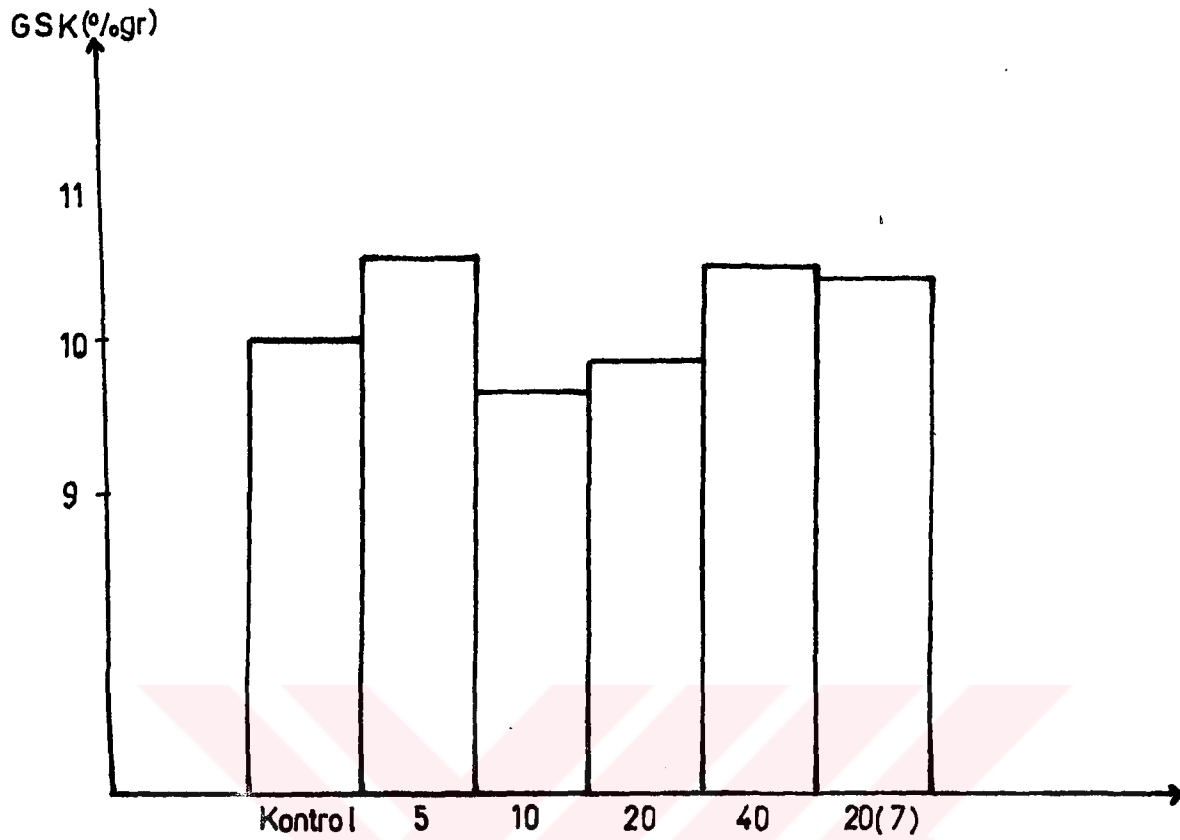




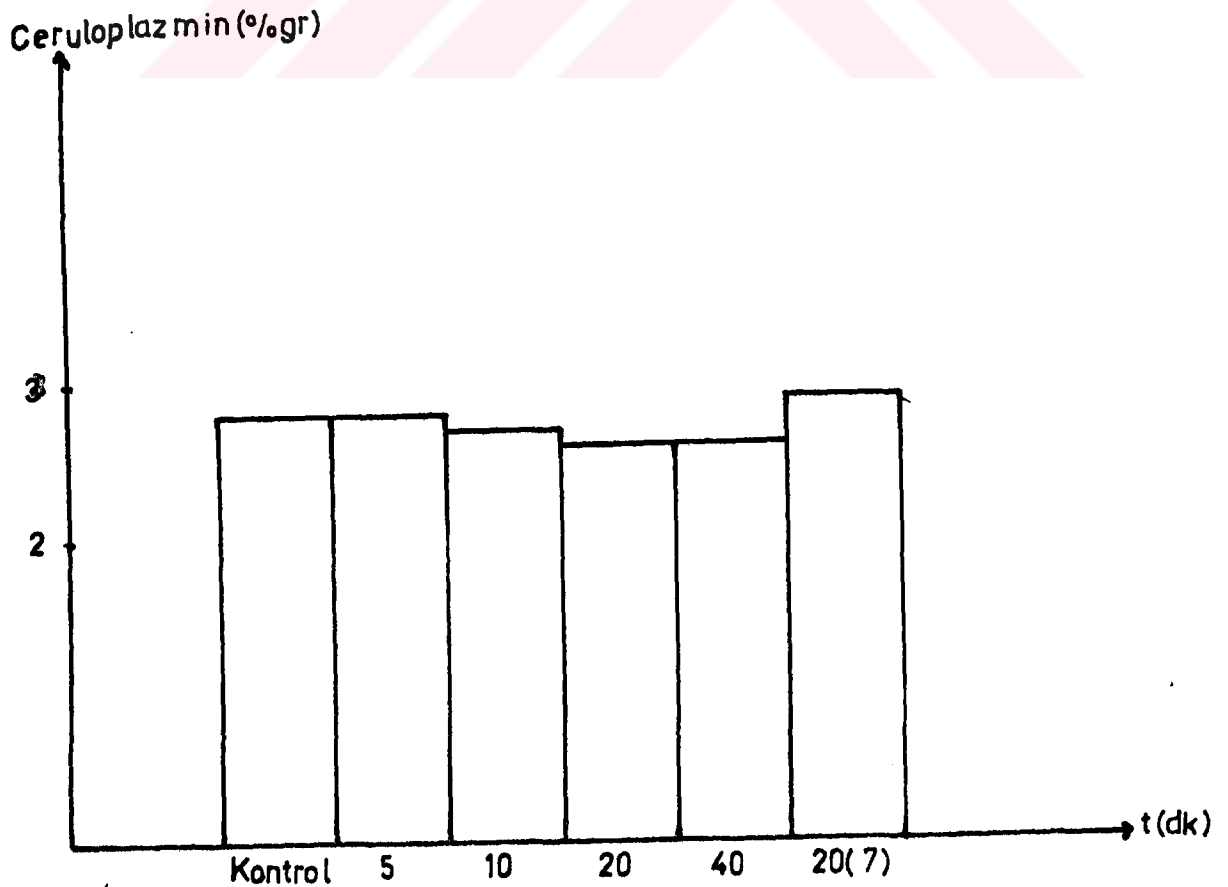
Grafik 3: Kontrol ve deney grubu Total Protein düzeyleri



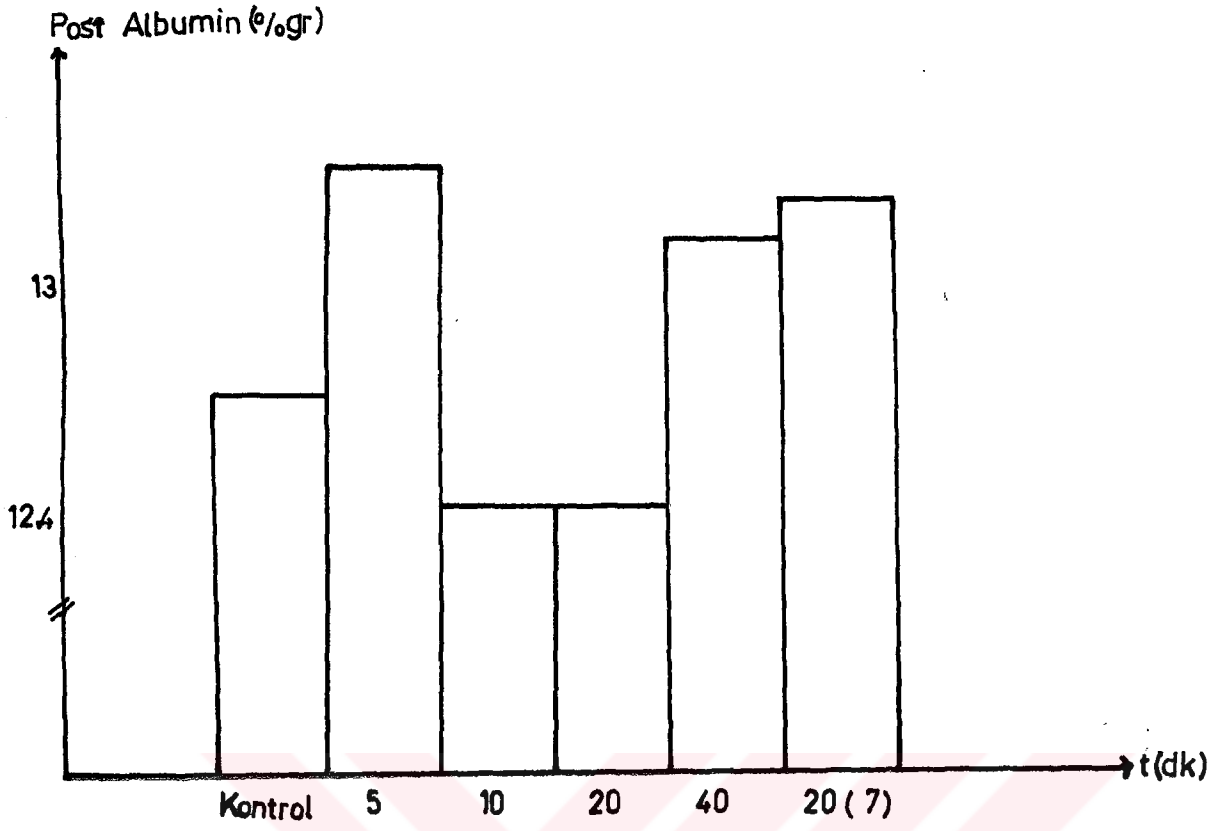
Grafik 4: Kontrol ve deney grubu Albumin düzeyleri



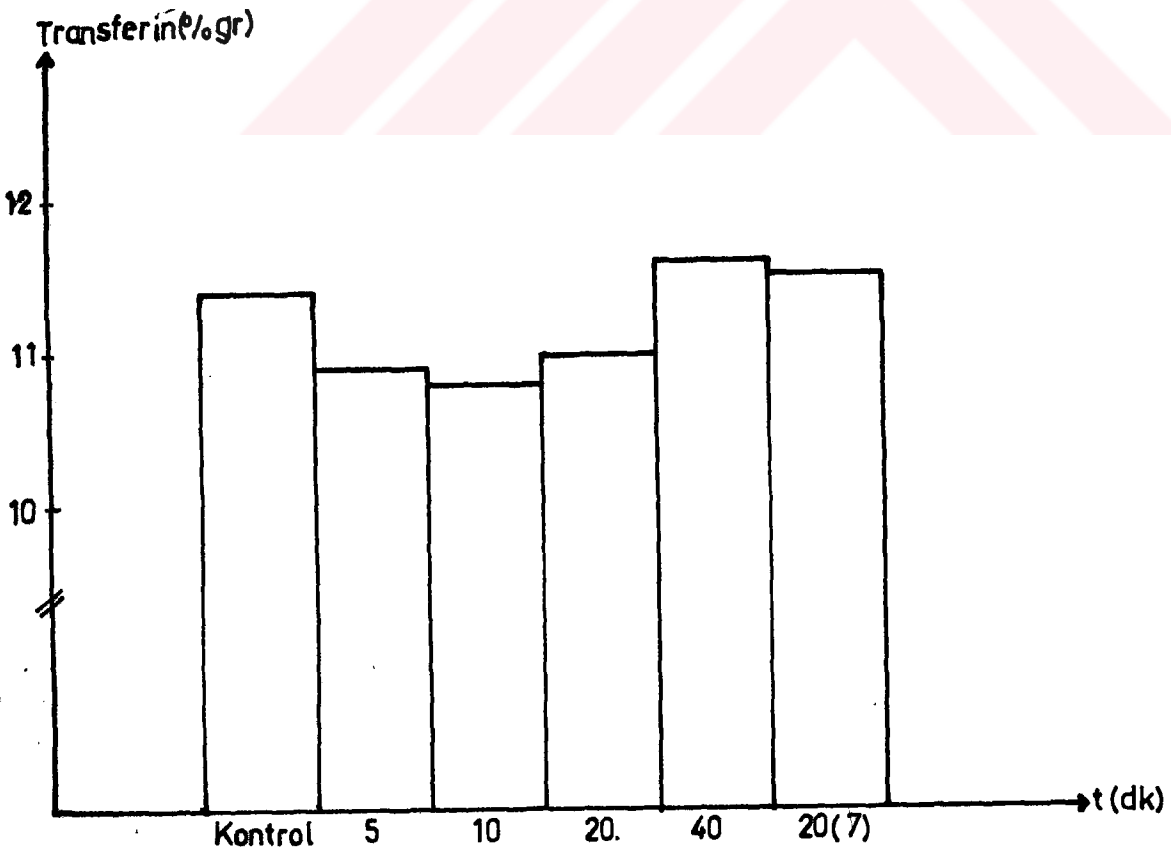
Grafik 5: Kontrol ve deney grubu Grup Spesifik Komponent düzeyleri



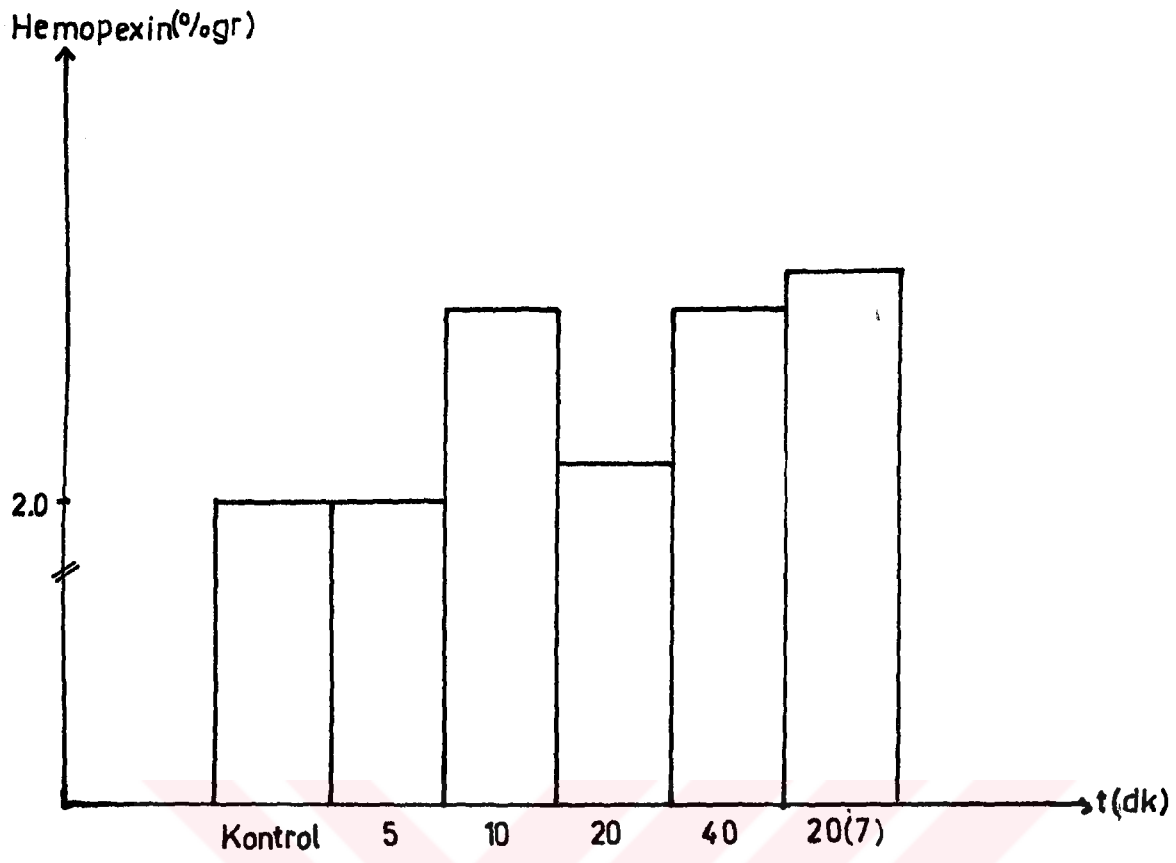
Grafik 6: Kontrol ve deney grubu Ceruloplazmin düzeyleri



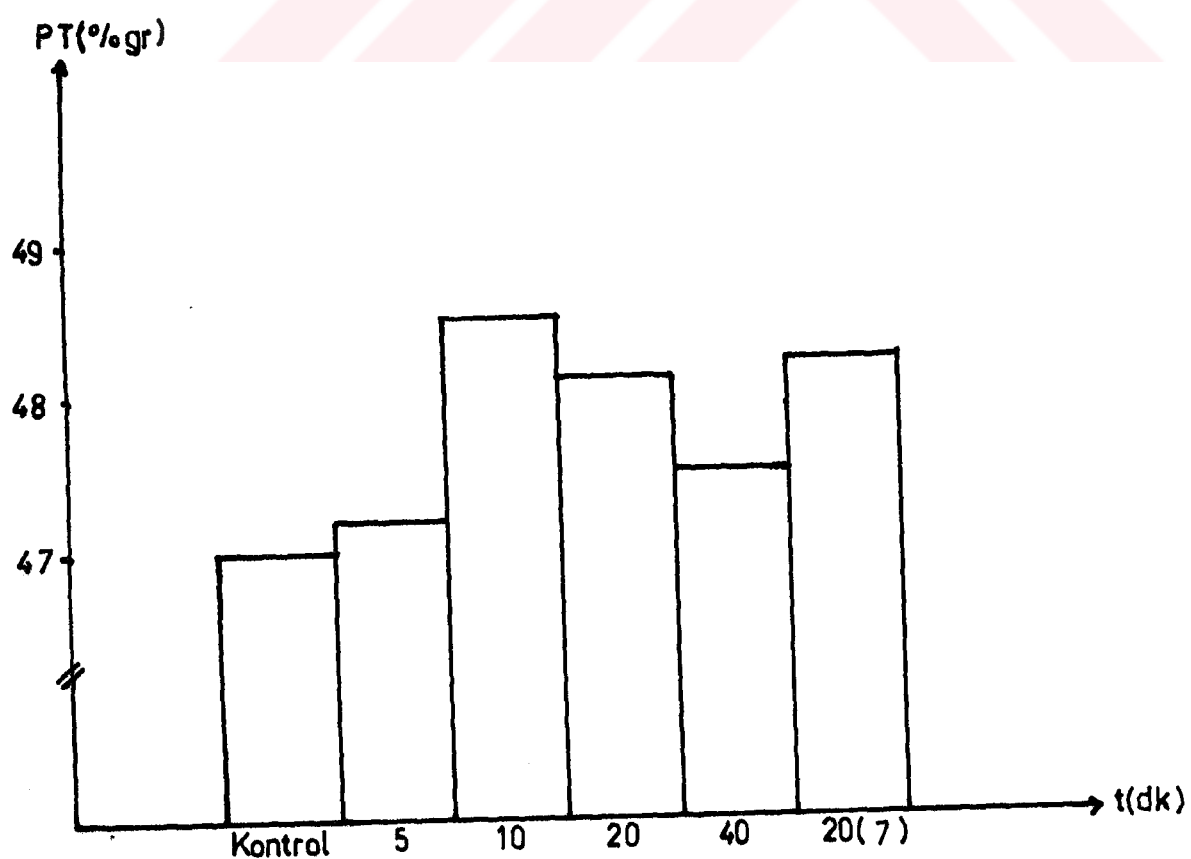
Grafik 7: Kontrol ve deney grubu Post Albumin düzeyleri



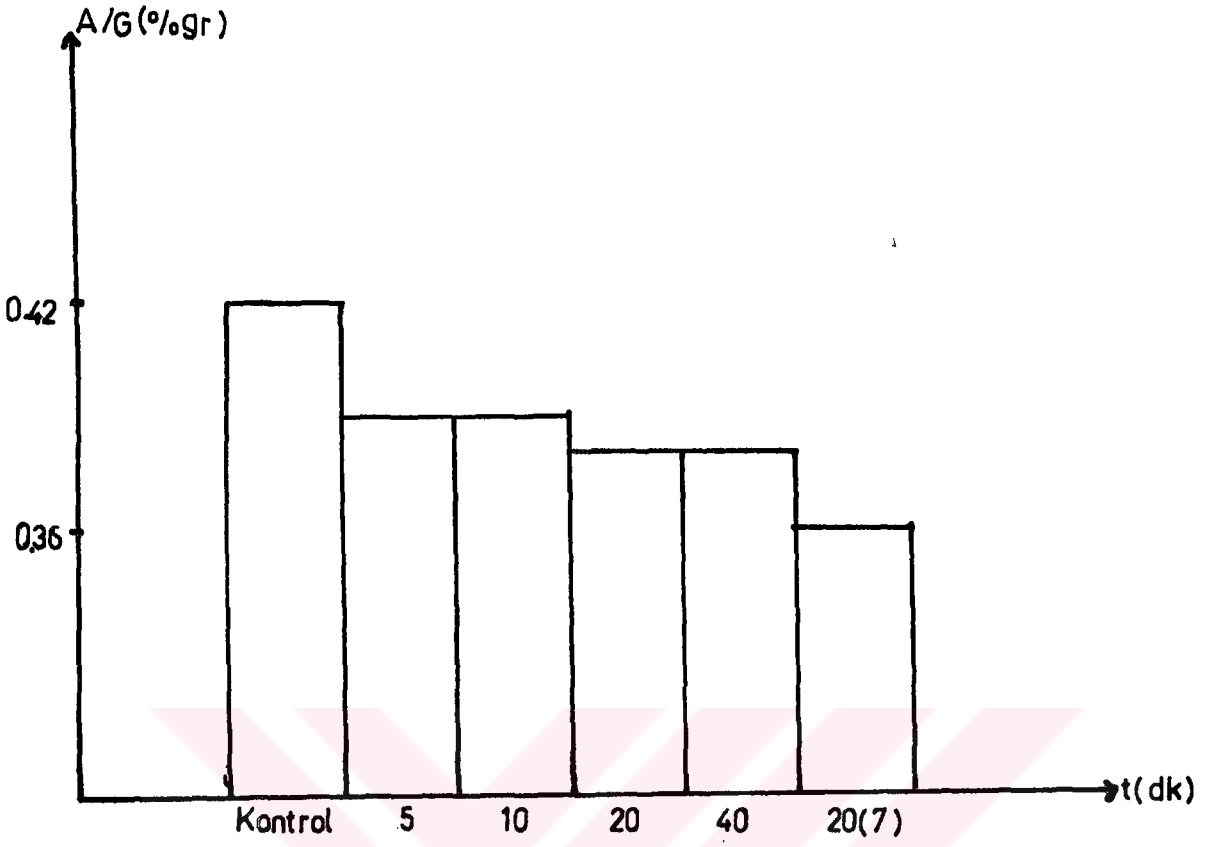
Grafik 8: Kontrol ve deney grubu Transferin düzeyleri



Tablo 9 : Kontrol ve deney grubu Hemopexin düzeyleri.



Grafik 10 : Kontrol ve deney grubu Post Transferin düzeyleri



Grafik 11: Kontrol ve deney grubu Albumin/Globulin düzeyleri.

### Tartışma :

Biyolojik bir materyalle etkileşen elektromagnetik enerjilerin çeşitli etkileri saptanmıştır(10,13,16,22,24,25,31,32,36). Bunlardan bazılarına örnek olarak, iyonizasyon, kovalent ve hidrojen bağlarının kırılması, Wan der Waals etkileşimleri ve su yapısının bozulması örnek olarak verilebilir(22,36).

Yukarıda verilen örneklerin her birinin biyolojik sistemler için önemi tartışılmazdır ve bunların gerçekleşmesi durumunda biyolojik sistemlerde patolojik olayların meydana gelmesi muhtemeldir.

Biyomoleküllerde iyonizasyon potansiyeli, bazı deneysel belirsizliklere rağmen 10 eV civarında gerçekleşir. Bu iyonizasyon potansiyeli ile 3 GHz'lik mikrodalga fotonunun  $10^{-4}$  eV' luk enerjisi karşılaştırılacak olursa, mikrodalgaların biyomoleküllerle kuantize etkileşimlerinin moleküler iyonizasyonla sonuçlanmayacağı kesin olarak ortaya çıkar (İyonizasyon için elektromagnetik dalganın frekansı en az  $2,4 \times 10^6$  GHz, dalga boyu 0,12 mikrometre ve bunlara karşılık gelen aktivasyon enerjisi 230 kCal/mol veya 10 eV olmalıdır.) (4,7,22,36).

Biyolojik moleküllerdeki kovalent bağ için, minimum aktivasyon enerjisi 100 kCal/mol dur. Bu yüzden ultraviyole veya x ışınlarındaki elektromagnetik radyasyon miktarı 5 eV'un üzerinde olmadıkça kovalent bağda bir kırılma beklenemez (kovalent bağ kırılması için elektromagnetik enerjinin frekansının en az  $1,21 \times 10^6$  GHz, dalga boyu 0,25 mikrometre ve aktivasyon enerjisi 115 kCal/mol veya 5 eV olmalıdır. Bu durumda mikrodalgaların öyle bir etki oluşturması beklenemez (0,03-300 GHz frekanslı ve  $10^7$ - $10^3$  mikrometre dalga boylu mikrodalgalara karşılık gelen aktivasyon enerjisi 0,03 kCal/mol veya  $1,2 \times 10^{-3}$  eV kadardır.) (7,22,36).

Wan der Waals etkileşimlerin biyolojik sistemdeki rolleri için bazı fikirler öne sürülmekle birlikte, bu kuvvetlerin biyolojik sistemdeki rolleri bilinmemektedir. Fakat yapılan araştırmalar bu çekim kuvvetinin elektromagnetik alan tarafından bozulabileceğini göstermiştir. Ancak mikrodalga alanının oluş-



turduğu elektromagnetik radyasyonun biyolojik sistemdeki Wan der Waals kuvvetlerini etkileyip etkilemediği bilinmemekle beraber, aktivasyon enerjileri ve buna karşılık gelen elektromagnetik dalganın frekansı ve dalga boyu gözönüne alındığında mikrodalgaların, bu kuvvetleri etkileyemeyeceği düşünülebilir ( $2,4 \times 10^5$  GHz frekanslı ve 1,25 mikrometre dalga boyu enerjiye karşılık gelen aktivasyon enerjisi 23 kCal/mol veya 1 eV olursa bu etkileşim gerçekleşir.

Enzimler gibi proteinler de, molekülün 2 veya daha fazla kısmı stabil bir biçim oluştursun diye hidrojen bağları oluştururlar. Protein molekülünün alfa helix konfigürasyonunda helixler, elektron geçişini sağlayabilmek amacıyla bağlanarak konjuge bir sistem oluştururlar. Oksidasyon, redüksiyon reaksiyonlarında bir enzim molekülü substrata iki hidrojen bağı ile bağlanarak, elektron transportu için iletim yolu oluşturur. Reaksiyonun tamamlanmasıyla hidrojen bağı ayrılır ve enzim molekülü yeni substrat molekülleri ile birleşebilmek için serbest kalır. Bu da hidrojen bağının biyolojik sistemlerdeki reversibl karakterini gösterir. Hidrojen bağının dışardan bir güçle değiştirilmesi enzim fonksiyonunu bozarak elektron transportunu engeller ve etkileşim bütünlüğünü bozar (22).

2 mikrometre dalga boyu ( $2 \times 10^5$  GHz), mikrodalga veya radyofrekans dalga boyunun sınırlarının dışında kaldığına göre, mikrodalganın veya radyofrekans kaynaklı ısıtmanın spontan mutasyon hızını indirekt olarak etkileyebileceği halde bu dalga boyunun, bağları direkt olarak etkilediğine ilişkin herhangi bir kanıt yoktur (7,22,36).

Su sınırından ayrılmak için de  $1,4 \times 10^5$  GHz ve 2,14 mikrometre dalga boyu bir enerjiye karşılık gelen aktivasyon enerjisinin 12,9 kCal/mol veya 0,56 eV olması gerekir (22,36).

Yaptığımız çalışmada 5,10,20 ve 40 dakika orta doz (60 watt çıkış gücü) mikrodalga uygulamasında kontrol ve deney grubu serum proteinleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadı. Yüksek doz mikrodalga (180 watt çıkış gücü) uygulamasında kontrol ve deney grubunun albumininde gözlediğimiz fakat ista -

tistiksel olarak anlamlı bulunmayan düşüş aynı şekilde globulinde gözlediğimiz fakat istatistiksel olarak tek tek anlamlı bulunmayan artışlar daha sonra Albumin/Globulin oranında tümü birlikte hesaba katılınca 20 dakika yüksek doz(180 watt çıkış gücü) uygulamasında Albumin/Globulin oranı ve aynı doz ve süreli mikrodalga uygulamasında total protein düzeyindeki artış istatistiksel olarak önemli bulundu.

$T_3$  ve  $T_4$  hormon düzeylerinde kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilemedi.

Yüksek dozda 20 dakika mikrodalga uygulamasında Albumin/Globulin oranının istatistiksel olarak önemli bulunmasının nedeninin, uyguladığımız mikrodalga'nın, biyolojik moleküllerdeki bağları direkt olarak etkilemesi sonucu gerçekleştiğini düşünmüyoruz. Fakat uyguladığımız mikrodalga radyasyonun tıpta, diyatermi amacıyla kullanıldığı göz önüne alınacak olursa, Albumin/Globulin oranındaki değişimin mikrodalgaların termal etkileri sonucu oluşabileceği düşüncesi ağırlık kazanıyor.

Total proteindeki artış, yüksek dozda uyguladığımız mikrodalga radyasyonunu oluşturduğu termal etki sonucu, eritrositlerin bir kısmının parçalanarak hemolize uğramaları ve içlerindeki hemoglobinin ortama yayılmasından kaynaklanabilir. Albumindeki istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan fakat gözlediğimiz düşüş ise yüksek dozda uyguladığımız mikrodalga radyasyonun termal etkisi sonucu albuminin yapısının bozulması ile ilişkili olabilir.

Albumin/Globulin oranının düşük olmasının nedeninin de albuminde gözlediğimiz fakat istatistiksel olarak anlamlı olmayan düşüşten ve ayrıca yüksek doz mikrodalga uygulanmasıyla eritrositlerin hemolize uğramaları sonucu açığa çıkan Hemoglobinin, globulinler arasında yer alan haptoglobine bağlanmasıyla total globulinleri arttırmamasından kaynaklandığını düşünmüyoruz.

Ayrıca mikrodalgaların non-termal bir etkisinde kanın koagülasyonunda değişikliğe neden olduğu ve tedavide bir etkisinin olup olmadığının tartışma konusu olduğu belirtilmiştir(4).

Yaptığımız çalışmada,yüksek doz uygulanmış deney grubunun,kontrol grubu albumin değerine göre % 2'lik bir düşüş, globulinde ise % 1,85'lik bir artış gözlenmiştir.

Albumindeki düşüş ve globulindeki artıştan dolayı Albumin/Globulinin düşük olması doğal bir sonuçtur ve matematiksel olarak ta gösterilebilir.

Örneğin,kontrol grubunun Albumin/Globulin ortalamaları oranını göz önüne alırsak 28,8/71,1 : 0,40 gibi bir sonuç elde ederiz.Fakat 20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulanan deney grubunun Albumin/globulin ortalamaları oranını göz önüne aldığımızda sonucun 26,8/72,9 : 0,36 olduğunu görürüz.

### Sonuç :

Yaptığımız çalışmada farklı dozlarda mikrodalgaların, farklı etkiler oluşturabileceğini saptadık.

Bütün enerji uygulamalarında olduğu gibi mikrodalga enerjisinin de in vitro uygulamada serum proteinleri üzerine etkili olduğunu saptadık.

Bu uygulamalarda,süre,mesafe ve doz gibi parametrelerin önemli olduğu ve tıbbi uygulamalarda bu üç parametrenin gözönünde bulundurulmasının gerekliliğinin sağlıklı bir tedavide önemli bir rol oynayacağı sonucuna vardık.

Özet :

Aldığımız kan örneklerine 5,10,20 ve 40 dakika orta doz(60 watt çıkış gücü) mikrodalga ve 20 dakika yüksek doz (180 watt çıkış gücü) mikrodalga uyguladık.Örnek kanların serumlarını santrifüjle ayırdık.Serumdaki  $T_3$  ve  $T_4$  hormon düzeyini RIA metodu ile,total protein düzeyini spektrofotometrik yöntem ile,serum proteinleri(Albumin,Grup spesifik komponent,Ceruloplazmin,Post albumin,Transferrin,He - mopexin,Post transferrin) ve Albumin/Globulin düzeylerini Poliakrilamid jel disk elektroforezi ile tespit ettik.

5,10,20 ve 40 dakika orta doz mikrodalga uygulamasında  $T_3$ - $T_4$  hormonları,total proteinler,serum proteinleri ve Albumin/Globulin oranlarını kontrol grubu ile karşılaştırdık ve istatistiksel olarak anlamsız bulduk(  $P > 0,05, NS$  ).

20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulamasında ise, diğer parametreler istatistiksel olarak önemsiz(  $P > 0,05, NS$  ) bulunurken,total protein ve Albumin/Globulin oranını kontrol grubu ile karşılaştırdığımızda istatistiksel olarak önemli bulduk(  $P < 0,05, S$  ).

Literatürler :

- 1 . Kayahan,Ö.;Mikrodalgalar ve Sağlığımız,Bilim ve Teknik Dergisi,Cilt:19,Sayı:220,sf.14-16,Mart 1986.
- 2 . Yıldırım,H.;Biyofizik,A.Ü.Eğ.Sağ.ve Bil.Araş.Çalışmaları Vakfı Yayınları,No:17,Böl.3-13,Eskişehir 1985.
- 3 . Güner,Z.;Tıp ve Biyoloji Öğrencileri için Fizik I-II,4. Baskı,Böl:17-23,İstanbul 1984(Beta Basım,Yayım,Dağıtım).
- 4 . Sengir,O.;Fizik Tedavi Kitabı,İ.Ü.Tıp Fak.Yayınları,Rek. No:1591,fak No:81,sf.53-104,İstanbul 1970.
- 5 . Valentina,J.M.;Atomic Physics,The English Universities Press Ltd.43-47,1960.
- 6 . Quan.C.Kuo.;Hazards of Microwave Radiation(A.Review). İndüstriyel Med.and Surg.July 1960.
- 7 . Skoog,D.A.,West,M.D.;The Electromagnetic Spectrum.Prin - ciples of Instrumental Analysis,Saunders College,100-101 Philadelphia 1980.
- 8 . Aslan,S.;Radara Yakalanmayan Uçaklar,Bilim ve Teknik Der - gisi,Cilt:21,Sayı:246,Mayıs 1988.
- 9 . Stephan,F.C.;Biologic Effects of Microwave and Radiofre - quency Radiation.CRC,Critical Review in Environmental Control,121-167,June 1977.
- 10 . Şeker,S.;Elektromagnetik Dalgaların Biyolojik Etkileri ve Güvenlik Standartları,Boğaziçi Biyomedikal Mühendisliği Bülteni,Sayı:2,Haziran 1985.
- 11 . Durak,M.;Mikrodalga Fırınları,Bilim ve Teknik Dergisi, Cilt:19,Sayı:220,Mart 1986.
- 12 . Porties,A.N.,Young,D.H.;Berkeley Fizik Lab.II,Çevirenler: Armağan,N.,İbrahim,A.,Yağcı,O.,Uras,A.,Hacettepe Üniver - sitesi Yayınları,A-8,Ankara.
- 13 . Ackerman,E.,Lynda,B.Elles.;Biophysical Science,Sekond Edition.

- 14 . Deichmann, W.B., Setphens, F.H., Keplinger, J.M.; Acute Effects of Microwave Radiation on Experimental Animals (24000 Mc). *J Occup. Med.* I, 369-381, 1959.
- 15 . Kamenskii, Yu. I.; Effect of Microwaves on the Functional State of the Nerve. *Biophysics*. Vol. 9, No: 6, 1964.
- 16 . Frey, A.H.; Effect of Microwave and Radiofrequency Energy on the Central System. *Symposium of Biological Effects and Health Implication of Microwave Radiation*, Richmond, Va., BRH/DEE 70-2, 134-139, 1969.
- 17 . Webb, S.J., Booth, A.D.; Absorption of Microwaves by Microorganisms. *Nature*, 222, 1199-1210, 1969.
- 18 . Baranski, S.; Histological and Histochemical Effect of Microwave Irradiation on the Central Nervous System of Rabbit and Guinea Pigs. *American Journal of Physical Medicine*, Vol. 51, No: 4, 182-191, 1972
- 19 . Appleton, B.C., Mc Crossan, O.D.; Microwave Lens Effects in Humans, *Arch. Ophthal.* Vol 88., 259-261, Sept 1972.
- 20 . Wachtel, H., Joines, W., Seaman, R and Walker, C.; Firing Pattern Changes Induced by Low-Intensity Microwave Radiation of Isolated Neurons From *Aplysia Californica*. *Society for Neuroscience, 3rd Annual Meeting.*, 7-10, Nov. 1973.
- 21 . Lin, J.C., Arthur, W., Kraft, Guy and George, H.; Microwave Selective Brain Heating. *Journal of Microwave Power*, Volume 8, No. 3 and 4, 275-286, November 1973.
- 22 . Cleary, S.F.; Uncertainties in the Evaluation of the Biological Effects of Microwave and Radiofrequency Radiation, *Health Physics*, Pergamon Press, Vo. 25, pp. 387-404, Oct. 1973.
- 23 . Klimkova-Deutschova, E., *Neurologic Findings in Persons Exposed to Microwaves*, Polish Medical Publisher, Warsaw, 268-272, 1974 (Biological Effects and Hazards of Microwave Radiation).
- 24 . Servantine, B., Bortharion, G., Joly, R.; Pharmacological Effects of a Pulsed Microwave Field. In *Biological Effects and Health Hazards of Microwave Radiation*. Polish Medical Publisher, 36-45, Warsaw 1974.



- 25 . Donald, I., Mc Ree.; Determination of the Absorption of Microwave Radiation by a Biological Specimen in a 2450 MHz Microwave Field. Health Physics Pergamon Press, Vol. 26, pp. 385-390, May. 1974.
- 26 . Kalada, T.V., Fukolova, P.P. and Gontsarova, N.N.; Biologic Effect of Radiation in the 30-300 MHz Range. In Biological Effects and Health Hazards of Microwave Radiation. Polish Med. Publ. 52-57, Warsaw, 1974.
- 27 . Baranski, S., Edeljev, Z.; Pharmacologic Analysis of Microwave Effects on the Central Nervous System in Experimental Animals. In Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation. Polish Medical Publisher, 119-130, Warsaw 1974.
- 28 . Edvard, L.H., Nancy, W.K., Philips, R.D.; Behavioral Effects of Pulsed Microwave Radiation. Annals New York Academy of Sciences. 247, 447-453, 28(Feb) 1975.
- 29 . Philips, R.D., Hunt, E.I., King, N.W.; Field Measurements, Absorbed Dose and Biological Dosimetry of Microwaves. Annals New York Academy of Sciences. 247, 499-510, 1975.
- 30 . Wachtel, H., Seaman, R. and Joines, W.; Effects of Low-Intensity Microwaves on Isolated Neurons. Annals New York Academy of Sciences. 46-62, 1975.
- 31 . Bawin, S.M., Kaczmarek, A.W.R.; Effects of Modulated VHF Fields on the Central Nervous System. Annals New York Academy of Sciences. 247, 74-80, 1975.
- 32 . Taylor, E.M. and Ashleman, B.T.; Some Effects of Electromagnetic Radiation on the Brain and Spinal Cord of Cats. Annals New York Academy of Sciences. 247, 63-73, 1975.
- 33 . Donald, I. Mc Ree, Robert, H., Wyatt, J.K., Haseman and George Somjen.; The Transmission of Reflexes in the Spinal Cord of Cats During Direct Irradiation with Microwaves. Journal of Microwave Power. 11(1), 49-60, 1976.
- 34 . Wangemann, R.T., Cleary, S.F.; The in vivo Effects of 2.45 GHz microwave radiation on rabbit serum component and Sleeping Times. Rad. and Environm. Biophys. 13, 89-103, 1976.

- 35 . Michaelson, S.M.; Central Nervous System Responses to Microwave Induced Heating., Neuro.Sci.Res Program Bull.15, 98-100, 1977.
- 36 . Cleary, S.F.; Biological Effects of Microwave and Radiofrequency Radiation. CRC Crit.Rev.Environ.Control.I, 257, 121-165 (with permission) 1970.
- 37 . Blackwell, R.P.; Standarts for Microwave Radiation. Nature Vol.360-361, 22 Nov 1979.
- 38 . Budd, A., Mc Crosson, C.G.; Microwave Lens Effect in Hummans. Arch.Ophthal.Vol.88, 259-262, Sept 1972.
- 39 . Rothmeir, J.; Effect of Microwave Radiation on the Frog Sciatic nerve. In the Nervous System and Electrical Currents (N.L.Wulfson and A.Sances, Eds.) Vol.1, pp.57-69. Plenum, New York, 1970.
- 40 . Ian, J.C.; Health Aspects of Radio and Microwave Radiation. Pathol.Toxicol, 2(6), 1413-1432, Jul, Aug 1979.
- 41 . Donald, I. Mc Ree.; The Effects of Microwave Radiation on the Vitality of Isolated Frog Sciatic Nerves. Radiation Research. 82, 536-546, 1980.
- 42 . Saddıklı-Trakı, F., Lescoat, G., Manley, J.; Effects of Post natal Microwave Exposure on Thyrothropin Level in the Adult Male Rat. J.Physiol. 81, 3-6, Paris 1986.
- 43 . Akşen, F., Çelik, S.; Civciv Boyun Kası (Biventer Cervicis) Üzerine Mikrodalgaların Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). D.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır-1987.
- 44 . Deichmann, W.B., Miale, J. and Landeen, K.; Effect of Microwave Radiation on the Hemopoietic System of the Rat. Toxicology and Applied Pharmacology, 6, 71-77, 1964.
- 45 . Michaelson, S.M., et al.; The Hematologic Effect Of Microwave Exposure. Aeroscope Medicine. Vol.35, 824-829, September 1964.
- 46 . Erdoğan, S.; Norman Şahıslarda ve Karaciğer Hastalıklarında Kolorimetrik ve Elektroforetik Olarak Serum Proteinleri Tayini ve Karşılaştırılması. D.Ü. Tıp Fak.Dergisi, 3(3), 489, 1974.

- 47 . Schutt, K.H., and Hoffmeister, H.; Continuous Polyacrylamide Electrophoresis II. The Diagnosis of Malignant and Inflammatory Lung Conditions. *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* 9, 201, 1971.
- 48 . Sengupta, L.K., Talukder, G. and Sharma, A.; Serum Proteins in Cutaneous Tuberculosis. *Bionature*, 5(1), 41, 1985.
- 49 . Swain, B.K., Talukder, G. and Sharma, A.; Genetic Variations in Serum Proteins in Relation to Diseases. *Med. Biol.* 58, 246, 1980.
- 50 . Tal, C., Herberan, R.B., Gail, M. and Schutt, A.; Cancer-Associated Serum Globulin Demonstrated by Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *J.N.C.I.*, 64(5), 1007, 1980.
- 51 . Werthamer, S. and Amaral, L.; Electrophoretic Abnormalities in Chronic Lymphocytic Leukemia and Cancer Sera. *Am. J. Clin. Pathol.*, 65, 40, 1976.
- 52 . Tietz, N.W.; *Clinical Chemistry*. 98-110, 559-618, W.B. Saunders Co. Philadelphia 1986.
- 53 . Yıldırım, H.; *Biyofizik*. 431-433, A.Ü. Eğ. Sağ. ve Bil. Çalışmalar Vakfı Yayını, No: 17, Eskişehir 1985.
- 54 . Dietz, A.A. and Lubrano, T.; Separation and Quantitation of Lactic Dehydrogenase Isoenzymes by Disc Electrophoresis. *Anal. Biochem.* 20, 246, 1967.
- 55 . Gnauck, V.G., Kleine, R., Honigmann, G. and Stolz, P.; Method for the Preparative Separation of Lipoproteins Using Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Z. Med. Lab. Diagn.*, 18 (1), 46, 1977.
- 56 . Lapin, A., Ogunyem, E.O., Zyman, H. and Gabl, F.; A Simple Routine Method for SDS-Electrophoresis of Urinary Proteins in kidney Transplant Patients. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.*, 23(11): 777, 1985.
- 57 . Aras, K. ve Erşen, G.; *Klinik Biyokimya, Klinik Laboratuvar Metodları Teşhis ve Klinik Anlamları*. 47-57, 415-453, 1067-1075, Hacettepe-Taş Kitapçılık Ltd. Şti. Ankara 1985.
- 58 . Bodhe, A.M., Desphande, V.V., Lakshmi kantham, B.C. and Vartak, H. G.; Simplified Techniques for Elution of Proteins from Polyacrylamide Gel Staining, Destaining and Isoelectric focusing. *Anal. Biochem.*, 123(1), 133, 1982.

- 59 . Clarke, J.T.; Simplified "Disc" (Polyacrylamide Gel) Electrophoresis. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 121:428, 1964.
- 60 . Davis, B.J.; Disc Electrophoresis II. Method and Application to Human Serum Proteins. Part II. Clinical Application. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 121:404, 1964.
- 61 . Ornstein, L.; Disc Electrophoresis-I., Background and Theory. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 121:321, 1964.
- 62 . Peacock, A.C., Bunting, S.L. and Queen, K.G.; Serum Protein Electrophoresis in Acrylamide Gel. Patterns from Normal Human Subject. *Science*, 147:1451, 1965.
- 63 . Saoji, A.M. and Khare, P.M.; Poly-Acrylamide Gel Electrophoresis (PAGDE). Part-I. *Indian J. Pathol. Microbiol.*, 28(1):85. 1985.
- 64 . Bode, H.J.; A Viscosity Model of Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Z. Naturforsch.*, 34:512, 1979.
- 65 . Weber, K. and Osborn, M.; The Reliability of Molecular Weight Determinations by Dodecyl Sulphate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis, *J. Biol. Chem.*, 244(16):4406, 1969.
- 66 . Maurer, H.R.; Disc-Electrophorese. Theorie und Praxis der Diskontinuierlichen Polyacrylamide Gel Electrophorese 12-136, Walter de Gruyter Co., Berlin 1968.
- 67 . Pastewka, J.V., Ness, A.T. and Peacock, A.C.; Electrophoretic Patterns of Normal Human Serums by Disc Electrophoresis in Polyacrylamide Gel. *Clin. Chim. Acta.*, 14:219, 1966.
- 68 . Maurer, H.R. and Allen, R.C.; Useful Buffer and Gel Systems for Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Z. Klin. Biochem.* 10(5):220, 1972.
- 69 . Salas-Valdes, A., Sanchez-Hidalgo, V.M., Rabago-Velasco, M., Sanchez-Leon, P., Vargas, C. and Salas-Valdes, R.; Polyacrylamide Gel Electrophoresis in Human Serum Proteins in "Normal" Individuals and Cancer Patients. *Arch. Invest. Med. (Mex)*, 11(1), 31, 1980.
- 70 . Erdal, M.E.; Kanserli Hastalarda Serum Proteinleri Düzeyinin ve Bazı Haptoglobin Tipleri Sıklığının Poliakrilamid Gel Disk Elektrofrezisi Yöntemi İle Araştırılması (Doktora Tezi). D.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır-1987.

- 71 . Amerlex-M T<sub>3</sub> RIA Kit.AMERSHAM International Plc.  
72 . Amerlex-M T<sub>4</sub> RIA Kit.AMERSHAM International Plc.

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

