

11463

T.C.  
DICLE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
— — —

FARKLI ŞİDDETEKİ MİKRODALGALARIN KANIN ŞEKİLLİ ELEMANLARI VE PLAZMA  
PROTEİNLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İN VİTRO ARAŞTIRILMASI

(DOKTORA TEZİ)

Bil. Uz. Feyzan AKŞEN

DOKTORA YÖNETİCİSİ  
Prof. Dr. Salih ÇELİK

Diyarbakır - 1990

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

## TEŞEKKÜR

Büyük bir özveride bulunarak Doktora yöneticiliğimi üstlenen, çalışmalarına yön veren ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında değerli bilgi ve görüşleriyle bana yol gösteren Sayın Prof.Dr.Salih ÇELİK 'e, Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr.Turhan ÖZDEN 'e,,Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç.Dr.Ö.Faruk ŐENDUR'a, İç Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Görevlisi Sabri BATUN'a ve Biyofizik Anabilim Dalındaki tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Feyzan AKŞEN

## İÇİNDEKİLER

Giriş.....	1-14
Genel Bilgiler.....	15-45
Materyal ve Metod.....	46-57
Bulgular.....	58-91
Tartışma.....	92-98
Sonuç.....	99-100
Özet.....	101-102
Literatür.....	103-109

## GİRİŞ VE AMAÇ

Mikrodalga radyasyonunun canlılar üzerindeki etkisi devam eden bir araştırma konusudur.(1)

Doğada çeşitli enerji türleri olduğu ve canlıların bu enerjilerle sürekli olarak etkileşim halinde olduğu bilinmektedir. Mikrodalgalarda elektromagnetik spektrumun bir üyesi olup, biyolojik sistemlerde çeşitli etkiler oluşturmaktadır. Günümüzde bu etkilerin bilinmesi ,gerek iletişim gerekse araştırma ,teşhis ve tedavi amacıyla kullanılan bu enerjiden biyolojik sistemleri korumak çok önemlidir.

DEICHMANN ve arkadaşları 1,25cm dalga boylu ve 24000 MHz frekanslı mikrodalga radyasyonunu deney hayvanlarına (Tavşanlara, Farelere, Civcivlere) uygulayıp, şu sonuçları elde etmişlerdir (2).

a) Mikrodalga entoksikasyonu ışınlamanın gücüne, süresine göre ve ayrıca ışınlanmış vücut parçasının büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir. Tavşan ve farelerin yalnızca kafalarına mikrodalga uygulanması sırasında santral sinir sistemi hastalıklarının olduğu fakat convulsiyon olmadığı saptanmıştır. Daha sonra hayvanların kafalarını mikrodalgadan uzaklaştırmak istedikleri gözlenmiştir.Tüm vücuda mikrodalga uygulanması süresinde santral sinir sistemi rahatsızlıklarının olmadığı, vücut ısısının yükseldiği rektal ısının 43°C düzeyine ulaştı-

ğında 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 içersinde hayvanın düzeldiği ve ışın yoğunluğunun fazla olduğu bölgeden kaçmak için çaba gösterdiği saptanmıştır.

b) Güç yoğunluğu azaldıkça, ölüm süresinin uzadığı görülmüştür.

c) 0,3 Watt/cm<sup>2</sup> lik ışın karın bölgesine uygulandığında 12,3 dakikada tavşanların öldüğü gözlenmiş ve aynı ışın kafaya uygulandığında ölümün 18,5 dakikada gerçekleştiği, bel bölgesine uygulanmasında bu sürenin 15,5 dakikada olduğu tespit edilmiştir.

d) Işınlardan lokal etkileri, tavşanlarda ışın yoğunluğuna bağlı olarak hiperemiadan 1. 2. ve 3. derece yanığa kadar değişiklik göstermiştir. Tüm vücut uygulamasında ise ağır hiperemia ve deri altı mezenter dokuda yaygın hemoraji gözlenmiştir. 0,03 Watt/cm<sup>2</sup> lik enerjinin 3 saatlik uygulanması sonucu karaciğer ve dalakta soluklaşma, akciğerde kongestion (durgunluk) belirtileri gözlenmiştir.

e) Eşit yoğunluktaki mikrodalga ve infrared ışınlarının etkileri karşılaştırıldığında infrared ışınlarının etkileri sadece deride kalırken, mikrodalga etkilerinin 5 ilâ 8 mm kadar derinliğe indiği saptanmıştır (0,5 Watt/cm<sup>2</sup>).

f) Total vücut ışınlamasına maruz kalan tavşanın, ençok direkt ışına maruz kalan vücut bölgesinde, daha sonra karın bölgesi dokularında, sırtın deri altı dokusunda ve son olarak arektal bölgesinde ısı artışı gözlenmiştir. Sağa doğru

anestezi ile yatırılmış önce mide, dalak, böbrek ve karaciğerde de ısı artışı gözlenmiştir.

g) Aynı iki ışın karşılaştırılması, kürklü ve kürksüz hayvanlarda yapılmış ve kürkün infrared ışınının etkisini azalttığı, fakat mikrodalgayı etkilemediği görülmüştür.

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

i) Deri içi veya rektal ısı ölçümlerinde mikrodalğanın infrarede nazaran üç kez daha etkin olduğu gözlenmiştir.

j) Mikrodalğanın aralıklı uygulanmasının, sürekli uygulamaya nazaran ölüm sürelerini uzattığı gözlenmiştir.

RICHARDSON ve arkadaşları, tavşanın gözüne kaynaktan 5 cm uzakta ve 15 dakika süreyle, 100 Watt mertebesinde ve 12 cm dalgaboylu mikrodalga uyguladıklarında 3 ilâ 9 gün sonra gözde katarakta benzer lezyonların oluştuğunu bildirmişlerdir (3, 4, 5).

Ayrıca Ely, Carpenter, Van Ummerson adlı bilim adamları da mikrodalğanın deney hayvanlarında gözde katarakta neden olduğunu bildirmişlerdir (1, 6, 7).

OLDENDORF, 12,5 cm dalgaboylu mikrodalgalarla tavşanların kafalarının irradyasyonu sonucu kafa derisine herhangi bir zarar olmadan beyine harabiyete neden olduğunu göstermiştir (3, 4).

QUAN, yaptıkları çalışmada mikrodalga etkisiyle ısı artışı gözleendiğini ve yüksek ısı oluşturan mikrodalgaların zararlarının şiddetli bir şekilde meydana geldiğinden bahsetmektedir (1, 8).

HINES ve RANDALL, laboratuvar hayvanlarında 10 cm dalgaboylu yüksek şiddetdeki mikrodalgaların etkisini tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar, tavşanlara 3000 Watt'lık alanda 75 saniye mikrodalgaya maruz kalan tavşanların aniden ölümlerini gözlemişler, aynı radyasyonu 30 saniye uygulamadan iki dakika sonra öldüklerini gözlemişlerdir (1, 8).

REIKE, mikrodalgaların sebep oldukları fizyolojik değişimlerinin dönüşümlü (reversibl) olduğunu tarif etmiştir (4, 9).

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 suksinik asit dehidrojenaz aktivitesini azalttığını saptamıştır (10, 11).

Dokuda ve biyolojik modellerdeki elektromagnetik alanların nitelenmesindeki yakın gelişmelerinin gözden geçirilmesi Guy tarafından yapılmış ve soğurma durumlarının hem deheysel hemde

teorik yöntemlerini açıklamıştır (11, 12).

JAMES, C.LIN ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, deneysel ve teorik olarak memelilerin beyinlerini, gönderilen mikrodalgalarla ısıtmaya çalıştıklarında, çeşitli beyin parçalarında lokal hyperthermiadan farklı absorsiyon elde edildiği ve uygulama süresince giren radyasyonun şiddetine bağlı olarak mikrodalgaların ( son derece hızlı ) ısıtmasıyla sıcaklığın yükseldiği sonucuna varmışlardır. Başlangıçta deneysel hayvanda dokuya zarar vermeden 90 saniye içinde 43°C lik sıcaklık elde edildiğini, böylelikle beyin kanseri için farklı hypertermialı mikrodalga kullanılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir (13).

WEBB ve BOOTH yaptıkları çalışmada, kontrol grubu olarak alınan E.colilere timin ve aminoasit transferinin belli bir sürede gerçekleştiğini, fakat 65 GHz'lik bir mikrodalga ortamında ise bu sürenin uzadığı, 75 GHz'lik bir ortamdada bütün metabolitlerin hücre içine alınma sürelerinin normale göre uzadığı, ayrıca hücre büyümesinin yavaşladığını ve hiçbir frekansın hücreyi öldürmediğini, hücre sayım sonucu saptadıklarını belirtmektedirler (14).

CLEARY'nin radyofrekans radyasyonu ve mikrodalga radyasyonun biyolojik etkilerinin değerlendirilmesindeki belirsizlikleri içeren makalesinde, molekül bağlarında veya makromoleküllerin yapılarındaki zayıf bağların kopmasıyla sistemlerde reversibl bozukluklar oluştuğunu ve bu değişikliklerin enerji ihti-



yacı gözönüne alındığında, radyasyonun dalga boyuna bağlı olduğu düşünülse, biyolojik sistemde nonthermal etkileşimin bulunduğu dair direkt bir belirtinin olmadığını, düşük yoğunluklu radyasyonlarda sistemin iç ısısının artması ile moleküler etkileşimin olabileceği belirtilmiştir (15).

Donald I. McRee ve arkadaşları, 2450 MHz CW mikrodalga radyasyonu direkt olarak kedinin spinal korduna uyguladıklarında, sırasıyla sinaptik fonksiyon ve reflex yanıtında çalışıp, reflex yanıtının küçük ama önemli istatistiksel artma gösterdiği, bununda sinaptik geçişi kuvvetlendirdiğini tespit etmişlerdir (16).

MITCHEIL ve arkadaşları, 2450 MHz CW'lik radyasyonun farelerde düzensiz hareket aktivitesi ve iştah açıcı farklı davranış üzerinde etkilerini incelemişlerdir (1, 17).

Donald I. McRee ve Howard Wachtel, sürekli ve pulslu mikrodalga radyasyonunun izole edilmiş kurbağa siyatik sinirlerinin üzerinde canlılığa etkisini araştırmışlardır. Sonuçta, izole edilmiş kurbağa siyatik sinirlerinin canlılığı üzerine mikrodalgaların etkileri olduğunu saptamışlardır. Çünkü daha hızlı bozunumlar, artırılan sıcaklık deneylerinde değil, mikrodalgaya maruz kalma esnasında olmuştur. Mikrodalgaya maruz bırakılan sinirlerin bileşik aksiyon potansiyelleri sıcaklık sabit tutulduğunda bile daha hızlı bozduğunu söylemişlerdir (18, 19).

Servantie ve arkadaşları, pulslu mikrodalga alanının

farmakolojik etkilerini araştırmışlar ve sonuçta birkaç günlük mikrodalga uygulamasına maruz bırakılan albino ratların bazı ilaçlara normal hayvanlar gibi tepki göstermediği gözlemişlerdir. Curare benzeri ilaçlar için nöromusküler sinaps alanında ve daha kesin olarak postsinaptik zarda reaksiyon saptadıklarını, bunun mekanizmasının o alandaki asetilkolinesteraz molekülünün, curare benzeri ilaç molekülleri ile bağlanma enerjisinin mikrodalga etkisi ile düştüğünü ve bunun sonucunda curare'ın zararlı etkisinin azalmasına bağlı olarak kas paralizinin nlendiğini ve mortalitenin düştüğünü gözlemişlerdir (20).

HUNT ve arkadaşları, mikrodalgaların biyolojik dozimetresi, absorblanan doz ve alan ölçümleri konusunda bir çalışma yapıp sonuçları değerlendirmişlerdir (21). Ayrıca, farelerin yüzme performansları üzerine yaptıkları çalışmada, pulslu mikrodalgaların farelerde yüzme performans düşüklüğü oluşturduğu ve bununda uygulama sırasında oluşan hyperthermia'ya bağlı olduğunu saptamışlardır (22).

BAWIN ve arkadaşları, izole edilmiş civciv beyin dokusunu 147 MHz'lik 1 mW/cm<sup>2</sup>'lik radyasyon alanına koymuş ve kalsiyum oluşumunun arttığını göstermişlerdir (1, 11, 18, 23, 24).

MICHAELSON'un yaptığı çalışmada, köpeklerin kafalarına 80 mW/cm<sup>2</sup>yoğunluğunda mikrodalga radyasyonu verildiğinde, pentobarbital anesteziden 1 saat sonra derinin, tympanic'in ve rektal sıcaklığın 1°C'den 2°C'ye yavaşça yükselmesine sebep olduğunu bulmuştur. Bu bir saatlik gösterim esnasında solunum ykseklili-

giyle sinüs arrhythmiası aşırı derecede arttığı ve bradycardia oluştuğu, solunum derecesiyle ventricular iletim zamanının arttığını gözlemiştir (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. Aşırı terleme, ciltte kırmızı lekeler ve polimotor reflexin bozulduğunu gözlemişlerdir. Sinir sistemi patolojisi kadınlarda erkeklere nazaran daha çok (%48-%54 olarak) bulunmuştur. Hipertansiyon, kalp kası değişiklikleri ve kalp küçülmesi incelenen hastaların %24'ünde görülmüştür. Bu hastaların geçmişi araştırıldığında kalp kasına ait hastalıkları hazırlayıcı bir etken bulunmamıştır. Proteine bağlı kollesterol seviyeleri yüksek ve fosfolipidlerin kollesterole oranı düşük bulunmuştur. 5 yıldan fazla bu alanda çalışanların total kollesterol seviyesi yüksek bulunmuştur. Hastaların %14'ünde gastrointestinal sistem değişiklikleri saptanmıştır. Periferik kanda kantitatif değişim görülmemiştir. Yalnız lökositlerin osmotik dirençlerinin kontrol grubuna göre altı kez daha düşük olduğu saptanmış, fagositik reaksiyonda azalarak organizmanın immünobiyolojik yanıtını zayıflattığı gözlenmiştir (26).

CLEARY ve WANGEMANN, tavşan serum değerlerine ve uyuma zamanlarına 2,45 GHz'lik mikrodalga ışınlarının invivo etkilerini araştırmışlar. Farklı dozlara bağlı olarak uyuma değişikliklerinin olduğunu belirtmişlerdir. Makalede tavşanların kan para-

metrelerindeki değişikliklerin, nonspesifik 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, blood üre nitrogen (BUN)'de artış, ürik asit seviyesinde artış, gözlenen değişimler olarak kaydedilmiştir. Işınlanmış ve ışınlanmamış kontrol gruplarının arasında serum enzim değerleri arasında belirgin fark olmamasına karşın 25 mW/cm<sup>2</sup> doz alan hayvanların uygulamadan 1 ve 2 gün sonra ortaya çıkan LDF ve SGOT artışının, olası bir karaciğer veya kas hasarının sonucunda olduğu gözlenen olaylar arasında yer almıştır (27).

BOYSEN, deney hayvanlarında 5-500 watt çıkış gücü olan mikrodalga jeneratörü ile 350 MHz frekanslı mikrodalgayı kullanarak tüm vücut irradyasyonu üzerinde çalışmış ve bu hayvanların bağırsaklarında (özellikle mikrodalga radyasyonuna hassas olan jejenum ve ileum) nekroz, hyperemia ve hemorrhage oluştuğunu gözlemiştir (4, 28).

Sinir impulsunun elektriksel parametrelerinin kinetikleri üzerindeki sürekli mikrodalgaların ( $\lambda=12,5$  cm) etkisi, Kamenskii tarafından araştırılmıştır. Bu araştırmacı, mikrodalga ortamına konulan sinirin (mikrodalğanın sinirde meydana getireceği 3 °C-9°C'ye kadar değişen ısıya bağlı "ısı uyarana" rağmen) mikrodalgaların sinirde eksitasyon iletim oranı ve biyopotansiyelin amplitüdü üzerindeki etkisini keşfetmiştir. Ayrıca bu parametrelerin (aksiyon iletim oranı ve biyopotansiyel amplitüdü) soğurulan mikrodalgaların enerji değerlerine bağlı

olarak, stimölasyona ve inhibisyona dönüştüğü gözlenen bu etkilerin biosubstrat içersinde mikrodalga enerji absorbsiyonununun spesifik mekanizması ile ilgili olduğunu gözledi (29).

ROTHMEIER, izole edilmiş kurbağa siyatik sinirlerine (atım süresi 3-4  $\mu$ sn, atım frekansı 1 Hz olan ) 200 kW'lık bir pik gücüne sahip, 2,8 GHz'lik pulslu mikrodalga radyasyonu uygulandığında; mikrodalgaya maruz kalmanın sinirin uyarılabilirliğini artırdığını ve bunun elektriksel uyarının alt eşik düzeyleri ile birleştirildiğini bazı durumlarda hareket potansiyelleri ürettiğini tespit etmiştir (18, 30).

ALBERT ve DESANTIS, histolojik teknikler kullanarak çin hamsterlerinin sinir sistemi üzerinde mikrodalga radyasyonunun etkilerini incelemişler ve 30 dakikadan 22 güne kadar tekrarlı olarak yapılan uygulamalarda 25 veya 50 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu, 2,45 GHz'lik radyasyonuna CNS 'nin maruz bırakılan kısmında değişme, maruz bırakılmayan kısmında herhangi bir değişmeye rastlamamışlardır (11, 31).

CLEARY'nin mikrodalga radyasyonun ve radyo frekansın biyolojik etkileri isimli 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 (11).

CLEARY'nin makelesinde belirtilen radyofrekans ve mikrodalga

bant düzenlenmesini, deney hayvanlarında hemopoetik etkileri, biyolojik sistemlerde moleküler etkilerin aktivasyon enerjilerini içeren tablolar aşağıda gösterilmiştir.

ISIM	DALGA BOYU	FREKANS	KULLANIM ALANI
Radyofrekans bantları;			
Düşük frekans (LF)	10 - 10 m	30-300 KHz	Kılavuzdalga, deniz, radyo, telefon, AM yayınları
Orta frekans (MF)	10 - 10 m	0,3-3 MHz	Amatör radyo, dünya yayını, tıbbi diatermi, radyoastronomi
Yüksek frk (HF)	10 - 10 m	3-30 MHz	
Mikrodalga bantları;			
çok yüksek frekans (VHF)	10-1 m	30-300 MHz	FM yayını, televizyon hava trafik kontrolü
Ultra yüksek frekans (UHF)	1-0,1 m	0,3-3 GHz	TV, mikrodalgalar, mikrodalga fırınlar, telemetri, meteorolojik radar
Süper yüksek frekans (SHF)	10-1 cm	3-30 GHz	Uydu haberleşmesi, uçak radarları, gemi radarı, altimetreler
Extra yüksek frekans (EHF)	10-1 mm	30-300 GHz	Radyo astronomi, uzay araştırmaları, bulut saptama radarları, HCl (hidrojen cyanide) yayma

Tablo 1; Mikrodalga ve Radyofrekans bantları

Araştırıcı	Radyasyon frekansı	şiddet (mW/cm <sup>2</sup> )	Işınlama süresi	Tür	Sonuçlar
Deichman	24	10 ve 20	Değişik	Rat	Lenfosit, lökosit, nötrofilde artış, bütün hücreler 7 gün sonra tekrar normale döndü.
Kitsovskaya Michaelson	1,28-2,8	10-100 100-165	Değişik 7 saat	Rat köpek	Lökositte azalma, ışınlanmadan sonraki 45 günde Fe <sup>59</sup> miktarında max. artış.
Baranski	3,0	3,5	4 saat/gün 3 ay	Rat kobay	Lökositte artış, çekirdekli yapı değişikliği, dalak, lenf nodüllerindeki lenfatik hücreler kemik iliği hücrelerinde ve eritroblastlarda mitotik aktivite değişikliği.
Ratkovska Vacek	2,45	100	5 dk.	Mice	lökositte artış, dalak ve kemik iliğinin tüm hücrelerinde düşüş dalakta demir (59) da düşüş dalaktaki çekirdekli hücrelerde azalma, ışınlanmadan 4-7 gün sonra dalakta ki çekirdekli hücrelerde artış, ışınlanmadan 5-7 gün sonra femurda tüm hücre sayısında artma ışınlanmadan 12 gün sonra

Tablo 2'nin devamı

Czerski	2,95	3	2 saat/gün 37 gün Rabbit pulsu ve cw,2 saat/gün 79 gün	normale dönüş Eritrosit Üretiminde ar- tış,hematopo- etik hücre cw mitozunda circadian ritm lerinde de- ğişiklikler.	
Czerski	2,95 2,95	0,5 0,5	6/12 hafta Mice günde 2 Rabbit saat 6 ay, haftada 6 gün, günde 2 saat	Lenf nodül- lerindeki len- foblastlarda artış,ilk iki ve ışınlama sonrası 1 ay boyunca len- foblastoit t- ransformasyon larda artış.	
Szmigielski	3	1 ve 5	15,30 ve 60 dakika	granüla- sit hü- re kül- türü	hidrolazların liberasyonu(1 mW/cm <sup>2</sup> ) hücre ölümü (5 mW/ cm <sup>2</sup> , 60 dk.) lyzozomal en- zim açığa çı- kışı.
Wangemann ve Cleary	2,45	5,10 ve 25	2 saat	Rabbit	serum gliko- zunda artış, BUN'de artış, ürik asitte artış,ışınla- madan sonra bütün değerler normale döner

Tablo 2; Deneysel hayvanlarında hematopoetik etkiler.



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

Tablo 3 ;Biyolojik sistemlerde moleküler etkilerin aktivasyon enerjileri.

Günümüzde mikrodalgalar tıpta teşhis, araştırma ve tedavi (cerrahi alanda "mikrodalga bıçağı") amacı ile kullanılmaktadır.

Tıpta her iki alanda da kullanılan mikrodalgaların biyolojik etkiler oluşturabileceği düşünülerek , özellikle tedavide kullanılan mikrodalga cihazını kullanarak uygulama öncesi ve sonrası invitro olarak çalıştığımız kan hücrelerinin ve plazma proteinleri durumlarını değerlendirmeye alıp, bunlarda meydana gelen değişiklikleri saptamayı amaçladık.

## GENEL BİLGİLER

### MİKRODALGA

Kozmik ışınlar, gamma ışınları, X ışınları, morötesi ışınları, gün ışığı, kızılötesi ışınları, mikrodalgalar v.s. elektromanyetik spektrumunu oluştururlar (33).

Mikrodalgaların özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- Bu enerji türü, elektromanyetik spektrumunun bir üyesidir (Tablo 4). Bunlar yüksek frekanslı ışınlardır (4, 34, 35).

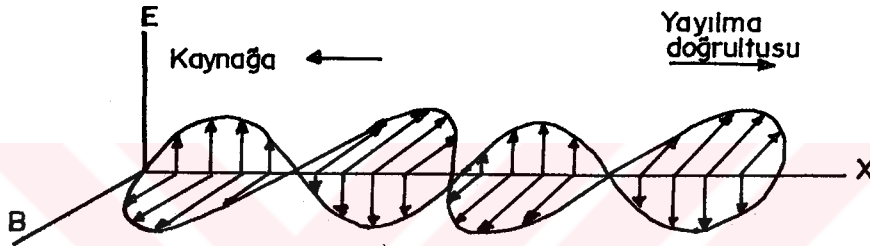
FREKANS (Hz)	DALGA BOYU (Metre)		
1	$10^8$		
$10^2$	$10^6$	ELEKTRİK (AC)	
$10^4$	$10^4$	RADYO FREKANSLARI	
$10^6$	$10^2$	KISA DALGALAR	
$10^9$	1		
$10^{10}$	$10^{-2}$	MİKRODALGALAR	
$10^{12}$	$10^{-4}$	ENFRARUJ	
$10^{14}$	$10^{-6}$	GÖRÜNEN IŞIK	
$10^{16}$	$10^{-8}$	ULTRAVIOLE	
$10^{18}$	$10^{-10}$		
$10^{20}$	$10^{-12}$	X IŞINLARI	
$10^{22}$	$10^{-14}$	GAMMA IŞINLARI	
		KOZMİK IŞINLAR	
			NONİYONİZAN RADYASYONLAR
			İYONİZAN RADYASYON

Tablo 4: Elektromanyetik Spektrum

- Elektromanyetik spektrumda 300-300.000 MHz arasındaki bölgeyi oluştururlar, noniyonizan radyasyonların bir parçasıdır (35).
- Mikrodalgalar, kızıl ötesi ışınları ile ultra yüksek frekanslı radyo dalgaları arasındaki bölgede kalan ve dalga boyları mili-

metreler mertebesinde olan elektromanyetik dalgalardır (32, 33). Dalga boyları elektromanyetik dalga spektrumunu 0.1 cm ile 30 cm olan bölgeye girerler(36).

- Mikrodalgalar aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi ortama yayılırlar (32, 37).



Şekil-1 : Bir elektromanyetik dalgaya ait elektrik ve manyetik alanların geometrik temsili

- Mikrodalgalar enine dalgalardır (32, 37, 42).
- Mikrodalgalarla ortama enerji salınır (33, 37, 38).
- Mikrodalgalar, dalgaların karakteristik (yansıma, kırılma, girişim, kırınım ve polarizasyon) temel özelliklerini gösterirler (33, 37, 38).
- Maddesel ortamlarda mikrodalgaların yayılma hızı, dalganın frekansına bağlıdır (37).

Bir maddenin saldığı ışınlar o maddenin sıcaklığına olduğu gibi fiziksel özelliklerine de bağlıdır. Diğer bir deyimle, her madde belirli bir ısıda atom ağırlığına ve iç yapısına uygun olarak belirli bir dalga boyunda ışın yayınlar (33). X ışınları, yüksek frekanslı akımlar vs. madenlerin ısıtılmasıyla elde edilemez. Çok fazla enerji kapsayan bu gibi ışınlar ve yüksek frekanslı akımlar elektronik cihazlardan yararlanarak elde edilirler (33).

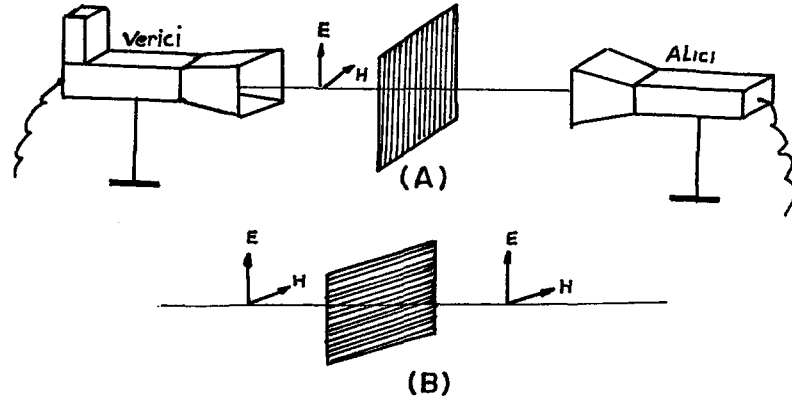
Mikrodalgalar, genellikle klystron veya magnetron gibi elektronik tüblerle elde edilirler (4).

Mikrodalgalarla deneysel çalışma yapmak için en gerekli iki araç, dalga kaynağı (titreşken osilatör) ve dalgayı algılayan algıç (dedektör)'dir (36).

Mikrodalga kaynağından elde edilen ve üzerine sabit frekanslı gerilim modüle edilmiş elektromanyetik dalga bir alıcı dedektör aracılığıyla hoparlöre verilir ve sabit frekanslı bir ses duyulur. Duyulan sesin şiddeti, elektromanyetik dalganın gerçek şiddeti ile doğru orantılıdır. Mikrodalga vericisinin saldığı elektromanyetik dalga düzlem polarizedir ve elektriksel alan vektörüne daima paralel kalır (36).

Şekil-A'da ağın tellerine paralel olan "E" elektrik alan vektörünün değişimleri iletken tellerde akım oluşturur. Enerji bu şekilde kaybolduğundan ağın arkasında elektromanyetik dalga gözlenemez. Şekil-B'de iletken telleri, "E" vektörüne dik olacak şekilde tutulursa, "E" nin deği-

şimleri tellere dik doğrultuda akım oluşturamaz, enerji kaybı olmadığından dalga ağın arkasında gözlenir (8).



Şekil-2 : Mikrodalgalarla polarizasyonun gözlenmesi

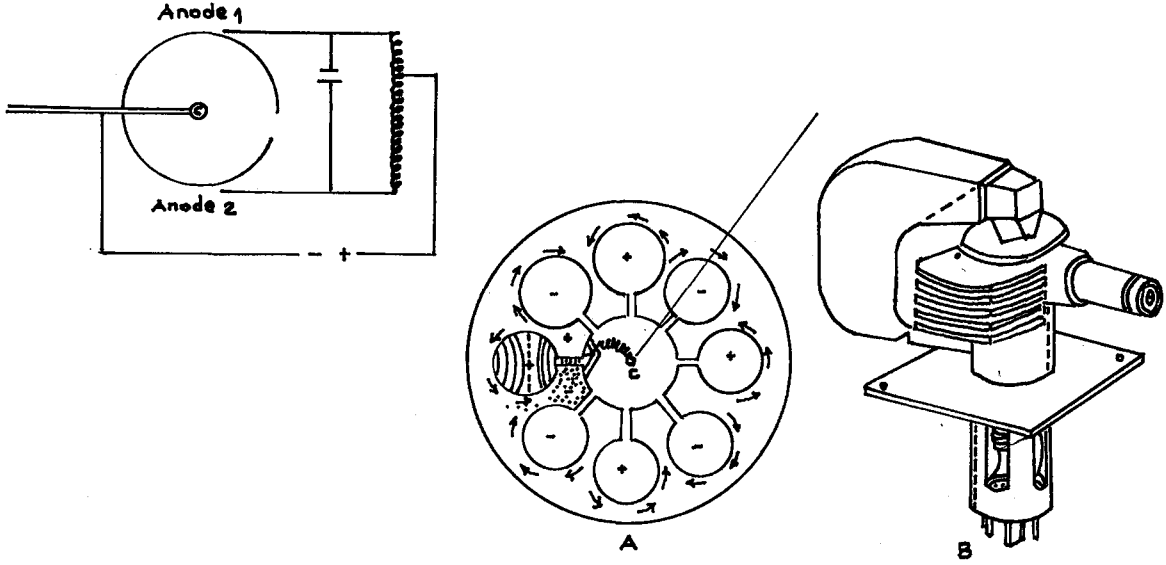
Elektromagnetik teori bakımından maddeler, iletkenler ve yalıtkanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bir iletken yüksek frekanslı bir alan içerisine sokulduğunda, yüzeyinde bir yüzey akımı oluşur ve pratik olarak bu akım iletkenin içine nüfuz edemez. Bir dielektrik (yalıtkan) elektriksel bir alanın içerisine sokulduğunda, yük hareketi olmasına rağmen dielektrik içindeki atomların elektron bulutu azda olsa bir yer değiştirmeye maruz kalır ve her atom kendi başına elektrik dipolüne benzer. Bu duruma dielektrik polarize olmuştur denir. Bir elektriksel dipol, aralarında bir uzaklığı bulunan pozitif noktasal yük (çekirdek) ve negatif noktasal yüklerden

(elektron) meydana gelmiştir. Dielektrik içinde alanın zamanla değişmesi ile madde içinde meydana gelen elektrik alanında değişir ve oluşan dipollerde salınım yaparlar. Enerjinin korunumu prensibine göre bu salınımların devam edebilmesi için elektronlar elektromagnetik dalgada enerji alırlar. Ortamda ısıya dönüşen bu enerjiye mikrodalga enerjisi denir (36,39).

Mikrodalga üreticinin birinci bölümünde, yüksek voltajlı düzgün bir doğru akım elde edilir. Bu akım özel bir diod lambaya "magnetron"a verilir. Magnetronun katodu nikelden yapılmış bir çubuktur ve üzeri ısıtılınca bol miktarda elektron saçması için barium ve stronsiyumoksit ile kaplıdır. Anod ise ortası boş bir silindir şeklindedir. Anod üzerinde ayrıca 8 ila 16 tane anahtar deliği boşluğu vardır.

Magnetronun çalışması düdüklülerdeki prensibe benzetilerek açıklanabilir: Yalnız burada hava yerine katottan bol miktarda etrafa saçılan ve yüksek voltajın etkisi ile anod tarafından çekilen elektronlar, dar kanallardan geçip bunların sonundaki geniş boşluklar içerisine büyük bir enerji kazanarak düşerler. Böylece söz konusu 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 etrafa elektromagnetik dalga saçan bir anten ve bu dalgaları sonradan ışın demetleri şeklinde toplayıp yoğunlaştırarak, söz konusu alana gönderen bir yansıtıcı vardır.



**ŞEKİL :3 MAGNETRON LAMBASI**

Herhangi bir alana iletilen enerji konusu ele alınınca iki yasa söz konusu olur. Bunlar;

1) Ters kare kanunu : 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.

2) Işınlardan açısı (kosinüs) kanunu : Bu yasaya göre söz konusu alana düşen enerji, tedavi alanına dikey bir çizgi ile ışın hüzmelerinin arasında meydana gelen açının kosinüsü ile orantılıdır. Buna göre ışın söz konusu alana dik bir açı yapacak şekilde geliyorsa geçtiği ortamda,

enerji miktarı maximum değere ulaşır (33).

#### MİKRODALGALARIN YAYILMASI VE ABSORBSİYONU

Yarı iletken ve homojen bir ortamda mikrodalga, 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 uygulamaları esnasında kullanılan enerjinin % 50'sinden fazlası ciltten yansıyarak havada 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 dönüşür (33).

#### MİKRODALGALARIN UYGULANDIĞI ALANLAR

2. Dünya savaşından bu yana; mikrodalgalar savaş teknolojisinde, deniz bilimciliginde ve tıpta uygulanmaktadır(4). Ayrıca haberleşmede ve endüstride geniş kullanım alanı vardır. Günümüzde evlerde kullanılan mikrodalga fırınları, el telsizleri, tahta ve kağıt kurutulması, plastik tedavi, biyokimya analizi, hırsız alarmları bu araçlara birer örnek olarak gösterilebilirler. Ayrıca FM radyo ve televizyon vericilerinin uzay haberleşmelerinde de mikrodalga frekansı kullanılmaktadır(1,36,40)



Mikrodalgaların tıptaki uygulamaları, "doku ısıtılması" (diathermy) ve "tanı" (diagnostic) olmak üzere iki ana grupta toplanabilirler (41).

Tıpta bazı romatizmal ve infeksiyös hastalıkların tedavisinde, cerrahide dokuları kesmek veya koterize etmekte, kanser tedavisinde radyoterapi ile birlikte hipertermi amacıyla kullanılırken genellikle mikrodalgaların etkisinden yararlanılmaktadır (40).

#### MIKRODALGALARIN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Günümüzde artan hızla uygulamalarına şahit olduğumuz elektromanyetik dalgalar ve özellikle mikrodalgalar, insanlar üzerinde biyolojik etkilere neden olmaktadır (41).

Mikrodalgalar organizmadan herhangi bir ağrı veya rahatsızlık duygusu uyandırmadan geçerler (40).

En önemli etkiler gözler ve üreme organları gibi vücudun dış kısımlarında görülmektedir (33,41). Fakat bunun yanı sıra sinir sisteminde, kalp üzerinde ve vücudun diğer kısımlarında ihmal edilemeyecek etkileri gözlenmektedir. Ayrıca belirli yayılma yoğunluklarında ve frekanslarda insanlar üzerinde davranış değişikliği, kromozom değişikliği ve virüsleri harekete geçirme gibi etkiler de görülmektedir (33,41).

Mikrodalgaların en çok uygulama alanı 300 MHz ile 10 GHz arasında olup, biyolojik dokulardan, dokuların özellik-

lerine bağı olarak, kolayca geçebilir, yansiyabilir veya yutulabilirler. Bundan dolayı biyolojik etkileri açısından önemleri çoktur (33,41).

Biyolojik maddeler tarafından mikrodalgaların yutulması nedeniyle oluşan en önemli etki ısıdır (thermal etki). Isınma olayı, alan yoğunluğu yüksek mikrodalgalar için görülür. Yoğunlukla anlatılmak istenen; elektriksel alan şiddetinin metre başına volt cinsinden değeri (v/m) yüzlerce volt düzeyine, güç ise mikrowatt düzeyine ulaşabilmektedir ( $W/cm^2$ ) (33,41). İşte kısa bir süre için bile olsa, meydana gelen bu ısınma yerel yanmalara sebep olmaktadır. Örneğin, 40 ve 100  $mW/cm^2$ 'lik alan şiddetinde bir elektrik alan uygulandığında kan damarları ciddi olarak zedelenir ve iç organlarda kanamalar meydana gelir. Ayrıca bütün vücudun aşırı ısınmasından beyin gibi bazı organlarda hasara uğrayabilir (33,41).

Vücudun belli yerlerine önceden yerleştirilmiş metal parçacıklarda elektromanyetik enerjinin vücutta yoğunlaşmasına neden olurlar. Buna örnek olarak, yüksek frekanslı bir cihazın yanında çalışan kişinin proximal phalax'ında açık kırık oluşmuş ve bu kişinin elinde ve parmağında kırık kemik sarmaya yarıyan alüminyum çubuğa dayandırılmış. Bu kişi iş yerinde çalıştığı zaman elinde şişlik ve ağrı oluşmuştur. Kişi yüksek frekans üreten araçtan uzak durduğunda şişme ve ağrının durduğu Reike adlı bilim adamı tarafından tesbit edilmiştir (4,33,41).

Ayrıca yüksek alan yoğunluğuna sahip ortamlarda çalışanlar genellikle gözyaşlarıyla birlikte başağrılarından, göz yanmalarından, yorgunluk, baş dönmesi ve halsizlik gibi durumlardan şikayet ederler. Yorgunluk, küskünlük ve sürekli rahatsızlık duyarlar (4,41).

Mikrodalgaların ısısal zararlı etkilerine rağmen, bu ısısal etki tıpta "doku ısıtılması" (diathermy) ve "tanı" (diagnostic) amacıyla kullanıldığını öncedinde söylemiştik. Bunları kısaca özetleyebiliriz.

a) Doku Isıtılması (Diathermy)

En eski uygulama olup, yüksek sıcaklık elde edilmesinde kullanılır. Yeterli derecede sıcaklık metabolik aktiviteyi artırarak, vücudun savunmasını güçlendirir (41). Vücudun dokularını ısıtarak kanser tedavisi, yeni bir uygulama alanı olarak kendisini göstermektedir. Kanser veya tümör bölgesi mikrodalgalarla 42°C'ye kadar ısıtılırken, vücudun geri kalan kısmı normal ısısında muhafaza edilir. Farelerde yapılan deneylerde tümörün % 75'i dört ile beş saatlik deney sonunda yok olmuştur (13,41).

Mikrodalga diyatermi, göz hastalıklarında da denenmiş ve tedavi sırasında öncelikle corpus vitrea ve lens crystalinde ısı artışı olmuş, ayrıca uzun ve kuvvetli tedaviden sonra lens crystalinin bulanıklaşacağı ve katarakt meydana getireceği anlaşılmıştır (33).

Mikrodalga diyaterminin en fazla ısınmayı cilt altında

ve özellikle kaslarda meydana getirdiği bilinir.

Mikrodalga tedavisinin alçak dozlarda kemiklerin büyümesini kamçıladığını, yüksek dozlarda ise azaldığı gözlenmiştir (33).

Son zamanlarda yeni bir uygulama da, kan bankalarından alınan 4-6°C'deki kanın vücuda verilmeden önce mikrodalgalarla ısıtılmasını sağlamaktadır(41).

Ayrıca dondurulmuş insan organlarının veya diğer biyomateriyalinin hızlı eritilmelerinde bilinen yöntemlerden on kat hızlı çalışma, mikrodalgalarla gerçekleşmektedir. Dondurulmuş biyolojik materyalin yaşama şansı, eritilme hızıyla doğru orantılıdır (41).

#### b) Tanı Uygulaması (Diagnostic)

Biyolojik materyalin ve sistemlerin yapısının ve özelliklerinin analizinde mikrodalga frekansında yapılacak ölçümlerden yararlanılmaktadır. Örneğin, (yağ gibi maddelerdeki veya) organlardaki su miktarını yutma özelliğini ve biyolojik zar sistemlerinin analizi özelliği nedeniyle maddelerin kırılma indeksi veya yutma özelliklerini kolaylıkla tespit etmek mümkün olmaktadır (41).

Nonthermal Etki (Isınmayla ilgili olmayan etkiler):

Yağ emilimlerinde mikrodalga diatermi yapılırken yağ damlacıklarının inci dizisi şeklinde sıralanışı çok önemlidir. Bunun yanısıra, mikrodalga diatermi ısınma yapmayan

çok ufak dozlarıyla optik sinirin duyarlılığında, kanın koagülasyonunda ve karaciğer fonksiyonlarında bazı değişiklikler olabileceği ileri sürülmüştür (33).

#### MİKRODALGALARIN GÜVENLİK STANDARTLARI

Güvenlik sınırlarını tesbit etmek çok karışık bir işlemdir. Sınırların tesbiti için, etkilerin bilinmesi gerekmektedir. Malesef, biyolojik etkilerin tam tesbiti, birçok parametrenin mevcudiyetinden dolayı hemen hemen imkansızdır. Fakat gerçekçi bir gözle hazırlanan standartlar insanların gereksiz yere yüksek radyasyona maruz kalmalarını önleyeceği gibi, elektromanyetik enerjiden, önemli tehlikelere uğramasızın, optimum miktarda yararlanmamızı sağlayacaktır. Bu yüzden, güvenilir standartlar oluşturmak için ilmi araştırmalar yapılmaktadır (11,41).

Değişik ülkelerde santimetre kare başına izin verilebilir oranda radyasyon düzeyi için standartlar belirlenmiştir. A.B.D.'nin standartı, normal sağlıklı bir insanın olağan çevre şartları altında vücudunda, sıcaklık artışı olmadan alabileceği en yüksek manyetik güç miktarıdır. Bu değer  $10 \text{ mW/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır. Bu amaçla yapılan tüm çalışmalarda aynı sonuç elde edilmiştir (11,41).

S.S.C.B. Sağlık Bakanlığı, 1959 yılında mikrodalga uygulamaları sırasındaki güvenlik miktarlarını açıklamıştır (11,41).

Yapılan deneyler sırasında  $1\text{mW}/\text{cm}^2$  civarındaki değerlerde, deney hayvanlarında gözlenen değişiklikler S.S.C.B. standartlarına temel alınmıştır. Bu değeri sınır değer alıp, bir iş gününde ortalama 10 saat kabul ederek  $0.1\text{ mW}/\text{cm}^2$  değeri elde edilmiştir (41). Fakat bu değerinde uygun görülmeyip, güvenliği sağlamak amacıyla  $0.01\text{ mW}/\text{cm}^2$  olarak kabul edilmiştir (41).

Biyolojik etkilerin değerlendirilmesine göre diğer ülkelerde, bir güvenlik standardı belirlemişlerdir (Tablo:5). Bütün ülkelerin belirlediği değerlerdeki farklılık, bu noktadan kaynaklanmaktadır. Gerek askeri, gerekse sivil kesimlerde radar ve diğer mikrodalga yayıcılarının  $10\text{ mW}/\text{cm}^2$ 'lik limit içinde zararlı olduklarını kanıtlayıcı herhangi bir delil söz konusu değildir. Buna rağmen, gönderici anten (transmitter) için 30 MHz'nin altındaki frekanslarda çalışan personelin yakın alandan ötürü etkilendikleri hakkında pek çok endişeler bulunmaktadır (11,41).

Ülke ve Kaynak	Radyasyon frekansı	Tavsiye edilen Enyüksek seviye	Şartlar
A.B.D. (ANSI) *	10MHz-100GHz	10mW/cm <sup>2</sup> 1mW hr/cm <sup>2</sup>	0.1 saatlik süre 0.1 saat içinde
A.B.D. Kara ve hava kuvvetleri	-	10mW/cm <sup>2</sup>	ortalama enerji sürekli uygulama.
İngiltere	30MHz-30GHz	100mW/cm <sup>2</sup> 10mW/cm <sup>2</sup>	İnsan çalışmayan yerler. 8 saatlik uygulama.
Kanada	10MHz-100GHz	1mW hr/cm <sup>2</sup>	0.1 saatlik süredeki ortalama enerji.
Polonya	300MHz	10mW/cm <sup>2</sup> 1W/cm <sup>2</sup> 100W/cm <sup>2</sup> 1mW/cm <sup>2</sup>	0.1 saatlik süre 8 saat maruz kalma Günde 2-3 saat Günde 15-20 dakika
S.S.C.B.	0.1-1.5MHz 1.5-30MHz 30-300MHz 300MHz	20v/m 5amp/m 20v/m 5v/m 10W/cm <sup>2</sup> 100W/cm <sup>2</sup> 1mW/cm <sup>2</sup>	Değişen Magnetik Alanlar Günde 6 Günde 2 saat Günde 15 dakika
Çekoslavya	0.01-300MHz 300MHz	10v/m 25W/cm <sup>2</sup> 10W/cm <sup>2</sup>	Günde 8 Günde 8 saat CW çalışma. Günde 8 saat aralıklı çalışma.
* ANSI-American National Standards Institute (Amerikan ulusal standartlar kurumu)			

Tablo 5:Değişik ülkelerde halen mevcut olan standartlar.

## KAN HÜCRELERİNİN YAPIMI

Föetal hayatta, kan hücreleri, mezenşim hücrelerinden menşe alırlar. İlk 2 ayda kan yapımı vitellus kesesinde meydana gelir. Daha sonra karaciğer ve daha az ölçüde dalakta kan yapımı devam eder. 3. aydan itibaren kemik iliğinde kan yapımı başlar. Kemik iliğindeki kan yapımı gittikçe artarak 7. ayda hemopoezisin başlıca kaynağını teşkil eder. Doğum sırasında bütün kemikler kan yapıcı ilik (kırmızı ilik) ile dolu olduğu halde, erişkinde sadece, sternum, kaburgalar, vertabralar, kafatası kemikleri, pelvis ve uzun kemiklerin proksimal uçlarında hemopoezis vardır.

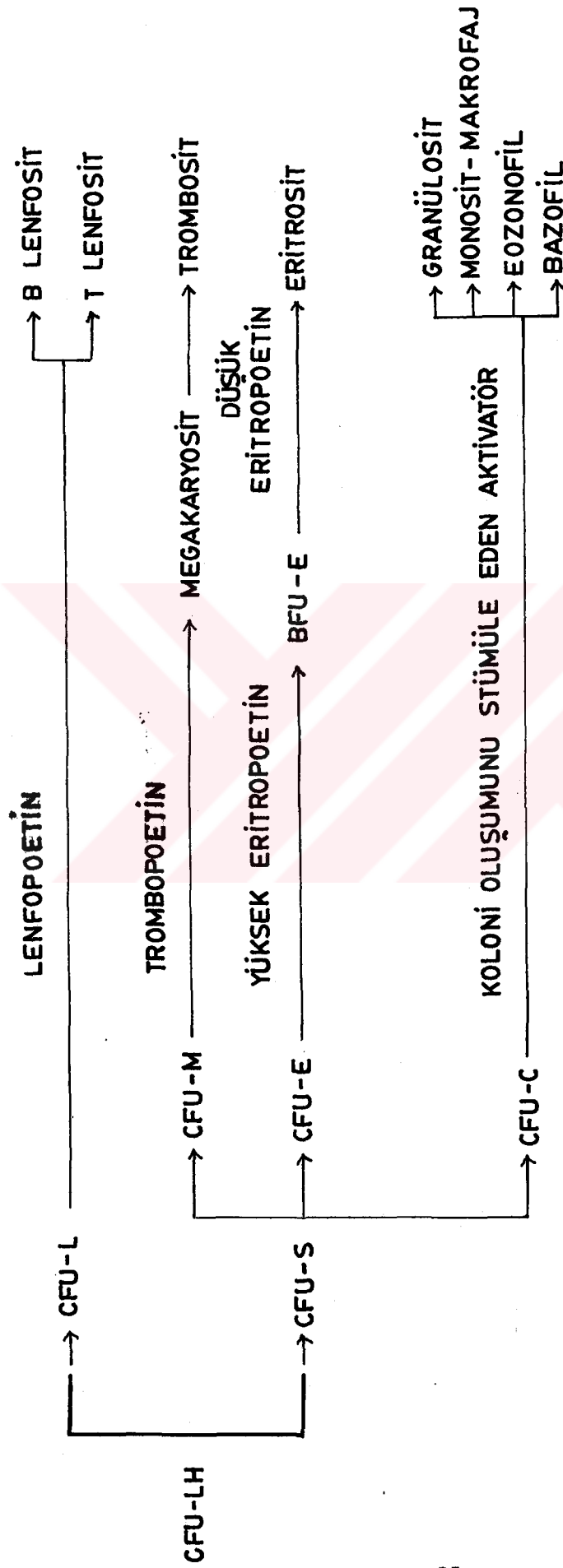
Kanda bulunan hücreler pluripotent stem hücrelerinden meydana gelirler. Pluripotent stem hücreleri kendisini yenilemek kabiliyetindedirler. Bu kabiliyet sınırlı olmayıp, sonsuzdur. Ayrıca pluripotent stem hücreleri daha olgun hücrelerde meydana getirebilmektedirler. Bu olgunlaşma sonucunda bir taraftan lenfoid stem hücreleri meydana gelirken, diğer taraftan eritrosit, megakaryosit ve lökositlerin öncü hücresi olan 'CFU-S'yi meydana getirirler. CFU-S dalakta koloni meydana getiren birim anlamındadır.

CFU-S kendi kendine yenilemek kabiliyetindedir. Aynı zamanda olgunlaşmasına devam ederek CFU-M (megakaryoblastin öncü hücresi), CFU-C (fagositik hücrelerin ana hüc-



resi),BFU-E (CFU-E'nin öncü hücresi),CFU-E (proeritroblastin öncü hücresi) meydana gelir.Oluşan bu öncü hücrelerde Tablo 6'da görüldüğü gibi eritrosit,megakaryosit,eozinofil,monosit ve diğer hücreler meydana gelir.





PLURİPOTENT STEM HÜCRELER YÖNLENDİRİLMİŞ HÜCRELER

DİFERENSIYE HÜCRELER

CFU - L : LENFOSİT KOLONİLERİ MEYDANA GETİREN BİRİM. CFU - S : DALAKTA KOLONİ MEYDANA GETİREN BİRİM.  
 CFU - M : MEGAKARYOSİT KOLONİLER MEYDANA GETİREN BİRİM. CFU - E : ERİTROT KOLONİLERİ MEYDANA GETİREN BİRİM.  
 CFU - C : KÜLTÜRDE KOLONİ MEYDANA GETİREN BİRİM. BFU - E : BURST FORMING UNIT ERYTROİD.

TABLO:6 STEMSEL VE HEMATOPOEZİS

## KIRMIZI HÜCRE YAPIMI (ERITROPOEZİS):

### Eritropoez Morfolojisi:

Normalde erişkin bir kimsede kırmızı hücreler kemik iliğinde yapılır. Ana hücre stem hücreleridir. Kırmızı hücre yapım safhaları şöyle özetlenebilir:

Multipotent stem hücreleri- Unipotansiyel stem hücreleri  
- Pronormblast- Bazofilik normoblast-Polikromatofilik normoblast- Ortokromatik normoblast- Retikülosit- Olgun kırmızı küre

### Eritropoez kontrolü:

Eritropoezis büyük ölçüde eritropoetin tarafından kontrol edilir. Eritropoetin %85-90'ı böbrekten %10-15 kadarıda karaciğerden salgılanmaktadır. Molekül ağırlığı 32000 civarında olup glukoprotein yapısındadır. Hipoksi eritropoetin salgılanmasına neden olur. Eritropoetin, eritrosit serinin öncü hücrelerinin spesifik reseptörlerine etki yaparak onların pronormoblasta gelişmesini sağlar. Bununla beraber eritropoetin daha sonraki safhalarda eritrosit hücrelerine etki ederek onların bölünmesini sağlar ve hemoglobin sentezini stimüle eder.

## HEMOGLOBİN OLUŞUMU, YAPISI VE FONKSİYONU

Hemoglobin, olgun eritrositlerin en önemli kısmını oluşturur ve eritrosit fonksiyonun kaynağını teşkil eder. Akciğerlerden dokulara oksijen taşır. Öyle ki; eritrosit

kuru ağırlığının %90'ından daha fazlasını hemoglobin meydana getirir. Hemoglobin; hem ve globinden oluşur. Hem; bütün hemoglobinlerde aynı yapıda olmasına karşılık, globin; hemoglobin çeşidine göre farklılık gösterir.

#### ERİTROSİT

Kırmızı hücreler 8 mikron çapındadır. Dokulara oksijen verebilmek için kapillerden dolaşması, redükte durumunun muhafazası ve ozmotik dengesini devam ettirmesi gerekir. Öyle ki; bir eritrositin yaşam süresi 120 gün kabul edilirse, eritrosit hayatı boyunca 300mil mesafe kaydeder. Eritrositlerin bu fonksiyonlarını yerine getirmesi, fleksibl, bikonkav disk şeklinde olması yanında, Embden Meyerhof glikolitik yolu ile gerekli enerji ve NADH, heksoz monofosfat yolu ile de NADPH meydana getirme yeteneğinde olmasındandır.

Akciğerlerde parsiyel oksijen basıncı yüksek olduğu için oksijeni bağlar ve oksihemoglobin şekline geçer. Hemoglobinde bulunan demir vasıtası ile bu reaksiyon olur. Dokularda oluşan karbondioksitin akciğerden atılmasında da hemoglobin başlıca rolü oynar. Aynı şekilde hemoglobin plazmada bir tampon madde özelliğini de gösterir. Hemoglobinin oksijene olan affinitesi çok önemlidir. Hemoglobinin oksijene karşı olan affinitesine muhtelif faktörler etki eder. Bunlar ;

a) Kanın PH'ı

- b) Eritrositlerde bulunan 2,3 difosfatglyserat düzeyi
- c) Hemoglobinin tipi
- d) Diğer faktörler

Eritrosit Strüktürü :

Kırmızı küreler eritrosit membranı,stroma,hemoglobin,diğer proteinler ve enzimlerden meydana gelmiştir.Eritrosit membranı,başlıca 3 tabakadan ibarettir. Dış tabaka; mukopolisakkarit yapısında olan kan grubu antijenlerini ve absorbe proteinleri taşıyan glikoproteinlerden meydana gelmiştir.Orta zonda kolesterol ile stabilize edilmiş iki tabakalı fosfolipidden meydana gelmiştir.Fosfolipidlerin iç zonundan bazı protein molekülleri içeri doğru uzanmıştır.Eritrosit yüzeyi negatif yüklüdür.

Eritrosit Şimik Yapısı :

Kırmızı küreler takriben ;%61 su,%28 hemoglobin,%7 lipid,%4 karbonhidrat,elektrolit,enzim,protein ve metabolitlerden meydana gelmiştir.

## BEYAZ KÜRELER

BEYAZ KÜRELERİN YAPIMI :

Beyaz küreler granülosit veya nötrofil,monosit ve lenfositlerden oluşur.Beyaz küreler kan yapıcı organlarda yapılırlar.Nötrofillerin yapıldığı tek yer kemik iliği olduğu halde,lenfositler daha çok lenf düğümleri olmak üzere lenfoid dokularda,bir kısmıda kemik iliginde

yapılırlar.

Nötrofillerin Yapımı :

Nötrofiller kemik iliginde multipotent stem hücrelerinden köken alırlar. Bundan sonra gelen safha "committed stem cell"lerdir. Myeloblast oluşarak, promyelosit, myelosit, metamyelosit ve çomak evrelerinden geçerek polimorflar oluşur. Morfolojik yapıları ise şöyledir.

Myeloblast; 15 ilâ 20 mikron çapında bir hücre olup, yuvarlak veya oval bir çekirdeği vardır. Çekirdeği oldukça büyüktür. Stoplazmada granül yoktur.

Promyelosit; myeloblasta benzer, ancak stoplazmada az sayıda kırmızımsı mor boyanmış granüller vardır.

Myelosit; çekirdeğin kromatin ağı oldukça kaba olup, nukleolus yoktur. Üçü ayrılırlar.

- a) Nötrofilik myelosit
- b) Eozinofilik myelosit
- c) Bazofilik myelosit

Matamyelosit; nisbeten küçük, hafifçe çentiklenmiş bir nükleus ihtiva eder, stoplazma pembe renktedir. Çomak; "U" şeklinde bir çekirdeği vardır.

Eozinofil; hücre çapı 16 mikron kadardır. Nükleus genellikle 2 lobludur. Eozinofil granülleri nisbeten büyük yuvarlak olup, parlak kırmızımsı portakal renginde boyanırlar. Stoplazmada bulunan granüller çekirdeği örtmezler.

Bazofil;Çekirdek genellikle 2 lobludur,stoplazma yuvarlak veya oval bazofil granüller ihtiva edip,nükleusu örterek,çekirdeğin yapısını gizlerler.

Lenfositlerin Yapımı :

Lenfositler,lenfoid organlarda yapılırlar.Kemik iligindedede azda olsa lenfosit yapımı sözkonusudur.Lenfositlerde kökenini primitif stem hücrelerinden alırlar,daha sonra committed stem hücreleri oluşur,daha sonra lenfoblastlar ve lenfositler meydana gelir.

Monositlerin Yapımı :

Monositlerde multipotent stem hücrelerinden köken alırlar.Monoblast,promonosit evrelerinden geçerek olgun monositler oluşurlar.

Monosit,büyük bir hücre olup,çapı 15 ilâ 20 mikron arasında değişir.Sitoplazması oldukça geniştir ve gri mavi renkte boyanır. Değişik sayıda azürofilik granül ihtiva eder.Nükleus yuvarlak,böbrek şeklinde çentikli veya lobüle olabilir.Kromatin ağı gevşek olup,yün çilesine benzer (48).

#### ELEKTROFOREZ

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 (43,44,45,46).

Sulu bir çözelti içinde çözünmüş küçük elektrik yüklü parçacıkların, uygulanan bir elektrik akımının etkisiyle göç etmesi sürecine "Elektroforez" adı verilir (32,47). Bu küçük parçacıklar, bakteriler, virüsler, protein molekülleri (enzimler, hormonlar v.s) olabilirler (49). 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 parçacıklar 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 olay sonucu, sistemin elektrikle yüklü elemanları birbirinden ayrılır (32).

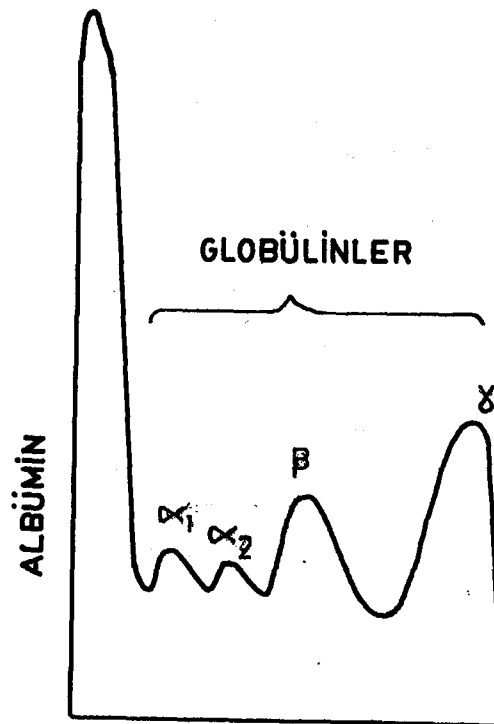
Alkalik ortamdaki proteinler elektrik alanda anyon(-) ve asit ortamdakiler ise, katyon(+) olarak davrandıkları halde, belirli bir pH'ta da ne anoda ne de katoda göç ederler. Çünkü, her iki kutuptanda aynı kuvvetlerle çekilirler, bu pH değerine izoelektrik nokta denir. Bunun dışındaki pH'larda elektrik alanda göçmelerine "Elektroforez" denir. Elektroforez incelemeleri, protein ağırlıklığının saptanması ve karışım halindeki proteinlerin kantitatif ayrılmaları içinde kullanılır.



Elektroforez kullanılan ortama göre,akışkan ortamdaki elektroforez (klasik Tselius yöntemi),kağıt elektroforezi,selüloz asetat elektroforezi,jel elektroforezi ve immün elektroforez gibi kısımlara ayrılmaktadır (50,51,52).

Yöntemlerden selüloz asetat elektroforezi çeşitli üstünlüklerinden dolayı çok daha fazla kullanılmaktadır.Bu üstünlükleri arasında adsorbsiyonunun az oluşu,gercin homojen ve kimyaca saf oluşu,az serum gerekmesi,şeridin kolayca temizlenmesi,ayrılmanın hızlı oluşu sayılabilir (52).

Selüloz asetat elektroforezi ile serumu 5 fraksiyona ayırmak mümkündür (Şekil-4).Fraksiyonların kabaca ayrılmasına karşın bu tür elektroforez özellikle total protein düzeyinin saptanabilir olması klinik uygulamalarda oldukça yararlı olmaktadır.



ŞEKİL:4 PROTEİN ELEKTROFOREZİNİN 5 FRAKSİYONA AYIRIMI

## PROTEİN TÜRLERİ:

Çeşitli protein moleküllerinin farklı yapıları henüz tam bilinmediğinden, bunları iyice sınıflamak olanaklı olamıyor.

Bu yüzyılın başlarından beri proteinler, bir kısmının yalnız aminoasitlerden oluştuklarına göre basit veya homoproteinler, kimilerinin ise hem aminoasitlerden hemde bir ek gruptan (Prostatik gruptan) oluştuklarına göre bileşik veya heteroproteinler, kimilerinde bu iki gruptan türediklerine göre, türev proteinler olarak 3 temel gruba ayrılırlar. Sonra, her birinin özelliklerine göre, yeniden alt gruplara sınıflandırılmalar bir gelenek olarak kullanılmaktadır.

### A BASİT PROTEİNLER

-----  
Albuminler  
Globulinler  
Glutelinler  
Prolaminler  
Protaminler  
Histonlar  
Skleroproteinler  
(Kollojen, Kreatin, Elastin)

### B BİLEŞİK PROTEİNLER

-----  
Fosfoproteinler  
Glikoproteinler  
ve Proteoglikanlar  
(Gliko ve mikroproteinler)  
Lipoproteinler  
Nücleo-proteinler  
Metallo-proteinler  
Kromo-proteinler

## PLAZMA PROTEİNLER:

Plazmadaki katı maddelerin büyük kısmını kapsarlar. Çok kompleks bir karışımdır; basit proteinleri, glikoproteinleri, lipoproteinleri içerirler. Total plazma proteinini %6-8 gr'dır.

## FONKSİYONLARI

- 1 ) Ekstraselüller sıvı dağılımının kontrolü: Suyun intra ve ekstra vasiküler kompartmanlar arasındaki dağılımın plazma proteinlerinin konsantrasyonları tarafından etkilenir. Molekül ağırlığı düşük olması nedeniyle en önemli protein albumindir.
- 2 ) Antikorlar, Enzimler, hormonlar, komplemen sistem protein yapıdadır.
- 3 ) Taşıma: Plazma proteinleri hormonların çoğunu (kortizol ve tiroksine) vitaminlere, lipitlere,  $Ca^{++}$  ve iz metaller ve bazı ilaçlara taşıma işlemi yapar. Proteinlerle olan kombinasyon bunları ya suda erir hale getirir yada inaktif duruma koyar.
- 4 ) Kanın pıhtılaşma faktörleri protein yapıdadır.
- 5 ) Gıda maddesi olarak özellikle albumin dokular için gıda kaynağıdır.
- 6 ) Kan tamponları: Serum proteinleri amfoterdirler. Asitler ve bazlarla birleşebilirler. Normal kan pH'ında proteinler, bir asit gibi hareket ederler. Katyonlarla (başlıca  $Na^+$ ) birleşirler. Teşekkül eden tampon çifti total kan tamponlarının küçük bir fonksiyonunu teşkil eder. 16 mEq/l  $Na$ , protein anyonları ile birleşir (47,50, 53,54,55,56).

Protein	Kons % mg	Mol ag.	t <sub>1/2</sub>	KH %	Akut f <sub>g</sub> dav.
Prealbumin	20-40	54000	125	-	(-) APF
Albumin	3500-5000	69000	15-19g	-	(-) APF
Elektroforez, α <sub>1</sub>					
α <sub>1</sub> -Antitripsin(AAT)	78-200	55000	4g	12	APR
α <sub>1</sub> -Asid glikoprotein	50-150	40000	5g	45	APR
(Orosomukoid) (AAG)					
α <sub>1</sub> -Lipoprotein (Apoprotein A)	170-325	200000			
α <sub>1</sub> -Fetoprotein (AFP)	0,003	69000			
Elektroforez α <sub>2</sub> -Globulin					
Haptaglobin	30-215	85000	2g	12	APR
-Makroglobulin (AMG)	125-400	6-800000	5g	8	
Seruloplazmin (CER)	15-60	150000	4,5g	7	APR
Elektroforez, Beta ,Glob.					
Transferrin (TRF)	200-350	77000	7g	6	(-) APF
(Siderofilin)					
Hemopeksin (Hpx)	50-115	57000			
β -Lipoprotein (Apoprotein B)	60-150	3000000			
C <sub>4</sub>	10-40	200000		7	APR
Elektroforez, β <sub>2</sub> -Globulin					
Fibrinojen	200-400	340000	2,5g	3	APR
C <sub>3</sub>	70-150	180000		2	APR
β <sub>2</sub> -Mikroglobulin	0,1-0,2	11800	107d		
Elektroforez, γ-Globulin					
IgG	525-1650	160000	24g	3	
IgA	40-390	170000	6g	8	
IgM	25-300	900000	5g	12	
C-Reaktif Protein	0,8	120000		-	APR++

Tablodaki kısaltmalar; t<sub>1/2</sub>=Yarılanma zamanı, KH=karbonhidrat, s=saat, g=gün, d=dakika, APR=Akut Faz Reaktanı.

Tablo 7:Plazma protein fraksiyonları

## PLAZMA PROTEİNLERİNİN KAYNAGI

Birçok proteinler ve özellikle albümin, bazı koagülasyon faktörleri, taşıyıcı proteinler ve lipoproteinler karaciğerde sentez edilir. Karaciğer hastalıklarında plazma protein konsantrasyonları değişir. Immüoglobulinler (antikorlar) lenforetiküler sistemde (retikuloendotelyal) bulunan plazma hücreleri ve lenfositler tarafından sentez edilirler. Bazı lipoproteinler barsak duvarında sentez edilir.

### SERUM PROTEİNLERİ:

#### 1- SERUM ALBÜMİN :

Plazma proteinlerinin en büyük miktarını (%55'ini) oluşturur. Serum albumin molekülü, 150 Å'lık bir uzunluk ve 38 Å'lık bir genişlikle elipsoid biçimini gösterir. Bu nedenle eriyikliği öbür plazma proteinlerinden daha az viskozitedir. Serum albümin kristalize edilebilir. 585 aminoasit kalıntısından yapılmıştır. Tüm molekül, tekrarlanan ve her biri sırasıyla 191, 192 ve 200 a.asitten oluşmuş üç birimden meydana gelmiştir. Birimlerden her biri de disülfid (-S-S-) köprüsüyle bağlı 6 peptid ilmeğini içerir. Albümin, homojen diye görülürse de HS- içeriği bakımından heterojendir (56,57,58).

K.C. de yapılıır. Albümin molekülünün yüzeyinde büyük ölçüde dışa yönelik polen a.asitler bulunur ve bunlar çevrelerindeki su ile birçok hidrojen bağları oluşturarak proteini çözünür duruma getirirler. Bununla beraber molekül-

de apolar ,yeni hidrofob a.asitler bölgesinde vardır.Bu bölge serbest yağ asitlerinin ve diğer lipidlerin bağlanmasına olanak sağlar.Albümin plazmadaki serbest yağ asitlerinin başlıca taşıyıcısıdır.Serbest yağ asitleri kan damarlarından ve hücre zarından geçerken (suya benzer şekilde) albümin dolaşımında kalır.(60),albümin özellikle yarı geçirgen kapillerlerde plazmanın osmotik basıncını sağlar.Serumda yağ asitleri,bilirubin,boya maddeleri,sülfaditler,salisilatlar,penisilin ve Ca albüminle taşınır.Albümine bağlı, fraksiyonlar fizyolojik ve farmakolojik olarak inaktiftirler (57).

## 2- SERUM GLOBULINLERİ:

Miktarca %2-3 gr. kadardır.Total proteinin %34'ünü oluşturur.Serum globülinlerinin başlıca üç fraksiyonu vardır:

A-)ALFA GLOBULİN :Total proteinin %9'unu oluşturur.2 Fraksiyona ayrılır.

a)Alfa-1 : $\alpha$ -1 Antitripsin :%0.29 gr.dir.

$\alpha$ -1 Glikoprotein:%0.09 gr.dir.

YDL:Dansitesi 1.1-1.2 dir.%50 protein,%30 fosfolipid,%20 kolesterol ve %5'ten az TG içerir.Kolesterol ve fosfolipid taşır.

TG taşır.

b)Alfa-2 :Haptoglobin:Hb.i bağlar. %0.18 gr.dir.

SP :%0.04 gr.

Protrombin

### Bazı glikoproteinler

ÇADL :Dansitesi 0.9-1 dir.%10 protein,%15

fosfolipid,%15 kolesterol ve 60 TG içerir.Endojen Tg taşırlar.

B-)BETA GLOBULİN :Total proteinin %11'ini oluşturur.

Transferrin :%0.3 gr.

Kompleman sisteminin birçok komponenti

ADL :Dansitesi 1-1.1 dir.%25 protein,%20 fosfatid,%45 kolesterol

ve %10 TG içerirler.Kolesterol taşır.

C-)GAMA GLOBULİNLER :Total proteinin %14'ünü oluşturur.En büyük kısmını Ig.ler oluşturur.

1)IgG :%3 K.H içerir.Totalin %80'nini teşkil eder.Kompleman bağlar ve plasentayı aşar.Yetişkin düzeyine çıkma yaşı 3-5 tir.Normalde 9-12 gr/litre veya 140 İÜ/ml.dir.Extra vasküler doku mesafelerini korur ve toksinleri nötralize eder. Antijene olan ikincil cevaptırlar.

2)IgA :%8 K.H içerirler.Totalin %13'üdür.Normalde 2.5 gr/litre veya 150 İÜ/ml.dir.Kompleman bağlamaz ve plasentayı aşmaz.Vücut yüzeylerini özellikle virütik enfeksiyonlara karşı korurlar. Yetişkin düzeyine çıkma yaşı 15'tir.Solunum yolları mukozalarında sentez edilirler.

3)IgM :%12 K.H içerir.Totalin %6'sıdır.Normalde 1 gr/litre veya 140 İÜ/ml.dir.Yetişkin düzeyine 9.ayda çıkar.Kompleman bağlar ve plasentayı aşmaz.Tamamı intravaskülerdir.Sentezi fetüste dahi görülür.Doğum sırasında yüksekliği intraüterin enfeksiyonu gösterir (56,57,58).

Kan akışını korur.Antijene olan birincil cevaptır.Bakterileri lizise uğratar.B lenfosit reseptörüdür.

4) IgD :%13 K.H içerir.Totalin %1'dir.Normalde 0.0003 gr/litre dir.Kompleman bağlamaz ve plasentayı aşmaz.Fonksiyonu bilinmemektedir.

5) IgE :%12 K.H içerir.Totalin %0.002'sidir.Normalde 0.0003 gr/litredir.Yetişkin düzeyine çıkma yaşı 15'tir.Kompleman bağlamaz ve plasentayı aşmaz.Gastrointestinal ve solunum yolları mukozası ile nazofarinksin lenfoid dokusunda yer alan plazma hücreleri tarafından sentez edilir.Erken aşırı duyarlık reaksiyonlarının dokuya bağlı antikorlarıdır.Histamin salıverilmesinden sorumludurlar.

Globulinlerin bazılarında steroidler ve diğer lipitler için bağlama yerleri vardır.T.G. ve kolesterolün büyük bir kısmı lipoprotein kompleksleri içinde taşınır (59).

	Yüzdesi (Total)	Miktarı
Total protein	%100	%6.5-8.2 gr.
Albümin	%54-74	%3.5-5.7 gr.
Alfa-1	%1.1-4.2	%0.1-0.3 gr.
Alfa-2	%4.6-13	%0.4-1 gr.
Beta	%7.3-13.5	%0.5-1 gr.
Gama	%8.1-19.9	%0.5-1.5 gr.
Fibrinojen	%4-6	%0.2-0.4 gr.

Tablo 8:Proteingram bulguları



## MATERYAL VE METOD

### KULLANILAN KİMYASAL MADDELER :

Sitrat (Merck)  
Glasiel asetik asit (Merck)  
Sulu gention moru (Merck)  
Asetik asit (Merck)  
Metanol (Merck)  
Sodyum sülfat (Merck)  
Sodyum Klorür (Merck)  
Civa Klorür (Merck)  
May Grünwald-Giemsa boyası (Merck)

### KULLANILAN SOLÜSYONLAR :

- Elektroforez tamponu : (Elektro HR Buffer) (Kat.no.5805).  
Tampon içeriği 1000 ml distile suda çözüldü, PH:8.8'e ayarlandı.
- Ponceau S solüsyonu (Merck)
- Temizleme solüsyonları  
%5'lik asetik asit, 3 kısım metanol, 1 kısım glasiel asetik asit karışımı
- Hayem solüsyonu  
2.5 gr. sodyum sülfat, 0.5 gr. sodyum klorür,  
0.25 gr. Civa klorür, 100 ml. distile su
- Türk çözeltilisi (Sulandırma çözeltilisi)  
3 ml. Glasiel asetik asit, 1 ml. sulu gention moru<sup>1</sup>  
(%1), 100 ml. distile su

## KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

---

- Sıratherm 609 S (Siemens)
- Binoküler mikroskop (Olympus)
- Santrifüj (Coolspin 2,MSE)
- Hassas terazi (Bosch)
- Deney tüpleri (5 ml) (Amersham)
- Plexiglas kap
- Parafilm "M" (Amerikan can company marathon products  
Neenah,Wiskonsin)
- Steril lanset
- Lamel
- Lam
- Boyama kapları
- Sedir yağı
- Işık mikroskobu
- Sayım kamerası (Thoma lamı)
- Hazne kısmında kırmızı boncuk ve üzerinde 101 yazılı olan  
pipet
- Gazlı bez
- 11 sayısı ile işaretli beyaz boncuklu pipet
- Helena zıpzone elektroforez cihazı (Titan power supply)
- Titan blotter pads (kurutma kağıdı)(Helena kat.no:5034)
- Süzgeç kağıdı
- Serum taşıyıcısı (Serum Z Aplicatör)
- 5 mikrolitrelik pipet (Microdispenser)
- Digital kompütür (Quick-Quant II)

- Densitometre (Quick scan Jr)
- Kağıt fitiller
- Oluklu Numune plağı
- Amplikatör
- Ayar tablası
- Mikrohematokrit santrifüj (Mikro-Type 346 MSE)
- Kılcal hematokrit tüpü
- Hematokrit cetveli



## M E T O D

Yaşları 20-27 arasında değişen, sağlıklı 10 erkekten sitratlı kan alındı. Alınan kanın bir kısmını kontrol grubu olarak serum proteinlerinin tayini için santrifüjleyip serumunu ayırdık. Ve bunu dipfrizde beklettik. Kanın diğer kısmında eritrosit, lökosit, eozinofil, hematokrit, lenfosit, nötrofil ve monosit değerlerinin tayini için az bir miktar kontrol grubu olarak ayırdık. Geriye kalan kanı 6'şar cc olarak 6'ya ayırdık ve her uygulamada ebatları 5.2 cm X 6.5 cm X 1.5 cm olan aynı plexiglas 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 radyasyonu 5, 10, 20 dakika sürelerle uyguladık. Uygulama sonrası eritrosit, lökosit eozinofil, hematokrit, lenfosit, nötrofil, monosit değerleri ve plazma proteinleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla tayin ettik. Ayrıca kap içerisine konulan kan yine tedavi amacıyla kullanılan 0.432 GHz frekanslı ancak çıkış gücü 180 Watt olan magnetron tarafından üretilen mikrodalga radyasyonunu 5, 10, 20 dakika sürelerle uyguladık. Uygulama sonrası eritrosit, lökosit, eozinofil, hematokrit, lenfosit ve monosit değerleriyle, sadece 20 dk. uygulama sonrasında plazma proteinlerin değerlerini saptadık. Uygulamadan sonra hangi dozda ve sürede plazma proteinlerinin tayini yapılacaksa o kanı ikiye ayırıp, santrifüj ettikten sonra ayrı ayrı tüplere (uygulama süreleri ve dozları yazılarak)

birakıldı.Kanın diğer yarısında hemen tespit etmek üzere eritrosit,lökosit,eozinofil,hematokrit, lenfosit,nötrofil ve monosit değerlerinin tayini için ayırdık.

Ayrıca selüloz asetatlı kağıt elektroforez yöntemi ile albümin, globulin ( $\alpha_1, \alpha_2, \beta, \gamma$ ) ve albümin /globulin oranınının (% olarak) değerlerini saptadık.

Kan hücrelerinin eritrosit, lökosit sayımında thoma sayım kamerası ile ve perifer hazırlanarakta nötrofil, monosit,lenfosit,eozinofil değerleri ile hematokrit değerlerini saptadık.

Uygulama esnasında mikrodalga üretcinin başlığı ile kanın bulunduğu kap arasındaki mesafeyi 5 cm olarak aldık.

Elektroforetik uygulamada Selüloz Asetat Elektroforezini kullandık.Bu uygulama için Helena zipzone elektroforez cihazı, elektroforez kabı,Titan III. XW. selüloz asetat plağı,serum taşıyıcısı,mikrodispenser (5 ml.'lik pipet),boyama kabı,dijital kompütür,densitometre, kağıt fitiller,oluklu numune plağı, aplikatör ve ayar tablasına ihtiyaç vardır.Ayrıca reaktif olarakta, elektroforez tamponu (Electro HR buffer),boya olarak Ponceau S solüsyonu ve temizleme solüsyonları kullanıldı.

Bu yöntemde prensip şudur:

Farklı proteinleri kapsayan biyolojik sıvıların nitel ve nicel olarak belirlenmesi için geniş ölçüde kullanılan bir yöntem olması ,yükü kolloid partikül veya iyonların dıştan sağlanan bir akım eşliğinde katod veya anoda göç etmeleri

esasına dayanmasıdır.

Plazma proteinlerini oluşturan fraksiyonlar kullanılacak ortamın pH'ında izoelektrik noktalarına göre kazanacakları yük ve molekül büyüklüğüne göre bir kutuptan diğer kutuba göç ederler. Ortam olarak asit pH seçilirse (+) yük kazanacaklarından katoda göç ederler (katoferez). Alkali ortamın kullanılması durumunda ise göç anoda doğru olur ki anoferez denilen bu tür elektroforez uygulamada tercih edilmektedir (52,60,61).

Deneylerimizde ;Kontrol ve mikrodalga uygulanmış deneklerin plazma proteinlerinin tayininde "Selüloz asetat elektroforez" yöntemi kullandık. Bu yöntemin aşamaları aşağıda belirtilmiştir.

1) Elektroforez kabının yanlarındaki havuzlara 50 ml. buffer (Tampon) konur. İki kâğıt fitil, buffer içinde ıslatıldıktan sonra buffere temas edecek şekilde her iki destek köprüsü üzerine yerleştirilir. Böylece kap elektroforez için hazırlanmış olur. Kullanılmadığı müddetçe üzeri kapalı tutulmalıdır.

2) Titan III. KW. plağı ambalajından çıkarılır ve mylar tarafının (Selüloz asetatsız) bir köşesi yağlı sivri uçlu bir kalemle işaretlenir. Bu numunelerin ayırtedilmesini sağlar. Sonra plak buffere daldırılmak suretiyle 20 dk. ıslatılır.

3) Mikrodispenser vasıtasıyla oluklu numune plağının oluklarının her birine 5 mikrolitre serum konulur. Oluklu numune plağı 5 dk. içinde kullanılmayacaksa bir cam lamla örtülür

olarak muhafaza edilmelidir. Oluklu numune plağının her bir oluğuna bir numune plazma konularak 8 numune ile bir arada çalışmak mümkündür.

4) Aplikatör ucu numune oluklarına 3 - 4 kez bastırılarak doldurulur. İlk doldurma işleminden sonra aplikatör bir süzgeç kağıdı ile silinir. Bundan sonra esas doldurma işlemi yapılır.

5) Islatılmış Titan III. XW. plağı parmak uçlarıyla bufferden çıkarılıp bir defaya mahsus olmak üzere kurutma kağıdı ile bir hamlede kurutulur. Selüloz asetatlı yüzü yukarıya gelecek şekilde ayar tablası üzerine yerleştirilir. Yerleştirme plağın helena labs yazılı kenarı ayar tablasının alt kenarı ile aynı hizada olacak şekilde ve yağlı kalemle yapılan işaret sola gelecek durumda yapılır. Böylece 1 nolu numunenin işaretli tarafta, 8 nolu numuneninde aksi tarafta olması sağlanır.

6) Aplikatörün ucu azami dolmayı temin bakımından son bir defa numune oluklarına batırılır. Sonra aplikatör derhal ayar tablası üzerine getirilip yerleştirilir, 5 saniye süreyle düğmesine basılır ve aplikatör kaldırılır. Böylece Titan III. XW. plağı numuneleri almış olur.

7) Titan III. XW. plağı alınarak selüloz asetatlı yüzü aşağıya gelecek şekilde elektroforez kabına yerleştirilir. Kabın üzeri kapatılır, Titan power supply üzerindeki kronometre 10 dakikaya, voltaj 280'e ayarlanıp devre kapatılarak elektroforez kabına akım tatbik edilir. Ayarlanan zaman sonunda devre otomatik olarak açılır ve akım kesilir. Böylece

plak üzerinde numunelerin proteinleri ayrılmıştır.

8) Elektroforez süresi bitiminde elektroforez kabından çıkarılan Titan III.XW. plağı, selüloz asetatlı yüzü yukarıya gelecek şekilde Ponceau S solüsyonuna batırılıp 5 dakika süreyle boyanır. Böylece protein fraksiyonlarının boyanması sağlanır.

9) Titan III.XW. plağın süre bitiminde boyadan çıkarılıp üzerindeki fazla boyaları almak için ikişer dakika %5'lik asetik asitte 3 kez yıkanır. 2 dakika metanol, 5 dk'da 3 kısım metanol-1 kısım glasiyel asetik asit karışımında tutulur. Süre bitiminde 80°C de birkaç dk tutulur.

10) 525 nm'lik bir filtre ile densitometrede skanne edilir. İşleme başlamadan kompitüre total protein miktarı verilir. İşlem bitince neticeler densitometreden ve kompitürden alınır. Böylece fraksiyonların total proteine göre oranı ve tek tek % mg olarak miktarları alınır. Titan III.XW. plaklarını uzun süre muhafaza etmek için Titan plastik torbalarına konur ve saklanır.

#### ERİTROSİT SAYIMI

Eritrosit sayımı  $1 \text{ mm}^3$  kandaki eritrosit sayısını verir. Eritrosit sayımı için ışık mikroskobu, sayım kamerası (Thoma Lamı), hazne kısmında kırmızı boncuk ve üzerinde 101 yazılı olan pipet, gazlı bez ve Hayem solüsyonu kullandık. 2.5 gram sodyum sülfat, 0.5 gram sodyum klorür, 0.25 gr civa klorürün üstüne 100 ml damıtık su ekleyerek hayem solüsyonunu hazırladık.



Önce Antikoagulanlı vena kanını eritrosit pipetindeki 0.5 işaretine kadar çektik.Pipetin ucuna bulaşan fazla kanı gazlı bezle sildik.Pipetteki 101 işaretine kadar hayem solüsyonu çekip,pipeti yatay düzuma getirerek başparmak ve işaret parmak arasında 3 dakika çalkaladık. Pipetin içindeki sıvının üçte birini atıp,üzeri lamelle kapalı olan sayma kamerasının çizgili bölmesine dikkatlice taşırmadan boşalttık. Daha sonra mikroskoptan 10'luk büyütme ile tespit edip,40'luk büyütmede eritrositleri saydık ve bunların hesabınıda şu şekilde yaptık:Beş büyük karedeki eritrosit sayısını 10000 ile çarptık.Mesela, 5 büyük karede 450 eritrosit sayabildikse  $\text{mm}^3$  'deki eritrosit sayısı  $450 \times 10000=4.500.000$  dir.

#### LÖKOSİT SAYIMI

Lökosit sayımı;1  $\text{mm}^3$  'deki lökosit sayısını gösterir. Lökosit sayımı için ışık mikroskobu,11 sayısı ile işaretli beyaz boncuklu pipet, sayım kamerası (Thoma lamı),gazlı bez ve Türk çözeltisi (Sulandırma çözeltisi) kullandık.Türk çözeltisini, 3 ml'lik glasiel asetik asit,1 ml sulu gention moru (%1),100 ml distile su ile karıştırıp hazırladık.Türk çözeltisi eritrositleri parçalayıp, lökosit çekirdeklerini hafif şekilde boyama özelliğine sahiptir.Lökosit pipeti içine dikkatle 0.5 işaretine kadar kan çektik. Pipetin dış kısmına bulaşan kanı sildik.Pipetin 11 işaretine kadar Türk çözeltisini çektik. Pipeti 3 dakika çalkaladık ve sonra pipetin üçte birini boşaltıp,kalanı sayma kamerasına dikkat-

lice bıraktık.Ve 10'luk objektifle sayım yaptık.16 büyük ka-  
redeki lökositler, çizgi üzerindeki lökositler dahil olmak  
üzere, soldan başlayarak sağa doğru saydık. Sol ve üst  
çizgileri saydık,sağ ve alt çizgileri saymadık,çünkü alt kıs-  
ma gelince sağ ve alt çizgidekiler sayılmış oluyordu.

Saymış olduğumuz lökositleri 200 ile çarptık ve böy-  
lelikle  $mm^3$ 'deki lökosit sayılmış oldu.

Lenfosit,nötrofil,eozinofil,bazofil,monosit değerle-  
rini tespit etmek içinde kan yayma yöntemi ile hesapladık.

#### KAN YAYMASI

LAM METODU :

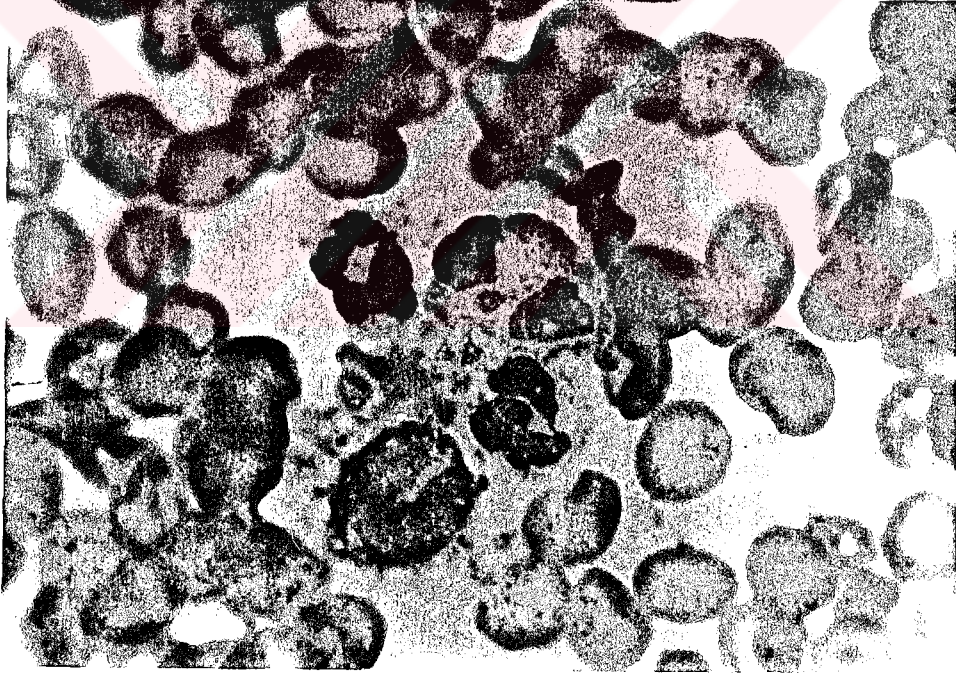
Burada biz alkolden geçirilmiş leke ve yağ bulunmayan  
temiz lam,lamel kullandık.Yapılan işlem şöyle idi:

Öncelikle her kan yayması için iki lam kullandık. La-  
mın sağ kenarına bir damla kan bıraktık.Sol el ile lamı tu-  
tup,sağ el ile lameli tuttuk ve lameli kan damlasının önüne  
getirerek geriye doğru hafifçe kan damlasına yaklaştırıp,la-  
mel kana dokunduğu anda lam ile lamel arasına yayılmasını  
sağladık.Bu sırada 30 derecelik açıyla lameli kan üzerine  
lama degecek şekilde lamın sonuna kadar ittik.Yayılan pre-  
paratları havada kurutup kenarına denegin adı,uygulanan doz  
ve süreyi yazdık.Sonra bu preparatları boyama işlemine geç-  
tik.Preparat önce 1 dakika may-grünwald çözeltisinde bekle-  
tildi.Burada boyayı lamın tamamen üstünü örtecek şekilde dö-

külmesine dikkat edildi.Tespit ettiğimiz preparatı çeşme suyunda yıkadıktan sonra giemsa boyasını preparat üzerine döküp,10 dakika beklettik.Daha sonra son olarak preparatı çeşme suyunda yıkayarak kurumaya bıraktık.

Yukarıda belirttiğim nötrofil,bazofil,lenfosit, monosit,eozinofil değerlerindeki preparata 1 damla sedir yağı damlatarak binoküler mikroskopta sayımını yaptık.

Aşağıda elde ettiğimiz preparatlardan birinin mikroskop altında çekilen fotoğrafı görülmektedir.



## HEMATOKRIT DEĞERLERİNİN SAPTANMASI

Hematokrit değerlerinin tayini içinde mikrohematokrit santrifüj, kılcal hematokrit tüpü ve hematokrit cetveli kullanıldık.

Önce kılcal hematokrit tüpün içine kanı aldık. Bunu hematokrit santrifüjünde 5 dakika santrifüj ettik. Daha sonra kılcal hematokrit tüplerini hematokrit cetvelini kullanarak değerleri saptadık.



## BULGULAR

Alınan 10 kan örneğinin lökosit ,eritrosit ,lenfosit, nötrofil,monosit,eozinofil,hematokrit değerleri ile, plazma proteinlerinin (Albümin,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) değerleri ve albümin /globulin oranı tespit edildi.Plazma proteinlerinin değerleri selüloz asetat elektreoforez yöntemi ile saptandı.

5,10,20 dakika orta doz (60 Watt çıkış gücü) ve 5,10, 20 dakika yüksek doz (180 Watt çıkış gücü) mikrodalga uygulayarak kandaki eritrosit,lökosit,lenfosit,nötrofil, eozinofil,monosit ve hematokrit değerlerinin tümü kontrol grubu ile karşılaştırıldı.

Deney sonuçlarını,Kontrol olarak alınan kan örneğiyle farklı sürelerde orta ve yüksek doz mikrodalga uygulanan kan örnekleri aynı kişiye ait olduğu için iki ortalamayı test eden eşleştirilmiş Student's t testi ( Bağımlı t testi) ile test edildi.

5,10 ve 20 dakika farklı süreler, orta ve yüksek dozlarda mikrodalga uygulaması sonucu kanlardan tespit edilen lökosit değerleri,kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermedi ( $P>0.05$  N.S).

Bunun yanısıra tespit edilen lökosit değerleri, orta ve yüksek dozda 5,10 ve 20 dakikalık mikrodalga uygulaması sonucu,aynı sürede (örneğin 5 dakika karşılaştırılması gibi) bu orta ve yüksek dozların birbiriyle karşılaştırılması so-

nucu istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

Lökositlerin 10 ve 20 dakikalık sürelerde iki farklı dozun birbiriyle karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

5,10 ve 20 dakika farklı süreler ve orta ve yüksek dozlarda mikrodalga uygulanması sonucu kanlardan tespit edilen eritrosit değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı 5 dakikalık süre ile hem orta doz ve hemde yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucu elde edilen eritrosit değerleri kontrol grubunun değerleri ile karşılaştırıldığı istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunamadı ( $P > 0.05$  N.S).

a)10 dk süre ile orta ve yüksek doz mikrodalga radyasyonunun,

b)20 dk süre ile orta doz mikrodalga uygulaması sonucu elde edilen eritrosit değerleri kontrol grubuyla karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$  S).

c) 20 dakikalık süre ile yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu elde edilen eritrosit değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.01$  S).

Bunun yanısıra tespit edilen eritrosit değerleri, orta ve yüksek dozda,5,10 ve 20 dakika süre ile mikrodalga uygulaması sonucu, aynı sürede (örneğin 5 dakika) orta ve yüksek dozların birbiriyle karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S). Bu 10 dakika

ve 20 dakikalık sürelerde de farklı dozlara birbirinden karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

Kan üzerine farklı sürelerde (5,10 ve 20 dakika),ve farklı dozlarda (orta ve yüksek doz) mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen monosit değerleri kontrol grubunun değerleriyle karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

Yine bu monosit değerleri aynı sürede (örneğin 5 dakika) orta ve yüksek dozların birbiriyle karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak bir anlamlılık görülmedi ( $P > 0.05$  N.S).

5,10,20 dakikalık sürelerle kan üzerine orta doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen lenfosit değerleri kontrol grubuyla karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).Yine 5 ve 20 dakikalık sürelerle kan üzerine yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen lenfosit değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S) . Fakat 10 dakika süre ile kana yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen lenfosit değerleri kontrol grubuyla karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$  S).

Bu lenfosit değerlerinin 5 ve 20 dakikalık sürelerde or-



ta ve yüksek doz karşılaştırılması sonucu ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).Ancak 10 dakika süre orta ve yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucunda tespit edilen lenfosit değerlerinin ;orta ve yüksek doz karşılaştırılması yapıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$  S).

5,10 ve 20 dakika sürelerle,kan üzerine orta doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen nötrofil değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).Ancak 10 dakika süre ile kan üzerine yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen nötrofil değerleri,kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$  S).

5 ve 20 dakikalık sürelerle kan üzerine yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen nötrofil değerleri,kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı görülmedi ( $P > 0.05$  N.S).

5,10 ve 20 dakika süre ile kan üzerine hem orta hemde yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucu tespit edilen nötrofil değerleri,orta ve yüksek dozların karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S)

Kan üzerine 5,10 dakika süre ile orta doz ve 10,20 dakika süre ile yüksek doz mikrodalga uygulanması sonucunda tespit edilen hematokrit değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı



bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

20 dakika süre ile kan üzerine orta doz mikrodalga uygulanması ve 5 dakika süre ile kan üzerine yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu elde edilen hematokrit değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$  S).

Bunun yanı sıra 5,10 ve 20 dakika süre ile kan üzerine hem orta hemde yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu tespit edilen hematokrit değerleri, orta ve yüksek dozların karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

5,10 ve 20 dakika süre ile kan üzerine orta ve yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu tespit edilen eozinofil değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı görülmedi ( $P > 0.05$  N.S).

Bunun yanısıra 5,10 ve 20 dakika süre ile kan üzerine orta ve yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu tespit edilen eozinofil değerleri, orta ve yüksek dozların karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$  N.S).

Kan üzerine 5,10,20 dakika orta doz ve 20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu ,elektroforez uygulamasıyla tespit edilen;

a) Albumin/Globulin,

- b) Albumin,
- c)  $\alpha_1$  ,
- d)  $\alpha_2$  ,
- e)  $\beta$

değerleri ,kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (P > 0.05 N.S).

Kan üzerine 5,20 dakika orta doz ve 20 dakika yüksek doz mikrodalga uygulaması sonucu ,elektroforez yöntemiyle tespit edilen  $\gamma$  değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (P > 0.05 N.S). Fakat kan üzerine 10 dakika süre ile orta doz mikrodalga uygulaması sonucu, elektroforez yöntemiyle tespit edilen  $\gamma$  değeri , kontrol grubu ile karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu (P < 0.05 S).

Eritrosit, lökosit , hematokrit, eozinofil ,monosit, lenfosit, nötrofil ve plazma 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
Kontrol	7400	4400	5800	5500	5800	5600	5000	8000	7100	5000
(3) 5 Dakika	5400	5000	6200	5500	5600	6000	3800	6800	6400	4400
(3) 10 Dakika	4800	4800	7800	4400	4200	5800	4000	7200	6100	4300
(3) 20 Dakika	5800	4200	5800	4000	4000	4800	5000	9800	6000	4100
(7) 5 Dakika	4200	5600	6400	5100	5000	6400	4900	8800	6900	4100
(7) 10 Dakika	4400	4200	6600	5500	6200	5800	4000	9200	5100	4000
(7) 20 Dakika	5880	4400	7800	4000	6000	4000	3800	8800	4900	4300

Tablo 9: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen lökosit değerleri.

$\bar{x}$
5960
5510
5340
5350
5740
5500
5380

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	450	957.28203	1.4865264	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	620	1247.9316	1.5710894	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	610	1068.176	1.8058722	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 5 Dakika	220	1269.1204	0.5481757	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 10 Dakika	460	1299.7436	1.1191806	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	580	1310.4707	1.3995896	$P > 0.05$ (NS)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	230	915.36271	0.7945745	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	160	1154.893	0.438105	$P > 0.05$ (NS)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	30	1171.9405	0.0809497	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 10: Lökosit değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

(3): Orta doz uygulaması, (7): Yüksek doz uygulaması

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	5850000	4150000	4450000	4150000	4490000	4370000	4470000	3810000	4100000	4010000
(3) 5 Dakika	3900000	4200000	3250000	3650000	4380000	4610000	4380000	3970000	4670000	3280000
(3) 10 Dakika	4100000	3200000	3350000	3250000	3670000	4450000	4270000	4010000	3830000	3830000
(3) 20 Dakika	3950000	3500000	3350000	2950000	3450000	4280000	4230000	3880000	3960000	3780000
(7) 5 Dakika	2850000	4150000	4100000	3900000	3930000	4050000	4070000	4100000	4410000	3760000
(7) 10 Dakika	4400000	3900000	4600000	3300000	3560000	3670000	3950000	3930000	4500000	3100000
(7) 20 Dakika	3200000	3800000	4000000	2900000	3320000	3630000	3870000	3610000	3980000	3470000

Tablo 1: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen eritrosit değerleri.

$\bar{x}$
4385000
4029000
3796000
3733000
3932000
3891000
3578000

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	356000	759117.91	1.4829987	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	589000	612588.77	3.0405088	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(3) 20 Dakika	652000	637369.59	3.2348657	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 5 Dakika	453000	939953.31	1.5240244	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 10 Dakika	494000	586651.51	2.6628503	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 20 Dakika	807000	746845.96	3.4169805	$P < 0.01$ (S)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	97000	550051.51	0.5576585	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	95000	646859.94	0.4644226	$P > 0.05$ (NS)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	155000	418416.33	1.1336595	$P > 0.05$ (NS)

Tablo12: Eritrosit değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	0.56	0.35	0.34	0.30	0.30	0.40	0.40	0.50	0.34	0.43
(3) 5 Dakika	0.84	0.30	0.40	0.54	0.48	0.30	0.48	0,14	0.26	0.30
(3) 10 Dakika	0.40	0.50	0.38	0.50	0.42	0.50	0.42	0.34	0.22	0.56
(3) 20 Dakika	0.68	0.38	0.50	0.50	0.50	0.34	0.40	0.28	0.28	0.52
(7) 5 Dakika	0.56	0.36	0.50	0.44	0.36	0.36	0.38	0.50	0.30	0.50
(7) 10 Dakika	0.44	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.62	0.24	0.74
(7) 20 Dakika	0.48	0.50	0.48	0.48	0.48	0.50	0.48	0.24	0.20	0.46

TABLO:İ3 Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen lenfosit değerleri.

$\bar{x}$
0.392
0.404
0.424
0.438
0.426
0.524
0.430

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	-- P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.012	0.1950384	0.1945635	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.032	0.1338157	0.7562115	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.046	0.134759	1.0794448	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 5 Dakika	0.034	0.0713675	1.5065313	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 10 Dakika	0.112	0.1118332	3.1669999	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.038	0.1503181	0.799416	$P > 0.05$ (NS)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	0.022	0.1814631	0.3833848	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	0.08	0.0918936	2.7529913	$P < 0.05$ (S)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	$8.10^3$	0.1046475	0.2417473	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 14 Lenfosit değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

(3):Orta doz uygulaması, (7):Yüksek doz uygulaması



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	0.02	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.01
(3) 5 Dakika	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
(3) 10 Dakika	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02
(3) 20 Dakika	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(7) 5 Dakika	0.02	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0
(7) 10 Dakika	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0
(7) 20 Dakika	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02

Tablo 15 Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen monosit değerleri.

$\bar{x}$	
$7 \cdot 10^3$	
0,01	
$4 \cdot 10^3$	
0	
$4 \cdot 10^3$	
$4 \cdot 10^3$	
$2 \cdot 10^3$	

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.003	0.0266874	0.3554788	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.003	0.0163639	0.5797415	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.007	0.0133749	1.6550341	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 5 Dakika	0.003	$6,74948 \cdot 10^3$	1.405567	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 10 Dakika	0.003	$6,74948 \cdot 10^3$	1.405567	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.005	0.0143372	1.1028228	$P > 0.05$ (NS)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	0.006	0.0267498	0.7092995	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	0	0.0163299	0	$P > 0.05$ (NS)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	0.002	$6,32455 \cdot 10^3$	1.000005	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 16 Monosit değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	0.30	0.65	0.62	0.70	0.70	0.60	0.60	0.42	0.66	0.46
(3) 5 Dakika	0.12	0.70	0.44	0.46	0.50	0.70	0.52	0.82	0.74	0.58
(3) 10 Dakika	0.56	0.50	0.60	0.50	0.42	0.50	0.58	0.50	0.76	0.36
(3) 20 Dakika	0.30	0.62	0.50	0.50	0.50	0.66	0.60	0.40	0.72	0.42
(7) 5 Dakika	0.38	0.64	0.50	0.66	0.52	0.60	0.58	0.46	0.70	0.48
(7) 10 Dakika	0.46	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.32	0.76	0.22
(7) 20 Dakika	0.52	0.50	0.50	0.52	0.52	0.50	0.52	0.60	0.80	0.46

Tablo 17 Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen nötrofil değerleri.

$\bar{x}$
0.571
0.558
0.538
0.522
0.552
0.476
0.544

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.013	0.2001138	0.2054312	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.043	0.1588885	0.8558082	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.049	0.0945691	1.6385001	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 5 Dakika	0.019	0.0783794	0.766571	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 10 Dakika	0.095	0.1290348	2.3281803	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.027	0.1531919	0.5573503	$P > 0.05$ (NS)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	0.006	0.1730895	0.1096176	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	0.052	0.0801109	2.0526343	$P > 0.05$ (NS)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	0.022	0.1241683	0.5602897	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 18:Nötrofil değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	0.12	0	0.04	0	0	0	0	0.04	0	0.10
(3) 5 Dakika	0.02	0	0.06	0	0.02	0	0	0.04	0	0.04
(3) 10 Dakika	0.04	0	0.02	0	0.08	0	0	0.16	0	0.06
(3) 20 Dakika	0.02	0	0	0	0	0	0	0.32	0	0.04
(7) 5 Dakika	0.04	0	0	0	0.02	0.04	0.04	0.04	0	0.02
(7) 10 Dakika	0.10	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0.04
(7) 20 Dakika	0	0	0.02	0	0	0	0	0.16	0	0.06

Tablo 19: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen eozinofil değerleri.

$\bar{x}$
0.03
0.018
0.036
0.038
0.02
0.016
0.024

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.012	0.0379473	1	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.006	0.0566078	0.3351786	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.008	0.1016307	0.2489234	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 5 Dakika	0.01	0.0343187	0.9214466	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 10 Dakika	0.014	0.0211869	2.0895897	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.006	0.0581568	0.3262518	$P > 0.05$ (NS)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	0.002	0.0289827	0.2182179	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	0.02	0.0541602	1.1677537	$P > 0.05$ (NS)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	0.014	0.0525357	0.8427033	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 20: Eozinofil değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3): Orta doz uygulaması, (7): Yüksek doz uygulaması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	0.48	0.35	0.41	0.42	0.43	0.42	0.42	0.37	0.39	0.39
(3) 5 Dakika	0.45	0.44	0.36	0.38	0.41	0.44	0.42	0.38	0.45	0.36
(3) 10 Dakika	0.45	0.39	0.32	0.36	0.34	0.43	0.41	0.39	0.37	0.37
(3) 20 Dakika	0.45	0.35	0.37	0.33	0.33	0.41	0.40	0.37	0.38	0.37
(7) 5 Dakika	0.39	0.32	0.34	0.35	0.38	0.40	0.39	0.39	0.42	0.36
(7) 10 Dakika	0.51	0.36	0.42	0.31	0.34	0.35	0.38	0.38	0.43	0.30
(7) 20 Dakika	0.31	0.35	0.41	0.34	0.32	0.34	0.37	0.35	0.38	0.33

Tablo 21: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan örneklerinden tespit edilen hematokrit değerleri.

$\bar{x}$
0.408
0.409
0.383
0.376
0.374
0.378
0.35

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.001	0.0453259	0.0697676	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.025	0.0440328	1.7954224	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.032	0.0355277	2.8482928	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 5 Dakika	0.034	0.038355	2.8032221	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 10 Dakika	0.03	0.0563717	1.6829077	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.058	0.0689283	1.9268707	$P > 0.05$ (NS)
DOZLAR				
(3) 5 Dakika-(7) 5 Dakika	0.035	0.0412175	2.2249331	$P > 0.05$ (NS)
(3) 10 Dakika-(7) 10 Dakika	0.005	0.060231	0.2625126	$P > 0.05$ (NS)
(3) 20 Dakika-(7) 20 Dakika	0.026	0.0499332	1.6465909	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 22:Hematokrit degerlerinin istatistiksel degerlendirmesi.

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	1.71	0.84	1.80	1.37	1.21	1.12	1.24	1.71	1.21	0.97
(3) 5 Dakika	1.28	1.29	2.21	1.19	1.62	1.32	1.22	1.11	1.33	1.33
(3) 10 Dakika	1.16	1.28	3	1.54	1.99	1.46	1.75	0.97	1.45	0.99
(3) 20 Dakika	1.5	1.16	2.71	1.16	1.31	1.44	1.09	1.56	1.12	0.97
(7) 20 Dakika	1.14	0.94	1.93	1.48	1.46	1.12	1.19	1.19	1.33	1.20

Tablo 23: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan plazmalarından selüloz asetat elektroforez yöntemi ile tespit edilen Albümin/Globülin değerleri.

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.08	0.3724632	0.6112926	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.24	0.5748323	1.3257937	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol (3) 20 Dakika	0.09	0.3517638	0.7551417	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.02	0.2910899	0.2172715	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 24: Albümin/Globülin değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3): Orta doz uygulaması, (7): Yüksek doz uygulaması.

$\bar{x}$
1.31
1.39
1.55
1.40
1.29

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	63.11	54.34	64.32	57.93	54.83	52.84	55.38	63.21	54.88	49.43
(3) 5 Dakika	56.27	56.52	68.85	54.49	61.90	57.06	55.07	52.72	57.14	57.14
(3) 10 Dakika	53.73	56.26	75	60.72	66.66	59.37	63.67	49.48	59.31	49.84
(3) 20 Dakika	60	53.78	73.11	53.90	56.75	59.07	52.17	60.95	53.01	49.37
(7) 20 Dakika	53.45	48.47	65.93	59.71	59.45	53.05	54.44	54.39	57.24	54.76

Tablo 25: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan plazmalarından selüloz asetat elektroforez yöntemi ile tespit edilen Albümin değerleri (% olarak).

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P	$\bar{x}$
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.69	5.9779827	0.3644723	$P > 0.05$ (NS)	57.02
Kontrol-(3) 10 Dakika	2.38	8.2773842	0.908105	$P > 0.05$ (NS)	57.71
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.19	4.2760787	0.136073	$P > 0.05$ (NS)	59.40
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.94	5.4137434	0.5479048	$P > 0.05$ (NS)	57.21
					56.08

Tablo 26: Albümin değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.  
(3): Orta doz uygulaması, (7): Yüksek doz uygulaması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	1.79	2.19	1.77	1.37	2.18	2.86	2.07	3.08	2.57	2.73
(3) 5 Dakika	1.81	2.19	1.64	2.73	2.40	2.19	2.19	2.27	3.57	3.68
(3) 10 Dakika	1.90	2.02	8.33	2.46	5	3.14	2.26	3.32	2.08	3.29
(3) 20 Dakika	1.68	2.33	9.67	2.08	2.72	3.49	2.60	2.23	1.83	3.37
(7) 20 Dakika	2.42	2.71	1.12	2.51	9.45	1.59	3.43	2.28	2.17	2.73

Tablo 27:Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış veuygulanmamış kan plazmalarından selüloz asetat elektroforez yöntemiyle tespit edilen %  $\alpha_1$ değerleri

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.2	0.7081148	0.9199488	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	1.12	2.1192056	1.6697714	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.94	2.5116991	1.1822193	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.78	2.4363178	1.0124199	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 28:  $\alpha_1$  değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması.

$\bar{x}$
2.26
2.46
3.38
3.2
3.04

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	11.11	9.78	8.77	11.06	11.82	10.79	10.25	6.51	12.79	14.25
(3) 5 Dakika	11.82	10.86	11.47	10.89	10.11	11.41	7.97	11.8	14.88	7.30
(3) 10 Dakika	12.61	10.72	5.07	8.90	6.13	10.62	7.62	13.19	11.03	11.90
(3) 20 Dakika	11.11	9.61	5.44	10.44	10.81	7.72	12.60	9.84	16.86	16.36
(7) 20 Dakika	14.62	12.01	9.89	9.71	6.76	10.61	10.91	12.76	13.04	10.09

Tablo 29: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan plazmalarından selüloz asetat elektroferez yöntemiyle tespit edilen %  $\alpha_2$  değerleri.

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	0.14	3.2991676	0.132274	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.94	3.4210141	0.8633602	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.36	2.5437514	0.4549948	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.32	3.3457097	0.3005653	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 30:  $\alpha_2$  değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	10.22	11.41	9.94	9.3	18.27	11.36	9.23	9.96	8.83	12.5
(3) 5 Dakika	17.92	8.15	9.83	17.45	13.09	11.41	10.86	10.49	12.6	12.95
(3) 10 Dakika	12.61	8.11	6.88	14.97	9.44	11.25	7.17	12.37	8.96	11.17
(3) 20 Dakika	10.55	8.31	6.30	18.48	11.35	12.35	10.86	9.52	9.63	16.62
(7) 20 Dakika	12.23	11.62	10.98	8.65	10.84	11.68	9.16	9.40	8.23	11.33

Tablo 3E: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan plazmalarından selüloz asetat elektroforez yöntemiyle tespit edilen %  $\beta$  değerleri

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	1.37	4.2385665	1.0243575	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	0.81	3.9635603	0.6454506	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	0.29	4.4184217	0.2111323	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.69	2.5425709	0.8581753	$P > 0.05$ (NS)

Tablo 3E:  $\beta$  değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3):Orta doz uygulaması,(7):Yüksek doz uygulaması.

$\bar{x}$
11.10
12.47
10.29
11.39
10.41

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	13.77	22.28	15.20	20.34	12.90	22.15	23.07	17.24	20.93	21.09
(3) 5 Dakika	12.18	22.28	8.21	14.44	12.5	17.93	23.91	22.72	11.81	18.93
(3) 10 Dakika	19.15	22.88	4.72	12.95	12.77	15.62	19.28	21.64	18.62	23.80
(3) 20 Dakika	16.66	25.97	5.48	15.10	18.37	17.37	21.77	17.46	18.67	14.28
(7) 20 Dakika	17.28	25.19	12.08	19.42	13.5	23.07	22.06	21.26	19.32	21.18

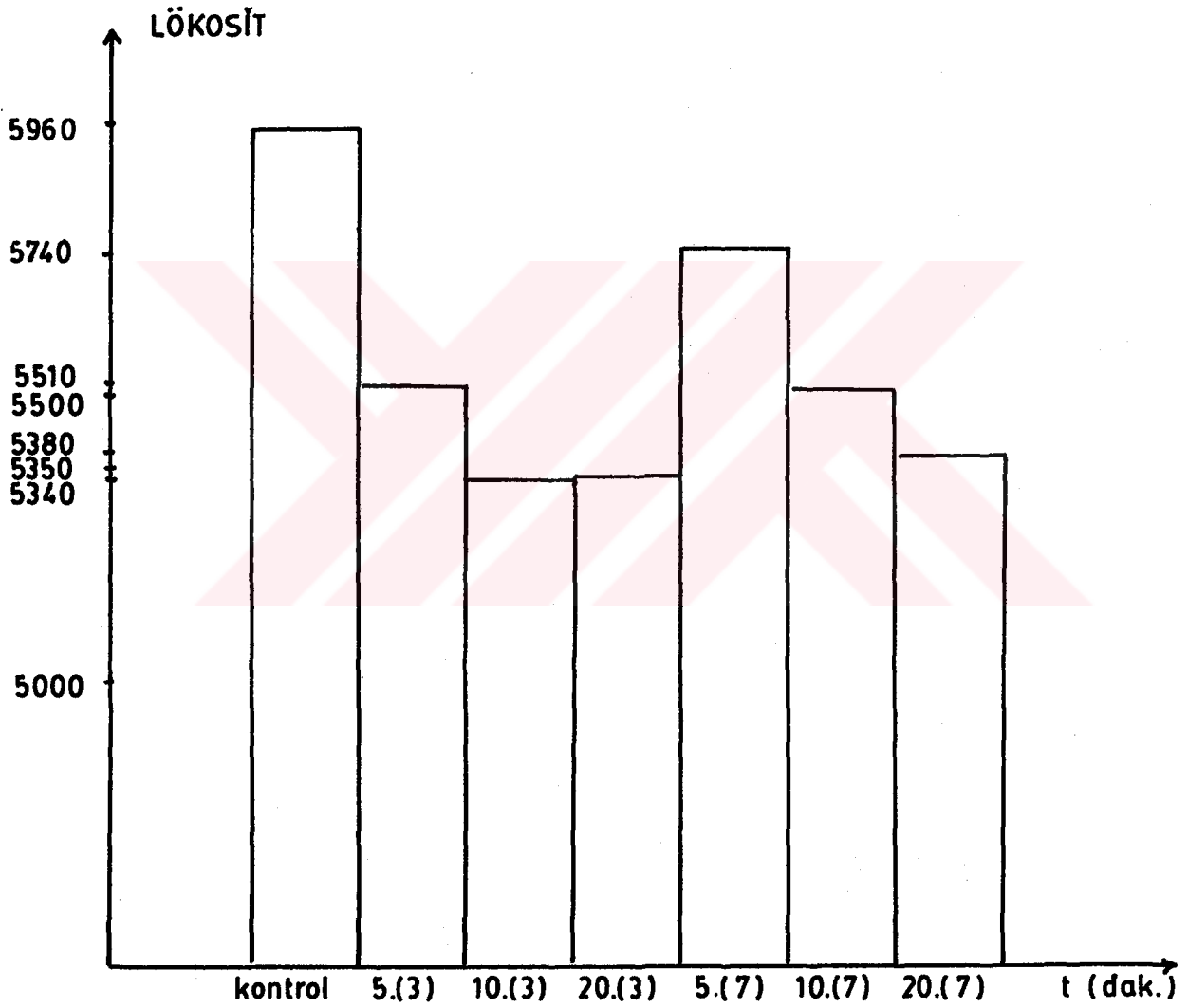
Tablo 33: Farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga uygulanmış ve uygulanmamış kan plazmalarından selüloz asetat elektroforez yöntemiyle tespit edilen %  $\chi$  değerleri.

SÜRELER	$ \bar{x}_i - \bar{x}_j $	$S_D \bar{x}_i - \bar{x}_j$	$ t $	P
Kontrol-(3) 5 Dakika	2.4	4.2798525	1.7777342	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 10 Dakika	1.75	5.2924581	0.9547188	$P > 0.05$ (NS)
Kontrol-(3) 20 Dakika	1.78	4.922387	2.7769666	$P < 0.05$ (S)
Kontrol-(7) 20 Dakika	0.54	2.3580145	0.7121116	$P > 0.05$ (NS)

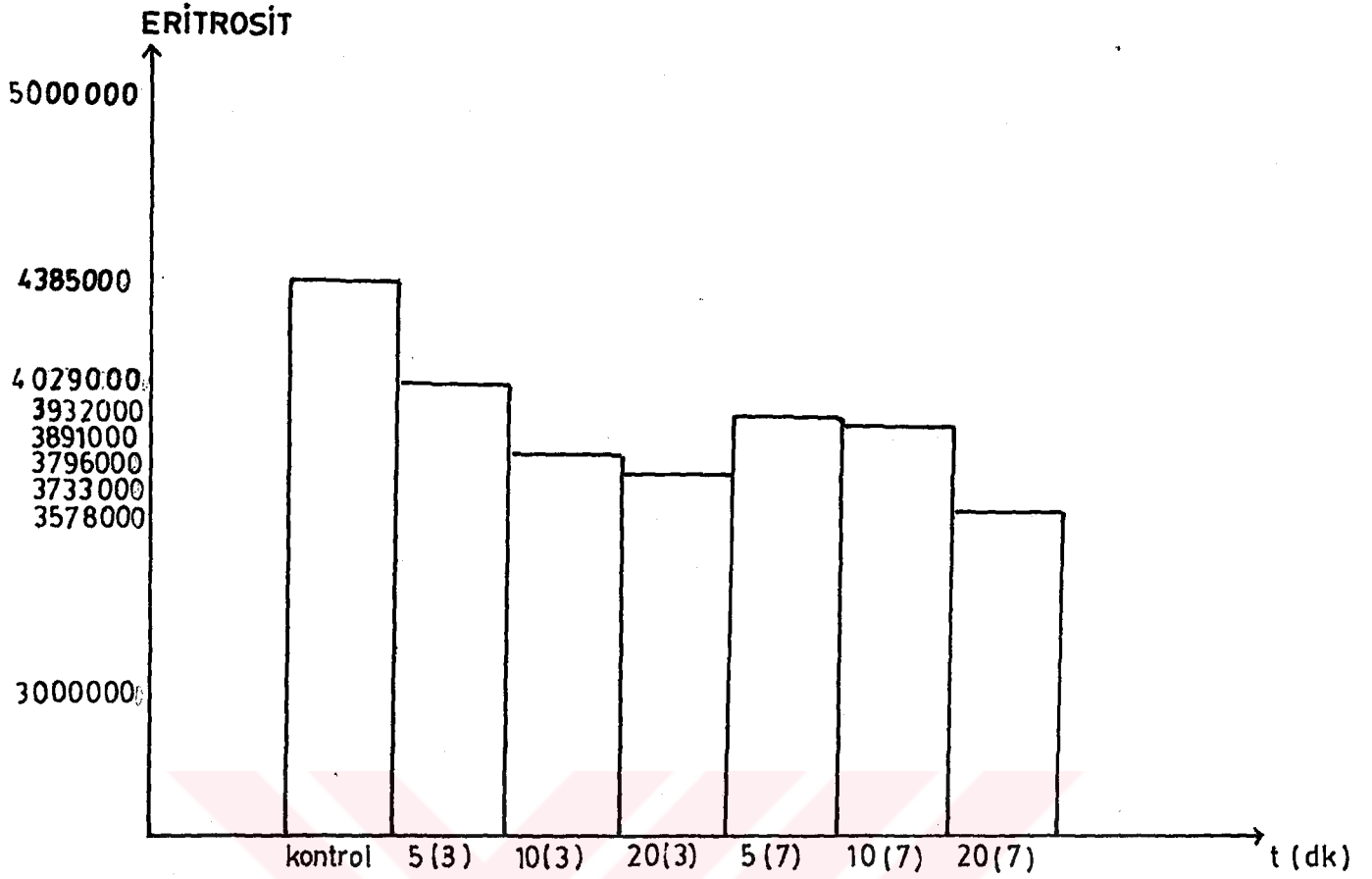
Tablo 34:  $\chi$  değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi.

(3): Orta doz uygulaması, (7): Yüksek doz uygulaması

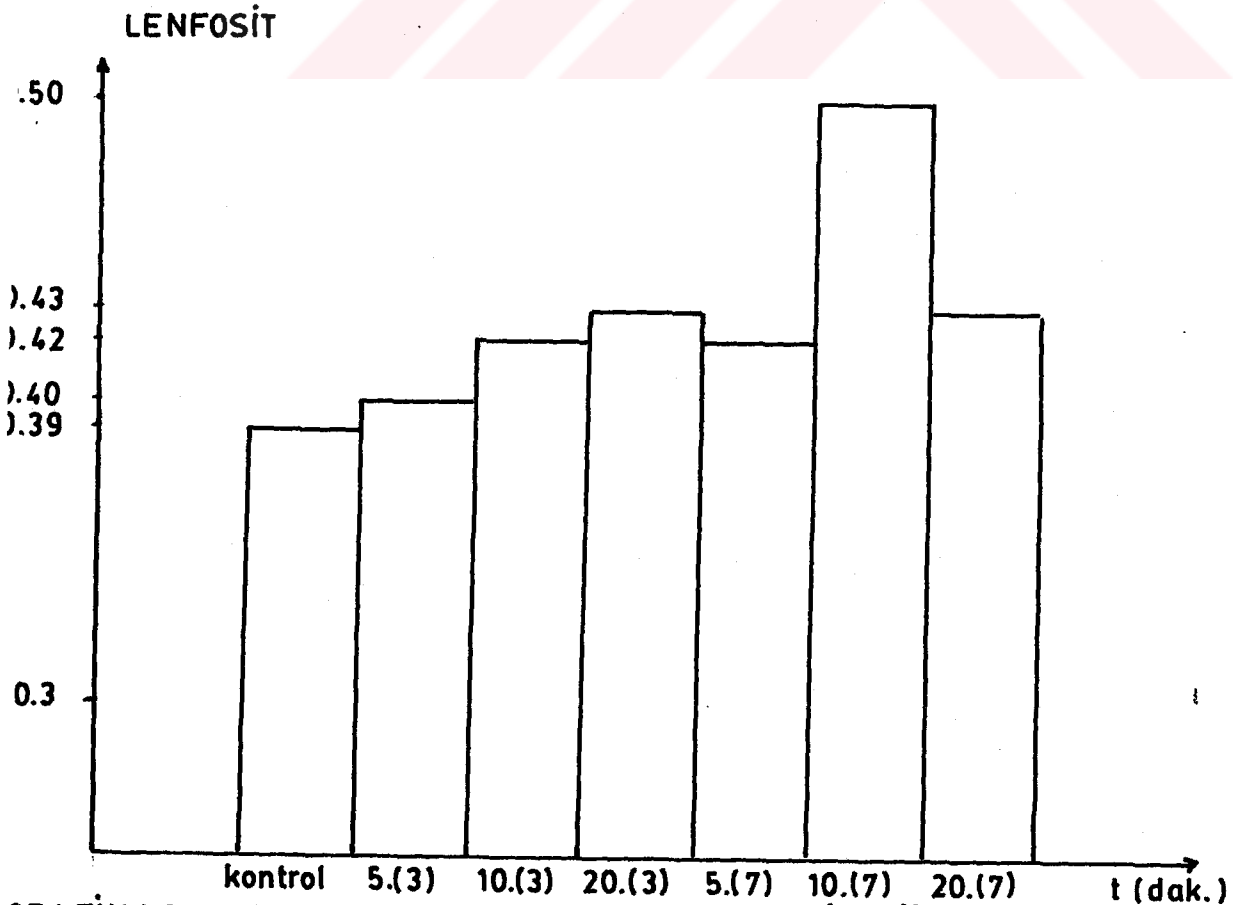
$\bar{x}$
18.89
16.49
17.14
17.11
19.43



GRAFİK :1 KONTROL VE DENEY GRUBU LÖKOSİT DÜZEYLERİ

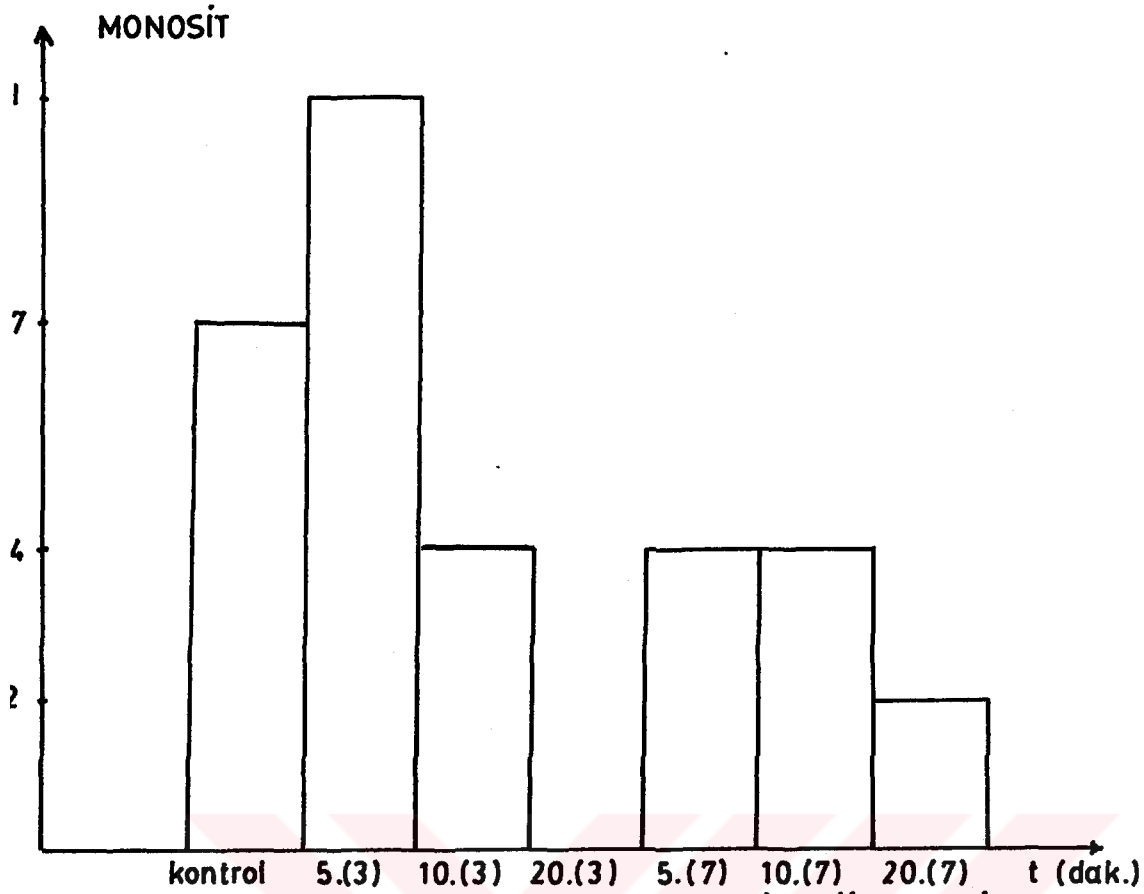


GRAFİK : 2 KONTROL VE DENEY GRUBU ERİTROSİT DÜZEYLERİ

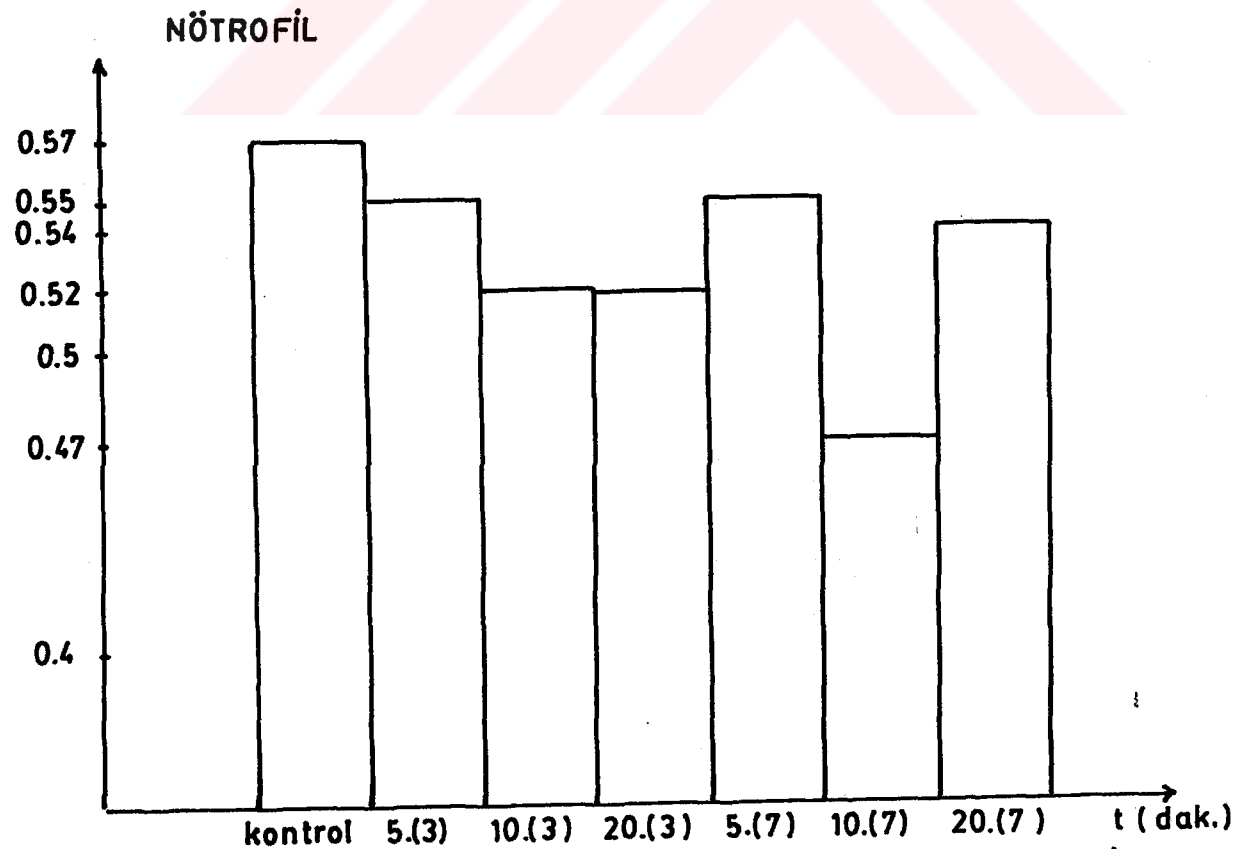


GRAFİK : 3 KONTROL VE DENEY GRUBU LENFOSİT DÜZEYLERİ

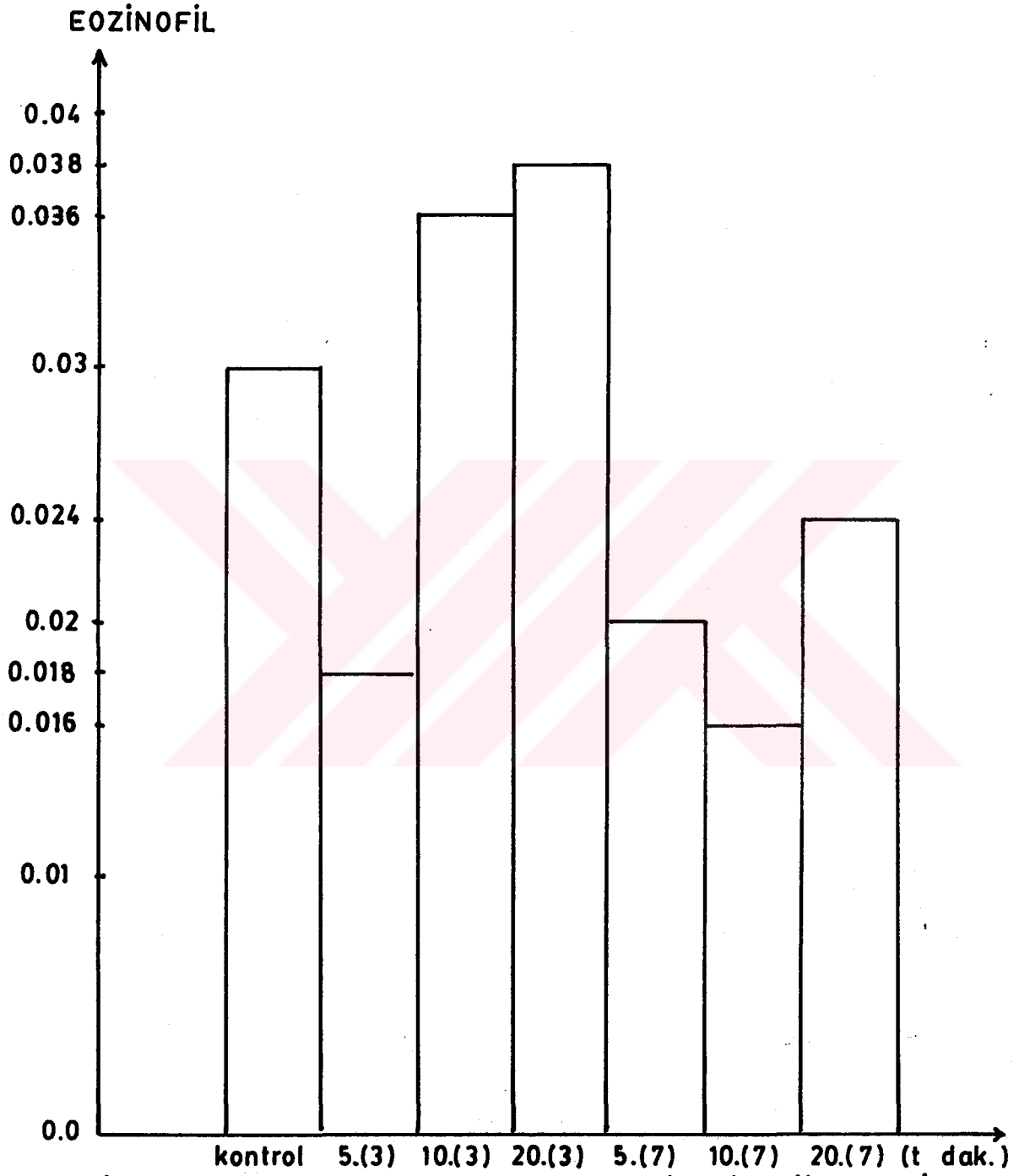




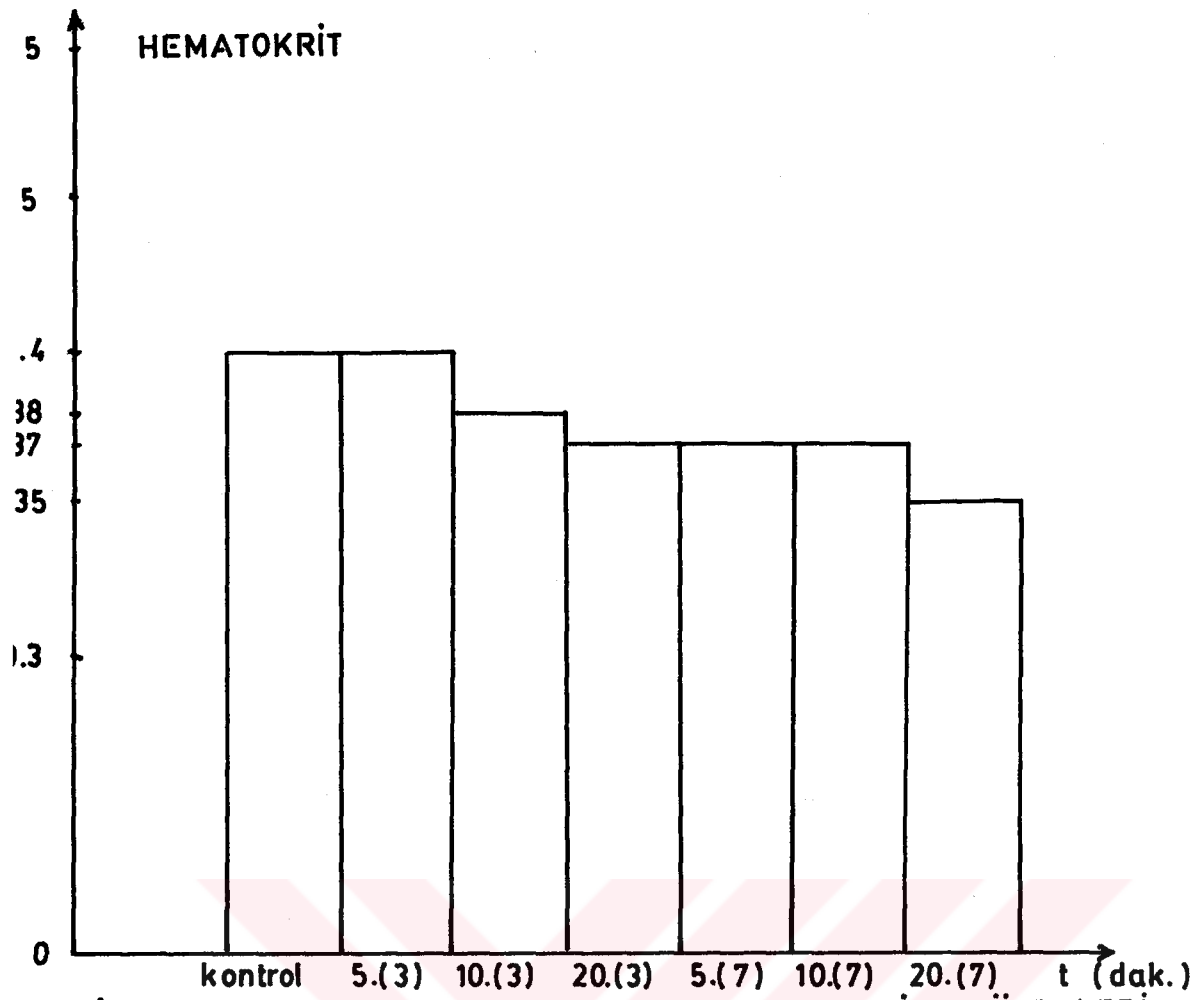
**GRAFİK : 4 KONTROL VE DENEY GRUBU MONOSİT DÜZEYLERİ**



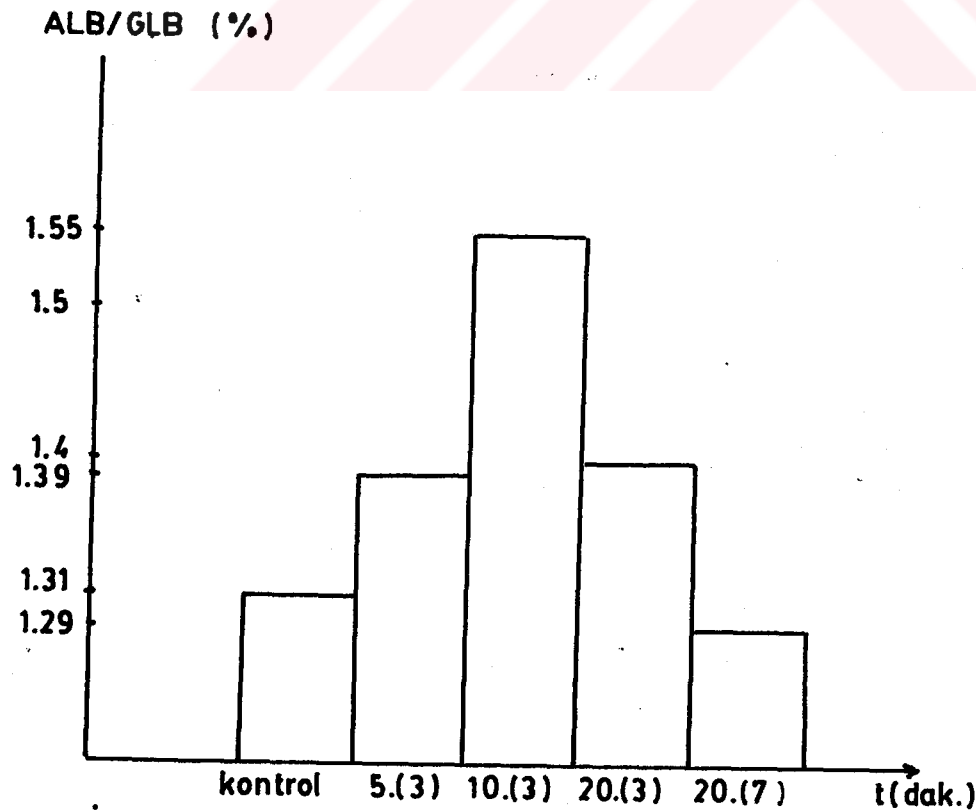
**GRAFİK : 5 KONTROL VE DENEY GRUBU NÖTROPİL DÜZEYLERİ**



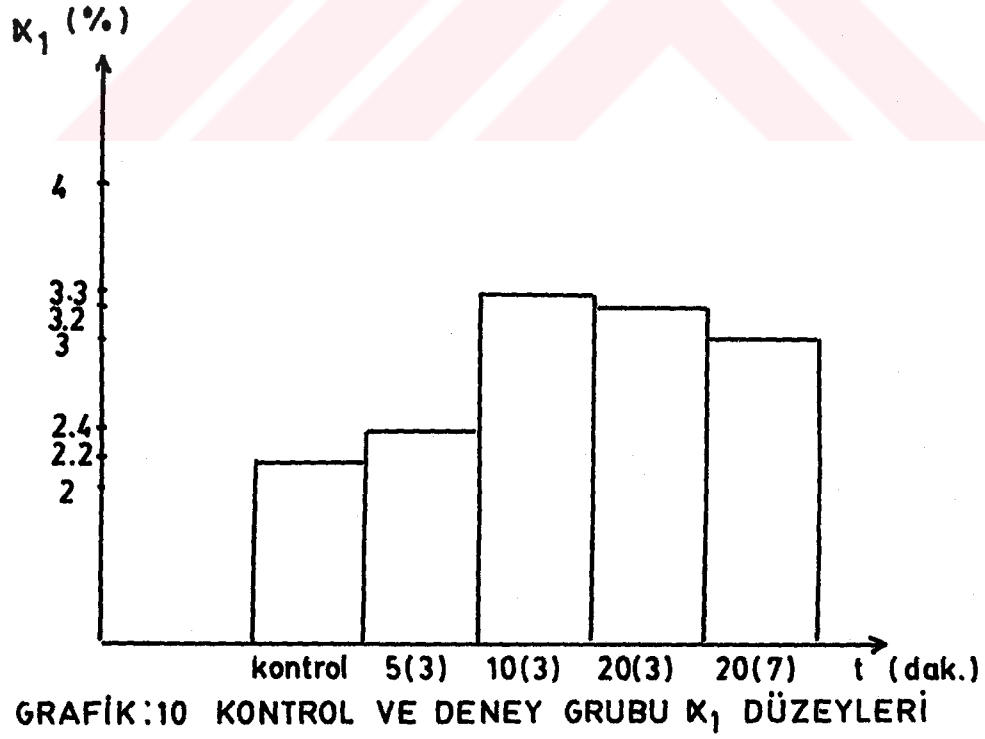
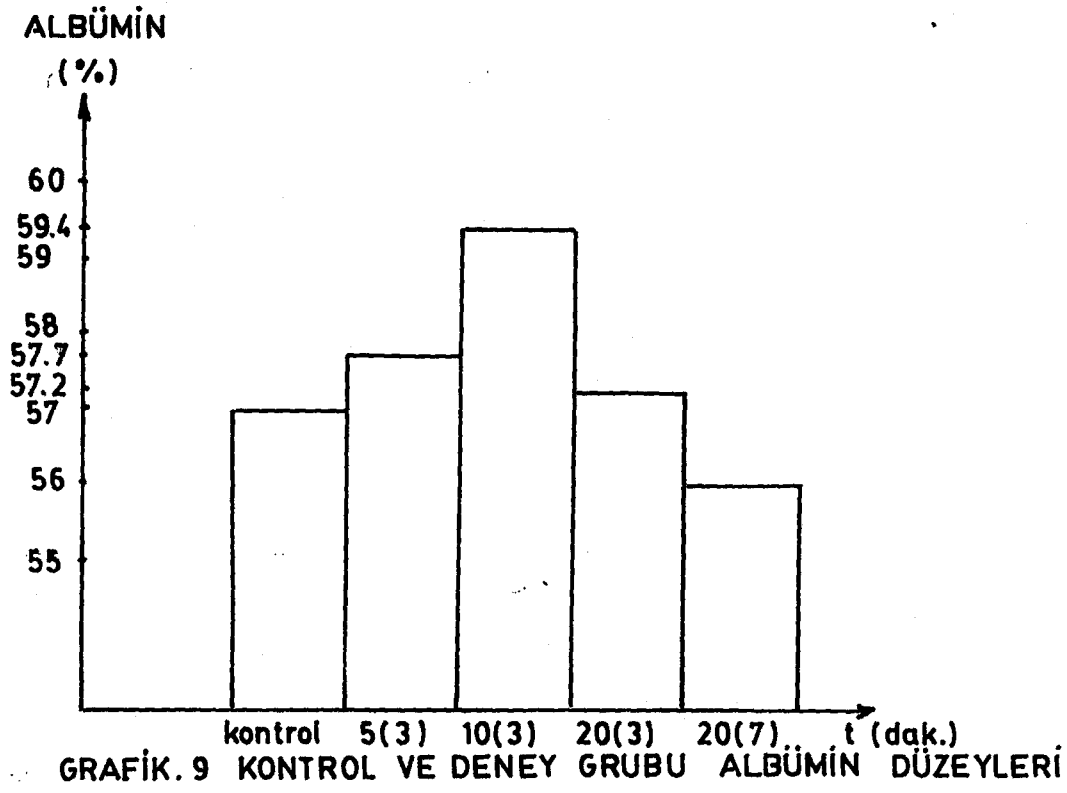
GRAFİK : 6 KONTROL VE DENEY GRUBU EOZİNOFİL DÜZEYLERİ

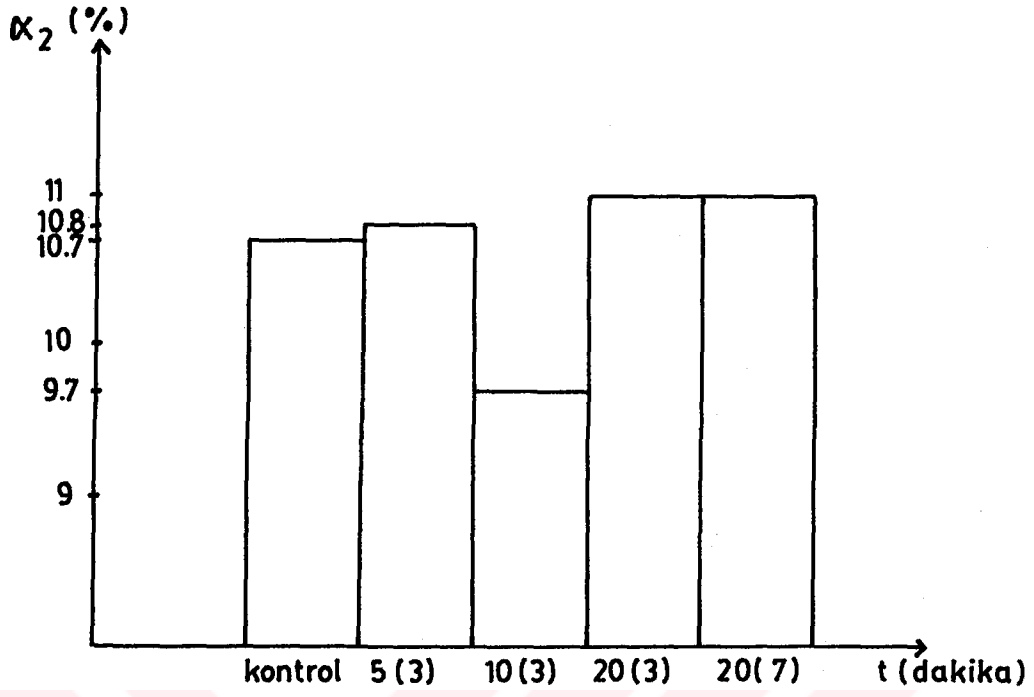


**GRAFİK : 7 KONTROL VE DENEY GRUBU HEMATOKRİT DÜZEYLERİ**

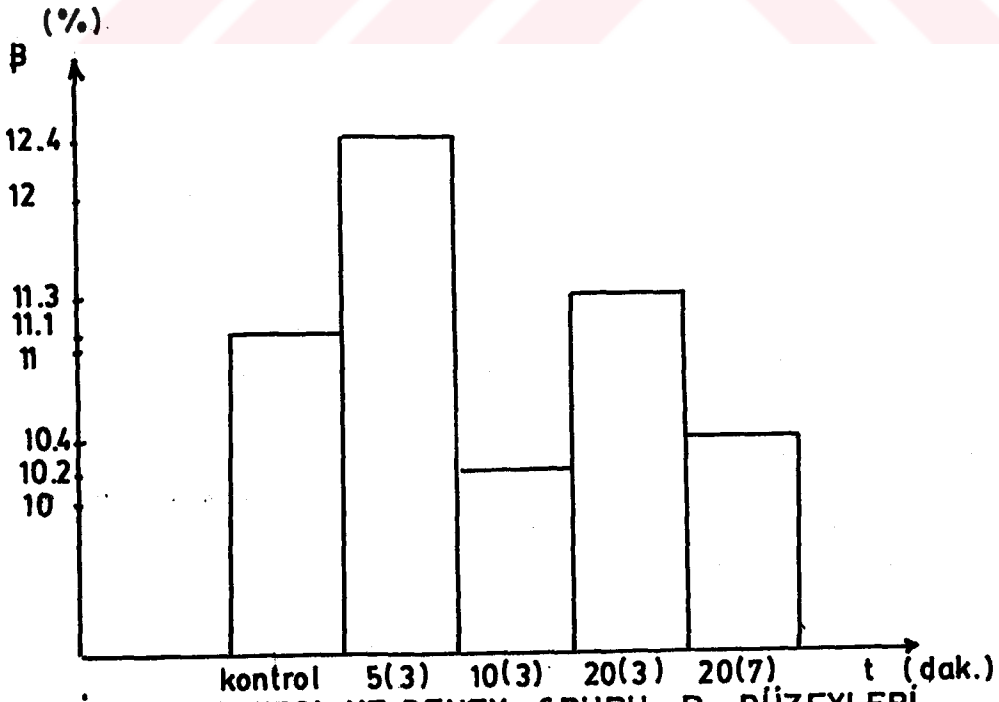


**GRAFİK : 8 KONTROL VE DENEY GRUBU ALB/GLB. DÜZEYLERİ**

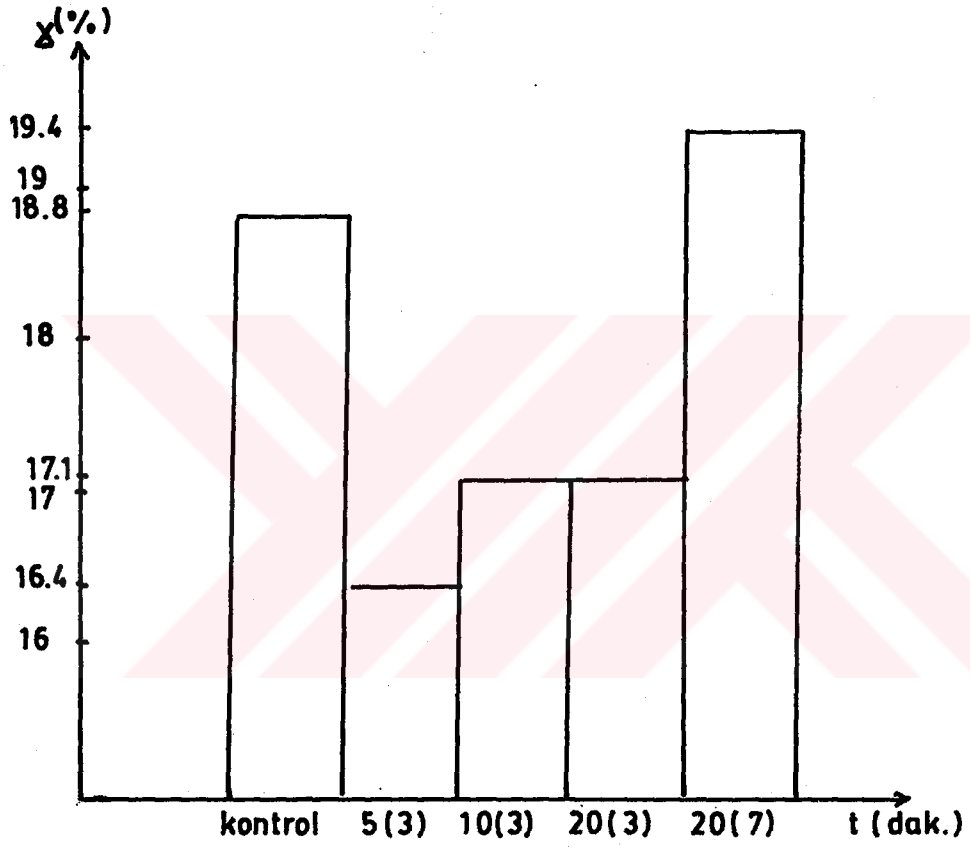




GRAFİK:11 KONTROL VE DENEY GRUBU  $\alpha_2$  DÜZEYLERİ



GRAFİK:12 KONTROL VE DENEY GRUBU  $\beta$  DÜZEYLERİ



GRAFİK :13 KONTROL VE DENEY GRUBU  $\chi$  DÜZEYLERİ

## TARTIŞMA

Mikrodalgaların biyolojik sistemler üzerindeki konusunda yapılan araştırmalar, bu dalgaların yaşayan organizmaları etkilediği kesin olarak tespit edilmiş olmasına rağmen , ne bu etkilerin doğası, ne de mikrodalgalarla biyolojik sistemler arasındaki etkileşimlerin temel mekanizması henüz tam olarak ağıklığa kavuşturulamamıştır. Mikrodalgaların etkileri genellikle ya bir sistem üzerinde termal stress oluşturmalarıyla veya frekans özelliğiyle etki etmeleri şeklinde iki kategoride incelenmektedir.

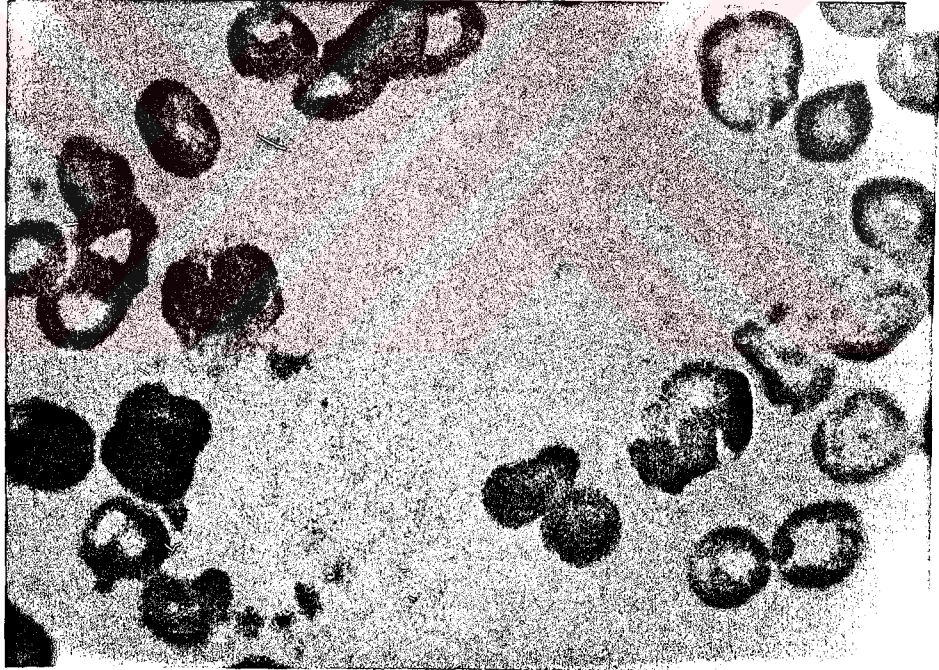
Dokular mikrodalgalara maruz bırakıldığı zaman radyofrekans enerji aktararak salınır ve birbirine yakın moleküllerin çarpışmasını artırmak suretiyle ortamın sıcaklığının artmasına neden olurlar. Bu yolla doku ısınması vücutta fizyolojik değişim mekanizmaları meydana getirir(62).

Mikrodalga radyasyonunun eritrosit membranlarında farklı yapılarının dizeyleri üzerine etkisi incelenmiş ve floresans probları 1,8 ANS ve 2,6 TNS kullanılarak membranın lipit-su arasına lokalize olduğu gözlenmiştir (63).

Farenin hemopoetik sistem üzerine 24,000 MHz'lik mikrodalga radyasyonundan dolayı eritrositlerin ve hemoglobinin yükseldiği, total lökositin düştüğu gözlenmiştir (64).

Bizde bu araştırma ile ,günlük yaşantımızın her kesiminde karşılaştığımız mikrodalga enerjisinin invitro olarak kan üzerindeki etkilerini saptamayı amaçladık.

Kan hücreleri ve plazma proteinlerinin değerlerini tek tek inceleyerek sonuçta plazma proteinlerinde  $\gamma$  globulin hariç herhangi bir değişikliğin söz konusu olmadığını ,bu mikrodalga radyasyonun kan hücre değerlerinin değişimine neden olduğunu ve eritrositlerin bu radyasyondan dolayı şekillerinde de değişmeler olduğunu tespit ettik. Bu değişme eritrositlerin büzülmesi şeklinde ortaya çıktı.



Eritrosit değerlerinin kontrol ve deney grupları incelendiğinde ; deney grubunun kontrol grubuna göre düştüğünü tespit ettik (Tablo:11).Eritrositlerdeki bu



değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlılığını tespit ettik (özellikle 10 ve 20 dakika uzun süre uygulamalarında).

Mikrodalga radyasyonunun eritrositler üzerindeki etkileri Czerski tarafından incelenmiştir. Czerski ,2,95 GHz frekanslı ,3 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu mikrodalgalarla ;günde 2 saat olmak üzere 37 gün pulslu ve sürekli mikrodalga radyasyonunu tavşana uyguladığında eritrosit üretiminde artış gözlemiştir (11).Yaptığımız invitro uygulamada ise eritrosit sayısında azalmalar gözlemlendi.Bu durum mikrodalgaların gerçektende kanın şekilli elementleri üzerinde etkili olduğunu gösterdi.

Bulgularımızda,eritrosit değerinin mikrodalga radyasyonundan dolayı düşmesi ve Czerski'ye göre de eritrosit değerinin artması yöntem farklılığını (uygulamalarımızı invitro olarak yapma) neden olduğu kanısındayız.

Netice olarak her iki yöntemde de mikrodalga radyasyonu eritrositlerde değişikliklere neden olduğu sonucu ortaya çıktı.

Lökosit değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız çıkmasına rağmen ,uygulama değerlerinin kontrol grubunu ortalama değerine göre bir düşüş olmaktadır (Tablo:9).

Bu sonuçlarımızda Kitsovskaya ve Michaelson adlı bilim adamlarının 1,28 GHz-2,8 GHz radyasyon frekansına sahip ve 10, 100 ve 165 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu ,farklı sürelerde köpekte ve farede mikrodalga radyasyonu uyguladığında lökositte azalma

kaydettiklerine dair literatür ile uygunluk sağlamaktadır (11).

Fakat bunun yanısıra lökositlerin ortalama değerleri değilde herhangi bir denekten elde edilen sonuçlardan birinin (örneğin, 3'cü denegin kontrol grubu 5800 iken bu değer 5 dakika orta doz uygulamasında 6200'e, 10 dakika orta doz uygulamasında 7800'e, 5 dakika yüksek doz uygulamasında 6400'e, 10 dakika yüksek doz uygulamasında 6600'e ve 20 dakika yüksek doz uygulamasında 7800'e kadar lökosit) değerleri yükselmiştir (Tablo:9). Bu sonuçlarımız da ,Baranski'nin 3 GHz frekanslı ,3,5 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu mikrodalgalarla günde 4 saat olmak üzere toplam 3 ay ışınlama yaptığında lökositte artış kaydettiği, Ratkovska ve Vacek adlı bilim adamları, fareye 2,45 GHz frekanslı, 100 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu ,ışınlama süresi 5 dakika olmak üzere mikrodalga radyasyonu uyguladığında lökositte artış tespit ettiklerine dair sonuçlarla uygunluk sağlamaktadır (11).

Eozinofil değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız çıktığı ve fazla bir değişikliğin olmadığını tespit ettik.

Nötrofil değerlerinin sadece 10 dakika süre ile yüksek doz mikrodalga uygulama sonucu ile kontrol grubu karşılaştırıldığında ,istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunun ortalama değerleri ile deney grubunun ortalama değerlerine bakıldığında genelde bir azalma söz konusudur. Ancak nötrofillerin ortalama değerleri değilde

herhangi bir denekten elde edilen sonuçlardan birinin (Örneğin ,9'cu denegin kontrol grubu 0,66 iken bu değer 5 dakika orta doz uygulamasında 0,74'e,10 dakika orta doz uygulamasında 0,76'ya ,20 dakika orta doz uygulamasında 0,72'ye ,5 dakika yüksek doz uygulamasında 0,70'e ,10 dakika yüksek doz uygulamasında 0,76'ya ,20 dakika yüksek doz uygulamasında 0,80'e kadar nötrofil) değerinin arttığını tespit ettik (Tablo:17).Bu sonuç Deichmann adlı bilim adamının 24 GHz frekansa sahip mikrodalga radyasyonu ile 20 mW/cm<sup>2</sup>'lik farklı şiddetlerle ve değişik sürelerde farelere ışınlama yaptığında tespit ettiği nötrofilde artış değerleri ile uygunluk sağlamaktadır (11).

Kontrol grubu ile 10 dakika yüksek doz uyuglamasına tabi tuttuğumuz ,deney grubunun lenfosit değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu.Ortalama değerlerine baktığımızda da kontrol grubuna nazaran bir artış saptandı.Bu sonuçlarımız Deichmann adlı bilim adamının 24 GHz frekanslı, 20 mW/cm<sup>2</sup>'lik farklı şiddetlerle ve farklı sürelerde farelere mikrodalga radyasyonu uygulaması sonucu tespit ettiği lenfosit değerleri artışı ile uygunluk sağlamaktadır (11).

Yine Czerski ,2,95 GHz frekanslı ,0,5 ve 5 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu mikrodalgalarla 6 ay,haftada 6 gün ve günde 2 saat tavşana ve farelere mikrodalga radyasyonu uygulamıştır.Lenf nodüllerindeki lenfoblastlarda artış gözlemiştir (11).

Monosit değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız çıktığını belirledik.

Hematokrit değerlerinin düşük dozda 20 dakika süre ile yüksek dozda 5 dakika süreli uygulamalarının ;kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit ettik.Ayrıca ortalama değerlere baktığımızda hematokrit değerinin kontrol grubu değerine göre düştüğünü gözledik.

Kan üzerine yüksek doz ve uzun süre mikrodalga uygulandığında elde edilen albumin/globulin oranı istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermemesine rağmen, ortalama değerlere baktığımızda uzun süre ve yüksek doz mikrodalga uygulamasında elde edilen değerin kontrol değerinden daha düşük çıktığını gözledik.Fakat denekler tek tek incelendiğinde albumin/globulin oranının bazı yerlerde arttığı gözlenmiştir.Şöyle ki; 3'cü denegin kontrol değeri 1,80 olmasına karşın ,5 dakika orta doz uygulamasında 2,21'e, 10 dakika orta doz uygulamasında 3'e ,20 dakika orta doz uygulamasında 2,71'e ,5 dakika yüksek doz uygulamasında 1,93'e çıktığını saptadık (Tablo:23).

Albumin,Globulin ( $\alpha_1$  ,  $\alpha_2$  ,  $\beta$  ) değerlerinin istatistiksel olarak anlamsız çıktığı,  $\gamma$  globulin değerleri ise ,düşük dozda 20 dakika süre uygulamasının sonuçlarını kontrol değerleri ile karşılaştırdığımızda istatistiksel olarak anlamlı çıktığını tespit ettik.

Albumin değerleri istatistiksel olarak anlamsız bulundu.Fakat ortalama değerlerine bakıldığında kontrol grubuna göre bir artış gözlendi (Tablo:25).

Wangeman ve Cleary, 2,45 GHz frekanslı, 1,5, 10 ve 25 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluklu mikrodalgalarla tavşan üzerine 2 saat uygulama yaptıklarında, serum glikozunda artış, BUN'da, ürik asitte artış gözlenmiş ve değerler ışınlamadan 7 gün sonra normale dönmüştür (11).



## SONUÇ

Yaptığımız çalışmada farklı sürelerde ve farklı dozlarda mikrodalga ile kan hücrelerine ve ayrıca plazma proteinleri üzerine etkisini incelemeyi amaçladık.

Sonuçta, mikrodalga enerjisinin kan hücreleri ve plazma proteinleri üzerinde etkili olduğunu ve hatta özellikle kan hücrelerinde etkili olduğunu gözledik.

Mikrodalgalarla yapılan çalışmalar sonucu özellikle hemopoetik değişikliklerin sonuçlarına baktığımızda, mikrodalgaların canlı sistem üzerinde etkili olduğu literatürlerde bildirilmiştir. Araştırmamızda da mikrodalga uygulamalarının kanda birtakım değişmelere neden olduğunu gerek tablomuz gerekse özellikle eritrositlerin şekillerinin değiştiğini (büzüştüğünü) sayım yaparken mikoskopta gözledik.

Bulgularımıza göre; lökosit değerinin ortalama değerlerine bakıldığında düştüğü fakat denekler tek tek incelendiğinde artış olduğu görülüyor. Eritrosit ve hematokrit değerlerinde düşüş söz konusudur. Albumin/Globulin değeri ile nötrofil değerlerin ortalama değerlerine bakıldığında düşme, fakat denekler tek tek incelendiğinde artış görülmüştür. Lenfositler ise hem ortalama değerlere göre, hemde tek tek incelendiğinde lenfositlerde artış görülmüştür.

İncelediğimiz literatürlerden, kimi çalışmalarda

örneğin lökosit değeri düştüğü gözlenirken, benzer olarak çalışılan diğer bir araştırmada da bu değerin yükselebildiğini gördük.

Kan üzerine invitro olarak yaptığımız mikrodalga uygulaması sonucunda, çeşitli değişmelerin meydana geldiğini gözledik.

Bunun için mikrodalgalarla uygulama yapıyor iken, sürenin, mesafenin ve doz gibi parametrelerin önemli olduğunu belirtmek isterim. Bu 3 parametrenin sonuçları etkilediğini tespit ettik.

## ÖZET

Almış olduğumuz kan örneklerine 5,10 ve 20 dakika sürelerle orta doz (60 Watt'lık çıkış gücü) ve yüksek doz (180 Watt çıkış gücü) mikrodalga radyasyonu ile lökosit, eritrosit, lenfosit, nötrofil, eozinofil, hematokrit, monosit düzeylerini tespit ettik. Ayrıca 5,10 ve 20 dakika sürelerle orta doz (60 Watt çıkış gücü) ve 20 dakika süreyle yüksek doz (180 Watt çıkış gücü) mikrodalga radyasyonu ile plazma proteinleri değerlerini selüloz asetat elektroforez yöntemi ile tespit ettik .

Elde edilen tüm sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Sonuçlara Student's t testi (Bağımlı t testi) uygulandı. Ayrıca lökosit, eritrosit, lenfosit, nötrofil, eozinofil, hematokrit, monosit değerlerindeki farklı doz sonuçlarına göre karşılaştırdık.

Sonuçlarımıza göre; eozinofil ve monosit değerleri ile albumin, globulin ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ) değerleri istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. ( $P > 0.05$  N.S).

Fakat bunun yanısıra albumin/globulin oranı istatistiksel olarak anlamsız çıkmasına rağmen, ortalama değerlere baktığımızda mikrodalga uygulaması sonucu elde edilen değerler, kontrole göre düşmüştür. Denekler tek tek incelendiğinde kontrole göre artış söz konusudur.



Eritrosit değerleri 10 dakika ve 20 dakika hem orta doz hemde yüksek dozda sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05 S$ ).Eritrosit değerlerinde azalma söz konusudur.

Hematokrit değerleri 20 dakika orta doz ve 5 dakika yüksek doz uygulaması kontrol değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05 S$ ).

Nötrofil değerleri 10 dakika yüksek doz uygulaması sonucu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05 S$ ).

Lenfosit değerleri 10 dakika yüksek doz uygulaması sonucu kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05 S$ ). Ayrıca 10 dakika sürelerde orta ve yüksek doz karşılaştırılması sonucuda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05 S$ ).

Lökosit değerleri istatistiksel olarak anlamsız bulunmasına rağmen,ortalama değerlere baktığımızda kontrol grubu değerlerine göre mikrodalga uygulama sonucundaki değerler daha düşüktür.Denekler tek tek incelendiğinde lökositin artmış olduğu görülmüştür.

γ Globulin değerleri ise; düşük dozda 20 dakika süre ile uygulamasında kontrol grubu değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05 S$ ).

#### LITERATÜRLER

- 1 - Lin J.C.:Health aspects of radio and microwave radiation. Pathol. Toxicol, Jul, Aug 2(6):1413-32,1979.
- 2 - Deichmann, W.B, Stephens, F.H., Keplinger, J.M. : Acute effects of microwave radiation on experimental animals (24000 Mc). J.Occup.Med. I,369-381,1959.
- 3 - Oldendorf,W.H. :Focal neurological lesions produced by microwave radiation.Proc. Soc. Exp. Biology and Med.,72: 432,Nov.,1949.
- 4 - Quan,C.Kuo:Hazards of microwave radiations. ( A .Review) Industrial Med. and Surg.,July,1960.
- 5 - Richardson, A.W., Duane, T.D., Hines, H.M. :Experimental Opacities produced by microwave irradiations.Arch.Phys., Med.,29:765,1948.
- 6 - Carpenter,R.L.,Van Ummerson,C.A.:The action of microwave power on the eye.J,microwave power,3: 3-19,1968.
- 7 - Ely, T.S., Goldman,D.E.,Hearon,J.F.:Heating characteristics of laboratory animals exposed to ten-centimeter microwaves. IEEE.Trans.Biomed.Engg. 11:123-135,1964.
- 8 - Güner,Z.,Pehlivan,F.:Fizik deney klavuzu: Ankara Üniversitesi Tıp fakültesi yayınlarından,sayı:380,236-240.
- 9 - Reike, F.E. : Unplanned radiowave diathermy at plaese of work.Industrial Med.,23:238,Aug.,1953.
- 10- Baranski,S.:Histological and histochemical effect of microwave irradiation on the central guinea pigs. Am. J. Phys.Med.,51,182,1972.

- 11- Stephen, F.C.: Biological effects of microwave and radio-frequency radiation. CRC, Critical reviews in environmental control, 121-167, June, 1977.
- 12- Guy, A.W.: Quantitation of induced electromagnetic field patterns in tissue and associated biological effects. In biological effect and health hazards of microwave radiation. Polish medical, Warsaw, 203, 1974.
- 13- Lin, J.C., Guy, A.W., Kraft, H.G.: Microwave selective brain heating. The Journal of microwave power, vol. 8, Nos. 3 and 4, November, 1973.
- 14- Webb, S.J., Booth, A.D.: Absorption of microwaves by microorganisms. Nature, 222, 1199-1210, 1969.
- 15- Cleary, S.F.: Uncertainties in the evaluation of the biological effects of microwave and radiofrequency radiation. Health physics, Pergamon Press, vol. 25, pp. 387-404, Oct. 1973.
- 16- McRee, I.D., Wyatt, H.R., Hasemann, K., Somjen, G.: The transmission of reflexes in the spinal cord of cats during direct irradiation with microwaves. Journal of Microwave power, 11(1), 49-60, 1976.
- 17- Mitchell, D.S., Switzer, W.G., Bronaugh, E.L.: Hyperactivity and disruption of operant behavior in rats after multiple exposures to microwave radiation. Radio Science 12:2635-2715, 1977.
- 18- McRee, I.D.: The effects of microwave radiation on the vitality of isolated frog sciatic nerves. Radiation Research, 82, 536-546, 1980.
- 19- McRee, I.D.: Pulse microwave effects of nerve vitality. Rad.

Res., 91, 212, 218, 1982.

- 20- Servantie, 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.
- 21- 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.
- 22- Edward, 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.
- 23- 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.
- 24- Liushits, N.N.: The effect of an ultra-high frequency field on the functions of the nervous system. Biophysics, 3, 409-421, 1958.
- 25- Michaelson, S.M.: Central nervous system responses to microwave induced heating. Neuro. Sci. Res. Program. Bull, 15: 98-100, 1977.
- 26- Kalada, T.V., Fukolova, P.P., and Gantsarova, 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- Wangemann, R.T., Cleary, S.F.: The invivo effects of 2,45 GHz microwave radiation on rabbit serum component and sleeping times. Rad. and Environm. Biophysics. 13, 89-103, 1976.

- 28- Boysen, J.E.: Hyperthermic and pathologic effects of electromagnetic radiation. A.M.A. Arch. Ind. Hyg. and Occup. Med., 7:516, 1953.
- 29- Kamenskii, Yu. I.: Effects of microwaves on the kinetics of electric parameters of a nerve impulse. Trans. Moscow, Soc. Nat. 28, 164-172, 1968.
- 30- Rothmeier, 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.
- 31- Albert, E.N., DeSantis, M.: Do microwaves alter nervous system structure? In Biologic Effects of Nonionizing Radiation, Tyler, P., Ed., New York Academy of Sciences, New York, Ann. N.Y. Acad. Sci. 247, 87, 1975.
- 32- Yıldırım, H.: Biofizik. 431-433, 3-13, A.Ü. Eg. Sag ve Bil. Çalışmalar Vakfı Yayını, No. 17, Eskişehir, 1985.
- 33- Sengir, O.: Fizik Tedavi Kitabı, İ.Ü. Tıp. Fak. Yayınları, Rek. no: 1591, sf: 53-104, İstanbul, 1970.
- 34- Skoog, D.A., West, M.D.: The electromagnetic spectrum. Principles of Instrumental Analysis, Saunder Collage, 100-101. Philadelphia 1980.
- 35- Budd, A., McCrosson, C.G.: Microwave lens effects in humans. Arch. Ophthal. Vol. 88, 259-262, Sept., 1972.
- 36- Porties, A.N., Young, D.H.: Berkeley Fizik Lab. 2 Çeviri, Armağan, N., İbrahim, A., Yağcı, O., Uras, A., Hacettepe Univ. Yayınları A. 8, Ankara.
- 37- Richards, Sears, Wehr, Zemansky: Modern Üniversite Fizigi. Elect-

- ric ,Cilt 2. Çeviri ,Nasuhoglu,R., Tokmakçioğlu.E.,Çağlayan Kitabevi Yayını ,Istanbul.
- 38- Beiser,A.:Çağdaş Fizigin Kavramları,Çeviri,Çetin,M.,Gülsün,Z, Yıldırım,H.Dicle Üniv.Tıp Fakültesi Yayını ,Yayın no:23,1982.
- 39- Durak,M.:Mikrodalga Fırınları.Bilim ve Teknik Dergisi,Cilt 19 Sayı :220 ,Mart 1986.
- 40- Kayhan,Ö.:Mikrodalgalar ve Sağlığımız.Bilim ve Teknik dergisi Cilt:19, Sayı :220,sf.14-16,Mart,1986.
- 41- Şeker ,S.:Elektromagnetik dalgaların biyolojik etkileri ve güvenlik standartları.Boğaziçi Üniv.Biyomedikal Müh.Bülteni. 1985,Sayı 2,Haziran.
- 42- Crawford ,S.F.:Titreşimler ve Dalgalar.Berkeley Fizik Prog.Cilt 3.Çevirenler,Aydın,V.A.,Cesur,F.A.,Durlu,N.T.,Durmaz S.,Erdik,E.,Köksal,F.,Nasuhoglu,R.,Karadeniz Teknik Üniv. Yayınları,78,1976.
- 43- Erdoğan,S.:Normal şahıslarda ve karaciğer hastalıklarında kolorimetrik ve elektroforetik olarak serum proteinleri tayini ve karşılaştırılması.D.Ü.Tıp Fak.Dergisi,3(3),489,1974.
- 44- Sengupta,L.K.,Talukder,G.and Sharma,A.:Serum Proteins in Cutaneous Tuberculosis.Bionature,5(1),41,1985.
- 45- Swain,B.K.,Talukder, G and Sharma ,A.:Genetic variations in serum proteins relation to diseases.Med.Biol.58,246,1980.
- 46- Werthamer,S.and Amaral ,L.:Electrophoretic abnormalities in chronic lymphocytic leukemia and cancer sera. Am.J.Clin.Pathol 65,40,1976.
- 47- Tietz,N.W.:Clinical Chemistry.98-110,552-618,W.B. Saunders Co.Philadelphia 1986.

- 48- Müftüoğlu ,E.:Klinik Hematoloji.Dicle Üniv.Tıp Fak.Yayınları, no.12,1986.
- 49- 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
- 50- Henry,J.B.:Clinical chemistry in Todd Sanford Clinical Diagnosis by Laboratory Methods.Edts:I.Davissohn,J.B.Henry ,W.B.Saunders Co,1974,pp.567.
- 51- Heide,Haupt,H.,Schwick,H.G.:Plasma Protein Fractionation,Electrophoresis,En:The Plasma Proteins,Ed.F.W.Putnam,Vol.3,Cap.8. Academic Press,1977,Page 545.
- 52- Kohn,J.:Cellulose aetate,electrophoresis and immunodiffusion In chromatographic and electrophoretic techniques.Edt,I,Smith Heineman,Vol 2,1965.
- 53- Aras,K.,Erşen,G:Klinik Biyokimya.5.Baskı,Hacettepe TAŞ Kitapçılık ltd.şti.yayınları,Ankara,415-615,1985.
- 54- Kohn,J.,Henandez,M.,Riches,P.G.:The value of acute phase reactants in the management of disease, La Ricerca Clin.Lab.6 61,1978.
- 55- Whitb,L.G.,Robb,W.P.,Smith,A.F.:Lecture notes on clinical chemistry,Blackwell Scientific Publications,1978,pp.93.
- 56- Özgünen,T:Tanı ve tedavide klinik biokimya,Çeviri,1.Baskı,Güven Kitabevi,Ankara,242-266,1978.
- 57- Yenson,M.:İnsan biyokimyası,Ist.Üniv.Yayınları,5.Baskı,394-399,575-577,1984.
- 58- Pasternak,C.A.:İnsan Biyokimyasına Giriş,Çeviri,1.Baskı,Hacettepe Üniv.Yayınları,Ankara,184-186,1980.

- 59- Robert ,L:The use of serum protein electrophoresis in clinical medicine.A.M.A.Arrh.Int.Med.102:618,1958.
- 60- Henry ,R.J.,Cannon ,D.C.,Winkelman,J.W.:Clinical chemistry principles and technics.Harper and now, 1974.
- 61- Lynch,M.J.,Raphael,S.S.,Mellar,L.D.,Spere,P.D.,Inwood,M.J.: Medical laboratory technology and clinical pathology.W.B.Saunders Co.,pp:224,1969.
- 62- Michaelson,S.M.,Thompson,R.A.E.,et al:The hematologic effects of microwave exposure.Aerospace Medicine.September 1964,Vol 35,no.9.Page:824-829.
- 63- Kim,Y.A.,et al.:Effects of microwave radiation (340 and 900 MHz) on different structural levels of erythrocyte membranes. Bioelectromagnetics 6(3),305-312,1985.
- 64- Deichmann,B.,Miale ,J.,Landeem,K.:Effect of radiation on the hemopoietic system on the rat.Toxicology and Applied Pharmacology 6,71-77,1964.

T. C.  
Yükseköğretim Kurumu  
Dokümantasyon Merkezi