

**T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CEP TELEFONUNUN KARACİĞER GELİŞİMİ ÜZERİNE  
TERATOJENİK ETKİLERİ**

**Bio.Yılmaz RUMEVLEKLİOĞLU**

**HİSTOLOJİ VE EMBRİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Yrd.Doç.Dr. Ayhan ERALP**

**GAZİANTEP  
2007**

**T.C.  
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CEP TELEFONUNUN KARACİĞER GELİŞİMİ ÜZERİNE  
TERATOJENİK ETKİLERİ**

**Bio.Yılmaz RUMEVLEKLİOĞLU**

**HİSTOLOJİ VE EMBRİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Yrd.Doç.Dr. Ayhan ERALP**

**KASIM  
2007**

## İÇİNDEKİLER

|                                                             | <u>Sayfa</u> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET.....                                                   | i            |
| ABSTRACT.....                                               | iii          |
| TEŞEKKÜR.....                                               | v            |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                       | vi           |
| KISALTMALAR LİSTESİ.....                                    | vii          |
| 1.GİRİŞ.....                                                | 1            |
| 1.1 Çalışmanın Amacı ve kapsamı.....                        | 1            |
| 2.GENEL BİLGİLER.....                                       | 3            |
| 2.1 Mobil Telefon .....                                     | 3            |
| 2.2 Elektromanyetik radyasyon.....                          | 5            |
| 2.3 Cep Telefonu Çalışma Sistemi.....                       | 8            |
| 2.3.1Özgöl Soğurma Hızı SAR (Spesific Absorption Rate)..... | 10           |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 2.4 Karaciğer .....                                | 11 |
| 2.4.1 Karaciğerin Genel Özellikleri.....           | 11 |
| 2.4.2 Karaciğerin Gelişimi.....                    | 12 |
| 2.4.3 Karaciğerin Anatomisi.....                   | 13 |
| 2.4.4 Sıçan Karaciğerinin Anatomisi.....           | 15 |
| 2.4.5 Karaciğer Dolaşımı.....                      | 15 |
| 2.4.6 Karaciğerin Histolojisi.....                 | 16 |
| 2.4.6.1 Karaciğerin Yapısal Organizasyonu.....     | 16 |
| 2.4.6.2 Karaciğer Lobülleri.....                   | 17 |
| 2.4.6.3 Parankimin Kan Damarları.....              | 19 |
| 2.4.6.4 Perisinüzoidal aralık (Disse aralığı)..... | 21 |
| 2.4.6.5 Sinüzoid duvarını döşeyen hücreler.....    | 21 |
| 2.4.6.6 Hepatositler.....                          | 24 |
| 2.4.6.7 Safra Yolları.....                         | 26 |
| 2.4.7 Karaciğerin Fizyolojisi.....                 | 27 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 3.MATERYAL VE METOD.....          | 32 |
| 3.1 Denekler.....                 | 32 |
| 3.2 Hayvanların Hazırlanması..... | 32 |
| 3.3 Deneyin yapılışı.....         | 33 |
| 4. BULGULAR.....                  | 36 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....         | 41 |
| KAYNAKLAR.....                    | 45 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                     | 49 |

# **CEP TELEFONUNUN KARACİĞER GELİŞİMİ ÜZERİNE TERATOJENİK ETKİLERİ**

Bio.Yılmaz RUMEVLEKLİOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Histoloji Ve Embriyoloji Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı**

Yrd.Doç.Dr. Ayhan ERALP

Aralık-2007, 49 sayfa

## **ÖZET**

Cep telefonu, tüm dünyada giderek yaygınlaşan bir iletişim aracı haline gelmiştir. Bu durum beraberinde elektromanyetik radyasyonun artışına da sebep olmuştur. Cep telefonunun embriyonal ve fetal dönemde sebep olduğu olası zararlı etkileri hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu durum konunun önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın amacı hamilelik dönemindeki sıçan fetüslerinin karaciğerleri üzerindeki cep telefonu radyofrekansı etkilerini araştırmaktır. Bu çalışmada 24 tane dişi Wistar Albino sıçan kullanılmıştır. Sıçanlar kontrol, sham, F- ve F + olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Kontrol grubundaki sıçanlar cep telefonu radyofrekansına maruz bırakılmadılar, diğer yandan sham grubunu oluşturmanın amacı deney düzeneğinin çalışmadaki olası etkilerini ortaya çıkarmak için bu gruptaki sıçanlar cep telefonu radyofrekansına maruz bırakılmadılar. F- grubundaki sıçanlar özel havalandırılmalı kutularda radyofrekansa maruz bırakılmışlardır, buna karşın F+ grubundaki sıçanlar ise alüminyum kaplı bir Faraday kafesinde radyofrekansa maruz bırakıldılar.

Gruplar karşılaştırıldığında kontrol grubu ve diğer grupların yenidoğanlarının karaciğer dokularında ışık mikroskopik düzeyde morfolojik olarak herhangi bir dejenerasyona rastlanmadı.

**Anahtar Kelimeler:**Cep telefonu, radyofrekans, karaciğer, teratojenik, fetus

# **THE TERATOGENIC EFFECT OF MOBILE PHONE PRENATAL DEVELOPMENT OF LIVER**

Bio.Yılmaz RUMEVLEKLİOĞLU

M. S. Thesis

Gaziantep University Health Sciences Institute  
Histology And Embryology Department Bachelor's

## **Thesis Managers**

Assist.Prof.Dr. Ayhan ERALP

December-2007, 49 papers

## **ABSTRACT**

The mobile phone, has become a common communication device in the world. This situation has caused the increase of electromagnetic radiation. There are not enough studies about the harmful effects which mobile phones caused in embrional and fetal periods within this situation to emphasize the importance of the subject.

For this reason, the aim of the study was to find the effects of mobile phones radiofrequency(RF) on the livers in rat fetus, during pregnancy. In this study 24 female Wistar Albino rats were used. The rats were seperated into four groups as control, sham, F- and F+. The rats in the control group were not exposed to the mobile phone RF. On the other hand the object of the sham group was to discover possible negative effects from external factors. Also the rats in this group were not exposed to mobile phone RF. The rats in F- group were exposed to the RF in special air conditioned boxes, whereas F+ group was exposed to RF in an aluminium isolated Faraday Cage.

Finally, at the end of the study no morphological degenerations were found on the liver tissues of the control group or any other groups.

**Key Words:** Mobile phone, radiofrequency, liver, teratogenic, fetus

## TEŐEKKÖR

Tez alışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Ayhan ERALP'e, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen, yol gösteren Sayın Prof.Dr. Mehmet YÖNCÖ'ye ve bu çalışmamda samimi destekleri ile yardımcı olan Sayın Prof.Dr. Serap İNALÖZ'e teőekkÖrlerimi sunarım.

Ayrıca desteklerinden dolayı, Sayın Prof.Dr. İbrahim SARI, Sayın Yrd.Doç.Mehmet BOőNAK, Sayın Yrd.Doç.Dr. Can DEMİREL ve Sayın Dr.Başak BÖYÖK'e de teőekkÖr ederim.

Emekleri ile karőılığını ödeyemeyeceğim eőim Neslihan RUMEVLEKLİÖĞLU, sevgili ağabeyim Remzi CAVCAR, sevgili arkadaşım Hamit GÖMÖő ve Deniz YILMAZER'e teőekkÖrü borç bilirim.

Yılmaz RUMEVLEKLİÖĞLU

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                             | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil -1: Cep telefonu hücresel yapıları .....                              | 9     |
| Şekil 2-2: Baz istasyonları ağı ve sabit ağ ile etkileşimi.....             | 9     |
| Şekil 2-3: Karaciğerin yapısı.....                                          | 11    |
| Şekil 2-4: Karaciğerin anatomik yapısı..... ..                              | 14    |
| Şekil 2-5: Karaciğer lobüllerinin şematize edilmişbiçimi.....               | 17    |
| Şekil 2-6: Vena sentralis, sinüzoidler, hepatik kordonlar ve portal alanlar | 22    |
| Şekil 3-1:Hamile sıçanların görüntüleri.....                                | 32    |
| Şekil 3-2: Hayvanlar için yapılmış özel havalandırmalı kutular.....         | 33    |
| Şekil 3-3: Alimuyum kaplı Faraday kafesleri.....                            | 34    |
| Şekil 3-4: Cep telefonu RF'ına maruziyet.....                               | 34    |
| Şekil 3-5:Yenidoğan yavrular.....                                           | 35    |
| Şekil 4-1: Kontrol grubu.....                                               | 37    |
| Şekil 4-2: Kontrol grubu.....                                               | 37    |
| Şekil 4-3: Sham grubu.....                                                  | 38    |
| Şekil 4-4: Sham grubu.....                                                  | 38    |
| Şekil 4.5: F- grubu.....                                                    | 39    |
| Şekil 4.6: F- grubu.....                                                    | 39    |
| Şekil 4.7: F+ grubu.....                                                    | 40    |
| Şekil 4.8: F+ grubu.....                                                    | 40    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|             |                                                                               |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>RF</b>   | Radyofrekans                                                                  |
| <b>GSM</b>  | Küresel Telefon Sistemi (Global Systems for System)                           |
| <b>SMS</b>  | Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service)                                    |
| <b>UMTS</b> | Genel İletişim Sistemi<br>(Universal Mobile Telecommincations System)         |
| <b>EMF</b>  | Ektromagnetik Alan(Elektromagnetic Field)                                     |
| <b>ELF</b>  | Çok Düşük Frekans (Extremely Low Frequency)                                   |
| <b>ANSI</b> | Amerika Ulusal Standartlar Enstitüsü<br>(American National Standarts Instute) |
| <b>CDMA</b> | Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple<br>Access)                   |
| <b>TDMA</b> | Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple<br>Access)                 |
| <b>GPRS</b> | Genel Paket Telsiz Servisi (General Packet Radio<br>Services)                 |
| <b>SEM</b>  | Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron<br>Microscope)                |
| <b>TEM</b>  | Transmisyon Elektron Mikroskobu (Transmission<br>Elektron Mikroskobu)         |
| <b>GH</b>   | Büyüme Hormonu(Growth Hormone)                                                |

|             |                                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>GHRF</b> | Büyüme Hormonunu Aktive Eden Etkenler<br>(Growth Hormone Releasing Factor) |
| <b>MAM</b>  | Mobil Anahtarlama Merkezi                                                  |
| <b>SAR</b>  | Özgöl Soğurma Oranı(Spesific Absorption Rate)                              |
| <b>RBP</b>  | Retinol Bağlayıcı Protein                                                  |
| <b>ER</b>   | Endoplazmik Retikulum                                                      |
| <b>PAS</b>  | Periodic-asit Schiff                                                       |
| <b>HE</b>   | Hemotoksilen Eozin                                                         |
| <b>MT</b>   | Masson Trikrom                                                             |
| <b>VLDL</b> | Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein<br>(Very Low Density Lipoproteins)         |
| <b>LDL</b>  | Düşük Dansiteli Lipoprotein<br>(Low Density Lipoproteins)                  |
| <b>F+</b>   | Faraday kafesinde uygulama yapılan gruplar                                 |
| <b>F-</b>   | Faraday kafesi dışında uygulama yapılan gruplar                            |

# 1.GİRİŞ

## 1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde, cep telefonları iletişimin en gözde aracı olarak hayatımızı kolaylaştırmaya devam ediyor.

2000 yılı başında dünyada 750 milyon olan cep telefonu abonesi sayısı 2004 yılında 1,5 milyara yükseldi. 2006 yılında ise 2 milyar barajına dayanmıştır. Türkiye’de de benzer şekilde; 2000 yılında 14 milyon 970 bin olan cep telefonu abone sayısı 2004 yılında 30 milyon 843 bine ulaşmıştır. Daha açık bir ifade ile Türk halkının yarısı cep telefonu kullanmaktadır (1).

Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerinde oluşturduğu riskler, yeni teknolojilerin günlük yaşamda giderek daha yoğun biçimde kullanılması sonucunda artış göstermektedir. Özellikle son yıllarda hızla artan cep telefonu kullanımı ve buna paralel olarak giderek yaygınlaşan baz istasyonları halk sağlığını tehdit edecek boyuta ulaşmıştır. Bu alanda uygun yasal düzenlemelerin olmaması, kurumsal eksiklikler ve toplumsal bilinçsizlik konunun ciddiyetini arttırmaktadır.

Birçok laboratuvar çalışması ve epidemiyolojik araştırma elektromanyetik alanlara maruz kalınması sonucu ciddi sağlık problemleri arasındaki ilişkiyi rapor etmektedir. Bağışıklık, sinir, nöroendokrin, kalp ve damar sistemi ile kan parametreleri elektromanyetik alanlardan etkilenmektedir. Ayrıca bu güne kadar mobil telefon kullanımının insan sağlığı üzerindeki uyku, kan beyin bariyeri, beyin tümörleri, akustik nörinom, menengiom, tiroid fonksiyonları, lökositler üzerine genotoksik etki, gebelerde düşük (abortus) oranları, elektromanyetik sıcak şokunun biyolojik strese etkisi gibi çalışmalar yapılmıştır (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Cep telefonları ve baz istasyonları ile ilgili toplum bazlı çalışmaların yapılması için yeterli etkilenme suresi geçmediğinden, maruziyetin insan toplulukları üzerinde objektif olarak belirlenmesi epidemiyolojik glkler taşımalıdır. Diğerk bir nokta ise risk gruplarıdır. Çocukların, hamilelerin ve yaşlıların elektromanyetik alanların sağlık etkilerinden en çok zarar gorecek risk grupları oldukları konusunda aydınlatılmaları ve medyanın çocukların cep telefonu kullanımını özendirecek yayın ve reklmlar konusunda duyarlı olması sağlanmalıdır (11).

Cep telefonunun olası zararları ile ilgili yeterli literatür bilgisi olmaması yanında, hamilelikte cep telefonu kullanımının embriyonal ve ftal hayatta oluşturabileceği teratojenik etkilerle ilgili yeterli deneysel ve klinik çalışmanın yapılmamış olması konunun önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın amacı; cep telefonuna bağlı oluşan radyofrekans (RF) alanının hamilelik sırasında sıçan fetus karaciğerine olan olası etkilerini histolojik olarak ortaya koymaktır.

## **2.GENEL BİLGİLER**

### **2.1. MOBİL TELEFON**

Cep telefonu kullanımının artması yaşantımızı kolaylaştırmakla beraber yaşadığımız çevrede elektromanyetik radyasyonun artışına da sebep olmuştur. Bu artışın ise insanlar, hayvanlar, bitkiler ve elektronik cihazlar üzerinde bir takım etkileri mevcuttur. Nitekim kanser yapan maddeleri her yıl düzenli olarak özelliklerine göre gruplara ayıran Uluslararası Kanser Araştırma ajansı (IARC) da elektromanyetik alanları “muhtemel kanserojenleri” olarak bilinen 2-B grubuna almıştır (12, 13). Bu grupları kısaca şöyle özetleyebiliriz.

Grup 1: İnsanlardaki kanserojenik etkisi ile ilgili yeterli delil varsa kimyasal madde bu kategoriye dahil edilir.

Grup 2: İnsanlardaki kanserojenik etkileri ile ilgili olarak elde edilen delillerin derecesi yeterli olmaya yakın ise veya insanlarda herhangi bir veri olmayıp hayvanlarda deneysel olarak kanserojenik olduğu kesin olarak gösterilmiş ise bu tip kimyasal maddeler bu kategoriye dahil edilir. Ancak bu kategori 2 alt gruba ayrılır.

Grup 2A: İnsanlardaki kanserojenik etkisi için deliller sınırlıysa, ancak hayvanlardaki deneysel çalışmalarda kanserojenik olduğuna dair yeterli delil varsa kimyasal madde bu kategoriye dahil edilir.

Grup 2B: İnsanlardaki kanserojenik etkisi için deliller sınırlıysa ve hayvanlardaki deneysel çalışmalarda kanserojenik olduğuna dair elde edilen deliller de sınırlı ve yetersiz ise ilgili kimyasal madde bu kategoriye dahil edilir.

Grup 3: İnsanlardaki kanserojenik etkisi için deliller yetersiz ise ayrıca hayvanlardaki deneysel çalışmalarda kanserojenik olduğuna dair elde edilen deliller de yetersiz ise ilgili kimyasal madde bu kategoriye dahil edilir.

Grup 4: İnsanlarda ve hayvanlarda kanserojenik etkisi olmadığına dair yeterli delil var ise ilgili kimyasal madde bu kategoriye dahil edilir (13).

İlk kez 1947'de Bell Laboratories'deki mühendislerin bulduğu mobil radyo frekanslarının etkin olarak kullanılması esasına dayanan sistem, bugünkü mobil telefon sisteminin altyapısını oluşturmuş, iletişimi coğrafi birimleri birbirine bağlayan sabit linklerin dışına çıkarmayı başarmıştır. Daha sonra söz konusu sistemin dijital teknolojiye adaptasyonu ile beraber bugün dünyadaki en yaygın mobil sistem olan GSM sistemi (Global System for Mobile Communications- Mobil İletişim için Küresel Sistem) kullanıcıların hizmetine sunulmuştur (14).

Birinci Nesil Hücreli Mobil telefon sistemleri (NMT-450, NMT-900, AMPS, TACS ve benzeri sistemler 1970'li yıllardan bugüne değin değişik teknik standartlarla hayata geçirilmiştir. İlk önce analog teknolojiye dayalı sistemler uygulamaya konulmuş, 1990'lı yıllarda ise ilk sayısal sistemlerin dizaynı yapılarak, mevcut analog mobil telefon sistemleri tamamlayıcı mahiyette, abonelere değişik seçenekleri sunabilmek üzere işletmeye alınmışlardır (15, 16).

Mobil telefon sisteminde analog sistemlerden sonra ortaya çıkan dijital sistemler ikinci nesil olarak adlandırılmaktadır. Üç tane önde gelen 2. nesil hücreli cep telefonu standardı bulunmaktadır. Bunlar; GSM, CDMA, ve D-AMPS (IS-136 TDMA)'dır.

İkinci jenerasyon mobil standardının kurucusu, GSM ile Batı Avrupa olmuştur. Analog sistemde olduğu gibi 10 yılda ve milyarlarca dolarlık harcamayla oluşturulabilen GSM, 1987 yılında, 30 Avrupa ülkesi tarafından standart olarak kabul edilmiştir. Bir Avrupa standardı olarak başlamasına rağmen GSM kısa sürede benimsenerek bir dünya standardı haline gelmiştir. (15).

GSM teknolojisinin üzerine inşa edilen ve üçüncü nesil cep telefonu standardı olarak adlandırılan, ticari olarak piyasaya sürülen 2002-2004 yılları olan UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) sistemi veri iletişim hızı ve diğer standartları sayesinde 2. nesil sistemlerin oldukça ilerisindedir. UMTS'nin özellikleri interactive multimedya servisleri, görüntülü telefon ve video konferans gibi geniş bant uygulamaları için yeterli alt yapıyı oluşturmaktadır (15, 16).

## 2.2 ELEKTROMANYETİK RADYASYON

Bir elementin özelliklerini taşıyan en küçük ögesi atomdur. Atomların özelliklerini, çekirdeklerinin yapısı ve yörünge elektronlarının sayısı ve dizilişleri belirler. Bir atom çekirdeğinin kararsız durumdan daha kararlı bir duruma geçerken elektromanyetik dalga veya parçacık şeklinde enerji yayılmasına radyasyon (ışınım) denir. Bu fiziksel olaya radyoaktiflik ve bu özellikteki elementlere de radyoelement denir. Elektromanyetik radyasyonlar dalga boylarına, frekanslarına ve enerjilerine bağlı olarak; radyo dalgaları, mikrodalgalar, infrared ışınları, görünür ışık, ultraviyole ışınları, x-ışınları, gama-ışınları ve kozmik ışınlar gibi türleri bulunmaktadır. Başlıca radyasyon türleri; iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere iki grupta toplanabilir. İyonlaştırıcı radyasyon; madde içerisinden geçerken enerjisini ortama aktarmak suretiyle, ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştıran radyasyon türüdür. Örneğin; x ve gama-ışınları ile  $\alpha$ ,  $\beta$  ve nötron parçacıklarının yayılması gibi. Yeteri kadar enerjiye sahip olamadıkları için radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışık, mor ötesi ışık (ultraviyole) ve görünür ışık iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak isimlendirilirler. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon nükleer radyasyon değildir. Elektromanyetik radyasyonlardan, iyonlaştırıcı özelliğe sahip olanları (örneğin çernobil faciası sonrasında çevreye yayılan radyasyon) ve bunların zararlı etkilerinden korunma yollarının ve sistemlerinin belirlenmesi Türkiye Atom Enerjisi Kurumu çalışma alanına girmektedir. İyonlaştırıcı özelliğe sahip olmayan; sabit telekomünikasyon cihazları olan baz istasyonları, radyo ve

televizyon vericileri ile elektrik iletim hatları, trafo merkezleri ve elektrikli ev aletlerinden (mikrodalga fırınlar, traş makinesi, saç kurutma makinesi v.b.) kaynaklanan radyasyon ise, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak ifade edilen elektromanyetik radyasyon grubunda yer alır. Elektrik enerjisi ileten ya da enerjiyle çalışan her türlü araç ve gereç, çalışma durumunda çevresinde bir elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Elektromanyetik ışıyım yayan sistem ve aletlerin bir kısmı: Çeşitli elektrikli ev aletleri, enerji nakil hatları ve trafo istasyonları, elektrikli trenler TV, bilgisayar ekranları, indüksiyon fırınları ve indüksiyon kaynak makineleri, radyo, TV ve telsiz verici istasyonlarının antenleri, radar sistemleri (Sürekli ve darbeli), uydu iletişim sistemleri, tedavide kullanılan tıbbi elektriksel cihazlar, mikrodalga fırınları, sanayide büyük RF frekansında çalışan çeşitli sistemler, GSM haberleşme sistemi (Temel baz istasyonu anteni ve cep telefonu anteni) (17).

Elektromanyetik radyasyon dokuya çarptığında, enerji transferi sonucunda moleküler hareketlerde artışa neden olurlar ve bu da ısı olarak ortaya çıkar. Örneğin, mikrodalga ile yemek pişirmenin ana ilkesi radyan enerji iletimi ile, gıdanın içerisindeki su moleküllerinin hareketinin artışı ile sıcaklık artışı ve gıdanın pişirilmesidir.

Hipertermi, hayvanlarda reproduktif sorunlara neden olabileceği bilinmektedir. Non-iyonize radyasyonun da, vücut ısısını ya da üreme organının lokal ısısını arttıracak oranda maruz kalındığında ters etkiler oluşturması beklenebilir (17).

Değişik dozlar ve tiplerde elektromanyetik radyasyona maruz kalmış fizyoterapistler üzerinde yapılan bir anket tipi çalışmada, non iyonize radyasyonla kötü obstetrik sonuç arasında bir ilişki belirlenemezken, iyonize radyasyona (x-ışınları) maruz kalanlarda gebelik kayıpları ve doğumsal anomaliler arasında ilişki olduğu saptanmıştır (18).

Mesleki olarak elektromanyetik radyasyona maruz kalan erkeklerde yapılan bir çalışmada, bu erkeklerin çocuklarında doğumsal anomali oranları kontrollere göre daha yüksek bulunmuştur. Herhangi bir anomali tipinde özgül artış saptanmazken, total anomali oranı %3,7 olarak saptanmıştır (19). Hayvan deneylerinde, elektromanyetik radyasyona maruz kalma sonucunda oluşan gelişimsel yanıtlar farklı bulunmaktadır. Fare deneylerinde, gebeliğin geç dönemlerinde intrauterin non-iyonize radyasyona maruz kalan farelerin daha sonraki seksüel fonksiyonlarında bir takım değişikliklerin olduğu ileri sürülmüştür (20).

Bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak, bireysel, endüstriyel ve ticari amaçlı, yaşamın her alanında yaygın biçimde kullanılmaya başlanan, televizyon, radyo vericileri, bilgisayar, cep telefonu ve baz istasyonu vb. gibi yukarıda sıralanmış olan iyonlaştırıcı olmayan radyasyon yaydığı bilinen sistemlerin çevre ve insan sağlığı açısından bir takım risklere yol açtığı, bilim arasında tartışmalara ve sonucunda bir çok araştırmalar yapılmasına neden olmuştur. Yapılan araştırmalardan iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarının yarattığı manyetik alandan, çevre ve insan sağlığı etkilenmelerinin kaynakların yoğunluğuna ve frekanslarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır. Elektromanyetik alanlar (EMF, Elektromagnetik Field) terimi; mikrodalgalar dahil olmak üzere 0 Hz ile 300 GHz arasında frekansa sahip statik alanları, dalga boyu çok uzun (ELF, Extremely Low Frequency-Aşırı Derecede Düşük Frekans)) alanlar ve Radyo Frekansı (RF, Radiofrequency) alanlarını kapsar (21).

A. Düşük frekanslı (0 Hz- 10 kHz) elektromanyetik ışınlamaların insan sağlığına etkileri:

Düşük Frekans alanları insan bedeni üzerinde saç telinin havalanması gibi yüzeysel etkilere neden olmaktadır. Elektromanyetik ışınlamaların zararlı etkisinden korunmak için daha az maruz kalmaya yönelik kısıtlamalar verilmektedir. Bu kısıtlamalar vücutta ışınlamaların sonucu oluşan akım yoğunluğu

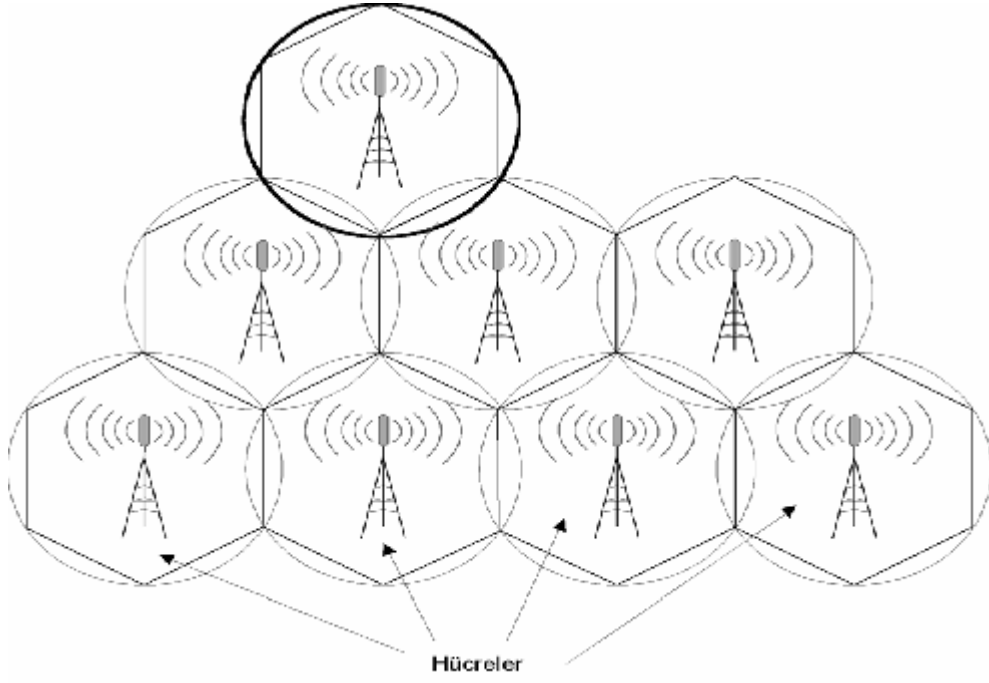
ve özgül soğurulma oranı gibi biyolojik açıdan anlamı olan büyüklük cinsinden verilmektedir. Bu büyüklükler doğrudan ölçülmediklerinden bunlar yerine dış elektrik ve manyetik alan güç yoğunluğu ölçülür. Bu konudaki standartlar mesleki ve genel halk sağlığı olmak üzere iki grupta verilmişlerdir (21).

B. Yüksek frekanslı (10 kHz-300 GHz) elektromanyetik ışınlamaların insan sağlığına etkileri:

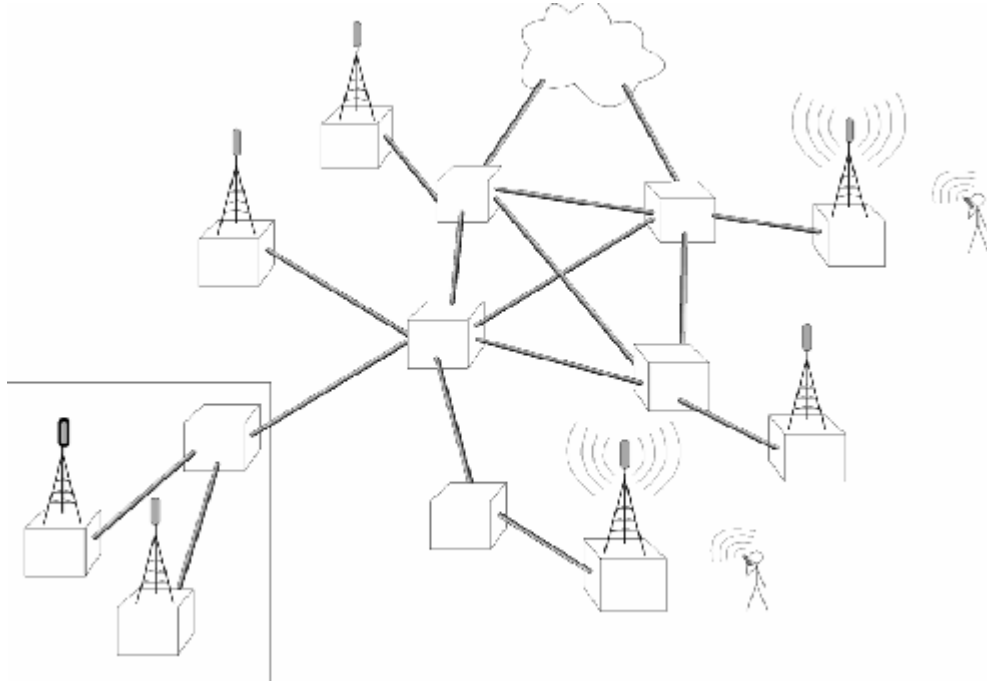
İnsan vücudu yüksek frekans alanlarına duyarlıdır. Vücut tarafından yutulan enerji ısıya dönüşür. Yüksek frekans alan tüm vücut veya belli bir bölgede ısı oluşur. Isı içerde oluştuğu için, ısı algılayıcı olan derimiz tarafından algılanmaz. Bu yüzden vücut sıcaklığı kontrol sistemi etkilenir. Bu etki frekansa bağımlıdır. Bu zararlı etkileri azaltmak için elektromanyetik ışımasının belirli bir değerde olmasını öngören standartlar geliştirilmiştir. Elektromanyetik ışıma canlıya ulaştığında, bu canlı tarafından soğurulmaktadır (21).

### **2.3 CEP TELEFONU ÇALIŞMA SİSTEMİ**

Mobil (gezgin) telefon sistemlerinde, haberleşmenin yapılacağı alan hücre adı verilen küçük alanlara bölünmüştür. Her hücrenin merkezinde bir baz istasyonu bulunur. Mobil telefonlar haberleşmelerini baz istasyonu üzerinden yaparlar. Baz istasyonları birbirlerine bir ağ yapısı şeklinde bağlıdırlar (22). (Şekil 2-1, 2-2).



**Şekil 2-1.** Hücresel yapı (Tübitak-bülten 2001)



**Şekil 2-2.** Baz istasyonları ağı ve sabit ağ ile etkileşimi (Tübitak-bülten 2001)

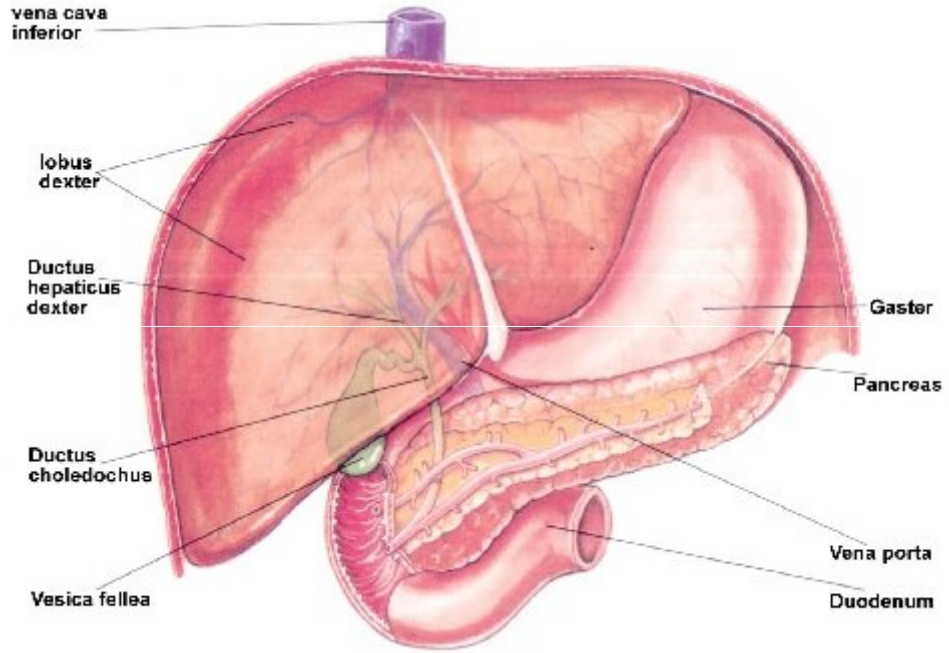
### **2.3.1 Özgöl Soğurulma Hızı, SAR ( Specific Absorption Rate):**

Özgöl Soğurma Hızı; SAR, elektromanyetik enerjinin vücut dokuları tarafından soğurulma hızıdır. Birimi W/kg' dır. Bugüne dek yapılan araştırmalar, insan vücudunun bir derecelik sıcaklık artışını düzenleyemediğini ve sorunlar yarattığını göstermektedir. İnsan vücudunda bir derecelik sıcaklık artışı için bir kilogram doku başına 4 W güç soğurulması gerekmektedir. İnsanların genel yaşam alanlarında bu değerin 50'de biri olan 0.08 W/kg SAR sınırı olarak kabul edilmiştir. Özgöl Soğurma hızının doğrudan ölçülmesi hemen hemen olanaksızdır. Bundan dolayı sınır değerlerin belirlenmesinde kolay ölçülebilen ve gözlemlenebilen parametreler kullanılmaktadır. Bu parametreler elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve güç yoğunluğudur (23).

## 2.4. KARACİĞER

### 2.4.1. KARACİĞERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Karaciğer, vücudumuzun en büyük bezi ve iç organıdır. Yaklaşık olarak 1500 gr ağırlığındadır ve vücut ağırlığının yaklaşık % 2,5'ini oluşturur (24, 25). Karın boşluğunun sağ-üst ve kısmen sol-üst kadrantlarında yerleşik olup, kaburga kemiği tarafından korunur. Karaciğer, fibröz bağ dokusu bir kapsülle (Glison kapsülü) kaplıdır. Karaciğerin doğrudan diafragma veya diğer organlara yapıştığı yerler dışında, kapsülü seröz bir yapı (viseral periton) çevreler.



**Şekil 2.1.** Karaciğerin yapısı (Solomon P.S Introduction to Human Anatomy and Physiology, 1 st edition, Saunders Company, Pennsylvania, 1992, P:217)

Karaciğer anatomik olarak sağ ve sol olmak üzere iki büyük loba ve iki küçük loba ayrılır. Fonksiyonel ve cerrahi segmentlere ayrılma klinik olarak önemlidir.

Dolaşımdaki birçok plazma proteinleri karaciğer tarafından üretilir ve salgılanır. Karaciğer besin maddelerinin ve vitaminlerin kan dolaşımından alımı, depolanması ve dağılımında önemli role sahiptir. Ayrıca kan glukoz seviyelerini sabit tutar ve VLDL (Very Low Density Lipoproteins) lerin kan dolaşımındaki seviyelerini düzenler. Ek olarak karaciğer birçok toksik madde ve ilaçların yıkımında ve sentezinde etkili rol oynar. Fakat bu maddelere fazla maruz kaldığında hasara uğrayabilir. Karaciğer, aynı zamanda ekzokrin bir organdır, safra tuzları, fosfolipidler ve kolesterol içeren bir safra salgısı üretir. Son olarak karaciğer, önemli endokrin bez benzeri işlevlerde görür (25, 26).

#### **2.4.2 KARACİĞERİN GELİŞİMİ**

4.haftanın başlarında, önbarsağın kaudalinden ventrale doğru çıkıntılanan hepatik divertikülünden gelişir. Hepatik divertikulum, septum transversum içerisine doğru gelişir. Septum transversum, diafragmanın santral tendonunu yapar ve bu bölgedeki ventral mezenteri oluşturur. Hepatik divertikül, hızla genişleyerek ventral mezenterin katları arasında büyürken iki kısma ayrılır:

1-Büyük kranial parça: Karaciğer primordiyumunu oluşturur.

2-Küçük kaudal parça: Safra kesesi primordiyumunu oluşturur.

Çoğalan endodermal hücreler, hepatik kordonları ve safra kanalının intrahepatik kısmını döşeyen epiteli yapar. Hepatik kordonlar; endotelle döşeli boşluklar (sinüzoid) etrafında birbirleriyle anastomozlaşır. Karaciğerdeki fibröz ve hematopoetik doku ile kupffer hücreleri, septum transversumdaki mezenşimden farklıdır. Karaciğer hızla büyür ve 5 – 10. haftalar arasında karın boşluğunun büyük kısmını oluşturur. Başlangıçta sağ ve sol loblar aynı boyuttadır, fakat sonra sağ lob daha büyük hal alır.

Hematopoezis 6. haftada başlar ve karaciğere kırmızı bir görünüm verir. 7. ve 9.haftalarda karaciğerin büyük olmasının nedeni, hemopoetik aktivitesidir. Karaciğer hücreleri tarafından safra yapımı 12. haftada başlar.

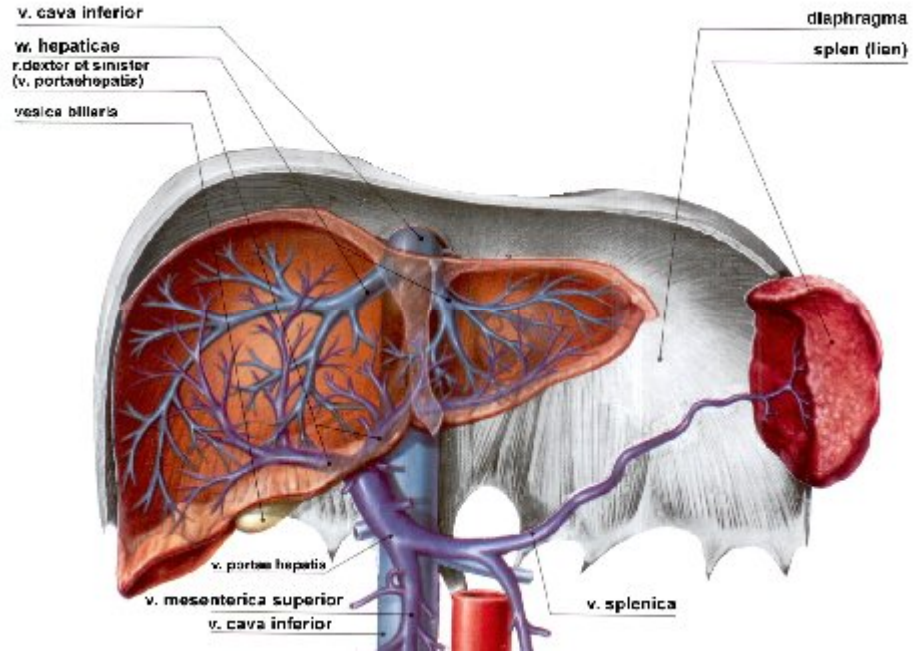
Hepatik divertikülün küçük kaudal kısmından safra kesesi gelişir, divertikülün sap kısmı da sistik kanalı (duktus sistikus) yapar. Başlangıçta, ekstrahepatik safra yolları epitel hücreler ile kaplıdır, daha sonra hücrelerin dejenerasyonu sonucu kanalize olur. Sistik kanalı ve karaciğeri duodenuma bağlayan sap kısmı, koledok kanalını yapar. Başlangıçta bu kanal, duodenum kıvrımının ventral yüzüne tutuludur, ancak daha sonra duodenum gelişim rotasyonu yaptıkça, duodenumun dorsal yüzüne taşınmış olur. Safranın duodenuma gelişi 13. haftadan sonra olur ve mekonyum denilen barsak içeriğine koyu yeşil renk verir (27, 28, 29).

### **2.4.3 KARACİĞERİN ANATOMİSİ**

Vücuttaki en büyük iç organ ve aynı zamanda en büyük salgı yapan bez karaciğerdir. Karaciğer, karın boşluğunun üst tarafında, regio hypochondriaca dextra'nın tümünü, regio epigastrikanın büyük kısmını doldurur. Regio hypochondriaca sinistra'da da linea medioclavicularis sinistraya kadar uzanır. Karaciğerin ağırlığı, erkeklerde 1400-1800gr, kadınlarda ise 1200–1400 gr arasındadır. Karaciğerin facies diaphragmatica ve facies visceralis olmak üzere iki yüzü vardır (30).

Facies diaphragmatica: Büyük olan bu yüz, diyafragma ile komşudur ve baktığı yönler göre bölümlere ayrılır;

1. Pars superior
2. Pars anterior
3. Pars posterior
4. Pars dextra



**Şekil 2.2.** Karaciğerin anatomik yapısı (Vannini V, Dianzani U, De Rosa Eugenio. Nomina Anatomica, 4. Baskı, Gruppo Editoriale Fabbri S.P.a. Milano-1991, S:115)

Facies visceralis: Karaciğerin karın organları ile komşu olan konkav alt yüzüne bu isim verilir. Bu yüzün ortasında porta hepatis denilen büyük bir geçit bulunur. Porta hepatis'ten vena porta hepatis ve etrafındaki sinir ağı ile birlikte arteria hepatica'lar girer, safra kanalları ile lenf damarları da çıkar (31, 32, 33). Viseral yüzün porta hepatis, fossa vezica biliaris, sulcus vena cava, fisura ligamenti teres hariç her tarafı peritonla kaplıdır (34).

Porta hepatis'in her iki tarafında, arka kenardan ön kenara doğru sagittal yönde uzanan iki oluk bulunur. Bu iki oluk arasında ve porta hepatis'in önünde kalan kısma lobus kuadratus, arkasında kalan kısma ise, lobus kaudatus denir (34).

1. Lobus hepatis dekster: Sağ hipokondrium bölgesinde bulunur, sol lobtan altı defa daha büyüktür ve tüm karaciğerin 5/6'sını teşkil eder.
2. Lobus kuadratus: Sağ lobun viseral yüzünde ve porta hepatis'in ön tarafında bulunur.

3. Lobus caudatus: Sağ lobun viseral yüzünde ve porta hepatis'in ön tarafında bulunur.

4. Lobus hepatis sinister: Sağ lobtan daha küçük ve yassıdır. Tüm karaciğerin 1/6'sını teşkil eder. Epigastriyumda kısmen de sol hipokondriyumda bulunur (31, 35).

#### **2.4.4 SIÇAN KARACİĞERİNİN ANATOMİSİ**

Median, sağ lateral, sol lateral ve kaudal lob olmak üzere dört lobtan oluşmuştur. Median lob; longitudinal fisürle, sağ merkez ve sol merkez olarak 2'ye bölünür. Sağ merkez lob, sağ lateral lob tarafından sarılmıştır. Sol lateral lob, büyük bir lobtur ve hemen sol merkez lobun arkasında uzanır. Kaudal lob, transvers fisürle yarılaşıp, küçük omentum ve mide kıvrımı arasında uzanan iki küçük lobtan meydana gelir. Anatomik olarak median lob, iki merkez kısmıyla ve sol lateral lob ile birlikte bir bütün formda, bir dereceye kadar cerrahi olarak çıkarmak için uygundur (36).

#### **2.4.5 KARACİĞER DOLAŞIMI**

Karaciğer, çift kan akımına sahiptir; hepatik portal ven aracılığı ile olan venöz (portal) akım ve hepatik arter aracılığı ile olan arteriyel akım. Her iki damar, karaciğere hilum (porta hepatis) girer. Aynı alanda, genel safra kanalı karaciğer tarafından salgılanan safrayı taşır ve lenfatik damarlar buradan karaciğeri terk eder.

Karaciğer, kanı hepatik portal venden alan yegâne organdır. Hepatik portal ven, oksijenden büyük oranda yoksun venöz kan taşır. Hepatik portal venle karaciğere ulaştırılan kan, büyük oranda sindirim kanalından ve pankreas, dalak gibi ana abdominal organlardan gelir.

Portal kan; barsaklarda absorbe edilen besin maddeleri ve toksik maddeler, kan hücreleri ve dalakta harap olmuş kan hücreleri, pankreasın

endokrin salgısı ve gastrointestinal kanalın enteroendokrin hücrelerinin salgısını içerir.

Hepatik arter, çölyak trunkusun bir dalıdır, karaciğere oksijenli kan taşır ve kan desteğinin %25'ini karşılar. Bundan dolayı, karaciğer parankiminin hepatositlerinin iki kaynaktan kanlandırılmasıdır. karaciğer hücreleri, asla tam olarak oksijenli kana maruz kalmazlar.

Karaciğerde; portal ven, hepatic arter ve safra kanal sisteminin dalları 'portal triad' olarak adlandırılan bir oluşumda bir arada bulunurlar. Hepatik arter, hepatositleri kanlandıran sinüzoidal kapillerleri destekler. Safra kanal sistemi, genel hepatic kanala ulaşır.

Sinüzoidler, hepatositlerle sıkı ilişkidir. Bu yapı, kan ve karaciğer hücreleri arasında maddelerin değişimini tedarik eder. Sinüzoidler vena sentralise ulaşır, vena sentralis ise sublobüler venlere boşalır. Kan, karaciğeri hepatic venler aracılığı ile terk eder. Hepatic venler, vena cava inferiora boşalır (26, 32, 37, 38, 39).

## **2.4.6 KARACİĞERİN HİSTOLOJİSİ**

### **2.4.6.1 Karaciğerin Yapısal Organizasyonu**

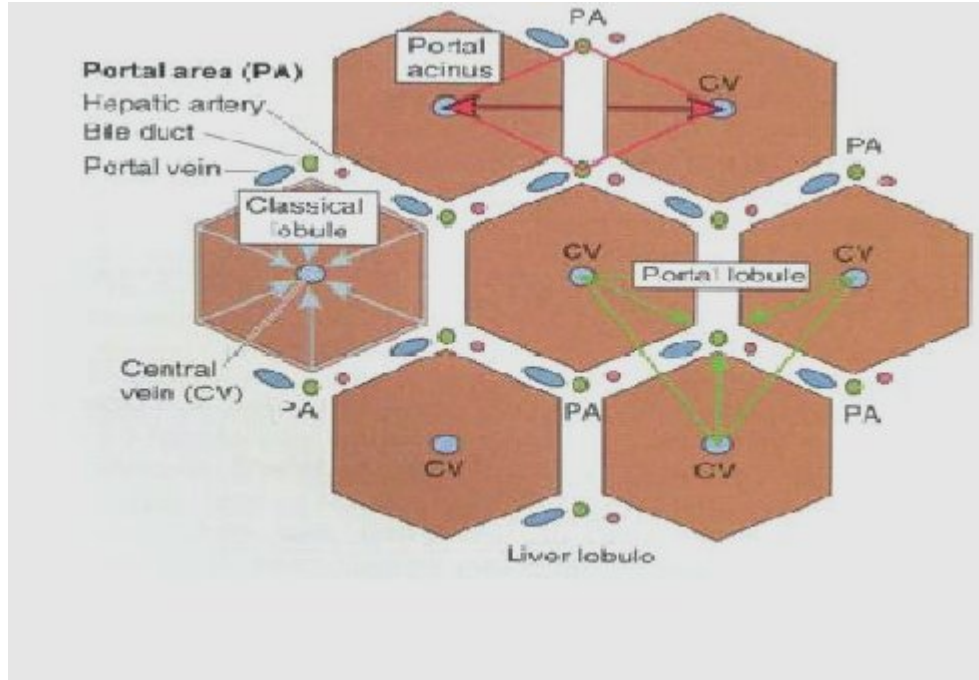
Parankim; karaciğerin yapısal bileşenlerinden olan organize hepatosit tabakalarından oluşur. Erişkinlerde normalde bir hücre kalınlığındadır ve hepatositler sinüzoidal kapillerle birbirinden ayrılır. 6 yaşa kadar genç bireylerde, karaciğer hücreleri iki hücre kalınlığındadır. Bağ dokusu (stroma), fibröz glison kapsülü ile devam eder. Bağ dokusu stroma içinde, kan damarları, sinirler, lenfatik damarlar ve safra kanalları bulunur.

**Sinüzoidal kapillerler (sinüzoidler)**, hepatosit tabakaları arasındaki vasküler kanallardır.

**Perisinüzoidal aralıklar (disse aralıkları)**, Sinüzoidal endotel ve hepatositler arasında bulunur (26, 32, 37, 38).

#### 2.4.6.2 Karaciğer Lobülleri

Karaciğerin fonksiyonel birimini tanımlayan üç terim bulunmaktadır. Bunlar; klasik lobül, portal lobül ve karaciğer asinusudur (Şekil 2-3, 2-4). Klasik lobül, karaciğer parankimi organizasyonunun geleneksel tanımıdır ve canlandırılması kolaydır.



**Şekil 2.3.** Karaciğer lobüllerinin şematize edilmiş biçimleri

**Klasik hepatik lobül**, kabaca altıgen şeklinde doku kütesidir. Klasik lobül, bir hücre kalınlığında anastomozlaşan hepatosit tabakaları içerir ve hepatositleri, karışık portal ve arteriyel kanla besleyen, anastomozlaşan sinüzoid sistemleri ile ayırır. Her bir lobül, 2.0 x 0.7 mm boyutlarındadır. Her bir lobülün merkezinde, nispeten büyük bir venül bulunur ve terminal hepatik venül (vena sentralis) olarak isimlendirilir. Vena sentralis içine sinüzoidler direne olur. Vena sentralisten çevreye doğru hücre tabakaları ve sinüzoidler ışınal tarzda yayılır.

Altıgenin köşeleri portal alanlar (portal kanal) olarak isimlendirilir ve bölgede portal triad içeren gevşek bağ dokusu bulunur. Bu bağ dokusu, sonunda karaciğerin fibröz kapsülü ile devam eder. Portal alan, lobüllerin en dış hepatositleri ile sınırlıdır. Portal alanın kenarlarında, bağ dokusu stroma ve hepatositler arasında, küçük bir aralık bulunur ve “Mall Aralığı” olarak isimlendirilir. Bu aralığın karaciğer lenfinin orijin aldığı yerlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Bazı canlı türlerinde, örneğin domuzlarda, klasik lobül kolayca tanımlanır. Çünkü portal alanlar oldukça yoğun bir bağ dokusu tabakası içerir. Bununla beraber, insanlarda normal olarak çok az interlobüler bağ dokusu bulunur (26, 32, 37).

**Portal lobül**, karaciğerin ekzokrin fonksiyonunu vurgular. Karaciğerin esas ekzokrin fonksiyonu, safra salınımıdır. Böylece, portal lobülün morfolojik eksen, klasik lobülün portal triadının interlobüler safra kanallarıdır. Onun dış kenarları, portal triada yakın üç vena sentralis arasında çizilen hayali çizgilerdir. Bu çizgiler üç klasik lobülün, kabaca üçgen şeklinde bloklarını içerir. Klasik lobülün bu parçalarında safra salgılanır ve aksiyal safra kanalına direne edilir. Bu oluşum, hepatik parankimal yapıların diğer ekzokrin bezlerle karşılaştırmalı olarak tanımlanmasına yardımcı olur (26, 32, 37, 38).

**Karaciğer asinüsü**, kan perfüzyonu, metabolik aktivite ve karaciğer patolojisi arasında en iyi korelasyonu sağlayan yapısal birimdir. Karaciğer asinüsü, hepatik parankimin en küçük fonksiyonel birimini gösterir. Asinüsün kısa eksen, iki klasik lobül arasındaki sınır boyunca uzanan portal triadın terminal dalları ile belirlenir. Uzun eksen, kısa eksene yakın iki vena sentralis arasında çizilen hattır. Bundan dolayı, iki boyut için de karaciğer asinüsü, bitişik klasik lobüllerin bir bölümünü oluşturur.

Her bir karaciğer asinusundaki hepatositler, kısa eksen çevreleyen üç konsantrik elips şeklinde zon içinde düzenlenmiş olarak tanımlanır.

**Zon 1.** Kısa eksene en yakındır ve kan desteği portal ven ve hepatik arterden gelir. Bu zon klasik lobülün periferine karşılık gelir.

**Zon 3.** Uzun eksene en uzaktır ve vena sentralise en yakındır. Bu zon terminal hepatik veni çevreleyen klasik lobülün en santral bölümüdür.

**Zon 2.** Zon 1 ve 3 arasında bulunur fakat kesin sınırları yoktur.

Zonları ayırma, karaciğer parankiminde hepatik hücrelerin vasküler perfüzyonunun derece ve kalitesiyle ilgili dejenerasyon ile spesifik toksik etkilerin tanımlanması ve yorumlanması açısından önemlidir. Sinüzoidal kan akışının bir sonucu olarak; hepatositlerin oksijen basıncı, metabolik aktivitesi hepatik enzimlerin dağılımı her üç zonda değişiklik gösterir. İskemi ve toksik maddelere maruz kalmaya bağlı oluşan karaciğer hasarının dağılımı, bu zonal yorumlamayı kullanarak açıklanabilir (32, 37, 38).

Zon 1'deki hücreler, sinüzoidal kandan gelen oksijen, toksik maddeler ve besin maddelerini ilk alan hücrelerdir ve safra kanalının tıkanmasını takiben oluşan morfolojik değişiklikleri ilk gösteren bölgedir. Bu hücreler, aynı zamanda dolaşım bozulduğunda ilk hasarlanan hücrelerdir. Diğer yandan, zon 3 teki hücreler azalmış perfüzyon durumunda iskemik nekrozu ilk olarak gösteren hücrelerdir ve yağ birikimini de ilk olarak gösterirler. Bu hücreler, toksik maddelere ve safra stazına ise en son yanıt verirler. Zon 1 ve Zon 3 arasında, aynı zamanda enzim aktivitesi, sitoplazmik organellerin sayı ve boyutları ve sitoplazmik glikojen depozitlerinin boyutları arasında değişiklikler bulunmaktadır. Zon 2'deki hücrelerin fonksiyonel ve morfolojik karakteristikleri, Zon 1 ve 3 arasındadır (26).

#### **2.4.6.3 Parankimin kan damarları**

Portal alanlarda bulunan kan damarları, interlobüler damarlar olarak isimlendirilir. Sadece, en küçük portal triadı oluşturan interlobüler kan damarları, kanı sinüzoidlere gönderir. Daha büyük interlobüler damarlar,

dallanarak lobülün periferine dağılırlar. Bu dağılan damarlar sinüzoidlere başlangıç damarları gönderirler. Sinüzoidlerde kan; vena sentralise doğru merkezci olarak akar. Vena sentralis, klasik karaciğer lobülünün santral ekseninde devam eder ve lobül boyunca ilerledikçe büyüyerek bir sublobüler vene boşalır. Çeşitli sublobüler venler, daha büyük hepatik veni oluşturmak için birleşirler. Hepatik ven ise, vena cava inferiora boşalır. Portal venin yapısı ve karaciğer içindeki dalları, tipik olarak genel ven yapısına sahiptir. Beraberindeki artere göre lümeni geniştir.

Hepatik arter yapısı da diğer arterler gibidir ve kalın, müküler bir duvara sahiptir. Hepatik arter, sinüzoidlere doğrudan kan desteğinden başka, bağ dokusuna ve daha büyük portal alanlardaki diğer yapılara kan desteği sağlar. Bu daha büyük portal alanlardaki kapillerler, sinüzoidlere boşalmadan önce kanı interlobüler venlere boşaltırlar.

Vena sentralis, hepatik sinüzoidlerden kanı alan ince duvarlı bir damardır. Vena sentralisin endotelial sınırı, küçük miktarlarda spiral olarak düzenlenmiş bağ dokusu fibrilleri ile çevrelenir. Vena sentralis, klasik lobülün santralinde olduğu için bu şekilde isimlendirilir. Aslında hepatik ven sisteminin terminal venülüdür. Bu yüzden, terminal hepatik venül tabiri daha uygundur. Sublobüler ven, terminal hepatik venülden kanı alan damardır ve endotelin dışında kollajen ve elastik lifler içerir. Hepatik ven gibi sublobüler ven de tek başına bulunur ve histolojik kesitlerde, triadın bir parçası olan portal venden kolaylıkla ayrılır. Hepatik venlerde kapakçıklar bulunmaz.

Hepatik sinüzoidler ince, devamlı olmayan bir endotelle sınırlıdır. Bu devamlı olmayan sinüzoidal endotel, devamlı olmayan bir bazal laminaya sahiptir. Bu endotel, diafragmasız büyük pencereler içerir, komşu endotelial hücreler arasında büyük pencereler bulunur (26, 32, 38).

#### **2.4.6.4 Perisinüzoidal Aralık (Disse aralığı)**

Perisinüzoidal aralık (Disse aralığı), kan ve karaciğer hücreleri arasında materyellerin değişim alanıdır.

Perisinüzoidal aralık, hepatositlerin bazal yüzeyi ile sinüzoidleri çevreleyen endoteliyal hücrelerin bazal yüzeyi arasında bulunur. Bu aralığa, hepatositlerin bazal yüzeyinden, küçük, düzensiz mikrovilluslar uzanır.

Mikrovilluslar, hepatositler ve plazma arasında materyallerin değişimi için yüzey alanını 6 kez artırır. Endoteliyal tabakadaki büyük yarıklardan ve devamlı bir bazal laminanın yokluğundan dolayı, sinüzoidlerdeki kan plazması ile hepatosit plazma membranı arasında önemli bir engel oluşmaz. Hepatosit tarafından sentezlenen protein ve lipoproteinler, perisinüzoidal aralıkta kana transfer edilir. Bu yol, safradan ziyade, karaciğer salgıları içindir (26, 32, 38).

Fetal karaciğerde, kan damarları ve hepatositler arasındaki aralık, kan oluşturan hücre adalarını içerir. Erişkinlerde, kronik anemi durumlarında, perisinüzoidal aralıkta kan oluşturan hücreler tekrar görülebilir (26, 35, 38).

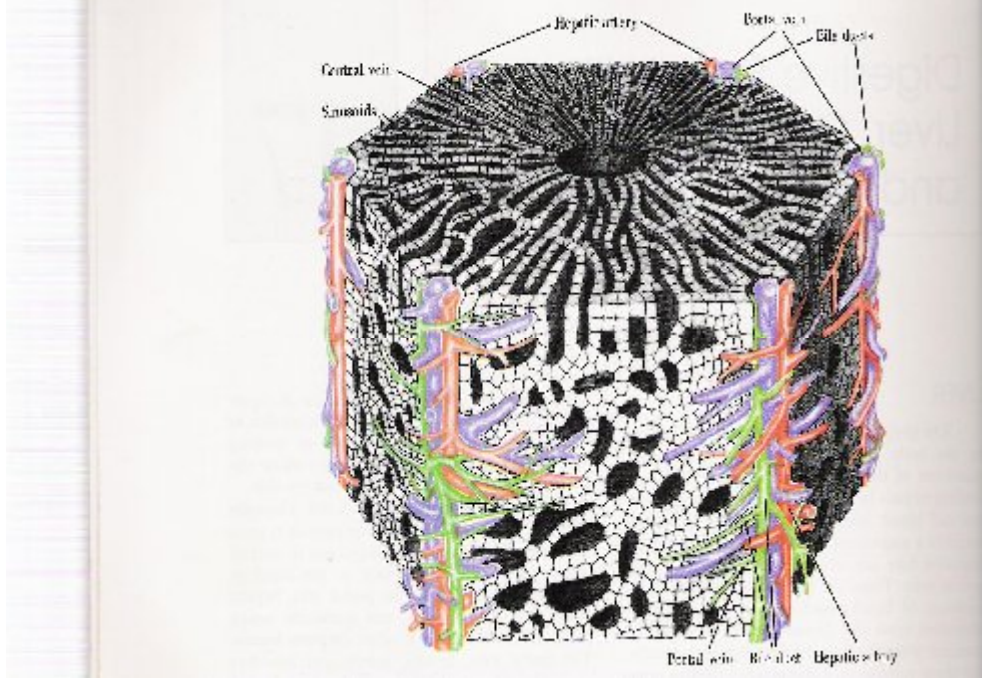
#### **2.4.6.5 Sinüzoid duvarını döşeyen hücreler:**

Sinüzoid duvarının hücreleri:

a) Endotel b) Kupffer c) Perisinüzoidal yağ depolayıcı hücrelerdir.

a) Sinüzoid duvarını oluşturan endotel hücreleri birbirleri ile sıkı bir bağlantı yapısı göstermezler. Epitel ve bazal lamina sinüzoid duvarı boyunca kesinti gösterir. Endotel hücreleri membranı, içerdiği (deliklerle) gözenekli tiptedir. Kan ile gelen oksijen ve metabolik maddeler kapillerden Disse

aralığına geçerek hepatositlere belirgin bir engelle karşılaşmadan kolayca ulaşırlar (38).



**Şekil 2-4:** Vena sentralis, sinüzoidler, hepatik kordonlar ve portal alanlar (Weiss L(ed):Cell and Tissue Biology, A textbook of Histology, 6. baskı Baltimore, Urban&Schwarzberg, 1988, P.687.)

b) Sinüzoid duvarında ikinci hücre tipi, aynı zamanda mononükleer fagositer sisteme dahil edilen hücrelerden olan Kupffer hücreleridir. Kan monositlerinden köken alırlar ve fagositoz yetenekleri vardır. Endotel hücrelerinin lümene bakan yüzeyinde belirli aralıklarla bulunurlar. Elektron mikroskobu ile bakıldığında hücre gövdesinde kısa sitoplazmik uzantıları gözlenir (38). Ayrıca SEM (Scanning Electron Microscope) ve TEM (Transmission Electron Microscope), Kupffer hücrelerinin, sinüzoid sınırının bir bölümü olduğunu açıkça göstermektedir. Peroksidaz yöntemi ile pozitif boyanırlar. Endotel hücrelerinden daha büyüktürler; nükleusları, oval ve büyük bir nükleolusa sahiptir ve soluk boyanır. Kupffer hücrelerinin başlıca fonksiyonları; yaşlı eritrositleri metabolize etmek, hemoglobini ve immünolojik olaylarla ilgili proteinleri sindirmektir (26). Bu hücrelerin fagositoz yeteneğini

asit-viral boyalar ile (Örneğin:Trypan blue) gösterebilme olasılığı vardır. Bundan başka Kupffer hücrelerinin antikör yapımında da rolleri vardır (32).

c) Sinüzoid duvarında yer alan bir diğer hücrede yağ depolayıcı hücrelerdir. Bu hücrelere aynı zamanda “İto hücreleri” de denilmektedir. Disse aralığına yerleşmiş yıldızsı hücrelerdir. Bu hücrelerin sitoplazmasında çok miktarda yağ damlacıkları bulunmaktadır. Bu hücreler dışarıdan verilen A vitaminini lipid damlaları içinde retinil esterler halinde biriktirme kapasitesine sahiptirler bununla beraber patolojik şartlarda miyofibroblastlara farklılaşırlar ve kollajen sentezlerler. Yağda eriyen A vitamini bu hücrelerde birikir (26).

A vitamini, hepatik yıldızsı hücrelerden Retinol Bağlayıcı Protein (RBP)’e bağlı retinol şeklinde salınır. Sonra, karaciğerden retinaya taşınır. Burada, stereoizomer, II-cis retinal opsin proteinine bağlanarak rodopsini oluşturur. Bu, retinanın rod ve koni hücrelerinin pigmentidir.

Kronik inflamasyon, siroz gibi belirli patolojik şartlarda, İto hücreleri lipid ve A vitamin depolama yeteneklerini kaybederler ve miyofibroblast karakteristikleri olan hücrelere dönüşürler. Bu hücrelerin hepatik fibrojeneziste önemli rol oynadıkları gözlenmiştir. Bunlar; Tip I ve Tip III kollajeni sentezler ve perisinüzoidal aralıklarla depolarlar ve karaciğer fibrozisine yol açarlar. Bu kollajen, portal aralığın bağ dokusu ile ve vena sentralisi çevreleyen bağ dokusu ile devam eder.

Perisinüzoidal fibröz stromadaki artış, karaciğerin toksik maddelere karşı erken bir sinyalıdır. İto hücrelerinin sitoplazması, desmin, düz kas  $\alpha$ -aktin filamentleri gibi kontraktıl elementler içerirler. Hücre kontraksiyonu esnasında, sinüzoidler içinde vasküler kanalları daraltarak vasküler direnci artırır ve portal hipertansiyona yol açarlar. İlaveten, İto hücreleri karaciğer hasarından sonra ekstrasellüler matriksin yeniden yapılanmasında rol oynarlar (26, 32, 37, 38, 39).

Disse aralığında bulunan diğ er bir hücre ise “Pit hücreleri”dir. Bu hücreler bazı hayvan türlerinde bulunup immün sisteme dahil edilmektedir (38).

#### **2.4.6.6 Hepatositler**

Hepatositler, karaciğ er lob  llerinde anastomozlaşan hücre tabakaları oluştururlar. Hepatositler, her birinin boyutu 20-30 µm ebatında b y  k, poligonal hücrelerdir. Karaciğ er hücre topluluğunun yaklaşık %80’ini meydana getirirler.

Hepatosit çekirdeğ i, b y  k ve sferik olup, hücre merkezinde bulunur. Erişkin karaciğ erind  çoğ u tetraploit (4n miktarında DNA içerirler) ve çift çekirdekli dir. Heterokromatin, n kleoplazmada dağ ınık demetler şeklinde ve nüklear zarf altında ayrı bir bant şeklinde bulunur. Her bir çekirdekte iki veya daha fazla iyi gelişmiş çekirdekçik bulunur.

Hepatositler, nispeten uzun yaşayan hücrelerdir. Hayat süreleri yaklaşık 5 aydır. İlaveten, karaciğ er hücreleri ve karaciğ er dokusu; hepatotoksik oluşumlar, hastalıklar veya cerrahi ile kaybedildiğ i zaman önemli rejenerasyon yeteneğ i gösterirler. Hepatosit sitoplazması genellikle asidofiliktir. Rutin ve özel boyama işlemleri ile spesifik sitoplazmik yapıları tanımlanabilir. Bazofilik boyanan bölgeler daha ziyade, gran  ll  ER ve serbest ribozomlar içerirler. Vital boyama veya enzim histokimyası ile 800-1000 adet mitokondri i erdiğ i gösterilebilir.

Periyodik asit-Schiff (PAS) işlemi ile glikojen depoları boyanabilir. Bununla beraber, dokulardaki hematoksilen-eozin ile boyanmış preparatlarda, glikojen düzensiz aralıklar şeklinde görülebilir. Genellikle sitoplazmaya köpüklü bir görünüm verir.

Uygun fiksasyon ve Sudan boyamasından sonra, değişik boyutlarda lipit damlaları görölür. Lipit damlalarının sayısı, etanol gibi belirli hepatotoksinlerin verilmesinden sonra artar. Lipofuksin lizozomlardaki bir pigmenttir. Rutin Hemotoksilen-Eozin (HE) boyamalarda değişik miktarlarda görölür. Sınırları belirli, kahverengi granüller PAS metodu ile de görölabilir.

Hepatositlerde çok sayıda peroksizom bulunur. Çok miktarda peroksizom immünohistokimya ile gösterilir. Her bir hepatositte en az 200-300 peroksizom bulunur. Bunlar nispeten büyüktür ve çapları 0.2-1.0 µm'dir. Peroksizomlar, oksijen kullanımının ana alanlarıdır. Bu yolda mitokondrilere benzer bir fonksiyon geliştirirler. Toksik hidrojen peroksidi oluşturan büyük miktarlarda oksidaz içerirler. Peroksizomlarda, aynı zamanda katalaz enzimi bulunur. Katalaz, hidrojen peroksidi oksijen ve suya indirger. Bu tip reaksiyonlar, karaciğerde oluşan pek çok detoksifikasyon yolu ile ilgilidir (Alkollerin detoksifikasyonunda olduğu gibi). Normalde, sindirimle alınan etanolün yarısı, karaciğer peroksizomlarında bulunan enzimler tarafından asetaladehite çevrilir. İnsanlarda peroksizomlarda katalaz, D-amino asit oksidaz ve alkol dehidrojenaz bulunur. İlâveten, peroksizomlar, yağ asitlerinin bozulması (β-oksidasyon), glikoneojenez ve pürin metabolizması ile ilgili organellerdir.

Hepatositlerde düz endoplazmik retikulum (AGER) yaygındır, fakat dağılımı metabolik aktivite ile değişir. Düz endoplazmik retikulum; toksinlerin, ilaçların, kolesterolün ve lipoproteinlerin lipit bölümlerinin sentezinden sorumlu enzimlerin indirgenmesi ve konjugasyonu ile ilgili enzimler içerir. Hepatositlerin ilaçlar, toksinler veya metabolik uyarıcılarla karşılaşması durumunda, düz endoplazmik retikulum artış gösterebilir. Belirli ilaçlar ve hormonlar, düz endoplazmik retikulumu uyarmalarına ilâveten, yeni düz endoplazmik retikulum membranlarının ve ilgili enzimlerin sentezini de teşvik ederler. Düz endoplazmik retikulum, alkol, çeşitli ilaçlar (fenobarbital, anabolik steroidler ve progesteron gibi) ve kanser tedavisinde kullanılan kemoterapotiklerin uygulanmasını takiben hipertrofiye uğrar.

Etanol tarafından uyarım, düz endoplazmik retikulumun ilaçları, belirli karsinojenleri ve bazı pestisitleri detoksifiye etme yeteneğini artırır. Diğer yandan, düz ER tarafından oluşan metabolizma, hepatosit hasarı yapan CCl<sub>4</sub> ve 3,4-benzopiren gibi toksik bileşiklerin etkileriyle artabilir.

Hepatositler 50 kadar Golgi oraganeli içerebilir. Kalın kesitlerin ağır-metal preparasyonları (Golgi boyamaları), yaygın Golgi ağını gösterir. 50 kadar Golgi organelinin her biri 3-5 sıkıca paketlenmiş sisterna içerir. Ayrıca hepatositlerde büyük ve küçük veziküller bulunur. Bu üniteler, ağır-metal preparatlarında golgi organelinin dalları olarak görülür. Golgi organelinin safra kanalikülüne yakın elementlerinin ekzokrin safra sekresyonu ile ilgili olduğu kabul edilir. Hücrenin sinüzoidal yüzeyine yakın golgi sisternaları ve veziküller, 25-80 nm çapında elektro-yoğun granüller içerirler, bunların Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein (VLDL) ve diğer lipoprotein prekürsörleri olduğuna inanılır. Bu maddeler, hepatositlerin endokrin fonksiyonunun bir bölümü olarak dolaşıma salınırlar. Düz endoplazmik retikulumun genişlemiş bölümlerinde benzer yoğun kesecikler görülür. Bazen de granüllü ER sisternalarının genişlemiş son kısımlarında ki burası sentezlendikleri yerdir, görülebilir.

Lizozomlar safra kanaliküllerine yakın bölgede yoğundur, histolojik kesitlerde görülen peribiliyer yoğun cisimlere karşılık gelirler (26, 32, 37, 38).

#### **2.4.6.7 Safra Yolları**

Safra, hepatositlerden safra kesesine ve sonra barsaklara akar. Bu sistemin en küçük başlangıç dalı safra kanalikülüdür. Hepatositler buraya safrayı salgılar. Safra kanakülleri, hepatositlerin yan yüzeyinde birbirine bitişik kanallardan oluşan küçük yapılardır. Safra kanalikülleri, hepatositlerin yan yüzünde tam bir halka oluştururlar. Yaklaşık olarak 0.5 µm çapındadırlar

ve sıkı bağlantılarla diğer interselüler kompartmandan ayrılırlar. Buradaki bağlantı kompleksleri, zonula adharens ve desmozomları içerir. İki bitişik hepatositin mikrovillusları, kanaküler lümene yayılır. Kanakülerin plazma membranında ATPaz ve diğer alkalin fosfatazlar lokalize edilebilir; yani bu aralığa safra sekresyonu, aktif bir işlemdir. Klasik karaciğer lobülünde safra akımı, vena sentralis bölgesinden portal alana doğrudur (kan akışının tersi yönünde). Portal alan yakınında fakat hala lobülün içindeyken safra kanalikülleri birleşerek, kısa intrahepatik kanalları oluşturur. Bunlar Herring kanallarıdır ve kübik non-hepatik hücrelerle döşelidir. Bu kanal epitelyumu, safra yollarının distal bölümü gibi devamlı bir bazal lamina ile sınırlıdır. İntrahepatik safra kanalları safrayı hepatik kanallara taşırlar.

Bazı bireylerde, karaciğer ve safra kesesi arasındaki bağ dokusunda, safra kesesinin boynuna yakın olarak Luschka kanalları bulunur. Bu kanallar safra kesesinin lümeni ile değil, sistik kanalla birleşirler. Histolojik olarak intrahepatik safra kanallarına benzerler ve embriyonik safra kanallarının kalıntıları olabilirler.

Ekstrahepatik safra kanalları safrayı; safra kesesi ve duodenuma taşırlar. Erişkin insan karaciğeri günde ortalama 1 L safra salgılar (26, 33, 39).

#### **2.4.7. KARACİĞERİN FİZYOLOJİSİ**

Karaciğer tarafından pek çok plazma proteinleri üretilir ve salgılanır. Karaciğer, besin maddeleri ve vitaminlerin kan dolaşımından alınmasından, depolanmasından ve dağıtılmasından sorumludur. Aynı zamanda, kan glukoz düzeylerini korur ve dolaşan çok düşük dansiteli lipoprotein (VLDL) seviyelerini düzenler. İlaveten, karaciğer çok sayıda toksik maddeleri indirger ve bağlar, fakat aşırı miktardaki toksik maddeler tarafından da haraplanabilir. Karaciğer, aynı zamanda bir ekzokrin organdır. Safra tuzları, fosfolipitler ve

kolesterol içeren safra salgısı yapar. Son olarak, karaciğer önemli endokrin benzeri fonksiyonlar gerçekleştirir.

Karaciğer, dolaşan plazma proteinlerinin çoğunu üretir. Bunların başlıcaları:

**Albumin**, plazma kolloid ozmotik basıncını koruyarak doku sıvı dengesinin ve plazma hacminin düzenlenmesini sağlar.

**Lipoproteinler**, karaciğerde çok fazla VLDL sentezlenir, bunlar trigliseritlerin karaciğerden diğer organlara taşınmasına iştirak eder. Karaciğer, aynı zamanda az miktarlarda diğer plazma proteinlerini de sentezler.

**Glikoproteinler**, demir taşınımı ile ilgili proteinlerdir (haptogloblin, transferrin ve hemopeksin gibi.)

**Protrombin ve fibrinojen**, kan pıhtılaşmasında görev alan önemli bileşikleridir.

**Non-immün  $\alpha$ - ve  $\beta$ - globulinler**, plazma kolloid ozmotik basıncının korunmasına yardımcı olur ve değişik maddelerin taşıyıcı proteini olarak rol oynar.

**Karaciğer, çeşitli vitaminleri ve demiri depolar ve dönüşümünü sağlar:**

Çeşitli vitaminler, kan dolaşımından alınarak karaciğer tarafından depolanır ve biyokimyasal olarak modifiye edilir.

**A Vitamini (retinol)**, görmede önemli bir proteindir. Gözde rodopsin sentezi için gereken retinal'in prekürsörüdür. Karaciğer, vitamin A'nın alınması, depolanması ve dolaşım düzeylerinin korunmasında önemli rol oynar. Kandaki vitamin A düzeyleri düştüğü zaman karaciğer, İto hücrelerinde bulunan depo alanlarından vitamin A'yı harekete geçirir. Daha sonra, A vitamini retinol bağlayıcı proteine (RBP) bağlı bir şekilde dolaşıma katılır. Karaciğer, aynı zamanda RBP sentezler. RBP sentezi, plazma A vitamini düzeyleri ile düzenlenir. Gece körlüğü ve multiple deri hastalıkları, A vitamini eksikliği ile ilgilidir.

**D Vitamini (kolekalsiferol)**, kalsiyum ve fosfat mekanizmasında önemli bir vitamin olan D vitamini diyetteki D<sub>1</sub> vitamininden ve bunun yanı sıra, ultraviyole ışınlarına maruz kalan deride, 7-dehidrokolesterolün çevriminden elde edilir. A vitamininden farklı olarak, D vitamini karaciğerde depolanmaz, fakat iskelet kaslarına ve yağ dokusuna dağılır. Karaciğer, D vitamini metabolizmasında önemli bir rol oynar. D<sub>3</sub> vitaminini 25-hidroksikalsiferole dönüştürür. Bu, dolaşan D vitamininin yaygın şeklidir. Böbrekte, daha ileri çevirim aşaması gerçekleşir ve 1,25-hidroksikalsiferole dönüşür. Bu, D<sub>3</sub> vitamininden 10 kat daha fazla aktiftir. D<sub>3</sub> vitamini, iskelet sistemi ve dişlerin gelişimi ve büyümesi için temel bir vitamindir. D vitamini eksikliği, Riketsiya ve kemik mineralizasyonu bozuklukları ile beraber görülür.

**K vitamini**, protrombin ve çeşitli diğer pıhtılaşma faktörlerinin karaciğerde sentezi için önemlidir. Vücuda diyetel olarak alınır ve ince barsaktaki bakteriyel flora tarafından sentezlenir. K vitamini, şilomikronlarla karaciğere taşınır. Burada hızlı bir şekilde absorbe edilip, daha sonra ÇDDL ile salgılanır. K vitamini eksikliği, hipoprotrombinemi ve kanama hastalıkları ile beraberdir (26, 33, 39).

Bunlara ilaveten, karaciğerin; depolama, metabolizma ve demir dengesini düzenleme gibi fonksiyonları vardır. Demir taşınımı ve metabolizması ile ilgili hemen hemen bütün proteinleri sentezler (transferrin, haptoglobin, ve hemopeksin gibi). Transferrin, bir plazma demir taşıyıcı proteindir. Haptoglobin, plazmadaki serbest hemoglobini bağlar; bu kompleks, karaciğer tarafından depo demiri olarak ortadan kaldırılır. Hemopeksin, kandaki serbest hem'in taşınımı ile ilgilidir. Demir, hepatosit sitoplazmasında ferritin şeklinde depolanır veya hemosiderin granüllerine dönüştürülebilir. Yeni çalışmalarda, hepatositlerin uzun dönem demir depolanması için ana merkezler olduğu gösterilmiştir (26, 33, 39, 40).

### **Karaciğer, ilaçları ve toksinleri indirger:**

Hepatositler; ilaçların, toksinlerin ve vücuda yabancı diğer proteinlerin (ksenobiyotikler) indirgenmesi ile ilgilidir. Pek çok ilaç ve toksin hidrofilik değildir. Bundan dolayı, böbrekler tarafından dolaşımdan etkin bir şekilde elimine edilemeyebilirler. Karaciğer, bu maddeleri daha çözülebilir şekillere dönüştürür. Bu yol, hepatositler tarafından iki fazda gerçekleştirilir.

**Faz I**, oksidasyon olarak isimlendirilir. Yabancı bileşiklere hidroksilasyon (OH grubu eklenmesi) ve karboksilasyonu (COOH grubu eklenmesi) içerir. Bu faz, hepatosit düz endoplazmik retikulum ve mitokondrilerinde gerçekleşir. Proteinler toksik maddelerin metabolize edilmesinde görev alan ve sitokrom p-450 olarak isimlendirilen enzim grubu sayesinde, bir seri biyokimyasal reaksiyonu içerir.

**Faz II**, konjugasyon olarak isimlendirilir. Glukuronik asitin, glisin ve taurinle konjugasyonu gerçekleşir. Bu yol, faz I ürünlerini daha suda eriyebilir hale getirerek böbrekler tarafından ortadan kaldırılmasına yardımcı olur ( 26, 33).

### **Karaciğer pek çok diğer önemli metabolik yollarla ilgilidir:**

Karaciğer, karbonhidrat metabolizması için önemlidir. Çünkü, hücre işlevleri için yeterli besin desteğini sağlar. Glukoz metabolizmasında karaciğer, gastrointestinal yoldan emilen glukozu fosforile ederek glukoz-6-fosfata dönüştürür. Enerji isteğine bağlı olarak, glukoz-6-fosfat ya karaciğerde glikojen şeklinde depolanır veya glikolitik yolda kullanılır. Açlık sırasında glikojen glikojenoliz ile parçalanır ve glukoz kan dolaşımına verilir.

Karaciğer, lipit metabolizmasında da rol oynar. Plazmadan köken alan yağ asitleri  $\beta$ -oksidasyon ile hepatositlerde işleme girer ve enerji elde edilir. Karaciğerde, aynı zamanda diğer organlar için yakıt olarak kullanılan keton

cisimleri üretilir. Karaciğer, kolesterol metabolizmasında da önemli fonksiyon görür. Kolesterol, safra tuzlarının oluşumunda, VLDL sentezinde ve organellerin biyosentezinde rol oynar. Karaciğer, protein ve nükleik asit indirgenmesi ile oluşan amonyum iyonlarından üre sentezinin yapıldığı ana bir organdır. İlaveten, karaciğer non-esansiyel aminoasitlerin sentezlendiği ve esansiyel aminoasitlere çevrildiği bir organdır (33, 40).

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1 Denekler

Bu çalışmada, gebe oldukları vajinal smearla belirlenen, 24 adet 14-16 haftalık Wistar albino sıçan kullanıldı (Şekil 3-1). Sıçanlar Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Deney Hayvanları Araştırma Merkezi'nden elde edildi.

#### 3.2 Hayvanların Hazırlanması

Çalışmada sıçanlar her grupta 6 denek olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. Bu gruplar; kontrol grubu, Sham grubu, Faraday- (F-), Faraday+ (F+), grupları diye adlandırıldı. Her hayvan için özel hava geçirgenliği olan kutular yapıldı (Şekil 3-2). Kutuların haricinde ise RF nin etkisini homojen olarak yayan 2 adet 50 cm ebadında Faraday kafesi yaptırıldı (Şekil 3-3). Bu kafeslerin her ikisinin de içi birbiri ile iletişim halinde alimünyum levhalarla kaplandı. Deney süresince tüm hayvanlar standart yem ve çeşme suyu ile beslendi.



**Şekil 3-1.**Hamile sıçanların görüntüleri

### 3.3 Deneyin yapılışı

**1. grup (kontrol):** Bu gruptaki sıçanlara RF uygulanmadığı gibi, hazırlanmış olan özel kutulara ve Faraday kafeslerinede alınmadılar.

**2. grup (Sham):** Dış etkenlerin deney üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla, Faraday kafesleri içindeki özel kutularında tutulan bu gruptaki sıçanlara cep telefonu RF'ı uygulanmadı. Fakat tüm sıçanlar 60 dakika süreyle özel havalandırmalı kutulara konuldu ve Faraday kafesine yerleştirildi (Şekil 3-2, 3-3).

**3. grup Faraday- (F-):** Sıçanlar, günde bir defa ve aynı saatte olmak üzere ile 60 dakika süreyle kendileri için hazırlanmış ve üzerine cep telefonu sabitlenmiş olan kutulara alınarak (Şekil 3-4), Faraday kafesleri dışında cep telefonu RF'ına maruz bırakıldılar. Cep telefonları 60 dakika boyunca konuşma modunda tutuldu.

**4. grup Faraday+ (F+):** Bu sıçanlar Faraday kafesi içerisinde ve özel havalandırmalı kutularında 60 dakika boyunca konuşma modunda cep telefonu RF'na maruz bırakıldılar.



**Şekil 3-2:** Hayvanlar için yapılmış özel havalandırmalı kutular.



**Şekil 3-3:** İçi Alimuyum kaplı Faraday kafesleri.



**Şekil 3-4:** Cep telefonu RF'ına maruziyet



**Şekil 3-5:**Yenidoğan yavrular

Bu uygulamalardan sonra tüm hayvanlardan alınan beşer tane yenidoğan yavru dekapite edildi (Şekil 3-5). Yeni doğanların karaciğer, sağ loplari alındı. Alınan parçalar %10 luk formalin fiksatifi ile tespit edildi. Yenidoğan karaciğerlerinin, ışık mikroskobu için parafin tekniğine göre, rutin takipleri yapıldı. Hazırlanan parafin bloklardan Shandon AS325 mikrotom ile 5-6 mikron kalınlığında kesitler alınarak Hematoksilen-eosin (HE), Masson trikrom (MT) boyalarıyla boyandı. Hazırlanan preperatlardan, Nikon Dijital Sight DS-L1 fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilerek histolojik olarak ışık mikroskobu düzeyinde değerlendirildi.

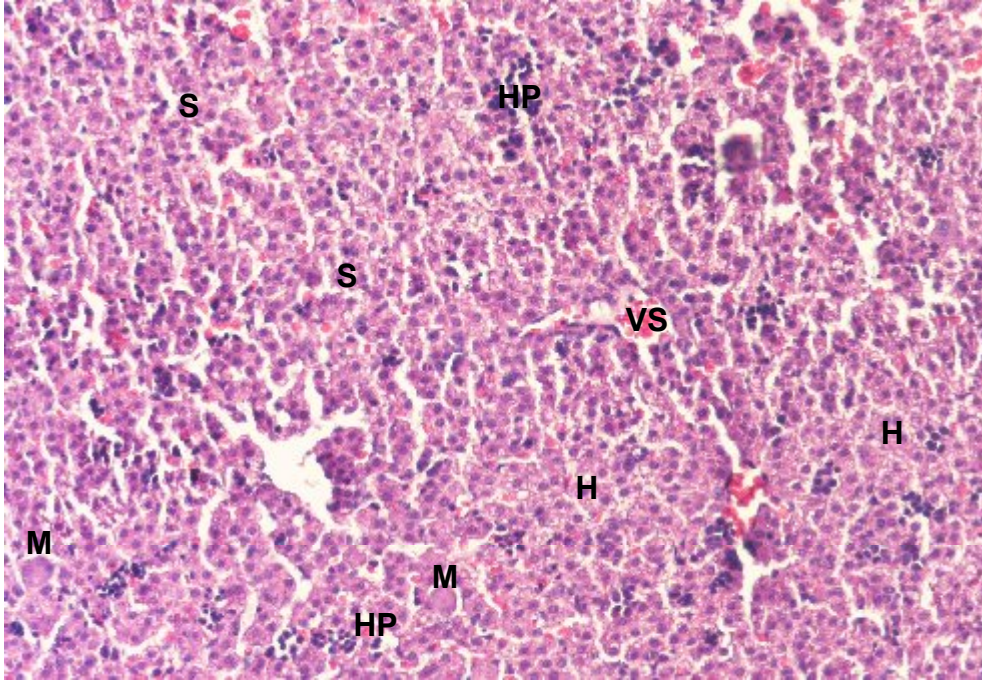
#### **4. BULGULAR**

**1. grup (kontrol):** Bu gruptaki yeni doğan karaciğerlerinin yapılan ışık mikroskopik incelenmesinde, normal karaciğer yapıları gözlemlendi. Hepatosit kordonları bir veya iki hücre kalınlığında ve düzgün bir sıralanışla dizilirken, sinüzoid duvarları ve genişliği normal bir görünüm sergiliyordu. Aynı zamanda hemopoezinin devam ettiğinin bir işareti olarak, sinüzoidler içinde ekstrameduller hemopoetik hücre alanlarına ve yer yer megakaryosit hücrelerine rastlandı. Vena sentralis ve portal alanlar normal bir histolojik yapı gösteriyordu (Şekil 4-1). Histokimyasal olarak MT boyaması ile porto-portal ve porto santral fibrozis gelişimi gözlemlenmedi (Şekil 4-2).

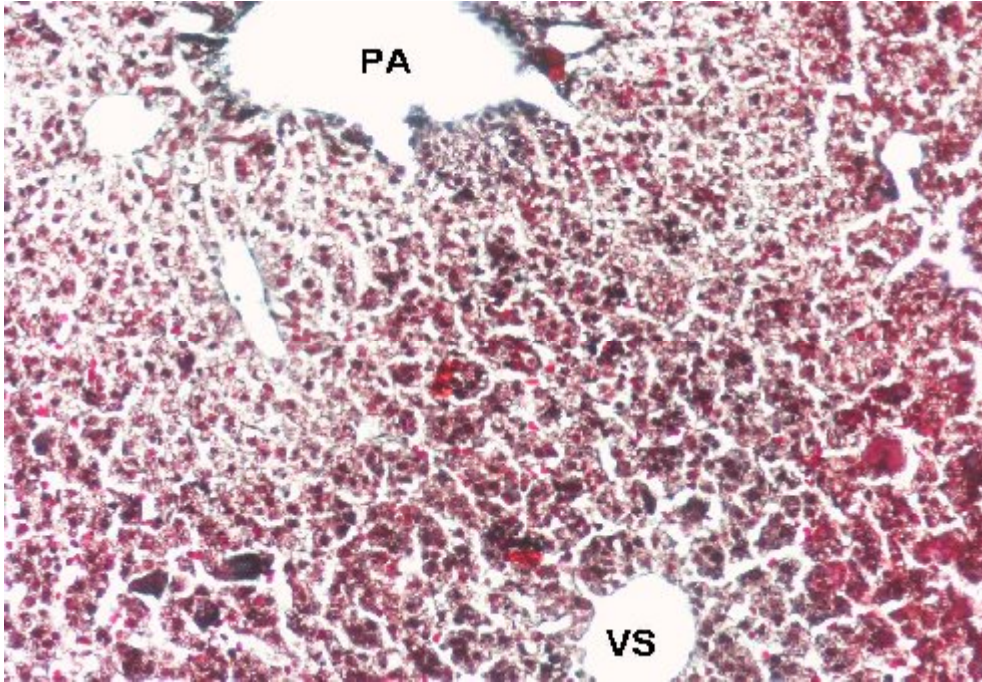
**2. grup (Sham):** Deneyde kullanılan düzenek ve şartların yeni doğan sıçanların karaciğerlerinde oluşturabileceği olası etkileri araştırmak için düzenlenen bu grupta, kontrol grubuna benzeyen karaciğer görünimleri elde edildi (Şekil 4-3, 4-4).

**3. grup (F-):** Faraday kafesi dışında olacak şekilde, özel havalandırılmalı kutusu içinde 60 dakika süre ile cep telefonu RF'na maruz bırakılan gebe sıçanların karaciğerlerinin histolojilerinde, kontrol grubu ve sham grubuna göre, ışık mikroskopik olarak bir farklılık saptanmadı. Hepatositlerde herhangi bir dejenerasyon olmadığı gibi, sinüzoid yapılarının korunduğu, hemopoetik aktivitenin devam ettiği, vena sentralis ve portal alan yapılarında herhangi bir fibrotik süreç ve hasarlanmanın gelişmediği saptandı (Şekil 4-5, 4-6).

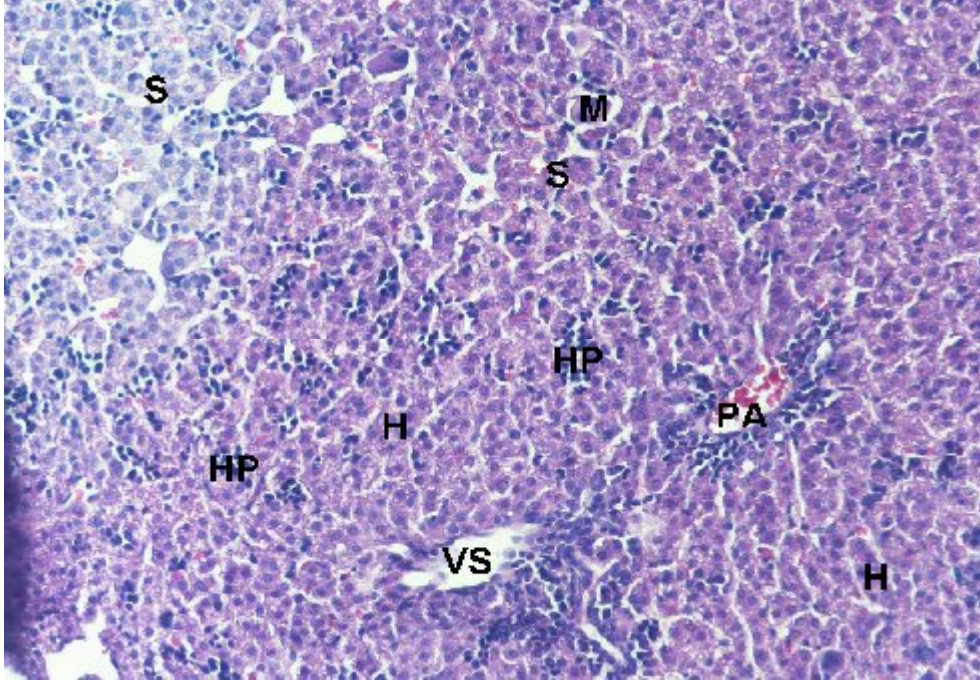
**4. grup (F+):** Faraday kafesi içerisinde ve özel havalandırılmalı kutularında, 60 dakika süreyle cep telefonu RF'na maruz bırakılan gebe sıçanların; yeni doğanlarının karaciğer morfolojilerinde, diğer gruplarda olduğu gibi, histomorfolojik bir değişim gözlemlenmedi (Şekil 4-7, 4-8).



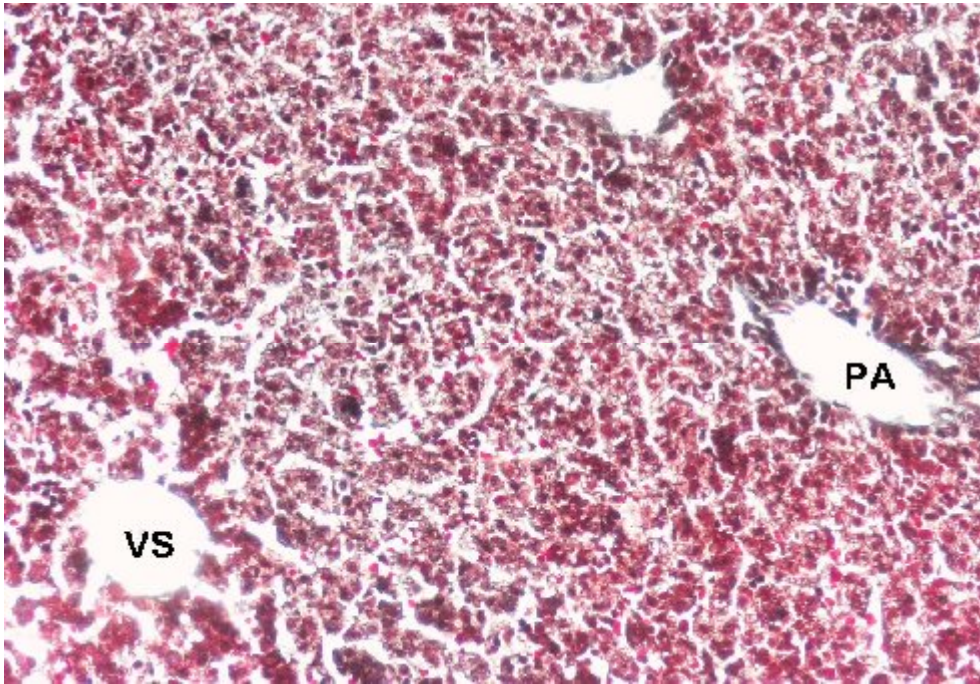
**Şekil 4-1:** Kontrol grubu. H: Hepatosit, HP: Hemopoetik Hücreler, VS: Vena Sentralis, S: Sinüzoid, M: Megakaryosit. (X20, H.E)



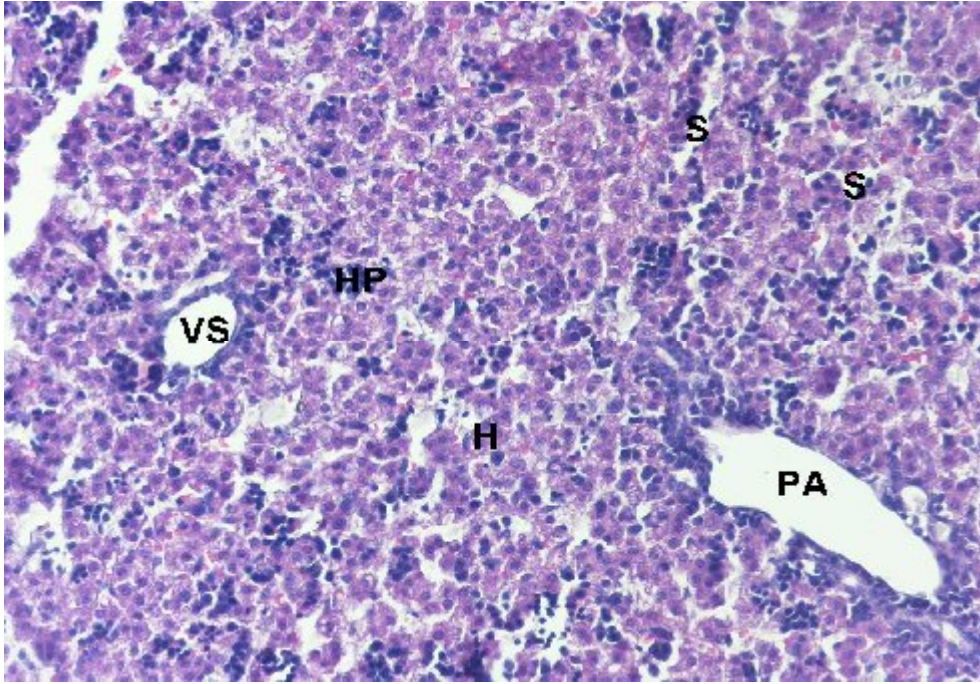
**Şekil 4-2:** Kontrol grubu. PA: Portal Alan, VS: Vena sentralis (X20, MT)



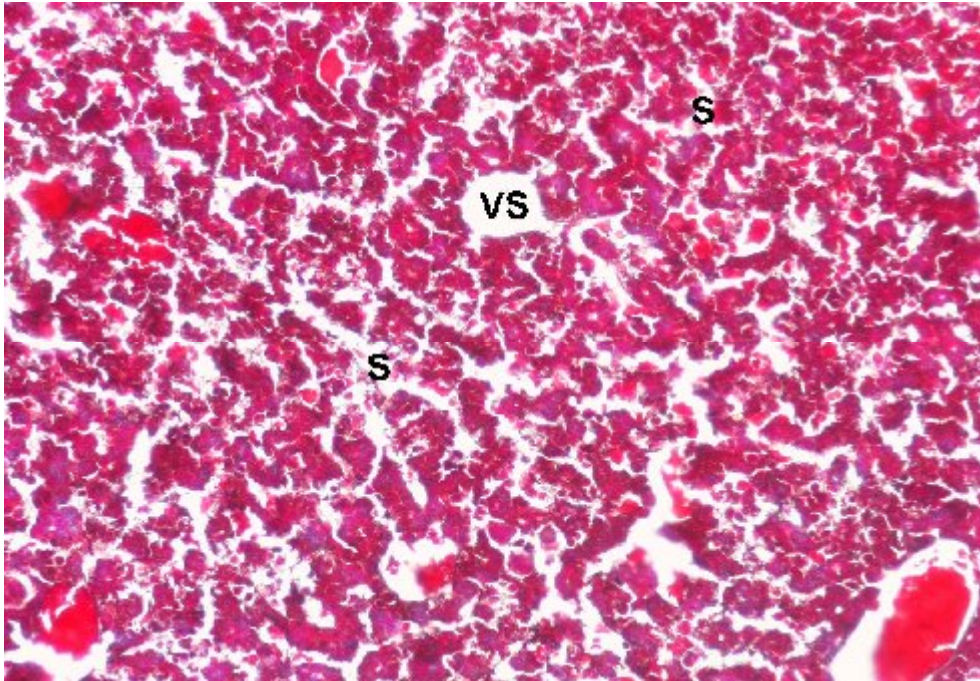
**Şekil 4-3:** Sham grubu. H: Hepatosit, HP: Hemopoetik Hücreler, VS: Vena Sentralis, S: Sinüzoid, M: Megakaryosit. PA:Portal Alan X20 HE



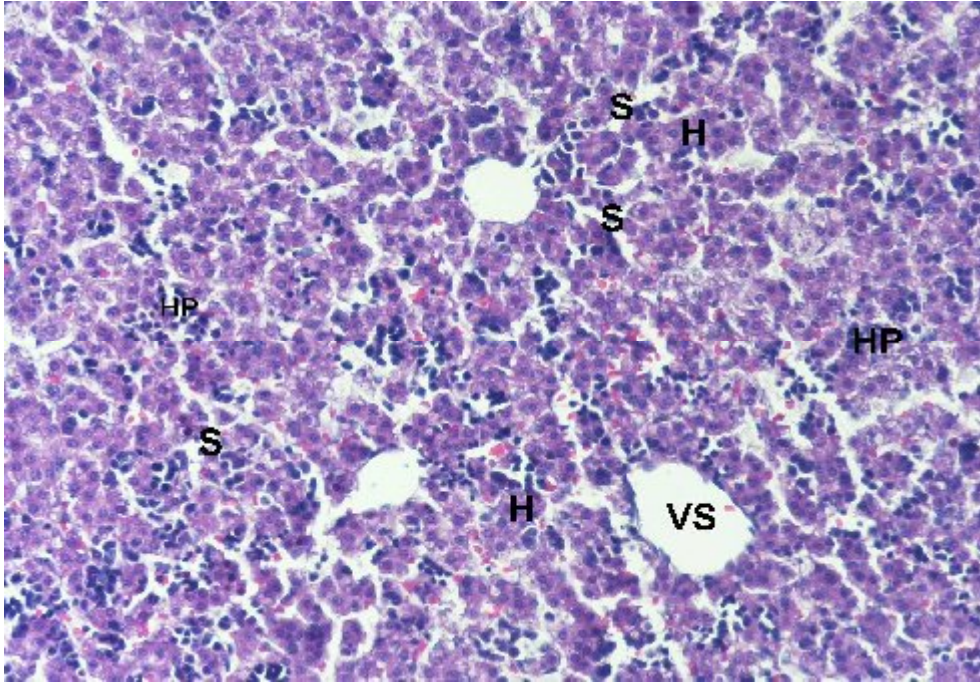
**Şekil 4.4:**Sham grubu. VS:Vena Sentralis PA:Portal Alan X20 MT



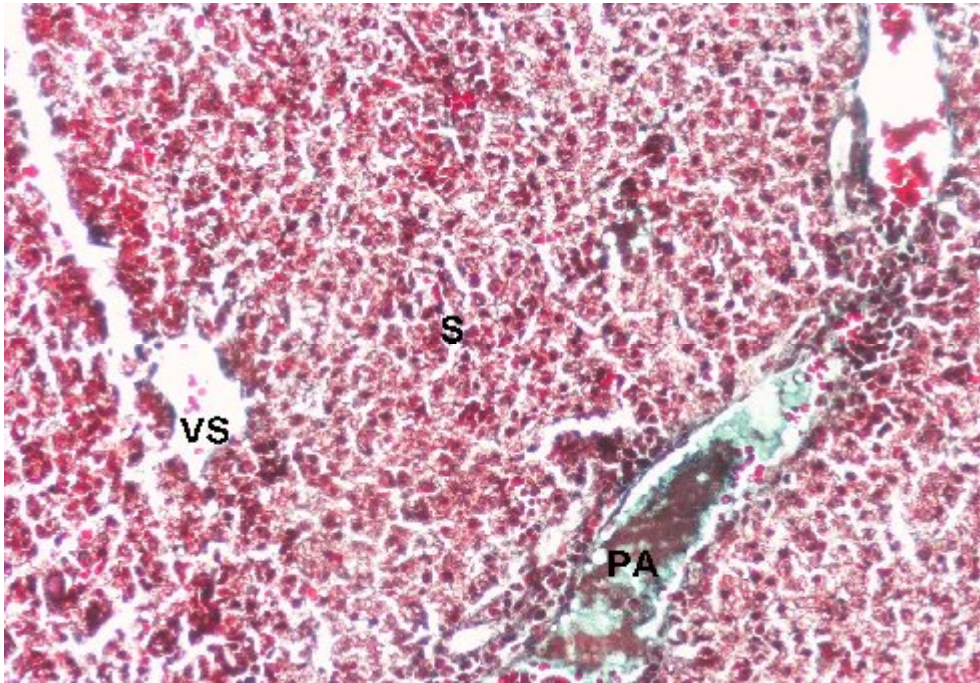
**Şekil 4.5:** F- grubu. H: Hepatosit, HP: Hemopoetik Hücreler, VS: Vena Sentralis, PA: Portal Alan, S: Sinüzoid, X20 HE



**Şekil 4.6:** F- grubu. VS:Vena Sentralis, S:Sinüzoid X20 MT



**Şekil 4.7:** F+ grubu. H: Hepatosit, HP: Hemopoetik Hücreler, VS: Vena Sentralis, S: Sinüzoid, X20 HE



**Şekil 4.8:** F+ grubu VS: Vena Sentralis, PA: Portal Alan, S: Sinüzoid, X20 MT

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gelişen teknoloji insan hayatına yeni kolaylıklar katarken, kullanıma giren her yeni teknolojik ürün beraberinde insan sağlığını tehdit eden dezavantajları da taşımaktadır. Saç kurutma makinesinden, mikrodalga fırına, televizyondan, bilgisayara kadar pek çok hayatı kolaylaştıran ürün beraberinde yaymış olduğu RF ile insan sağlığına olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Cep telefonları ve bunların bağlı olduğu baz istasyonları devreye girdiği andan itibaren, insan sağlığı ile ilgili olarak ortaya koyabileceği olumsuz etkiler yönünden; gerek deneysel gerekse klinik araştırmalarla tartışılmaya başlanmıştır (41, 42, 43, 44).

Cep telefonu kullanımının hem dünyada hemde ülkemizde artış göstermesi, cep telefonu kullanımı konusunda daha dikkatli olunmasını zorunlu hale getirmektedir (1). Üstelik risk gruplarındaki (yetişkinler, çocuklar ve gebeler) cep telefonu kullanımının oluşturabileceği zararları açısından daha dikkatli olunmasını gerektirmektedir (11). Cep telefonlarından yayılan RF vücudun sadece belirli kısımları üzerinde (gözler, testis) etkiler oluşturabilirken (45), cep telefonlarının bağlı olduğu baz istasyonları daha genel etkiler ortaya koyabilmektedir (46).

Cep telefonlarının oluşturduğu RF; hücresel ve moleküler düzeyde birçok zararlı etkiye neden olmaktadır (47). Yapılan araştırmalarda, RF dalgalarının kromozomlar ve DNA üzerinde olumsuz etkiler yaptığı ifade edilmektedir (42, 43, 44). RF dalgalarının DNA üzerinde yaptığı etkiler, cep telefonunun kanserojen ve teratojen etkiler oluşturabileceğini düşündürmektedir (47, 48, 49).

Kang ve arkadaşları çok düşük frekanslı unipolar pulsatil manyetik alanın fare talamus ve beyin kök hücrelerini az etkilediğini, kortikal renal tübüler epitelyumu etkilediğini, fakat medüller tübülleri daha az etkilediğini belirtmiştir (50). Martinez ve arkadaşları yaptıkları çalışmada RF'nın pineal bezden melatonin salgısını baskıladığını ve pineal sinaptik düğüm

sayılarında azalma olduğunu saptamışlardır (51). ICNIRP'nin (International commission on non-ionizing radiation protection) belirlediği sınır değerlerin altında mobil telefon sinyallerinin beynin elektriksel aktivitelerinde ve algılama fonksiyonlarında (dikkat, hatırlama, tepki verme gibi) kısa süreli değişimlere neden olduğu gösterilmiştir (22). Cep telefonlarının şu ana kadar ki çalışmalarda kanıtlanmış en önemli etkisi sürücülerde kaza riskini artırdığıdır. Kaza riski sürücünün yaşı ile orantılı olarak artmakta, cep telefonu yerine araç telefonu da kullanılsa risk aynı kalmakta (konuşmanın dikkati dağıtması nedeniyle) ve etki kanda %0,05 alkol bulunması düzeyine ulaşmaktadır (52). Ayrıca kalp pili kullananlarda cep telefonu kullanırken dikkatli olmak zorundadır. ANSI (American National Standards Institute – Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü) standartlarında kontrolsüz etkilenme için belirlenmiş seviyeler korunduğu sürece vücut içine konulmuş tıbbi elektronik cihazların mobil telefon ya da baz istasyonlardaki antenlerinden yayılan RF dalgalardan etkilendiklerini gösteren bir kanıt bulunmamaktadır. Ancak mobil telefon anteni doğrudan kalp pili üzerine konulursa etkileşim olasıdır. Bu nedenle mobil telefonların kalp pili kullananlarca göğüs cebinde taşınmaması önerilmektedir (53).

Cep telefonu RF dalgalarının olumsuz etkilerini bildiren çalışmalar olması yanında, zararlı etkiler oluşturmadığını ifade eden çalışmalarda mevcuttur. Örneğin; Fritze ve arkadaşları ile Finnie ve arkadaşları cep telefonunun, kan beyin bariyerini etkilemediğini (54, 55); Aran ve arkadaşları domuz yavrularında yaptıkları RF çalışmasında, duyum eşik sınırlarında kontrol grubuna göre herhangi bir farklılık olmadığını (56); Dasdag ve arkadaşları cep telefonu RF uyguladıkları ratların testislerinde, sperm morfolojilerinde ve seminifer tübüllerinde etki oluşturmadığını (57); Forgacs ve arkadaşları RF'ın leydig hücrelerini etkilemediğini (58); Çelik ve Hasçalık cep telefonu RF'nın, fetusun kalp atım hızı ortalama değerleri üzerine, belirgin bir değişime neden olmadığını (59) bildirmişlerdir. Cep telefonlarının özellikle beyin tümörlerini arttırıp arttırmadığı ile ilgili yapılan incelemelerde cep telefonu kullanımının kansere yol açtığını gösterecek kesin deliller

bulunamamıştır. ABD ve Danimarka'da yapılan ayrıntılı çalışmalar cep telefonu kullanımının beyin tümörü riskini arttırmadığını ifade etmektedir (60, 61). Aynı şekilde RF'nın olumsuz etkilerinin olmadığını bildiren diğer çalışmalar da mevcuttur (62, 63, 64, 65, 66).

RF'nın dokular üzerindeki zararlı etkilerini, belli antioksidanların azalmasına yol açarak oluşturduğunu gösteren çalışmalar vardır (67, 68). Moustafa ve arkadaşları (66) RF'nın insan eritrositlerine olan etkileri konusunda yaptıkları çalışmada, lipit peroksidasyonunun arttığını ve bazı antioksidanların ise azaldığını tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada RF'nın beyinde oksidatif stresi artırdığı belirtilmiştir (68).

Yaykaşlı yaptığı tez çalışmasında, cep telefonunun yaydığı radyasyonun sıçan karaciğerinde antioksidan düzeylerini düşürdüğü ve lipit peroksidasyonuna yol açtığını ifade etmiştir (69).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bugüne kadar cep telefonu ile ilgili çalışmaları daha kapsamlı hale getirebilmek için çeşitli çalışmalar başlatmışlardır. Bu çalışmaların sonuçlarının önümüzdeki yıllarda alınması beklenmektedir.

Yaptığımız çalışmada 60 dakika süreyle, gerek Faraday kafesi içerisinde, gerekse Faraday kafesi dışında cep telefonu RF'na maruz bırakılan gebe sıçanların yeni doğan yavrularının karaciğer dokularında, histolojik olarak ışık mikroskopik düzeyde morfolojik bir değişiklik oluşturduğunu tespit edemedik. Hasar sadece biyokimyasal düzeyde kalmış olabileceği gibi, karaciğerin rejenerasyon gücünün fazla oluşu da morfolojik hasarları görmemizi önlemiş olabilir.

Aynı konu üzerinde daha sonra yapılacak olan çalışmaların; biyokimyasal, immunohistokimyasal ve elektron mikroskopik metotlarla desteklenmesi ve cep telefonu RF'nın karaciğer üzerinde oluşturacağı olası hasarların düzeyinin net olarak ortaya konulması gerekmektedir.

Ayrıca, cep telefonu RF'nin oluşturduğu hasarların etki mekanizmasındaki karanlık noktaların ortaya çıkarılması için; diğer organların, intrauterin gelişimini de kapsayacak şekilde genişletilmiş çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR:

- 1- Şeker, S.,Korkut,A.,”Tehlikeli Oyuncak”, Hayy Yayınevi, İstanbul, S:12, Nisan 2005
- 2- Eliyahu I, Luria R, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N, Shani G. “Effect of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans”, Bioelectromagnetics. 2006 Feb;27(2):119–26
- 3- Grigor’ev I. “The electromagnetic field of cellular phone and the health of children and of teenagers)the situation requiring to take an urgent measure”, Radiats BiolRadioeco 2005 Jul-Aug;45(4):442–50
- 4- Lim HB, Cook GG, Barker AT, Coulton LA. “Effect of 900 Mhz electromagnetic fields on nonthermal induction of heat shock proteins in human leukocytes”, Radiat Res. 2005 Jan;163(1):45-52
- 5- Cotgreave IA. “Biological stress responses to radiofrequency electromagnetics radiation:are mobile phones really so(heat) shocking”?, Arch Biochem Biophys. 2005 Mar 1;435(1):227-40
- 6- Loughran SP, Wood AW, Barton JM, Croft RJ, Thompson B, Stough C. “The effect of electromagnetics field emitted by mobile phones on human sleep”, Neuroreport. 2005 28;16(17):1973–6
- 7- Hardell L, Mild KH, Carlberg M, Hallquist A. “Cellular and cordless telephone use and the association with brain tumors in different age groups”, Arch Environ Health 2004 59(3):132–7
- 8- Hardell L, Carlberg M, Mild KH. “Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000–2003”, Neuroepidemiology. 2005 25(3):120–8
- 9- Koyu A, Cesur G, Özgüner F. “Effect of 900 Mhz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats”, Toxicol Lett. 2005 157(3):257–62
- 10- Grigor’ev Iug. “Biological effect of mobile phone electromagnetic field on chick embryo”, Radiats Biol Radioecol. 2003 43(5):541-543
- 11- Çevre İçin Hekimler Derneği ve İstanbul Tabip Odası’nın 17 Temmuz 2000 Tarihli Ortak Bildirgesi İstanbul Tabipler Odası 2000-2001 Dönemi Çalışma Raporu Temmuz 2000
- 12- Rapacholi M.,EMF and Cancer, International Radiation Protection Association 11 th International Congress, Madrid, Spain 2004 Planery Panel Session PPS-3
- 13- IARC monographs, vol. 71, p.345, 12 April 1999 Lyon/France
- 14- Safel R. Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O Planlama ve İktisadi Araştırmalar Grup Yönetmenliği Sektör Araştırmaları Serisi No:25 Telekomünikasyon Sektörü 1.Baskı, Ankara, 2001
- 15- Dural G., Ruacan, Ş., “Elektromanyetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı, Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları”, Tübitak Bülten, Ankara, 4-21 (2001)

- 16- Topkaya F. Telekomünikasyon Sektöründe Erişim Sorunları 1. Baskı, Ankara Rekabet Kurumu, Yayın no:0108 Ankara 2003
- 17- Atasü T, Öçer F. "Gebelikte Fetusa ve Yenidoğana Zararlı Etkenler" Nobel Tıp Kitabevi İstanbul S:502 Mart 2000
- 18- Kallen B. Delivery outcome among physiotherapists in Sweden. "Is non-ionizing radiation a fetal hazard"? Arch Environ Health 1982 37:81
- 19- Louge JN. "Congenital anomalies and paternal occupational exposure to shotwave, microwave, infrared and acoustic radiation", J Occup Med 1985 27:451
- 20- McGivern RF, Sokol RZ, Adey WR. "Prenatal exposure to a low frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent making behavior and increases accessory organ weights in rats", Teratology 1990 41:1
- 21- Çevre ve Orman Bakanlığı, Belgelerle Radyasyon, www.cevreveorman.gov.tr
- 22- William Stewart, "Mobile Phones and Health", Chilton IEGMP, 2000
- 23- Şeker S, Çerezci O. "Radyasyon Kuşatması", Boğaziçi Üniversitesi Yayını, İstanbul, 2000
- 24- Kuran, O. Sistemik Anatomi. Filiz Kitabevi. İstanbul 1983
- 25- Ross Mh, Kaye GI, Pawlina W. Histology: A Text and Atlas. 2003. 4 th. edition, Lippincott Williams and Wilkins. P.533-51
- 26- Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. Basic Histology. 10 th. edition, 2003 by Appleton and Lange. 332-50
- 27- Moore. İnsan Embriyolojisi 6.Baskıdan Çeviri. Nobel Tıp Kitabevi 2002
- 28- Peteyrak, I. Medikal Embriology, 2.Baskı. Beta Basım Yayım A.Ş. İstanbul;1986
- 29- Sadler, T.W. Langman's Medical Embriology. 6. Baskı, Palme Yayıncılık, Ankara;1990.
- 30- Çimen A.Anatomi. Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1978.
- 31- Odar İ.V. Anatomi Ders Kitabı, 11. Baskı, Elif Matbaacılık. A.Kom.Şti, Ankara;1979
- 32- Kayalı, H. : Özel Histoloji; Cerrahpaşa Tıp Fakültesi; 1992: 140-151.
- 33- Solomon EP. İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş, Birol Kitabevi, İstanbul 1997
- 34- Dere F. Anatomi. Okullar Pazarı Kitapevi, Adana. 1989.
- 35- Williams F. Atlas of Human Anatomy, 70 th. edition, Barnes and Noble Books; New York 1985
- 36- Greene C. The Anatomy of the rat Transection of the American Philosophical Society Held at Philadelphia for Promoting Useful Knowledge. New Series, Vol.27. Hafner Publishing Company. New York;1968
- 37- Erbenli, T.: Histoloji 2 ; Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.; 99-121.
- 38- Tekelioğlu, M.: Özel Histoloji; ANTIP A.S. Yayınları; 2002;3: 53-54.

- 39- Sodeman WA, Sodeman MT Jr. Sodeman's fizyopatoloji, (Çeviri:Hakan Akbulut), Türkiye Klinikleri Yayınevi, Ankara Cilt II. Bölüm 4 1992
- 40- Arıncı, K. Sindirim Sistemi. Güneş Kitapevi, Ltd. Şti. Ankara.1995
- 41- Oktem F, Ozguner F, Mollaoglu H, Koyu A, Uz E. "Oxidative damage in the kidney induced by 900-MHz-emitted mobile phone: protection by melatonin", Arch Med Res. 2005 Jul
- 42- Nakamura H, Matsuzaki I, Hatta K, Nobukuni Y, Kambayashi Y, Ogino K. "Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats", Reprod Toxicol 2003 May-Jun;17(3):321-6.
- 43- Moulder J.E, Foster K.R, Erderich L. S, Mc Namee J.P. "Mobile phones, mobile phone base stations and cancer", Int J Radiat Biol. 2005 Mar;81(3):189-203.
- 44- Özgüner F, Mollaoğlu H. "Manyetik alanın organizma üzerindeki biyolojik etkileri", S.D.Ü. Tıp Fak. Derg. 2006 13(1)/ 38-41
- 45- Cleveland RF, Ulcek JL."Questions and Answers about Biological Effects and Potential Hazards of Radiofrequency Electromagnetic Fields", Federal Communications Commission Office of Engineering & Technology, OET Bulletin 56, 40. Baskı, 1999
- 46- Hyland GJ. "Physics and biology of mobile telephony", Lancet 2000 356(9244):1833-36 )
- 47- Yasser M. Moustafa, Randa M. Moustafa, A. Belacy, Soad H. Abou-El-Ela, Fadel M. Ali. "Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidase activities in human erythrocytes", Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 2001 26:605-8
- 48-Lary JM, Conover DL, Foley ED, Hanser PL. "Teratojenic effects of 27.12 MHz radiofrequency radiation in rats", Teratology 1982 26:279-309
- 49- Zmyslony M, Jajte JM. "The role of free radicals in mechanisms of biological function exposed to weak, constant and net magnetic fields", 1998 Med Pr 49(2):177-86
- 50- Kang GH, Lee CH, Seo JW, Sung RH, Chung YH, Lee SK, et al. "In-vivo study on the harmful effect of the extremely low frequency unipolar pulsating magnetic field in mice", Korean Med Sci 1997 12(2):128-34
- 51- Martinez Soriano F, Gimenez Gonzalez M, Armanazas E, RuizTorner A. "Pineal synaptic ribbons and serum melatonin levels in the rat following the pulse action of 52-Gs (50-Hz) magnetic fields: an evaluative analysis over 21 days", Acta Anat 1992 143:289-93
- 52- Maier M, Blakemore C and Koivisto M. "The health hazards of mobile phones : The only established risk is of using one while driving", 2000 *BMJ*. May 13; 320(7245): 1288–289
- 53- John E. Moulder, "Cellular Phone Antennas (Base Stations) and Human Health, Version 2.6.2", <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html>, September 2000
- 54- Fritze K, Sommer C, Schimtz B, Mies G, Hossmann KA, Kiessling M, Wiessner C. "Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat", Acta Neuropathol 1997 94:465–470
- 55- Finnie JW, Blumbergs PC, Cai Z, Manavis J and Kuchel TR. "Effect of mobile telephony on blood-brain barrier permeability in the fetal mouse brain", February 2006 Pathology 38(1), pp. 63–65

- 56- Aran JM, Carrere N, Chalan Y, Dulou PE, Larrieu S, Letenneur L, Veyret B, Dulon D. "Effects of exposure of the ear to GSM microwaves: in vivo and in vitro experimental studies", *International Journal of Audiology* 2004 43:545–554
- 57- Dasdag S, Ketani MA, Akdag Z, Ersay AR, Sari I, Demirtas OC, et al. "Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats", *Urol Res* 1999 27(3):219-23
- 58- Foracs Z, Somosy Z, Kubinyi G, Bakos J, Hudak A, Surjan A, Thuroczy G. "Effect of whole-body 1800MHz GSM-like microwave exposure on testicular steroidogenesis and histology in mice", *Reproductive Toxicology* 2006 22 111–117
- 59- Celik O, Hascalik S. "Effect of electromagnetic field emitted by cellular phones on fetal heart rate patterns", *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 112 (2004) 55–56
- 60- Muscat J.E, Malkin, MG, Thompson S, Shore RE, Stellman S, McReed D et al. "Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer", *JAMA*, 2000 284:3001-3007
- 61- Johansen C, Boise JD, McLaughlin JK, Olsan JH. "Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark", *J Natl Cancer Inst.* 2001 93:203-207
- 62- Jensh RP. Behavioral teratologic studies using microwave radiation: "Is there an increased risk from exposure to cellular phones and microwave ovens"?, *Reproduct Toxicol* 1997 11:601–611.
- 63- Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti JL. "Measurment of DNA damage after exposure to electromagnetic radiation in the cellular phone communication frequency band (835.62 and 847.74 MHz)", *Radiat Res* 1997 148:618–627
- 64- Gos P, Eicher B, Kohli J, Heyer W-D. "No mutagenic or recombinogenic effects of mobile phone fields at 900 MHz detected in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*", *Bioelectromagnetics* 2000 21:515–523
- 65- Grant FH, Schlegel RE. "Effects of an increased air gap on the in vitro interaction of wireless phones with cardiac pacemakers", *2000 Bioelectromagnetics* 21:485–490
- 66- Maes A, Collier M, Verschaeve L. "Cytogenetic effects of 900 MHz (GSM) microwaves on human lymphocytes", *Bioelectromagnetics* 2001 22:91–96
- 67- Moustafa YM, Moustafa RM, Abou-El-Ela SH, Ali FM. "Effect of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plazma lipid-peoxide and antioxidase activities in human erythrocytes", *J.Pharm. Biomed.Anal.* 2001 26:605-608
- 68- İlhan A, Gürel A, Armutcu F, Kamılsı S, Iraz M, Akyol O, Ozen S. "Gingko biloba prevents mobile phone-induced oxidative stres in rat brain", *Clin.Chim.Acta* 2004 340:153-162
- 69- Yaykaşlı, E. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi/Ankara/Türkiye/2006

## **ÖZGEÇMİŞ**

1973 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 1998 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun oldu. Gaziantep Valiliği Çevre Müdürlüğü laboratuvarında Biyolog olarak çalıştı. 2001 yılından beri Gaziantep'te Şahinbey Türktepe İlköğretim Okulu'nda öğretmenlik yapmaktadır.