

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

54980

**YÜKSEK GERİLİM HATTINDA ÇALIŞAN VE
YAKININDA YAŞAYAN BİREYLERİN ERİTROSİT
MEMBRAN PROTEİNLERİNİN SDS POLİAKRİLAMİD
JEL DİSK ELEKTROFOREZİ YÖNTEMİ İLE
ARAŞTIRILMASI**

CAN PAKSU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOFİZİK

GAZİANTEP - 1997

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün onayı

Prof. Dr. Yusuf COŞKUN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışmasının bir "Yüksek Lisans" derecesi için uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

Yrd. Doç. Dr. Nurten ERDAL
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez, tarafımdan okunmuş ve her yönü ile bir "Yüksek Lisans" tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur.

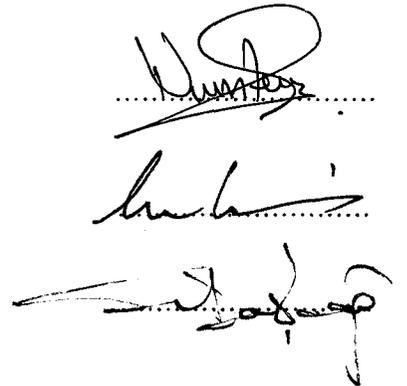
Yrd. Doç. Dr. Nurten ERDAL
Danışman

Tez Jürisi:

Yrd. Doç. Dr. Nurten ERDAL

Prof. Dr. Salih ÇELİK

Doç. Dr. Süleyman DAŞDAĞ



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
RESİMLER LİSTESİ.....	vi
SEMBOLLER LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Yüksek Gerilim Hatlarının Özellikleri.....	3
2.1.1 Enerji İletim Hatlarının Etki Alanları, Yönetmelik ve Uluslararası Standartları.....	4
2.2 Elektromagnetik Alan.....	6
2.2.1 Elektromagnetik Alan Kaynakları.....	8
2.2.2 Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri.....	9
2.3 Eritrositler.....	11
2.3.1 Hücre İçindeki Hemoglobin Miktarı.....	12
2.4 Eritrosit Membran Proteinleri.....	13
2.4.1 Periferel Proteinler.....	14
2.4.2 İntegral Proteinler.....	16
2.5 SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi Hakkında Genel Bilgiler.....	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	19
3.1 Gereç.....	19
3.1.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Seçimi.....	19
3.1.2 Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	22
3.1.3 Kullanılan Solüsyonlar.....	22
3.1.3.1 Stok Solüsyonları.....	22
3.1.3.2 Ghost Solüsyonları.....	23
3.1.3.3 Elektroforez Kullanma Solüsyonları.....	24
3.1.3.4 Boya Solüsyonu.....	25
3.1.3.5 Jel Yıkama-Jel Saklama Solüsyonu.....	25
3.1.4 Kullanılan Araçlar.....	25
3.2 Yöntem.....	26
3.2.1 Eritrositlerin Elde Edilmesi.....	26
3.2.2 Eritrositlerin Parçalanması.....	26
3.2.3 Eritrositlerin Membran Ghost'larının Elektroforeze Hazırlanması.....	27
3.2.4 SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi Uygulaması.....	27
3.2.4.1 Jel Tüplerinin Temizlenmesi.....	27
3.2.4.2 Jel Tüplerinde Jellerin Hazırlanması.....	27
3.2.4.3 Jellerin Üzerine Eritrosit Ghost Örneklerinin Uygulanması.....	28
3.2.4.4 Elektroforez İşlemi.....	28

3.2.4.5 Eritrosit Membran Protein Bantlarının Boyanması.....	29
3.2.5 Değerlendirmeler.....	29
3.2.5.1 Kalitatif Değerlendirme.....	29
3.2.5.2 Kantitatif Değerlendirme.....	30
3.2.5.3 İstatistiksel Değerlendirme.....	30
4. BULGULAR.....	31
4.1 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	31
4.2 Erkek Grubu Eritrosit Membran Proteinleri Bulguları.....	32
4.3 Kadın Grubu Eritrosit Membran Proteinleri Bulguları.....	37
5. TARTIŞMA.....	42
6. KAYNAKLAR.....	48
EKLER.....	59

ÖZGEÇMİŞ



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YÜKSEK GERİLİM HATTINDA ÇALIŞAN VE YAKININDA YAŞAYAN BİREYLERİN ERİTROSİT MEMBRAN PROTEİNLERİNİN SDS POLİAKRİLAMİD JEL DİSK ELEKTROFOREZ YÖNTEMİ İLE ARAŞTIRILMASI

Can PAKSU

Gaziantep Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Biyofizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurten ERDAL

Haziran 1997-60 Sayfa

Yüksek gerilim hattında çalışan ve yakınında yaşayan bireylerde, sürekli maruz kaldıkları elektromagnetik alanın eritrosit membran proteinlerine etkilerini araştırmak amacı ile; Gaziantep ve Erzin bölgesi 380 kV'luk şant sahasında çalışan 30 erkek, bu şant sahasının içindeki lojmanlarda yaşayan 30 kadın ve herhangi bir sağlık problemi olmayan 30 kadın ile 30 erkek bireyden alınan heparinli kanlar kullanıldı. Bu kanlardan elde edilen eritrosit membran proteinleri "SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi" kullanılarak sağlıklı bireylerin eritrosit membran proteinleriyle karşılaştırıldı. Erkek bireylerin eritrosit membran proteinlerinden Spektirin I-II, Protein Band 3, Protein Band 4.2, Protein Band 7, Protein Band 6, yüzdelerinde anlamlı bir artış, Ankrin, Protein Band 4.1, ve Hemoglobin bantları yüzdelerinde anlamlı bir azalış bulundu. Protein Band 4.9 ve Aktin bant yüzdelerinde ise anlamlı bir fark bulunamadı. Kadın bireylerde; Protein Band 4.2, Aktin ve Protein Band 6 ve yüzdelerinde anlamlı bir artış, Hemoglobin bantları yüzdelerinde anlamlı bir azalış bulundu. Spektirin I-II, Ankrin, Protein Band 3, Protein Band 4.1, Protein Band 4.9, ve Protein Band 7, yüzdelerinde ise anlamlı bir fark bulunamadı.

Anahtar Kelimeler: Elektromagnetik Alan, Elektroforez, Eritrosit Membran Proteinleri

ABSTRACT

Master Thesis

AN ANALYSIS OF ERYTHROCYTE MEMBRANE PROTEINS OF INDIVIDUALS WORKING IN AND LIVING NEAR THE HIGH VOLTAGE POWERLINE USING SDS POLYACRYLAMIDE GEL DISK ELECTROPHORESIS METHOD

Can PAKSU

Institute of Social Sciences University of GAZIANTEP
Department of Biophysics

Supervisor: Assisstant Prof. Dr. Nurten ERDAL
June 1997 - 60 Page

To analyse the effects of electromagnetic field on the erythrocyte membrane proteins of people working in and living near high voltage powerlines, the blood with heparine samples were obtained from 30 workmen working in 380 kV substations, 30 women living in the dwellings in the same area and 30 healty men and women. Erythrocyte membrane proteins obtained from these samples were compared to that of healthy individuals by using 'SDS Polyacrylamide Gel Disk Electrophoresis' method. While signifigant increases were being observed in the percentage of Spectrin I-II, Protein Band 3, Protein Band 4.2, Protein Band 7, and Protein Band 6, significant decreases were observed in the percentage of Ankyrin, Protein Band 4.1 and Hemoglobin bands of erythrocyte membrane proteins in men. No significant difference were found in the percentage of Protein Band 4.9 ve Actin. In women participants significant increases in the percentage of Protein Band 4.2, Actin and Protein Band 6 were observed. The significant decreases in the percentage of Hemoglobin band in same women group were found too. No significant difference were found in the percentage of Spectrin I-II, Ankyrin, Protein Band 3, Protein Band 4.1, Protein Band 4.9, Protein Band 7.

Key Words: Electromagnetic Field, Electrophoresis, erythrocyte Membrane Protein

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitiminin her aşamasında desteklerini esirgemeyen danışman hocam Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurten ERDAL'a, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı Başkanı Sayın Yrd. Doç. Dr. Emin ERDAL'a, çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen Gaziantep ve Erzin bölgesindeki 380 kV' luk şant sahası çalışanlarına ve lojmanlarında yaşayan bireylere göstermiş oldukları ilgiden dolayı, ayrıca her türlü maddi, manevi desteklerini esirgemeyen aileme, sevgili kardeşim Hatice PAKSU'ya ve tüm dostlarıma teşekkür ederim.



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1	Direklerin Yakınlarındaki Tesislere Olan Ek Küçük Yatay Uzaklık (Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği).....	4
Tablo 2.2	Hava Hattı İletkenlerinin Ağaçlara Olan En Küçük Yatay Uzaklık.....	5
Tablo 2.3	Hava Hattı İletkenlerinin Yapılara Olan En Küçük Yatay Uzaklık.....	5
Tablo 2.4	Hava Hattı İletkenlerinin En Büyük Sargılı Durumda Üzerinden Geçtikleri Yerlere Olan Düşey Uzaklıkları.....	5
Tablo 2.5	Değişik Ülkelerdeki İletim Hatları Standartları.....	6
Tablo 2.6	Elektromagnetik Radyasyonların Spektrumu.....	7
Tablo 2.7	Bazı Elektrikli Cihazların Oluşturduğu Magnetik ve Elektrik Alanlar..	8
Tablo 2.8	Çevremizdeki Çok Düşük Frekanslı Magnetik Alanlar.....	8
Tablo 2.9	Eritrosit Membran Proteinleri.....	14
Tablo 4.1	Deney (Erkek) Grubu Anket Sonuçları.....	31
Tablo 4.2	Deney (Kadın) Grubu Anket Sonuçları.....	32
Tablo 4.3	Kontrol (Erkek) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri.....	34
Tablo 4.4	Deney (Erkek) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri.....	35
Tablo 4.5	Erkek Grubu İstatistik Değerlendirme Sonuçları.....	37
Tablo 4.6	Kontrol (Kadın) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri.....	38
Tablo 4.7	Deney (Kadın) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri.....	39
Tablo 4.8	Kadın Grubu İstatistik Değerlendirme Sonuçları.....	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1	Elektromagnetik Alanların Yayılımı.....	6
Şekil 2.2	ELF Alanlarının Canlı Hücrelerle Etkileşim Mekanizması.....	11
Şekil 2.3	Eritrosit Membranında Yer Alan Temel Proteinlerin, Membran Üzerindeki Yerleşimleri.....	13
Şekil 2.4	İnsan Eritrosit Membran Ghostlarının ve Membran İskeletinin SDS Poliakrilamid Jel İçerisindeki Şematik Görünümleri.....	18
Şekil 4.1	Normal Erkek Bir Bireye Ait Eritrosit Membran Proteinlerinin Dansitometrik Çizimi.....	33



RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1	Gaziantep Bölgesi 380 kV'luk Şant Sahası ve Bu Sahada Çalışan Kişilerin Buldukları Bina.....	20
Resim 3.2	Erzin Bölgesi 380 kV'luk Şant Sahası ve Bu Sahada Çalışan Kişilerin Buldukları Bina.....	20
Resim 3.3	Gaziantep Bölgesi Şant Sahası İçindeki Lojmanlar.....	21
Resim 3.4	Erzin Bölgesi Şant Sahası İçindeki Lojmanlar.....	21
Resim 4.1	Normal Erkek Bir Bireye Ait Eritrosit Membran Proteinlerinin Jel İçerisindeki Görünümü.....	33



SEMBOLLER LİSTESİ

λ	: Dalga Boyu
f	: Frekans
E	: Enerji
GHz	: Giga Hertz
MHz	: Mega Hertz
kHz	: Kilo Hertz
Hz	: Hertz
T	: Tesla
V	: Volt
A	: Amper
G	: Gauss
NMR	: Magnetik Rezonans
ATP	: Adenozin Trifosfat
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
RNA	: Ribo Nükleik Asit
ELF	: Çok Düşük Frekans
SDS	: Sodium Dodecyl Sulfate
\bar{x}	: Aritmetik Ortalama
SD	: Standart Sapma
n	: Birey Sayısı

1. GİRİŞ

Ülkemizde sanayileşme ve ekonomik gelişmeyle birlikte, nüfusta da hızlı ve sürekli bir artış olmuştur. Hızla artan bu nüfusun, yaşam standardını arttırmak çabası, dünyadaki tüm ekonomik sistemlerin amacı haline gelmiştir. Toplumun refah düzeyini yükseltmeye yönelik üretim çabaları hızla artarken, buna paralel olarak artan nüfusun etkisiyle tüketimde de hızlı bir artış görülmektedir.

İnsanoğlu gelişen endüstrileşmenin getireceği olası nimetlerden daha fazla faydalanabilme arzusunu hep taşımıştır. Ancak bunu yaparken, çevresine verdiği tahribatların ileride ne gibi sonuçlar doğuracağını kestirememiştir. Sonuçta bu endüstrileşme, kimyasal ve elektromagnetik çevre kirliliğini ortaya çıkarmıştır.

Enerji iletim hatlarının çevresinde, yüksek gerilim ve akımlardan dolayı elektrik ve magnetik alanlar meydana gelmektedir. İnsan duyu organlarıyla algılanamayan bu alanlar genellikle insanlar tarafından fark edilmez ve kaynaktan bir hayli uzağa yayılabilirler.

Elektromagnetik alanların insan organizmasını büyük ölçüde etkilediği, ve olumsuz değişimlere yol açtığı bilinmektedir; organizmadaki molekül ve atomların dengelerini kaybettirip, biyokimyasal faaliyetleri etkilemektedir. Organizmadaki fonksiyonların hepsi 1-2 mikrovolt arası çok küçük gerilimli elektrik süreçleriyle devam etmektedir. İnsan sinir sistemi 500.000 km uzunluğu, 25 milyar sinir hücresi ile dev bir elektriksel donanıma sahip mükemmel bir elektronik sistemdir. Elektromagnetik alanın bu hassas sisteme etkimesi sonucunda, doğal sirkülasyon zarar görebilir. Dolaşım sisteminde ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilmektedir [1].

Elektromagnetik alanın canlı organizmaya enerji transfer etmesiyle, kimyasal reaksiyonların oluşum süreçlerinde değişimler meydana gelmektedir. Bunun sonucunda organizmada mevcut olan oksijen, süperoksit olarak bilinen serbest radikal formuna dönüşebilmektedir[2, 3]. Eritrositlerde doymamış yağ asitleri molekülleri, oksijen ve demir iyonlarının bol miktarda bulunmaları bu hücreleri aerobik ortamda oluşan oksijen

radikallerinin zararlı etkilerine açık ve duyarlı yapmaktadır [4, 5]. Bu nedenle; elektromagnetik alanların hücre düzeyindeki etkilerinin araştırmak amacıyla, yüksek gerilim hattında çalışan ve yakınında yaşayan bireylerin eritrosit membran proteinleri sağlıklı bireylerle karşılaştırılmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Yüksek Gerilim Hatlarının Özellikleri

Sanayileşmenin, ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önde gelen unsurlarından biri olan elektrik enerjisi, yaşamın ana maddeleri olan hava ve su kadar zorunlu bir ihtiyaç maddesi haline gelmiştir. Yılda kişi başına tüketilen enerji, ülkelerin gelişmişlik durumlarının saptanmasında birinci sırada kabul edilen bir kriter olmuştur.

Bu nedenle, ülkemizin ihtiyacı olan elektrik enerjisinin üretimini arttırmak için girişilen büyük uğraşlara paralel olarak, üretilen enerjinin iletim ve dağıtımının da yapılıp, ülkenin en ücra köşelerine kadar taşınması gerekmektedir. Büyük miktarda enerjinin, üretim merkezlerinden, tüketim merkezlerine taşınması ancak gerilim değerlerinin yükseltilmesi ile mümkün olmaktadır [1].

Türkiye'de elektrik enerjisi genel olarak; Doğu ve Güneydoğu bölgelerinde üretilmektedir. Tüketim ise büyük ölçüde Batı bölgesinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle doğuda üretilen enerjinin batıya iletilmesi gerekmektedir.

Elektrik enerjisinin iletimi; yeraltı kabloları veya hava hatları ile gerçekleşmektedir. Yer altı kablolarının teknik bakımdan bazı üstünlükleri vardır. Bunlar toprak altına döşendiklerinden; çevre görünümünü bozmadıkları gibi, rüzgardan, iklim değişikliklerinden ve atmosferik olaylardan etkilenmezler. Ancak şehir içinde ve bazı özel hallerde kullanımları dışında, enerji iletimi yeraltı kabloları ile değil, daha ziyade hava hatları ile yapılır. Bunun başlıca nedeni hava hatlarının daha ekonomik olmasıdır. Ayrıca gerilim yükseldikçe kablolar için ekonomiklikten başka izolasyon bakımından teknik sorunlarda ortaya çıkmaktadır.

Hava hattı, kuvvetli akım iletimini sağlayan mesnet (direkler) noktaları ve bunların temelleri, yer üstüne çekilmiş iletkenler, iletken donatımları, izolatörler, izolatör bağlantı elemanları ve topraklamalardan oluşan tesisin tümüdür. Hava hattı ve iletim tesislerinde iletkenler yerden ve birbirinden belli uzaklıkta tutmak için direkler kullanılmaktadır.

Yüksek gerilim ve enerji iletim hatlarında yapıldıkları malzemeye göre ağaç, beton ve demir direkler kullanılmaktadır. Demir kafes direkler ağaç direklerden daha uzun ömürlü, beton direklerden de daha hafif olduklarından en çok kullanılan tiplerdir [6].

2.1.1 Yüksek gerilim hatlarının etki alanları, yönetmelik ve uluslararası standartları

İnsanlar ve eşyalar için bazı durumlarda (yaklaşma-dokunma) tehlikeli olan ve elektrik enerjisinin üretilmesini, özelliğinin değiştirilmesini, biriktirilmesini, iletilmesini, dağıtılmasını ve mekanik enerjiye, ışığa, kimyasal enerjiye vb. enerjilere dönüştürülerek kullanılmasını sağlayan tesislere "Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri" denir. Bu tesislerin kurulmasının, işletilmesinin ve bakımının güvenlikle yapılmasına ilişkin hükümleri kapsayan "Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği", 21.11.1978 tarih ve 16466 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Uygulamalar bu yönetmelik çerçevesinde sürdürülmektedir [7].

21.11.1978 tarih ve 16466 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmelik gereğince, enerji iletim hatlarının canlı ve cansız varlıklara uzaklıkları ile ilgili bazı değerler, **Tablo 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.4** de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Direklerin yakınlarındaki tesislere olan en küçük yatay uzaklık (Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, Madde 44 1978) [7]

Tesis	Tesisin kenarına olan yatay uzaklık
Petrol boru hattı	25 m
Demiryolu ve karayolu	Direğin toprak üstü tüm boyu +2 m ya da karayolu ve demiryolu istismak sınırının dışı; bu değerlerden en büyüğü alınacaktır

Tablo 2.2. Hava hattı iletkenlerinin ağaçlara olan en küçük yatay uzaklıkları [7]

Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi kV	Yatay uzaklık m
0-1	1
1-170 (170 hariç)	2.5
170	3.0
170-420 (420 dahil)	4.5

Tablo 2.3. Hava hattı iletkenlerinin yapılara olan en küçük yatay uzaklıkları [7]

Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (kV)	Yatay uzaklık (m)
0-1	1
1-36	2
36-72.5	3
72.5-170	4
170-420	5

Tablo 2.4. Hava hattı iletkenlerinin en büyük sargılı durumda üzerinden geçtikleri yerlere olan düşey uzaklıkları [7]

İletkenlerin üzerinden geçtiği yer	Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (kV)					
	0-1	1-17.5	36	125	170	420
	DÜŞEY UZAKLIKLAR (m)					
Yalnızca yayaların geçebileceği yerler, üzerinde trafik olmayan sular (suların en kabarık yüzeyine göre)	(x) 4.5	5	5	5	6	8.5
Araç geçmesine elverişli çayır, tarla otlak ve benzeri yerler	(x) 5	6	6	6	7	9.5
Araç geçmesine elverişli köy ve şehir içi yolları	(x) 5.5	7	7	7	8	12
Şehirler arası karayolları	7	7	7	7	9	12
Ağaçlar	1.5	2.5	2.5	3	3	5
Üzerine herkes tarafından çıkılabilen düz damlı yapılar	2.5	3.5	3.5	4	5	8.7
Üzerine herkes tarafından çıkılamayan düz damlı yapılar	2	3	3	3.5	5	8.7
Elektrik hatları	2	2	2	2	2.5	4.5
Elektriksiz demiryolları	7	7	7	7	8	10.5
Üzerinde trafik olan sular ve kanallar	4.5	4.5	5	5	6	9
İletişim (haberleşme) hatları	1	2.5	2.5	2.5	3.5	4.5

(x) Yalıtılmış hava hattı kabloları kullanıldığında bu yükseklik değerleri 0.5 m azaltılacaktır.

Türkiye'de gerilim değeri olarak 380-154 kV'luk hatlar kullanılmaktadır. Türkiye'deki 380-154 kV'luk yüksek gerilim değerine karşılık **Tablo 2.5** de bazı ülkelerin bu konuyla ilgili standartları verilmektedir [6, 7].

Tablo 2.5. Değişik ülkelerdeki iletim hatları standartları

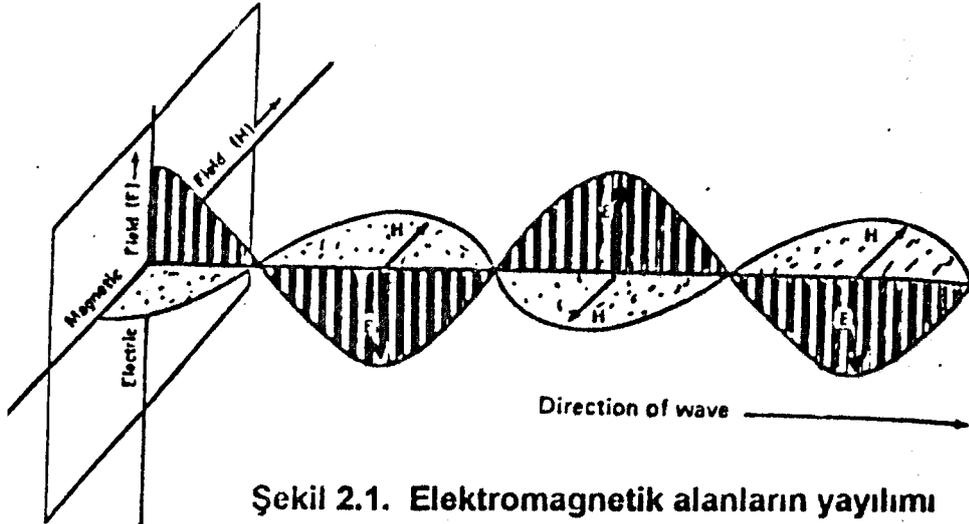
Federal Almanya ve İspanya'da	380 kV'luk
Avustralya'da	500-330-275 kV'luk
Kanada ve Brezilya'da	750-500-345 kV'luk
A.B.D.'de	765-500-345 kV'luk
Sovyetler Birliğinde	1150-750-500-345 kV'luk

Endüstrileşmenin hızla artmasına rağmen pek çok ülkede hala elektrik ve magnetik alanla ilgili standartlar bulunmamaktadır [6, 7]

2.2 Elektromagnetik alan

Elektromagnetik alanlar ivmeli hareket eden yüklerin çevrelerinde oluşturdukları alanlardır ve iyonlayıcı olmayan radyasyonların alt grubudur. Elektromagnetik alanların bütün alt grupları ve spektrumları **Tablo 2.6** da gösterilmektedir [8].

Elektromagnetik alan iki farklı kuvveti içerir, bu kuvvetler elektrik alan ve magnetik alanlardır. Elektrik alan ve magnetik alan aralarında 90° 'lik bir açı olacak şekilde yayılırlar (**Şekil 2.1**) [9].



Şekil 2.1. Elektromagnetik alanların yayılımı

Tablo 2.6. Elektromagnetik Radyasyonların Spektrumu

İYONLAYICI RADYASYONLAR	KOZMİK IŞINLAR			$\lambda \downarrow$	$\uparrow f$ $\uparrow E$ 10^2 eV 10^7 eV			
	GAMA IŞINLARI							
	X-IŞINLARI							
İYONLAYICI	OPTİK RADYAS- YONLAR	MOR ÖTESİ (UV)	UVC	100 nm				
			UVB	280 nm				
			UVA	315 nm				
		GÖRÜNÜR IŞIK	MAVI	400 nm				
			YEŞİL					
			SARI					
			KIRMIZI	760 nm				
		KIZIL ÖTESİ (IR)	IRA	1.4 μ m				
			IRB	3 μ m				
			IRC	1 mm	300 GHz			
OLMAYAN	DALGALAR	MİKRO	FAZLA YÜKSEK FREKANS-EHF		30 GHz			
		SÜPER YÜKSEK FREKANS-SHF			3 GHz			
			AŞIRI YÜKSEK FREKANS-UHF		300 MHz			
RADYAS- YONLAR	ELEKTRO- MAGNETİK ALANLAR	RADYO FREKANSI (RF)	ÇOK YÜKSEK FREKANS-VHF		30 MHz			
			YÜKSEK FREKANS VHF		3 MHz			
			ORTA FREKANS MF		300 kHz			
			DÜŞÜK FREKANS LF		30 kHz			
		STATİK ALANLAR	SON DERECE DÜŞÜK FREKANS-ELF	SON DERECE DÜŞÜK FREKANS-ELF			30 Hz	
				SON DERECE DÜŞÜK FREKANS ALTI SUB-ELF				0 Hz

Magnetik alan; doğal magnetik alan ve yapay magnetik alanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Doğal magnetik alanlara Jeomagnetik alan da denir. Jeomagnetik alan kuşların yön bulmasında, telekomünikasyonda ve doğanın dengesinde önemlidir. Yapay magnetik alan kaynakları ise enerji elde etmede ve değişik bilimsel araştırmalarda kullanılmaktadır. Kırılan kemiklerin onarılmasında ve büyümesinde jeneratörlerle oluşturulan yapay magnetik alan teknolojisinden faydalanılmaktadır [9].

Elektromagnetik Fiziğin temelini oluşturan Maxwell denklemleri yardımıyla magnetik alan şiddetinin, elektrik alan şiddetine veya elektrik alan şiddetinin magnetik alan şiddetine dönüştürmek mümkündür [10].

Elektrik alan; birim elektrik yüküne, birim zamanda etkiyen kuvvet olarak tanımlanır, birimi ise Volt / metre'dir. Magnetik alan tanımlanırken ise daha çok birim kesitten, birim zamanda geçen magnetik alan çizgileri sayısı yani Magnetik akı yoğunluğu kavramı kullanılır. Birimleri ise Tesla ve Gauss'dur [9, 10].

2.2.1 Elektromagnetik alan kaynakları

Teknolojinin gelişmesi ve elektrik enerjisinin günlük hayatımızda sık sık kullanılması ile birlikte, toplumun büyük bir çoğunluğu sürekli olarak elektromagnetik alana maruz kalmaktadır. Modern hayatın gereği olan tüm elektrikli cihazlar, telsiz telefonlar, mikro dalga fırınlar, hava kontrol radarları, bilgisayar ekranları, indüksiyon fırınları, yeryüzündeki peyk (uydu) istasyonları, NMR görüntüleme sistemleri, yüksek frekanslı nakil hatları, elektrikli ev ve mutfak araçları, yüksek gerilim hatları günlük yaşamda maruz kaldığımız önemli elektromagnetik alan kaynaklarıdır [8, 11, 12].

Ev içine kullanılan elektrikli cihazların oluşturduğu elektrik alan, cihazdan 30 cm uzakta 1-50 V/m aralığında değişim göstermektedir. Bu değer elektrikli cihazların yakınında daha da artarak 250 V/m'ye ulaşabilmektedir. **Tablo 2.7** 'de bazı elektrikli ev aletleri için tipik değerler ve **Tablo 2.8**'de ise çevremizdeki çok düşük frekanslı magnetik alan değerleri gösterilmiştir [12].

Tablo 2.7. Bazı elektrikli cihazların oluşturduğu Magnetik ve elektrik alanlar [12, 13]

Elektrikli cihazlar	Elektrik alan	Magnetik alan
Elektrikli battaniye	250 V/m	
Saç kurutucusu	40 V/m	1-2.5 mT (10-25 G)
Elektrikli tren	60 V/m	10-100 μ T (0.01-0.1 G)
Karıştırıcı	50 V/m	0.1 mT (1-5 G)

Tablo 2.8. Çevremizdeki çok düşük frekanslı magnetik alanlar [12, 13]

Şimşek, yıldırım		0.01 mT (8 mA/m)
Ev elektrik tesisatı		0.3 μ T (0.24 μ A/m)
Yüksek gerilim hatları		15 μ T (0.12 mA/m)

Doğanın dengesinde var olan ve endüstrinin ilerlemesiyle günlük hayatımızın her anında maruz kaldığımız, elektromagnetik alanların biyolojik sistem üzerine etkilerini araştıran pek çok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalar günümüzde de artarak devam etmektedir [2, 3, 11,12,13].

2.2.2 Elektromagnetik alanların biyolojik etkileri

Elektromagnetik radyasyonların spektrumu iyonlayıcı radyasyonlar ve iyonlayıcı olmayan radyasyonlar olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar. Bütün iyonize ve non-iyonize elektromagnetik dalgalar frekansları ile orantılı olarak enerji tanecikleri (quantaları) içerirler. İyonize radyasyonlar (x-ışını, ultraviyole ışını gibi) sahip oldukları enerji sayesinde atomları iyonize etmeyi başarırlar. Non-iyonize radyasyonlar ise ancak çok zayıf kimyasal bağları kırabilirler. Uzun süreli maruziyetlerde non-iyonize radyasyonlarında canlı organizmayı etkileyecek hasarlar yaratabildikleri bilinmektedir [2, 8, 10].

Non-iyonize radyasyon olarak bilinen elektromagnetik alanların, son yıllarda alternatif akımların yaratmış olduğu magnetik alanın organizmadaki kimyasal reaksiyonları etkileyerek serbest radikallerin oluşumuna sebep olduğu bildirilmektedir [2, 3]. Elektromagnetik alanların canlı organizmalar üzerine termal ve non-termal olmak üzere iki değişik biçimde etkidiği bilinmektedir. Termal etkilerin sonucunda vücutta ısı artışı ve beden içi bazı bölümlerde artan akım yoğunlukları oluşmaktadır [10,11]. Bu etkiler dokuların alanla etkileşmesiyle artan moleküler hareket ve sürtünmelerin bir sonucudur. Uygun şartlar altında (iletkenlik, frekans, sıcaklık, alan şiddeti, dielektrik sabiti ... gibi) organizmanın özgün yapısında; termal olmayan etkiler termal etkilerden daha zararlıdır [2, 9, 12, 14].

Non-termal etkiler arasında ise, elektrik şoklarının oluşması, merkezi sinir sistemi, otonom sistemi ve kardiovaskular sistemin etkilenmesi, Blood-Brain bariyerinin değişmesi sayılabilir [2, 15, 16, 17].

Elektromagnetik alanlar içinde uzun bir süre kalmak ve yaşamak zorunda olan insan, hayvan ve bitkilerde olası termal ve non-termal biyolojik, biyokimyasal, biyofiziksel etkileri belirlemek amacıyla son 20 yıldır hem kuramsal hem de deneysel pek çok çalışmalar yapılmaktadır .

Dış ortamdaki elektromagnetik alanlar, canlı organizmada bulunan hücrelerin oluşturduğu elektrik alanları etkilemekte ve yeni alanlar oluşturmaktadır. Hücrede ve dolayısıyla dokuların içinde oluşan bu yeni alanlar dışarıdan uygulanan alanın şiddetine, uygulanan dokunun büyüklüğüne ve şekline, elektriksel özelliklerine, gelen alanın frekansına bağlıdır [11, 18, 19].

Düşük frekanslı alanların (ELF) insan ve hayvan üzerine etkilerinin incelenmesinde ve vücut içinde oluşan iç elektrik alan değerlerinin saptanabilmesi amacıyla son yıllarda deneysel çalışmalar, modelleme çalışmalarıyla desteklenmektedir. Modelleme çalışmaları ile hücre içi ve doku içi alanların, uygulanan bölgeye ve dışarıdan uygulanan alanlara nasıl bağlı olduğunu açıklanabilmektedir [13, 14, 18].

İnsanlarda ve hayvanlarda yapılan bu çalışmalardan bazılarında alan etkisinin, karbonhidrat, nükleik asit ve protein metabolizmalarını değiştirdiği hormonal ve immün cevapları etkilediği, dokularda yapısal değişiklikler yarattığı, hücre bölünmesini ve gelişimini etkilediği, hücre solunumu azalttığı ve hematolojik parametreleri etkilediği gözlenmiştir [2, 17, 20].

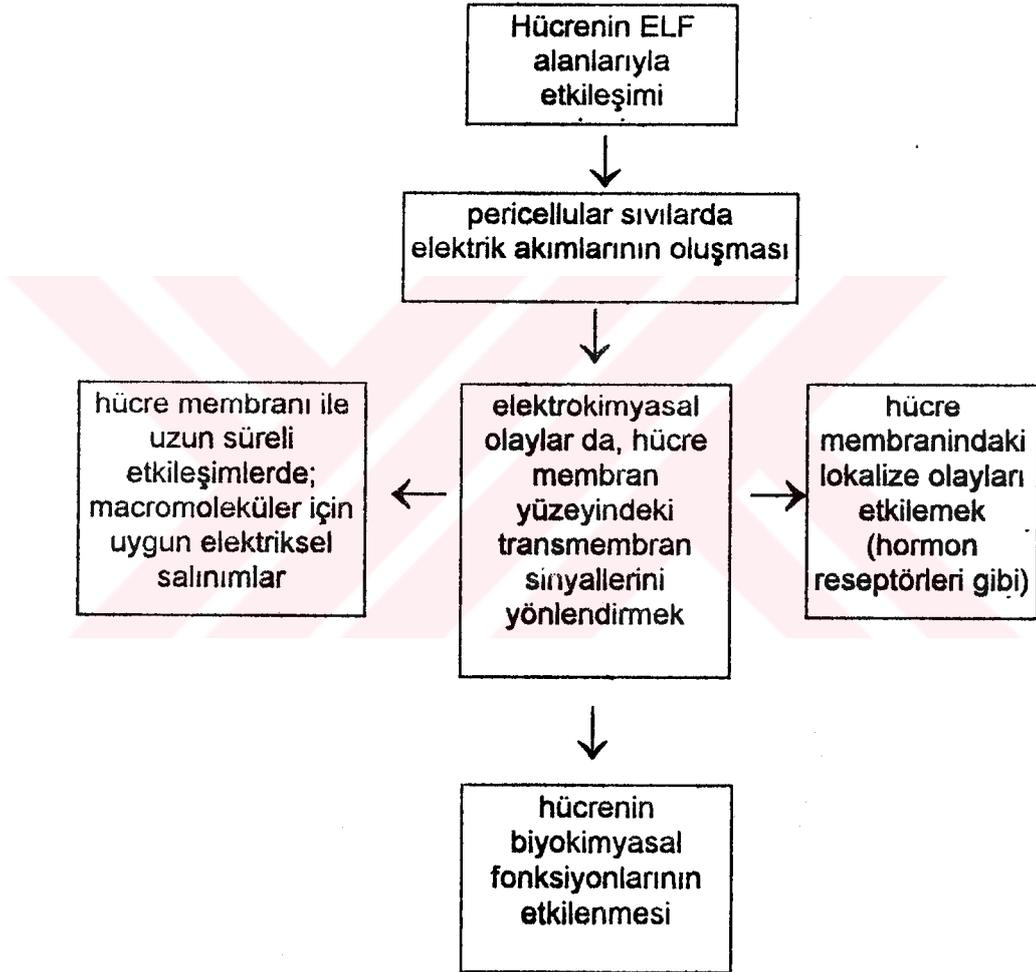
Elektromagnetik alanın beyin hücrelerinin enerji metabolizmalarında ve nöronların dinlenme potansiyellerinde, hücre döngüsünde ve transferinde farklılıklar oluşturduğu, Gliona hücrelerindeki DNA ve RNA sentez hızının da etkilediği ortaya çıkan sonuçlar arasındadır [15, 17].

ELF'nin insan üzerine etkileri incelendiğinde 60 Hz frekansda, 9 kV/m ve 20 μ T lik alana maruz kalan bireylerde, reflekslere cevap verme zamanında ve beyin potansiyellerinde değişim, kalp ritimlerinde ise bozulmalar gözlenmiştir [15, 21, 22].

Pekçok araştırmacı elektromagnetik alanın hücre ve tümör gelişimi üzerine etkilerini araştırmaktadır [23, 24]. Elektromagnetik alan hücreleri bölünmeye sevk ederek tümör gelişimini hızlandırmaktadır. 60 Hz frekansdaki ELF alanlara çocukluk dönemindeki uzun süreli maruziyetin sonucunda, lösemi ve beyin tümörleri oluşum sıklığı artmaktadır [2, 3]. 80 μ T ve üzerindeki değerlerde memeli hücrelerinde gelişim hızının arttığı, bölünmenin aktif halde devam ettiği gözlenmiştir. Statik magnetik ve elektrik

alan organizmada anti-kansrojen olarak görev yapan melatonin üretimini etkileyerek, melatonin seviyesinin düşmesine sebep olmakta, kanser riskini arttırmaktadır [3].

Dış ortamda bulunan ELF alanlarının hücre içinde oluşturduğu akımlar ve alanlar, hücre membranını etkileyerek, hücredeki elektrokimyasal bozuklukları ortaya çıkarmaktadır [11]. Hücre membranında görülen elektrokimyasal değişiklikler bir özet halinde **Şekil 2.2** de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. ELF alanlarının canlı hücrelerde etkileşim mekanizması [11]

2.3 Eritrositler

Eritrositlerin esas fonksiyonu akciğerden dokulara oksijen ileten hemsoglobini taşımaktır. Normalde bir milimetre küpteki eritrosit sayısı erkekte 5.200.000 (\pm 300.000) ve kadında da 4.700.000 (\pm 300.000) dir.

Ortalama hacimleri 90-95 mikrometre küp, çapları yaklaşık 7.8 mikrometre ve kalınlıkları; en kalın noktada 2.5 mikrometre, merkezde de 1 mikrometre veya daha azdır. Eritrositler "kese" şeklinde olup kapillerden geçerken belirgin olarak hemen hemen her şekle değişebilirler. Hatta normal hücrelerde hücre membranı hücre içeriğine göre geniş olduğu için şekil değişikliği (deformasyon) sırasında membran büyük oranda gerilmez ve sonuçta hücre birçok diğer hücrelerin aksine yırtılmaz.

Eritrositlerin, hemoglobinin taşınımını yanında başka fonksiyonları da vardır. Örneğin, karbondioksit ve su arasındaki reaksiyonu katalize eden ve bu tersinir reaksiyonun hızını binlerce kez arttıran karbonik anhidrazı büyük miktarda içerirler. Bu reaksiyonun çabukluğu sayesinde büyük miktarda karbondioksit, kandaki su ile reaksiyona girerek, dokulardan akciğere bikarbonat iyonu (HCO_3^-) halinde taşınır. Yine, hücre içindeki hemoglobinin mükemmel bir tamponudur (çoğu protein gibi), bu yüzden eritrositler kanın tamponlama gücünün önemli bir kısmından sorumludur [25].

Eritrositler embriyonik yaşamın ilk birkaç haftasında, vitellüs kesesinde üretilir. Gebeliğin ikinci trimesteri sırasında dalak ve lenf düğümlerinde de önemli miktarda eritrosit yapımı olmakla birlikte, eritrositler tümüyle kemik iliğinde yapılır.

5 yaşına kadar tüm kemiklerin ilikleri eritrosit yapar, fakat yaklaşık 20 yaşından sonra humerus ve tibyanın proksimal bölümleri dışında uzun kemiklerin ilikleri yağlanır ve eritrosit yapımı durur. Bu yaştan sonra eritrosit yapımı vertebralar, sternum, kostalar ve ilyak kemik gibi membranöz kemiklerin iliklerinde devam eder. Yaş arttıkça, bu kemiklerde bile ilik daha az üretken olur [25].

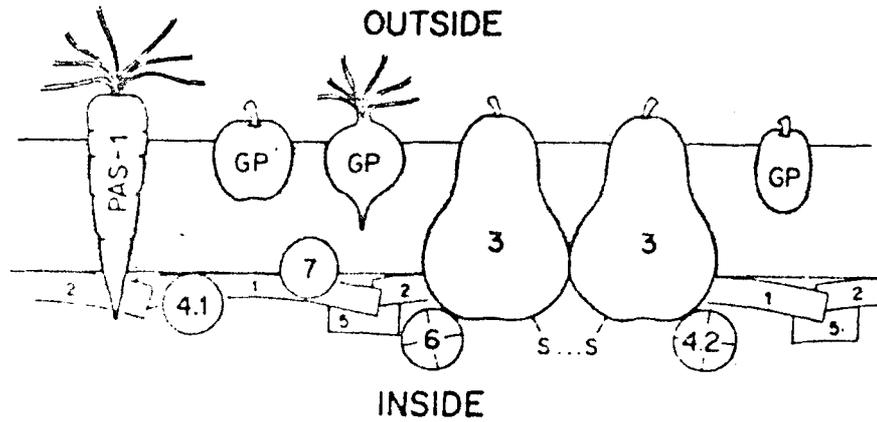
2.3.1 Hücre içindeki hemoglobin miktarı

Kandaki normal ortalama hemoglobin miktarı erkeklerde 16 g/dL, kadında 14 g/dL olup tamamı alyuvar içindedir. 70 kg'lık bir insanın vücudunda yaklaşık 900 g hemoglobin bulunmakta olup her saatte 0.3 g hemoglobin tahrip olup 0.3 g hemoglobin üretilmektedir. Saf hemoglobinin gramı yaklaşık 1.39 mililitre oksijen ile bağlanma yeteneğindedir. Bu

nedenle, normalde her desilitre kanda erkekte yaklaşık 21 mililitre, kadında da 19 mililitre oksijen taşınabilir. Eritrositler hücre sıvılarında ki hemoglobini 34 gm/dL hücre düzeyine kadar yoğunlaştırma yeteneğindedirler. Ancak konsantrasyon hiçbir zaman bu değeri aşmaz, çünkü hücrelerin hemoglobin oluşturma mekanizmasının metabolik sınırı bu kadardır. Hatta normal bireylerde her bir hücrenin hemoglobin yüzdesi maksimum değere yakındır. Ancak, kemik iliğinde hemoglobin yapımında yetersizlik olduğunda, hücrelerdeki hemoglobin yüzdesi bu değer belirsiz olarak altına düşebilir ve hücreyi dolduran hemoglobin miktarı azaldığı için eritrosit hacmi azalabilir [25, 26, 27].

2.4. Eritrosit membran proteinleri

Tüm hücrelerde olduğu gibi eritrositlerinde dış yüzeyleri çift katlı bir membranla çevrilidir. Eritrositlerin membranı protein, glikoprotein ve fosfolipitlerden oluşmuştur. Membran proteinleri periferik proteinler ve integral proteinler olarak iki şekilde sınıflandırılabilir; periferik proteinler membranın iç ve dış yüzeyinde dağılmış şekilde bulunurlar, integral proteinler ise membranın içinde gömülüdürler. Tüm bu proteinler birbirleriyle bağlanarak membranın bütünlüğünü sağlarlar. Eritrosit membranında yer alan temel proteinlerin membran üzerindeki yerleşimleri Şekil 2.3 'de ve bu proteinlerin tüm fraksiyonları ise Tablo 2.9' de görülmektedir [28, 29, 30].



Şekil 2.3. Eritrosit membranında yer alan temel proteinlerin, membran üzerindeki yerleşimleri Gp=Glikoforin, PAS-1=Gliforin, A 1 ve 2=Spektrin,3=Protein Band 3 veya Anyon değiştirme proteini, 4.1=Protein Band 4.1, 4.2=Protein Band 4.2, 5=Aktin, 6=Gliser-aldehit-3-fosfat dehidrogenaz, 7=Protein Band 7 [31].

Tablo 2.9. Eritrosit membran proteinleri [29, 31]

PROTEİN BANDI	MOLEKÜL AĞIRLIĞI	PROTEİN İSMİ	İNTEGRAL VEYA PERİFERAL	% AĞIRLIK
1	240.000	Spektrin	P	55
2	220.000			
2.1	210.000	Ankyrin	P	5
2.2	195.000			
2.3	175.000			
2.6	145.000			
3	93.000	Anyon değiştirme proteini	I	25
4.1	80.000	İsimsiz	P	4-5
4.2	72.000	İsimsiz	P	4-5
4.9	45.000	İsimsiz	P	0.5-1
5	43.000	Aktin	P	4-5
6	35.000	Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz	P	4-5
7	29.000	İsimsiz	P	4-5
8	23.000	İsimsiz	P	1.2
GPA	31.000	Glikoforin A	I	1.5
GPB	23.000	Glikoforin B	I	0.5
GPC	29.000	Glikoforin C	I	0.3

2.4.1 Periferal proteinler

Membranın dış ve iç yüzeyinde, fosfolipitlere veya integral proteinlere bağlı olarak bulunan proteinlerdir. Periferal proteinler Spektrin, Ankyrin, Protein Band 4.1, 4.2, 4.9, Aktin, Gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz Protein Band 7 ve Protein Band 8 dir.

Spektrin (Spectrin)

Eritrosit membranının temel iskelet proteinidir. Membran proteinlerinin kendi arasındaki bağlantılardan başka Ankyrin, Protein Band 4.1 ve Aktin gibi proteinlerle bağlanarak yaklaşık %50'sini oluşturur. İki büyük polipeptid zincirinden oluşmuştur. Bunlar, Protein Band 1 olarak adlandırılan ve molekül ağırlığı 240.000 olan α zinciri ile Protein Band 2 olarak adlandırılan ve molekül ağırlığı 220.000 olan β zinciridir [29, 31, 32].

Bir α ve bir β zinciri bir araya gelerek Spektrin heterodimerin (α , β) oluşturur. İki Spektrin heterodimeri de bir araya gelerek Spektrin fonksiyonel bir ünitesi olan Spektrin heterotetramerini (α , β)₂ meydana getirirler [32, 33, 34].

Bir Spektrin heterodimerinin boyu yaklaşık 97 nm, heterotetramerinin boyu ise 194 nm'dir. Heterotetramerleri de bir araya gelerek membran iskeletini oluşturur [35].

Spektrin eritrosit oluşumunun en erken döneminde sentezlenir. Eritrositlerin daha uzun süre yaşamasında önemli rolü olduğu sanılmaktadır. Eritrositlerden başka diğer hücre tiplerinde de az miktarda bulunduğu ileri sürülmektedir [29, 36, 37, 38].

Aktin (Actin-Protein Bant 5)

Molekül ağırlığı 43.000 olan önemli bir membran proteindir. Eritrosit membran Aktini, yapı ve fonksiyon bakımından diğer doku hücre Aktinlerine çok benzer. Fakat diğer Aktinlerden farklı olarak, 10-20 Aktin monomeri bir araya gelerek heliks şeklinde kısa ve yuvarlak bir yapı gösteren kısa Aktin filamentini oluşturur. Kısa Aktin flamenti Spektrin dimerinin uç kısmına bağlanır. Bu yapıya Protein Bandı 4.1'de bağlanarak, membran iskeletinin sağlamlığı pekiştirilir. Aktinin eritrosit membranından diğer proteinlerle birlikte bir arada bulunması eritrositin esnekliği ve aynı zamanda dayanaklığını sağlar [29, 39].

Protein 4.1

Molekül ağırlığı 80.000 olan globuler proteindir. Çapı 5.7 nm olup, membran iskeleti için mutlaka gerekli olan periferel bir proteindir. Bu protein Aktinin Spektrine bağlanma yerinin çok yakınına bağlanarak, zayıf Spektrin-Aktin kompleksini kuvvetlendirir [29, 39, 40, 41]. Protein Band 4.1 membranda Spektrin-Aktin kompleksinden başka membran lipitlerine ve diğer proteinlere de bağlı olduğu düşünülmektedir [39].

Ankyrin (Protein Band 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.6)

Ankyrin piramidal şekilli büyük bir protein (8.3 x 10 nm) olup, molekül ağırlıkları 210.000-145.000 arasındadır.

Ankyrin, membran iç yüzeyinin periferinde Spektrin hetrotetramerinin uçtan 20 nm'lik içteki bölümüne bağlanır. Ankyrin, Spektrinden başka integral proteinlerden olan Protein Band 3'ün stoplazmik uzantısı ile de bağlanarak Spektrin-Ankyrin-Protein Band 3 kompleksini oluşturur. Membran iskeletinin esas bağlantı proteini [29, 39, 42].

2.4.2 İntegral Proteinler

Fosfolipit tabakası içinde gömülü olarak yer alan proteinlerdir. Bunlar Protein Band 3, Glikoforin A, B, C dir.

Anyon değişirme proteini (Protein Band 3)

Molekül ağırlığı 93.000 olan integral bir glikoproteindir. Eritrosit membranı içerisinde gömülü olarak bulunur. Membranın iç ve dış yüzeyinde uzantıları bulunmaktadır. Membranın iç yüzeyinde Spektrin ve Ankyrin ile bağlantı oluşturarak membranı sağlamlaştırmıştır. Ayrıca, membran proteinlerinden olan Protein Band 4.2, eritrositin içinde bulunan Hemoglobinin ile Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz, fosfofruktokinaz ve aldolaz gibi protein ve enzimlerde protein Band 3'de bağlanmaktadır.

Membranın dış yüzeyinde ise kan grupları antijenlerine bağlanmış durumdadır.

Protein Band 3'ün önemli işlevi, eritrositin içinden dışına ve dışından içine madde taşınmasında rol oynamaktadır [29].

2.5. SDS Poliakrilamid jel disk elektroforezi hakkında genel bilgiler

Biyolojik dokular içinde bulunan, virüs bakteri protein molekülleri gibi yüklü taneciklerin, sulu çözelti içinde çözülerek zıt yüklü elektroda doğru hareket ederek, mobiliteleriyle orantılı olarak ayrıştırması yöntemine "elektroforez" denir. Elektroforetik "ayrışımın" sağlanabilmesi için partükülün yüklü olması veya yüklü hale gelebilecek nitelikte olması gerekir. Proteinler,

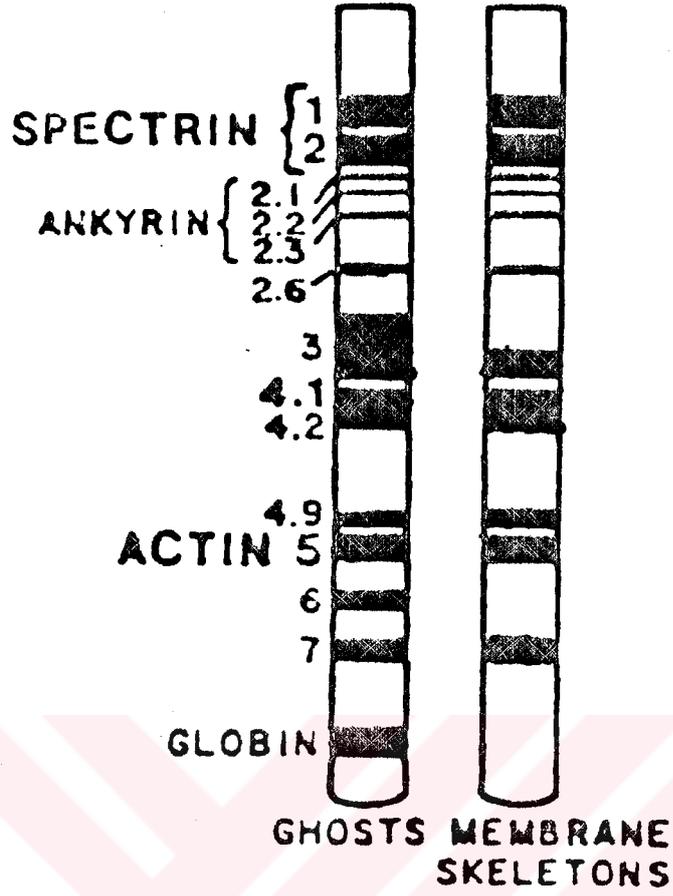
peptitler, nükleik asitler, amino asitler gibi pekçok biyolojik materyaller bu niteliktedir ve suda katyon (+) veya anyon (-) halini alarak iyonize olabilmektedirler. Elektrik alanlarının yarattığı itici güç ile elektrik yüklü elemanlar birbirinden ayrılıp, anyonlar katoda, katyonlarda anoda doğru göç ederler [43, 44, 45].

Doğru akımdan yararlanarak biyolojik sıvıların bileşenlerinin birbirinden ayrılmasını sağlayan bu teknik; özellikle klinik biyokimya da, hastalıkların tanı ve tedavilerinde kullanılmaktadır [46, 47, 48].

SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ise eritrositlerin membran proteinlerinin ayrıştırılması fiziksel ve kimyasal sınıflandırılması için geliştirilen en kısa ve belirgin elektroforetik bir yöntem olup eritrosit membran bozukluğu hastalıklarının teşhisinde ve değişik araştırmalarda tanımlayıcı olarak kullanılır [30, 31, 45]. SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezinde kullanılan jel; SDS, akrilamid monomerleri ve metilen-bis akrilamid ile birçok maddenin karışımı ve bu karışımın fotopolimerizasyonu ile elde edilebilmektedir [49, 50, 51, 52].

Kullanılan maddeler çapraz bağlanmalar sonucu, üç boyutlu bir ağ benzeri sistemin oluşmasını sağlar. Jel hazırlanırken kullanılan kimyasal maddelerin miktarı değiştirilerek, çeşitli por büyüklüklerinde jeller elde edilebilir [53].

Bu jellerin elektrik yükleri bakımından aynı olmaları, uygulanan maddelerin molekül ağırlıklarının gerçeğe yakın bir şekilde saptanmasına yardımcı olur. Eritrosit membran proteinleri, SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi ile elektriksel yüklerine, molekül büyüklüğü ve molekül şekline bağlı olarak, 11 majör fraksiyona ayrılırlar [39]. Elektrik alanının etkisiyle farklı mobilitelere sahip olan proteinler elektroforez ortamında farklı mesafelere geçerek birbirlerinden ayrılırlar. Birbirinden ayrılmış olan bantlar halindeki protein fraksiyonları göçme hızlarına ve buldukları yerlerine göre isimlendirilirler. Bu bantlar dansitometrelerde ölçülerek (%) olarak değerlendirilir [50, 51]. Normal bir bireye ait eritrosit membran ghostlarının ve membran iskeletinin SDS Poliakrilamid Jel içerisindeki şematik görünümüleri **Şekil 2.4** gösterilmektedir [39].



Şekil 2.4. İnsan eritrosit membran ghostlarının ve membran iskeletinin SDS Poliakrilamid Jel içerisindeki şematik görünümleri [39]

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

3.1.1 Deney ve kontrol gruplarının seçimi

Bu çalışmada; sağlıklı bireylerden ve Gaziantep, Erzin bölgesi yüksek gerilim hattında çalışan ve hattın yakınında bulunan lojmanlarda ikamet eden kişilerden alınan heparinli 5 ml'lik venöz kanlar kullanıldı .

Deney ve kontrol grupları; erkek ve kadın olmak üzere iki grupta incelendi. Deney (erkek) grubunu; Gaziantep ve Erzin bölgesinde 380 kV'luk şant sahasında, yüksek gerilim hatlarının yatay olarak 1-2 m yakınında bulunan binada, özel bir giysi kullanmadan, günde 8 saat çalışan ve 8 saatlik çalışmanın sonunda yüksek gerilim hattının yatay olarak 100 -200 m yakınında ve şant sahalarının içinde bulunan lojmanlarda oturan (**Resim 3.1, 3.2**) yaşları 22-48 arasında değişen toplam 30 gönüllü erkek birey oluşturdu.

Deney (kadın) grubunu; Gaziantep ve Erzin bölgesinde 380 kV'luk şant sahasında yüksek gerilim hatlarının yatay olarak 100-200 m yakınındaki lojmanlarda yaşayan (**Resim 3.3, 3.4**) ve yaşları 18-45 arasında değişen 30 gönüllü kadın birey oluşturdu.

Kontrol gruplarını; Gaziantep il merkezinde, şant sahasından uzakta çalışan, yaşayan ve herhangi bir sağlık sorunu olmayan yaşları 18-52 arasında değişen 30'u erkek, 30'u kadın olmak üzere 60 birey oluşturdu.

Bireylere bu çalışmanın amacı ve niteliği anlatıldıktan sonra; yaşları, sağlık durumları ve meslekleri hakkındaki ayrıntılı bilgileri almak amacıyla hazırlanan anket formları (**Ek 1**)dolduruldu.



Resim 3.1. Gaziantep Bölgesi 380 kV'luk Şant Sahası ve Bu Sahada Çalışan Kişilerin Buldukları Bina



Resim 3.2. Erzin Bölgesi 380 kV'luk Şant Sahası ve Bu Sahada Çalışan Kişilerin Buldukları Bina



Resim 3.3. Gaziantep Bölgesi Şant Sahası İçindeki Lojmanlar



Resim 3.4. Erzin Bölgesi Şant Sahası İçindeki Lojmanlar

3.1.2 Kullanılan kimyasal maddeler

- a. Acrylamide (Sigma A-3553)
- b. Sodium dihydrogen Phosphate (Merck)
- c. di-Sodium Hydrogen Phosphate (Merck)
- d. Sodium Chloride (Merck)
- e. EDTA Ethylenediaminetetra Acetic Acid (Sigma E-5134)
- f. PMS-F Phenylenemethylsulfonyl Fluoride (Sigma P-7626)
- g. SDS Dodecylsulfat Natrium Salz (Merck)
- h. Sucrose (Merck)
- i. Tris-[Hydroxymethyl] aminomethane (Sigma T-1503)
- j. DTT DL-Dthiothreitol (Sigma D-9779)
- k. Pronin Y (Sigma P-7017)
- l. Coomassie Brilliant Blue R-250 (Sigma B-0149)
- m. Methanol (Merck)
- n. Acetic Acid Glacial 100% (Merck)
- o. Bisacrylamide [N,N'-Methylenebisacrylamide] (Sigma M-7256)
- p. Ammonium Persulphate (Merck)
- r. TEMED [N,N,N',N'-Tetramethylethylenediamine] (Merck)
- s. Sodium Acetate Trihydrate (Merck)
- t. Hydrochloric Acid (Merck)
- u. Parafilm "M" (Sigma P-7668)
- v. Filtre Kağıdı (Toyo Roshi Co., Ltd)

3.1.3 Kullanılan solüsyonlar

Kullanılan solüsyonların hepsi distile su ile hazırlandıktan sonra kahverengi cam şişelerde +4°C'de bir kaç hafta süre ile saklandı.

3.1.3.1 Stok solüsyonlar

Araştırma süresince kullanılmak amacı ile 10 x Buffer (7.4 pH), 1, 2, 3 ve 4 numaralı stok solüsyonları hazırlandı.

10 x Buffer (7.4 pH)

48.44 gr.....Tris

Distile su ile 400 ml'ye tamamlandı

27.21 gr.....Sodium Acetate Trihydrate

Distile su ile 100 ml'ye tamamlandı

7.444 gr.....EDTA

Distile su ile 100 ml'ye tamamlandı

Hazırlanan bu çözeltiler distile su ile 1000 ml'ye tamamlandıktan sonra HCl ile pH 7.4'e ayarlandı.

1 nolu Solüsyon

40 gr..... Acrylamide

1.5 gr..... Bisacrylamide

Distile su ile 100 ml'ye tamamlandı.

2 nolu Solüsyon

80 gr..... SDS

Distile su ile 400 ml'ye tamamlandı.

3 nolu Solüsyon

1.5 gr..... Ammonium Persulphate

Distile su ile 100 ml'ye tamamlandı.

4 nolu Solüsyon

0.5 ml..... TEMED

Distile su ile 100 ml'ye tamamlandı.

3.1.3.2 Ghost Solüsyonları

Eritrosit ghostlarının hazırlanması için kullanılmak üzere İzotonik Fosfat tamponu, Lysis tamponu ve elektroforez ön işlem solüsyonları hazırlandı.

İzotonik Fosfat Tampon

2 hacim 5 mM..... 1.56 gr Sodium dihydrogen Phosphate

3 hacim 5mM..... 2.115 gr di-Sodium Hydrogen Phosphate

147 mM..... 8.590 gr NaCl (Sodium Chloride)

Distile su ile 1000 ml'ye tamamlandı.

Lysis Tampon

2 hacim 5 mM.....	1.56 gr Sodium dihydrogen Phosphate
3 hacim 5 mM.....	2.115 gr di- Sodium Hydrogen Phosphate
1 mM.....	0.372 gr EDTA
0.3 M.....	0.052 gr PMS-F

Distile su ile 1000 ml'ye tamamlandı.

Elektroforez Ön İşlem Solüsyonu

%1 SDS.....	2 gr SDS
%7 Sucrose.....	14 gr Sucrose
10 mM Tris-HCl (pH 8).....	0.242 gr Tris
1 mM EDTA.....	0.074 gr EDTA
40 mM DTT.....	1.233 gr DTT
10 µgr/ml.....	0.002 gr Pronin Y

Distile su ile 200 ml'ye tamamlandı.

3.1.3.3 Elektroforez Kullanma Solüsyonları

Çalışmanın elektroforez aşamasında kullanılmak üzere elektroforez buffer ve jel solüsyonları hazırlandı.

Elektroforez Buffer

10 x Buffer.....	100 ml
%20 SDS.....	50 ml
Distile su.....	850 ml

Jel Solüsyonu

1 nolu solüsyon.....	1.4 ml
10 x Buffer.....	1.0 ml
2 nolu solüsyon.....	0.5 ml
3 nolu solüsyon.....	1.0 ml
4 nolu solüsyon.....	0.5 ml
Distile su.....	5.6 ml

3.1.3.4 Boya Solüsyonu

Eritrosit membran protein bantlarını tespit etmek amacı ile boya solüsyonu hazırlandı.

Boya Solüsyonu

1 gr.....	Coomassie Brilliant Blue R-250
1000 ml.....	Acedic Acid Glacial
500 ml.....	Methanol
400 ml.....	Distile su

3.1.3.5 Jel Yıkama-Jel Saklama Solüsyonu

Jellerin boyalarını yıkayarak belirgin hale getirmek amacı ile ve jellerin korunmasını sağlamak amacı ile "jel yıkama ve saklama solüsyonu" fresh olarak hazırlandı.

Jel Yıkama ve Saklama Solüsyonu

10 ml.....	Acedic Acid Glacial
90 ml.....	Distile su

3.1.4 Kullanılan Araçlar

- Elektroforez aygıtı, jel tüpleri (80 x 4.5 mm). Lastik tıkaçlar, jel hazırlama aparatı ve flüoresan lambalı ışık kaynağı (Hofer Scientific Instruments)
- Güç kaynağı (Hofer Scientific Instruments)
- Dansitometre (Beckman, Appraise, Densitometer)
- Santrifüj (Hermle Z 320)
- Elektronik tartım cihazı (Shimadzu, LIBROR AEU-210)
- pH metre (NEL)
- Manyetik karıştırıcı (Nüve MK 318)
- Distile su cihazı (Nüve NS 245)
- Mikropipet (Lafopette)
- Mikroenjektör (Hofer Scientific Instruments-SY5ORN)

3.2 Yöntem

Çalışmanın başlangıcında öncelikle; kadın ve erkek bireylerden alınan toplam 120 kan örneği, kontrol ve deney grupları için sınıflandırıldı. Oluşturulan bu gruplardan eritrosit membran proteinlerinin ayrıştırılması amacı ile ilk defa Fairbanks ve arkadaşlarının geliştirmiş oldukları [53] ve daha sonra pek çok araştırmacının [42, 43, 44, 45] kullanmış olduğu "SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi" yöntemi kullanıldı.

3.2.1 Eritrositlerin elde edilmesi

Heparinli tüplerde muhafaza edilen kan örnekleri, eritrositlerinin ayrıştırılması amacı ile 1000 x g de 20 dakika santrifüj edildi. Santrifüj işleminden sonra tüpün üstünde kalan, plazma+trombosit+lökosit tabakası pipetle alınarak atıldı. Bu şekilde tüpün altında sadece eritrositleri içeren bir birikinti kalması sağlandı. Elde edilen konsantre eritrosit solüsyonunun üzerine eşit hacimde izotonik fosfat tamponu bırakılarak, pipetaj yapıldı. Tekrar 1000 g de 20 dakika santrifüj edilerek üstteki sıvı pipetle alınarak atıldı. Eritrositlerin yıkanması işlemi üç defa tekrarlandı. Her defasında en üstteki hücrelerden bir miktar alınıp atılarak saf eritrosit süspansiyonu elde edildi [36, 54, 55, 56, 57].

3.2.2 Eritrositlerin Parçalanması

Eritrositlerin parçalanması amacı ile; en son yıkama işleminden sonra elde edilen saf eritrosit süspansiyonundan 1 ml alındı ve üzerine 14 ml Lysis tampondan eklendi. Pipetaj yapılarak hücrelerin hemoliz olmaları sağlandı ve 4300 g de 20 dakika santrifüj edilip, üstteki sıvı alınarak atıldı. Eritrosit membran proteinlerinin üzerine tekrar 14 ml Lysis tampondan eklenerek pipetaj yapıldı ve santrifüj edildi. Bütün eritrosit hücrelerinin parçalanması amacıyla aynı işlem üç defa tekrarlandı [53, 58].

Sonuçta açık pembe renkli eritrosit membran proteinlerine ait kalıntılar elde edildi. Tüpün en altında oluşan bu çöküntü eritrosit membran proteinlerinde içeren eritrosit membran ghostlarıdır.

3.2.3 Eritrosit Membran Ghost'larının Elektroforeze Hazırlanması

Eritrosit membran proteinlerinin denatüre olmalarını sağlamak amacıyla; elde edilen 1 ml'lik homojen eritrosit ghost süspansiyonu üzerine 2 ml elektroferez ön işlem solüsyonu eklenerek pipetaj yapıldı ve 37°C de 60 dakika etüvde tutuldu [36, 53, 54, 55, 56, 57].

Bu şekilde elde edilen süspansiyonlar, yani insan eritrosit ghostları 5 ml'lik kapaklı steril tüplere konuldu; kadın, erkek, kontrol ve deney gruplarına göre etiketlendirilip sınıflandırıldıktan sonra, elektroferez işlemine kadar buzdolabında saklandı.

3.2.4 SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroferezi Uygulaması

3.2.4.1 Jel tüplerinin temizlenmesi

Boyutları 80 x 5 mm olan jel tüpleri, küçük tel fırçalar yardımıyla bol deterjanlı su ile yıkandı. Bu şekilde yıkanmış olan jel tüpleri, içerisinde kimyasal temizleyicilerin bulunduğu bir behere alınarak bekletildi. Daha sonra jel tüpleri birçok kez distile su ile yıkandı ve etüvde kurutuldu.

3.2.4.2 Jel tüplerinde jellerin hazırlanması

Temizlenmiş ve etüvde kurutulmuş jel tüpleri, alt kısmına parafilm sarılarak, jel hazırlama aparatına yerleştirildi. Önceden hazırlanmış olan stok solüsyonlar aşağıdaki oranlarda karıştırılarak, ayırıcı jel solüsyonu hazırlandı.

Ayırıcı Jel Solüsyonu:

7 ml.....	1 nolu solüsyon
2.5 ml.....	2 nolu solüsyon
5 ml.....	3 nolu solüsyon
2.5 ml.....	4 nolu solüsyon
5 ml.....	10 x Buffer
28 ml.....	Distile su

Ayırıcı jel solüsyonu hazırlandıktan sonra, bir enjektör yardımıyla jel tüplerine doldurulup boşaltıldı. Bu işlem sayesinde jel tüplerinin iç

yüzeylerinin yıkanması sağlandı. Daha sonra her bir tüpe 6 cm yüksekliğinde ayırıcı jel solüsyonu dolduruldu, tüplerin solüsyon seviyelerinin aynı olmasına dikkat edildi. Bu işlem tamamlanınca, solüsyonun hava ile temasını önlemek amacıyla; ince uçlu bir Pasteur pipeti ile solüsyon üzerine damla damla distile su akıtılarak, jel solüsyonu üzerinde yaklaşık 1 cm'lik bir su tabakası oluşturuldu. Jel'in homojen yapısının bozulmaması için, suyun çok yavaş bir şekilde eklenmesine özen gösterildi. Jel tüpleri flüoresan lambalı ışık kaynağı karşısında fotopolimerizasyon için 60 dakika bekletildi. Süre sonunda jelleşmenin tam olabilmesi için tüpler 5 dakika buzdolabında bekletildi. Jel oluşumu tamamlandığında, önceki su-jel sınırının 1-2 mm altında yeni bir sınırın oluştuğu gözlemlendi. Daha sonra jel tüpleri üzerine bırakılan su bir enjektör ve absorban kağıt yardımıyla alındı. Bu işlemin sonunda jelin katı bir hal aldığı gözlemlendi [36, 53, 54, 55, 56].

3.2.4.3 Jellerin üzerine eritrosit ghost örneklerinin uygulanması

Hazırlanan jellerin üzerine bir mikroenjektör yardımıyla alınan 100 mikrolitre eritrosit ghost örneği bırakıldı. Eritrosit ghostları jelin üzerine bırakılırken mikroenjektörün ucunun, jelden 1-2 mm uzaklıkta ve jelin tam merkezine gelecek şekilde tutulmasına özen gösterildi. Aksi takdirde bantların düzgün olmadığı gözlemlendi. Örneklerin elektroforez işlemi sırasında dağılmaması ve karışmaması için, bir Pasteur pipeti ile jel tüpleri tam olarak doluncaya kadar damla damla elektroforez buffer solüsyonu eklendi.

3.2.4.4 Elektroforez İşlemi

Elektroforez işlemi için hazırlanmış olan jel tüpleri, jel hazırlama aparatından alınarak, altındaki parafilm çıkarıldı. Örneklerin dağılmamasına dikkat edilerek jel tüpleri elektroforez aygıtına yerleştirildi. Önceden hazırlanarak buzdolabında korunan elektroforez buffer solüsyonundan (tampon solüsyon) 2.5 lt elektroforez tankının alt bölümüne, 1 lt de cihazın üst bölümüne konuldu. Tampon solüsyonunun tüplerin alt ve üst yüzeyleri ile akım geçecek elektrotlarla temas etmesi sağlandı. Bu işlem sırasında akım iletiminin her tüp için homojen olabilmesi amacıyla tüplerin alt ve üst

yüzeylerinde hava kabarcıklarının oluşmamasına dikkat edildi. Oluşan hava kabarcıkları yok edildi. Daha sonra elektroforez tankının elektrotlarının, pozitif ve negatif uçları, güç kaynağına bağlandı.

Eritrosit membran proteinlerinin ayrışımı için her tüpe 8 mA'lık akım uygulandı. Elektroforez işlemi sırasında, Pronin Y'nin oluşturduğu pembe bandın ilerleyişi zaman zaman kontrol edilerek, pembe bant jel tüpünün alt kısmına 1 cm kadar yaklaşınca akım güç kaynağından kesildi. Bantların ayrışım işlemi yaklaşık olarak 2 saat sürdü [53].

Akım kesildikten sonra jel tüpleri elektroforez aygıtından çıkartıldı. 10 ml'lik bir enjektör yardımıyla jel ile tüp arasına su sıkılarak, aynı zamanda jel tüpü sağa sola çevrilerek, jellerin tüplerden çıkarılma işlemi tamamlandı. Jeller etiketlenmiş kapaklı tüplere boyama işlemi yapılmak üzere konuldu.

3.2.4.5 Eritrosit membran protein bantlarının boyanması

Önceden hazırlanmış olan eritrosit membran boyama solüsyonu (%0.1'lik Coomassie Brilliant Blue R-250) içerisinde bırakılan jeller 16-17 saat (1 gece) ışık olmayan bir ortamda bekletildi. Bu sürenin sonunda boyanmış olan jellerin üzerinde protein bantları gözlemlendi. Bantların net bir şekilde görünür hale gelebilmesi için boya solüsyonu içinden alınan jeller; jel yıkama ve saklama solüsyonu (%10'luk Acetic Acid) içine bırakılarak, birkaç gün bekletildi. Bu bekleme süresi içinde birkaç defa "Jel Yıkama ve Saklama Solüsyonu" değiştirilerek boya çıkarma işleminin tam olması sağlandı. Protein bantları net ve berrak bir görünüm kazanınca "Jel Yıkama ve Saklama Solüsyonu" içine bırakılan jeller kapaklı ve etiketli tüplerde, değerlendirilmek üzere buzdolabında saklandı [49, 59, 60, 61].

3.2.5 Değerlendirmeler

3.2.5.1 Kalitatif değerlendirme

Çalışmamızda incelemiş olduğumuz eritrosit membran proteinlerinin elektroforezinde toplam olarak 11 fraksiyon elde edildi. Bu fraksiyonlar; Spektrin I, Spektrin II, Ankyrin 2.1, 2.2, 2.3, Protein Band 3, Protein Band

4.1, Protein Band 4.2, Protein Band 4.9, Protein Band 5 (Aktin), Protein Band 6, Protein Band 7 ve Hemoglobindir. Bu fraksiyonların isimlendirilmesi literatür bilgilerinden yararlanarak yapıldı [29, 31, 35, 53, 62, 63].

3.2.5.2 Kantitatif değerlendirme

Jeldeki protein bantlarının değerlendirilmesi 540 nm dalga boyundaki ışık şiddetinden yararlanarak dansitometre ile yapıldı. Dansitometrik ölçümle bütün fraksiyonların (Spektrin I, Spektrin II, Ankyrin 2.1, 2.2, 2.3, Protein Band 3, Protein Band 4.1, Protein Band 4.2, Protein Band 4.9, Protein Band 5, Protein Band 6, Protein Band 7 ve Hemoglobin) yüzde (%) olarak değerleri bulundu.

3.2.5.3 İstatistiksel değerlendirme

Erkek ve kadın gruplarında elektroforetik yöntemle bulunan, 11 ayrı protein bandı için elde edilen sonuçlar, deney ve kontrol grupları arasında farklılık olup olmadığı, iki ortalamayı test eden "Student's t Test" istatistiksel yöntemi ile değerlendirildi [64, 65].

4. BULGULAR

4.1 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada; Gaziantep ve Erzin bölgesi 380 kV'luk şant sahasında çalışan, sürekli elektromagnetik alana maruz kalan yaşları 22-48 arasında değişen toplam 30 erkek birey ile şant sahası yakındaki lojmanlarda yaşayan yaşları 18-45 arasında değişen 30 kadın bireye anket uygulandı. Bu anketlerin sonuçlarına göre erkek bireylerde; uykusuzluk, sinirlilik, sürekli stres hissi, kaygı, dikkat toplama güçlüğü, halsizlik, baş ağrısı, unutkanlık gibi genel şikayetlerin olduğu gözlenmiştir. Bu şikayetlerin 30 kişilik deney grubu için; görülme sıklığı ve yüzdesi **Tablo 4.1** de gösterilmiştir. Yıl boyunca süre gelen bu şikayetler çalışma ortamından uzaklaşınca azalmakta veya kaybolmaktadır.

Tablo 4.1 Deney (Erkek) Grubunun Anket Sonuçları

GENEL ŞİKAYETLER	DENEY (ERKEK) GRUBU (n=30)	
	Kişi Sayısı	Yüzde
Sinirlilik	21	% 70.0
Stress Hissi	18	% 60.0
Baş Ağrısı	12	% 40.0
Unutkanlık	9	% 30.0
Kaygı	7	% 23.3
Dikkat Güçlüğü	7	% 23.3
Uyku Problemi	3	% 10.0
Halsizlik	3	% 10.0

Kadın bireylerde ise halsizlik, sinirlilik, baş ağrısı, adet düzensizliği, sık düşük vakaları, sürekli yorgunluk hissi, uykusuzluk, dikkat toplama güçlüğü, unutkanlık ve stress hissi gibi şikayetler gözlenmiştir. Bu şikayetlerin 30 kişilik deney grubu için; görülme sıklığı ve yüzdesi **Tablo 4.2** de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Deney (Kadın) Grubunun Anket Sonuçları

GENEL ŞİKAYETLER	DENEY (KADIN) GRUBU (n=30)	
	Kişi Sayısı	Yüzde
Sinirlilik	21	% 70.0
Adet Düzensizliği	17	% 56.7
Baş Ağrısı	17	% 56.7
Uyku Problemi	11	% 36.7
Stress Hissi	7	% 23.3
Halsizlik	6	% 20.0
Düşük Vakası	5	% 16.7
Unutkanlık	5	% 16.7
Yorgunluk Hissi	3	% 10.0
Dikkat Güçlüğü	2	% 6.70

4.2 Erkek Grubu Eritrosit Membran Proteinleri Bulguları

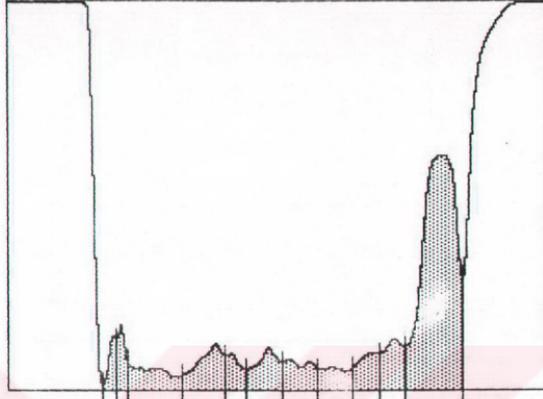
Günde 8 saat yüksek gerilim hattının yatay olarak 1-2 m yakınında bulunan binalarda çalışan ve sürekli elektromagnetik alana maruz kalan erkek bireylerin deney sonuçlarının değerlendirilmesinin daha sağlıklı olabilmesi için, 30 kişilik deney grubunun yaş ortalamasına uygun 30 kişilik kontrol grubu oluşturuldu.

Elektromagnetik alana maruz kalan bireylerde, yaş dağılımı 22-48 dir. Buna uygun olarak oluşturulmaya çalışılan kontrol grubunda ise yaş dağılımı 21-52 dir.

Ortalama yaş dağılımı istatistiksel olarak değerlendirildiğinde farklılığın önemli olmadığı saptandı ($t = 0.281, p > 0.05$).

Elektroforez sonucu elde edilen normal erkek bir bireye ait eritrosit membran proteinlerinin jel içerisindeki görünümü **Resim 4.1** ve dansitometrik çizimi **Şekil 4.1** de gösterilmiştir. Kontrol ve deney gruplarından elde edilen eritrosit membran fraksiyonlarına ait yüzde (%) değerleri ise **Tablo 4.3** ve **Tablo 4.4** de gösterilmiştir.

Patient: KE 15
Test: PAGE Gel 1 - 1 03-02-1997
FIELD



Fraction	Rel%
1	2.7
2	3.4
3	5.7
4	7.5
5	3.1
6	6.3
7	5.1
8	3.9
9	5.0
10	6.1
11	51.0

Comments:

Şekil 4.1. Normal Erkek Bir Bireye Ait Eritrosit Membran Proteinlerinin Densitometrik Çizimi



Resim 4.1. Normal Erkek Bir Bireye Ait Eritrosit Membran Proteinlerinin Jel İçerisindeki Görünümü

Tablo 4.3. Kontrol (Erkek) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri

KONTROL GRUBU (ERKEK)											
Örnek No	Spektrin I	Spektrin II	Ankrin 2.1,2.2 2.3,2.6	Protein Band 3	Protein Band 4.1	Protein Band 4.2	Protein Band 4.9	Aktin	Protein Band 6	Protein Band 7	Hemoglobin
1	3.0	4.6	6.2	7.6	4.5	4.5	4.4	2.3	4.1	4.4	54.3
2	1.6	1.8	3.3	6.7	6.3	7.7	6.8	3.0	8.5	5.5	48.6
3	6.4	6.7	5.9	12.9	6.1	6.0	6.7	2.6	4.5	6.1	36.0
4	6.5	4.9	14.5	9.3	7.6	12.6	8.3	5.7	7.5	4.1	18.9
5	3.1	4.0	5.8	8.0	5.0	4.9	7.8	3.7	4.5	5.3	48.0
6	2.8	4.6	6.0	9.1	6.0	5.4	9.4	3.6	4.9	5.5	42.5
7	5.0	3.6	8.6	7.6	6.1	8.6	10.0	6.3	6.5	6.9	30.9
8	2.0	1.5	6.0	3.6	4.6	4.5	5.8	2.6	5.6	4.9	58.9
9	5.4	5.4	10.5	11.6	6.7	6.5	3.1	8.4	7.4	8.7	26.3
10	2.8	2.8	13.6	10.1	5.5	5.6	5.2	9.3	10.9	7.0	27.1
11	2.8	1.6	4.7	4.4	7.0	4.1	6.4	3.5	4.9	6.4	54.1
12	1.4	2.3	5.3	5.8	3.2	5.9	4.7	3.1	5.7	5.2	57.4
13	3.5	3.2	11.4	5.9	6.1	11.6	4.8	6.4	4.0	5.6	37.4
14	4.2	5.3	6.5	8.9	6.2	5.5	8.4	3.5	4.2	9.4	37.8
15	2.7	3.4	5.7	7.5	3.1	6.3	5.1	3.9	5.0	6.1	51.0
16	2.9	4.1	11.5	8.3	6.8	7.2	3.9	3.5	10.8	5.4	35.5
17	4.0	3.2	11.5	6.8	6.9	9.6	4.0	5.3	6.0	3.1	39.6
18	2.9	3.1	5.8	6.8	3.9	7.4	5.3	2.6	5.2	4.9	52.3
19	4.2	4.4	6.8	10.2	4.9	9.1	7.0	3.9	6.0	4.9	38.6
20	4.4	4.0	5.9	8.7	4.6	4.5	6.5	3.4	3.8	5.1	49.2
21	2.1	2.9	6.6	7.9	6.4	6.2	7.0	5.4	5.2	4.8	45.4
22	2.9	2.9	5.9	8.1	5.4	5.5	7.3	3.8	5.4	5.9	46.8
23	2.0	2.0	8.2	5.7	5.4	3.8	7.4	4.5	4.4	5.7	51.0
24	5.2	5.8	8.0	10.7	6.0	4.3	10.9	4.2	5.6	5.3	34.2
25	4.8	5.2	4.4	9.9	5.4	7.9	8.5	3.2	5.5	5.6	39.8
26	3.6	4.8	4.2	8.1	6.8	8.1	11.8	4.7	5.6	4.3	37.9
27	4.5	3.7	10.2	4.2	11.3	7.6	4.9	5.5	6.0	5.1	37.0
28	4.5	4.7	12.1	9.7	8.3	6.4	11.0	7.1	6.1	4.5	25.5
29	3.6	2.9	13.8	6.6	6.7	5.4	9.4	6.5	5.6	4.1	35.4
30	6.1	6.7	20.3	4.2	8.9	6.4	9.3	6.2	4.8	6.6	20.6
\bar{x}	3.70	3.87	8.30	7.83	6.05	6.63	7.04	4.59	5.81	5.55	40.61
SD	1.36	1.37	3.80	2.22	1.63	2.08	2.26	1.74	1.72	1.27	10.55

\bar{x} = Ortalama, SD = Standart Sapma

Tablo 4.4. Deney (Erkek) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri

DENEY GRUBU (ERKEK)											
Örnek No	Spektrin I	Spektrin II	Ankrin 2.1,2.2 2.3,2.6	Protein Band 3	Protein Band 4.1	Protein Band 4.2	Protein Band 4.9	Aktin	Protein Band 6	Protein Band 7	Hemoglobin
1	6.7	5.8	3.4	10.6	3.3	8.3	3.2	5.4	7.7	5.9	39.7
2	4.3	3.0	10.5	6.9	4.7	7.9	7.2	6.2	5.6	6.1	37.6
3	5.5	7.1	6.3	14.4	6.4	8.4	9.5	4.5	7.6	9.7	20.7
4	6.7	6.7	5.9	13.7	4.9	9.5	4.6	8.1	9.0	10.1	20.8
5	8.4	8.2	6.7	13.4	7.0	7.7	4.9	4.6	10.1	7.7	21.3
6	8.6	5.4	4.7	13.4	6.1	11.2	5.8	5.9	8.4	8.6	21.9
7	5.8	5.0	4.1	13.2	5.2	8.0	4.3	5.2	10.4	9.4	29.3
8	5.2	4.0	10.4	9.1	7.7	10.9	9.2	3.5	8.3	7.8	24.0
9	7.6	6.9	10.3	12.1	7.3	6.6	10.2	3.7	5.4	4.4	25.4
10	6.5	7.0	6.5	11.2	4.9	7.1	3.5	4.8	5.2	6.1	37.2
11	7.1	6.8	3.6	13.4	5.9	5.6	2.7	5.0	6.4	7.9	35.6
12	5.1	3.7	3.9	11.8	4.2	8.7	3.8	6.7	8.9	8.7	34.6
13	8.4	6.2	4.7	13.2	5.4	9.5	4.1	3.2	5.0	8.3	31.9
14	6.7	4.9	4.8	10.8	5.4	4.9	4.6	5.5	7.1	6.9	38.6
15	5.1	3.9	7.3	10.0	3.3	6.9	4.7	7.1	6.0	7.6	38.2
16	7.0	5.9	4.5	12.7	4.1	5.9	4.8	5.1	8.0	9.0	33.0
17	4.3	5.0	4.3	9.2	4.4	5.6	2.7	4.0	7.4	7.7	45.4
18	8.5	6.9	4.6	14.1	7.2	9.3	5.3	6.3	4.8	19.0	14.1
19	1.4	2.6	12.1	9.3	6.2	7.7	9.6	5.1	9.1	5.9	31.0
20	6.8	4.8	9.6	12.4	6.2	6.7	10.1	5.7	7.4	7.3	23.0
21	3.6	3.0	5.1	8.2	3.8	5.4	6.0	3.5	5.5	6.5	49.4
22	4.3	4.2	5.1	8.3	3.7	5.6	6.6	3.4	5.0	5.9	47.9
23	7.0	5.5	7.2	9.7	4.6	8.7	7.2	6.0	5.9	6.3	31.8
24	5.8	7.3	5.4	10.8	4.9	7.9	10.2	3.9	5.9	5.6	32.3
25	4.8	5.7	6.0	9.5	4.2	6.4	5.9	3.6	5.5	6.4	42.0
26	7.6	4.7	3.2	11.2	3.2	11.9	5.3	5.4	6.7	5.9	34.8
27	5.2	2.7	6.1	9.1	3.3	6.8	2.6	6.3	6.7	5.4	46.0
28	4.1	4.2	7.3	7.9	4.7	6.7	4.8	4.4	5.3	5.9	44.7
29	4.8	2.6	4.1	9.4	3.1	5.7	5.9	3.4	4.5	4.1	52.4
30	6.5	5.7	9.2	13.4	6.7	8.2	7.4	5.4	6.0	6.0	25.4
\bar{x}	5.98	5.18	6.24	11.08	5.07	7.66	5.89	5.03	6.82	7.41	33.67
SD	1.64	1.54	2.37	2.08	1.33	1.76	2.32	1.21	1.61	2.61	9.63

\bar{x} = Ortalama, SD = Standart Sapma

Deney ve kontrol grubundaki bütün bantların yüzdelerinin ortalama değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (**Tablo 4.5**):

1) Spektrin I bandında deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 5.852$, $p < 0.01$).

2) Spektrin II bandında deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 3.485$, $p < 0.01$).

3) Ankrin 2.1, 2.2, 2.3, 2.6 bandında deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre azalmıştır. Bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.529$, $p < 0.05$).

4) Protein Band 3'ün deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 5.846$, $p < 0.01$).

5) Protein Band 4.1'in deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre azalmıştır. Bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.568$, $p < 0.05$).

6) Protein Band 4.2'nin deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.061$, $p < 0.05$).

7) Protein Band 4.9'un yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı saptanmıştır ($t = 1.939$, $p > 0.05$).

8) Aktin bandının yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı saptanmıştır ($t = 1.128$, $p > 0.05$).

9) Protein Band 6'nın deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.366$, $p < 0.05$).

10) Protein Band 7'nin deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 3.5$, $p < 0.001$).

11) Hemoglobin bandının deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre azalmıştır. Bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.662$, $p < 0.005$).

Tablo 4.5. Erkek Grubu İstatistik Değerlendirme Sonuçları

Membran Proteinleri	Kontrol Grubu		Deney Grubu		İstatistik Sonuçları	
	\bar{x}	\pm SD	\bar{x}	\pm SD	t	p
Spektrin I	3.70	\pm 1.36	5.98	\pm 1.64	5.852	$p < 0.01$
Spektrin II	3.87	\pm 1.37	5.18	\pm 1.54	3.485	$p < 0.01$
Ankrin	8.30	\pm 3.80	6.24	\pm 2.37	2.529	$p < 0.05$
Protein Band 3	7.83	\pm 2.22	11.08	\pm 2.08	5.846	$p < 0.01$
Protein Band 4.1	6.05	\pm 1.63	5.07	\pm 1.33	2.568	$p < 0.05$
Protein Band 4.2	6.63	\pm 2.08	7.66	\pm 1.76	2.061	$p < 0.05$
Protein Band 4.9	7.04	\pm 2.26	5.89	\pm 2.32	1.939	$p > 0.05$
Aktin	4.59	\pm 1.74	5.03	\pm 1.21	1.128	$p > 0.05$
Protein Band 6	5.81	\pm 1.72	6.82	\pm 1.61	2.366	$p < 0.05$
Protein Band 7	5.55	\pm 1.27	7.41	\pm 2.61	3.500	$p < 0.01$
Hemoglobin	40.61	\pm 10.55	33.67	\pm 9.63	2.662	$p < 0.05$

4.3 Kadın Grubu Eritrosit Membran Proteinleri Bulguları

Yüksek gerilim hattının 100-200 m yakınındaki lojmanlarda yaşayan kadın bireylerden 30 kişilik deney grubu, yaş ortalaması deney grubuna uygun olarak seçilen, şant sahası dışında yaşayan ve herhangi bir sağlık sorunu olmayan bireylerden 30 kişilik kontrol grubu oluşturuldu.

Yaş dağılımı deney grubunda 18-45 dir. Kontrol grubunda ise 18-47 dir. Ortalama yaş dağılımları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde farklılığın önemli olmadığı saptandı ($t = 0.444$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarına ait bantların yüzde (%) değerler **Tablo 4.6** ve **4.7** de gösterilmiştir.

Tablo 4.6.Kontrol (Kadın) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri

KONTROL GRUBU (KADIN)											
Örnek No	Spektrin I	Spektrin II	Ankrin 2.1,2.2 2.3,2.6	Protein Band 3	Protein Band 4.1	Protein Band 4.2	Protein Band 4.9	Aktin	Protein Band 6	Protein Band 7	Hemoglobin
1	3.9	3.9	4.1	6.8	4.3	4.2	5.8	3.5	4.7	5.8	53.0
2	5.4	6.9	4.9	11.4	5.7	8.1	4.9	3.4	5.1	5.7	38.5
3	2.4	2.9	8.0	5.4	5.4	8.4	7.0	6.2	7.0	8.4	38.9
4	4.3	5.4	4.1	8.9	5.3	5.7	6.9	3.5	5.6	6.3	44.0
5	1.8	3.9	6.4	8.2	5.2	5.9	9.2	4.7	5.6	7.1	41.9
6	4.3	5.9	2.8	12.3	4.6	5.9	10.3	4.0	6.6	8.1	35.4
7	5.1	4.1	3.9	9.4	4.6	5.7	8.6	3.5	4.5	5.0	45.5
8	4.8	5.0	3.2	10.6	3.5	6.1	8.4	4.1	5.0	7.3	42.2
9	4.3	4.7	8.1	10.0	6.0	5.3	8.8	3.5	7.2	6.7	35.3
10	5.3	4.1	11.6	7.9	5.5	5.7	7.3	5.8	4.9	4.7	37.3
11	3.8	4.9	5.9	8.9	5.4	4.9	8.7	4.0	5.6	6.3	41.6
12	4.4	4.9	5.1	9.8	5.5	5.1	8.1	3.3	5.8	6.4	41.5
13	6.6	5.9	5.5	13.3	5.4	6.8	10.5	3.8	6.3	6.4	29.4
14	5.1	7.7	4.5	12.7	5.6	6.5	9.7	3.1	6.6	6.9	31.5
15	3.9	5.0	5.2	8.7	4.7	5.6	7.0	2.6	4.8	6.2	46.2
16	4.6	7.8	8.4	13.1	7.6	6.0	9.6	2.6	5.4	7.6	27.4
17	4.1	6.2	16.0	8.5	7.8	12.1	11.5	6.7	8.0	6.4	12.7
18	3.8	4.4	6.7	8.2	5.2	5.6	10.3	4.2	6.3	5.2	40.0
19	1.7	1.5	5.3	4.6	5.0	3.7	7.0	3.5	4.9	4.2	58.6
20	2.5	3.3	5.8	6.8	6.2	4.1	8.8	5.3	3.6	5.0	48.7
21	3.9	4.0	11.4	8.8	6.2	5.4	8.9	4.8	6.4	3.7	36.4
22	1.8	1.4	7.7	4.9	6.4	3.6	9.4	5.0	4.4	8.6	46.8
23	0.9	3.0	6.0	5.1	4.5	3.7	8.4	3.7	5.2	6.3	53.1
24	4.3	4.1	4.4	9.8	4.4	6.7	8.0	3.6	5.7	7.3	41.6
25	5.2	1.9	8.4	8.8	7.5	5.1	7.0	8.6	7.1	6.6	33.7
26	2.0	4.2	6.8	7.4	6.6	4.4	7.6	5.1	8.5	5.0	42.5
27	1.6	3.5	7.5	6.8	3.5	3.2	6.0	3.4	6.0	6.3	52.1
28	4.9	4.9	11.1	10.2	8.4	5.6	10.2	6.2	2.6	7.6	28.3
29	7.4	4.7	12.2	9.1	7.4	5.4	6.1	4.8	5.4	5.5	31.9
30	4.0	3.9	5.8	7.8	4.9	4.3	5.6	2.9	7.4	7.6	45.8
\bar{x}	3.93	4.46	6.89	8.81	5.60	5.63	8.19	4.3	5.74	6.34	40.1
SD	1.50	1.52	2.97	2.29	1.21	1.70	1.62	1.3	1.25	1.19	9.11

\bar{x} = Ortalama, SD = Standart Sapma

Tablo 4.7.Deney (Kadın) Grubu Eritrosit Membran Protein Yüzdeleri

DENEY GRUBU (KADIN)											
Örnek No	Spektrin I	Spektrin II	Ankrin 2.1,2.2 2.3,2.6	Protein Band 3	Protein Band 4.1	Protein Band 4.2	Protein Band 4.9	Aktin	Protein Band 6	Protein Band 7	Hemoglobin
1	4.1	5.0	5.1	9.8	4.2	7.3	8.5	4.2	7.3	7.7	36.9
2	4.6	5.1	3.5	11.4	3.6	8.3	4.7	6.6	10.6	6.6	34.9
3	3.8	4.9	19.9	7.0	6.4	6.1	9.7	7.6	10.3	9.2	15.2
4	5.6	6.3	13.4	8.6	11.4	12.2	6.7	10.0	10.2	4.6	11.0
5	4.5	4.2	13.0	9.2	7.6	6.1	9.2	5.5	6.8	5.8	28.0
6	6.7	7.0	8.2	12.2	6.2	7.5	7.7	4.8	6.0	6.3	27.3
7	6.4	4.9	10.4	9.8	7.1	10.7	5.9	4.4	5.5	6.0	28.9
8	5.6	6.4	4.7	12.3	5.5	6.8	4.1	9.8	5.9	6.6	32.2
9	4.5	6.5	8.8	11.2	5.5	9.4	9.5	5.4	6.0	7.1	26.1
10	4.2	4.0	4.5	7.8	5.1	5.6	7.7	3.4	7.3	7.2	43.3
11	3.7	5.0	12.6	8.4	8.1	6.2	10.6	6.6	5.8	7.7	25.3
12	2.7	3.1	7.7	6.0	6.0	4.5	7.4	5.3	5.2	5.4	46.8
13	2.2	3.0	4.6	7.2	4.4	4.3	7.2	4.4	7.6	7.7	47.4
14	3.6	6.0	4.6	9.9	5.2	5.3	7.3	3.8	5.6	5.9	42.7
15	5.4	2.6	12.2	5.0	7.6	7.7	7.0	8.1	4.4	5.6	34.5
16	3.4	4.1	6.3	7.3	4.9	5.2	7.4	4.2	6.3	6.8	44.1
17	3.0	6.7	9.2	9.0	5.5	5.3	8.0	5.0	6.4	6.2	35.7
18	3.2	3.5	5.2	8.1	5.1	5.6	7.1	3.9	6.4	6.7	45.2
19	5.7	6.1	4.3	10.1	4.9	9.2	8.5	3.6	5.7	5.8	36.1
20	4.6	5.0	3.7	10.9	3.2	5.0	8.0	3.7	6.2	7.2	42.5
21	5.1	7.2	4.7	12.2	3.9	3.9	13.3	5.7	8.4	6.3	29.2
22	4.2	3.5	9.1	8.9	4.7	13.9	11.8	11.4	4.8	3.3	24.5
23	2.3	2.7	6.9	6.3	3.0	5.8	7.8	4.0	9.3	7.0	45.0
24	4.6	5.0	6.2	4.0	5.3	4.8	12.0	5.2	6.7	4.7	41.4
25	6.3	6.1	4.9	12.6	3.7	5.2	13.3	7.5	5.6	6.4	28.3
26	1.8	3.9	3.1	7.3	2.4	10.5	6.8	3.6	8.6	8.0	44.0
27	4.3	5.7	4.4	9.0	3.5	10.1	9.2	3.8	6.9	6.2	37.0
28	4.8	5.7	6.6	9.3	5.0	6.8	8.3	5.5	6.0	6.3	35.6
29	3.1	3.5	5.7	5.8	6.2	7.3	5.3	2.4	8.9	7.8	44.1
30	1.6	1.9	8.1	7.2	4.9	8.8	8.3	7.0	4.6	8.2	39.4
\bar{x}	4.18	4.82	7.39	8.80	5.33	7.18	8.29	5.54	6.84	6.55	35.1
SD	1.33	1.42	3.74	2.21	1.77	2.43	2.20	2.13	1.66	1.17	9.09

\bar{x} = Ortalama, SD = Standart Sapma

Her iki grup için bütün bantların yüzdelerinin ortalama değerleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (**Tablo 4.8**):

1) Spektrin I bandının yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.683$, $p > 0.05$).

2) Spektrin II bandının yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.944$, $p > 0.05$).

3) Ankrin 2.1, 2.2, 2.3, 2.6 bandının yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.567$, $p > 0.05$).

4) Protein Band 3'ün yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.02$, $p > 0.05$).

5) Protein Band 4.1'in yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.692$, $p > 0.05$).

6) Protein Band 4.2'nin deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.869$, $p < 0.01$).

7) Protein Band 4.9'un yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.187$, $p > 0.05$).

8) Aktin bandında deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.675$, $p < 0.01$).

9) Protein Band 6'nın deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.905$, $p < 0.01$).

10) Protein Band 7'nin yüzde ortalamaları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ($t = 0.695$, $p > 0.05$).

11) Hemogloblin bandında deney grubunun ortalaması kontrol grubuna göre azalmıştır. Bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t = 2.121$, $p < 0.05$).

Tablo 4.8. Kadın Grubu İstatistik Değerlendirme Sonuçları

Membran Proteinleri	Kontrol Grubu			Deney Grubu			İstatistik Sonuçları	
	\bar{x}	\pm	SD	\bar{x}	\pm	SD	t	p
Spektrin I	3.93	\pm	1.50	4.18	\pm	1.33	0.683	$p > 0.05$
Spektrin II	4.45	\pm	1.52	4.82	\pm	1.42	0.944	$p > 0.05$
Ankrin	6.89	\pm	2.97	7.39	\pm	3.74	0.567	$p > 0.05$
Protein Band 3	8.81	\pm	2.29	8.80	\pm	2.21	0.020	$p > 0.05$
Protein Band 4.1	5.60	\pm	1.21	5.33	\pm	1.77	0.692	$p > 0.05$
Protein Band 4.2	5.63	\pm	1.70	7.18	\pm	2.43	2.869	$p < 0.01$
Protein Band 4.9	8.19	\pm	1.62	8.29	\pm	2.20	0.187	$p > 0.05$
Aktin	4.32	\pm	1.32	5.54	\pm	2.13	2.675	$p < 0.01$
Protein Band 6	5.74	\pm	1.25	6.84	\pm	1.66	2.902	$p < 0.01$
Protein Band 7	6.34	\pm	1.19	6.55	\pm	1.17	0.695	$p > 0.05$
Hemoglobin	40.06	\pm	9.114	35.08	\pm	9.09	2.1221	$p < 0.05$

5. TARTIŞMA

Elektromagnetik alanın eritrosit membran proteinleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla; Gaziantep ve Erzin bölgesi 380 kV'luk şant sahası içinde çalışan ve yakınında yaşayan, sürekli elektromagnetik alana maruz kalan bireyler ile, herhangi bir sağlık sorunu olmayan bireylerin eritrosit membran proteinleri "SDS Poliakrilamid Jel Disk Elektroforezi" yöntemi ile karşılaştırıldı. Erkek grubunda eritrosit membran proteinlerinden; Spektrin I - II, Protein Band 3, Protein Band 4.2, Protein Band 6 ve Protein Band 7 yüzdeleri kontrol grubuna göre artmış, Aktrin, Protein Band 4.1 ve Hemoglobin bantları yüzdeleri ise kontrol grubuna göre azalmış olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kadın grubunda ise Protein Band 4.2, Aktin ve Protein Band 6 yüzdeleri kontrol grubuna göre artmış, Hemoglobin bandı yüzdesi kontrol grubuna göre azalmış ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Erkek gruplarında; Protein Band 4.9 ve Aktin bantlarındaki, kadın gruplarında ise Spektrin I - II, Ankrin, Protein Band 3, Protein Band 4.1, Protein Band 4.9 ve Protein Band 7 bantlarındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Değişik şiddet, frekans, enerji ve doğrultulardaki elektromagnetik alanlar canlı organizmaların biyolojik dengelerinde değişimler yaratmaktadır. Elektromagnetik alanın canlı organizma içinde yaratmış olduğu bu etkileri pek çok araştırmacı araştırmaktadır [2, 3, 11, 15, 18, 66]. Elektrik alanı uygulandıkları canlıda farklı elektriksel etkiler yaratırlar. Bu etkiler; yüzey elektrik alanları, vücut içi elektrik alanı, vücut akım yoğunluklarındaki değişimlerdir [67].

Son yıllarda yapılan modelleme çalışmaları ile elektrik alanının oluşturduğu farklı etkileri tesbit etmek mümkün olabilmektedir [14]. Bu modelleme çalışmaları; elektromagnetik alanların uygulandığı biyolojik sistemler içinde, yeni elektrik alanlar ve elektrik akımlarının meydana getirdiğini göstermektedir [15]. Elektromagnetik alanın biyolojik dokularla etkileşiminde; magnetik alan bileşeni frekansıyla orantılı olarak kolaylıkla dokunun içine girebilir ve dokuyu etkiler. Dokunun magnetik alanı yansıtması ve ona karşı koyması çok güçtür, bu olayın tam aksine elektrik

alanının çok küçük bir bölümü dokuya girebilmektedir. Bu sebepten dolayı biyolojik etkilerin büyük bir bölümünü, elektromagnetik alanın magnetik alan bileşeninin yarattığı varsayılmaktadır [3].

Elektromagnetik alanlar organizma içinde iyonik akımlar üretir. Dışarıdan uygulanan elektriksel alanlar, dokular üzerinde değişik yollarla enerji transfer ederler. Elektrik alanlarının uygulandığı bölge pozitif yüklerin alan doğrultusunda, negatif yüklerin ise alana zıt yönde bir kuvvete maruz kalması sonucu polarize olur. Elektrik alanlarının uygulandığı bölgedeki atomlarla etkileşmesi sonucunda, atomun serbest elektronlarına kinetik enerji transfer edilir. Öte yandan bazı dielektrik maddelerin molekülleri, su molekülünde olduğu gibi daimi bir elektrik dipol momente (p) sahiptir. Böyle maddeler (polar), bir dış elektrik alan içine konulduğunda dipol momentleri elektrik alan vektörü ile aynı doğrultuya gelmeye çalışır. Bu olaylara ilişkin sürtünme nedeniyle dokularda ısı oluşur [12, 68]. Meydana gelen ısı etkisinden dolayı dokuların iyon konsantrasyonlarında değişimler meydana gelir [69, 70, 71].

Elektromagnetik alanların biyolojik etkileşimlerinde ilk hedefi hücre membranı olmakta ve membran alanın yarattığı hasarı üzerinde taşımaktadır [11]. Membranlar farklı dalga boyları, frekanslar, enerjiler, dalga şekillerinden, farklı kısımlardan oluşan homojen olmayan bir yapıya sahiptir; yüzeylerine dik olarak uygulanan alanlar için gözenekli katılar gibi, yüzeylerine paralel uygulanan alanlar için ise viskoz sıvılar gibi davranış gösterirler [12]. Ayrıca; membranlar iletkenliğinin üzerindeki potansiyel farkların ve kimyasal işaretlerinin değişimine bağlı olarak çeşitli iyonlara karşı gözenekliliklerini değiştiren aktif kimyasal reaksiyonlar içerirler [71, 72].

Zayıf ELF elektrik alanının hücre üzerine etkimesiyle hücre membranı çevresinde mikroeletroforetik hareketler meydana gelir, ve hücre yüzey reseptörleri ile yüklü ligantlar arasında yeni bağlanmalar oluşur. Bu etkinin sonucunda oluşan ligant-reseptör kompleksleri membran yüzeyine yerleşerek kanal mekanizmasını etkiler ve katyon transportunda değişim yaratır [69].

Elektromagnetik alanlar; molekül ve iyonların membranın içinden seçimli geçmesini etkiler; yüzeydeki tabakaların yapısını değiştirir, membrana bağlanmış yeni moleküllerin yolunu yada yüzeye bağlanmasını değiştirir. Bunun sonucunda membran potansiyelleri etkilenmekte ve membranın fizyolojik cevapları değişmektedir. Bu olaydan membranın iletkenliğide etkilenmekte, iyon geçirgenliği, iyon kanallarının sayıları, membrana gömülü olarak bulunan proteinlerin pozisyonları değişmektedir [69, 70, 73]. Hücre membranındaki iyon ve moleküllerin geçişine ilişkin bu değişimlerin sonucunda hücrenin performansında bir başka deyişle yapısını oluşturdukları organların performansında değişime neden olur [70].

Hücre membranı üzerine yapılan çalışmalarda ELF alanlarının membranda deformasyon, membranlar arası çekim ve fusion (bir araya getirme) gibi etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Alanların meydana getirdiği kuvvetlerle birbirine yaklaşan hücrelerin membranlarında; yapısal hacim ve şekil bozuklukları oluşturmakta, hücre çevresindeki iyonların polarizasyonu değiştirmektedir [74, 75, 76]. In-vitro ortamda eritrositler üzerinde yapılan çalışmalarda, kısa süreli periyotlarla elektrik alanı içine bırakılan eritrosit ghostlarının küresel şekillerinde bozukluklar olduğu ve hücrelerin membranlarında reversible değişimler meydana geldiği bilinmektedir. Alan etkisinin kalkmasından kısa bir süre sonra membranda meydana gelen bu değişimler kalkmaktadır. Ancak alan etkisi uzun süreli olduğunda hücrenin içinde ve dışında bulunan biyolojik sıvılarda ısınma ve buharlaşma etkileri meydana gelmekte, bu olayda sodyum konsantrasyonu değiştirdiği için hücrenin fonksiyonlarında irreversible etkiler oluşturmaktadır. Alan şiddetinin artması ile membran üzerindeki etkilerde artmaktadır [71, 73, 76, 77, 78, 79, 80].

Uzun süreli maruziyetlerde non-iyonize radyasyonlarında canlı organizmayı etkileyecek hasarlar yaratabildikleri bilinmektedir [68]. 60 Hz frekansındaki magnetik alanların biyolojik dokularla etkileşimi sonucunda, biyolojik materyallerin magnetik özellikleri ve kimyasal reaksiyonların oluşum hızları değişmektedir. Statik magnetik alan kimyasal reaksiyonların hızlarını etkileyerek, serbest radikal çiftleride meydana getirmektedir [2, 3].

Aynı zamanda meydana gelen hücre içi akımlar, hücre içinde elektrokimyasal değişimlere sebep olmaktadır. Bu etki sonucunda membran üzerindeki maddelerin akışkanlıkları değişmektedir. Elektromagnetik alan radyasyonu Na^+ / K^+ ATP az aktivitesini ve bunun sonucunda membrandaki protein-lipit etkileşimleri değişmektedir veya enzim oluşan alanın etkisiyle enzimler etkilenmektedir. Na^+ / K^+ ATP az veya enzim-lipit komplekslerinde (sıcaklıktan dolayı) etkileşim sonucunda enzimatik aktivite düşmekte ve membrandaki Na^+ ve K^+ transportu azalmaktadır [69, 80, 81].

Ayrıca elektromagnetik alan iyon kanallarından kalsiyum iyonlarının geçişlerindeki etkilemektedir. Hücre içinde biyosinyal enerjinin taşınmasında önemli rol oynayan Ca^{++} iyonunun transportunun etkilenmesi, hücre metabolizmasını bozmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar magnetik alanın Ca^{++} yoğunluğunu etkilediğini göstermektedir. Yüksek değerli elektrik alanlarında ise Ca^{++} iyonları membran kanallarına bağlanarak Ca^{++} hücre içinde kalmasına sebep olmaktadır [82, 83]. Hücre içinde biriken Ca^{++} ise membran proteinlerinin özelliklerini değiştirmektedir [83, 84].

Yaşamımız için kaçınılmaz olan O_2 , yıkım ürünleri ile organizma için zararlı olabilmektedir. Oksijenin zararlı etkisi; molekülleri stabil halinden, tek oksijen ve süperoksit (O_2^-) olarak bilinen radikal formuna dönüşebilmesinden kaynaklanmaktadır [85, 86]. Serbest radikal tek sayıda elektron ihtiva eden bir molekül olup, bu nedenle açık yada yarı açık bağa sahip olduğu kabul edilen kimyasal olarak reaktif bir bileşiktir. Bu bileşikler organizmada normal olarak meydana gelen oksido - redüksiyon olaylarında olduğu gibi ısı, ışık, radyasyon, termal etkilerle ve alternatif akımların yaratmış olduğu magnetik alanın kimyasal reaksiyonları etkilemesi sonucunda meydana gelebilmektedir [2, 3, 87, 88].

Serbest radikaller çok kısa yaşam süreli olmalarına rağmen çok etkili bileşiklerdir, tüm hücre bileşenleri ile etkileşme gösterirler. Özellikle de polisakkaritlerin depolimerizasyonuna, nükleik asitlere bağlanarak DNA bütünlüğünün bozulmasına, sülfidril içeren enzimlere bağlanarak lipit peroksidasyona yol açarlar [86, 89, 90].

Lipid peroksidasyonu, serbest radikaller tarafından başlatılan ve zar yapısındaki yağ asitlerinin oksidasyonunu içeren kimyasal bir olaydır. Olay; otokatalitik olarak birkez başladığında zincirleme olarak yürütülmektedir [86, 91].

Lipid peroksidasyonu; lipid peroksitlerinin aldehitler, hidrokarbonlar ve hidroperoksitler gibi ürünlere dönüşmesi ile sona ermektedir. Lipid peroksidasyonunun yıkım ürünleri proteinler, lipitler ve membran proteinleri ile reaksiyona girerek çapraz bağlar meydana getirebilmektedirler. Bu reaksiyonlar sonucunda reseptörler ve enzimler inhibe olabilir, membranda geçirgenlik değişikliğinden başlayarak, membranda yapısal ve fonksiyonel bozukluklara neden olabilirler [5, 92, 93, 94].

Eritrositlerde doymamış yağ asitleri, moleküler oksijen ve demir iyonlarının bol miktarda bulunmaları bu hücreleri aerobik ortamda oluşan oksijen radikallerinin zararlı etkilerine açık ve duyarlı yapmaktadır [5, 94]. Çalışmamızda eritrosit membran proteinlerindeki artış ve azalışların nedeni: kaynaklarda elektromagnetik alanın organizmadaki kimyasal reaksiyonları etkileyerek, serbest radikal oluşumuna sebep olduğu bildirilmektedir [2, 3]. Bu radikaller eritrositlerde lipit peroksidasyona neden olarak, meydana gelen yıkılım ürünlerinin, membran proteinlerinden bazılarına bağlanarak fonksiyonlarını etkilediği, bazı protein bağlarına etkili olarak yapının parçalanmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu görüş elektromagnetik alanın hücre yüzey reseptörleri ile yüklü ligantlar arasında yeni bağlanmalara neden olduğu, serbest radikallerin ise peptid bağlarının hidrolizi disülfid bağları oluşumu ve çapraz bağlanmalara yol açtığını bildiren kaynak bilgileri ile uyumludur [69, 94].

Elektromagnetik alanın, eritrositin içinden dışına ve dışından içine madde taşınmasında rol alan Protein Band 3' de değişikliğe neden olması, hücre trasportunun etkilendiğini düşündürmektedir, elektromagnetik alanın iyon trasportunu etkilediğini bildiren kaynak bilgileri ile uyumludur [69, 70, 73, 82, 83]. Bu alanda çalışan kişilerde membran iskeletinin esas bağlantı proteini olan Ankyrin ve zayıf Spektirin-Aktin kompleksinin kuvvetlendiren Protein Band 4.1 yüzdelerinin azalmış olması membranın iskeletinin

zayıflaması ile birlikte; membran proteinlerinde meydana gelen bu değişikliklere bağlı olarak eritrositlerin yapısal hacim ve Şekil bozukluklarından dolayı hemoliz olduğu görüşü, elektromagnetik alanın eritrositlerde yapısal hacim ve Şekil bozukluklarına neden olduğunu bildiren kaynak bilgileriyle uyumludur [71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80]. Eritrosit miktarına bağlı olarak eritrosit membran proteinlerini elde ederken ortamdan uzaklaştırılmayan hemoglobinin yüzdesinin de bu nedenle azalmış olabileceği düşünölmektedir.

Bu görüşü desteklemek açısından yüksek gerilim hattında çalışan ve yakınında yaşayan kişilerde eritrosit membran proteinlerinde oluşan bu değişikliğin mekanizmasının aydınlatılması için daha ileri çalışmalar yapılabilir. Bu kişilerde özellikle eritrositlerin sayısına, eritrositlerin Şekline, eritrositlerin osmotik fragilitelerine, eritrositlerin enzim aktivitelerine ve Hemoglobin miktarına bakılması gerektiği kanısındayız.

6. KAYNAKLAR

1. DENGİZ, H. H.:Enerji Hatları Mühendisliği, Emel Matbaacılık, Ankara, 1982, 1-65
2. FOSTER, K., R.:Elektromagnetic Field Effects and Mechanism, IEEE Engineering in Medicine and Biology, July/August, 1996, 50-56
3. MOULDER, E. J.:Biological Studies of Power-Frequency Fields and Carcinogenesis, IEEE Engineering in Medicine and Biology, July/August 1996, 31-40
4. HINDER, R., A., STEIN, H., S.:Oxygen Derived Free Radicals, Arch Surg, Vol.:126, 1991, 104-105
5. Hücre İ Oxidatif Stres ve Hücre Hasarı, Kurs Notları, Tıpta Temel Bilimler Kolu, Sonbahar Okulu, Kızılcahamam, 1993, 71-72
6. ALIOĞLU, Z.:Enerji İletim Hatlarının Doğal ve Yapılaşmış Çevreye Etkilerinin İstanbul Metropolü Örneğinde İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1996, 3-14
7. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği Madde 44, 1978
8. GÜRCAN, G.:Radyasyon Fiziği ve Radyasyondan Korunma, SEK Yayınları, Ankara, 1992, 169-187
9. GETTYS, W., E., KELLER, F., J., SKOVE, M., I.:Classical and Modern Physics, Mc Graw-Hill Comp., New York, 1989, 589-592
10. ERGENELİ, A.:Elektromagnetik Alan Teorisi I (Elektrik Alanı Teorisi), Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1986, 49-57

11. TENFORDE, T., S., KAUNE, W., T.:Interaction of Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields with Human, Health Physics, Vol: 53, Number:6, 1987, 585-606
12. ŞEKER S., ÇEREZCİ, O.:Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri, Güvenlik Standartları ve Korunma Yöntemleri, Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, 1991, 1-232
13. HUMMA, H., S., RUTTER, D., HOPPER, C.:Power Frequency Magnetic Fields in the Home, IEEE Trans Power Delivery, Vol.:4, 1989, 465-478
14. KAUNE, W., T., FORSYTHE, W., C.:Current Densities Measured in Human Models Exposed to 60-Hz Electric Field, Bioelectromagnetics, Vol.:6, 1985, 13-21
15. POLK, C.:Biological Effects of Nonionizing Electromagnetic Fields, CRC Press Inc., 1995, 1385-1431
16. LAPIN, G. D.:The EMF to BBB Connection, IEEE Engineering in Medicine and Biology, July/August, 1996, 57-60
17. DACHA, M., ACCORSI, A., PIEROTTI, C., VETRANO, F., MANTOVANI, R., GUIDI, G., CONTI, R., NICOLINI, P.:Studies on the Possible Biological Effects of 50 Hz Electric and/or Magnetic Fields: Evaluation of Some Glycolytic Enzymes, Glycolytic Flux, Energy and Oxidoreductive Potentials in Human Eritrocytes Exposed in Vitro to Power Frequency Fields, Bioelectromagnetic, Vol.:14, 1993, 383-391
18. MISAKIAN, M., SHEPPARD, A., R., KRAUSE, D., FRAIZER, M., E., MILLER, D., L.:Biological and Electrical Parameters in Vitro Studies with ELF Magnetic and Electric Fields, Bioelectromagnetic, Vol.:2, 1993, 1-73

19. SAHL, J., D., KETSH, M., A., SMITH, R., W., ASELTINE, D., A.:Exposure to 60 Hz Magnetic Field in the Electric Utility Work Environment, *Bioelectromagnetic*, Vol.:15, 1994, 21-32
20. STEPHAN, P., BREN, A.:Risk Assessment of EMF on Health, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, July/August, 1996, 77-86
21. GOODMAN, R.:Pulsing electromagnetic Fields Induced Cellular Transcription, *Science*, Vol.:220, 1983, 1283-1285
22. WOLPAW, J., R., SEEGAL, R., F., DOWMAN, R.:Chronic Exposure of Primates of 60 Hz Electric and Magnetic Fields: I. Exposure system and Measurements of General Health and Performance, *Bioelectromagnetic*, Vol.:10, 1989, 277-288
23. POOLE, C., OZONOFF, D.:Magnetic Fields and Childhood Cancers, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, July/August, 1996, 41-49
24. STEPHAN, P., BREN, A.:Historical Introduction to EMF Health Effects, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, Julj/August, 1996, 24-30
25. GUYTON, A. C., HALL, J., E.:Medical Physiology, W. B. SAUNDERS Comp., 9 th ed., 1996, 425-435
26. GANONG, W., F.:Tibbi Fizyoloji, Prentice-Hall International Inc., Barış Kitabevi, İstanbul, 1995, 574-579
27. CARPENTER, A., SMITH, P.: Cecil Essentials of Medicine, Yüce Yayınları, 1990, 500-504

28. ERDAL, M., E., ERDAL, N.:İnsan Eritrosit Membran Proteinleri ve Bozuklukları, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 16 (3-4), 1989, 197-208
29. LUX, S., E.: Disorders of the Red Cell Membrane Skeleton. Hereditary Spherocytosis and Hereditary Elliptocytosis. In: SANBURY, J., B., WYNGAARDEN, J., B., FREDRICKSON, D., S., GOLDSTEIN, J., L., and BROWN, M., S.:The Metabolic Basis of Inherited Disease, 5 th ed., New York, McGraw-Hill, 1983, 1573-1605
30. FAIRBANKS, V., F., and KLEE, G., G.:Biochemical Aspects of Hematology. In:TIETZ, N., W.:Clinical Chemistry, Philadelphia W. B. Saunders, 1986, 1495-1588
31. STECK, T., L.:The Organization of Proteins in the Human Red Blood Cell Membrane, J. Cell Biol., 62:1-19, 1974
32. LECOMTE, M., C., DHERMY, D., SOLIS, C. et al: A New Abnormal Variant of Spectrin in Black Patients with Hereditary Elliptocytosis, Blood 65(5): 1208-1217, 1985
33. KNOWLES, W., MARCHESI, S., L., and MARCHESI, V., T.: Spectrin: Structure, Function, and Abnormalities, Seminars in Hematology 20 (3): 159-174, 1983
34. COETZER, T., and ZAIL, S.: Spectrin Tetramer-Dimer Equilibrium in Hereditary Elliptocytosis, Blood, 59(5): 900-905, 1982
35. MARCHESI, V., T.: The Red Cell Membrane Skeleton:Recent Progress, Blood, 61(1), 1983, 1-11

36. DHERMY, D., LECOMTE, M., C., GARBARZ, M: et al.:Molecular Defect of Spectrin in the Family of A Child With Congenital Hemolytic Poikilocytic Anemia, *Pediatr. Res.*, 18(10), 1984, 1005-1012

37. LAWLER, J., COETZER, T., L., PALEK, J., JACOB, H., S. and LUBAN, N.:Sp α 1/65: A New Variant of the α Subunit of Spectrin in Hereditary Elliptocytosis, *Blood*, 55(3), 1985, 706-709

38. MORLE, L., ALLOISIO, N., DUCLUZEAU, M., T. et al.: Spectrin Tunis (α 1/78):A New α 1 Variant the Causes Asymptomatic Hereditary Elliptocytosis in the Heterozygous State, *Blood*, 71(2), 1988, 508-511

39. LUX, S., E.:Dissecting the Red Cell Membrane Skeleton, *Nature*, 281: 426-429, 1979

40. PALEK, J. and LUX, S., E.: Red Cell Membrane Skeletal Defects in Hereditary and Acquired Hemolytic Anemias, *Seminars in Hematology* 20(3): 189-224, 1983

41. ALLOISIO, N., DORLEAC, E., GIROT, R., and DELAUNAY, J.: Analysis of the Red Cell Membrane in A Family with Hereditary Elliptocytosis Total or Partial of Protein 4.1, *Hum. genet* 59(1): 68-71, 1981

42. ZAIL, S., S. and COETZER, T., L.:Defective Binding of Spectrin to Ankyrin in A Kindred with Recessively Inherited Hereditary Elliptocytosis, *J. Clin. Invest.* 74: 753-762, 1984

43. EPSTEIN, E., TEITZ, N., W.:Fundamentals of Clinical Chemistry, 3 rd ed., W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1987, 77-88

44. YILDIRIM, H.:Biyofizik, Anadolu Üniversitesi Eğitim Sağlık ve Bilimsel Çalışmalar Vakfı Yayını, Eskişehir, 1985, 431-433

45. KARA, E.:Biyokimya, Ofset Repromat Ltd. Şti., Ankara, 1990, 110-118
46. AAPS, D., K., COHEN, B., B., STELL, C., M.:Biochemistry, W. B: Saunders Company, 5th ed., London, 1992, 30-366
47. TIETZ, N., W.:Clinical Chemistry, W. B. Saunders company, Philadelphia, 1986, 98-111
48. ZUBAY,G.:Biochemistry, 3rd ed., Wn. C. Brown Publishers, Oxford, 1993, 128-132
49. MARCHESI, S., L., STEERS, E., MARCHESI, V., T.:Physical and Chemical Properties of A Protein Isolated From Red Cell Mebranes, Biochemistry Vol.:9 No:1, January 6, 1970, 50-57
50. BLACKSHEAR, P., J.:Pollyacrylamide Gel Electrophoresis, Methods in Enzymology, Vol:104, 1984, 237-255
51. MACLED, A., J.:Instrument Methods of Food Analysis, Paul Elek (Scientific books) LTD, London, 1973, 126-137
52. SAOLOJI, A., M., KHARE, P. M.:Poly-Acrylamide Gel Disc Electrophoresis, Indian J. Pathol. Microbiol., Vol:28, 1985, 85-89
53. FAIRBANKS, G., THEODORE, L., S. and WALLAH, D., F., H.: Electrophoretic Analysis of the Major Polypeptides of the Human Erythrocyte Memebrane, Biochemistry, Vol.:10 No.:13, 1971, 2606-2617

54. GOODMAN, S., R., SHIFFER, K., A., CASORIA, L., A. and EYSTER, M. E.: Identification of the Molecular Defect in the Erythrocyte Membrane Skeleton of Some Kindereds With Hereditary Spherocytosis, *Blood*, 60(3), 1982, 772-784

55. COETZER, T., LAWLER, J., PRCHAL, J., T. and PALEK, J.: Molecular Determinants of Clinical Expression of Hereditary Elliptocytosis and Pyropikilocytosis, *Blood*, 70(30), 1987, 766-772

56. HAYASHI, S., KOOMOTO, R., YANO, A. et al.: Abnormality in a Specific Protein of the Erythrocyte Membrane in Hereditary Spherocytosis, *Biochemistry Biophysics Res. Commun.*, 57(4), 1974, 1038-1044

57. MUELLER, T., J., JACKSON, C., W., DOCKTER, M., E. and MORRISON, M.: Membrane Skeletal Alletration During in vivo Mouse Red Cell Aginig: Increase in the Band 4.1a:4.1b Ratio, *J. Clin Invest.* 79, 1987, 492-49

58. DODGE, J., T., MITCHELL, C. and HANAHAN, D., J.: The Preparation and Chemical Characteristics of Hemoglobin-Free Ghosts of Human Erythrocytes, *Arch. Biochem. Biophys.* 100, 1963, 119-130

59. BERKARDA, B., MÜFTÜOĞLU, A., Ü. ve LUTİN, O., N.: Kan Hastalıkları, İstanbul AR Basım Yayım ve Dağıtım A. Ş., 1983, 73-74

60. LAEMMLI, U., K.: Cleuage of Structural Proteins During the Assembly of the Head of Bacteriophage T₄, *Nature* 227, 1970, 680-685

61. BALLAS, S., K.: Abnormal Erythrocyte Membrane Protein Pattern in Severe Megaloblastic Anemia, *J. Clin Invest.* 61, 1978, 1097-1101

62. MÜFTÜOĞLU, E.:Klinik Hematoloji, D. Ü. Tıp Fak. Yayını No 12, Diyarbakır, 1986, 129-132

63. KNOWLES, W., MARCHESI, S., L. and MARCHESI, V., T.:Spectrin:Structure, Function and Abnormalities, Seminars in Hematology 20 (3), 1983, 159-174

64. SÜMBÜLOĞLU, K., SÜMBÜLOĞLU, V.:Biyostatistik, Özdemir Basım Yayım ve Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 1995, 10-27,59-106

65. HOLMAN, J., P.: Experimental Method For Engineers, 6 th ed., Mc Graw-Hil Inc., 1994, 30-34

66. GÖK, Ş., SOYSAL, Z.:Elektrik Akımlarının Canlı Organizmada Meydana Getirdiği Lezyonlar ve Bu Lezyonların Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi, İst. Üniv. Cerrahpaşa Tıp Fak. Yayınları, İstanbul, 1983, 130-131

67. BRACKEN, T., D.: Experimental Macroscopic Dosimetry For Extremely-Low Frequency Electric and Magnetic Fields, Bioelectromagnetics, 1992, 15-26

68. HALLIDAY, D., RESNICK, R.:Physics, Tappan Comp. Ltd., Tokyo, Japan, 1962, 425-427

69. Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 Ghz), Environmental Health Criteria 17, World Health Organization, 1993, 92-97, 104-114, 155-169

70. CLEARY, S., F.: Cellular Effects of Electromagnetic Radiation, IEEE Engineering Medical Biology, Vol.:6, 1987, 26-30

71. KENNETH, A., U., FOSTER, R. and SOWERS, A., E.: Dielectrophoretic Forces and Potentials Induced on Pairs of Cells in An Electric Field, *Biophysical Journal*, Sep. 69(3), 1995, 777-784

72. AOKI, H., YAMAZAKI, H., YOSHINO, T., AKAGI, T.: Effects of Static Magnetic Fields on Membrane Permeability of Cultured Cell Line, *Research Communication in Chemical Pathology and Pharmacology*, Vol.:69, No.:1, 1990, 103-106

73. MONICH, V., A.: Effect of Low Intensity Luminescent Radiation on erythrocyte membrabe, *Biofizika*, Vol.:39, No.:5, 1994, 881-883

74. DIMITROV, D., S., APOSTOLOVA, M., A., SOWERS, A., E.:Attraction Deformation and Contact of Membrane Induced By Low Frequency Electric Fields, *Biochemica et Biophysica Acta*, Vol.: 1023, 1990, 389-397

75. WOLPAW, R., J., SEEGAL, R., F., DOWMAN, R.:Chronic Exposure of Primates to 60 Hz Electric and Magnetic Field, *Bioelectromagnetics*, Vol.:10, 1989, 277-288

76. ZIMMERMAN, U., PILWAT, G., RIEMAN, F.: Preparation of Erythrocyte Ghosts By Dielectric Breakdown of the Cell Membrane, *Biochim Biophys Acta*, Vol.:375, 1975, 209-219

77. GASS, G., V., CHERNOMORDIK, L., V., MARGOLIS, L., B.:Local Deformation of Human Red Blood Cells in High Frequency Electric Field, *Biochim Biophys Acta* 1093, 1991, 162-167

78. ENGELHARDT, H., GAUB, H., SACKMANN, E.: Viscoelastic Properties of Erythrocyte Membranes in High-Frequency Electric Fields, *Nature* 307, 1984, 378-380

79. SOWERS, A., E.: A Long-lived Fusogenic State Is Induced in Erythrocyte Ghosts By Electric Pulses, *J Cell Biol* 102, 1986, 1358-1362

80. JINBU, Y., SATO, S., NAKAO, T. et al.: The Role of Ankyrin in Shape and Deformability Change of Human Erythrocyte Ghosts, *Biochim Biophys Acta* 773, 1984, 237-245

81. CLEARY, S., F.: Biological Effects of Radiofrequency Radiation: An Overview, *Electromagnetic Biointeraction*, Plenum Press, New York and London, 1989, 59-79

82. CLEARY, S., F., LIU, L., M. and GARBER, F.: Erythrocyte Hemolysis By Radiofrequency Fields, *Bioelectromagnetics*, Vol.: 6, 1985, 313-322

83. BLACKMAN, C., F., BENANE, S., G., RABINOWITZ, J., R., HOUSE, D., E., JOINES, W., T.: A Role For the Magnetic Fields in the Radiation-Induced efflux of Calcium Ions From Brain Tissue in vitro, *Bioelectromagnetics*, Vol.:6, 1985, 327-337

84. ALLEN, W., D., CADMAN, S., McCANN, R., S., FINKEL, B.: Increased Membrane Binding of Erythrocyte Catalase in Hereditary Spherocytosis and Metabolically Stressed Normal Cells, *Blood*, Vol.: 49, No.:1, 1977, 113-123

85. JENKIN, R., R., GOLDFORB, A., H.: Introduction: Oxidant Stress, Aging, and Exercise, *Med Sci Sports Exerc*, Vol.:25, 1993, 210-212

86. BASAGO, H., S.: Biochemical Aspects of Free Radicals, *Biochem Cell Biol*, Vol.:68, 1990, 989-998

87. RAO, N., A., FERNANDEZ, M., A.:Antiphlogistic Effect of Catalase on Experimental Phocoanophylactic Endophtolmitis,Ophtal Res, Vol.:18, 1986, 185-191

88. GRISHAM, M., B., GRANGER, D., N.:Metaboic Sources of Reactive Oxygen Metabolites During Oxidant Stress and Ischemia with Reperfusion, Clinic in Chest Med, Vol.:10, 1989, 71-81

89. DENEKE, S., M., FANBURG, B., L.:Normoboric Oxygen Toxicity of the Ling, The N Eng J med, Vol.:303, 1980, 76-86

90. HALLIWEL, B., GUTTERIDGE, J., M., C.: Oxygen Toxicit, Oxygen Radicals, Transition Metals and Disease, Biochem, Vol.:219, 1984, 1-4

91. KRINSKY, N., I.:Membrane Antioxidant, Annals NY Acad Sci, Vol.:551, 1988, 17-31

92. BASAGA, H., S., Biochemical Aspects of Free Radicals, Biochem Cell Biol., Vol.:68, 1990, 989-998

93. HINDER, R., A., STEIN, H., J.:Oxygen Derived Free Radicals, Arch Surg, Vol.:129, 1991, 104-105

94. CARROLL, E., C.:Oxygen Radicals and Human Disease, Annals of Internal Medicine, Vol.:107, 1987, 526-545



EKLER

Ek 1. Örnek Anket Formu

TARİH: / / 1996

<u>ADI</u>	<u>SOYADI</u>	<u>CİNSİYETİ</u>
<u>DOĞUM TARİHİ</u>	<u>YAŞI</u>	
<u>NE KADAR SIKLIKLA ALKOL KULLANIYORSUNUZ ?</u>		
<u>NE KADAR SIKLIKLA SİGARA KULLANIYORSUNUZ ?</u>		
<u>SÜREKLİ KULLANDIĞINIZ İLAÇLAR VAR MI ?</u>		
<u>EN SON NE ZAMAN TOMOGRAFİ, MR ve RÖNTGEN ÇEKTİRDİNİZ ?</u>		
<u>TANSİYON</u>		
<u>VUCÜDUNUZDA SÜREKLİ BİR RAHATSIZLIK HİSSEDİYORSUNUZ ?</u>		
<u>KAÇ ÇOCUĞUNUZ VAR ve CİNSİYETLERİ ?</u>		
<u>AİLEDE ÖNEMLİ BİR HASTALIĞI OLAN VAR MI ?</u>		
<u>GÜNDE KAÇ SAAT ÇALIŞIYORSUNUZ ?</u>		
<u>EN FAZLA KAÇ METRE YÜKSEK GERİLİM HATTINA YAKLAŞIYORSUNUZ ?</u>		
<u>EVİNİZ YÜKSEK GERİLİM HATTINA YAKIN MI ?</u>		
<u>ADRES:</u>	<u>TELEFON</u>	

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk ve orta öğreniminden sonra girmiş olduğu Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümünü 1994 yılında bitirdi. 1995-1996 eğitim yılı 2. yarısında Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü bünyesinde açılan Biyofizik Yüksek Lisans programına giriş sınavını kazanarak eğitimine başladı.

Halen Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesinin Biyofizik Anabilim dalında araştırma görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

Bekar olup, İngilizce bilmektedir.

