

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Elektro, Alanların, Biyo. Etkileri

Yüksek Lisans Tezi

Handan Tazegöl

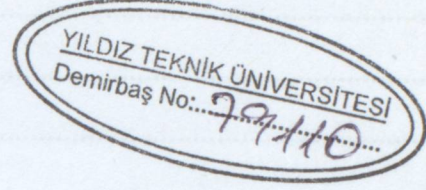
2006

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE VE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Yer No (DDC): R 152 - 475

Kayıt No : 3443
Geldiği Yer : Fen Bilim Dnt.
Tarih : 07.03.07
Fiyat : 3.20
Fatura No :
Ayniyat No : 7-1
Ek :

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



IX-64

**ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN BİYOLOJİK
ETKİLERİ**

Elektrik Müh. Handan TAZEGÜL

FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Tesisleri Programında

Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nurettin UMURKAN

Y.Doç.Dr. Yazar BİRBİR

İSTANBUL, 2006

Y.Doç.Dr. Recep YUMURTACI
R. Yumurtacı

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. ELEKTROMAGNETİK ALANLAR	2
2.1 Elektromagnetik Alan Tanımı	2
2.2 Alternatif Akım ve Doğru Akım Kaynaklarının oluşturduğu EMA	3
3. ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN ETKİLERİ	5
3.1 Günlük Hayatta Karşılaşılan EMA	5
3.1.1 50 Hz Alternatif akımdan kaynaklanan EMA	5
3.1.2 Bilgisayarların yol açtığı EMA	7
3.1.3 Radyo dalgaları ve Mikrodalgalar	8
3.2 Elektromagnetik Kirlenme ve Etkileri	10
3.2.1 Elektromagnetik Çevre	12
3.2.2 Düşük Frekanslı (ELF) Alanlar	13
3.2.3 Radyo Frekans (RF) Alanlar	14
3.2.4 Yüksek Frekans Elektromagnetik Işıması	15
4. ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN BİYOLOJİK ETKİLERİ	16
4.1 NIEHS Bağlantısı	16
4.2 Elektromagnetik Alanlar ve Sağlık Riski	16
4.3 Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri	17
4.3.1 Elektromagnetik Alanların Dokuya Etkisi	18
4.3.2 Elektromagnetik Alanların Bağışıklık Sistemine Etkisi	20
4.3.3 Elektromagnetik Alanların Beyine Etkisi	21
4.4 Enerji Hatları ile Kanseri Oranı Arasındaki İlişki	23
4.4.1 Kanseri Riski	26
4.4.2 Çocuklarda Lösemi Riski	27
4.4.3 İnsanlarda Kanseri Etkisi Göstermeyen Bulgular	28
4.4.4 Hayvansal Kanseri Dataları	28
4.5 İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileri	29
4.6 Kanseri Tanımı	33
4.6.1 Lösemi (Kan Kanseri)	33
4.6.2 Beyin Kanseri	33
4.6.3 Göğüs Kanseri	34
4.6.3.1 Erkeklerde Göğüs Kanseri	34
4.6.3.2 Kadınlarda Göğüs Kanseri	34
4.7 EMA'nın Diğer Hastalıklarla İlgisi	35

4.7.1	Monitörler ile Çalışmak , Çocuk Düşürmek , Doğum Hataları Riski	36
4.7.2	Standartlar	36
4.8	Bilgisayar Ekranlarının Yarattığı Sağlık Sorunları.....	37
4.8.1	Üreme Sistemine Etkisi	39
4.8.2	Kas - İskelet Sistemine Etkisi	41
4.8.3	Deri Üzerindeki Etkisi	42
4.8.4	Göz ve Görme Üzerindeki Etkisi.....	42
4.9	Araştırma Sonuçları	44
5.	ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK OLGUSU ve YAPILMASI GEREKENLER	50
5.1	Güvenlik Önlemleri	50
5.2	Tavsiye Edilen Davranışlar.....	51
6.	STANDARTLAR.....	52
7.	SONUÇ ve ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR.....		63
ÖZGEÇMİŞ.....		64

KISALTMA LİSTESİ

EMF	Electric and Magnetic Fields	12
ELF	Extremely Low Frequency	14
DOE	U.S. Department of Energy	14
NIEHS	National Institute of Environmental Health Sciences	17
EMF-RAPID	Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination Program	24
IAC	Interagency Committee	34
NEMFAC	National EMF Advisory Committee	35
IARC	International Agency of Research on Cancer	36
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection	36
WHO	World Health Organization	37
NGO	Non Governmental Organization	37
IEC	International Electrotechnical Commission	38
CISPR	Comite International Special des Perturbations Radioelectriques	38
CENELEC	Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique	38

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Eletromagnetik Spektrum	3
Şekil 3.1 Direğe monte edilmiş bir antenden yayılan ana ışın	9
Şekil 3.2 Magnetik alan profilleri	14
Şekil 4.1 Elektrik ve magnetik alanlardan kaynaklanan elektrik alanları ve akımlarının basitleştirilmiş modelleri	17
Şekil 4.2 Çok basamaklı model	24
Şekil 6.1 CENELEC ile diğer organizasyonlar	52
Şekil 6.2 Enerji iletim hattında alan ölçümü	54
Şekil 6.3 Elektrik ve magnetik alan ölçümü	55
Şekil 6.4 66 ve 154 kV enerji iletim direk modeli	55
Şekil 6.5 66 kV hat için elektrik alan dağılımı	56
Şekil 6.6 66 kV hat için magnetik alan dağılımı	56
Şekil 6.7 154 kV hat için elektrik alan dağılımı	57
Şekil 6.8 154 kV hat için magnetik alan dağılımı	57
Şekil 6.9 380 kV hat için direk modeli	58
Şekil 6.10 380 kV hat için elektrik alan dağılımı	58
Şekil 6.11 380 kV hat için magnetik alan dağılımı	59

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Elektrikli ev aletleri için elektromagnetik alanlar	7
Çizelge 4.1 Magnetik alanın NK hücre aktivitesine etkisi	21
Çizelge 4.2 Kanseri tipleri	24
Çizelge 4.3 Rölative risk çalışması	26
Çizelge 4.4 Aktaş Elektrik Kartal Bölge Müdürlüğü personel araştırması	49
Çizelge 6.1 ABD eyaletlerindeki iletim hattı standartları	53
Çizelge 6.2 ICNIRP EMA maruziyet için yönetmelik	53
Çizelge 6.3 ACGIH 60-Hz EMA için mesleki maruziyet sınır değerleri.....	54
Çizelge 6.4 Direk Özellikleri.....	55
Çizelge 6.5 66 kV üç fazlı için giriş verileri.....	56
Çizelge 6.6 154 kV üç fazlı için giriş verileri.....	57
Çizelge 6.7 380 kV üç fazlı için giriş verileri.....	58

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, elektromagnetik alanların, tüm bilimsel belirsizliğe rağmen insan sağlığı üzerine etkileri incelenmiş olup, zararlı olup olmadığı hakkında bilgi verilerek alınması gereken önlemler anlatılmıştır.

Bu tezin hazırlanmasında yakın ilgi ve desteğini eksik etmeyen sayın hocam Doç.Dr. Nurettin UMURKAN'a ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Meran Gökçin BOZ'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Araştırma Konuları: Elektromagnetik alanlar, EMTA ve insan sağlığı

ÖZET

Modern toplumlarda yaşayan hemen herkes, sürekli olarak doğada bulunanın çok üstünde elektromagnetik alan ve dalgaların içinde bulunmaktadır. Bunların insan sağlığı üzerinde olası olumsuz etkileri tartışma konusu olmaya devam etmektedir.

Bu çalışmada elektronik alandaki hızlı gelişmeler sonucu, maliyetin düşmesi ile sağlık, askeri ve sivil haberleşme teknolojilerinde çok çeşitli frekans bantlarındaki elektromagnetik alanların, canlıları ne şekilde etkileyebileceğine ilişkin araştırmalar yapılmıştır. Tüm bilimsel belirsizliğe rağmen, neyin zararlı olup olmayacağı konusunda bir fikir verildikten sonra kişisel korunma ve halk sağlığı açısından önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Elektromagnetik alanlar, EMA ve insan sağlığı

ABSTRACT

Most of the people living in modern communities are under influence of artificial electromagnetic fields, which is much over the naturel level possible harmful effects of electromagnetic fields are under investigation and being discussed by scientists.

Rapid developoment in electronic industry results in reduced costs on telecommunication investments for civil, health and military fields. We studied the various potential effects of electromagnetic fields existing in atmosphere on many different frequencies. Although there is still uncertainty we'll try to explain the possible harmful effects and give our proposals for means of public health protection.

Keywords : Electromagnetic fields, EMF and human health

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi dünyanın her yerinde insanların faydası için kullanılır. Elektrikle çalışan cihazların bulunduğu veya akımın geçirildiği her yerde elektromagnetik alan oluşmaktadır. Elektrik akımı, genel olarak elektriğin bir yönden diğerine tamamen bir devri, akışı ile olmaktadır. Bu devir sayısı bir tam sürede frekans olarak bilinir ve Hertz ile ölçülür. Çeşitli frekanslarda alternatif akımlar çeşitli frekanslarda elektromagnetik alanlar oluşturur.

Modern toplumlarda yaşayan hemen herkes sürekli olarak doğal olaylardan kaynaklananların çok üstünde elektromagnetik alan ve dalgaların içinde bulunmaktadır. Bunların yüksek şiddet ve güç düzeylerinde insan sağlığına zararlı olduklarına kuşku yoktur. Ancak insanların günlük hayatta karşılaştıkları daha düşük düzeydeki alan ve dalgaların dahi, uzun vadede insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olup olmadığı tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Dünya genelinde, elektrik üretim ve dağıtım şirketleri ve elektrikli aygıtların üreticileri, çoğunlukla insan sağlığı açısından bir tehdit olmadığını veya çok az olduğunu söylemektedirler. Öte yandan, bu konuda araştırma talep eden bilim adamları ve korunma amaçlı ürün veya hizmet satanlar, çoğunlukla olası veya gerçekleşen zararların inkar edilemeyeceğini ve ciddi boyutlarda olduğunu iddia etmektedirler.

Bu bilimsel belirsizlik karşısında kişisel korunma ve toplum sağlığı açısından nasıl bir yol izlemeliyiz? En akılcı çözüm, temkinli davranıp öncelikle maliyeti çok yüksek olmayan bütün önlemleri almak, ancak maliyeti çok yüksek önlemleri almadan önce, toplumun karşı karşıya bulunduğu kanıtlanmış riskleri de göz önünde bulundurmaktır. Alınabilecek önlemlerin maliyeti çok büyük olduğunda, eldeki sınırlı kaynakların kanıtlanmış risklerin azaltılması için kullanılması daha yararlı olabilir. Bugün çoğu insanın karşı karşıya kaldığı elektromagnetik alanların zararları, sigara içmek, nükleer radyasyon, yoğun hava kirliliği, kronik yetersiz beslenme ve benzerlerinden daha az zararlıdır. Ancak, maruz kaldığımız alanların günden güne artıyor olması ve etkilerinin ancak uzun vadede ortaya çıkabilecek olması bu durumu değiştirebilir.

2. ELEKTROMAGNETİK ALANLAR

2.1 Elektromagnetik Alan Tanımı

Elektrik alan, alan içine konulmuş pozitif küçük bir deneme yüküne etkiyen kuvvet olarak tanımlanır ve;

$$E = F / q_0 \quad (2.1)$$

olarak ifade edilir. Burada E elektriksel alan vektörünü, F deneme yüküne etki eden kuvveti, q_0 ise deneme yükünü gösterir. Bu yük magnetik alanda V hızıyla hareket ediyorsa bu defa

$$F = q_0(V \times B) \quad (2.2)$$

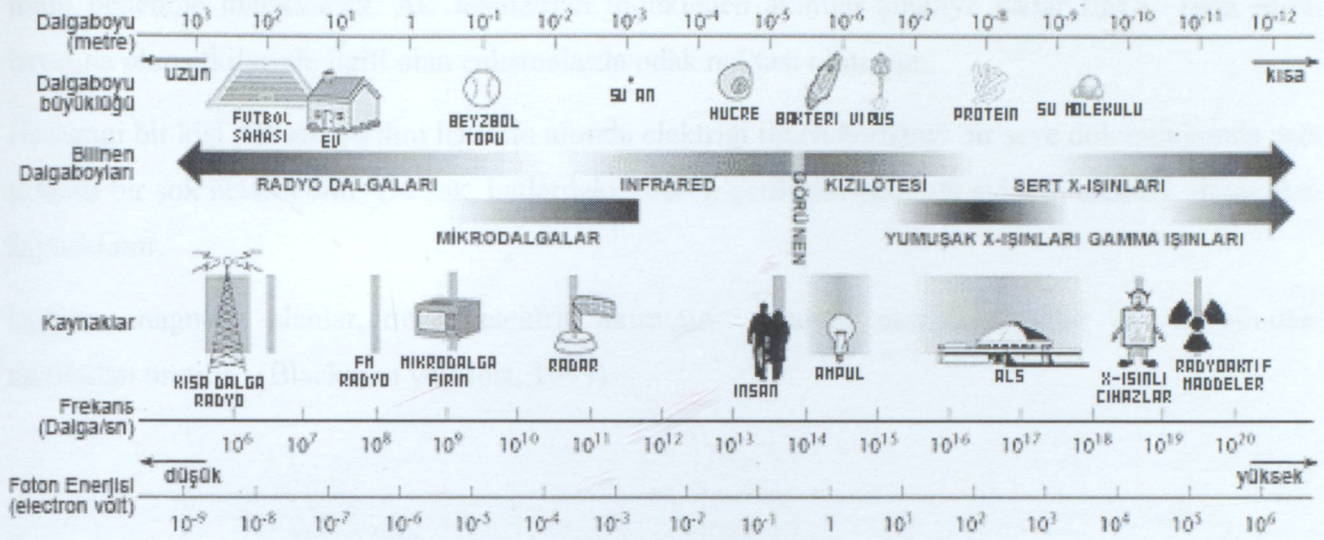
magnetik kuvveti etkiler. Magnetik kuvvet, yüklü cisme her an hızına dik doğrultuda tesir etmesi dolayısıyla hızında bir değişmeye neden olmaz. Magnetik alanda hareket eden yüklü bir parçacığın ivmesi her an hız vektörüne dik olması nedeniyle kinetik enerjisi sabit kalır. Dolayısıyla düzgün magnetik alan; hareketli yüklere enerji transferi etmez. Elektrik alanda ise; yüklere yöne bağlı olmayan bir kuvvet uygulanır. Bu nedenle alanla yük arasında enerji transferi olur.

Elektrik ve magnetik alanlarda hareket eden yüklü bir parçacığa etkiyen toplam kuvvet ise;

$$F = q_0(E + V \times B) \quad (2.3)$$

şeklinde ifade edilen Lorentz kuvvet bağıntısı ile ifade edilir.

Elektrik ve magnetik alanlar (EMA) güç hatları, elektrik telleri ve elektrik tehzatları tarafından üretilir. EMA' nın diğler birçok kaynağı vardır. EMA' lar görünmez güç hatlarıdır ve elektrikli cihazları çevrelerler. Elektrik alanları gerilim tarafından üretilir ve gerilimin artmasıyla artış gösterir. Elektrik alanın şiddeti volt/metre olarak ölçülür. Magnetik alan akımın kablolar veya elektrikli cihazlar boyunca akışıyla son bulur ve akımın artmasıyla şiddet artar. Magnetik alanlar gauss veya tesla cinsinden ölçülür. Çoğu elektrikli cihaz açılmasıyla birlikte şebekeden çektiği akım miktarına bağlı olarak etrafında magnetik alan oluşturur. Elektrik alanları, diğler bir şekilde cihaz kapatıldığında bile mevcuttur. Elektrik alan cihaz, elektrik güç kaynağına bağlı olduğu sürece aynı şekilde kalır. Elektrik alanlar elektriği taşıyan materyaller tarafından korunabilir veya zayıflatılabilir. Magnetik alanların ise zayıflatılması oldukça güçtür. Araştırmalar yoğun olarak magnetik alanların insan sağlığı üzerindeki etkilerinde odaklanmıştır. Epidemiyolojik çalışmalarla ilgili raporların artmasının sebebi, kanser riski ile magnetik alan arasında bir ilişki bulunmasındandır. Aynı ilişki elektrik alanlar için geçerli değildir.



Şekil 2.1 Elektromagnetik spektrum

X ışınları, UV ışınları, görünür ışınlar, kızıl ötesi ışınlar (IR), mikrodalga (MV), radyo dalgaları (RF) ve EM alanları hep elektromagnetik spektrumun (tayf) birer parçasıdır. Elektromagnetik spektrumun parçaları, frekansları ve dalga uzunluğuyla karakterize edilir. Frekans ve dalga uzunluğu birbiriyle ilişkilidir, frekans arttıkça dalga uzunluğu azalır. Frekans elektromagnetik alanın bir tam osilasyon dairesi içinde gittiği alandır.

$$\lambda = C / f = 3.10^8 / f \text{ (Boşlukta)}$$

şeklinde ifade edilir.

Güç, ülkemizde ve Amerika dışındaki diğer ülkelerde 50 Hz frekanstadır. Amerika'da ise 60 Hz ve dalga boyu da 5000 km' dir. AM radyo yayını 106 Hz civarında frekansa ve 300 metre civarında dalga uzunluğuna sahiptir. Mikrodalga fırınlar $2,5 \times 10^9$ Hz frekansa ve 12 cm dalga uzunluğuna sahiptir. X ışınları 1015 Hz'in üzerinde frekansa ve 100 mm'nin altında dalga uzunluğuna sahiptir.

2.2 Alternatif Akım ve Doğru Akım Kaynaklarının oluşturduğu EMA

Bir takım aygıtlar hem AC'de hem de DC'de çalışabilir. Cihaz herhangi bir prize takılı olduğunda, saniyede akımın yönünü 50 kez değiştiren, diğer bir deyişle 50 Hz'deki alternatif akım kullanılır. Cihaz pille çalışıyorsa elektrik akımı tek yönde akar, yalnızca kaynaktan cihaza akış vardır. Bu statik magnetik alan veya doğru akım alanı oluşturur. AC elektrik akımı insanlar üzerinde düşük şiddetli bir magnetik alan oluşturur. Bunlar indüklenen akım adını alırlar. Araştırmaların çoğu EMA ile oluşmuş indüklenmiş AC akımın insan sağlığına nasıl etki ettiği hakkındadır. Bununla birlikte DC magnetik alanlar ile ilgili bazı endüstriyel çalışmalarda mevcuttur. Örneğin DC magnetik alan oluşturan tıp cihazlarının potansiyel etkileri gibi. DC alanlar, elektrik akımlarını çoğu özel durumda

insan bedenine indüklemeyiz. AC alanlardan indüklenen akımlar şimdiye kadar EMA' ların insan hayatına olan etkileriyle ilgili olan çalışmalarda odak noktası olmuştur.

Herhangi bir kişi yüksek gerilim hattının altında elektriği ileten herhangi bir şeye dokunduğunda orta şiddetli bir şok hissedebilir. Bu şok, hatlardaki yüksek gerilimin yarattığı şiddetli elektrik alanlardan kaynaklanır.

Değişen magnetik alanlar, düşük elektrik akımının vücuttan akmasını sağlar ve AC akımlar tarafından üretilir. (Blackman ve Most, 1993)

3. ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN ETKİLERİ

3.1 Günlük Hayatta Karşılaşılan EMA

Bugüne kadar yapılan bilimsel araştırmalar elektromagnetik alan ve dalgaların çok düşük şiddet ve güçlerde dahi çeşitli biyolojik etkileri olduğunu göstermiştir. Doğal çevrede bulunan alanlar, bu alanlardan daha düşük seviyelerde olduğu için, canlıların bu alanların olası etkilerine karşı evrimsel olarak edinilmiş özel bir korunma mekanizmaları olması da beklenemez. Bu durumda, bu çeşit biyolojik etkilerin birinin değilse diğerinin insanlara zararlı olma olasılığı yok sayılamaz. Birçok epidemiyolojik ve diğer bilimsel çalışma da bunu desteklemektedir. Öte yandan, bugüne kadar bu alanlarla, sebep oldukları iddia edilen çok sayıdaki kronik hastalık veya sağlık sorunu (kanser, düşük veya sakat doğum, bağışıklık sistemi zayıflaması vb.) arasında bütün araştırmacıların üzerinde anlaştığı çok açık neden-sonuç ilişkileri gösterilememiştir.

Elektrik ve magnetik alanlarının ve elektromagnetik dalgaların hangi niteliklerinin (frekans, şiddet, güç vb.) belirleyici olabileceği, sağlık etkilerinin hangi doz parametresi ile orantılı olduğu ve bunların eşik değerlerinin ne olması gerektiği tartışma konusudur. Ancak genel olarak, ne kadar uzun süre maruz kalınırsa zararın da o kadar büyük olabileceği düşünülebilir. Kısa süreli olarak bu alan ve güçlere maruz kalmak, modern dünyada neredeyse olanaksızdır. Bu nedenle daha uzun süreli olarak bu alan ve dalgaların etkisi altında kalmaktan kaçınmayı hedef almak, daha anlamlı gözükmektedir. (Canseven ve Atalay, 1995)

Bu alan ve dalgaların şiddeti veya gücü kaynağından uzaklaştıkça hızla azalır. Korunmada zamandan sonra ikinci etkin öge uzaklıktır. Bazı tür alan ve dalgaların değişik şekillerde engellenmesi veya yansıtılması mümkün olmakla beraber bu yaklaşım genelde pratik değildir.

3.1.1 50 Hz Alternatif akımdan kaynaklanan EMA

Elektrik enerjisi, üretildiği yerden uzak mesafelere yüksek gerilim hatları ile taşınır, sonra daha düşük gerilimli hatlarla evlere ve iş yerlerine dağıtılır. Bu hatlar 50 Hz frekansında alternatif akım taşırlar. Tüm enerji nakil ve dağıtım hatları, evlerdeki elektrik tesisatı ve elektrikli cihazlar, içlerinden geçen bu 50 Hz akımdan dolayı aynı frekansta magnetik alan yaratırlar. Bazı elektrikli aygıtlar 50 Hz'in katları veya daha genel olarak 0-10 kHz frekanslarında alanlar da yaratırlar. Elektrik enerjisinin yaygın kullanımı nedeniyle bütün insanlar bu alanlara belli oranlarda maruz kalırlar. Genel olarak bu frekanstaki alanların etkilerinin birbirlerine benzer olduğu düşünülebileceğinden bunlar topluca ele alınabilir.

İnsan sağlığı açısından, magnetik alanların elektrik alanlardan daha zararlı olabilecekleri düşünülmektedir. Kesin bir eşik değeri vermek mümkün olmamakla beraber, magnetik alanlar için

yaklaşık 0.1 mikro tesla (1 mili gauss) şiddeti bir hedef olarak alınabilir. Elektrik alanları konusunda daha büyük belirsizlik olmasına rağmen 1-10 Volt/metre şiddet aralığı bir hedef olarak alınabilir. Bu rakamlar üstü kesin zararlı, altı da kesin zararsız denememekle beraber, riski azaltmak açısından pratik hedefler olarak görülmelidir.

Yüksek gerilim hatlarının çoğunun, büyüklüğüne göre 50-100 metre yakınından itibaren bu hedef değerler aşılmaya başlanır. Bu mesafe, sokak arası veya yol kenarlarındaki daha küçük hatlar için daha düşüktür. Bazı hatların gece saatlerinde düşük kapasite ile çalışabilecekleri unutulmamalıdır. Bütün unsurlar göz önüne alındığında, genel olarak yüksek gerilim hatları, toplum açısından en büyük tehlikeyi oluşturmaktadır. Bu hatların, etraflarında yeterli genişlikte alanlarda yapılan kaçak yapılaşmaya göz yumulması ve yeni hatların meskenlerin bulunduğu yerlerin yakınından geçirilmeleri, bunların olası sakıncalarını büyük ölçüde arttırmaktadır. Yine enerji iletim sisteminin parçası olan trafolar ve benzeri tesisat da büyük olasılıkla ancak çok yakınında oturan kişileri etkileyecektir. Semt aralarında bulunan kulübeye benzer yapıların içindeki trafoların magnetik alanları genellikle birkaç metre içinde çok küçük değerlere düşer. Yer altından geçen dağıtım hatları da çok büyük bir endişe kaynağı değildir.

Sıkça karşılaştığımız bir başka magnetik alan kaynağı evlerde ve işyerlerindeki elektrikli cihazlardır. Ancak bunların çok azının yakınında uzun saatler geçiririz. Çoğu zaman, bu cihazların ve mobilyaların düzenine dikkat edilerek bunlardan kaynaklanan olası zararları ortadan kaldırmak mümkündür. Örneğin, magnetik alanların duvarlardan (metal dahil) geçebileceği de göz önüne alınarak, yatılan veya uzun süre oturulan yerlerin yakınında çok akım çeken cihazları bulundurmamak gerekir. Magnetik alanları oldukça büyük olabilen televizyonlar için bile her yönde 3 metre genellikle yeterli korunma sağlar. Elektrikli traş makinası veya saç kurutma makinası gibi cihazların, çok kısa süreli kullanılmalarına karşın, yaydıkları alanların çok yüksek olması nedeniyle, zararlı olup olmadıklarını tartmak kolay değildir. Öte yandan, yatağın baş ucuna konulan analog veya sayısal bazı elektrikli saatler ve elektrikli battaniyeler çok yüksek (ve uzun süre maruz kalınan) alanlar yaratmaktadır. Açma kapama düğmelerinden tam olarak kapatılan cihazlar magnetik alan yaymazlar, ancak fişleri takılı olduğu sürece elektrik alanı oluşturmaya devam edebilirler. Geleneksel ampullerin alanları düşüktür ancak floresan vb. lambalar için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Aşağıdaki tabloda bazı elektrikli ev aletlerinin yaydığı elektromagnetik alanlar, uzaklığa bağlı olarak miligauss cinsinden verilmiştir.

Çizelge 3.1 Elektrikli ev aletleri için elektromagnetik alanlar (mili-Gauss)

Cihaz	Uzaklık		
	10 cm	30 cm	> 1 mt
Elektrik süpürgesi	300-400	30-50	3-5
Ütü	5-10	1	0,5
Çamaşır makinası	20-30	3-5	1
Saç kurutma makinası	400	10	1
Elektrikli traş makinası	200	5	0,5
Mikser	70-200	5-10	0,5
Kahve makinası	3-5	0,5	0,5
Bulaşık makinası	20-40	5-10	0,5-1
Elektrik fırını	5-10	0,5	0,5
Tost makinası	5-10	0,5	0,5
Buzdolabı	5-10	1	0,5
Müzik seti	3-5	1	0,5
Renkli TV	3-5	1	0,5
Dijital saat	2-3	1	0,5
Klima	100	3-5	0,5
Fotoğraf makinası	80-150	10-30	1-3

50 Hz magnetik alan kaynaklarının içinde en az dikkat çeken, ama en sorunlusu duvarların içinden geçen tellerin doğrudan yol açtığı alanlardır. Bazen bu alanlar binanın sadece bazı bölgelerinde etkili olabilir. Bu durumda yatılan veya sürekli oturulan yerlerin değiştirilmesi sorunu çözebilir. Ancak çoğu zaman, alanlar her tarafa hakim olduğu için, tesisatı uygun şekilde düzeltmekten başka kalıcı bir çözüm yoktur. Ancak bu çözüm çoğunlukla pratik değildir. (Sevgi, 2005)

3.1.2 Bilgisayarların yol açtığı EMA

Karmaşık elektronik cihazlar olan bilgisayarlar, elektromagnetik spektrumun çok değişik frekanslarında (veya dalga boylarında) alan ve dalgalar yayarlar. Bunlar içinde en çok endişe yaratan, düşük frekanslı elektrik ve magnetik alanlardır. Bu alanlar, bir önceki bölümde anlatılanlara benzerler; farkları daha karmaşık bir frekans yapısına sahip olmalarıdır. Bugün, düşük elektrik ve magnetik alanları olan bilgisayarların yaygınlaşması nedeniyle, bilgisayarlar önemli bir elektromagnetik alan kaynağı olmaktan çıkmıştır. Aşağıdakilere uyulduğu takdirde fazla endişelenmek için neden görülmemektedir.

- En önemlisi, bilgisayardan ve özellikle de ekranından mümkün olduğu kadar uzak oturmaktır. Mümkün olduğu kadar büyük fontlar ile çalışılmalıdır. Ekran 17 inç veya üzerinde ise en az 70 santimetre, 14-15 inç ise en az 60 santimetre uzağında bulunulmalıdır. Alanlar uzaklık ile büyük ölçüde düşmektedir.

- Düşük elektrik ve magnetik alanları olan ekranlar tercih edilmelidir. Bunun için öncelikle TCO ama en azından MPR-II olarak nitelenen ekranları kullanılmalıdır. Bilgisayarın doğru topraklanmış olmasına dikkat edilmeli. Ekran filtreleri görüntü kalitesine ve göz yorgunluğuna iyi gelebilir, ama ancak topraklı filtreler elektrik alanlarını keserler ve bunlar dahi magnetik alanları kesemezler.
- Ekranların yanlarında ve arkalarındaki magnetik alanlar çok daha yüksektir. Değişiklik göstermekle beraber genel olarak bu yüzlerden en az 80-100 santimetre uzaklıkta insan bulunmamalıdır. İşyerleri buna göre tasarlanmalıdır. Magnetik alanların duvarların içinden de geçebildiği unutulmamalıdır.
- Bilgisayarı kullanılmadığı zaman, ekranını açma- kapama düğmesinden kapatarak veya yanından uzaklaşarak gereksiz yere alanların içinde durulmamalıdır. Ekranın otomatik olarak kararması alanların kaybolduğu anlamına gelmez. Ancak bazı enerji tasarrufu sağlayan sistemlerde ekran çok düşük enerji harcayan bir konuma geçer. Genellikle bu durumda alanlar da büyük ölçüde azalır.
- TFT (LCD vb.) ekranlar da elektrik ve magnetik alanlara yol açarlar. Genel olarak bu ekranların yol açtığı alanlar daha düşüktür, ancak diz üstü bilgisayarlarda olduğu gibi bu ekranlara genelde daha yakın durulduğu için sonuçta daha büyük alanlara maruz kalındığı durumlar olabilir. Bu alanların şiddeti marka ve modele göre çeşitlilik gösterdiğinden, genelleme yapmak kolay değildir.

3.1.3 Radyo dalgaları ve Mikrodalgalar

Çoğu radyo ve televizyon vericileri, radarlar, telsizler, mikrodalga fırınları, cep telefonları ve bir çok başka aygıt kabaca 1 mega hertz ile 10 giga hertz arasında değişen frekanslarda dalgalar yayarlar.

Uygun eşik değerinin ne olması gerektiği kesin olarak bilinmemekle beraber, 1 mikro watt/santimetrekare güç miktarı hedef olarak alınabilir. Ancak bundan çok daha düşük miktarların dahi zararlı olabileceğini iddia edenler olduğu gibi, daha yüksek miktarların bile zararlı olmadığını söyleyenler de vardır.

Evde radyo dalgası veya mikrodalga yayan bir çok aygıt olmakla beraber, bunların yaydıkları alanlar genellikle çok yakın çevrelerine sınırlı olup sakınca teşkil etmez. Mikrodalga fırınlarını çalıştırdıktan sonra, mutfaktan çıkmak veya birkaç metre uzağına gitmek yeterli bir önlem sayılabilir.

Raydo ve mikrodalga kaynaklarının çoğu, açık alanlarda yer alan çeşitli amaçlı antenlerdir. Bunlardan yayılan dalgalar, binaların içine girerken değişik oranlarda güçlerini kaybederlerse de bir binanın içinde olmak yeterli koruma sağlamayabilir. Metal ekranlar bu dalgaları değişik oranlarda engelleyebilir ama evlerin veya işyerlerinin bu şekilde donatılması her zaman pratik olmadığı gibi,

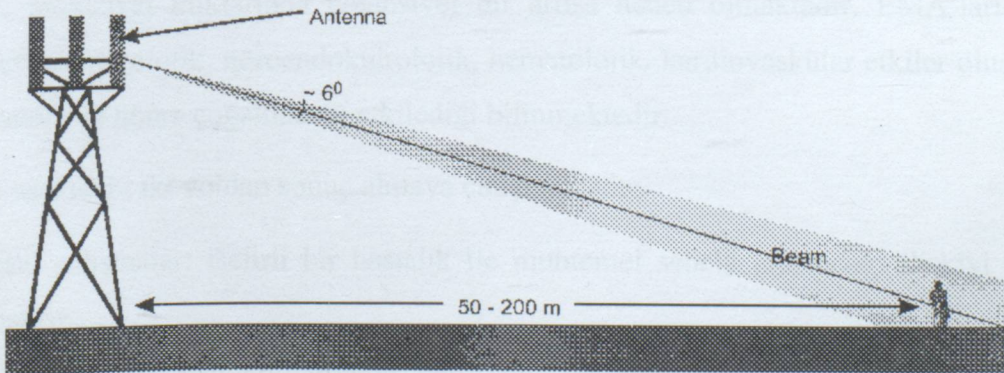
çoğu zaman etkin de değildir. Yine de eğer evinize karşıdan bakan bir anten varsa, o cepheye bitişik odalarda değil de daha içte veya diğer cephelere bakan odalarda daha çok vakit geçirmeniz, veya hiç değilse çocukların bu tür görece korunmuş odalarda yatırılması faydalı olabilir.

Radyo ve televizyon antenleri genelde şehrin yüksek yerlerinde veya kulelerde olurlar. Genel olarak, kilometrelerle ifade edilen uzaklıklarda dalgaların gücü büyük ölçüde düşmüş olur. En yüksek güce maruz kalınan durum, antenlere yakın mesafede karşıdan bakan bir yerde yaşamaktır. Antenin çok yakınında ama alçağında ise, durum oldukça karışıktır; buralarda hem çok yüksek hem de düşük alanlara rastlanabilir (antenin dibinde kalındığı için). Gücün hangi mesafede yukarıda sözü edilen hedef eşiğin altına düştüğü, antenin gücüne ve bu gücün ne kadar odaklanmış olduğuna bağlıdır.

Radar ve link istasyonları, genelde çanak antenlere sahiptir. (Verici olmayan, sadece alıcı olan antenlerin herhangi bir sakıncası yoktur.) Bu antenlerin etrafında, bazen rodrom denen kubbeler bulunur. Bu antenlerden yayılan dalgalar görece kolay engellenir. Örneğin, oldukça yakındaki bir binada bile, arka tarafa bakan daireler çok daha az etkilenirler. Ancak bu antenlerin doğrudan görüş sahası içinde olanlar çok yüksek güçlere maruz kalabilirler.

Günümüzde kişinin en çok yaygın olarak karşılaştığı mikrodalga kaynağı, cep telefonları ve cep telefonu yer antenleridir. Cep telefonu kullanmak zorunda olanlar, olası zararlı etkileri aşağıdaki önlemleri alarak azaltabilirler:

- Mümkün olduğu kadar az kullanın, özellikle bir defada konuştuğunuz süreyi en aza indirmeye çalışın. Mümkün olduğu kadar uzağında durun ve/veya kapalı tutun.
- Kişiyi koruduğu iddia edilen cihazların hiçbirisi anlamlı bir koruma sağlamamaktadır. Ancak bazı cep telefonu üreticileri daha düşük alanları olan telefonlar tasarlamak için çalışmalar yapmaktadır.
- Başkaları yakınında cep telefonu kullandığı zaman, uzakta durmayı tercih edebilirsiniz, ama ara sıra kısa süreli olarak maruz kalmanın olasılıkla bir sakıncası olmayacağı düşünüldüğünden bu ve benzer durumlarda fazla endişelenmeyin ve kendinizi güçlüğe sokmayın.



Şekil 3.1 Direğe monte edilmiş bir antenden yayılan ana ışın

Cep telefonu kullanmak, sigara içmek gibi tercihe bağlı olduğu için, kişisel bir yarar/zarar söz konusudur. Öte yandan her yere dikilen çok sayıdaki cep telefonu baz istasyonları, bu telefonlardan yararlanmayanlar için de bir risk oluşturmaktadır. Yukardaki şekilde antenden yayılan ana ışın gösterilmiştir. Bu antenler, genellikle üçlü veya üçgen şeklinde bir yapıda olmakta, kısa kulelere veya bina tepelerine veya etraflarına monte edilmektedir. Genel olarak, karşıdan bakan birisi için bile, bunların birkaç yüz metre uzağında olmak, yeterince uzak kabul edilebilir. Ancak sürekli barınılan veya çalışılan bir ortamın, karşıdan bakan bir antene yüz metreden yakın olması rahatsız edici bir durum olarak görülebilir.

Radyo ve mikrodalgalardan korunmanın en etkin yolu, yine dalgaların gücünü ölçmek ve sözü edilen hedef eşik değeriyle karşılaştırmaktır. Geçici dahi olsa bir eşik değer üzerinde anlaşma sağlanmalı, ve bu antenleri kuranlara, insanların yaşadığı hiçbir yerde bu eşığın aşılmamasını sağlamak yükümlülüğü getirilmelidir.

3.2 Elektromagnetik Kirlenme ve Etkileri

Çevrenin kirletilmesinin yoğun eleştirilere sebep olduğu günümüzde, elektromagnetik çevre kirlenmesi, artan radyo ve TV kanalları ve cep telefonları nedeniyle gündeme gelmiştir. Elektromagnetik alanlar (EMA) insan organizmasında büyük ölçüde karışıklığa sebep olabilirler. İnsan sinir sistemi 500.000 km uzunluğu, 25 milyar sinir hücresi ile dev bir elektriksel donanıma sahip muazzam bir elektronik sistemdir. Bedeni fonksiyonların hepsi 1-250 mikrovolt arası çok küçük gerilimli elektrik uyarıları ile devam eder. EMA'nın dışarıdan bu hassas sisteme tesir etmesi durumunda, doğal sirkülasyon zarar görebilir. Dolaşım sistemi ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilir. Vucudun bağışıklık sisteminin sürekli zayıflamasının kanseri arttıran bir etki yapacağı da artık tıp tarafından kabul edilmiş bir konudur.

EMA'ya maruziyetin araştırılması başta mesleki çalışanları olmak üzere, genel halk sağlığı açısından büyük önem taşır. EMA çevremizi kuşatmakta olup, kaynakların gittikçe artan bir biçimde kullanılması, maruziyet miktarında potansiyel bir artışa neden olmaktadır. EMA'ların biyolojik sistemler üzerinde nörolojik, nöroendoknirolojik, hematolojik, kardiovasküler etkiler oluşturduğu ve bağışıklık sistemi ve hücre çoğalmasını etkilediği bilinmektedir.

Araştırmalar aşağıdaki iki yoldan sonuç almaya çalışmaktadır.

- Epidemiksel çalışmalar: Belirli bir hastalık ile muhtemel sebebi arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak araştırır.
- Deneysel çalışmalar: Laboratuvarlarda hayvanlar üzerinde, doku hücrelerinin alanlara karşı gösterdikleri etkiler test edilir. Elektrik ve magnetik alanların etkilerinde, anlamlı epidemiksel çalışma yapmak hayli zordur; çünkü dünyanın her yerinde elektrikten faydalanma söz konusu

olduğu için elektrik ve magnetik alanlara maruz kalmamış bireylerin bulunması mümkün değildir. Elli yıl öncesine kadar elektrik ve magnetik alanların, atmosferde oluşan doğal seviyesi hayli düşük değerde idi. Endüstrileşme ile birlikte elektromagnetik enerjisinin kullanımının yaygınlaşması, elektromagnetik alanların her frekansında insan, hayvan ve bitkileri etkileyen çevresel bir artış meydana gelmiştir. Elektromagnetik alanlarının kullanımının gelecekte daha da artış göstereceği dikkate alınırsa konunun önemi daha da artmaktadır. Elektromagnetik enerji üreten kaynaklara örnek olarak, mikrodalga, el telsiz ve telefonları, alarm cihazları, otomatik kapılar, TV ve radyo vericileri ve güç iletim hatları verilebilir. Ayrıca endüstriyel işlemlerde ısıtma amacıyla kullanılan daha düşük frekanslı RF ısıtıcılar da sayılabilir. Bu uygulamalarla ilgili mesleklerde çalışanlar ve bakım personeli, ısıya yapan cihaza sürekli olarak yakın olmak durumunda kaldıkları için birinci derecede risk altındadırlar.

EMA'nın iki tür biyolojik etkisi vardır. Birinci kısım, kısa zamanda hissedilen etkiler diyebileceğimiz baş ağrıları, göz yanmaları, yorgunluk, halsizlik ve baş dönmeleri gibi şikayetlerdir. Ayrıca gece uykusuzlukları, gündüz uykulu dolaşım, küskünlük ve sürekli rahatsızlık nedeniyle topluma katılmamak gibi neticeler de literatürde rapor edilmiştir. Diğer bir etki ise moleküller ve kimyasal bağlara, hücre yapısına vücut koruma sistemine yaptığı ve uzun sürede ortaya çıkabilen etkilerdir. (Yasui ve Otake, 1993)

EMA'nın kansere yol açıcı bir faktör olduğu henüz kesin olarak ispat edilmemiştir. Fakat yapmıyor da denemez. Zira bunun kesinleşmesi için insanlar üzerinde, uzun süreli, epidemiksel ve deneysel çalışmalar yapılması gereklidir. Bugün ise sadece hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan yorumlar yapılmaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler sonucunda, EMA'nın kanser riskini artırıcı etkileri görülmüştür. Bu etkilerin oluşması EMA'nın frekansına, şiddetine, vücut ölçülerine, vücudun elektriksel özelliklerine, EMA'nın mesafesine ve en önemlisi etki süresine bağlıdır. Buna göre en çok yüksek gerilim hatlarında veya yüksek gerilim tesislerinde, radyo ve TV vericilerinde çalışanlar tehlikeye maruz kalmaktadırlar.

Artan sayıdaki elektrikli cihazlar, TV ve radyo istasyonları ve herkesin elinde bulunan cep telefonlarının yaydığı alanların toplamının şehirlerde oluşturduğu alan seviyeleri, ulusal ve uluslararası standartların üzerine çıktığında aynen hava kirliliği sorununda olduğu gibi bir elektromagnetik kirlenmeye neden olmakta, insanlar ve cihazlar üzerinde zararlı etkiler göstermektedir. Bu nedenle TV, radyo ve cep telefon hizmetlerine yaydıkları güç açısından sınırlamalar getirilmiştir. (Canseven, 1995)

Elektrik enerjisiyle çalışan bütün cihazlar, yaydıkları alanlardan ötürü diğer elektronik cihazlarda etkileşime (interferans) sebep olurlar. Bu etkileşim aşırı olduğu zaman, cihazlar bazı fonksiyonlarını

yapamazlar. İnsanlarda ise biyolojik etkilere neden olurlar. İnterferansın önlenmesi için cihazların ekranlanması gerekmektedir.

Elektromagnetik enerjinin kullanımında iki noktanın göz önünde tutulması gerekir; birincisi kişilerin gerek evlerinde gerekse ofislerinde kullandıkları cihazlar ile ilgili alabileceği tedbirler; ikincisi ise toplumun ortak yapacağı girişimler ve özellikle de çevrenin elektromagnetik kirlenmesine karşı tedbirler.

Risksiz bir ortamda yaşamadığımızı kabul etmek gerekmektedir. Kullandığımız teknolojik ürünlerin çoğunu, faydaları zararlarından daha çok olduğu için, kullanmaya devam ediyoruz. Buna en iyi örnek olarak otomobil gösterilebilir. Her sene çok ölüm ve yaralanmaya yol açan otomobillerin kullanımından vazgeçemediğimiz gibi, riskleri olduğunu bile bile cep telefonlarını da kullanmaya devam edeceğiz. Burada önemli olan riskin en aza indirilmesi suretiyle, elektrik enerjisinden optimum yararlanılması ve gereksiz maruziyetin önlenmesidir. Bu konuda her yıl 1000'den fazla makale 10'dan fazla kitap yazılmaktadır. Bütün kalkınmış ülkelerde sayıları 15-20'den az olmayan enstitü veya araştırma merkezleri bu konuda çalışırken EMA'nın etkilerini hafife almak yanlıştır.

3.2.1 Elektromagnetik Çevre

Elektromagnetik kirlenme günümüzde EMA'nın teknolojide yaygın kullanımından, arzu edilmemesine rağmen ortaya çıkan kaçınılmaz bir olaydır. Taşıma hatları, iletişim sistemleri ve çeşitli elektriksel işlemlerin içerisinde yapıldığı sistemler EMA'nın kaynağı olarak tanımlanabilir. Burada ileri sürülen elektromagnetik kirlenme hava, su ve gürültü kirliliklerinden üç bakımdan farklılık gösterir. Birincisi; elektromagnetik kirlenmenin duyularımızla hissedilmez oluşu, (ışık hariç) diğeri de bazı durumlarda terepatik etkiler oluşturmaktadır. Üçüncüsü ise etkilenmenin anlaşılamamış olmasıdır. Uzun süreli maruziyetin kümülatif etkiler oluşturmaları kuvvetle muhtemeldir.

Elektromagnetik çevre, elektromagnetik enerji kullanan insan yapımı çeşitli cihaz ve donanımların ayrı ayrı oluşturdıkları alanların toplamından meydana gelir. EMA kaynağı olan cihazlar sürekli veya zaman zaman çalışan yüksek veya düşük güçlü vericiler olabilir. Şiddetli EMA, özellikle AM radyo bandı (0,535-1,604 MHz) ile FM ve TV bandında (54-806 MHz) bulunur. Elektrik güç sistemlerinden oluşan 50 veya 60 Hz frekanslı EMA düşük frekanslı alanları oluşturur.

EMA alanların yoğunluğu, gücü yayan kaynağa yaklaştıkça artar. Çok yakın mesafelerde, sınır olarak kabul edilen değerlerinin üstüne çıkması da mümkündür. Yerleşim bölgelerinde radyo, TV, cep telefonu vericileri ve aktarıcıları için binaların üstlerine anten bağlama işlemi, bina yakınlarında EMA seviyesinde artışa neden olur. Toplu halde antenlerin çatıda olması durumunda hayli yoğun EMA alanlar meydana gelebilir. (Şeker, 1997)

Havaalanı civarında, radarların çevresinde yüksek seviyede radyasyon (ışınım) mevcuttur. Cep telefonları, el telsizleri nisbeten düşük güç kaynakları olmakla beraber, kullanıcının ışıma antenine yakın olması sebebiyle önemli ölçüde maruziyet meydana getirirler.

Medikal uygulamalarda hastanın kas ya da diğer dokularını ısıtmada kullanılan cihazlar da EMA yayarlar ve hastaya mikro W mertebelerinde epeyce güç soğuturlar. Tedavi edilen bölgedeki mikrodalga güç yutulma sınırının standartları aşmaması gerekmektedir.

Elektromagnetik alanların tüm spektrumunun canlılara etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak bu etki mekanizmasının spektrumun her bölgesi için aynı olmadığı, farklı etkileşimlerinin bulunduğu da bilinmektedir. 2500 Angstrom'dan daha düşük dalga boylu ışıma etkisi, moleküllerde iyonizasyona neden olur. Bu nedenle söz konusu ışıma bandı, iyonlaştıran ışıma olarak tanımlanır. İyonlaştırmayan ışıma bandı düşük frekanslarından radyo frekanslarına kadar uzanır. (0-300 GHz arası) Bunlara karşı gelen dalga boylarının enerjileri, molekülleri iyonlaştırmaya yetmez. İyonlaştırmayan ışıma kaynakları radar, radyo ve TV vericileri, baz istasyonları ve diğer çeşitli cihazlardır. İyonlaştırmayan ışıma uzun süreli maruziyetin, canlılarda kalıcı etkiler oluşturabileceği bilinmektedir. En önemli etki, dokularda ısı artışına neden olmasıdır. Elektromagnetik dalga olan güneş ışınlarının, kansere neden olabileceği ihtimalinden dolayı bilhassa yazın dikkatli olmamız gerekmektedir.

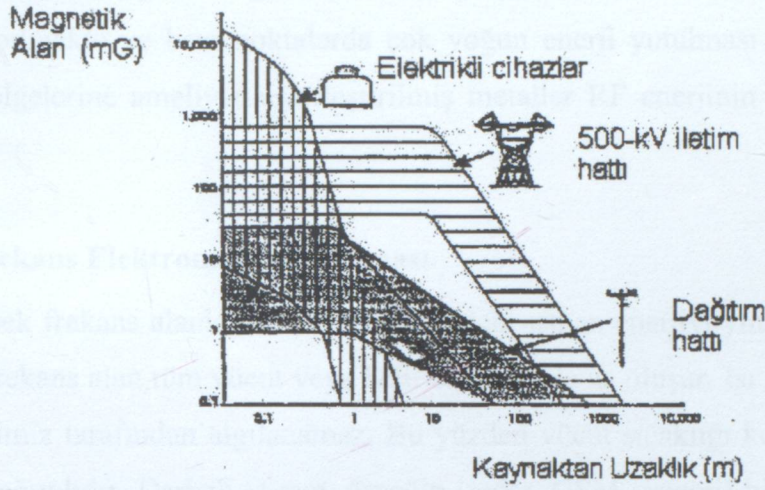
3.2.2 Düşük Frekanslı (ELF) Alanlar

Günümüzde elektrik enerji iletim ve dağıtımının yüksek gerilim hatlarıyla sağlanması ve yerleşim bölgelerinde toplumun bu iletim hatları ile birlikte yaşamak zorunda kalması; taşıma hatlarının oluşturduğu elektromagnetik alanların etkilerinin araştırılması çalışmalarına yol açmıştır.

Yüksek gerilim hatlarının civarında, hattan olan uzaklığa ve hattın gerilimine bağlı olarak değişik seviyelerde elektromagnetik alanlar oluşur. Yüksek gerilim hatları civarında yağmurlu günlerde şemsiye ile dolaşan kimselerde, şemsiyenin metalik sapında rahatsızlık etkisi oluşturan seviyelerde akım endüklendiği bilinmektedir.

Taşıma hatları civarında magnetik alan değerleri 10-40 mikro tesla (T), (1 T= 10000 Gauss) arasında değişir. Hattan 100 metre uzaklıkta magnetik alan 1 mikro tesla gibi çok küçük değere düşer. Küçük bir elektrik motorunun ürettiği mikro tesla'lık değerle karşılaştırıldığında, bunun hayli düşük bir seviyede olduğu görülür.

Endüstriyel çevrelerde oluşan magnetik alanlar, taşıma hatlarına göre 10-100 kat daha büyüktür. Son yıllarda yerleşim bölgelerinde magnetik alan artışıyla, kanser olaylarındaki artışın paralellik gösterdiği ve bilhassa çocuklarda lösemi hastalığı ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür.



Şekil 3.2 Magnetik alan profilleri

Saç kurutma makinası, elektrikli matkap, traş makinası, renkli televizyon gibi cihazların 30 cm ötesindeki magnetik alan değeri 0,1-2,5 mT arasında değişir. Elektrik alan değeri ise 250 V/m gibi hayli yüksek mertebeye ulaşır. Cihazlardan uzaklaştıkça bu değerler hızlı düşüş gösterir. Örneğin evlerde bulunan cihazlar, gücüne bağlı olarak, bir metreden sonra çok ufak elektromagnetik değerlerde radyasyon yayarlar.

3.2.3 Radyo Frekans (RF) Alanlar

Radyo frekanslı elektromagnetik donanımların giderek artan bir oranda kullanılması, gerek bu konuda mesleki çalışanlar açısından ve gerekse halk sağlığı açısından RF radyasyonuna (RFR) maruziyetin muhtemel zararlarının incelenmesi çalışmalarının önem kazanmasına sebep olmuştur. Örneğin, FM radyo-televizyon verici istasyonlarının bakımının genellikle yayın kesilmeden yapılması sebebiyle, bakım personeli 40 kW güçlü bir verici için 800 V/m şiddetinde alana maruz kalır. RF ve alanları insan vücudunda en önemli etkiyi, vücudun dış yüzeylerinde olmaları nedeniyle, göz ve üreme organları üzerinde yaparlar. Ancak vücut yüzeyine çok yakın olmakla beraber iletken özelliklere sahip olan sinirler ve kardivasküler sistemler üzerine de etkide bulunurlar.

Biyolojik malzemede RF enerji soğurulmasının en iyi bilinen etkisi ısınmaya yol açmasıdır. En fazla ısı artışı vücudun dış yüzeyi olan deri üzerinde ortaya çıkar ve yerel yanmalar oluşabilir. Vücudun derinliklerine gidildikçe sıcaklık düşer. Ancak uzun dalga radyasyonuna maruz kalmalar sonucunda, kaslarda yüksek sıcaklık artışına neden olduğu anlaşılmıştır. İç organlar ve kan üzerinde de sıcaklık artışı görülür. 40-100 mW/cm² yoğunluklu alanlar uygulandığında, kan damarları ciddi zarar görmekte ve bu nedenle iç organlarda kanamalar oluşabilmektedir. Bazı organların aşırı ısınmaksızın zarar görmeleri mümkündür. Bu olay özellikle boyut rezonansı olarak isimlendirilen olay sonunda, organizmanın bazı bölümlerinde açıkça ortaya çıkar. Eğer elektromagnetik ısımaya maruz kalan

organın bazı parçalarının boyutu dalga boyu ile mukayese edilebilir büyüklükte ise; bu bölgede duran dalga oluşabilmekte ve bazı noktalarda çok yoğun enerji yutulması olabilmektedir. Ayrıca vücudun çeşitli bölgelerine ameliyatla yerleştirilmiş metaller RF enerjinin yoğunlaşmasına neden olabilmektedir.

3.2.4 Yüksek Frekans Elektromagnetik Işınması

İnsan vücudu yüksek frekans alanlarına duyarlıdır. Vücut ısınan enerjiyi yutar. Yutulan enerji ısıya dönüşür. Yüksek frekans alan tüm vücut veya belli bir bölgede ısı oluşur. Isı içerde oluştuğu için, ısı algılayıcı olan derimiz tarafından algılanamaz. Bu yüzden vücut sıcaklığı kontrol sistemi etkilenir. Bu etki frekansa bağlıdır. Darbeli ışınlam, örneğin (radar, GSM sistemi) biyolojik sisteme sürekli ışınlamdan daha fazla etki eder. Hücre zarı da etkilenir. Teknolojik gelişmeler sonucu, elektromagnetik enerjisini yayınlayan cihazların sayısı hızla artmıştır. Elektromagnetik ışınlamının artması ile birlikte insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri de artmıştır. Bu zararlı etkileri azaltmak için, elektromagnetik ışınlamının belirli bir değerde olması öngörülen standartlar geliştirilmiştir. Elektromagnetik ışınlam canlıya ulaştığında, bu canlı tarafından soğurulmaktadır. Enerji soğurulması ile ilgili tanımlar şöyledir; insan vücudu bir anten gibi davrandığından, belirli bir dalga boyunda vücut daha fazla enerji yutar. Vücudun boyutu yarım dalga boyu (rezonans frekansı) olduğunda, daha fazla enerji yutar. Çocuklar, yetişkinlerden daha yüksek rezonans frekansına sahiptirler.

4. ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN BİYOLOJİK ETKİLERİ

4.1 NIEHS Bağlantısı

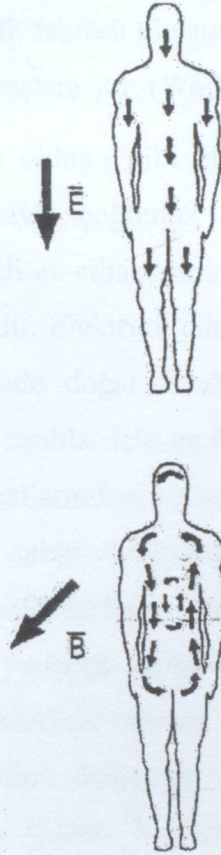
Elektrik enerjisi, yüz yıldır tüm dünyada yaygın kullanılmaktadır. Elektrik enerjisine indirekt maruz kalınması ile ELF-EMF'nin (Çok düşük frekanslı EMA) sebep olduğu potansiyel sağlık etkileri, son yıllarda araştırma konusudur. Bu araştırmayı kıvılcımlayan, 1979'da Wertheimer ve Leeper'in yaptığı, elektrik güç hattının yanında yaşayan çocuklar üzerinde kanser oluşumlarını farkettileri araştırma olmuştur. Bu ilk bulgulardan beri, insan nüfusları, hayvanlar, izole edilmiş hücreler ve gözlemler ile ilgili bir çok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların çokluğuna rağmen, ELF-EMF maruz kalmanın sağlık etkileri ile ilgili kayda değer tartışmalar Ne?, Herhangi, Hiç, Eğer'lerin üzerinde dolanmıştır. 1992'de Enerji Politikası Uygulaması kontrolünde, U.S. Kongresi, Geleneksel Çevresel Sağlık Bilimler Enstitüsü (NIEHS), Geleneksel Sağlık Enstitüsü ve U.S. Enerji Departmanı (DOE) gibi kuruluşlar, ELF-EMF'ye maruz kalmanın sağlık risklerinin bilimsel olarak kanıtlanması ve araştırılmasına yönelik programlar üzerinde çalışması için eğitmiştir. Bu eğitim çalışmaları EMA Araştırma ve Halkın Bilgilendirilmesi Programı (EMF-RAPID Program)'nın kurulması ile sonuçlanmıştır. (Wertheimer ve Leeper, 1979)

Tüm çalışmalar ve deneyler, dikkatlice kontrol edilmiş laboratuvar ve klinik araştırmalar ile yapılmaktadır. Epidemolojik araştırmalarda, çalışmayı yapacak kişilerin, kişisel hastalık tespitini de yapabilecek kapasitede olmaları, bu çalışmanın başarısını arttıran etkenlerdendir. Çalışmaların bazı sonuçları gerçekten şaşırtıcı olabilmektedir. Bu da, hastalıklara ya da olumsuz etkilere sebep olabilecek diğer ilgili sebeplerin olabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Tabii ki bu sebepler hastalıklara dolaylı olarak sebebiyet vermektedir. Örneğin sigara kullanımının kanser riskini arttırması gibi. Sigara kanser yapar denmez ama, kanser riskini arttırdığı söylenir. Burada ELF-EMF'nin bu sağlık riskindeki yaklaşımı da bu şekildedir. Yani yayılımın sebep olduğu olumsuzluk, direkt olarak bir hastalık etkisi ve sonucunu göstermese de, bunun ihtimalini arttırmaktadır. (NIEHS Report, 1999)

4.2 Elektromagnetik Alanlar ve Sağlık Riski

Bilimsel veriler ve kanıtlar gösteriyor ki, ELF- EMF'ye maruz kalınmasının sağlık üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. En güçlü kanıt ise, mesleki alanlarda bulunan yetişkinler için lösemi ve çocuklarda görülen çocuk lösemisi şeklinde ortaya çıkan, insanoğlunda görülen kanserin iki formu şeklindedir. Bu kişisel çalışmaların zayıflığının yanı sıra, yayılımın ve bununla doğru orantılı olarak maruz kalmanın artması ihtimalinde, kronik ve çocuk lösemisine yakalanma ihtimallerinin artırıcı etkenlerin tespit edildiğini de belirtmek gerekir. Bunu aksine, mekanistik çalışmalar ve hayvan toxoloji kaynakları biyolojik çalışmalarla ilgili zayıf bulgular sunmuşlar ve rapor etmişlerdir. Yani

hayvanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar, bu sebepten dolayı lösemi hastalığının artışı delillerini gösterememişlerdir.



Şekil 4.1 Elektrik ve magnetik alanlardan kaynaklanan elektrik alanları ve akımlarının basitleştirilmiş modelleri

Epidemolojik çalışmalar, laboratuvar çalışmaları ve tasarımları ile açık bir şekilde, sebep-etki ilişkisini göstermektedir. Bunun anlamı da şudur ki böyle bir maruz kalmanın sonuçları hastalık veya sağlık riski olarak belirterek "etki" prensibini doğrulamaktadır. Gerçekte, insan ve hayvan üzerinde yapılmış olan, çoğunlukla hücre bazlı mekanistik laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilmiş kanıtlar gösteriyor ve destekliyor ki; ELF- EMA'nın çevresel değerleri ve seviyeleri ve biyolojik fonksiyonlar ve hastalık durumları ile yayılma ve maruz kalma değerleri arasında belli bir ilişki vardır. (Özgüner ve Mollaoğlu, 2006)

4.3 Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri

Elektromagnetik dalgalar insan organizmasında büyük ölçüde karışıklığa sebep olabilirler. Örneğin, vücudun molekül ve atomları kendi aralarında kurdukları elektrik dengeyi kaybedebilir, biyokimyasal faaliyetlerden etkilenebilir ve en önemlisi hücrenin ve dolayısıyla dokuların işleyişindeki elektriksel yapı bozulabilir. Kalp dolaşım sistemi, bağışıklık sistemi ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilir. Vücudun bağışıklık sisteminin sürekli zayıflamasının

“kanseri artıran veya kanseri başlatan, tetikleyen bir etki” yapacağı sorusu da gündeme gelmiş konulardandır. Çocuklarda kan kanseri riskinin artmasını, kan tablosunun değişmesini, baş ağısının ve baş dönmelerinin çoğalmasını elektromagnetik alanlara bağlayan çalışmalar vardır. İnsan sağlığı açısından artık bir risk faktörü oluşturan elektrik alanların biyolojik etkilerini araştıran çalışmaların sayısı hızla artmaya başlamıştır. (Walleczek, 1992)

Gelişmiş her ülkede olduğu gibi elektromagnetik enerjinin kullanımının ülkemizde de giderek yaygınlaşması nedeniyle çoğumuz sürekli olarak değişik şiddetlerde elektrik alanlara maruz kalmaktayız. Elektrikli ev cihazlarının oluşturduğu elektrik (E) alanların şiddeti 1-250V/m arasında değişim göstermektedir. Elektrikli cihazların yarattığı E alanların dışında normal havada atmosferde 120-150V/m şiddetinde doğal E alan mevcutken, yıldırımlı havada bu değer 10.000V/m’ye ulaşmaktadır. Ancak canlılar için en önemli etki, çevreleri için E alan kaynağı oluşturmaları nedeni ile yüksek gerilim hatlarından ve trafolardan kaynaklanmaktadır. Yüksek gerilim hattı en fazla 750kV’ luk gerilime sahip olduğunda yarattığı alan şiddeti hattın yerden yüksekliğine göre 1000 V/m- 12.000V/m şiddetlerinde olabilmektedir. Yüksek gerilim hatlarının yapımına ilişkin şartnameler hatların yerleşim merkezlerinin dışında yada açığında kurulmasını gerektiriyorsa da, bugün yerleşim birimlerinin içinden geçen yüksek gerilim hatları insan sağlığı için gerçek birer tehlike oluşturmaktadır. Yerleşim merkezlerine yakın olan bölgelerde insanlar için maruz kalınabilecek E alan şiddeti 1-5 kV/m’ dir. Halk sağlığı açısından yüksek gerilim hatlarının oluşturduğu E alanların limit değerleri ve bu alanlarda kalış süreleri her gelişmiş ülke tarafından güvenlik standartları ile sınırlandırılmıştır. Rusya’ nın güvenlik standartına göre; eğer işçiler 10 kV/m veya daha fazla elektrik alanda, müsaade edilen sürenin tamamı kadar kalmışlarsa, günün kalan zamanında 5 kV/m veya daha az elektrik alanda kalmalıdır. Buna ilave olarak, yüksek gerilim AC iletim hatlarının dizaynına ilişkin yerleşim merkezleri yakınlarında 1 kV/m’ lik limit öngörülmüştür. Japonya’nın güvenlik standartına göre ise; toprak yüzeyinden 1 m yükseklikteki elektrik alan şiddeti 3 kV/m’ yi aşmamalıdır. Ayrıca hatlar, insanlar için tehlike oluşturmayacak şekilde inşa edilmelidir. Bununla beraber piriç alanları, çiftlikler ve ormanlar gibi nüfusu az bölgelerde, hat herhangi bir kimseye zarar vermeyecek şekilde inşa edilmişse bu sınırlar uygulanmaz. (Güler ve Atalay, 1995)

4.3.1 Elektromagnetik Alanların Dokuya Etkisi

II. Dünya Savaşı’ndan sonra yaşanan teknolojik gelişmelerin, elektrik enerjisi (50/60 Hz) ile çalışan ve Elektromagnetik (EM) alanlar yayan cihazların kullanımının hızla artmasının doğal bir sonucu olarak, gününüzde insanlar çevre kaynaklı doğal olmayan EM alanlara maruz kalmaktadır. Bir çok laboratuvar çalışması ve epidemiyolojik araştırma EM alanlara maruziyet ile ciddi sağlık problemleri (özellikle kanser oluşumu ve tümör gelişimi) arasındaki ilişkiyi rapor etmektedir. Kanser vakalarının

% 10-15 kadarı 0-300 Hz titreşimli EM alanlar ile ilişkili bulunmuştur.

Düşük şiddetli Doğru Akım (Low Interisity Direct Current- LIDC), 50 Hz titreşimli magnetik alanlar ile DC ve 50 Hz titreşimli elektrik alanların deri, deri yaralanmaları, akciğer, karaciğer ve böbrek dokularında protein sentezine etkileri, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Biyoelektromagnetik Laboratuvarında kollagen sentezinin takibiyle araştırılmıştır. Uygulanan alanın şiddet, yön, uygulama peryodu gibi özelliklerine bağlı olarak bu dokularda kollagen sentezinin arttığı ya da azaldığı saptanmıştır. Elektromagnetik alan ve canlı sistemlerdeki biyolojik değişimler arasındaki ilişki tamamen aydınlanmış olmasa da nöroendokrin, kas iskelet ve bağışıklık sistemleri biyolojik organizmanın elektromagnetik alanlara karşı çok hassas olan sistemleridir. Bağışıklık sistemi hücrelerinin oldukça düşük frekanslı (Extremery-Low Frequency: ELF) magnetik alanlara maruz kalması bağışıklık sisteminin işleyişiyle ilgili hücresel değişimler açığa çıkarabilmekte ve ELF alanların bağışıklık sistemi üzerinden etki ederek tümör oluşumunu hızlandırdığı fikri, bugün geniş kabul görmektedir. EM alanın sinir sistemi, hormonlar ve bağışıklık sistemi arasındaki çift yönlü etkileşimleri değiştirebildiği gösterilmiştir. EM alanlar biyolojik sistemlerde hücre yüzeyinde yoğunlaşmış olan kimyasal mekanizmaları değiştirerek etki yapılmaktadır. Nörotransmitter, antibody ve hormonların hücre yüzeyindeki özel bölgelerine bağlanması zayıf EM alanlardan etkilenmektedir. Çevremizde mevcut EM alanlar, katyon taşıyıcı kanallar ile taşınacak katyonlar arasında etkileşimi değiştirebilmektedir. Bunun sonucunda kanal proteinlerinin konumları değişebilmektedir. K^+ , Na^+ veya Ca^+ gibi iyonların kendi kanallarından geçişi 50/60 Hz frekansın alanlar tarafından baskılanabilmekte böylece membrandan iyon akışının değişimi hücre metabolizmasını değiştirmek yoluyla biyolojik etkilerinin açığa çıkmasına neden olabilmektedir. (Güler ve Atalay, 1996)

Elektromagnetik enerji kaynakları ve zayıf magnetik alanlar ile birlikte gelişen insan, çevresindeki alanlarla etkileşime girerek kendisini bu çevreye adapte etmek özelliğine sahip olmuştur. Ancak II. Dünya Savaşı sonrasında yaşanan teknolojik devrim sonucunda etkili olmaya başlayan insan kaynaklı (manmade) EM alanlar, doğal alanlar ile uyumlu yaşamakta olan canlılar için mevcut doğal dengenin bozulmasına neden olmuş, yeni bir adaptasyon süreci başlamış ve çözüm bekleyen yeni problemler açığa çıkmıştır. Bu adaptasyon sürecinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek amacıyla yoğun araştırmalar başlamıştır. (Canseven, 1992)

Çevremizdeki EM alanların frekansı ve şiddeti değişkendir. Örneğin şehir cereyanı olarak isimlendirilen 220 Volt' luk gerilim saniyede 50 kez titreşim yaparken (50 Hz); radarlar, haberleşme sistemleri, mikrodalga iletişim hatları, cep telefonları ve video görüntüleme birimleri (VDU) ise 300 Hz ile 300×10^9 Hz (300 GHz) arasında titreşime sahip olan alanlar yaratmaktadırlar. Kablosuz iletişim sistemleri 45 MHz - 2500 MHz ($1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$) aralığında frekansa sahiptir.

Bu çalışmada laboratuvar koşullarında oluşturulan ve saniyede 50 kez titreşim yapan (50 Hz)

magnetik alanlar ile deney hayvanları üzerinde gerçekleştirilen araştırmalardan dördü sunulmaktadır. Çalışmalarda; kobayların bağışıklık sisteminin, plazma ve beyin dokusundaki Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum , Bakır ve Çinko miktarlarının nasıl etkilendiği; farelerde deneysel olarak oluşturulan epilepsiye magnetik alanın ne etki yaptığı araştırılmıştır.

Uygulanan magnetik alanın bağışıklık sisteminin sahip olduğu tümör hücreleriyle savaşma yetisini baskıladığı saptanmıştır. Magnetik alan, beyin dokusunda Ca, Mg, Cu ve Zn, plazmada Ca ve Mg miktarlarında artışa neden olurken, plazma Zn miktarını azalttığı ve Cu miktarını ise magnetik alandan etkilenmediği saptanmıştır. Farelerde epileptik atak sayısı, atak süresi, toplam atak süresi ve ölüm oranının magnetik alandan etkilenmediği tesbit edilmiştir.

Araştırma sonuçları epidemiyolojik çalışmalarda gösterilen EM alanların kansere neden olduğu sayımını desteklemektedir. EM alanın beyin ve plazma iyon miktarlarında yarattığı değişimlerin bağışıklık sistemini zayıflatmasının kanserin oluşum ve gelişiminde önemli rol oynayacağı açıktır.

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar yüksek gerilim hatları ve elektrikli ev cihazlerinin kanser riskini artırdığını göstermektedir. Kanser vakalarının % 10-15 kadarı, 0-300 Hz titreşimli EM alanlar ile ilişkili bulunmuştur. Günlük yaşamda maruz kaldığımız 50 Hz titreşimli alanların beyin tümörlerini, özellikle erkeklerde lösemi ve akut lösemiye artırdığı rapor edilmiştir. Benzeri maruziyet şartlarının, farinks kanseri, malin göz tümörü ve primer beyin tümörleri ile ilişkisi saptanmıştır. İş yerinde elektromagnetik alanlara maruz kalanlarda beyin kanserine yakalanma olasılığı önemli ölçüde artmaktadır. Elektrik hatlarında çalışanların beyin kanserine yakalanma oranının 7 kat, beyin tümörü oluşumu riskinin ise 13 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

EM alanların oluşturduğu biyolojik etkilerin altında hangi biyolojik mekanizmaların yattığı hakkında bilinenler çok sınırlı olsa da, bu alanların hücre yüzeyinde yoğunlaşmış olan biyokimyasal mekanizmaları değiştirerek etki yarattığı, hatta etkileşimin oluşabilmesi için hücre zarı ve Ca-H-iyonunun rol aldığı mekanizmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir. (Stuchly vd., 1991)

4.3.2 Elektromagnetik Alanların Bağışıklık Sistemine Etkisi

İmmun sistem (bağışıklık sistemi) vücudun temel koruyucu fonksiyonlarını üstlenmiştir. İmmun sistem hücrelerinden olan Doğal Katil Hücreler (Natural Killer Cell – NK), lenfositlerin farklı türlerde tümör hücrelerini öldürebilen grubudur.

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Biyoelektromagnetik Laboratuvarında yapılan çalışmada, magnetik alan altında bağışıklık sisteminin nasıl etkilendiği, NK hücresi sitotoksik aktivitesinin takibiyle araştırıldı. Toplam 19 adet, 250-300 gr ağırlığında erkek kobay kullanıldı. On kobay plastik kafes içinde, bir kafeste 2 kobay olmak üzere, 4 saat/gün periyodu ile 5 gün boyunca 50 Hz, 20 Gauss magnetik alana maruz bırakıldı (M). Dokuz kobay ise aynı şartlarda

magnetik alana maruz bırakılmadan kontrol olarak çalışıldı (K). Araştırma süresinde kobayların muhafaza edildiği laboratuvarında geomagnetik alan 0.3 Gauss ve oda sıcaklığı 23°C ölçüldü. Sirkadyen ritm etkisinin yaratabileceği olası değişimleri en az düzeye indirmek amacıyla kobaylar gün içinde daima sabah 8.00 ile 12.00 arasında magnetik alanda tutuldu. Kobaylara uygulanan 20 Gauss şiddetindeki magnetik alanın insan eşdeğeri Stuchlvinin yaklaşımına göre 3.2 Gauss hesaplandı.

Magnetik alan uygulaması sona erdikten 20 saat sonra, kobayların dalakları alınarak NK sitotoksik aktivitesi Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi (GUTF) Mikrobiyoloji Anabilim Dalı İminunoloji Laboratuvarında "Natural Anticandidial Colorimetric Index" metodu ile saptandı. NK aktivitesini çalışan araştırmacıların dalağın hangi gruptan (magnetik alan veya kontrol grubu) alındığına dair bilgi verilmeden (double blind) çalışıldı. Araştırmanın istatistik değerlendirmesi Maun- Whitney U testi ile yapıldı.

Araştırma sonucuna göre magnetik alana (50 Hz. 20 Gauss) maruz bırakılan kobayların NK sitotoksik aktivitelerinde kontrollere göre istatistiksel anlamlı azalma saptandı.

Çizelge 4.1 Magnetik alanın NK hücre aktivitesine etkisi (K: kontrol, M: magnetik alan)

	Etkileyen / Hedef Oranı	
X ± ss	K : 24.55 ± 1.07 % M : 20.66 ± 1.31 % n _K : 9 n _M = 10	K : 17.61 ± 1.39 % M : 10.9 ± 1.04 % n _K : 9 n _M = 10
Sitotoksosite Değişimi K/M oranı	1.19	1.62
İstatistik	p < 0.05 (U = 70.5)	p < 0.005 (U=81.5)

4.3.3 Elektromagnetik Alanların Beyine Etkisi

Bilim ve teknolojiadaki hızlı gelişmelerin bir sonucu olarak canlılar değişik türden elektromagnetik alanların etkilerine maruz kalmaktadırlar. Bu etkiler arasında radyo dalgaları mikrodalgalar ve şebeke cereyanı ile çalışan cihazların yarattığı elektromagnetik alanlar ve optik radyasyon (infrared, ultraviyole ve lazer) sayılabilir. Elektromagnetik radyasyondan tedavide yararlanılmaktadır; bu nedenle de yararlı yönleri vardır. Ancak şiddetli radyasyon ve güçlü elektromagnetik alanların zararlı olabileceği de ciddi bir olasılık olarak karşımızda bulunmaktadır. Radyasyonun türüne göre değişen bu etkiler arasında irritasyon, cilt ve gözlerde enflamasyon ve kan tablosunda değişiklik bulunmaktadır. Bir dizi epidemiyolojik çalışmanın sonucunda, elektrikle çalışan cihazlar ve yüksek

gerilim hatlarını çevreleyen elektromagnetik alanların kansere neden olabildiği sonucuna varılmıştır. Horowitz ve Saskin, temporomandibular rahatsızlıklar ve diğer miyofasiyel ağrı yakınmalarının etiolojisinde ve bunların devamında görüntü ekranı kullanımının etkisi bulunduğu yönünde bulgular elde etmiştir.

Radyasyonun insan bedenine nüfuzu; dokunun çeşidine (canlı türü, organın niteliği) ve radyasyonun çeşidine göre değişmektedir. İnsan bedenindeki en önemli organ ise beyindir; beyin canlılığın temel kritiği, tüm organların denetleyicisidir. İnsanın diğer canlı türlerinden farklı kılan yüksek bilişsel işlemler de, ancak insanın sahip olduğu karmaşıklıkta beyin ile birlikte bulunabilmektedir. Bu nedenle elektromagnetik alanların beyne etkisi konusundaki araştırmaların öncelikle ve acilen yapılmalı, bu organın çağdaş insanın çevresinde kaçınılmaz biçimde bulunan elektromagnetik alanlarla etkilenme durumu ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. (Schwan ve Piersol, 1984)

Beynin iki tür faaliyeti vardır: biyokimyasal ve elektrofizyolojik. Bu iki tepki arasında girişimsel olmayan tekniklerle ölçülebileni, beynin elektrofizyolojik faaliyetidir. Beyin elektrofizyolojisindeki değişimler, hem dinlenme durumunda hem de uyarım durumunda gözlenmektedir. Bütünlüğü içinde davranmakta olan canlının beyin faaliyetlerini değerlendirmede kullanılan elektroensefalografi (EEG) yöntemi, Berger'ın beynin elektriksel faaliyetini kafa derisi üzerinden ve insanda kaydettiği andan itibaren bu yana, sinir sistemi konusundaki çalışmaların başlıca kayıt yöntemi olmuştur. İlgili bilim dallarında EEG'de gözlenen genlik (amplitude), latans (latency) ve topoğrafya değişikliklerinin, gerek beyin ve gerekse de bilişsel ve psikolojik süreçlerin güvenilir göstergeleri olduğu kabul edilmektedir.

Freude ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, cep telefonlarının yarattığı elektromagnetik alanların beynin yavaş dalgalarına etkisi incelenmiştir. Bu çalışma basit motor tepkilere ilişkin hazırlık potansiyelinin cep telefonu kullanımından etkilenmediğini ortaya koymuştur. Buna karşılık bilişsel faaliyet gerektiren karmaşık bir görsel izleme görevinin, yavaş potansiyellerinin genliğinde azalmaya yol açtığı gözlenmiştir. Bu durum, beynin frontal alanı dışındaki tüm alanları için geçerli olmuştur.

Markov elektromagnetik alanların etki mekanizmaları konusundaki bilginin yeterli düzeyde olmamasını, kullanılan metodolojinin yetersizliklerine bağlamaktadır. Yazar bu konuda biyofiziksel bir yaklaşımın uygulanması gerektiğini savunmakta; uygulanan veri toplama yöntemlerinde ve etki mekanizmalarını belirlemeye yönelik çalışmalarda dakik ve ayrıntılı bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiğinin altını çizmektedir. Elektromagnetik alanların ve radyasyonun beyne etkileri konusunda yapılacak araştırmalarda Markov'ın üzerinde durduğu konuların özellikle dikkate alınması gerekmektedir. Mikrovolt düzeyindeki beyin elektriksel faaliyetinin güvenilir ve aynı zamanda da geçerli bir şekilde ölçülebilmesi için, belirli bir altyapı ve teknoloji kullanılmalıdır.

Hacettepe Üniversitesi Deneysel Psikoloji Anabilimdalı Bilişsel Psikofizyoloji Araştırma Birimi tarafından yapılan bu incelemenin amacı, beynin nöroelektrik tepkilerini kaydedebilmek için gerekli olan altyapıyı ve teknik özellikleri belirtmek, kullanılabilecek analiz tekniklerini ve uygulanması gereken bilimsel yaklaşımı tanıtmaktır. Bunun için, nöroelektrik faaliyetin kaydedildiği bir ortamın özellikleri tanımlanmakta, bu özelliklerin işlevselliği, böyle bir laboratuvar sistemin kullanılması sonucu elde edilmiş olan bulgular yoluyla gösterilmektedir.

4.4 Enerji Nakil Hatları ile Kanser Oranı Arasındaki İlişki

Enerji hatlarının kanserle ilgisi daha çok enerji hatlarının yakınında çalışan veya elektrik ile ilgili mesleklerde çalışan insanlardan kaynaklanır. Bu çalışmalardan bazıları güç frekansı magnetik alanları ve kanser olayı arasında zayıf bir bağlantı olduğunu gösterir.

Yine de son yıllarda yapılan epidemik (salgın) çalışmalar elektrik hatlarının kanserle bağlantısının çok az olduğunu gösterir. Laboratuvar çalışmaları ise güç frekansı ile kanser arasında ve enerji hattı alanları ile kanser arasında da ilişkinin biyofizik açıdan mümkün olmayacağını gösterir.

Bunun dışında, çocuklardaki kan kanseri çalışmaları ve elektrik hatları ile ilgili olarak 1997'de yapılan çalışmada da kan kanseri ve elektrik hatları arasında hiçbir ilişki olmadığı saptanmıştır. Sonuç olarak, aynı şekilde kobay hayvanların da hayat boyu güç frekansı magnetik alanlarına maruz kalmaları da kansere sebep olmamıştır. Bununla birlikte çok bilim adamı, elektrik hatlarının kansere sebep olmasını çok zayıf bulmuş ve inandırıcı olmadığını söylemişlerdir.

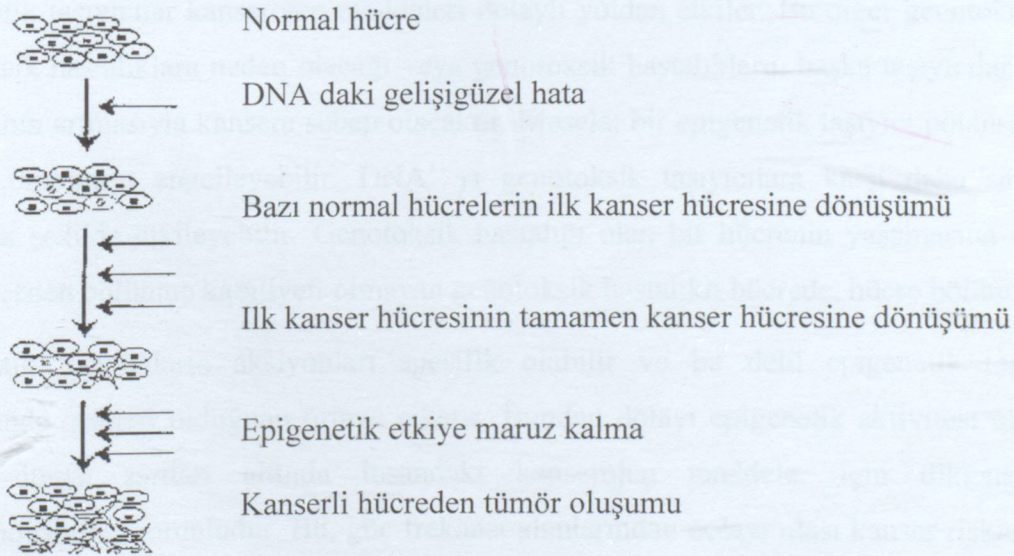
Çalışmalar enerji hatlarının yakınında yaşayan çocuklarda kan kanseri, beyin kanseri, ve sistemik kanser olma riskinin daha fazla olduğunu gösterir. Diğer çalışmalar enerji hatlarına yakın yaşamakla kan kanseri, beyin kanseri ve sistemik kanser olma riskinin oldukça az olduğunu göstermiştir. Yapılan son çalışmalarda enerji hatları ve kanser arasında bir bağlantı olmadığını göstermiştir.

Çeşitli çalışmalar, bazı elektriksel alanlarda çalışan insanlarda beklenenden daha çok kanser tipleri olduğunu gösterir. Orijinal çalışmalar sadece lösemi için olup daha sonraki bazı çalışmalar beyin, lenf ve göğüs kanserini de kapsamıştır. Bu çalışmaların çoğu meslekler temel alınarak yapılmıştır.

Çizelge 4.2 Kanseri tipleri

Kanser Tipi	Çalışma sayısı	Orta RR	RR aralığı
Lösemi (tümçalışma):	38	1.30	0.80-2.50
Lösemi (ölçülü alanlardaki çalışmalar)	8	1.20	0.60-2.50
Beyin	29	1.20	0.90-.2.20
Lenf	11	1.20	0.90-1.80
Akciğer	14	1.05	0.65-1.45
Kadınlarda göğüs kanseri	8	1.10	0.85-1.50
Erkeklerde göğüs kanseri	10	1.25	0.65-2.80

Kanserin fertler üzerindeki tam olarak anlaşılmamışken, kanser yapan maddenin mekanizması yeteri kadar kavranmış ve hayvansal hücresel denemelerde elde edilen sınırlı bilginin kansere sebep olup olamayacağı anlaşılmıştır. Çok basamaklı bu araştırmalar genetik malzemesinin çeşitli hastalıklarda bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu şekildeki kanser yapan madde “çok basamaklı kanser yapan madde” olarak karşımıza çıkar.



Şekil 4.2 Çok basamaklı model

Bu çok basamaklı model, öncelikli yüksek modelin yerine geçti. Öncelikli yüksek model bu carcinogenesis' in iki basamaklı olay olarak ilk basamakta genotoksik hastalık ve ikinci basamakta genotoksik olmayan bir olay şeklinde alınmasını önerir. Böylece bu iki basamaklı modelin çok basit olduğu anlaşılmıştır. Çeşitli genotoksik hastalıkların bazı tip hastalıkların (hepsi değil) karıştırıldığı çok açıktır.

Bizim kanserden anladığımız; hücrenin genetik bilgisinin (DNA) zarar görmesiyle başlayan süreçtir. Bu tip hastalıklara sebep olan vasıtalar genotoksinler denir. Tek genetik hücreli hastalığın kanserle sonuçlanacağı seri genetik hastalıklar gerektirdiği sevimsiz bir şekilde karşımıza çıkar. Genotoksik kanserojenlerin etkileri için eşikleri yoktur. Böylece genotoksin'in dozu kanser riskini en aza indirger ama hiçbir zaman sona erdirilmez. Genotoksinler birçok hücreyi etkileyebilir ve birden çok kansere sebep olabilirler. Bunun üzerine herhangi bir durumda genotoksiti için delil tanımlanamayan test olan vasıtalar, insanlardaki kanser olma potansiyeline uygun olarak değerlendirilmelidir.

Genotoksikliği ölçmek için birçok yaklaşımlar mevcuttur. Kaplamsal açığa çıkma çalışmaları alyuvarlardaki genotoksik hastalıklar için kullanılabilir. Hayvanlar üzerindeki denemeler ise açığa çıkanların kanser mutasyon veya kromozomal hastalık olup olmadığı konusunda değerlendirilmelidir. Hücresel çalışmalar DNA, kromozomal hasar veya neoplastik hücre değişimlerinin kontrolünde kullanılabilir. Genotoksik literatüre bir daha göz atarsak memeli olmayanlar, memeliler kadar dikkate alınmıştır. Herhangi bir sistem ile ortaya çıkarılan genotoksik delillerin bağlantılı başka bir alana kaydırılması ile kanserojenlik sorularına uygun bir cevap ortaya çıkmıştır.

Genotoksik aktiviteleri değerlendirmek için birçok değişik tip laboratuvar testleri vardır. Genotoksik taşıyıcılar, kanserin gelişimine yardımcı olmalarına rağmen, kansere kendileri neden olmazlar. Epigenetik taşıyıcılar kanserojen maddeleri dolaylı yoldan etkiler. Bu diğer genotoksik taşıyıcıların genotoksik hastalıklara neden olacağı veya genotoksik hastalıkların başka taşıyıcılar sonucu olması olasılığının artmasıyla kansere sebep olacaktır. Mesela; bir epigenetik taşıyıcı potansiyel genotoksik hasarın onarımını engelleyebilir. DNA' yı genotoksik taşıyıcılara karşı daha savunmasız hale getirecek şekilde etkileyebilir. Genotoksik hastalığı olan bir hücrenin yaşamasına izin verir veya daha önceden bölünme kabiliyeti olmayan genotoksik hastalıklı hücrede, hücre bölünmesini uyarır.

Epigenetik taşıyıcıların aksiyonları spesifik olabilir ve bu delil epigenetik taşıyıcıların etki almalarında eşikleri olduğunu ortaya çıkarır. Bundan dolayı epigenetik aktivitesi olan taşıyıcıların gerçek dünya şartları altında insandaki kanserojen maddeler için dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi zorunludur. Bu, güç frekansı alanlarından dolayı olası kanser risklerinin sonuçları açısından önemlidir, delil bu safhada tüm alanları kapsar, genotoksik mekanizmadansa epigenetik mekanizmayı tavsiye eder .

Teşvik ediciler epigenetik taşıyıcıların spesifik bir sınıfıdır. Klasik bir denemede bilinen genotoksinin hayvanlarda belirli dozlarda kansere sebep olacağı fakat bunun hepsi için olmayacağı teşhir edilmiştir.

Taşıyıcılar, genotoksin sonuçlara eklendiğinde genotoksinin yalnız başına kansere sebep olmasından daha etkili olurlar. Böylece taşıyıcı bir artırıcıdır. Bazı hücresel çalışma tipleri taşıyıcıların

kanserojen potansiyelleriyle ilgilidir ama ne klasik toksikolojide ne de yükseltmede denenirler. Örnek olarak hücresel sistemler taşıyıcıların bilinen genotoksinlerin aktivitesini artırmasını test etmede veya bir taşıyıcının DNA hasarını onarmasında kullanılır. Taşıyıcı çoğunlukla insanlarda kanserojen madde olarak genotoksindir ve epigenetik kanserojen maddeler lösemide ve beyin kanserinde henüz tanımlanmamıştır.

4.4.1 Kanser Riski

Epidemiolojik çalışmalardan çıkarılan sonuçlara göre kanser olma riskine Rölatif Risk denir (RR). Bu kansere maruz kalma riski olan insan sayısının, maruz kalma riski olmayan insan sayısına bölümünden bulunur. Kimse güç frekansı alanlarına maruz kalmadığı için kıyaslama yüksek ihtimal ve düşük ihtimal olarak yapılır. 1.0 etki yok, 1.0' ın altı düşük ihtimal demektir. Rölatif risk 95% aralar verilerek ayarlanır.

Çalışmalardaki sonuçlar ve epidemiolojik tekniklerden sonuç çıkarabilmek, çok fazla çalışma yapıldığı için oldukça zordur. Çalışmaların sonuçlarını birleştirmek için bir metaanaliz denemesi yapılmış ancak fikir birliği olmadığı için sonuçlar pek tatmin edici olmamıştır. Bölgedeki etkisini göstermek için yapılan rölatif risk (RR) çalışması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. (Easterly, 1993)

Çizelge 4.3 Rölatif risk çalışması

Kanser Tipi	Çalışma sayısı	Orta RR	RR aralığı
Çocuk lösemisi	15	1.25	0.8-2.0
Çocuklarda beyin kanseri	8	1.3	0.8-1.9
Çocuklarda lenf kanseri	7	2.0	0.8-5.0
Çocuklarda tüm kanserler	6	1.4	0.9-1.7
Yetişkinlerde lösemi	6	1.15	0.85-1.65
Yetişkinlerde beyin kanseri	4	0.95	0.70-1.65
Yetişkinlerde tüm kanserler	8	1.10	0.80-1.35

4.4.2 Çocuklarda Lösemi Riski

Hem genel hem de bilimsel açıdan çocuklardaki lösemiye, çocuklarda ve yetişkinlerde görülen beyin kanseri, lenfoma ve sistematik kanserden daha çok önem verilir. Enerji hatları ile çocuk kanseri arasında ilişki olduğunu savunan çalışmalarda iletkenler ve yerleşim merkezleri arasında yer alan ve “iletken kodu” olarak adı verilen bir sistem kullanılmıştır. Diğer çalışmalar iletim hatlarını kullanırken günümüzdeki çalışmalarda da ölçülen ve hesaplanan önemli alanları kullanmaktadır. Aslında bu çalışmaların arasında fazla bir ilişki yoktur. Hiçbiri birbirinden üstün değildir ancak hiçbiri de diğerinin aynısı da değildir.

Çocuk lösemisinin en önemli özelliklerinden biri, evde ölçülen alanlara değil de enerji hatlarına ya da iletkenlere yaklaştıkça kansere maruz kalma riskinin artmasıdır. Bu da çocuk kanserinin, güç frekansı alanlarından çok, enerji hatlarının yakınında yaşamakla alakalı olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Örneğin sosyo-ekonomik sınıfın kanser riskiyle ilgisi olması oldukça şaşırtıcıdır. Yapılan çalışmalarda kansere maruz kalan ve kalmayan gruplar değişik sosyo-ekonomik sınıflardan oluşan insanlardan ibarettir. Bu çalışmalar Amerika'da iletkenlerin türleri ve kullanıldığı yerler, genelde çocukların, fakir insanların ya da kirada oturan insanların oturduğu yerler olduğu için bu yerlerde ve kablolar üzerinde yapılır.

Ancak 1997 yılında enerji hatları ve lösemi konusunda en büyük çalışma yapılmış ve löseminin ne elektrik iletkenlerle ne de bu ölçülen alanlarla ilgisi olduğu sonucuna varılmıştır. Son çalışmalar ‘elektrik iletkeni paradoksu’ na son vermiştir.

İskandinav ülkelerinde tespit edilen magnetik alanların hesaplandığı alanlarda dört tane, epidemolojik çalışma yapılmıştır. Yayılıma maruz kalan sadece bir grupta başarılı bir belirleme yapılmasına rağmen, çalışmaların üçünde de lösemi riskinde artış olduğu tespit edilmiştir. Spot ölçümlerinin yayılım alanlarında, gerçekten kaliteli ve kalıcı çalışmalar yapılmıştır. Çalışmaların ikisinde, risk görülmemesine karşın yayılımın riski konusunda marjinal bir önem kaydedilmiştir. Bunun gibi daha bir çok çalışma yapılmış ve çeşitli benzeri çalışmalar elektrik cihazleri kullanımı ve bunun söz konusu riske etkilerini de incelemiştir. Fakat sonuçlar tutarlı bir kalıpla uyuşmamaktadır. Şunu açıkça ifade edebiliriz ki, kişisel ve bireysel epidemolojik çalışmaların hiç birisi, magnetik alana maruz kalma ile çocuk lösemisinin arasında güvenilir ve güçlü kanıtlar sunamamışlardır. Daha doğru bir ifade ile, tutarlı bir kalıptan kasıt, bu ispatın güçlü ve net delillerle ortaya konulabilmesidir ki, maruz kalmayı ölçmek için kullanılan bazı metotlar maruz kalma etkisinin artması ile doğru orantılı olarak hastalık riskinin de artmasını destekleyen güçlü kanıtlar sunamamışlardır. Çalışmaların sadece küçük çaplı ve az sayıda olanlarında ve bir kaçında görülen kanıtlar genel bir kanıt olarak sunulamadığından, bu kanıtın seviyesinin zayıf olduğu şeklinde değerlendirilir ve olasılık sebep için yeterli fakat ilişkili olduğuna dair sınırlı olarak değerlendirilir.

4.4.3 İnsanlarda Kansere Etkisi Göstermeyen Bulgular

Kendiliğinden oluşum ve gelişim ile ELF- EMF yayılımı arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda dikkate alınmaktadır. Hatta, çalışma alanlarında ve konut alanlarında yapılan son çalışmalar tamamen bu konu üzerinde odaklanmıştır. Çalışma alanlarında yani iş sahalarında yapılan ilk çalışmalarda böyle bir ilişki gözlemlenmemiştir. Ancak yapılan ikinci çalışmada yüksek ELF- EMF'nin yayılımına maruz kalınan alanlarda belirli bir ilişki tespit edilmiştir. Ama bu varılan sonuç kontrollerden geçmiş ancak zayıf ve güncel olarak şüphelere yol açabilecek şekildeki bir sonuçtur.

Magnetik alanda yayılıma maruz kalma ve Amyotropik yandan doku sertleşmesi arasındaki ilişki üç safhalı çalışmaları içerir; bu üç çalışmadan sadece yüksek dereceli ELF- EMF' ye maruz kalanlarda bu durum tespit edilmiştir. Fakat diğerlerinde herhangi bir sağlıksal değişim görülmemiştir.

Ayrıca epidemolojik çalışmaların yanı sıra ELF- EMF' nin psikolojik etkileri de araştırılmış ve depresyon ile intihar olayları irdelenmiştir. Belirgin bir etkinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Bir de kalp işleyişinin elektrokimyasal bu olaya maruz kalmasından ne şekilde etkilendiği araştırılmıştır. Sadece yüksek şiddete maruz kalındığında yüksek tansiyon durumu ile karşılaşıldığı, ancak biyolojik mekanizmada belirgin bir değişim saptanmadığı, küçük bir takım değişimler olduğu saptanmıştır.

4.4.4 Hayvansal Kanser Dataları

Genellikle hayvanlar üzerindeki deney çalışmaları, insanoğlundaki kanser riskinin artış oranını belirler. ELF- EMF yayılımı araştırmalarında hayvan modellerinin kullanılmasında iki temel problem vardır ki birincisi, deneysel bulguların, gerçeğe dayalı uzak tahminler olarak sunulabilmesi ve ikincisi de deneysel çevre ile gerçek çevre etkilerinin yani yayılımın arasındaki farklılıklardır. Yani hiçbir zaman bu deney çalışmalarında gerçek ELF- EMF yüksek yayılımına örnek bir deney ortamı oluşturulamamaktadır.

Genel olarak hayvanlar üzerinde yapılan bu deney çalışmalarında çok sayıda hayvan kullanılmış ve hepsinin de ayrı ayrı ELF- EMF yayılımından nasıl etkilendiği irdelenmiştir. Bunun yapılmasındaki amaç, bir konut alanında da çok fazla sayıda insanın bir arada yaşaması ve hepsinin de yayılımından ne oranda etkilendiklerini saptayabilmektir. Ancak çalışmaların sonucunda bu çoğunluğun çok az bir bölümünde etkilenme oranına rastlanmıştır, ve bunun da kanser riskini uzun vadede ortaya çıkarabileceği gibi bir neticeye varılmıştır. Çalışmalarda denekler, iki yıl süresi boyunca her gün yirmi saatlik bir yüksek ELF- EMF yayılımına maruz bırakılmıştır. Bu çalışmaların en büyüğü olarak kabul edilen deney toplam iki bin kobay fare üzerinde yapılmış, ve otuz ay boyunca 1400 mT magnetik alanda farklı dozlarda radyasyon ıyonlaması yapılmıştır. Fakat bu deneyin sonucunda da lenf kanseri/lösemi hastalık riski yüzünden ölüm olaylarına rastlanmamış ve hatta lösemi gibi bir

hastalık çeşidi riskine dahi rastlanmamıştır.

Ayrıca bu gruptaki deney çalışmaları beyin kanseri etkilerini de araştırmış ancak ELF- EMF yayılımına maruz kalınması durumunun herhangi bir kanser riski taşımadığı saptanmıştır.

4.5 İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileri

İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun yanısıra, iyonlaştırıcı radyasyonun da insan sağlığına bir takım etkileri bulunduğu dair araştırmalar mevcuttur.

İnsan, doğal radyasyon yanında, röntgenden, radyofarmasetillerden, nükleer santral kazalar ve testlerden, kişisel bilgisayarlardan, ev ve işyeri televizyon ekranlarından yayılan yapay radyasyona maruz kalır. Normal ağırlıkla bir insanın tüm vücudu için 1 yılda müsaade edilen maksimum radyasyon dozu 5 mSv (mili Sevient-radyasyona maruz kalma ölçüsü)'dir. Bir yılda tıpta tanı ve tedavi amaçlı kullanılan cihazlardan 0.4-1.0 mSv'lik, nükleer silah denemeleri serpintilerinden 0.04 mSv'lik içinde yaşadığı binalardan 0.1 mSv' lik radyasyon alınırken: günde 1 saat televizyon izleyen bir insan yılda bu kaynaktan 0.01 mSv' lik radyasyona maruz kalır. Teknolojik gelişmeye paralel olarak bu cihazlarla daha fazla karşı karşıya kalma, kişinin doğal olarak daha fazla radyasyona maruz kalmasına neden olur. Biyolojik yapıya zarar verebilecek pek çok unsura ilave olarak, normal sınırdan fazla radyasyonla karşı karşıya kalma insanlarda halsizlik, kilo kaybı, çeşitli deri hastalıkları, kan hücrelerinin sayısında değişme, serbest medikallerden biyoradikallerin oluşumu, bu radikallerin hücre zarı ve organel seviyesindeki hasarı, embriyo gelişimi üzerine olumsuz etkiler, sperm oluşumuna olumsuz etkiler, DNA'da hasar, kanser ve ömür uzunluğunda kısalma gibi önemli sağlık sorunlarına neden olabilir.

Uzayın bir noktasından diğerine yapılan enerji aktarımı anlamına gelen radyasyon, madde içinden geçerken ortamdaki atomlar ve moleküller ile etkileşir. Böylece içinden geçtiği ortama enerji aktarır. Yeteri kadar enerjisi var ise, radyasyon ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştırmak suretiyle enerjisini ortama aktarabilir. Bu tür radyasyona iyonlaştırıcı radyasyon denir. Radyo, TV dalgalar, mikrodalgalar, kızılötesi ışık görülen ışık ve yakın (alt) morötesi (UV) ışık yeterli enerjiye sahip olmadıkları için iyonlaştıncı değildirler. Oysa, uzak (üst) morötesi (UV) ışınlar, X ışınları, nükleer reaksiyonlar veya radyoaktif parçalanma sonucu ortaya çıkan alfa, beta, gamma ışınları, ultronlar, protonlar ve diğer temel parçacıklar iyonlaştırıcı radyasyondur.

Radyasyon kaynakları doğal ve yapay olabilir. Doğada bulunan uranyum, radyum, toryum, radon, polonvum ve radyoaktif kurşun gibi çeşitli radyoizotop maddeler, doğal radyasyon kaynaklarıdır. Dünya üzerinde değişik bölgelerde doğal radyasyon değerleri farklı olabilmektedir. Örneğin; Ankara'da doğal radyasyon değeri 0.68 mSv/yıl iken, Hindistanda 26.00 mSv/yıl, Brezilya'da 87.00 mSv/yıl olmaktadır. Yer kabuğunda bulunan bu kaynaklar dışında güneşten ve evrenden gelen

kozmetik ışınlar çok miktardaki iyonlaştırıcı radyasyon özellikleriyle doğal radyasyon oluştururlar. Bunlar dışında yapay olarak da radyasyon üretmek mümkündür. Röntgen ışınları (X ışınları) buna en tipik örneği oluşturur. Doğal radyoaktif maddeleri özel kapalı ortamlara almak suretiyle yaymakta oldukları radyasyonu kontrol etmek ya da istenilen amaca (nükleer reaktörler, parçacık hızlandırıcılar, nükleer silah, tıbbi amaç için vb.) uygun olarak kullanmak mümkündür.

İnsan vücudunun radyasyonlara maruz kalması doğal radyasyonlarla meslekleriyle, tanı ve tedavi amaçlı tıbbi işımlar ve radyoterapetik ilaçların kullanılmasıyla, radyasyon kazası (endüstride kapalı kaynağın koruyucu kılıfından çıkması ve farkında olmadan primer radyasyon demetinde kalınması tıbbi alanda hatalı tedavi uygulanması, tedavi sırasında cihazın bozulması ile ışınlamanın kesilememesi ve girilmemesi gereken radyasyonlu bölgelere izinsiz girilmesi) ve nükleer silah denemeleri serpintileriyle, ev ve iş yerlerindeki televizyon ve bilgisayarlarla olmaktadır. Doğal radyasyonların sebep olduğu ışınlanmalar kaçınılmazdır. Bütün bu kaynaklardan bir insanın 1 yılda aldığı radyasyon miktarı şöyledir. Doğal çevreden 2.4 mSv (0.25 mSv'ı beslenme ve solunum yoluyla), tıbbi cihazlardan 0.4-1.0 mSv, nükleer silah denemeleri serpintilerinden 0.04 mSv, nükleer santral kazalarından 0.01 mSv, tuğla, beton ve sıva topraktan inşa edilen binalarımızdan her yanından 0.1 mSv, çektirdiğimiz her bir diş veya göğüs filminden 0.1 mSv akciğer filminden ise 2 mSv kadar radyasyon alırız. Bununla birlikte, her gün 2 saat TV seyrettiğimizde yılda 0.02 mSv'lık radyasyona maruz kalırız. Aşağıda günümüz için izin verilen en yüksek değerler görülmektedir.

Nükleer silah denemeleri ve nükleer santral kazalarından sonra katı, sıvı veya gaz halinde olabilen radyoaktif maddeler doğrudan solunum, sindirim ve deri yoluyla veya dolaylı olarak besin zinciri yoluyla vücuda girerek çeşitlerine ve fiziksel özelliklerine göre çeşitli organlarda (iyot tiroid bezinde, potasyum ve sızum bütün dokularda, raum, plutonyum ve stronsiyum kemiklerde) birikerek hem fiziksel hem de biyolojik ömürlerini tamamlayana kadar etraflarındaki dokulara ışınlarını yaymaya devam ederler. Kimyasal yapıları önemli olmayıp, çıkardıkları radyasyonlar dokularda patolojik bozukluklara yol açarak organın işlevinin bozulmasına, kansere, ömür uzunluğunda kısalmaya ve sonuçta kişinin ölümüne neden olabilir. (Şeker ve Çerezci, 1997)

ORGAN

DOZ (Yıllık)

Genel Toplum için;

Bütün vücut (ardışık 5 yıl ort.)	1 mSv
Bütün vücut(tek 1 yıl için)	5 mSV
Göz (tek 1 yıl için)	15 mSV
Deri (tek 1 yıl için)	50 mSv
Embriyo	5 mSv

Radyasyonla çalışan elemanlar için;

Bütün vücut (ardışık 5 yıl ort.)	20 mSv
Bütün vücut (tek 1 yıl için)	50 mSV
Göz (tek 1 yıl için)	150 mSV

Doğal radyasyon aldığımız kaynaklardan biri olan güneş ışığı, önemli miktarda UV radyasyonu içerir. UV radyasyonun azı epidermisin sentez faaliyetini uyardığı için yararlı, çoğu ve tekrarlı maruz kalmalar ise ani ve ciddi zararlı etkilere (yanık gibi) neden olabilir. Fibroblastların derideki onarım işlevi bu etkiyle olumsuz etkilenebilir. Epidermisteki bölünmekte olan hücrelerde ve pigment hücrelerinde meydana gelecek kromozomal bozukluklar deri kanserine neden olabilir.

Dünyada bilgisayar ve televizyon kullanımı baş döndürücü bir hızla artmaktadır. İnsanlar, iş yerinde ve hatta evde bile günlerinin büyük bir bölümünü bu cihazların ekranı karşısında geçirmektedir. 1971 yılından önce yapılmış renkli televizyon ekranlarının röntgen ışınları yaydığının duyulmasından sonra bilgisayar ekranlarının da röntgen ışınları yayarak kanser oluşturabileceği korkusu yaygınlaşmıştır. Ancak, bugünkü teknolojiyle üretilen bilgisayar ekranları kurşun içerdiğinden röntgen ışınlarını geçirmemektedir. Ekran camının kurşunlu olmaması nadir de olsa kusurlu imal edilmesi sonucunda bilgisayar ekranının bu ışınları yayabileceği gözden uzak tutulmamalıdır. Bilgisayar ekranlarını bugün için tehlikeli kılan şey röntgen ışınları değil, yaydığı diğer ışınlardır. 20 yıl kadar önce düşük enerjili iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun mikrodalga olmadıkça veya iç ısınma yapacak düzeyde bulunmadıkça zararsız olduğu sanılıyordu. Bugün ise bu konuda henüz az şey bilmemize rağmen, düşük enerjili iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun biyolojik yönden aktif olduğunu ve dokulara önemli zararlar verdiğini biliyoruz. Bilgisayar ekranları önünde UV, kızılötesi, görünen ışık, radyo dalgalar, VLF (çok düşük frekans) ve ELF (son derece düşük frekans) bantlarında elektromanyetik dalgalar (5-500 Hertz) gürültü şeklinde ses dalgaları, ultrason ve enfrason dalgaları (çok düşük ve çok yüksek frekanslı ses dalgaları), yüksek voltaj ve tarama devrelerinin oluşturduğu elektrik ve manyetik alanların bir karması bulunmaktadır. Ekranı tehlikeli kılan VLF ((çok düşük frekans) ve ELF (son derece düşük frekans) tipi elektromanyetik dalgalar hücrelerin kalıtım birimleri olan kromozonları tahrip etmekte ve ;

- Gebe kadınlarda düşük yapma sıklığının artmasına, zamanından önce (prematüre) doğumların ve anormal (doğuştan hastalıklı) bebek doğumlarının artmasına neden olmaktadır.
- Bilgisayar ekranlarından çıkan çeşitli tip ışınlar gözün yakına uyum yapma yeteneğini bozmakta, gözün zamanından önce yaşlanmasına neden olmaktadır.
- Bilgisayar ekranından yayılan ışınlar yüz derisinde döküntülere neden olmaktadır.
- Bilgisayar ekranlarına maruz kalan kişilerde muhtemelen VLF ve ELF dalgalarının kromozomları

tahrip etmesi sonucu genel olarak bütün kanserlerin, özellikle beyin tümörlerinin ve kan kanserinin arttığı görülmektedir.

- Bilgisayar ekranlarından yayılan elektromagnetik dalgalar, hipofiz ön lobundan salgılanan gonadotropin hormon miktarında yetersizliğe yol açmakta, bu durum kadınlarda adet bozukluklarına, hamilelerde ise düşüklere neden olmaktadır.

Ekrandan çıkan ışınların her biri tehlike sınırının altında olsa bile, birlikte etki yapınca tehlike yaratabilmektedir. Bilgisayar ekranından tek bir ışın değil çok sayıda değişik ışın gelmesi önemli bir noktadır. Deneyler ve gözlemler genellikle tek bir çeşit ışın üzerinde yapıldığından dokudaki etkileri ve güvenlik dozları gerçeği yansıtmayabilir. Bu kadar çok sayıda farklı ışının canlı organizma üzerindeki etkilerini önceden kestirmek zordur.

Radyasyonun zararlı etkileri dokuların maruz kaldığı radyasyon cinsine (alfa, beta, gamma, foton, nötron vb.) dokunun doz alma hızına, doz alma süresine ve ışınlanan dokuya göre değişir. Radyasyon etkilerinin canlı üzerinde kendini belli etmesi kısa sürede, uzun sürede ya da nesiller boyu olabilir. Radyasyonun insanlardaki etkileri ;

- 500 mSv' ın üzerindeki dozlarda ortaya çıkan eşikli etkiler
- 50 mSv' ın altındaki dozlarda ortaya çıkabilecek eşiksiz etkiler

olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir. Düşük dozlarda radyasyondan etkilenme sonucu ortaya çıkabilecek olan başlıca sağlık sorunları genetik ve kanser yapıcı etkilerdir. Kanser yapıcı etkiler, radyasyon enerjisinin hücrelerde oluşturduğu serbest radikallerin DNA ve hücrenin diğer yapıtaşlarına saldırıp biyolojik yapının bozulmasıyla ortaya çıktığı bilinmektedir. Düşük doz radyasyon da cenin üzerinde bazı olumsuz gelişmelere neden olabilir. 500 mSv'ın üzerinde akut radyasyon dozu almış kişilerde doz arttıkça daha da belirginleşen şu etkiler görülür: Deride kızarıklık, bulantı, kusma, kan tablosunda önce geçici sonra devamlı değişiklikler, ağız ve boğaz enfeksiyonu, dişeti hastalığı, anemi (kansızlık), lösemi (kan kanseri) ve diğer kan hastalıkları, cildin kolayca ezilme ve yaralanma eğilimi göstermesi, kemiklerin kolayca kırılması, dermatit, akne gibi cilt hastalıkları, enfeksiyonlara yakınlık, DNA hasarı, ömür uzunluğunda kısalma, vücudun çeşitli yerlerinde kanamalar, saç ve kıllarda dökülmeler, uykusuzluk, sinirlilik, hızlı ve düzensiz kalp atışı, hızlı kilo kaybı ve ölüm. Radyasyonun doğrudan göze rastlaması göz merceğinde hasara ve katarakta neden olmaktadır. Akut ya da kronik radyasyonların genetik düzensizlik olasılığını arttırdıkları buna bağlı olarak kanser ve eşey hücrelerinde kalıtsal değişikliklere neden olduğu bilinmektedir.

Radyasyonun en belirgin etkisi, bölünmekte olan genç hücrelerde görüldüğünden bu hücrelerin bulunduğu gelişim dönemi (embriyo ve fetus) ve organ çeşidi (testiste spermler, deride epitel hücreleri ve kıllar, kemik iliğinde kan hücreleri vb.) radyasyon hasarı hakkında bize geniş bilgi verir. Öyle ki gebeliğin ilk 3 ayında X ışınına maruz kalmış kadınlardan doğan çocuklarda, zihinsel gerilik

görülmekte, erken yaşlarda lösemi, tiroid ve göğüs kanseri riski % 40 artırmakta ve gelişme geriliği görülmektedir. Gebelik sırasında tanı ve tedavi gereği zorunlu olarak veya kazara kullanılan radyoterapik ilaçlarını plasentayı geçerek embriyo ve fetusta birikerek dokulara zarar verdiği saptanmıştır.

İnsan, teknolojik gelişmeye paralel olarak gün geçtikçe daha fazla radyasyona maruz kalmaktadır. Biyolojik yapıya zarar veren pek çok unsura ilave olarak, nominal seviyeden daha fazla radyasyon alma pek çok sağlık sorununu da beraberinde getirmektedir. Doğal radyasyona maruz kalmamız kaçınılmazdır. Ancak, yapay radyasyonla karşı karşıya kalmamızı kontrol etmeliyiz. Aksi takdirde bizi sağlıksız ve sorunlu bir gelecek bekleyebilir.

4.6 Kanser Tanımı

Kanser; hepsi kontrol edilemeyen hücre büyümesi içeren, en azından 200 farklı hastalığı tanımlamak için kullanılan bir tanımdır. Kanser sıklığı, oluş derecesi yıllık teşhis sayılarıyla ölçülür. Oluş oranı her yıl 100 insan için yeni vakaların sayısı olarak nitelendirilir. Amerika'daki yetişkinlerde kanser olma vakaları her yıl 100 bin kişide 382' dir. Bir çok vakaların nedeni bilinmiyor ve riski etkileyen faktörler kanserin çeşidi de göre değişiyor. Sigara içmek, alkol, diyet gibi bilinen faktörler kanserin belli çeşitlerini etkiler.

4.6.1 Lösemi (Kan Kanseri)

Lösemi; kan hücrelerinin oluşturduğu kemik iliğindeki artıştan doğan kanser çeşitlerini tasvir eder. Lösemililer, yetişkinlerde kanser vakalarının %4'den daha azını temsil eder. Bununla beraber kan kanseri, çocuklarda görülen en yaygın hastalıktır. Amerika'da lösemi oluşu yetişkinlerde her yıl 100 bin kişide 10 vakadır. Genetik faktörlerin rol oynamasına rağmen, yetişkinlerde lösemilerin nedenleri hakkında çok az bilgi biliniyor. Bilinen tek nedenler; iyonlaşma yayılımı, benzen (karbonlu-hidrojen) ve diğer kimyasallarla kemik iliği fonksiyonunu ilaçlar ve bir virüstür.

4.6.2 Beyin Kanseri

Merkezi sinir sistemi (beyin ve omurilik) kanseri yaygın değildir. Amerika'da şimdilerde oluşu her yıl %6'dır. Bir çok çalışmalar, belli mesleki kimyasala maruz kalmakla bir ilişkisi olduğu rapor edilmesine rağmen, hastalığın sebepleri bilinmemektedir. İyonlaşmanın kafatasının derisine yayılımı beyin kanseri bir risk olarak biliniyor. Alkol, sigara içimi, diyet gibi faktörlerin beyin kanseriyle bir ilgisi olmadığı görülmüştür.

1990'da Dr. Loomis ve Savitz Amerika'da ki işçilerin ölüm nedenlerini çalışmak için 16 eyaletten bilgi topladı. Önceki çalışmalarda ölçümler almadılar fakat mesleklerle dayalı exposundar tahmin ettiler. Diğer işçilere kıyasla elektrik işçileri olarak gruplandırılan insanların, lösemi değil ama beyin

kanseri riskine sahip olduğu bulunmuştur. Özetlerinde yazarlar EMA ve hastalıkları hakkında sorularını cevaplamak için araştırmacıların meslek başlıkları ötesine gidilmesi gerektiğini söylüyor.

4.6.3 Göğüs Kanseri

4.6.3.1 Erkeklerde Göğüs Kanseri

EMA ve göğüs kanseri arasındaki ilişki için ilk epidemiolojik kanıt, erkekler arasında görülen göğüs kanseriydi. 1991'de John Hopkins üniversitesinden Dr. Genevieve Matoloski, Newyork telefon şirketinin merkez şalter istasyonunda çalışan 900 erkek arasında 2 göğüs kanseri vakası buldu. Erkeklerde göğüs kanseri nadir bir hastalık olduğundan (Amerika'da her 100 bin erkekten 1'i) bulunan bu iki vaka olağan dışıydı. Norveç'li araştırmacılar (Tynes ve Anderson 1990) Norveç'te elektriksel mesleklerde çalışan erkeklerde göğüs kanserinin daha sık görüldüğünü rapor etmiştir. Vakaların sayısı azdır. Göğüs kanseri ve elektrik işleriyle ilgili diğer çalışmalarda çatışan sonuçlar elde edildi. Göğüs kanserine yakalanmış erkekler üzerinde sonradan yapılan çalışmalar onların göğüs kanseri olmayan kıyas grubundan daha fazla elektriksel mesleklerde iş edinmiş oldukları gösteriyor. 1992'de Kuzey Carolina üniversitesinden DR. Dona Loomis 240 eyaletindeki adamların ölüm kayıtlarındaki çalışmalarında genel anlamda elektriksel mesleklerde çalışan kişilerde fazla bir göğüs kanseri ölümü olmadığını buldu. Bununla beraber elektrik işçileri arasındaki bu göğüs kanseri vakaları beklenen orandan daha yüksek olan oran 65 yaşın altındaki erkeklerde görüldü. 1993'de Danimarkalı işçiler üzerindeki bir kanser çalışmasında Dr. Pascal Guenel tahmini aralıklarla ya da sürekli olarak EMA'a maruz kalınan mesleklerde göğüs kanseri beklenenden daha sık , kadınlarda daha az görüldüğünü rapor etti. Bu çalışmaların sonuçları sınırlıdır , çünkü iş yerleri ölçümleri içermiyor ve araştırmacılar bilinen risk faktörlerinin rolünü tayin edemiyor.

Göğüs kanserinin aile tarihçesinin analizini karıştırabildiği gibi, elektrik şirketi işçilerinin 3 ana çalışmaları , elektrik meslek hayatı süresince işçilerin EMA'e maruz kaldığını tahmin ediyordu. Bu çalışmaların hiç birinde manyetik alana maruz işler ile erkeklerde göğüs kanseri sırasında hiç bir ilişki bulunamadı.

4.6.3.2 Kadınlarda Göğüs Kanseri

Göğüs kanseri erkeklerde nadir görünmesine rağmen maalesef ki kadınlar arasında yaygındır. Kadınlarda göğüs kanseri vakaları her yıl 50.1'den fazladır. Kuzey Carolina üniversitesinden araştırmacılar tarafından 1994'te yapılan bir araştırmada Amerika'da kadın işçilerin ölüm kayıtları incelendi ve elektriksel mesleklerde çalışan kadınların diğer mesleklerde çalışan kadınlara oranla daha fazla göğüs kanseri olduğu görüldü. Bununla beraber bu çalışma, göğüs kanserini ekilediği bilinen aile tarihçesi, doğurganlık, diet, ilk çocuğun doğum yaşı gibi faktörleri göz önünde

bulundurmamıştır. Çalışmadaki kadınlara ait geçmiş bilgiler olmaksızın, elektriksel mesleklerdeki kadınlar arasında yaygın olabilen diğer risk faktörleriyle EMA'nın karıştırılıp karıştırılmadığını bilmek imkansızdır. Daha önce sözü edilen Danimarkalı işçiler üzerindeki çalışmada Guenel ve arkadaşları meslekleri yüksek ve düşük EMA kategorilerine göre gruplandırılarak ülkede çalışan bütün kadınların maruz kalmasının tahminini yaptı. En yüksek maruz kalma kategorisinde kadınların, en düşük maruz kalma kategorisinde çalışanlardan daha çok oranda göğüs kanseri olmadığı görüldü. Şimdi Amerika'da ve diğer ülkelerdeki evlerde daha yüksek EMA' a maruz kalan kadınların göğüs kanserine yakalanma riski olup olmadığı görmek için bir çok geniş ölçümlü çalışmalar devam etmektedir. Göğüs kanserinin gelişiminde melatonin ve EMA'nın potansiyel rolünü inceleyen biyolojik çalışmalar devam etmektedir. (Graham vd., 1996)

4.7 EMA'nın Diğer Hastalıklarla İlgisi

1979'dan beri İngiltere, İsveç ve Kanada'da araştırmacılar elektrik şirketlerindeki yüksek gerilim işçilerinin sağlıklarını ayrıntısıyla incelediler. İsveç'te şubelerde güç frekans alanlarına maruz kalma uzun dönem işçileri olağan dışı sağlık durumlarından bahsetmektedir.

İngiltere'de güç dağıtımı ve iletim hattı işçileri üzerinde sağlık problemleri araştırması yapıldı. EMA' a maruz kalan işçiler diğer işçilerden fazla baş ağrıları ya da bitkinlik hissettiklerinden bahsetmektedir.

Bir İsveç araştırmacısı kısa dönem maruzların çalışan güç hattı alanlarının, elektrik işçilerinin davranış, ruh durumu, kendi kendine konuşma belirtileri gibi etki ettiğini gördü. Aynı işçiler bir gün etki alanı koşulları altında, diğer gün etkisiz alan koşullar altında inceleyip kıyasladı. Stress, reaksiyon zamanı ve diğer iş ölçümleri arasında bir farklılık bulunmadı.

İletim hatları yanında yaşayan insanlarla ilgili diğer çalışmalarda kimlik depresyonları, kendi kendine konuşma belirtileri görülmüştür. Bu belirtilerin iletim hatlarına daha yakın oturan insanlarda daha yüksek olduğuna dair bir kesin işaret yoktur. 1995'te yapılan bir çalışmaya göre, Finlandiya ve Californiya'da çalışan işçilerde tipik maruz kalmalardan ziyade, daha yüksek EMA durumlarında Alzheimer hastalığına yakalanma riski diğer işçilerin üç katıdır. Bu EMA ile Alzheimer hastalığı arasındaki muhtemel ilişkiyi inceleyen ilk çalışmadır. Yazara göre buluşlarını desteklemek için daha çok çalışmalara ihtiyaç vardır. Bilim adamların bazı işçilerin elektriğe karşı hassas olabileceği bir çeşit EMA reaksiyonu almış olabileceği ihtimalini görüyor. Sorun büyüyor çünkü, İskandinav ülkelerinde bazı işçiler bilgisayarda çalışırken bazı deri sorunları ve diğer belirtilerden bahsettiler. İsveç araştırmacıları ilk deneylerinde elektrik ve manyetik alanlarla kişilerin belirtileri arasında bir bağ olmadığını söylediler. Bu problemlerin gerçek nedenleri henüz bilinmiyor. İş stresi, odanın nemi, sıcaklık gibi çeşitli faktörlerin sonucu olabilir.

4.7.1 Monitörler ile Çalışmak , Çocuk Düşürmek , Doğum Hataları Riski

1970'lerin sonlarında monitörlerin iş yerlerinde kullanımının giderek yaygınlaşmasıyla bu terminallerde çalışmanın hamilelik sorunlarıyla ilgili potansiyel ettikleri içeren sorunlar doğmuştur. Amerika ve Kanada'da bir çok iş yerinde düşük ve doğum hataları vakaları rapor edilmiştir.

Çeşitli monitör etki alanları ve emisyonları ölçülmüştür; x ışınları, ultraviyole yayılımı, görünür ışık, kızıl ötesi ışınlar yayılımı, radyo frekans alanları, güç frekans EMA'lar, kimyasallar, iyonlar ve parazit alanları.

İşçilerin bu emisyonlara maruz kalması çok düşüktür. Bununla beraber diğer ofis teçhizatının tersine monitörler çok düşük frekansta elektromagnetik alan yayar, özellikle 15 bin ile 30 bin Hz

İspanya'da bir labaratuvar düşük frekansta manyetik alanlarına maruz kalmış tavuk embriyonlarında sakatlık görüldüğünü rapor etmiştir. Bu çalışma İspanyol araştırmacılar tarafından tekrar edilmesine rağmen monitör kullananlarda düşük ve doğum hatalarının daha çok olup olmadığını bulmak için işçilerin epidemiyolojik çalışmaları başlatılmıştır.

Sonraki 10 yıl içinde Finlandiya, Danimarka, Amerika, Kanada, İsveç ve Norveç'te 10'dan fazla epidemiyolojik çalışma tamamlanmıştır. Çalışmaların çoğu monitör ile çalışmanın düşük ve hatalı doğumlarını riskini etkilemediğini göstermiştir.

4.7.2 Standartlar

Amerika'nın monitörden kaynaklanan magnetik alan için standardı yoktur. İsveç hükümeti, hükümet tarafından satın alınan monitörlerin, monitör yüzeyinden 30 cm'lik uzaklıktan 2 mG'den fazla olmayan oldukça düşük frekansta magnetik alan ürettiğini yayımladı. Standartlar teknolojinin başarabildiği üzerine kurulmuştur, medikal ya da epidemiyolojik araştırmalara göre değil.

1991'de meslek güvenliği ve sağlık ulusal enstitüsünde (NIOSH) araştırmacılar, telefon operatörlerinin 2 grubu üzerinde çalıştı. Bir grup monitör kullanırken , diğeri kullanmadı. Güç frekansı magnetik alanların seviyesi 2 grup için de bir birine yakındı. Bu çalışma tam gün monitör kullananlar arasında monitör kullanmayanlardan daha düşük olmadığı söylendi. Çalışma aynı zamanda bir kadının düşük yapma olasılığı ile monitör kullanma süresiyle bir ilişki olmadığını gördüğünü açıklayan Finlandiya'da, üç şirketten birinde çocuk düşüren kadınların muhtemelen 3 mG'nin üzerinde 50 Hz magnetik alan üretebilen monitör modelleri kullanılmış olabileceğini açıklıyor. Finlandiyalı araştırmacılar ne monitör kullanımıyla doğum hataları ve düşük arasında bir ilişki ne de artan düşük olaylarıyla artan VLF alan gücü arasında bir ilişki buldu.

Son zamanlarda Yale’de büyük bir araştırma, doğmamış çocuğun gelişme oranında EMA’nın etkileri üzerinde odaklaştı. Araştırmacılar güç hatları ve ev kaynaklarından doğan güç frekans manyetik alan etkisi hakkında bilgi sağladı.

Haftada 20 saatten fazla monitör kullanımı bebeğin gelişimi ve ağırlığını etkilemediği bulundu. Annenin de daha yüksek magnetik alana ya da elektrik ısıtılan yataklar gibi yüksek olan kaynaklarına maruz kalması da bebeği etkilemiyor.

1994’te Büyük Britanya’nın (Ulusal Radyolojik Koruma Heyeti) bir grup bilim adamını monitör kullanımıyla ilgili sağlık durumlarının çalışmalarını gözden geçirmeleri için davet etti. Onlar düşük frekans elektromagnetik alanları doğuran monitör kullanımının doğmamış çocuğa zarar vermediğine dair düşünülecek bir sebep olmadığı sonucuna vardılar. Belli işyerlerindeki kanser ve diğer kötü sağlık etkileriyle EMA arasında bir ilişki kuruldu mu? Bir bölgede ya da belli bir zaman diliminde meydana gelen alışılmamış geniş kanser sayıları, kürtajlar ya da diğer ters sağlık etkileri cluster olarak nitelendirilir. Bazen clusterler sağlıkla ilgili tehlikelerde erken bir uyarı sinyalidir. Fakat çoğu zaman cluster için gerekli sebep bilinmez. Bazen örnek olarak ileri çalışmalar bir cluster’ın birçok farklı kanser türü ya da diğer hastalık etkileri içerdiğini gösteriyor. Birçok cluster dikkatle çalışılmasına rağmen kanser clusterinin EMA ilgisine dair kanıtlanmış örnekler yoktur.

4.8 Bilgisayar Ekranlarının Yarattığı Sağlık Sorunları

Bilgisayar kullanımı dünyada olduğu gibi, ülkemizde de hızla yaygınlaşırken, bilgisayar ekranlarının oluşturduğu elektromagnetik alanların neden olduğu düşünülen farklı sağlık sorunları, kamuoyu gündemine taşınmaya başlamıştır.

Bilgisayar ekranının ürettiği elektromagnetik alanların göz ve görme, üreme sistemi ve doğurganlık, endokrin sistem ve deri üzerinde olumsuz etkileri olduğunu, kanser oluşumuna ortam hazırladığını düşündüren kimi bulgulara açıklık kazandırmak için pek çok araştırma yapılmış; olası riski önlemeye dönük pek çok önlem saptanmış ve uygulamaya sokulmuştur.

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi tarafından yapılan araştırmada, farklı ülkelerde elektromagnetik alanların, sağlığı gerçekten etkileyip etkilemediğini ortaya çıkarmak için gerçekleştirilmiş olan pek çok araştırmanın sonuçları değerlendirilmiş ve elektromagnetik alanlarla, ortaya çıkan bulgular ve sağlık sorunları arasındaki ilişki sorgulanmıştır.

Bu sorgulama elektromagnetik alanlarla saptanan bulgular ve sağlık sorunları arasında doğrudan ve güçlü bir istatistiksel ilişki olduğunu göstermemiştir. Elektromagnetik alanlarla sağlık sorunları arasında istatistiksel önemi, sınırlı olan bir ilişki olduğunu gösteren az sayıda araştırmada ise, sorundan gerçekten elektromagnetik alanın mı; yoksa, bilgisayarla çalışmanın ürünü olan diğer risk etmenlerinin ya da elektromagnetik alanların bu etmenlerle etkileşiminin mi sorumlu olduğu, kesin

olarak ortaya çıkarlamamıştır. Bu belirsizlik, bilgisayarla çalışmanın elektromagnetik alanlarla sınırlı olmayan, ortaya çıkan sağlık sorunlarına ya da yakınmalarına yol açabilecek ya da bunların ortaya çıkmasını kolaylaştıran farklı risk etmenleri içermesinden ve yapılan araştırmalarda bu gerçeğini göz ardı edilmesinden kaynaklanmıştır.

Bu sonuçlar, günümüzde sağlık ve iş sağlığı risklerinin ve bu risklerin yol açtığı sağlık sorunlarının çok etmenli olduğunu, gerekli önlemler alınmadığında, bir riske dönüşen bilgisayar ile çalışma örneğinde de, doğrulanmıştır. Bu çalışmanın bir amacı da, bu saptamayı bilimsel temellerine oturtmaktır.

Gerçekten, bilgisayar ile çalışanlar gerekli önlemler alınmadığında, yalnızca elektromagnetik alanlardan değil; farklı pek çok risk etmeninden de etkilenirler. Bu nedenle, bilgisayarla çalışma çok etmenli bir risk olarak ele alınmalı, bu etmenlerin etkileştikleri göz ardı edilmemeli ve bilgisayar ile çalışmanın yol açtığı düşünülen sağlık sorunları da bu temelde sorgulanmalıdır.

Bilgisayarla çalışma çok etmenli bir risk olarak ele alındığında, bu riskten korunmak ve böylece yol açtığı öngörülen sağlık sorunlarını önlemek için de, bütünsel koruma anlayışı ile davranılması gerekir.

Çalışmada son olarak, bilgisayarla çalışanların sağlığının korunmasında çok etmenli risk yönetiminin nasıl uygulanacağı tanımlanacaktır.

Risk yönetiminin temel ilkelerinin, kurallarını, yöntemlerinin ve araçlarının tanımlanması için, konu ile ilgili uluslararası normlardan ve düzenlemelerden yola çıkan bir dizi öneri sunulacak; böylece, Türkiye’de daha da gecikmeden yürürlüğe sokulması gereken yasal düzenlemelere kaynak oluşturulmaya çalışılacaktır.

Önce bir üretim aracı olarak mal ve hizmet üretimi süreçlerine katılan bilgisayar teknolojisi, 1980’lerde kişisel bilgisayarlarının yaygınlaşmaya başlamasıyla birlikte, pek çok kişinin kişisel kullanımına sunulurken, her gün yararlandığımız pek çok mal ve hizmetin de ayrılmaz bir parçası olmuştur.

Bilgisayar Sanayii Yıllığı verileri, dünyadaki bilgisayar sayısının 1990’da 100 Milyon olduğunu, 1997’de 300 Milyona ulaşan bu sayının, 2000’de 400 Milyonu aşacağını göstermektedir. Bilgisayar teknolojisi çok hızlı gelişmiştir ve bu gelişme hızlanarak sürmektedir. Gelişmesi hızlanan bu teknolojiye ulaşmak kolaylaşıp, ucuzlarken; yaygınlığı da artmıştır: ilk aşamada yalnızca uzmanları tarafından kullanılabilen bu teknoloji, bugün hemen her yaş ve eğitim grubundan insanın doğrudan ya da dolaylı yararlanımına sunulmuştur.

Bilgisayar teknolojisi bilginin doğrudan üretici güce dönüşmesini kolaylaştırmış; mal ve hizmet üretimini derinden etkilemiş; çalışma ortamını, koşullarını ve ilişkilerini; işin doğasını ve iş

örgütlenmesini; istihdam biçimlerini ve türlerini değiştirmiştir.

Bu teknoloji yalnızca üretim alanında değil; gündelik hayatımızda da çarpıcı değişikliklere yol açmış; kullandığımız hemen her mal ve hizmetin bir bileşenini oluşturduğu gibi; bu mal ve hizmetlerin üretiminde, dağıtımında ve de belirleyici işlev yüklenmiştir.

Bu hızlı gelişme insan yaşamına pek çok olumlu katkı yaparken, ilk aşamada gözden kaçırılan bir dizi yeni sorun da yaratmıştır.

Bu sorunlar, özellikle de sağlık sorunları bilgisayar kullanımının yaygınlaştığı 1980'li yıllarda kamuoyunun gündemine taşınmış ve pek çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur.

Bilgisayarla çalışanlarda farklı sağlık sorunları ve yakınmaları saptanmıştır. Önceleri, elektromagnetik ışıma bu sorunların tek sorumlusu gibi algılanmıştır. Gerçekten, görüntü biriminin istenmeyen yan ürünleri olan ve ısı, ses, kızılötesi ve morötesi ışına, radyo dalgaları ve x ışınları olarak ortaya çıkan enerjinin şiddeti arttığında ve bu enerjiden etkilenme süresi uzadığında, olumsuz ve hatta yıkıcı biyolojik etkilere yol açtığı bilinmektedir.

Bu etkileri sorgulamak için gerçekleştirilen ve aşağıda özetlenen araştırmalar, bilgisayarla çalışanlarda ortaya çıkan sağlık sorunları ile elektromanyetik ışıma arasında doğrudan ilişki kurulamayacağını bu sorunlarının bilgisayarla çalışmanın yarattığı farklı risk etmenlerine ya da bu etmenlerle elektromanyetik alanların ortak etkilenme bağlı olabileceğini sorunlardan bazılarının da, bilgisayarla çalışma ile ilişkisi olmadığını göstermiştir. Ayrıca, bilgisayarla çalışılan ortamda oluşan ve sorunların asıl nedeni olarak sorgulanan elektromanyetik alan oluşumuna görüntü biriminin katkısının çok sınırlı olduğu da anlaşılmıştır.

Aynı araştırmalarda, ilk aşamada önemsenmeyen psikososyal ve ergonomik risk etmenlerinin hem farklı sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına; hem de, elektromagnetik alanların neden olduğu düşünülen sağlık sorunlarının oluşmasına katkı yaptığı görülmüştür.

4.8.1 Üreme Sistemine Etkisi

Bilgisayarla çalışanlar, önlem alınmadığında, görüntü biriminden kaynaklanan çok düşük frekanslı ve aşırı düşük frekanslı magnetik alanlardan etkilenirler. Bu etkinin insanda yol açabileceği sağlık sorunlarını araştırmak üzere çok sayıda canlı hayvan deneyi yapılmıştır.

Çok düşük frekanslı manyetik alanların etkilerinin saptanması için, gebeliğin ilk gününden başlayarak frekansı 18-20 kHz olan magnetik alanlarda tutulan farelerin dölütlerinde birbirini desteklemeyen sonuçlar elde edilmiştir. Gebeliğin sonlanması, ölü doğum ve iskelet sistemi bozuklukları, bir batında doğan yavru sayısının artması, canlı yavru sayısının azalması gibi sağlık sorunları, bazı araştırmalarda bu alanlardan etkilenen farelerde etkilenmeyenlerden belirgin biçimde

yüksek çıkarken; diğerlerinde ise, istatistiksel önemi olan bir farklılık saptanmamıştır.

Aşırı düşük frekanslı magnetik alanların etkilerinin saptanması için, gebelik öncesinde ve gebelik sırasında farklı sürelerle frekansı 15-60 Hz olan magnetik alanlarda tutulan farelerin dölütlerinden elde edilen sonuçlar da birbirini desteklememiştir. Vaka ve kontrol gruplarında, seks organlarının ağırlığının ve bir batında doğan yavru sayısının artması, sınırlı iskelet sistemi bozuklukları ve davranışsal gelişme geriliği gibi sağlık sorunlarının görülme sıklıkları arasında önemli bir istatistiksel farklılık saptanmamıştır.

Magnetik alanların kadının üreme sistemi ve doğurganlığı üzerindeki etkileri bilgisayar kullanımının hızla yaygınlaştığı 1970'li yıllarda tartışmaya açılmış, 1980'li yıllardan bu yana da, pek çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur.

Bu bölümde, 1986-1994 arasında bu amaçla yapılan 18 araştırmanın sonuçları irdelenmiştir.

10 çalışmada, gebeliğin 20. haftasından önce gerçekleşen spontan düşük, 8 çalışmada genellikle doğumda farkedilen çeşitli konjenital bozukluklar ile manyetik alanlar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu çalışmalardan 8'inde, yalnızca bu iki sağlık sorunu değil; düşük (2500 gramdan az) ve çok düşük (1500 gramdan az) doğum kilosu; doğurganlaşma süresinin (doğum kontrol hapının kesilmesinden sonra gebe kalınan süre) uzaması, doğum sırasında bebek ölümlülüğünün artması, rahim içi gelişmenin yavaşlaması gibi sağlık sorunlarından bir ya da birkaçı da, araştırılmıştır.

Araştırma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, görüntü biriminden yayılan elektromagnetik dalgaların gebeliği olumsuz etkilediğini gösterdiği varsayılan vaka gruplarının, şans eseri bir araya gelmiş olma olasılığının çok yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bu dalgalar ile gebelikte ortaya çıkan bazı sağlık sorunları arasında ilişki saptayan çalışmalarda da, bu ilişkinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmüştür.

Gebelik ile ilgili sağlık sorunları tek tek ele alındığında, spontan düşüklerin araştırıldığı on çalışmadan yalnızca ikisinde elektromagnetik alan ile bu sorun arasında anlamlı ilişki saptanmış; konjenital bozuklukları araştırarak sekiz çalışmada ise, ilişki saptanamamıştır. Diğer sağlık sorunlarının ele alındığı sekiz çalışmanın yalnızca birinde bu alanlar ile doğurganlaşma süresinin uzaması arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki bulunmuştur.

Öte yandan, bu dalgalar ile gebelikte ortaya çıkan sağlık sorunu arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki olduğu saptanan üç çalışma ile, böylesi bir ilişkinin saptanamadığı diğer çalışmalarda, bir sağlık sorunu ortaya çıkma olasılığının maruziyet yüzeyi ile birlikte arttığı ortaya çıkmıştır.

Ancak aynı çalışmalar, bilgisayarla çalışmanın, gebelikte ortaya çıkan sağlık sorunlarına zemin oluşturan özellikleri olan kadınlarda, sorunun ortaya çıkmasını kolaylaştırdığı; bu tür çalışmanın

yarattığı stresin de, sorunların ortaya çıkmasına katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Bir başka sorun da, görüntü biriminin etkilenilen aşırı düşük frekanslı magnetik alanların oluşumuna ne ölçüde katkı yaptığıdır. Bu alanlardan yoğun etkilenenlerin, gebelikte sağlık riski yarattığı bilinmektedir; ancak, elektrik enerjisi kullanılan her yerde böylesi alanların varolduğu da, bilinmektedir.

Bu araştırmalarda, işyerlerinde bilgisayarla çalışan kadınların, etkilendikleri aşırı düşük frekanslı magnetik alana, bilgisayardan yayılan ışımanın katkısının çok küçük olduğu anlaşılmıştır.

4.8.2 Kas - İskelet Sistemine Etkisi

Tekrarlayıcı bir işi, sabit bir konumda (statik yüklenme) sürdüren çalışanlarda görülen ve özellikle boyunda, omuzlarda ve üst ekstremitelerde ortaya çıkan kas iskelet sistemi sorunları, bilgisayarla çalışanlarda da en sık yakınmaya yol açan sağlık sorunlardır. Bu sorunlar bilgisayarla çalışanların gündemine kişisel bilgisayarların yaygınlaşmaya başladığı 1980'lerin başında girmiş, 1990'larda ise, bu sorunların fizyolojik temeli olup olmadığı ve işe bağlı hastalıklar kapsamına alınıp alınmayacağı tartışmaya açılmıştır.

Bu sorunların psikojenik temeli olduğunu öne sürenlere göre, çalışanlar bu yakınmaları işten kaytarmak için bir gerekçe olarak kullanmakta; bu yolla sağladıkları ikincil kazançlar çalışanları istemleri dışında bu yakınmalara yönlendirmektedir. Başka bir anlatımla, çalışanlar çözümleyemedikleri psikososyal çatışmalarını bedensel yakınmalarına yansıtmaktadırlar; yaşanan toplumsal süreçlerde taşınamaz hale gelen olağan iş yükü ve yorgunluk, bu yolla dışa vurulmaktadır. Pek çok araştırma bulgusu bu açıklamalara haklılık kazandırmakla birlikte, bu yakınmaların doğası tam olarak tanımlanamamıştır.

Çoğu araştırma tıbbi muayene bulguları yerine, yakınmalarından yola çıkmıştır. Bu araştırmalarda sorun, genellikle birleşik (üst ekstremitelerde ağrı güç kaybı, duyu kaybı), daha az sıklıkla da özgün bir sorun (karpal tünel sendromu epikondilit) olarak incelenmiş ya da bedenin özel bir bölümü ile ilgili (boyun, el bilekleri) sorunlar öne çıkarılmıştır.

Bilgisayarın üretime katılması tekrarlayıcı çalışmayı ve statik yükünü artırmış; çalışan sayısının azalmasına yol açarak kişi başına düşen iş yükü ve sorumluluğun az sayıda kişide yoğunlaşmasına neden olmuştur. İşin psikososyal özelliklerini; bireysel ve toplumsal ilişkiler, çalışan sorumlulukları, işte yükselme ve iş yükü alanlarında değiştirmiştir. Bu değişiklikler çalışanlara yarar sağladığı gibi zarar da vermiştir. Bu değişikliklerin bir bölümü kas iskelet sistemi sorunlarının ortaya çıkmasını desteklemiştir.

Kas iskelet sistemi sorunlarının etmenleri kişisel düzeyde, çalışma alanı düzeyinde ve toplumsal düzeyde incelenmelidir. Kişisel etmenler üç grupta ele alınır; işe bağlı olmayan etmenler (yakınma

olan bölgede daha önceden varolan bir sorunun yakınmaya yol açması), biyomekanik etmenler (çalışan ile, çalışma masası, oturma yeri, bilgisayar ve çalışma ortamı arasındaki uyumsuzluklar çalışanı anatomik olmayan, alışılmamış bir konumda çalışmaya zorlar ve yakınmalara yol açar) ve iş örgütlenmesi ile ilgili etmenler (iş yükünün artması, özerkliğin azalması grup içi ilişkilerin azalması gibi etmenler, çalışanın diğer çalışanların desteğini alamayarak, stres karşısında yalnız kalmasına yol açar).

Kas iskelet sistemi ile ilgili sağlık sorunları çok etmenlidir. Ancak, iş örgütlenmesi ile ilgili olanlar bu etmenler arasında öncelik taşır: biyomekanik etmenlerin etkili olduğu kabul edilir. Ancak bu etmenlerin birey üzerindeki etkileri işyerine ve kişilere göre de farklılaşmaktadır.

Sonuç olarak, ortaya çıkan kas iskelet sistemi sorunları tüm dünyada önemli bir sağlık sorununa dönüşmekte ve ortaya çıkan sorunların giderilmesi için yapılan sağlık harcaması hızla artmaktadır.

4.8.3 Deri Üzerindeki Etkisi

Bilgisayar ekranları ile çalışanlarda ilk deri yakınmaları 1981' de Norveç' te bildirilmiş, bunu İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve İsveç'te yapılan bildirimler izlemiştir. İsveç'te bir bildirinin meslek hastalığı olarak kabul edilmesinden sonra bildirimlerin sayısı hızla artmıştır.

Bildirim sayısı yüksek olsa da, bilgisayarla çalışmanın mesleki deri hastalıklarına yol açtığına gösteren hiç bir kanıt yoktur ve bu yakınmalara çalışma ortamındaki başka etmenlerin yol açtığı ya da yakınmaların rastlantısal olduğu düşünülmüştür. Bu yaklaşıma dayanak oluşturan en temel olgu da İsveç dışındaki diğer ülkelerde bildirim sayısında artış görülmemesidir. Yapılan deneysel araştırmalarda da, bilgisayar ekranından kaynaklanan elektromagnetik alanlara maruz bırakılan kişilerde de anlamlı bir bulgu elde edilememiştir.

Ancak bilgisayarla çalışmanın yarattığı stresin ortaya çıkan deri yakınmalarını açıklayabileceği düşünülmektedir. Gerçekten yapılan araştırmalarda stese duyarlı hormonlar olan testosteron, prolaktin ve özellikle de periferik kan damarlarında genişlemeye yol açan tiroksinin kan düzeyi artışı ile deri yakınmalar arasında korelasyon bulunmuştur. (Canseven, 1992)

4.8.4 Göz ve Görme Üzerindeki Etkisi

Bilgisayarla çalışmanın göz ve görme üzerindeki etkilerini sorgulayan ve sonuçları birbiriyle çelişen çok sayıda araştırma vardır. Sonuçların çelişkili olması bu etkileri belirleyen değişken sayısının çokluğuna bağlıdır. Gerçekten, gözde ve görmede ortaya çıkan sorunlar cinsiyete, yaşa, görme bozukluklarına, lens kullanımına, sosyoekonomik statüye, bilgisayar kullanılan işin türüne, çalışma yerine, çalışma ortamına ve iş örgütlenmesine olduğu kadar, bu değişkenler arasındaki etkileşimlere de bağlıdır.

Bu etmenlere bağılı olarak ortaya çıkan yakınma, gözde kaşıntı, yanma, kızarıklık ve sulanma ile gelişir. Bu bulgulara bazen alın ön bölgesine yerleşen baş ağrısı eşlik eder. Çift görmeye ve uyum bozukluğuna da rastlanabilir. Astenopia olarak tanımlanan bu tabloya gözüm uyum işlevindeki yetmezlik yol açar.

Astenopia bulgularına boyun, omuz ve kol ağrıları da eşlik eder. Çünkü bilgisayarla çalışmada göz ve eller ekran ve klavye arasında uyumlu hareket etmek zorundadır ve bu uyum boynun, omuzların ve kolları uyumlu hareketi ile sağlanır.

Göz yakınmaları kadınlarda erkeklerden daha sıktır. Ancak bu farklılığın cinsiyete değil, çalışma süresine ve çalışanın mesleki niteliğine ve yaşa bağılı olduğu düşünülmektedir.

Gerçekten yakınmalar cinsiyet ayrımı olmaksızın 5-8 saat çalışanlarda, 1-4 saat çalışanlardan ve niteliksiz iş yapanlarda, nitelikli iş yapanlardan yüksektir ve gözün uyum yeteneğinin azalmaya başladığı 50 yaşından sonra artmaktadır.

Bilgisayarla çalışanların varolan görme bozuklukları ile göz ve görme yakınmalar arasında ilişki olduğu düşünülmüş ise de bu ilişkinin görme bozulduğuna değil; bu bozukluğu düzeltmek için kullanılan merceğin doğru seçilmemesine bağılı olduğu anlaşılmıştır.

Göz ve görme ile ilgili yakınmaların bir diğer nedeni de tekdüzelik ve bilgisayar ekranı karşısında kesintisiz ve uzun süreli çalışma yürütülmesidir. Bu yakınmalar uygun olmayan aydınlatma, ekrandaki titreşimler, yansımalar ve üzerindeki aşırı parlama durumlarında daha da artmaktadır. Genel aydınlatmanın uygun olmaması ekrandaki sorunlarla birleştiğinde yakınmalar artmaktadır. Bu nedenlerle, bilgisayar masası çalışana gözünü dinlendirebileceği bir hareketlilik sağlamalı ve genel ve yerel aydınlatma çalışanın gereksinimlerine göre ayarlanabilecek nitelikte olmalıdır.

Tekdüze ve niteliksiz işlerin zamana karşı yürütülmesi de çalışanın gözlerini dinlendirmesine fırsat tanımayan sabit bir konumda, çok hızlı çalışmasına yol açarak yakınmaları artırmaktadır.

İş doyumu da, göz yakınmaları ile ilişkilidir. Korunma için bilgisayarla çalışacak olanlara işe girerken ve çalıştıkları sürede de düzenli aralıklarla göz muayenesi yapılması ve görme bozukluğu olanlara uygun gözlük verilmesi gerekmektedir. Ancak, bu çabaların görme yakınmalarını önlemekte yetersiz kaldığı; işin ve işyerinin ergonomik uygunluğunu sağlamanın yakınmaları önlemekte en etkili ve verimli yöntem olduğu görülmüştür.

Bu amaçla, fiziksel çevrede ele alınması gereken unsurlar: göz-ekran mesafesi, okuma açısı, duvar ve pencerelere uzaklık, ekran ve çevresinin aydınlatması, yazılı belgenin niteliği, titreşim, parlama ve yansımalar, nem düzeyi; iş örgütlenmesinde ele alınması gereken unsurlar ise; işin içeriği ve sorumluluk düzeyi, çalışma süresinin örgütlenmesi, toplam çalışma süresi ve gece çalışması, çevresel hareket yapma özgürlüğü tam ya da kısmi süreli çalışmadır.

4.9 Araştırma Sonuçları

Aşağıda, güç iletim hatları ile elektrik ile ilgili mesleklerin, kanser ile ilişkileri, ayrıca EMA ile biyofizik arasındaki etkileşim hakkındaki tartışmalar, insan çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarının özetleri ve kısa bibliyografya notları verilmiştir. (Moulder, 2005)

- JG Davis' in (Oak Ridge Associated Üniversitesi, 1992) "Düşük Frekanslı Elektrik ve Magnetik Alanların Sağlığa Etkileri" adlı araştırmasına göre;
".....yayınlanmış literatürde ev aletleri, video ekranı bağlantıları gibi kaynaklar tarafından üretilen oldukça düşük frekanslı elektrik ve magnetik alanlara maruziyet ve yerel güç hatlarının beden sağlığına tehlikelerinin gösterilebilir olduğuna dair, fikri destekleyen inandırıcı bir kanıt yoktur."
- JA Dennis' in (National Rad Protect Board, Chilton, 1993) "İnsan Sağlığı ve Elektromagnetik Radyasyona Maruziyet" adlı araştırmasına göre;
"Delillerin büyük çoğunluğu insanların normal olarak maruz kaldığı seviyelerde etki olmadığını işaret ediyor."
- P Guenel ve J Lellouch (Nat Inst Health Medical Res, Paris, 1993) "Oldukça düşük frekanslı elektrik ve magnetik alanların sağlığa etkileri üzerine yazılmış literatür sentezi" adlı araştırmalarına göre;
"Laboratuvar çalışmaları herhangi bir kanser yapıcı etki göstermemiştir ama; mevcut olan epidemiyolojik sonuçlar, özellikle çocuklarda lösemnin görülme sıklığında magnetik alanların bir rolünün hariç tutulmasına müsaade etmez. Magnetik alanların insan sağlığı üzerine etkileri bir araştırma konusu olmayı sürdürmektedir. Sadece kesin etkiler tespit edilirse genel bir sağlık problemi olacaktır."
- J Roucayrol (Bull Acad Nat Med, 1993) " Oldukça düşük frekanslı elektromagnetik alanlar ve sağlık üzerine bir rapor" adlı araştırmasına göre;
" Bazı veriler bu olasılığı hariç tutmasa bile, bazı kanserlerin başlaması, yükselmesi veya ilerlemesinde EMA' ların bir rolü olduğuna dair ve/veya EMA' ların çoğaltıcı ve teratojenik etkilerle bir bağlantısı olduğuna dair kesin bir kanıt yoktur... lösemi ve diğer çocuk ve yetişkin kanserleri gibi bazı patolojiler ve EMA' lar arasındaki söylenen ilişkiler, bugünkü epidemiyolojik veriler tarafından desteklenmemektedir."
- National Research Council (National Academy Press, Washington DC, 1996) " Evlerdeki elektrik ve magnetik alanlara maruz kalmanın olası sağlık etkileri" adlı araştırmaya göre;
" Güçlü-frekans elektrik ve magnetik alanların hücreler, dokular ve organizmalar (insanlar dahil) üzerindeki etkileri ile ilgili yayınlanmış çalışmaların kapsamlı bir değerlendirmesine dayanarak, komitenin kararı şu andaki delillerin bu alanlara maruz kalmanın insan sağlığına bir tehlikesi olduğunu göstermediği yönündedir. Özellikle, evlerdeki elektrik ve magnetik alanlara maruz

kalmanın kanser, nörolojik davranışlara ters etkiler veya çoğaltıcı ve ilerletici etkiler ürettiğini gösteren kesin ve tutarlı bir kanıt yoktur.”

- R. Kavet’ in (Bioelectromagnetic, 1996) EMA ve kanser hakkındaki düşünceleri
 “ Aktif düşünce, kanser oluşumunun kritik evresinde en az iki tane genlere zarar verici olay gerektiren çok adımlı bir gelişme olduğu ama bunun hedef hücreler üzerinde genlere zararı olmayan çoğaltıcı etkiler ile kolaylaştırılabilir olduğu yolundadır. EMA’ nın kanser oluşumu ile ilgili etkileri doğrulanmadı ve EMA için bir etki saptanmadı...”
- L. Hardell (Eur J Cancer Preve, 1995) “ Düşük frekanslı elektromagnetik alanlara aşırı olarak maruziyet ve öldürücü hastalık riski epidemiyolojik ve deneysel bulguların değerlendirilmesi” adlı araştırmasına göre;
 “Düşük frekanslı elektrik ve magnetik alanlar için mesleki veya çevresel standartlar için bilimsel bir esas yoktur...” Çeşitli sorunlar, belirsiz (yeterli veri olmayan) ilişkisiz (negatif çalışma) ilişkili (güçlü pozitif çalışma) olarak değerlendirildiler. Hayvanlardaki kanserojenlik çalışmaları belirsiz olarak değerlendirildi. Çocuklarda yerleşimden dolayı maruziyet için, ELF-EMF maruziyeti ile bütün kanserler; CNS (Merkezi Sinir Sistemi) kanseri, lenfom veya lösemi arasında muhtemel bir ilişki olmadığı ama hatlara yakınlık ile lösemi arasında olası bir ilişki olduğu kanaatine vardılar. Yetişkinlerde ikametden dolayı maruziyet çalışmaları belirsiz olarak nitelendirildi. Mesleki maruziyet için, göğüs kanseri, CNS kanseri veya lenfom ile ELF-EMF maruziyeti arasında olası bir ilişki olmadığı ama bazı sanayilerde çalışma ile olası bir ilişki olduğu kanaatine vardılar. Ayrıca, ELF-EMF maruziyeti ve lösemi arasında olası bir ilişki olmadığı kanaatine vardılar.
- C.Y. Li (Occup Environ Med, 1996) “ Güçlü frekanslı magnetik alanlara ikametden dolayı maruziyet ve yetişkinlerde kanser çalışmalarının epidemiolojik değerlendirmesi, ikametden dolayı enerji hattı alanlarına maruziyet ve yetişkinlerde kansere ilişkin literatürün incelenmesi”
 “ Kanıtlar, ikametden dolayı magnetik alanlara maruziyet ile yetişkinlerde lösemi, beyin tümörleri veya göğüs kanseri arasında olduğu varsayılan nedensel ilişkiyi desteklemek için yeterince güçlü değildir. Ayrıca bugüne kadar yapılan çalışmalar, istatistiksel olarak oldukça düşük güce sahiptirler...”
- M Feychting (Radiat Environ Biophys, 1996) “Elektromagnetik alanlara mesleki maruziyet ve yetişkinlerde lösemi: epidemiolojik kanıtların bir araştırması” Güçlü frekans alanlarda mesleki çalışmalar ve lösemi üzerine bir araştırma.
 Yazar, “mesleki magnetik alan maruziyeti ve lösemi arasında bir ilişki için bazı deliller vardır (özellikle kronik lenfositik lösemi için) ama çalışmalar içindeki ve aralarındaki tutarsızlıklar bu kanıtları zayıflatırlar. Halen kesin bir sonuç çıkarılamaz.” kanısına varmıştır.
- N. Wertheimer ve E. Leeper (Int J Epidem, 1982) “Evlerin yakınındaki elektrik hatları ile ilgili olarak yetişkinlerde kanser” Yetişkinlerde kanser üzerine vaka kontrol çalışması.

“ Beyin kanseri dahil bütün kanserler için görülme sıklığına bir artış rapor edildi, ama lösemi için rapor edilmedi.”

- M. E. McDowall (Br J Cancer, 1986) “ Elektrik iletim tesisatları civarında oturan insanlarda ölüm oranı” İngiltere’de bir alt merkezin 50 m civarında veya bir iletim hattının 30 m civarında yaşayan insanların standardize edilmiş ölüm oranı çalışması.
“ Tüm kanserlerde; lösemi veya kadınlarda göğüs kanserinde artış yoktu.”
- L. Tomenius (BEM, 1986) “50 Hz’ lik elektromagnetik ortam ve Stockholm’de çocukluk tümörlerinin görülme sıklığı” Elektrikli cihazlara yakınlığı maruziyetin işareti olarak kullanan çocuklarda kanser üzerine vaka kontrol çalışması.
“200 kV’luk hatlara yakınlık ile tüm kanserlerde bir artış arasında bir ilişki kurulmuştur, ama elektrik tesisatlarının diğer çeşitlerine yakınlık artış riski taşımıyordu. Hiçbir maruziyet işareti için lösemi veya beyin kanserinin görülme sıklığında artış rapor edilmedi.”
- D. A. Savitz (Amer J Epidem, 1990) “Elektrikli cihazlardan yayılan magnetik alanlara maruziyet ve çocuklarda kanser” Kanser ve cihaz kullanımı üzerine bir vaka kontrol çalışması.
“ Elektrikli battaniyelerin doğum öncesi kullanılmaları için, beyin kanserinin görülme sıklığında bir artış saptandı, ama lösemi dahil tüm kanserlerde önemli bir artış görülmedi. Elektrikli battaniyelerin veya diğer elektrikli cihazların doğum sonrası kullanımı için kanser görülme sıklığında artış saptanmadı.”
- RH Lovely (Amer J. Epidemiol, 1994) “Yetişkinlerde lösemi riski ve kişisel cihaz kullanımı: bir ön çalışma” Elektrikli tıraş makinesi, saç kurutma makineleri ve akut nonlenfositik lösemi çalışması.
“ Bu cihazların kullanımı, lösemi artışı ile ilişkili bulunmadı. Masaj aletleri kullanıcılarında lösemide bir artış, saç kurutma makinaları kullanıcılarında bir azalma vardı.”
- J.G. Gurney (Amer J. Epidem, 1996) “İkametten dolayı enerji hattı konfigürasyonlarına yakınlık, elektrikli cihaz kullanımı ile ilgili olarak çocuklarda beyin tumörü vakaları” Enerji hatları yakınında ikamet eden çocuklarda beyin kanseri üzerine bir çalışma.
“Bu çalışma, ayrıca beyin kanserinin görülme sıklığı ile çocuklukta veya anne karnında elektrikli cihazlardan yayılan alanlara maruziyet arasında ilişki olmadığını bulmuştur.”
- C. Y. Li (Epidemioloji, 1997) “Tayvan’da 60 Hz’lik magnetik alanlara ikametten dolayı maruziyet ve yetişkinlerde kanser” Enerji hatları alanlarına ikametten dolayı maruziyet ve yetişkinlerde lösemi, beyin kanseri ve kadınlarda göğüs kanseri üzerine vaka kontrol çalışması.
“ Maruziyet, iletim hatlarından uzaklığa ve bunların maksimum yüklerine göre hesaplandı, diğer kaynakların alanları hesaba katılmadı. Sadece uzaklık (50 metreden az uzaldılara karşı 100+ metre) veya hesaplanan iletim hattı alanlarına (0.2 μT ’ dan daha büyüklere karşı 0.1 μT ’ dan küçükler) dayandırıldığında yetişkinlerde löseminin görülme sıklığında artış oldu. Hiçbir

maruziyet ölçüsü için yetişkinlerde beyin kanseri ve kadınlarda göğüs kanserinin görülme sıklığında yükselme olmadı.”

- M.S. Linet (New Eng J. Med, 1997) “Magnetik alanlara ikametten dolayı maruziyet ve çocuklarda akut lenfoblastik lösemi” Çocuklarda lösemi üzerine bir vaka kontrol çalışması.
“ Ölçülen alanlar veya tesisat kodları ile çocuklarda lösemi arasında bir ilişki bulunmadı. Bu, bugüne kadar yapılan en geniş çalışmadır.”
- D.P. Loomis (Lancet, 1992) “ Elektriksel mesleklerde göğüs kanseri (mektup) ”
“ Bu ölüm oranı çalışmasında bazı elektriksel mesleklerde göğüs kanserinin görülme sıklığında önemsiz bir artış bulundu, ama genel olarak elektriksel mesleklerde bulunmadı. Hiçbir maruziyet ölçümü veya tahmini yapılmadı.”
- G. M. Matanoski (Amer J Epidem, 1993) “ Telefon hattı işçilerinde lösemi” İşteki konumları ve bazı geçmişe dönük ölçümlere göre belirlenen maruziyet ile telefon şirketi işçileri üzerinde yapılan vaka kontrol çalışması.
“ Daha yüksek magnetik alanlara maruziyet rağmen, işçilerde lösemnin görülme sıklığında önemli derecede artış yoktu. Yazarlar, çalışma verilerini, artan maruziyetle birlikte daha fazla risk olarak yorumlamaktadırlar, ama eğilim istatistiksel olarak önemli olmadığı yönündedir.”
- B. Floderus (Cancer Causes Control, 1993) “Lösemi ve beyin tümörleri ile ilişkili olarak elektromagnetik alanlara mesleki maruziyet” İsveç’ te mesleki olarak maruziyete uğramış erkeklerde lösemi ve beyin tümörleri üzerine bir vaka kontrol çalışması.
“ Maruziyet hesaplamaları, teşhisten önceki on yıllık süre boyunca en uzun süre ile yapılan iş temel alınarak yapıldı. Ölçümler, çalışmadaki bu kişinininkine işi en çok benzer olan bir kişi kullanılarak yapıldı. Lösemi için görülme sıklığında bir yükselme bulundu, ama beyin kanseri için bulunmadı.”
- P. Guenel (Br J Ind Med, 1993) “ Danimarka’da elektromagnetik alanlara mesleki olarak maruz kalmış insanlarda kanser görülme oranı” Yaklaşık olarak belirlenen 50 Hz’ lik magnetik alan maruziyeti esasına göre kodlanan her bir meslek-endüstri birleşimi ile bir vaka kontrol çalışması.
“ Göğüs kanseri, malin lenfomlar veya beyin kanserleri için önemli bir artış görülmedi. En yüksek maruziyete uğramış erkekler arasında lösemnin görülme sıklığı artmıştı; aynı maruziyet kategorisindeki kadınlarda lösemide artış görülmedi.”
- G. Theriault (Amer J. Epidem, 1994) “Kanada ve Fransa’da, Ontario ve Quebec’de işçiler arasında mesleki olarak magnetik alanlara maruziyetle ilişkili olarak kanser riskleri” Akım ölçümlerinden yaklaşık olarak belirlenen magnetik alan maruziyeti ile benzer işler yapan işçilerde vaka kontrol çalışması.
“ Tüm kanserler veya melanom dahil tüm lösemiler, beyin kanseri veya kadınlarda göğüs kanseri de dahil incelenen diğer 29 kanser çeşidinden hiçbiri için magnetik alanlarla bir ilişki saptanmadı.

3.1 $\mu\text{T-yr}$ 'ın üzerinde maruziyete uğramış işçilerde, akut nonlenfositik ve akut miyeloyit lösemisinin görülme sıklığında bir artış görüldü ama net bir doz cevabı eğilimi yoktu."

- S. J. London (Amer J Indust Med, 1994) "Los Angeles'daki elektrik işçilerinde lösemi riski ile ilişkili olarak magnetik alanlara maruziyet" Elektrik işçileri üzerinde yapılan vaka kontrol çalışması.

" Maruziyetleri daha az olan elektrik mühendisleri hariç, elektriksel mesleklerin her biri elektriksel olmayan mesleklerden daha yüksek maruziyetlere sahipti. Toplu olarak bütün meslekler için, lösemisinin görülme sıklığında bir artış vardı. Meslekler ayrı ayrı incelendiğinde, sadece (yüksek maruziyetlere uğramayan) elektrik mühendisleri ve telefon hattı işçileri ve kablo bağlantısı yapanlarda lösemisinin görülme sıklığında artış vardı. Lösemisinin görülme sıklığı ile maruziyeti birbirine bağlayan zayıf bir eğilim vardı."

- H. M. Firth (Int J Epidem, 1996) "Kadınlarda meslekten dolayı kanser görülme sıklığı" çalışması sonucunda;

"Elektromagnetik alanlara maruz kalınan mesleklerde çalışmanın istatistiksel olarak miyeloyit veya lenfosit lösemi veya beyin kanserinde önemli bir artış göstermediği bulunmuştur."

- D. A. Savitz (Occup Environ Med, 1997) "Elektrik endüstrisinde çalışma ve magnetik alanlara maruziyet ile ilgili olarak akciğer kanseri" 60 Hz'lik magnetik alanlara ve darbeli magnetik alanlara mesleki nedenle maruziyet ve akciğer kanseri üzerine çalışma.

"Maruziyet ve akciğer kanserinin görülme sıklığı arasında tutarlı bir ilişki bulunmadı."

- G. Ciccone (1993) "Miyeloyit lösemi ve miyelodisplastik sendromlar: Bir vaka kontrol çalışmasında kimyasal maruziyet"

" Vaka-kontrol çalışması, kaynakçılar, elektrik teknisyenleri çiftçiler ve tekstil işçilerinde miyeloyit lösemisinin görülme sıklığında artış gösterdi. Kromozom sapmalarındaki bir artış kimyasal maruziyet ile ilişkilendirilmedi ama güçlü frekans alanları için önemsiz bir ilişki kaydedildi."

- G.L. Whitson (Hücre Doku Kinet, 1986) "Oldukça düşük frekanslı elektrik alanların insanlarda deri fibroblastlarında hücre gelişimi ve DNA onarımı üzerine etkileri"

" İnsan derisi fibroblastları 10 kV/m'de 100 saat 60 Hz'lik alanlara maruz kaldılar. Maruziyetler UV ışınlamadan önce, sonra ve ışınlam sırasında yapıldı ve UV nedeniyle meydana gelen DNA zararın onarımında bir etki görülmedi. Hücre gelişimi veya hücrenin hayatta kalması üzerinde bir etki saptanmadı."

- L. D. Agruma (Biomed Pharmacother, 1993) "Plasmid DNA ve düşük frekanslı elektromagnetik alanlar"

" Bakteriyel DNA 48 saat boyunca 0.1-20 kV/m ve/veya 0.2-200 μT 'lık alanlara maruz bırakıldı. DNA hasarını gösterecek bir delile rastlanmadı."

- Aktaş Elektrik Kartal Bölgesinde yaptığımız araştırmaya göre, personel çocuklarının kız veya erkek olması durumu incelenmiş olup aşağıdaki tablo elde edilmiştir.

Çizelge 4.4 Aktaş Elektrik Kartal Bölge Müdürlüğü personel araştırması

SERVİSLER	PERSONEL SAYISI	OTURDUĞU KONUT	EVLİ PERSONEL	BEKAR PERSONEL	ÇOCUK SAYISI	
					KIZ	ERKEK
İşletme-Bakım	50	Normal	40	10	31	22
Tahakkuk	40	Normal	37	3	29	19
Fen	20	Normal	16	4	9	11
Bilgi İşlem	25	Normal	5	20	3	3
Abonman	13	Normal	9	4	5	3
Kabul Şartı	7	Normal	1	6	2	-
EKT	5	Normal	2	3	1	1
Bina Görevlisi	6	Normal	6		4	3
Toplam	166	Normal	116	50	84	62

Yaptığımız ankette toplam personel sayısı 166 olup, 50 personel işletme-bakım bölümünde çalışmaktadır. İşletme bakım bölümünde çalışan evli elemanların kız çocuk sayısı erkek çocuk sayısına göre fazladır. Elde ettiğimiz sonuçlar, enerji hatlarında çalışan personelin kız çocuğu olma olasılığının yüksek olduğunu göstermiştir.

5. ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK OLGUSU ve YAPILMASI GEREKENLER

Ülkemizde cep telefonları baz istasyonlarının yerleşim birimleri içersinde kurulmasına, yüksek gerilim hatlarının, konutların çok yakınından geçmesine itirazları içeren davaların sayısı artmaktadır. Tüm ülkelerin iyonlaştırmayan Radyasyon Merkezleri ya da Laboratuvarları 0-300 GHz radyasyondan korunma kılavuzları yayınlamışlardır ve bu raporlar her yıl yeniden gözden geçirilmektedir. Hükümetler bu konularda araştırma yaptırmakta, bir araya gelerek sonuçlarını tartışıp buna göre yeni yasal yaptırımlar koymaktadırlar. İyonlaştırmayan radyasyona ilişkin yaptırımlar İsviçre, Macaristan, Yeni Zelanda, İtalya ve 22 Mayıs 1996da Almanya'da yasalaşmıştır.

ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), WHO tarafından resmen NGO (Non Governmental Organization) olarak tanınmaktadır. ICNIRP'nin iyonlaştırmayan Radyasyondan korunmaya ilişkin yönetmelikleri, Avrupa Birliği (EU) tarafından Birliğe üye ülkelere uyulması gerekli standartlar olarak kabul edilmiştir. Ülkemizde ise çalışma alanı iyonlaştırmayan radyasyon olan ulusal bir merkez ya da ölçüm laboratuvarı ne yazık ki bulunmamaktadır. Bu merkezin kurulmasına ilişkin Dr. Nesrin Seyhan'ın iki yıldır devam eden çalışmaları maalesef henüz sonuçlanmamıştır.

5.1 Güvenlik Önlemleri

Kısa ve uzun vadede neler yapılmalıdır:

Ülkemizde Ulusal Noniyonizasyon Radyasyon Kurumu (UNRK) bağımsız bir bilimsel kuruluş olarak en kısa sürede kurulmalıdır. Bu kuruluş Türkiye'nin iyonlaştırmayan radyasyondan korunma politikasının oluşturulmasında hükümete ve yerel yönetimlere önerilerde bulunmalıdır.

UNRK bünyesinde noniyonizan radyasyon ölçüm laboratuvarları oluşturulmalıdır.

Ulusal noniyonizan radyasyon standartları Uluslararası Noniyonizan Radyasyon Koruma Komitesi (ICNIRP) limitleri ile uyumlu olarak oluşturulmalıdır.

UNRK, baz istasyonlarının maruziyet şartlarının uluslararası güvenlik sınırlarına aşım aşmadığını denetleyen kurum olmalıdır.

UNRK, elektromanyetik alanların sağlığa etkileriyle ilgili güncelleştirilmiş bilgileri halka ulaştırmalıdır.

UNRK, Ulaştırma, Enerji, Çevre, Sağlık ve Çalışma Bakanlıklarıyla noniyonizan radyasyondan korunmaya ilişkin gerekli protokolleri oluşturmalıdır.

UNRK, cep telefonu üreticisi ve işletici (operatör) firmaların noniyonizan radyasyon AR-GE birimlerinin kurulması ve denetlenmesinden sorumlu olmalıdır.

Hükümet elektromanyetik alanların sağlık etkilerini araştırarak bağımsız bilimsel araştırmalar için ABD ve Avrupa ülkelerinde olduğu gibi bütçe ayırmalıdır.

5.2 Tavsiye Edilen Davranışlar

Herhangi bir çevrede yayılım karşısında alınabilecek tedbirler ve yapılabilecek davranışlar ile ilgili çeşitli alternatifler söz konusu olabilir. Ancak bu yayılım kaynaklarının kullanımlarını kısıtlamak ya da bir düzene sokmak olamayacağı gibi sadece bu etkileşimi aza indirecek çözümler şeklinde olabilecektir. Ancak bu çalışma gerçekten ciddiyeti bakımından çok iyi değerlendirilmelidir.

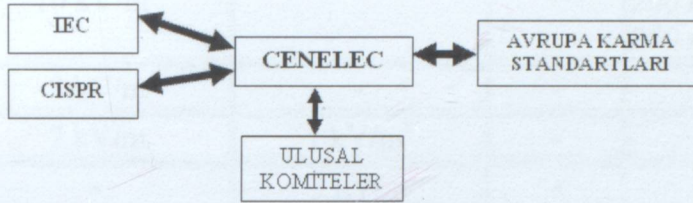
NIEHS'in bu çalışmalar ile ilgili bazı önerileri olmuştur. Bunlar iletim hatlarının materyalleri, aplikasyon programlarının ve dağıtım hatları üzerinde yapılabilecek çalışmalardır. NIEHS'in özellikle bu işleri yapan sorumlu kişiler ve tüm işlerde kullanılan materyallerin üreticilerini, daha kaliteli ve dikkatli tasarımlarla kendi üretimlerini geliştirmeleri yönünde cesaret verici tavırlar ve tavsiyelerde bulunmuştur.

Sonuç olarak NIEHS bu yayılımın herhangi bir sağlık riskini taşımasının nedenini, iletim hatlarının yapımı ve kullanılan materyallerin kalitesizliği ayrıca yapılan işlerin yetersizliği olduğunu düşünmekte ve bu etkilerin düzeltilmesi ile birlikte yayılımın etkilerinin de azalacağını savunmaktadır.

Türkiye için; enerji iletim hatlarına yaklaşım mesafesi belirlenirken 1 kV/m lik elektrik alan değeri baz alınmalıdır. Alan değeri 1 kV/m yi aşan yerlerde yerleşime ve uzun süreli aktiviteye izin kesinlikle verilmemelidir.

6. STANDARTLAR

EMC problemleriyle profesyonelce uğraşan, ülkelerin, teknik kurum ve kurulların aynı dili konuşmalarını sağlayan, teknik gereksinimleri karşılamak üzere organizasyonlara giden önemli kuruluşlar; IEC, CISPR ve CENELEC' tir.



Şekil 6.1 CENELEC ile diğer organizasyonlar

IEC (International Electrotechnical Commission): IEC 1906 yılında kurulmuştur ve sanayileşmiş 50' ye yakın ülkenin ulusal elektroteknik kurullarından oluşmuştur. CISPR : Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques: CISPR 1936'da kurulmuştur. İlk amacı ışınım kaynaklı EMC problemleridir. CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique: CEN 1961 'de 300 farklı komiteden oluşturulmuştur. CEN çok geniş alanda standartizasyon işlemlerini yürütür. CENELEC elektrik-elektronik ve dolayısıyla EMC alanındaki standartizasyon ile sınırlandırılmıştır. IEC, CISPR ya da CENELEC EMC düzenlemeleriyle de ilgilenir. Değişik ürünler için sağlanması gereken limitleri belirler, bu limitlerin nasıl denetleneceğini, hangi tip ölçü ve test düzenekleriyle ölçülebileceğini ve test edilebileceğini, söz konusu ölçü ve testlerin nasıl yapılması gerektiğinin belgelerini ayrıntılı olarak hazırlar.

EMC ve Standartlar AB EMC tanımlarından yola çıkarak bazı Yönetmelikler hazırlamıştır. Bu Yönetmeliklerin temel referansları EMC standartlarıdır. Dört tip standart mevcuttur:

- Temel Standartlar (Basic Standards)
- Genel Standartlar (Generic Standards)
- Ürün Ailesi Standartları (Product Family Standards)
- Ürüne Özel Standart (Product Specific Standard)

Öncelik, varsa, ürüne özel standartlardadır. Ürüne özel standart yoksa ya da uygulanamıyor ise ürün ailesi standardı uygulanır. Ürüne ya da ürün ailesine özel standartlar uygulanamıyor ise genel standartlar uygulanır.

Elektromagnetik alanların insan sağlığı açısından da bir takım sınırlamalar getirilmiştir. Bu sınır değerler çeşitli frekans kademeleri için aşağıda verilmiştir.

Aşağıdaki çizelgelerde ABD de uygulanan Hat Güzergahında (ROW) elektrik ve magnetik alan sınır değerleri verilmiştir.

Çizelge 6.1 ABD eyaletlerindeki iletim hattı standartları

Eyalet	Elektrik Alan		Magnetik Alan	
	R.O.W.* Üzerinde	R.O.W. Sınırında	R.O.W. Üzerinde	R.O.W. Sınırında
Florida	8 kV/m ^a 10 kV/m ^b	2 kV/m	-	150 mG ^a (max. load) 200 mG ^b (max. load) 250 mG ^c (max. load)
Minnesota	8 kV/m	-	-	-
Montana	7 kV/m	1 kV/m ^e	-	-
New Jersey	-	3 kV/m	-	-
New York	11.8 kV/m 11.0 kV/m ^f 7.0 kV/m ^d	1.6 kV/m	-	200 mG (max. load)
Oregon	9 kV/m	-	-	-

*R.O.W. = right-of-way, Hat Güzergahı

kV/m = kilovolt per meter. One kilovolt = 1,000 volts.

a 69-230 kV hatlar için.

b 500 kV hatlar için.

c 500 kV hatlar için mevcut R.O.W. da

d Maximum değer otoban geçişlerinde.

e Arazi sahibi tarafından vazgeçilebilir.

f Maximum değer yol geçişi için.

Çizelge 6.1 de görüldüğü gibi ABD nin eyaletler arasında sabit bir değer bulunmamaktadır. Hat güzergahında en fazla 11.8 kV/m, hat güzergah sınırında ise en fazla 3 kV/m ve 250 mG değerleri kullanılmaktadır.

Aşağıda Çizelge 6.2 de, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ve Çizelge 6.3 de, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) tarafından belirlenen elektrik ve magnetik alan sınır değerleri verilmiştir.

Çizelge 6.2 ICNIRP EMA maruziyet için yönetmelik

Maruziyet (60 Hz)	Elektrik Alan	Magnetik Alan
Mesleki	8.3 kV/m	4.2 G (4,200 mG)
Genel Halk	4.2 kV/m	0.833 G (833 mG)
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), radyasyondan korunmada uzman 40 ulusdan 15,000 bilim adamından oluşan bir organizasyondur. Kaynak: ICNIRP, 1998.		

Buna göre; ICNIRP elektrik alan sınır değerini 4.2 kV/m, magnetik alan sınır değerini ise 833 mG olarak tespit etmiştir. ACGIH'e göre ise bu değerler 1 kV/m ve 1.000mG'u geçmemelidir.

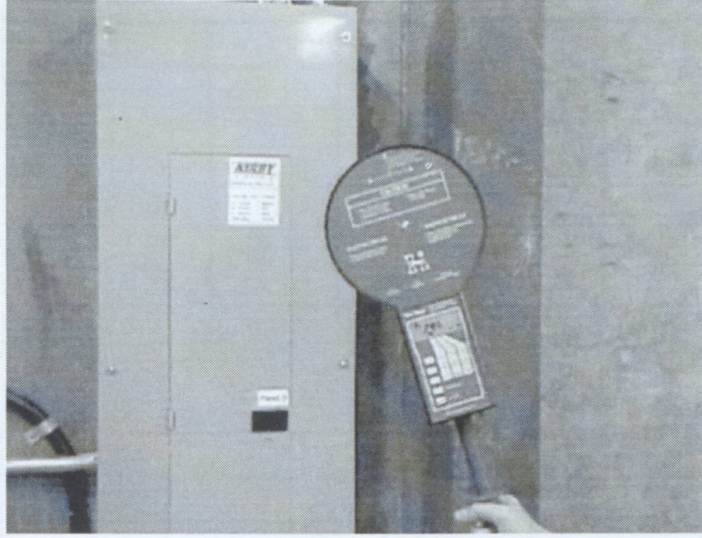
Çizelge 6.3 ACGIH 60-Hz EMA için mesleki maruziyet sınır değerleri

Maruziyet (60 Hz)	Elektrik Alan	Magnetik Alan
Mesleki maruziyet için aşılamaz değer	25 kV/m	10 G (10,000 mG)
Koruyucu elbise kullanımı zorunlu olarak	15 kV/m	-
Kalp pilli çalışanlar için aşılamaz değer	1 kV/m	1 G (1,000 mG)
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), işçi sağlığının korunması ile ilgili teknik bilgilendirmeyi düzenleyen profesyonel bir organizasyondur. Kaynak: ACGIH, 2001.		



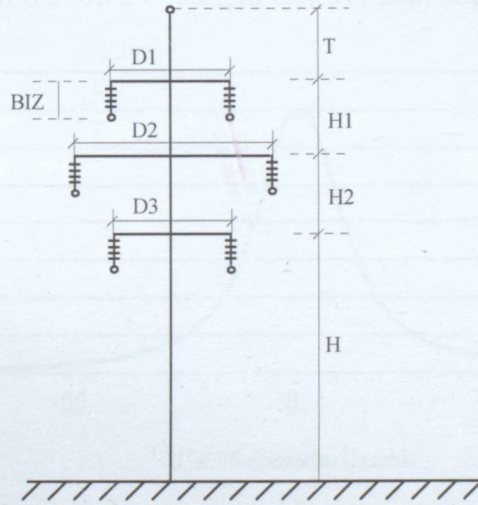
Şekil 6.2 Enerji iletim hattında alan ölçümü

Enerji iletim hatlarının civarında alan ölçümü Şekil 6.2 de, trafo merkezi, pano gibi ünitelerde elektrik ve magnetik alan ölçümü Şekil 6.3 de gösterildiği gibi yapılmaktadır.



Şekil 6.3 Elektrik ve magnetik alan ölçümü

Türkiyede kullanılmakta olan enerji iletim hatlarının meydana getirdiği elektrik ve magnetik alan seviyelerinin tespiti için yaygın olarak kullanılan hatlar seçilmiştir. 66 ve 154 kV hatlarda kullanılan direk tipi Şekil 6.4 de, direk ölçüleri ise Çizelge 6.4 de verilmiştir. İlgili hatların iletkenlerinin koordinatları, faz açıları ile birlikte gerilim ve akım değerleri Çizelge 6.5 de verilmiştir.



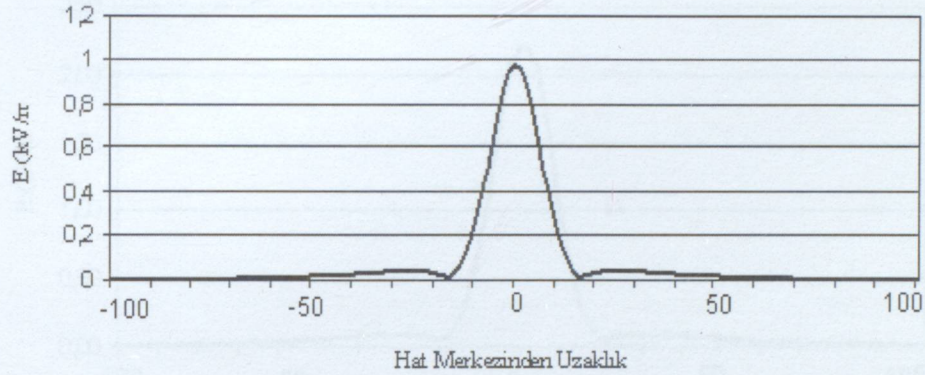
Şekil 6.4 66 ve 154 kV enerji iletim direk modeli

Çizelge 6.4 Direk Özellikleri

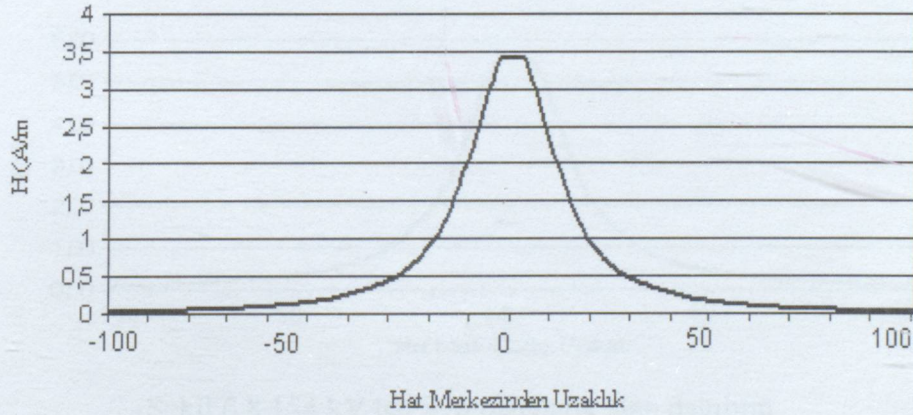
Gerilim	66 kV	154 kV
H (m)	15.24	18.93
H1 (m)	3.04	4.15
H2 (m)	2.74	4.15
T (m)	2.99	3.15
BIZ (m)	1.2	2.2
D1 (m)	5.8	7
D2 (m)	7.15	9.4
D3 (m)	5.8	7.4

Çizelge 6.5 66 kV üç fazlı için giriş verileri

X_q	Y_q	$V(kV)$	θ_v	$I(A)$	θ_I
-2.90	9.00	38.10	0.00	300.00	-31.78
-3.57	11.74	38.10	120.00	300.00	88.22
-2.90	14.78	38.10	240.00	300.00	208.22
2.90	9.00	38.10	0.00	300.00	-31.78
3.57	11.74	38.10	120.00	300.00	88.22
2.90	14.78	38.10	240.00	300.00	208.22
0.00	18.97	0.00	0.00	0.00	0.00



Şekil 6.5 66 kV hat için elektrik alan dağılımı

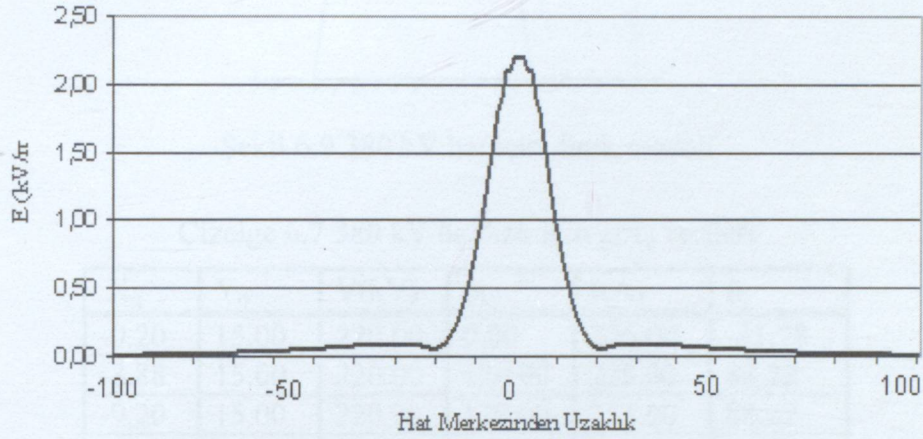


Şekil 6.6 66 kV hat için magnetik alan dağılımı

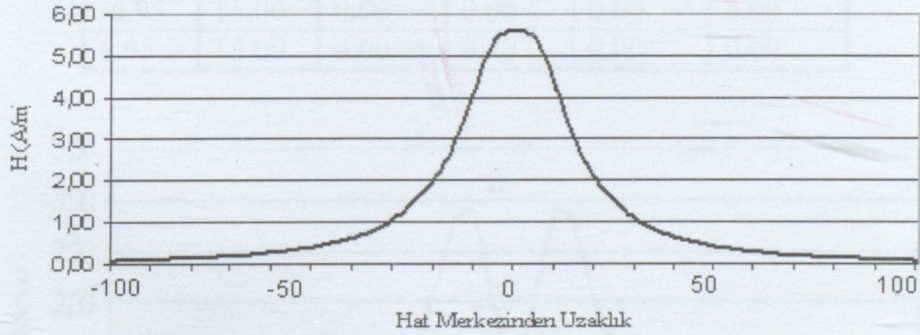
Hat merkezinde alan değerlerinin maksimum olduğu, 66 kV için elektrik alanın en fazla 1 kV/m olduğu, 300 A için magnetik alanın en fazla 3.4 A/m (34 mG) olduğu Şekil 6.5 ve 6.6 da görülmektedir. 154 kV hattın iletkenlerinin koordinatları, faz açıları ile birlikte gerilim ve akım değerleri Çizelge 6.6 de verilmiştir.

Çizelge 6.6 154 kV üç fazlı için giriş verileri

X_q	Y_q	$V(kV)$	θ_v	$I(A)$	θ_I
-3.70	10.00	88.91	0.00	500.00	-31.78
-4.70	14.15	88.91	120.00	500.00	88.22
-3.50	18.30	88.91	240.00	500.00	208.22
3.70	10.00	88.91	0.00	500.00	-31.78
4.70	14.15	88.91	120.00	500.00	88.22
3.50	18.30	88.91	240.00	500.00	208.22
0.00	23.65	0.00	0.00	0.00	0.00

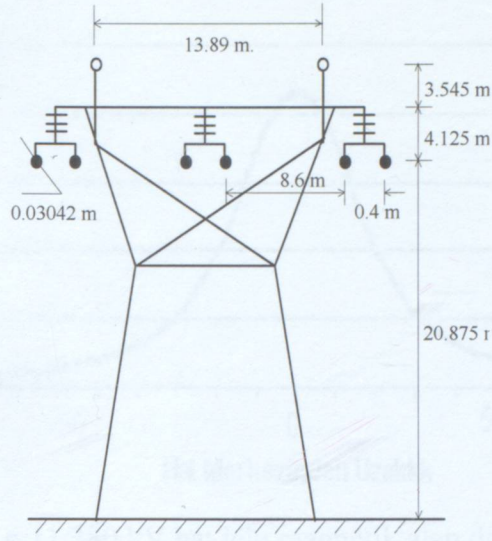


Şekil 6.7 154 kV hat için elektrik alan dağılımı



Şekil 6.8 154 kV hat için magnetik alan dağılımı

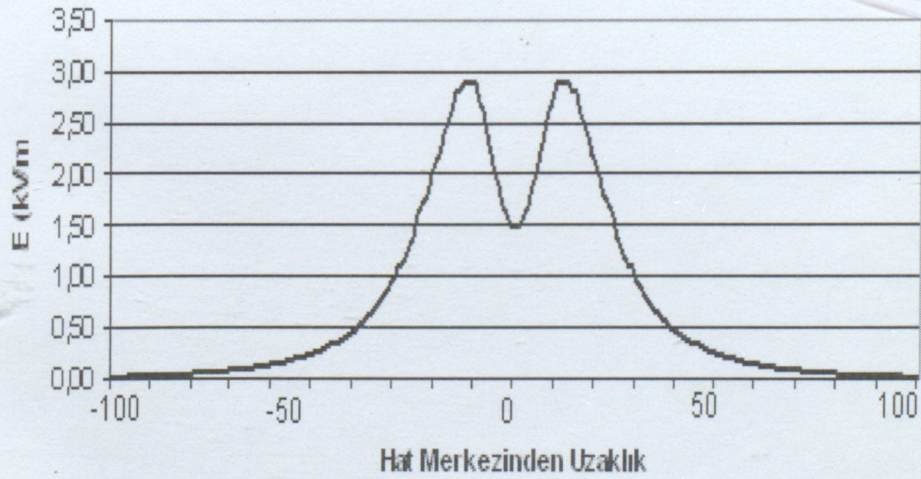
Hat merkezinde alan değerlerinin maksimum olduğu, 154 kV için elektrik alanın en fazla 2.25 kV/m olduğu, 500 A için magnetik alanın en fazla 5.5 A/m (55 mG) olduğu Şekil 6.7 ve 6.8 de görülmektedir. 380 kV hatlarda kullanılan direk tipi Şekil 6.9 da verilmiştir. İlgili hatların iletkenlerinin koordinatları, faz açıları ile birlikte gerilim ve akım değerleri Çizelge 6.7 de verilmiştir.



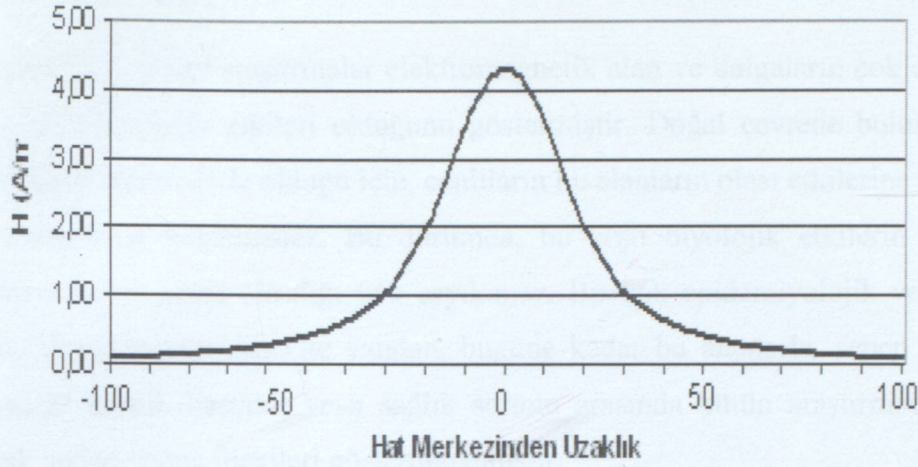
Şekil 6.9 380 kV hat için direk modeli

Çizelge 6.7 380 kV üç fazlı için giriş verileri

X_q	Y_q	$V(kV)$	θ_v	$I(A)$	θ_I
-0.20	15.00	220.00	0.00	225.00	-31.78
-8.88	15.00	220.00	120.00	225.00	88.22
-9.20	15.00	220.00	120.00	225.00	88.22
0.20	15.00	220.00	0.00	225.00	-31.78
8.80	15.00	220.00	240.00	225.00	208.22
9.20	15.00	220.00	240.00	225.00	208.22
-6.95	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.95	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Şekil 6.10 380 kV hat için elektrik alan dağılımı



Şekil 6.11 380 kV hat için magnetik alan dağılımı

380 kV direk geometrisine bağlı olarak elektrik alan eğrisinden, hat merkezinde alan değerlerinin 1.5 kV/m, hattan 15 metre uzaklıkta 2.9 kV/m olduğu, 225 A için magnetik alanın ise hat merkezinde maksimum 4.3 A/m (43 mG) olduğu görülmektedir.

TSE ENV 50166'e göre ise; Elektrik alan sınırı 10 kV/m; Magnetik Alan sınır değeri 6400 mG'dur.

Buna göre Türkiye 'deki bütün hatların TSE nin kabul ettiği standart değerlerin altında elektrik ve magnetik alan yaydıkları söylenebilir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bugüne kadar yapılan bilimsel araştırmalar elektromagnetik alan ve dalgaların çok düşük şiddet ve güçlerde dahi çeşitli biyolojik etkileri olduğunu göstermiştir. Doğal çevrede bulunan alanlar, bu alanlardan daha düşük seviyelerde olduğu için, canlıların bu alanların olası etkilerine karşı bağışıklık mekanizmaları olması da beklenemez. Bu durumda, bu çeşit biyolojik etkilerin birinin değilse diğerinin insanlara zararlı olma olasılığı yok sayılamaz. Bir çok epidemiyolojik ve diğer bilimsel çalışma da bunu desteklemektedir. Öte yandan, bugüne kadar bu alanlarla, sebep oldukları iddia edilen çok sayıdaki kronik hastalık veya sağlık sorunu arasında bütün araştırmacıların üzerinde anlaştığı çok açık neden-sonuç ilişkileri gösterilememiştir.

Modern toplumlarda yaşayan hemen herkes sürekli olarak doğal olaylardan kaynaklananların çok üstünde elektromagnetik alan ve dalgaların içinde bulunmaktadır. Bunların yüksek şiddet ve güç düzeylerinde insan sağlığına zararlı olduklarına kuşku yoktur. Ancak insanların günlük hayatta karşılaştıkları daha düşük düzeydeki alan ve dalgaların dahi, uzun vadede insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olup olmadığı tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Dünya genelinde, elektrik üretim ve dağıtım şirketleri ve elektrikli aygıtların üreticileri, çoğunlukla insan sağlığı açısından bir tehdit olmadığını veya çok az olduğunu söylemektedirler. Öte yandan, bu konuda araştırma talep eden bilim adamları ve korunma amaçlı ürün veya hizmet satanlar, çoğunlukla olası veya gerçekleşen zararların inkar edilemeyeceğini ve ciddi boyutlarda olduğunu iddia etmektedirler.

Elektromagnetik dalgalar insan organizmasında büyük ölçüde karışıklığa sebep olabilirler. Örneğin, vücudun molekül ve atomları kendi aralarında kurdukları elektrik dengeyi kaybedebilir, biyokimyasal faaliyetlerden etkilenebilir ve en önemlisi hücrenin ve dolayısıyla dokuların işleyişindeki elektriksel yapı bozulabilir. Kalp dolaşım sistemi, bağışıklık sistemi ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilir. Vücudun bağışıklık sisteminin sürekli zayıflamasının “kanseri artıran veya kanseri başlatan, tetikleyen bir etki” yapacağı sorusu da gündeme gelmiş konulardandır. Çocuklarda kan kanseri riskinin artmasını, kan tablosunun değişmesini, baş ağısının ve baş dönmelerinin çoğalmasını elektromagnetik alanlara bağlayan çalışmalar vardır. İnsan sağlığı açısından artık bir risk faktörü oluşturan magnetik alanların biyolojik etkilerini araştıran çalışmaların sayısı hızla artmaya başlamıştır.

Günümüzde kişinin en çok yaygın olarak karşılaştığı mikrodalga kaynağı, cep telefonları ve cep telefonu yer antenleridir. Cep telefonu kullanmak zorunda olanlar, olası zararlı etkileri aşağıdaki önlemleri alarak azaltabilirler:

- Mümkün olduğu kadar az kullanılmalı, özellikle bir defada konuşulduğu süreyi en aza indirmeye çalışmalı. Mümkün olduğu kadar uzağında durulmalı ve/veya kapalı tutulmalı.
- Kişiyi koruduğu iddia edilen cihazların hiçbirisi anlamlı bir koruma sağlamamaktadır. Ancak bazı

cep telefonu üreticileri daha düşük alanları olan telefonlar tasarlamak için çalışmalar yapmaktadır.

- Başkaları yakınıınızda cep telefonu kullandığı zaman, uzakta durmak tercih edilmeli

Modern dünyada elektromagnetik alan ve dalgaların etkisinden tamamen kaçmak mümkün değildir. Ancak bu alanların miktarı ve insanların bu alanların altında geçirdikleri zaman, birçok durumda yüksek maliyetler söz konusu olmadan büyük ölçüde azaltılabilir. Bunun için;

- İnsanların kendi durumlarını değerlendirebilmeleri ve kendilerini koruyacak basit önlemleri alabilmeleri için, bilgilendirici broşürler ve kitapçıklar yayınlanmalıdır. Etkin ve anlamlı koruma için uygun ölçüm aletlerinin bulunabilmesi ve/veya ölçüm yapan kurum veya şirketlerin oluşması gereklidir.
- Enerji nakil ve dağıtım hatları, radarlar, radyo- televizyon ve cep telefonu yer antenleri ve benzerlerinin insanların yaşadığı yerlerde oluşturabileceği alan şiddeti ve güç miktarlarına ilişkin kurallar belirlenmeli ve uygulanmalıdır.
- Bilgisayar dahil elektrikli ve elektronik cihazların kullanıldığı iş yerlerinde uygun koşulların yaratılması için, kurallar belirlenmelidir.

Modern toplumlarda yaşayan hemen herkes, sürekli olarak doğada bulunanın çok üstünde elektromagnetik alan ve dalgaların içinde bulunmaktadır. Bunların insan sağlığı üzerinde olası olumsuz etkileri tartışma konusu olmaya devam etmektedir.

Bilinçli kullanıldığı zaman sağlıktan haberleşmeye, astronomiye kadar pek çok alanda vazgeçilmez bir biçimde kullanıma sahip elektromagnetik alanların, faydalı oluşu açık olmakla birlikte, gereksiz kullanım, fazla güç basılması ve bilinmemesi nedeniyle gerekli korunmaların yapılamaması, elektromagnetik alanların zararlarının da görülmesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Çarpık endüstrileşmenin ve kentleşmenin getirdiği çevre kirliliği, hava kirliliği, gürültü kirliliği yanında elektromagnetik kirlilik de yaşamsal öneme sahiptir. Yaşantımızı kolaylaştırmak üzere kullanılan her elektrikli ya da elektronik cihaz belli bir frekans ve güce sahiptir. On yıl önce 16 Mhz. ya da 33 Mhz. işlemci hızına sahip PC'ler VHF ya da UHF sistemleri için -farklı frekanslarda olduklarından- sorun oluşturmazlardı. Oysa bugün, 500 MHz. sınırını geçen PC'ler, 900 MHz. ve 1,8 GHz. bandını kullanan GSM ve DECT sistemleri, UHF Tv bantları artık aynı frekansları kullanmaktadırlar. Bu nedenle birbirlerini doğrudan etkilemektedirler. Elektromagnetik alanların doğrudan insan sağlığını etkileyip etkilemediği hemen yanıtlanması zor, ancak önemli bir sorudur. Konu ile ilgili yapılacak bir iki ölçme ya da sayısal modellemeden yola çıkarak, sağlık açısından elektromagnetik alanları irdeleyebilmek ne derece bilimsel ve gerçekçi olacaktır? Biyolojik olayların karmaşıklığı ortadayken, bir ölçü ya da sayısal modelleme sonucunda elde edilen veriye dayanarak, bir cihazın sağlığa zararlı olup olmadığı ne derece ilan edilebilir? Bu benzeri konular ve sorular

elektromagnetik kirliliğin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Konu şimdiden geleceğin önemli konuları arasına girmiştir ve yoğun çalışmalar gerektirmektedir.

Araştırmalarımız enerji nakil hatlarında çalışan veya enerji nakil hatlarına yakın yaşayan insanlarda kız çocuğu sahip olma olasılığının yüksek olduğunu göstermiştir. (Tübitak, 2001)

Araştırmaların halen devam etmesi nedeni ile olası sakıncaları engellemek için yine de önlem alınmalıdır. Bunun için; elektrikli cihazlar kişiden mümkün olduğunca uzak tutulmalıdır. Elektromagnetik etkinin mesafeyle azaldığı unutulmamalıdır.

Enerji iletim hatlarına yaklaşım mesafesi belirlenirken 1 kV/m lik elektrik alan değeri baz alınmalıdır. Alan değeri 1 kV/m yi aşan yerlerde yerleşime ve uzun süreli aktiviteye izin kesinlikle verilmemelidir.

Elektrikli traş makineleri, diz üstü bilgisayarlar şarjlı kullanılmalıdır, şarjlı kullanıldığında daha düşük elektromagnetik alan yayarlar. Elektrikle çalışan radyolu çalar saatler de mümkün olduğu kadar uzakta tutulmalı, mümkünse pille çalışanlar tercih edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Blackman, C. F. and Most, B. (1993), "A Scheme for Incorporating DC Magnetic Fields Into Epidemiological Studies of EMF Exposure", *Bioelectromagnetics*, vol. 14, pp. 413- 431.
- Canseven, A. G., (1992), "Electrical Properties of the skin", *Gazi Medical Journal*, 3, 41- 46.
- Canseven, A. G. ve Atalay, N. Seyhan, (1995), "Elektromagnetik Kirlenme ve Biyolojik Boyutları", *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 394, 87- 91.
- Easterly, C. E. (1993), Residential Exposures to Indoor Air Pollutants could Yield Childhood Leukemia Risk Levels Similar to Those Associated with 60 Hz. Magnetic Fields in "Electricity and Magnetism in Biology and Medicine", (Blank, M., ed.) 440- 442, San Francisco Press, San Francisco.
- Graham, C., Cook, M.R. ve Riffle, D. W., (1996), "Human Melatonin During Continuous Magnetic Field Exposure", *Bioelectromagnetics*, vol. 18, pp. 166- 171.
- Güler, G. ve Atalay, S. (1995), "The Interaction of Electric Field with Biological Systems", 6, 125- 129.
- Güler, G. ve Atalay, S. (1996), Biochemical and Structural Approach to Collagen Synthesis Under Electric Fields, *Gen. Physiol. Biophys.* 15, 429- 440
- Moulder, John E. Ph.D.(2005) Medical College of Wisconsin, Power Lines and Cancer FAQs.
- NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Powerline Frequency Electric and Magnetic Fields (1999)
- Özgüner, Fehmi ve Mollaoğlu, Hakan (2006) S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi, "Magnetik Alanın Organizma üzerindeki Biyolojik Etkileri"
- Schwan, H. P. and Piersol, G. M. (1984), The Absorption of Electromagnetic Energy in Body Tissues in "Biological Effects of Electromagnetic Radiation", 6- 22, New York.
- Sevgi, Levent (2005), *Endüstri&Otomasyon Dergisi*, "Çevremizdeki Elektriksel ve Manyetik Alanlar"
- Stuchly, M. A., Lecuyer, D. W. ve McLean, J., (1991) "Cancer promotion in a mouse-skin model by a 6 Hz. Magnetic field : I. Experimental design and exposure system", *Bioelectromagnetics*, vol. 12, pp. 261- 271.
- Şeker, Ş. S. ve Çerezci, O. (1997), "Çevremizdeki Radyasyon ve Korunma Yöntemleri", Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, pp. 190- 210.
- Tübitak – Bilten (2001), "Elektromagnetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı, Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları"
- Walleczek, J., (1992), "Electromagnetics field effects on cell of the immune system : the role of calcium signalling", *FASEB J.*, vol. 6, pp. 3177- 3185.
- Wertheimer, N. ve Leeper, E., (1979), "Electrical Wiring Configurations and Childhood Cancer", *American J. Epidemiology*, vol. 109, pp. 273- 284.
- Yasui, M. and Otaka, Y. (1993), "A Scheme for Incorporating DC Magnetic Fields Into Epidemiological Studies of EMF Exposure", *Bioelectromagnetics*, vol. 14, pp. 535-544.

INTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.mcw.edu/gcrc/cop/powerlines-cancer-FAQs/toc.html
- [2] www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF_DIR_RPT/Corec18fT.HTM

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi 10.04.1978

Doğum Yeri Kars

Lise 1988-1994 İzmit Derince Lisesi

Lisans 1994-1998 Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Fak.
Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1998-2006 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Mühendisliği

Çalıştığı kurum(lar)

2003-
1998-2001

Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.
Aktif Elektrik Müh. Müt. San Ltd. Şti.

