

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ELEKTROMANYETİK DALGALARIN
BİYOLOJİK ETKİLERİ

BİTİRME ÖDEVİ

Hazırlayan : ÜLBIYE GÜL

Bitirme Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. HASAN HÜSEYİN BALIK

ELAZIĞ 2006

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ELEKTROMANYETİK DALGALARIN
BİYOLOJİK ETKİLERİ

BİTİRME ÖDEVİ

Hazırlayan : ÜLBİYE GÜL

Bu tez,..... tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile başarılı/başarısız olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

Üye:

TEŐEKKÖR

Bu çalıőmanın hazırlanması ve yűrűtűlmesinde her tűrlű bilgi, yardım ve desteęini esirgemeyen deęerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hasan Hűseyin Balık'a teőekkűrlerimi bir borç bilir saygılarımı sunarım.

ÖLBİYE GÖL

ELAZIĞ 2006

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ.....	1
1.EM DALGALAR HAKKINDA GENEL BİLGİ.....	1
2.MİKRODALGANIN BİYOLOJİK ETKİLERİ.....	3
2.1.EMA' nın Kısa Ve Uzun Vadeli Etkileri.....	4
2.2. Mikrodalganın Isıl Veya Isıl Olmayan Etkileri.....	5
2.3.Mikrodalganın Hücrel Büyüme Oranı Üzerindeki Etkileri Ve Özellikleri.....	6
2.4.Mikrodalga Işınımının İnsan Ve Hayvanlar Üzerindeki Genel Etkileri.....	7
2.4.a.Genetik Etkileri	8
2.5.Sonuçlar.....	8
2.5.a.İmmünolojik Etkiler.....	9
2.5.b. Sinir Sistemine Etkiler	9
2.5.c. Hematolojik Etkiler	9
2.5.d. Kardiyak Fonksiyonlara Etkisi	9
2.5.e. Nöroendokrin Sisteme Etkileri	10
2.5.f. Büyüme ve Gelişim Etkileri	10
2.5.g. Genetik Etkiler	10
3.ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN SİNİR SİSTEMİ VE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ.....	11
3.1.Genetik Etkileri Ve Doğuştan Sakatlıklar.....	11
3.2.Çocuklardaki Beyin Tümörleri.....	13
3.3.Alzheimer Ve EMF' Ye Maruz Kalma Arasındaki Olması Mümkün İlişki.....	14
3.4.Sonuç.....	14
4.ELEKTROMAGNETİĞİN BÖCEKLERİN ÇOĞALMA KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ.....	16

4.1.Malzemeler ve Metotlar.....	16
4.2 Sonuçlar.....	18
4.2.a. “Nonmodulated” GSM alanlarla yapılan deneyler.....	18
4.2.b. “Modulated “ GSM alanlarla yapılan deneyler.....	18
4.2.c.Modulated GSM Alanların Dişi ve Erkek Böceklerin Üreme Kapasiteleri Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması.....	19
4.3.Konuyla ilgili tartışma.....	21
5.EM RADYASYONDAN KORUNMAK İÇİN NE YAPMALI?.....	23
6.KAYNAKLAR.....	25

TABLO VE ŐEKİLLERİN LİSTESİ

ŐEKİLLER:

Şekil1: Işın Spektrumu	2
Şekil2:Maruz Bırakılan ve Kontrol Gruplarının Üreme Kapasitesi.....	19
Şekil3:GSM Alanların Dişi ve Erkek Böceklerin Üreme Kapasitesine Etkisi...20	

TABLolar:

Tablo1: 60 Hz’ deki EMF’nin Genetik ve Gelişim Parametreleri Üzerine Etkileri.....	12
Tablo2: Mesleki Olarak EMF’ Ye Maruz Kalma Ve Beyin Kanseri.....	14
Tablo3: Nonmodulated GSM Alanların “Drosophile Melanogaster’in” Üreme Kapasitesi Üzerine Etkileri.....	18
Tablo4: Modüleli GSM Alanların “Drosophile Melanogaster’ in” Üreme Kapasitesi Üzerine Etkileri.....	19

Tablo5: Modulated GSM Alanların Her Bir Cinsin Üreme Kapasitesi Üzerine Etkileri.....	20
---	----

GİRİŞ

Nükleer fizikte önemli gelişmelere yol açan Radyoaktivite olayı 1896'da H.Becquerel' in uranyum tuzlarında bazı gözle görülmeyen fotoğraf filmine etki eden ışınların çıktığını fark etmesiyle ortaya çıkmıştır.

18. yüzyıldan beri elektromagnetik alanların etkileşimi ve çeşitli hayatsal olaylar bilim adamlarının ilgisini çekmiştir. Mikrodalga frekans alanının önemli bir parçası olan farklı frekans alanlarındaki EMF' ye dikkatler odaklanmıştır.19. yüzyıl sonlarında fizikçi Maxwell (elektrik teorisinin kurucusu) akımın geçişi için gerekli olan elektrik alanının yanında bu geçiş esnasında yaratılan manyetik bir alan bulunduğunu gösterdiğinde elektromanyetizma kavramı ortaya atılmış oldu. Bu anahtar kavram, bir iletken aracılığıyla ya da maddi olmayan uzayda enerjinin iletilmesi ile ilgilidir

Bilinen iki tip radyasyon vardır. Bunlar nükleer radyasyon ve iyonize etmeyen EM(elektromagnetik) radyasyondur. Mikrodalgalar elektromagnetik spektrumun bir bölümüdür ve 300 MHZ' den 300GHz' e kadar olan frekans aralığında radyasyon (ışınım) olduğu düşünülür. Mikrodalganın dalga boyu 1 m'den 1 mm'ye kadar düşer. Birlik haline getirilen elektromagnetik radyasyonun moleküler bir basamakta absorbe edildiği ve moleküllerin titreşim veya ısı enerjisiyle değiştiği açıktır.

1.EM DALGALAR HAKKINDA GENEL BİLGİ

Elektromagnetik dalgaların bütün şekilleri kütsesiz ve ışık hızında hareket sağlayacak enerji oluşturur. Bununla beraber, enerji içeriği Planck yasası gereği frekansla ilgilidir.

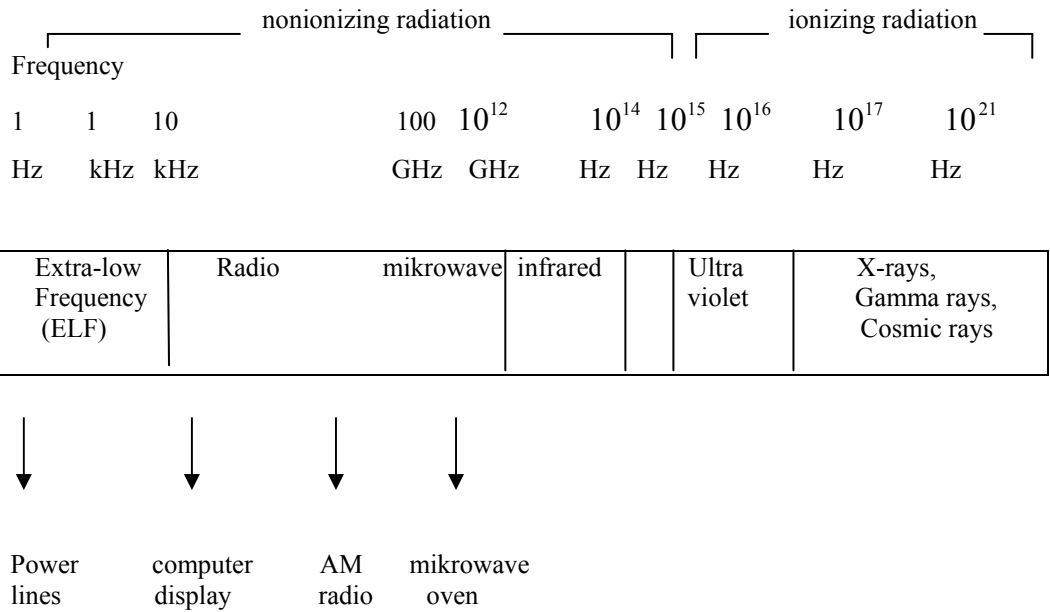
$$E=H\nu$$

Burada E foton enerjisi (joule) ,h Planck sabitidir ve $6,624 * 10^{-34}$ j.sec' eşittir ve ν frekanstır(hertz).Frekans dalga genişliğiyle ters orantılıdır. Elektromagnetik spektrum Şekil 1 ' de gösterilmiştir.

Elektromagnetik alanın genel ölçüm birimleri frekansla değişiklik gösterir. Yüksek frekanslarda ışınım genellikle enerji açısından elektron volt (eV) olarak tanımlanır. Spektrumun sonunda (gama ışınları, kozmik ışınlar, X ışınları) kimyasal bağları kırabilen genellikle en az 1 eV gerektiren iyonlaşma ışınımı olarak adlandırılan yeterli bir enerji vardır. Böylece diğer iyonlaşma ışınımında olduğu gibi şiddet Gray'le (Gy) ölçülür. Ortalardaki frekanslar, genellikle konuşmalarımızda dalga genişliğini foton olarak tanımladığımız gözle görülür ışığı içerir. Mikrodalga ve rayda frekansı(Rf) EMF'ler genellikle frekans ve güç şiddetinin her ikisiyle de tanımlanır. Spektrumun düşük kısımlarında çoğaltılamayan ve ilişkilendirilemeyen Elektrik ve Magnetik Alanlara ayrılış vardır. Ve böylece alan şiddetleri E alanları açısından

kV/m , H alanları açısından $ampere/m$ ayrılarak tanımlanır. Bununla beraber magnetik alanların ortak kullanılan tanımı magnetik akış yoğunluğudur.

$B = \mu * H$ İken B 'nin birimi tesla veya gausstur. μ sembolü magnetik alanlara manyetik akış yoğunluğunu bağlayan materyallerin manyetik uygunluğunu gösterir. Bu Magnetik alanlarda B ve H 'in ikisini de çağırmanın pratik yoludur. Uluslararası birimlerde B alanı için tesla kullanılıyorken Amerika şaşkınlık yaratacak şekilde gaussu kullanmaya devam ediyor. Bununla beraber 1 MHZ ve daha yüksek frekanslarda E ve B alanlarında üretilen Magnetik alanlar ayırt edilemez.



Şekil.1: ışın spektrumu

2.MİKRODALGANIN BİYOLOJİK ETKİLERİ

1970’li yılların başından beri elektromagnetik alanların insanlar üzerindeki biyolojik etkisi çevre koruma açısından tartışma konusu yapılmış olup son yıllarda EM radyasyonun toplum sağlığını potansiyel anlamda etkileyen çevre ajanları listesine alınmıştır.

Çevrenin kirletilmesinin yoğun eleştirilere sebep olduğu günümüzde, elektromagnetik çevre kirlenmesi artan radyo ve TV kanalları, cep telefonları nedeniyle güncelliğini korumaktadır.

Diğer çevre sorunlarında olduğu gibi ışın kirliliğinde de önleme ve koruma, çevre konusuna duyarlı sivil toplum kuruluşları ve kamu kuruluşlarının uğraşları sonucunda gerçekleşmektedir.

Elektromagnetik ışınlar sadece baz istasyonlarından değil radyo, televizyon, bilgisayar, enerji hatları ve anten gibi birçok cihazdan çevreye yayılmakta ve ortamda elektromagnetik kirlilik yaratmaktadır. Baz istasyonlarının, diğer elektromagnetik enerji yayan cihazlara göre çok daha fazla elektromagnetik enerji yaydığı bilimsel çevrelerce bildirilmektedir. Özellikle son zamanlarda baz istasyonları şehir içinde binaların çatılarına, bahçelerine hastanelere, iş merkezlerine, kreşlere gittikçe çoğalarak kurulmaktadır.

Mikrodalgaların biyolojik etkilerinin gelişimi ve ne olduğunu tespit etmek kompleks ve tartışma yaratan bir konu olmuştur. Biyolojik sistemler ve mikrodalga arasındaki etkileşimin mekaniği hakkındaki bilginin azlığı nedeniyle, fizikçi ve mühendis bilim adamları arasında ısrarlı bir görüş oluşmuştur. Bu görüş mikrodalga alanlarının ısınmadan daha çok diğer biyolojik etkilerle etkileşiminin olmasıdır.

Sağlık Bakanlığı Genelgesi’ne göre, elektromagnetik etkilerin insan sağlığına zararlı etkilerinin olduğu, çok sayıda kronik hastalık veya sağlık sorunu için bütün araştırmacıların üzerinde anlaştığı çok açık neden-sonuç ilişkileri gösterilmemekle birlikte, ortaya konan sağlık etkileri ve buna bağlı olarak getirilen maruziyet sınırlamaları dikkate alındığında, bu etkilerin bütün araştırmacılar tarafından kabul edilmesi ve kesinleşmesine kadar, kanıtlanmış sağlık risklerinin varlığı, maruziyet alanlarının çoğalması ve uzun vadedeki olası etkilerinin göz önünde bulundurulduğunda, toplum bireylerinin ve özellikle risk gruplarının önlenabilir tüm etkilerden korunması için elektromanyetik radyasyonla ilgili tedbirlerin bir an önce alınması gerekliliği bulunmaktadır.

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 miktarının potansiyel seviyesinde bir artışa neden olmaktadır.

Radyo frekansı RF'nin elektromagnetik radyasyonunun biomoleküler hücreler ve bütün organizmalar üzerinde hücreler arası iyonik konsantrasyonunda farklı biomoleküllerin sentez oranında, hayvanların üreme kapasitelerinde değişiklikler meydana getirerek büyük miktarda biyolojik etkiler ürettiği rapor edilmiştir.¹

Son yıllarda GSM mobil telefonları insanlar tarafından kullanımı artış gösteren ve genişleyen her gün çevreden bize ulaşan en güçlü RF taşıyıcılarıdır. Henüz olması mümkün biyolojik etkileri hakkında net kanıtlar yoktur. Ama dolaşım sistemi, sinir sistemi ve buna bağlı bozukluklar, bağışıklık sisteminin sürekli zayıflamasının ve kanserin artmasına etki yaptığı da artık tıp tarafından kabul edilmiş bir konudur.

2.1.EMA'nın Kısa Ve Uzun Vadeli Biyolojik Etkileri

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

EMAnın kansere yol açıcı bir faktör olduğu henüz kesin olarak %100 ispat edilmemiştir, fakat yapmıyor da diyemeyiz. Zira bunun kesinleşmesi için insanlar üzerinde uzun süreli, epidemiksel deneysel çalışmalar yapılması gereklidir. Bugün ise sadece hayvanlar üzerinde yapılan deneyler sonucunda EMA'nın kanser riskini arttırıcı etkileri görülmüştür.

Deneylemimizin bir kısmı GSM mobil telefonlarından yayılan 900 MHZ 'deki RF elektromagnetik ışınının biyolojik aktivitelerini test etmek için tasarlandı. Bu ışınım 890- 9115 MHZ civarlarında bir taşıyıcı frekansla ve 217Hz' deki tekrarlanan frekans palslarıyla yayılır.

Uluslararası radyasyondan korunma kurulu(IRPA)ve uluslar arası iyonize radyasyondan korunma kurulu(ICNIRP) tarafından ısısal artışlardan biyolojik dokuları korumak için en az RF ışınımına maruz kalma limitini 900 MHZ olarak belirlenmiştir.

Maruz kalma güç yoğunluk değeri $2,25\text{mW/cm}^2$ veya bütün vücudun özel emme oranı (SAR) $0,4\text{W/kg}$ değerindedir. Elektrik alan şiddeti açısından (bir antenin yanındaki alan gibi) mesleki maruz kalma limiti 90V/m 'dir. Daha üstündeki değerler bir çalışma gününün 6 dakikalık periyotlarının yaklaşık ortalaması olmalıdır. Uyulan genel popülasyon limitleri $0,45\text{mW/cm}^2$ güç şiddeti veya bir vücudun SAR oranı $0,08\text{ W/kg}$ veya elektrik alan şiddeti $41,25\text{V}$ değerlerinin hepsinin ortalaması yaklaşık olarak 24 saatin altışar dakikalık periyotlarına dağıtılmıştır.

¹ Bawin et al.1975,Blackman 1980

2.2. Mikrodalğanın Isıl Veya Isıl Olmayan Etkileri:

Mikrodalğanın alan gücüne, frekanslara, dalga formlarına, modülasyon ve ekspozisyon sürekliliğine bağılı olarak farklı biyolojik etkilere neden olması hakkında kanıtlar vardır. (2)

Bu etkiler temel olarak mikrodalga ışınımına bağılıdır ama son raporlar göstermiştir ki çeşitli tiplerde moleküler transformasyonlar ve değışiklikler üretmek için enerji gereksinimi açısından termik olmayan mikrodalga etkileri vardır.

Yiyecek sanayisindeki sterilizasyona modern yaklaşımlardan biri de mikrodalga ışınımının kullanımınıdır. Mikrobiyolojik çalışmalar mikrodalga ışınımının birbirini takip eden iki zıt sonucuyla sonuçlanmıştır.

1.Hücre ölümü sadece mikrodalga ışınımının ısı üretmesi sonucu oluşmuştur.

2.Ölüm yalnız ısıya bağılı olarak değıil ama özellikle mikrodalga elektrik alanına bağılı olarak oluşur.

Bu iki zıt sonucun ana nedenlerinden biri mikrodalga ışınımı sırasında sıcaklığı sabit tutmadaki zorluktur. Mikrodalga ışınımı sırasında sıcaklığı sabit tutabilmek için Siego Sato bir metod geliştirdi³ 35.45.50 °C' de iken hücre ölümü gözlenmedi. Mikrodalgaya maruz bırakılan *Escheria Coli*'nin ölüm oranı, aynı sıcaklıktaki konvansiyonel ısı sterilizasyonundan elde edilenin mekaniksel temelini tam olarak oluşturamayıp özelleştirememesine rağmen yazar, mikrodalgaların iyonları hızlandırıp diğer moleküllerle çarpışmalarına neden olduğunu veya dipollerin yönlerinin ve mikroorganizmaların proteinlerinin ikinci veya üçüncü yapılarında bir değıişimin elektrik alandaki değıişikliklerin sonucunda olduğunu iddia etti.

Michael kozampel devamında sıvıların ısısal olmayan pastörizasyonu kavramını test etmek için termal ve termal olmayan etkilerini ayıran bir mikrodalga deney yöntemi geliştirdi. Yöntemde termal enerjinin etkili değıişken ısı kavramıyla kullanımının hızlı şekilde uzaklaştırılması ile mikrodalga kullanılan yiyecek sistemlerinde hızlı enerji birleştirildi. Mayanın kombinezonuyla *Pedicawt S.P* ve *Ecoli K-12* suda, birada, yumurta sıvısında vb. yeledede test edildi. Deney sıcaklığı 35 °C'ye ayarlanarak bir tam mikrodalgaya 3–8 dakika maruz bırakıldı. Düşük sıcaklıklarda mikrodalga enerjisinin Ph, ısı veya anti mikrobikler kadar mikroorganizmalara zarar vermediğı gözlendi. Performansın çoğı mikroorganizmaların ölmeye başladığı ısı noktalarında mikrodalğanın etkisini araştırmaya ayrılmıştır.

Culkin ve Fung *E-coli* ve *Selmond*ların 915 MHZ' deki mikrodalga ışınımıyla pişirilen çorbada yaşayamadığını kanıtladı. Mikrobik yıkımın kısa zamanlı periyotlarda ve düşük ısılarda

² Rai et al,1940

³ Sato 2001

meydana geldiğini buldular. Bu deney esnasında mikrodalga ışınlama etkilerinin diğer ısısal etkilerle karışmasının mümkün olduğu varsayıldı.

Sürekli dalgaların ve modülasyonlu mikrodalgaların bir *Cynobakterium Nortor* üzerine psikolojik etkileri hakkında çalışıldı.(1994) Çalışmalar sürekli dalgalardaki farklı mikrodalga frekanslarının ve modülasyon modunda üretilen işaretlerin algiler üzerinde farklı psikolojik etkilerinin olduğunu göstermiştir. Organizmalar besleyici solüsyon aşılansarak bir saatliğine 9,575 GHZ modüleli farklı pals tekrarlı kare dalgaya maruz bırakılır. İyonların farklı şekilde ayrılmasıyla biyokimyasal reaksiyonların oluşum oranı değişir ve yapılar bozulur. Bu durum farklı biyolojik etkilerinin olduğunu gözler önüne sermiştir.1978 yılında yapılan deneylerde 30–120 dakika 0,58 MW şiddetinde 10000 MHZ frekanslı mikrodalgaya maruz bırakılan *Aprobakterium* türünün ölen hücreleri ve tehlike arasında ters orantılı bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Patates veya şalgamda tümör oluşumunda%30–60 azalma meydana geldi.

Drayfuss ve Chipley (1980) *Stophlococcus aureus* 'un mikrodalga ışınlamadaki hücrelerinin bazı etkilerini incelemeyi denediler. Mikrodalgaya maruz bırakılan altı fosfatlı glukoz ATP zarı, alkalın fosfat, laktaz, ATP vb. bazı metabolik enzimlerin çeşitli aktivitelerinin etkilendiğini ama ışınlama *S.aureus*u alışımlı hücrelerden tamamen farklı şekilde etkilemiştir.

1950'lerden beri özellikle Avrupa'da mikrodalga üreten malzemelerin civarlarındaki işçiler arasında termik olmayan mikrodalganın baş ağrısı, halsizlik, karın ağrısı uykusuzluk, sinirlilik ve diğer yüksek öznel belirtiler gösteren etkileri olduğundan şüphelenilir.

Düşük şiddetli mikrodalga deneysel kobayların iç ısını değiştirilmeksizin değişken tavırlar oluşturmuştur. Çoğu psikolog ve biyokimyacı düşük seviyeli mikrodalgadan sonra farelerde meydana gelen değişiklikleri raporlamıştır. Şiddetli düşük seviyeli mikrodalganın sinir sistemindeki endogenius aroidsi aktivite ederek hipotalamus ve ön korteksin aktivitelerinin azalmasına neden olduğu rapor edilmiştir.

13,5GHZ' den 36,5GHZ'e kadar olan mikrodalga frekansı bir anaerobik mikrop kültürü üzerine yeni bakteri karakterleri yetiştirmek amacıyla iki saat süreyle gezdirildi. Ve bunun etkilerinin biomethanik üzerine olduğu görüldü. Gelişen dinamik çalışmalar mikrodalganın bakteri büyüme oranını artırdığını ve 31,5 GHZ frekansında biomethan üzerindeki en etkili şey olduğunu ispatladı.

2.3.Mikrodalganın Hücresel Büyüme Oranı Üzerindeki Etkileri Ve Özellikleri

Grandler; sachoramyces mayasının büyüme oranını gözlemledi ve her birinin 41,8–42,0 GHZ mikrodalga frekanslarında %15'lere kadar arttığını veya %29'larda azaldığını gözlemledi.

Dardanoni Candida, Alhicans mayasının büyüme oranının frekans ve modülasyon etkilerine bağlı olduğunu gözlemledi(1994)

1kHz ışınımında modüleli mikrodalga 72GHz'de büyüme oranını %15 azalttı ama bunun 71,8 veya 72,2GHz'de yapamadı. 72GHz'de üç saat devam eden ışınımında büyüme oranı %25lere kadar arttı ve kontrolden çıktı.

Tambiev ve çalışanları 30dakika boyunca $2,2\text{mW/cm}^2$ ve 7,1 mm dalga genişliğine maruz bırakılan mavi-yeşil alglerin büyümesinin %50 arttığını gözlemledi. Aynı şekilde Bulgakova ve çalışanları mikrodalganın S.aureus bakterisinin farklı mekanizma hareketleriyle antibiyotiklere karşı olan dayanıklılığını nasıl etkilediğini gözlemlediler. Işınım antibiyotiklere olan duyarlılığı azalttı veya arttırdı. Bu zıtlık antibiyotik konsantrasyonuna bağlandı.

Sharp ve çalışanları(2001) 6 -7 mm bant genişliği olan mikro dalgaya 30 dakika maruz bırakılan E-coli ve S.aureus bakterilerinin çeşitli zorlanmalarda transmisyonlarının değiştiğini gösterdiler.

Benzer şekilde Berzhanskaya ve çalışanları yaptıkları çalışmalarda 36,2–55,9 GHz'de mikro dalga ışınımının Ecolilerde protein, DNA ve RNA sentezini ve hücre büyümesini etkilediğini gösterdiler.

Sonuç olarak doku ve hücre sistemleri ile yapılan çalışmalarda düşük şiddette EM alanlara maruz kalmanın; Biyomoleküllerin (DNA, RNA ve protein) sentezi, hücre bölünmesi, kanser oluşumu, hücre yüzeyine ait özellikler, membrandan kalsiyum giriş-çıkışı ve bağlanması üzerine etkili olduğu gözlenmiştir. Biyokimyasal ve fizyolojik olarak yine hücre ve dokularda; hücre solunumunun azaldığı, hormonların etkilendiği, doku ve hücrelerin hormonal cevabının değiştiği, karbonhidrat, nükleik asit ve protein metabolizmasının değiştiği, yapısal değişiklikler gözlemlendiği, farklı antijenlere karşı immün cevabın etkilendiği gözlenmiştir.

2.4.Mikrodalga Işınımının İnsan Ve Hayvanlar Üzerindeki Genel Etkileri

Golantt, Movikov ve Rodshtadt'nın birkaç çalışmasından sonra organizmaların tamamının lokal bir mikrodalgaya cevaplarının bir sinirsel işaret ve çevresel reseptörler gerektirdiği ileri sürülebilmektedir. Chernyokav mikrodalga ışınımıyla deri altı yüzeyinde anestezi yapılan kurbağalarda ısı oranının değiştiğini ispatladı. Bu bilgi daha sonraları Potekhina ve çalışanları tarafından da 53-78GHz'de anestezi yapılan farelerde; doğal kalp atış sayısının etkili bir şekilde değişmesinin bulunmasıyla desteklendi.(2001)

İnsan vücudu yaklaşık 15MHz'i geçince elektromanyetik radyasyonu absorbe etmeye başlıyor. Bu absorpsiyon vücudun farklı yerlerinde çeşitlilik gösterir. 70–100 MHz dolaylarında, örneğin TV ve FM radyo yayını frekanslarının çalıştığı yerlerde vücut hareketleri antenlerden gelen güçlü dalga genişliklerinin absorbesiyle etkilenir.

2.4.a.Genetik Etkileri

Çalışmaların çoğu mikrodalga'nın sağlam kromozomları, hücre fonksiyonları ve mutasyon ya da doku bozukluğu tamiri yapan hücreleri etkilediğini belirlemiştir. Heller ve Terxena tarafından yapılan çalışmalar⁴ düşük güçlü mikrodalga ışınımının memeli hücrelerinde ve böceklerde mutasyon ürettiğini göstermiştir. 1960 ve 1970'lerde araştırmacılar protein, RNA ve DNA'nın 65-75GHz ışınım absorbe ettiğini göstermiştir. Ve mikrodalgalar mekanik onarımlar veya bakterilerdeki gen mutasyonlarıyla karşı karşıya kalmıştır.

2000- 2004 döneminde *Refleks* araştırmalarının iki laboratuarda ortaya koyduğu şaşırtıcı sonuç, birçok hücre sisteminin DNA ipliklerinde, en düşük elektromanyetik frekanslarda ya da radyo frekanslarında dahi kopmalar oluştuğuydu. Üstelik bu 'genotoksik' olaylar mevcut güvenlik sınırlarının altındaki frekanslarda dahi ortaya çıkmaktaydı. Proje koordinatörü Dr. Franz Adlkofer (Verum Vakfı- Münih), elde edilen bulguların sağlık açısından kesin sonuçlara ulaşmak için yeterli olmadığını belirtmektedir. Sonuçların bazı yönleri üzerinde daha ileri araştırmalara gereksinim vardır: Özellikle, 'genotoksik' etkilerin, çok düşük frekanslı elektromanyetik alanlara kesintili maruz kalma durumlarında, süreklilik durumundan daha güçlü ortaya çıkması olgusu araştırılmalıdır. Ayrıca Dr. Adlkofer'e göre, *Refleks*'in *invitro* araştırma sonuçlarının kesinleşmesi için hayvanlar ve insanlar üzerinde tekrarlanması gerekir.

2.5.Sonuçlar

Sonuç olarak yapılan deneyler göstermiştir ki; mikrodalga mikrobik hücrelerden hayvanlara hatta insan sistemlerine kadar bütün biyolojik basamakları etkilemiştir.

Çalışmalar mikrodalga'nın ısısal olarak farklı psikolojik etkileri olduğunu ispatlamıştır. Ayrıca mikroorganizmalar üzerindeki çalışmalar mikrodalga'nın bioetkileşimle biosistemlerde genetik değişimler gösterdiğini ispatlamıştır. İnsanlar üzerinde henüz deneyler yapılmamış olsada bazı deney hayvanlarından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Radyo Dalgaları (RF: 10^4 –109 Hz) ve Mikro Dalgalara (MW: 10^8 –1012 Hz) maruz bırakılan deney hayvanlarında (kobay, fare, tavşan, kedi, sıçan) gözlenen etkiler aşağıda verilmiştir. 0.45 GHZ - 1,9 GHZ aralığında yapılan çalışmalar cep telefonu (Cellular Phone, CP) etkilerini yansıtmaktadır (İ: artış,β: azalışı simgelemektedir).

⁴ 1959

2.5.a. İmmünolojik Etkiler

- Eritrositlerde ve lenfoblastlarda İ 3,1 GHZ (günde 120 dak/ 6 gün)
- T ve B Lenfositlerde İ 0.026 GHZ (günde 15 dak/ 1gün)
- Blastogenesi

2.5.b. Sinir Sistemine Etkiler

- Hipotalamusta norepinefrin β 1,6 GHZ (günde 10 dak/ 1gün)
- Hipotalamusta dopamin β 1,6 GHZ (günde 10 dak/ 1gün)
- Hipotalamusta nöron büyümesi 1.7 GHZ (22 gün)
- Purkinje hücrelerinde β 2.45 GHZ (günde 1260 dak/ 5 gün)
- Beyin hücreleri sıcaklığında İ 2.45 GHZ (günde 2,5 -7 dak/ 1gün)
- EEG frekanslarında değişim
- BBB (kan-beyin bariyeri) geçirgenliğinde İ 1.3GHz (günde 20 dak/ 1gün)
- Beyinde peroksidaz İ 2.45 GHZ (günde 120 dak/ 1gün)
- Myelin dejenerasyonu --- 3 GHZ (günde 180 dak/ 90 gün)
- Glial hücre proliferasyonu --- 3 GHZ (günde 180 dak/ 90 gün)

2.5.c. Hematolojik Etkiler

- Hematokrit İ 24 GHZ (günde 180 dak/ 1 gün)
- Beyaz kan hücreleri β --- 24 GHZ (günde 180 dak/ 1 gün)
- Lenfosit İ 0.425 GHZ (günde 240 dak/ 47 gün)
- Lökosit β --- 24 GHZ (günde 180 dak/ 1 gün)
- Eritrosit β --- 2.45 GHZ (günde 5 dak/ 1 gün)

2.5.d. Kardiyak Fonksiyonlara Etkisi

- Kalp hızı β --- 0.96 GHZ (günde 60 dak/ 1 gün)
- Bradikardi --- 0.96 GHZ (günde 5–10 dak/ 1 gün)
- Taşikardi (başın maruziyeti) --- 2,4 GHZ (günde 60 dak/ 1 gün)
- Solunum hızı İ(sırtın maruziyeti) --- 2,4 GHZ (günde 20 dak/ 1 gün)
- EKG 'de değişimler (QT kısalması, T dalgasının yüksekliğinde İ) --- 2,4 GHZ(günde 20 dak/ 10 gün)

- Nabız İ

2.5.e. Nöroendokrin Sisteme Etkileri

- Tiroit hormon İ --- 3 GHZ (günde 180 dak/ 48 gün)
- TSHβ
- Serum thyroxine β --- 2.45 GHZ (günde 240–480 dak/ 1 gün)
- CS --İ 2.45 GHZ (günde 240–480 dak/ 1 gün)
- Leutinizing hormon --İ 2.86 GHZ (günde 360 dak/ 36 gün)
- Adrenal bez (ağırlık) İ--- 2.45 GHZ (günde 5 dak/ 6 gün)

2.5.f. Büyüme ve Gelişim Etkileri

- Vücut & Beyin ağırlığı β --- 2.45 GHZ (günde 300 dak/ 16 gün)
- Fetüs ağırlığı β--- 2.45 GHZ (günde 100 dak/ 12 gün)
- Doğum sonrası ölüm İ --- 2.45 GHZ (günde 10 dak/ 1 gün)

2.5.g. Genetik Etkiler

- Akciğer hücrelerinde kromozom aberasyonu --- 0.019 GHZ (günde 30 dak/ 1 gün)
- Sperm hücrelerinde kromozom translocation --- 9,4 GHZ (günde 60 dak/ 10 gün)
- Mutasyon İ--- 9,4 GHZ (günde 0.03 dak/ 1 gün)
- Testis DNA 'sinin termal denatürasyon profilinde değişim--- 1,7 GHz (günde 80 dak/ 1 gün)
- Interstisiyal hücrelerde değişim --- 1,6 GHZ (günde 100 dak/ 1 gün)
- Doku nekrozu --- 1,6 GHZ (günde 100 dak/ 1 gün)

3.ELEKTROMAGNETİK ALANLARIN SİNİR SİSTEMİ VE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Çok sayıda araştırma olmasına rağmen, elektromagnetik alanların doğuştan sakatlıklara veya genetik anormalliklere neden olduğunu söyleyen hipotezi destekleyen çok az kanıt vardır. Magnetik alana maruz kalmak çocukluk döneminde ve yetişkinlerin mesleki çalışmaları esnasında beyin tümörlerinin gelişmesine ortaklık etmiştir. Son raporlar EMF' ye maruz kalmanın Alzheimer hastalığını meydana getirdiği yönündedir. EMF' ye maruz kalmak sinir gelişimi hastalıklarında önemli bir faktör gibi görünmezken araştırmalar Alzheimer ve beyin tümörü gibi sinir sistemi bozukluklarını oluşturduğunu göstermiştir.

Bazı lösemi ve kanserlerle ilgili tutarlı ve kayda değer buluşları en çok etkileyen şey, her manyetik alana maruz bırakılan bir semt veya mesleki tespitlerin kendi frekanslarıyla artış göstermesidir. Literatüre yeni eklenen bir yorumda EMF' ye insanların maruz kalmasının çok zor olduğudur. Hepimiz her gün EMF' ye maruz kalıyoruz karşılaştırma yapabilmek için maruz kalmayan popülasyon yoktur. Ayrıca EMF' ye maruz kalmak çok fazla kaynak yoluyla olabilir. Maruz kalma derecesi çok küçük adımlık yer değiştirmeye göze çarpar şekilde değişebilir.

Ne olursa olsun maruz kalma düşüncesi EMF'nin insanlar üzerindeki etkileri hakkındaki çalışmalarda problemin çoğunu oluşturur. Bunu inceleme amacıyla EMF'nin sinir sistemi gelişimi, cenin ve bebeklik dönemindeki maruz kalmayla oluşan uzun vadeli etkilerini inceleyen raporlara eleştiriler odaklandı.

3.1.Genetik Etkileri Ve Doğuştan Sakatlıklar

Özellikle cep telefonlarının kullandığı frekansa yakın frekanstaki EM alanının 1993 yılında Belçikalı bilimciler tarafından P53 geninde hasara yol açtığı gösterilmesi, aynı frekansın (2.45GHz) farelerde beyin lezyonu oluşturduğunun Washington Üniversitesinde (1995) gösterilmesi, WHO EMF projesi başkanı M. Repacholi'nin cep telefonu frekansının farelerde lenfomaya neden olduğu bulgusunun yayınlanmasının WTR (Wireless Technology Research) tarafından reddedilmesi, Motorola adına araştırma yapan ünlü Biyofizikçi Rose Adey'in araştırma sonuçlarını kabul etmeyen Motorola'nın kendisiyle bilimsel çalışmaları durdurması, yalnızca Fransa'da son bir yılda her iki cinste de beyin tümörü sayısında %31 artış görülmesi bize EM alanların özellikle genetik üzerine olan etkileri hakkında ipuçları sağlar.

EMF'nin genetik sakatlıklara veya doğuştan sakatlıklara neden olduğuna dair inandırıcı kanıtlar yoktur. Kromozom yapısıyla ilgili çalışmalar elektrik veya Magnetik alanın cytogenetik ve kültür hücrelerinin uçlarındaki cyrotoksikleri hiç etkilemediğini göstermiştir.

Magnetik alanın elektrik darbelerinin çeşitli şiddetlerine iki fare maruz bırakılır. Alanların dominant öldürücü mutasyonlarının kopyalamayı etkilemediği ve cytogenetik işaretlerle üç nesilden fazla yaşandığı bulundu. Ve benzer şekilde uzun süreli etkiler sıçanlar üzerinde yapılan çalışmalarda rapor edildi. Bununla beraber yüksek şiddetli elektriğe (20mV/cm) ve Magnetik alana (20 Gauss)maruz kalmak embriyo hücrelerinin bölünme oranını hızlandırır. EMF'nin kemirgenlerin gelişimi ve civciv embriyolarının gelişimi üzerine kötü etkileri vardır.

Dlugosz, elektrikle ısıtılan yatak kullanan annelerin doğan çocuklarında nöral tüp veya oral çatlaklık gibi eksikliklerin meydana gelmesini arttıran kanıtlar olmadığını iddia ederken; Li, elektrikli battaniye, su ısıtıcılı yatak veya video uçlu yatak kullanan annelerin çocuklarında doğuştan üre sistemi bozukluklarının meydana gelmesini arttıran bir rapor yayınladı.

Buna rağmen bugünkü kanıtlar EMF'ye maruz kalma sonucunda doğuştan sakatlıklar olduğunu belirlemezken, çoğu kanıt insanlarda değil hayvanlar üzerinde yapılan deneylerden elde edilmiştir.

Effect	species	intensity	duration	reference
Growth inhibition No DNA single-strand breaks or cross-link	E.coli CHO fibroblasts	B:3mT E:1,38 V/m in solution I:1900,72200 mA/m ² B:0.1,2mT	Up to 29h 1h	Ramonet a Reese et al
No change in repair of single strand breaks from X-rays exposure	Human lymphocytes	E:0.2,1,6,20V/m in solution B:0.05,0.6,1Mt	0.5-3h	Frazier et al
No change in sister-ChromatidExchange,frequency of mikronuclei	CHO fibroblasts	I:30,300,3000,30000mA/m ² B:0.22mT	24h	Livington al
No change in sister-Chromatid Exchange	Humanlymphcyt	I:30.300.3000,30000mA/m ² B:0.22mT	72h	Livington al
No change in sister-ChromatidExchange, choromosom breakage mitotic rate or cell cycle duration	Human lymphocytes and lymphoid cell lines	I:300 mA/m ² B:0.1,0.2 mT	69h	Cohen et al
Permanent increase in cell surface marker,the transferin receptör increased colony forming	Human colon adenocarcinoma cells	I:300 mA/m ² B:0.1mT	24h	Philips et al
Increased colony forming	Human colon adenocarcinoma cells	I:300 mA/m ² B:0.1mT	24h	Philips et al
No change in dominant lethal	Mice	E:15.50kV/m B:0.3,1.0mT	Up to severalgenetatio	Benz et al

mutations, multigenerational er points or cytogenetic effect		E:up to 30kV/m	4-11d One generation	
No change in cromosomal aberrations	Vicia fuba(bean) allium cepa(onio)			Rai et al

Tablo1:60 Hz deki EMF'nin genetik ve gelişim parametreleri üzerine etkileri

3.2.Çocuklardaki Beyin Tümörleri

1979 'da Westheimer ve Leeper manyetik alana maruz kalma ve çocuklardaki kanser arasındaki ilişki hakkında, lösemi için çok önemli olan raporlarını sundular. Raporun istatistiksel önemi büyüktü. Maruz kalan konutlardaki çocukların beyin tümörlerinin 1,34–2,67 limit %15 güven ve 1,89 bağıl riskle meta analizleri raporda yayınlandı.

1969'da yapılan çalışmalar sonucunda 298 beyin tümörü arasında hiçbir ilişki bulunamamış ve sonunda meta analizleri içermeyen iki rapor yayınlanmıştı. Bu tip çalışmaların ana problemi maruz kalmanın ne olduğunu belirlenememesidir. Yüksek gerilim güç hatlarının 300 m yakınında yaşayan çocuklarda yapılan çalışmalarda beyin kanserinin gelişimi hiçbir şekilde ispatlanamıyorken, çocukluk dönemindeki lösemi hakkında gelişmeler tespit edildi. Yüksek gerilim hatları yakınındaki evlerde yaşayan çocuklarda çocukluk çağı kanserlerindeki artışın epidemiyolojik olarak gösterilmesi ile tüm bu konudaki araştırmalar US National Academy of Sciences (Amerikan Bilimler Akademisi) tarafından tekrar incelenmiş ve 1996 yılında yüksek gerilim hatları yakınında yaşayan çocuklarda lösemi görülme riskinin diğerlerine göre 1,5 katı fazla olduğu Amerikan Bilimler Akademisi tarafından kabul edilmiştir.

Bununla beraber Swedish ve Danish'ten gelen sonuçlar birleştirildiği zaman 0,7 ile 3,2 arasında limit ve %95 güvenle 1,5luk risk oran havuzu oluştu. Wertheimer Savitz'in verilerini gözden geçirdi ve toprak akımları büyük, magnetik alan şiddeti daha büyük olan iletken tesisatlı evlerde yaşayanları inceledi. Çocukluk dönemindeki çeşitli kanser tipleri için yeterli sayıda analiz yokken, belirli bir analizin sonuçları göz önüne alınarak elektrik tesisatlarının risk oranları 1,8'den 4,0'a yükseltildi. Bu sonuç eğer daha iyi maruz bırakılma mümkün olursa risk oranlarının daha yüksek olabileceğini gösterdi.

Elektromagnetik alana maruz kalmanın ebeveynlere gerektirdiği bir uğraşın fonksiyonu olarak, beyin tümürlü çocukların konusuyla ilgili birkaç yayın vardır. Elektronik sanayide çalışan işçiler arasında, maruz kalan işçilerin çocuklarında beyin tümörünün gelişimiyle ilgili önemli bir rapor hazırlandı. Ebeveynlerin bilgisayar gibi elektronik bileşenlere maruz kalmaları durumunda, çocuklardaki beyin tümörünün küçük ve istatistiksel olarak ciddi şekilde gelişmediği görüldü. Wilkini ve Hundley her bir durumun dört kontrolü ile nöroblasmanın 101 durumu için ebeveyn meslekleri

üzerinde çalıştılar. Bumin et al, nöroblasmanın 104 durumunu rapor etti. Ve ebeveynlerin elektrikle ilgili meslekleri ile alakalı bir önemini bulamadı.

Elektrik uğraşısıyla ilgili mesleklerin bir fonksiyonu gibi yetişkinlerde beyin tümörüyle ilgili çok fazla sayıda çalışma vardır. Bu çalışmaların 29 tanesi analiz için yeterince detaylıydı. Çalışmalar belgenin EMF'nin maruz kalmasını farklı şekilde derecelendirmiştir. Maruz kalma direk ölçülmeden meslek başlıklarıyla kategorilere ayrılmıştır. Tablo2 bu raporların birkaç sonucunu göstermiştir.

	R.R	95% CL	q
All brain cancers electric ocoptions	1,21	1,11–1,33	54,1
electrical engineers	1,67	1,12–2,50	57,1
Welders	1,25	1,06–1,47	2,3
Power station workers	1,21	1,02–1,44	9,5
Gliomas Electric occupaions	1,39	1,07–1,82	25,2

Tablo2: mesleki olarak EMF' ye maruz kalma ve beyin kanseri

3.3. Alzheimer ve EMF' ye Maruz Kalma Arasındaki Olması Mümkün İlişki

EMF' ye maruz kalan meslekler ve Alzheimer hastalığının gelişimi arasında olması mümkün bir ilişki rapor edildi. Hastalar Kaliforniya ve Hollanda'da dört yerde Alzheimer programında çalıştılar. Birleştirilen durum sayısı 387 ve 475 tanede kontrollü durum vardır. Yüksek, orta, düşük şekilde EMF' ye maruz kalma oranlarında Alzheimer hastalığı 3,0'dı. Ve erkeklerden çok kadınlar arasında oldukça yaygındı. Görünen ilişki eğitimle ilgili değildir. Örneklenen mesleklerin en önde gelenleri, özellikle kadınlar için elbise tasarımcıları, terzilerdir. Bu meslekle EMF' nin önemli üretimini sağlayan kapalı uygulamalarla çalışmayı gerektirir.

3.4. Sonuç

Sonuç olarak EMF'nin doğuştan sakatlıklarla ilgili kanıtları çok azken, yetişkin ve çocuklarda beyin tümörlerinin meydana gelmesindeki gelişmelerle EMF' ye maruz kalma bağlantılarıyla çok fazla tutarlı veriler vardır. Bu çalışmaların çoğunda risk oranları düşük olmasına rağmen giderek artmaktadır. Verilen maruz kalma ifadelerinde veri havuzlarının analizlerinde belirtilenden daha fazla risk olduğu anlatılır. Bununla beraber EMF' nin beyin kanserleri için nasıl önemli bir risk taşıdığını belirlemek mümkün değildir. Beyin kanserleri hala seyrek olarak

rastlanan bir kanser türüken Amerika’da bu oran artış göstermekte ve kesinlikle ölüm ve ruhsal çöküntüler için önemsiz bir neden değildir.

Alzheimer hastalığının tetikleme ile meydana geldiği konusunda bir rapor mevcuttur. Ama bunun doğrulanması ek raporlar ve yeni yararlı araştırmalar gerektirir. Alzheimer hastalığının frekansla arttığı ve etiyolojinin etkili olduğu bilinmektedir.

Ek olarak; alışılmış sinirsel davranışların sonuçlarından meydana gelen yetersiz öğrenme, zihinsel geciktirme, hiperaktifliğin zararlı sonuçları gibi insan popülasyonlarının belirlenme çalışmalarının yapılmadığını vurgulamak gerekir. Özellikle Alzheimer konusunda gelişme kaydeden çok fazla araştırma olmadığını bilmek gerekir. Konvansiyonel maruz kalma ifadesi kullanılarak çalışmaların yaklaşık yarısı beyin tümörünün meydana gelmesiyle ilgili neredeyse önemsiz istatistiksel gelişmeler gösterirken, diğer yarısı hiçbir gelişme ispatlamamış veya önemli çok az gelişme bulmuştur. Sunulan sorulardan cevaplanamayan soru riskin gerçek değerinin ne olduğudur.

Bir diğer çok ciddi problem çocukluk kanserleri çalışmalarının temelini 2mg standardında olması ve çocuklardaki lösemiyle ilişkisinin, EMF’ ye maruz kalma standartlarıyla tavsiye edilmesidir. Grager Morgan tarafından “Tedbirli Sakınma” diye adlandırılan tavizli bir anlaşma stratejisi önerildi. Tedbirli sakınma herkes için uygun bir sistemdir. Ana fikir EMF’ ye maruz bırakılan insan sayısını eksiklik ve büyük zararlar olmaksızın azaltmaktır. Bu toplumun geneli için, yeni bina ve evlerde EMF’ ye maruz kalmayı azaltan mekanik mühendisliğin gelişmesi anlamına gelir ama mevcut elektrik tesisatı yapılarının yeniden döşenmesi ve yeniden inşası anlamına değil. Bu, özellikle yüksek voltajlı hatların olması mümkün etkilerini evlerden, okullarda ve ofislerden uzaklaştırmak güç hatlarını yönlendirmek anlamına gelir. Bunun dışında elektrikli battaniye kullanımı gibi elektrikli uygulamaları geride bırakmalıyız. Bu sonuçlar gösteriyor ki ev alırken komşumuzun EMF’ si üzerinde de düşünmeliyiz.

4.ELEKTROMAGNETİĞİN BÖCEKLERİN ÇOĞALMA KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu konuyla alakalı olarak “Drosophile Melanogaster” böcek türü üzerine deneysel çalışmalar yapıldı. Bu böcek kısa hayat periyotlu gelişim süresi ve başkalaşım evreleri gibi avantajlarıyla iyi bir deney hayvanıdır.

Model organizma olan Drosophile ile yapılan bir dizi deney özellikle oogeneze evresiyle ilgilidir.

Temel hücresel yöntemler memeli hücreleri ve bebekleri ile aynıdır. Ek olarak böcekler memelilere göre EMA’ya karşı daha dirençlidirler. Bu nedenle deneylerde Drosophile'nin kullanımı biyolojik etkilerin değerlendirilmesi açısından çok yararlıdır

Deneylerimizde üreme kapasitesi F1 pupa sayısı ile tanımlanmıştır. Deney şartları altındaki bu sayı ata sineklerin maksimum yumurtlama günlerinin ilk üç gününde istatistiksel olarak önemli miktarda larva ve yumurtaların ölüm oranıyla yeniden meydana gelir.

İlk deneylerde, böceğin çoğalması sırasındaki EM veya RF alanının etkilerinin düzenlenmesine çalışıldı. Ata sinekler yeniden oluşturulmadı. Bunun yerine genel popülasyon soyundan sinekler alındı. Çalışmaların diğer kısmında alan dışında yer aldığına çiftleşebilen ve dört gün daha yaşlı olan yalnızca dişi sinekler alana maruz bırakıldı. Çalışmaların sonuncusu olarak yalnızca on dakika çok şiddetli mikro dalga alanına yüz saat boyunca maruz bırakılan pupadan gelişen bir çift yetişkin sineğin yumurtlaması üzerinde duruldu. Bütün bu çalışmalarda, çok sayıda gelişmemiş yumurta kuluçkada maruz bırakılarak kontrol gruplarında rapor edildi.

4.1.Malzemeler ve Metotlar

Drosophile Melanogaster böceği ile olan deneylerimizi standart cam şişelerde 25⁰ C indikatörde ve 12 saat periyotlu aydınlık ve karanlıkta %70 bağıl nemde yerine getirdik.

Her bir deneyde soydan gelen yeni oluşmuş yetişkin sinekleri topladık. Onları çok aydınlık bir ortamda anestezi yaparak dişi ve erkekleri birbirinden ayırdık. Toplanan sinekler standart laboratuvar standart yiyecekleri bulunan standart on şişede gruplandırıldı.

Yiyecek karışımı yaklaşık on dakika steril ortamda kaynatılır. Yiyecekler şişelere eşit miktarda dağıtılır. Sinekleri şişe eksenine paralel ve şişe duvarına temas edecek şekilde şişenin dışındaki mobil telefon antenine şişe içinde maruz bırakıyoruz. Her bir deney için ilk gün maruz bırakmaya günde altışar dakikalık doz süreleri ile başlıyoruz. Tanımlandığı şekilde ikinci deney seti için beş tam gün, üçüncü deney seti için iki tam gün maruz bırakılır. İlk deneyler böceklerin üreme kapasitelerinde çok az bir süre maruz kalmanın da önemli bir etki oluşturmada yeterli olduğunu göstermiştir.

Bilim adamı mobil telefonla bağlantı sırasında konuşabilir veya sessiz kalabilir. Biz aslında konuşurken yayılan radyasyon artışının şiddetiyle ilgileniyoruz. İki durumda da maruz kalma sırasında bilim adamının mobil telefonda olan pozisyonu ve cam şişeler aynıdır. Aynı şekilde deneysel sıranın içeriğinin oda şartları ve pozisyonları daima aynıdır.

Her defasında maruz bırakılmadan önce, pamuk tıkaçlar şişelerin içine doğru aşağı itilerek sineklerin maruz kalmaları için küçük dar bir alana hapsedilmeleri sağlanmış olur. Maruz bırakıldıktan sonra pamuk tıkaçlar geri çekilerek şişeler tekrar kültür ortamına bırakılır.

Üç deney seti dışarı alınır. Birinci sette (A) ; böcekleri mobil telefonların GSM alanlarına, mobil telefon operatörü non-speaking modundayken (nonmodulated emission) maruz bırakıyoruz. İkinci deney setini (B) mobil telefon operatörü speaking modundayken (modulated emission) maruz bırakırız. Üçüncü deney seti (C)GSM alanının her bir cinsiyet üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla dizayn edilmiştir.

İlk iki deney grubunda böcekler iki gruba ayrılır.

1.Maruz bırakılan grup(E)

2.Hileli olarak maruz bırakılan grup(SE)

Her bir grupta on dişi ve on erkek ilk 48 saat için ayrı cam tüplerde muhafaza edilir. Dişi sinekler oogenez evresinde bulunmaktadır. Yumurtalıktaki yumurtanın gelişimi 14 evrede 48 saat içinde biter. İki günün sonunda yumurta ve sperma gelişimini tamamlamış durumdadır. Bundan sonra böcekler çok aydınlık ortamda tekrar anestezi yapılır. Ve dişi böceklerle erkek böcekler aynı ortama bırakılarak 72 saat boyunca üremelerine izin verilir. Bu üç gün içinde günlük yumurta üretimi maksimumdur. Beşinci günde sabitleme ve onuncu günün sonunda yumurta üretiminde tutarlı bir biçimde azalma meydana gelir.

Üçüncü deney setindeki (C) mobil telefon operatörü speaking moduna alınır. Ama bu deney setindeki böcekler dört gruba ayrılır. Birinci grupta (E 1) hem dişi hem erkekler maruz bırakılır. İkinci grupta , (E2) yalnız dişiler, üçüncü grupta (E3) yalnız erkekler ve dördüncü grupta (SE) hileli şekilde (kontrollü) maruz bırakılma yapılır.

Deneyin ilk iki gününde altı dakikalık maruz bırakılmalar yapılır. Bu deney setleri GSM alanının cinsiyetlerin ayrılarak üreme kapasiteleri üzerindeki etkilerini kaydetmemizi sağlarlar.

Drosophile' nin yumurtlaması birçok faktörden etkilenmiş olabilir: Isı, nem, kalabalık, önceki anestezi, yiyecek vs. Bu faktörlerin sabitlemesiyle özel olarak ilgilenmelidir.

Deneylerimizde çok sık rastlanan bir GSM mobil telefon aygıtı kullandık. Kullandığımız aygıt olan NARDA8718' in bir probunu böceklerin cam şişesinin içine bırakıyoruz. Cam şişenin dışındaki şişeyle temas halinde şişe eksenine paralel mobil telefon anteniyle altı dakikalık modüle emisyonuyla yapılan güç şiddet ölçümü $0.436 \pm 0.060 \text{ mW/cm}^2$ 'dır. Bu ölçüm $37.21 \pm 7.10 \text{ V/m}$ olan elektrik alan şiddetiyle uyumludur.

4.2 Sonuçlar

4.2. a. “Nonmodulated” GSM Alanlarla Yapılan Deneyler

Nonmodulated alanlarla (non- speaking emission) dört deney yaptık.(A1- A4) Maruz kalma parametreleri kullanıcının mobil telefon bağlantısı sırasındaki durumuna benzer şekilde hazırlanır. Deney sonuçları tablo 3 ‘de verilmiştir.

Tablo 3 E(NM) grubundaki sineklerin nonmodulated alanlarının (NM) GSM mobil telefonlara maruz kalanların (NM) ilk üç günlük maksimum yumurtlama zamanlarında sineklerin F1 pupalarındaki yüzde sayılarını gösterir.

İstatiksel analizler maruz kalanlar ve SE grubu arasındaki yumurtlama farklılıklarını gösterir.

4.2. b. “Modulated “ GSM Alanlarla Yapılan Deneyler

Modulated alanlarla yine dört deney yapıldı.(B1-B4) Deney maruz kalma sırasında kapalı mikrofonla konuşularak yapıldı. Sonuçlar Tablo 4 “de gösterildi.Tablo4 E grubu ve SE grubunun maksimum yumurtlamalarının ilk üç günündeki F1 pupalarındaki sinek yüzdesini gösterir.

Experiment No	Groups	mean no. of F1 pupa per maternal fly	Deviation from control
A1	E(NM)	9,7	16,38%
	SE(NM) (control)	11,6	
A2	E(NM)	10	-15,96%
	E(NM)(control)	11,9	
A3	E(NM)	9,8	-20,16%
	SE(NM)(control)	12,4	
A4	E(NM)	10,4	-19,38
	SE(NM)(control)	12,9	
Average \pm SD	E(NM)	9,975 \pm 0,311	-18,24
	SE(NM) (control)	12,2 \pm 0,57	

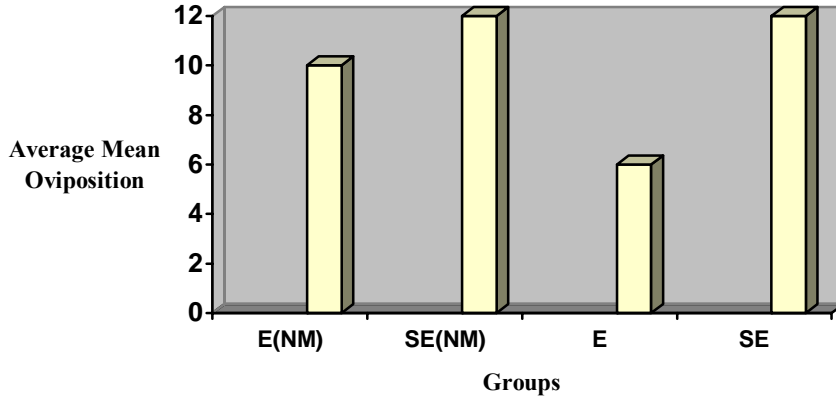
Tablo3:Nonmodulated GSM alanların drosophile melanogasterin üreme kapasitesi üzerine etkileri

Experiment No	Groups	mean no. of F1 pupa per maternal fly	Deviation from control
B1	E	6,7	-48,85%
	SE(control)	13,1	
B2	E	5,1	-56,78%
	SE(control)	11,8	
B3	E	5,6	-53,72%
	SE(control)	12,1	
B4	E	6	-53,125%
	SE(control)	12,8	
Average \pm SD	E(expose)	5,85 \pm 0,67	-53,01%
	SE(control)	12,45 \pm 0,6	

Tablo4:Modüleli GSM alanların Drosophile Melanogaster' in üreme kapasitesi üzerine etkileri

Yukarıdaki sonuçların iki deney seti için (A-B) sunulan grafikleri de Şekil2 de gösterilmiştir.

reproductive Capacity of Exposed and control groups



şekil2:dört deneyin ortalama değeri F1 pupa sayısı ile gösterilmiştir.(sinek yüzdesi) ilk üç gündeki maksimum yumurtlama nonmodulated ve modulated maruz bırakılan(E(NM),E) ve kontrollü gruba uyan grup(SE(NM),SE)

4.2.c.Modulated GSM Alanların Dişi ve Erkek Böceklerin Üreme Kapasiteleri Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması

Üçüncü deney setini(C1-C4) yukarıda tanımlanan birbirinden ayrılmış dört böcek grubu ile modulated GSM alanlarıyla beraber uyguladık. Bu deney setinde böcekleri yalnızca iki gün boyunca GSM alana maruz bıraktık. Sonraki üç gün yumurtlama ve çoğalma süresince böcek grupları her gün yeni anestezi yapılmaksızın taze yiyecekli yeni şişelere transfer edilir. Bu prosedür günden güne bir farklılık olup olmadığını kontrol etmemizi sağlar.

Bu sonuçlar şekil2 'deki grafikte verilmiştir.

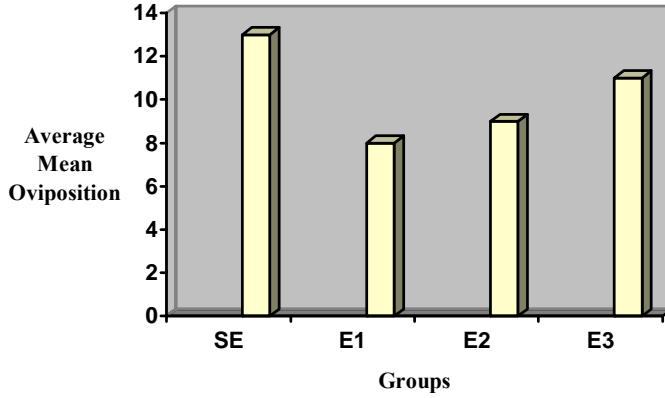
Üçüncü deney setindeki sonuçlar gösterir ki GSM alanlar iki cinsinde üreme kapasitesini etkiler. Dişi sineklerin (E2) erkeklerden (E3) daha çok etkilendiği görülmektedir.

Bu deney setinde dört grubun yumurtlaması arasındaki fark kuluçka yumurtalarının ve döllenenin üç günün ilk iki gününde daha fazla olmasıdır.

No	Groups	mean no. of FI pupa per maternal fly	Deviation Experiment from control
C1	SE(control)	13,2	
	E1	8,5	-35,61%
	E2	9,4	-28,79%
	E3	11,7	-11,36%
C2	SE(control)	13,8	
	E1	7,6	-44,93%
	E2	8,9	-35,51%
	E3	12,1	-12,32%
C3	SE(control)	12,9	
	E1	7,8	-39,53%
	E2	9,3	-27,91%
	E3	11	-14,73%
C4	SE(control)	13,5	
	E1	6,9	-48,89%
	E2	7,8	-42,22%
	E3	12,2	-9,63%
Average ± SD	SE(control)	13,35 ± 0,39	
	E1	7,7 ± 0,66	-42,32%
	E2	8,85 ± 0,73	-33,71%
	E3	11,75 ± 0,54	-11,985%

Tablo5:Modulated GSM alanların her bir cinsin üreme kapasitesi üzerine etkileri

Effect of GSM field on The reproductive Capacity of Male and Female Insect



Şekil3:Modulated GSM alanların her bir cinsin üreme kapasitesi üzerine etkileri. E1 grubunun her iki cinside maruz bırakıldı.E2 grubunun yalnız dişileri maruz bırakıldı.E3 grubunun yalnız erkekleri maruz bırakıldı.

4.3.Konuyla İlgili Tartışma

İstatiksel analizle açıkça göstermiştir ki, GSM alana maruz bırakılan “Drosophile“ gruplarının üretimi kontrol gruplarına göre %60 azalmıştır.

Yine deneylerimiz GSM radyasyonunun dişi ve erkek böceklerin ikisinin de üreme kapasitelerini etkilediğini göstermiştir. Dişi böceklerin, erkek böceklere göre daha fazla etkilenmelerinin nedeni maruz bırakılmanın eklosyon evresinden hemen önce yapılmasıdır. Bundan birkaç saat sonra dişi ineklerde oogenez başlar. Aynı anda erkek ineğin ilk sperması olgunlaşmasını tamamlamıştır.

Üreme kapasitesi “modulated” emisyonunda “nonmodulated”a göre daha fazla azalır.(modulated emisyonunda:%50–60 nonmodulated emisyonunda :%15–20) Ek olarak modüleli alandaki güç şiddeti nonmodulated emisyonuna göre büyüklük olarak artış sağlar. Bu etki yayılan güç şiddetiyle lineer olarak artış göstermez, ama elektrik alan şiddetiyle daha iyi uyumludur.

Özellikle küçük böcekler için, güç şiddeti açısından radyasyona başvurmak nesnel olarak kolaylıkla ölçülebilen (SAR’a tercihen) ama tam olarak tahmin edilemeyen bir tercihtir.

Cam şişelerin içinde GSM alanından kaynaklanan herhangi bir sıcaklık artışı tespit edilmedi. Bir miktar sıcaklık artışı olsa bile bu $0,1^{\circ}\text{C}$ 'den daha küçüktür. Bu değişim böcekleri etkileyebilecek bir artış değildir. Bu yüzden, kaydedilen etkiler ısıya bağlı değildir.

Aslında GSM sinyalleri kesinlikle sabit değildir. Frekans ve şiddette sürekli bir değişim vardır. Değişen parametrelerle elektromagnetik alanlar, sabit parametrelerle olan alanlardan biyolojik olarak daha aktiftir. Çünkü canlı organizmalar için bu değişime adapte olmak oldukça zordur.

Genellikle, RF alanlarla yapılan biyolojik deneylerde, özel yapılar farklı örnekler için elektromagnetik alana maruz kalma şartlarını sabitlemeye çalışır. Deneylerimizde bütün sineklerin sabit güç şiddetinde veya SAR 'da bir şişede tutulması önemli değildir. Çünkü bu gerçek şartlara uygun değildir ve kaydedilen etkiler tamamen istatikseldir. Kesinlikle maruz kalma sisteminin karakteristiğinin sabit olmaması ile ilgili istatistiksel bir analiz yapılmalıdır. Eğer farklı deneylerdeki gruplar arasındaki değişim çok fazlaysa istatistiksel analiz bize hipotezin geçersiz olduğunu gösterir.

Elektromagnetik alanların biyolojik etkileri hakkında yayınlanan biyokimyasal bir açıklama olmamasına rağmen, kendi sonuçlarımızın diğer laboratuvar çalışmalarıyla bağlantılı olarak, elektromagnetik alanların hücre çoğalması oranında DNA, RNA ve protein sentezi vb. etkili olduğunu gösteren bir çaba olduğunu söyleyebiliriz.

Bu yüzden RF alanlarının DNA, RNA, protein sentezi ve hücre çoğalmalarını azalttığı iddiasında bulunabiliriz. Hücre çoğalması ve sentez oranındaki azalış, oogenez ve spermatogenezdeki gecikmeyle sonuçlanır.

Dış elektromagnetik alanların sitoplazma iyon konsantrasyonunu etkilemesinin dış alanlar ve plazma zarı ile ilişkili olduğu görülür. Biyofiziksel bir mekanizma incelendiğinde çok az miktardaki ELF(extremely low frequency) alanının, hücrelerin plazma zarında düzensiz elektriksel duyarlıktaki geçişlere neden olduğu ve bunun hücre fonksiyonlarına zarar verdiği görüldü.

Deneylerimizde, GSM mobil telefonların böceklerin üremeleri üzerine olan etkilerini analiz etmede çok iyi tanımlanan biyolojik sistemleri kullandık. Deneylerimizin sonuçları GSM mobil telefonlardan yayılan 900MHz'deki taşıyıcı frekanslı RF radyasyonun, biyolojik aktivitesinin çok yüksek olduğunu ve böceklerin üreme kapasitelerinden belli değişikliklere neden olduğunu göstermiştir. Sonuçlar yeterince açık ve heyecan vericidir.

Her şeye rağmen bizim sonuçlarımızla insanlar üzerine olması mümkün etkileri hakkında bir paralellik olduğunu söyleyemeyiz. Ama bu sonuçların mobil telefonlardan yayılan GSM radyasyondan tedbir olarak kaçınmamız gerektiğine işaret ettiğini düşünüyoruz.

Radyasyonun gerekli önlemlerin alınmaması durumunda oldukça zararlı olabilen bir olgu olduğu görülmüştür. Bu nedenle hangi tür radyasyon olursa olsun çok iyi tanınmalı ve gerekli tüm tedbirler alınmalıdır. Radyasyonun şakası olmayacağı unutulmamalıdır. Bize düşen ihmalkarlık etmemek zamanında ve etkili tedbirler almaktır.

5.EM RADYASYONDAN KORUNMAK İÇİN NE YAPMALI?

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 çevrenin elektromagnetik kirlenmesine karşı tedbirler.

EMA'ların zararlı etkilerinden korunmak için aşağıdaki tavsiyeleri yapabiliriz.

Her şeyden önce konuyla ilgili ülkemizde yapılan veya getirilen elektrik enerjisini kullanan cihazların denetlenmesi gerekir. CE damgası olmayan ürün kullanılmamalıdır.

Ayrıca Radyo ve TV kanalları ve mobil iletişim için bir güç sınırlanması EMA çevre kirliliğini azaltma yönüne bilhassa büyük şehirlerde yararlı olacaktır.

Aşağıdaki önerilerin elektromagnetik radyasyona belirli zamanlar değil, sürekli olarak maruz kalanlar için geçerli olduğunu özellikle belirtelim.

- Yüksek gerilim hatları yerleşim birimlerinin uzağına taşınmalı. 380 KV için en az 60 m, 154 KV için 40 m emniyet bölgesi bırakılmalıdır.
- Elektromanyetik alanlarda çalışanların korunması için gereken önlemler –özel giysiler, yalıtım sistemleri vb- alındıktan sonra çalışma süreleri radyasyon alımının miktarına ve sürekliliğine göre belirlenmeli.
- Elektrikli battaniye ya da su yatağı ısıtıcıları yatağa girdikten sonra kapatılmalı.
- Elektrikli radyolu saatler, tele-sekreterler ve benzeri aletleri yatak odanızda bulundurmayın sayet çok gerekliyse yataktan en az 1,5 m veya daha uzağına yerleştirilmeli.
- Yatak – özellikle de çocukların yatağının- başucunun dayandığı duvarda evin elektrik hatlarının geçmemesine özen gösterilmeli.
- Bilgisayar ekranlarından en az bir kol mesafesi uzaklıkta oturulmalı. Kullanılmadığı zamanlarda bilgisayarlar kapalı olmalı.

- Bilgisayarlarınızın arkası en tehlikeli bölgedir. Büro ya da evdeki bir bilgisayarın arkasına 1,5 metreden fazla yaklaşılmamalı ve arkası kullanılmayan bir alana yönlendirilmeli.
- Televizyon en yakın, ekrana 2 metre uzaklıktan izlenmeli ve arkası sokağa doğru olmalı.
- Saç kurutma makinesi mümkün olduğu kadar az kullanılmalı. Uzun süreli ve sürekli kullanımın kellikten göz bozukluğuna uzanan bir zararlar listesi oluşturulabileceğini iddia ediyor uzmanlar.
- Fişi takılı aletlerden uzak durunuz.
- Mikrodalga fırınından, çamaşır ve bulaşık makinelerinden buzdolaplarından ışımadan korunmak için cihazın önünde mümkün olduğunca kısa süre kalınmalı ve özellikle de küçük çocukların mikrodalga fırına yaklaşmalarını engellemelidir.
- Cep telefonlarını yalnızca zorunlu hallerde ve yüksek volümde kullanın.

Kullandığımız teknolojik ürünlerin çoğunu, faydaları zararlarından daha çok olduğu için kullanmaya devam ediyoruz. Burada önemli olan riskin en aza indirilmesi suretiyle elektrik enerjisinden optimum yararlanılması ve gereksiz maruziyetin önlenmesidir.

KAYNAKLAR:

1. Electromagnetic Biology And Medicine..... DİMİTRİS J. PANAGOPOULOS
ANDREAS KARABARBOUNİS
LUKAS H. MARGARİTİS
2. Bioeffects of Microwave.....S.BANIK
S.BANDYOPADHYAY
S.GANGULY
3. Possible effects of Electromagnetic Fields on
The Nervous System And Development.....DAVID O.CARPENTER
4. Elektromanyetik Kirlilik ve Etkileri,
Korunma Yöntemleri sempozyumu(1999).....PROF. DR.NESRİN SEYHAN ATALAY
5. EMO DergiProf. DR. SELİM ŞEKER