

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞÇİ SAĞLIĞI ve İŞ GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

**AFŞİN ELBİSTAN TERMİK SANTRALLERİNDE
ÇALIŞANLARDA SAĞLIK DURUMUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arzu FIRLARER

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Mustafa N. İLHAN

ANKARA

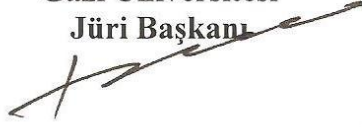
Şubat 2010

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 15/03/2010

İmza
Prof.Dr. Remzi AYGÜN
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı



İmza
Prof.Dr. H. Nesrin SEYHAN
Gazi Üniversitesi



İmza
Doç.Dr. Mustafa N. İLHAN
Gazi Üniversitesi



İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER, RESİMLER, GRAFİKLER	iv
TABLolar	v
SEMBOLLER, KISALTMALAR	vi
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Elektromanyetik Alanlar	5
2.1.1. Elektromanyetik Spektrum ve EM Alan Kaynakları	10
2.1.2. İyonize ve Non-İyonize Radyasyon	14
2.1.2.1. Elektromanyetik Spektrumun İyonize Bileşenleri	15
2.1.2.2. Elektromanyetik Spektrumun Non-İyonize Bileşenleri	16
2.2. Termik Santraller	16
2.3. ELF Elektromanyetik Alanların Sağlık Etkileri	22
2.3.1. Etki Mekanizması:	24
2.3.2. EMA Sağlık Etkilerine İlişkin Tarihsel Gelişim ve Genel Bilgi:	25
2.3.3. ELF Alanların Hücreye Etkisi:	28
2.3.4. ELF Alanların DNA Yapısına Etkileri:	30
2.3.5. ELF Alanların Kansere Oluşumu Üzerine Etkisi:	30
2.3.6. ELF Alanların Üremeye Etkisi:	34
2.3.6. ELF Alanların Sinir Sistemine Etkisi:	36
2.4. Dünyada ve Türkiye’de EM Alanlarla İlgili Yasal Düzenlemeler	37
3.1. Araştırma Bölgesinin Tanıtılması	41
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme	44
3.3. Araştırmanın Tipi	46
3.4. Araştırmanın Değişkenleri	46
3.4.1. Bağımsız Değişkenler	46
3.4.2. Bağımlı Değişkenler	46
3.5. Araştırmanın Uygulanması	47

3.5.1. İzinler ve Etik:	47
3.5.2. Ölçümler ve Uygulama Yöntemi:	47
3.5.3. Araştırma Anketi ve Uygulama Yöntemi:	49
3.6. Araştırma Verilerinin Düzenlenmesi ve Analizi	50
3.7. Araştırmada Karşılaşılan Güçlük ve Kısıtlılıklar	50
3.8. Araştırmanın Zaman Çizelgesi ve Bütçe.....	51
4. BULGULAR	52
4.1. Elektromanyetik (EM) Alan Haritası	52
4.2. Afşin Elbistan Termik Santrallerinde Çalışanların Sağlık Durumları .	53
4.2.1. Tanımlayıcı Özellikler	53
5. TARTIŞMA.....	56
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	60
7. ÖZET	63
8. SUMMARY	65
9. KAYNAKLAR	66
10. EKLER.....	76
11. ÖZGEÇMİŞ.....	98

ŞEKİLLER, RESİMLER, GRAFİKLER

Şekil 1: Manyetik Alan.....	6
Şekil 2: Bir iletenden geçen akımın yarattığı manyetik alan çizgileri	6
Şekil 3: Yerin Manyetik Alan Çizgileri	7
Şekil 4: Elektromanyetik Dalga Yayılımı ³¹	10
Şekil 5: Elektromanyetik Spektrum ¹⁶	13
Şekil 6: Elektromanyetik Spektrum ³⁴	13
Şekil 7: Afşin-Elbistan Kömür Havzası Genel Vaziyet Planı. Ölçek: 1/25.000	42
Resim 1: Buhar türbinli santral kesiti	21
Resim 2: Buhar türbinli termik santralin prensip şeması ve bölümleri	21
Resim 3: Termik santral enerji dönüşüm şeması.....	21
Resim 4: Afşin-Elbistan ve Çatalağzı termik santrallerinden görünüm.....	22
Resim 5: Elektriğin üretimi ve taşınması.....	22
Resim 6: Hücre zarı etkileşimi	24
Resim 7: EFA-300 ve problemleri.....	45
Resim 8: B Termik Santrali Ana Kumanda Merkezi.....	48
Resim 9: Afşin Elbistan Çobanbeyli Şalt Sahası	49

TABLolar

Tablo 1: Elektromanyetik Alanların frekans, dalga boyu ve foton başına enerji değerleri ³⁷⁻³⁸	12
Tablo 2: Genel halk maruziyeti ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda çıkarılan bağıl riskler ⁵⁸	32
Tablo 3: EM alanlar mesleki maruziyet üzerine yapılan epidemiolojik kanser vakaları ⁵⁸ ..	33
Tablo 4: Türk Standartları Enstitüsünün hazırladığı limit değerler	39
Tablo 5: Mesleki Maruziyette izin verilen ICNIRP Limitleri	39
Tablo 6: EÜAŞ'a bağılı santrallerde meydana gelen iş kazalarının kaza nedenlerine göre dağılımı (EÜAŞ, İş Kazaları İstatistiği, 2008) ⁷¹	44
Tablo 8: Araştırmanın bütçesi	51
Tablo 7: Araştırmanın İş-Zaman Planı	51
Tablo 9: Ölçüm yapılan alanlara göre ortalama EM alan ölçüm sonuçları	52
Tablo 10: Meslek dağılımı	54
Tablo 11: Termik Santral Çalışanlarına Uygulanan Ankete Göre Şikayet/Bulgu Sonuçlarının Dağılımı	55
Tablo 12: Hava hattı iletkenlerinin en büyük salgı durumunda üzerinden geçtikleri yerlere olan en küçük düşey uzaklıkları	58

SEMBOLLER, KISALTMALAR

AB/EU	(European Union)	: Avrupa Birliği
AC	(Alternating Current)	: Alternatif Akım
AEL	(Afşin Elbistan Linyitleri)	: Afşin Elbistan Linyitleri
DC	(Direct Current)	: Doğru Akım
E	(Electric Field)	: Elektrik Alan
ELF	(Extremely Low Frequency)	: Oldukça Düşük Frekans Aralığı ($0 < f < 300\text{Hz}$)
EM	(Electromagnetic)	: Elektromanyetik
EMA/EMF	(Electromagnetic Field)	: Elektromanyetik Alan
f	(Frequency)	: Frekans
H	(Magnetic Field)	: Manyetik Alan
GPS	(Global Positioning System)	: Global Yer Belirleme Sistemi
GNRK	(Gazi Non-Ionizing Radiation Protection Center)	: Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi
LF	(Low Frequency)	: Düşük Frekans Aralığı ($300 \text{ Hz} < f < 3 \text{ kHz}$)
IARC	(International Agency for Research on Cancer)	: Uluslar arası Kanser Araştırma Ajansı
ICNIRP	(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)	: Uluslararası Non-İyonize Radyasyondan Korunma Komisyonu
IEEE	(Institute of Electrical and Electronics Engineers)	: Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Enstitüsü
ILO	(International Labor Organization)	: Uluslararası Çalışma Örgütü
KKD	(Personel Protective Equipment)	: Kişisel Koruyucu Donanım
MPE	(Maximum Permissible Exposure)	: İzin verilen en fazla maruziyet dozu
ORT	(Arithmetic Mean)	: Aritmetik Ortalama
NIR	(Non-Ionizing Radiation)	: Non-İyonizan Radyasyon
RF	(Radio Frequency)	: Radyofrekans ($3 \text{ kHz} < f < 300 \text{ GHz}$)

RMS	(Root Mean Square)	: Etkin Değer - Ortalama Karekök
TSE	(Turkish Standards Institution)	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	(Turkish Statistical Institute)	: Türkiye İstatistik Kurumu
SS	(Standard Deviation)	: Standart Sapma
VHF	(Very High Frequency)	: Çok Yüksek Frekans (30 < f < 300 MHz)
WHO / DSÖ	(World Health Organization)	: Dünya Sağlık Örgütü
YGH	(High Voltage Lines)	: Yüksek Gerilim Hattı
eV	(Electron Volt)	: Elektron Volt
G	Gauss	: Gauss (Manyetik Alan Şiddeti Birimi)
mG	miliGauss	: miliGauss
T	Tesla	: Tesla (1T=10 ⁴ G)
W	Watt	: Watt (Güç Birimi)
MW	MegaWatt	: MegaWatt (1 MW = 1000 W)
kV	kiloVolt	: kiloVolt (Elektrik alan şiddeti birimi)
Km	kilometre	: kilometre (1 km = 1000 m)

ÖNSÖZ

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yüksek Lisans eğitimim boyunca büyük desteğini gördüğüm, tez çalışmam boyunca beni yönlendiren tez danışmanım Sn. Doç Dr. Mustafa N. İlhan'a, büyük desteklerini gördüğüm sayın hocam ve Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Bilim Dalı Başkanı Sn. Prof. Dr. Remzi Aygün ile sayın hocam Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı ve Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi (GNRK) Müdürü Sn. Prof. Dr. Nesrin Seyhan'a, saha çalışmalarının yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Afşin-Elbistan Linyitleri (AEL) İşletme Müdürlüğü, Afşin-Elbistan B Santrali İşletme Müdürlüğü, Afşin-Elbistan A Santrali İşletme Müdürlüğü, Park Teknik A.Ş. Çöllolar İşletme Müdürlüğü personellerine, AEL İşletme Müdürlüğü Elektrik Elektronik Başmühendisi Sn. Sezai Karagenç'e, Park Teknik A.Ş. Proje Koordinatörü Sn. Güray Eken'e,engin hoşgörüsüyle her zaman beni destekleyen dostlarım Sn. Semih Özden'e ve Sn. Müfit Şimşek'e ve tez çalışmalarım süresince omuz omuza birlikte çalıştığımız değerli dostum Sn. Ramazan Yön'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans eğitimim süresince beni sabırla destekleyen canım anneme ve canım babama sevgilerimi sunuyorum.

Çalışma sonuçlarının İş Sağlığı ve Güvenliği alanına katkı sağlamasını umut ediyorum.

1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişme yolundaki ülkeler hızlı bir ekonomik büyüme göstermişler ve enerji tüketimlerini yaklaşık iki katına çıkarmışlardır. Ülkeler, artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kaynaklarının elverdiği ölçüde değişik üretim tekniklerine başvurumaktadırlar¹.

Dünya enerji ihtiyacının % 90'ına yakın bir bölümü fosil yakıt kaynaklarının kullanıldığı termik santrallerden karşılanmaktadır. İnsanoğlunun fosil enerji kaynaklarını kullanmaya başlaması ile birlikte çevre kirliliği süreci de hızlanmıştır. Bu süreç içinde hatalı şekilde yapılan çevre yönetimi, çevresel etkileri dikkate almayan teknoloji seçimleri ile biyosferde oldukça önemli kirlenmeler oluşturmuştur¹.

Türkiye'de 1970'li yıllar artan enerji ihtiyacının giderek hızlandığı yıllar olup; bu yıllarda hidrolik enerjinin dengelenmesi, çabuk yapılabilirliği, ucuza mal edilmesi ve dış kredi kaynaklarının kolay bulunabilirliği nedeniyle termik santrallere yönelinmiştir. O yıllarda termik santrallerin gerek çevreye gerekse santral çalışanlarına yapabileceği sağlık etkileri konusunda Türkiye'de ve dünyada yeterli bilgi birikiminin ve dolayısıyla kamuoyunun bu konuda hassas olmaması nedeniyle bu konular akla gelmeden ve önemsenmeden, gerekli çevre ve işçi sağlığı önlemleri alınmadan hızla termik santraller inşa edilmeye başlanmıştır¹.

İnsanların çevre konusundaki duyarlılığının artmasıyla birlikte güç iletim hatlarının meydana getirdiği alanların canlılar üzerindeki etkilerinin araştırılması için yapılan incelemeler günden güne yükseliş

göstermiştir. İnsan ya da diğer canlılar, evrimin hiçbir aşamasında günümüzdeki kadar yüksek şiddette elektromanyetik (EM) alanların etkisi altında kalmamıştır. Bunun doğal sonucu olarak insanın ve öteki canlıların bunlara karşı bir korunma mekanizması geliştirmiş olması beklenemez. Son çeyrek asır süresince başta ABD ve Avrupa olmak üzere tüm dünyada bu alanda yüzlerce araştırma yapılmıştır. 1994'te ABD ve Finlandiya'da yapılan araştırmalar, elektromanyetik alanların çok etkisinde kalan işçilerde Alzheimer hastalığının, normal insanlara göre erkeklerde 4.9 kat, kadınlarda da 3.4 kat daha çok görüldüğünü ortaya koymuştur. 1998'de gerçekleştirilen bir başka araştırmada da radyo operatörleri, endüstriyel donanım işçileri, veri işleme aygıtı tamircileri, telefon hattı işçileri, elektrik santralleri ve trafo merkezlerinde çalışan işçilerle film makinistlerinde Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı ve başka birtakım nörolojik bozuklukların daha çok görüldüğü ortaya çıkmıştır^{2,3}.

Son yıllarda yapılan deneysel, epidemiyolojik ulusal ve uluslararası araştırmalarda EM alanların temel biyolojik olaylarda değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir. Günümüze kadar yapılan çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda EM alan maruziyetinin; hücrenin hayati işlevleri olan membran fonksiyonlarında, hücresel iletimlerde ve metabolizmada önemli değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, DNA kırıkları ve kromozomlarda görülen anormalliklere, beyin nöronlarının ölümünü de kapsayan çeşitli hücre ölümlerine, serbest radikal oluşumunda artışa, hücresel strese ve zamansız yaşlanmaya, hafıza kaybı, öğrenme güçlüğü gibi beyin fonksiyonlarında değişikliğe ve özellikle çocukların aktivitelerinde değişikliklere, kadınlarda üreme sağlığı bozukluklarına, halsizlik ve baş ağrısına, uyku bozukluklarına, nörolojik dejenerasyonlara, melatonin salgılanmasında azalmaya ve kansere neden olduğu saptanmıştır⁴⁻²⁸.

EM alanların mesleki maruziyetin değerlendirmesi maruziyeti tanımlayan ölçüm verilerinin toplanmasını gerektirmektedir. Birçok durumda limit değerlere göre maruziyeti en iyi tanımlamanın yolu uygun cihazları kullanarak ölçüm yapmaktır. Bazı durumlarda ise doğrudan indüklenen akımı ölçmek yeterli olabilmektedir. Çalışma ortamındaki en pratik yaklaşım ortamdaki elektrik ve manyetik alan şiddetini ölçmektir²⁹.

Araştırmada EM alan ölçümleri Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi (GNRK) tarafından, Merkeze ait ölçüm cihazları ile yapılmıştır. GNRK, Gazi Üniversitesi bünyesinde, 25 Ocak 2005 tarihli Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) onayı ve 22 Temmuz 2005 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan yönetmelik ile Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanlığınca kurulmuştur. Kuruluşundan bugüne kadar 0–300 GHz frekans aralığında kişisel ve kurumsal istekleri değerlendirerek Elektromanyetik alan ölçümü ve danışmanlık hizmeti vermekte, sonuçların ulusal ve uluslararası standartlarla sağlık ve biyolojik etkiler açısından değerlendirildiği kapsamlı raporu kişi, kurum ve kuruluşlara sunmaktadır (www.biyofizik.gazi.edu.tr, www.gazi.edu.tr, www.emk.gazi.edu.tr).

Bu çalışmanın amacı Afşin Elbistan Termik Santralleri ve bunlara bağlı linyit sahalarının şalt sahalarında ve arıza bakım ünitelerindeki ELF manyetik alan maruziyet seviyesini belirlemek ve bu ortamlarda çalışan kişilerin sağlık durumlarının araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

Doğal ve birçok yapay kaynak, elektromanyetik enerjiyi elektromanyetik dalgalar halinde yaymaktadır. Bu dalgalar, elektriksel ve manyetik alanlardan oluşur. Bu alanlar; bitki, hayvan ve insan hücreleri gibi biyolojik sistemleri çeşitli şekillerde etkilemektedir. Bu etkileşimi daha iyi anlamak için, elektromanyetik spektrumu meydana getiren dalgaların fiziksel özelliklerini iyi bilmek gerekir. Elektromanyetik dalga; dalga boyu, frekans veya enerji ile karakterize edilir. Bu üç parametre birbiri ile bağlantılıdır. Ayrıca her bir parametre kendi başına veya birlikte biyolojik sistem üzerine etkili olabilmektedir.

Elektromanyetik dalgalar, insan organizmasında büyük ölçüde karışıklığa sebep olabilirler. Örneğin vücudun molekül ve atomları arasındaki denge kaybolabilir, biyokimyasal faaliyetler etkilenebilir ve en önemlisi hücrenin, dolayısıyla dokuların işleyişinde önemli olan elektriksel yapı bozulabilir. Kalp dolaşım sistemi, bağışıklık sistemi ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilir. Vücudun bağışıklık sisteminin sürekli zayıflamasının kanser oluşumunu artıran veya kanseri başlatan ya da tetikleyen bir etki yapacağı konusu gündeme gelmiş konulardandır. Çocuklarda lösemi riskinin artmasını, kan tablosunun değişmesini, baş ağrısının ve baş dönmelerinin çoğalmasını elektromanyetik alanlara bağlayan çalışmalar hızla artış göstermektedir.

Elektromanyetik dalgalar, foton denilen küçük enerji paketlerinden oluşmaktadır. Fotondaki enerji frekans ile doğru orantılıdır. Frekans arttıkça, fotondaki enerji miktarı da artmaktadır. Elektromanyetik dalgalar frekans ve enerjilerine göre iyonlaştırıcı radyasyon (nükleer

radyasyon) veya iyonlaştırmayan radyasyon (elektromanyetik radyasyon) diye ayrılmaktadır³⁰.

2.1. Elektromanyetik Alanlar

Elektromanyetik dalga, uzayda ya da maddesel bir ortamda yayılan elektrik ve manyetik alan dalgalarının ortak adıdır. Kozmik ışınlar, gamma (γ) ve x ışınları, morötesi, görünür bölge, kırmızı altı (kızıl ötesi), mikrodalga, Radyo Frekans, Düşük Frekans ve Oldukça Düşük Frekanslı alanlar elektromanyetik dalgalarıdır.

Elektrik alan (E) bir noktadaki +1 Coulomb'luk yüke etki eden kuvvettir, vektörel bir büyüklüktür. E alanının birimi Newton/Coulomb (N/C) veya Volt /metre (V/m) ile ifade edilir. Bu çalışmada E alan için V/m birimi kullanılmaktadır. Elektrik alan hareketsiz yükler etrafında oluşur.

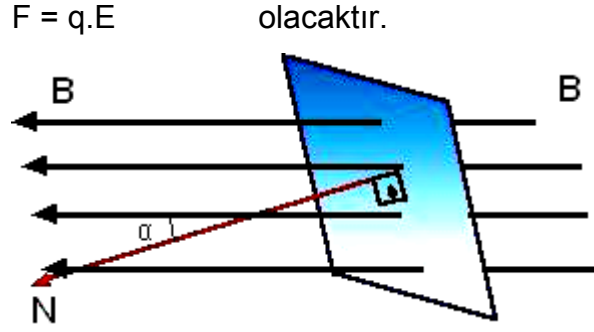
$$E=k.q / d^2 ; k \text{ sabiti} \quad (1)^*$$

Boşlukta q yükünden d uzaklıktaki E alan; yük miktarı (q) ile artmakta, uzaklığın (d) karesi ile azalmaktadır³⁰⁻³⁴.

Bir elektrik alanının her noktasında bir E alan vektörü vardır. Bu noktaya konulan küçük bir yüke (q) etkileyen kuvvet;

* : k sabiti (boşluk veya hava için) = $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$,

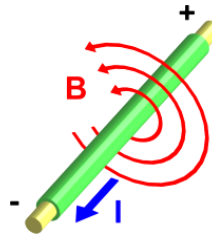
ϵ_0 : Boşluğun dielektrik sabiti ($8.85 \times 10^{-12} \text{ coulomb}^2/\text{Newton.m}^2$)



Şekil 1: Manyetik Alan

Manyetik alanlar hareketli yüklerin yani akımların etrafında oluşur. Manyetik (B) alan da E alan gibi vektörel bir büyüklüktür. Birimi Tesla (T) ya da Gauss (G) olarak ifade edilir (1 Tesla= 10^4 Gauss).

Şekil 2'de çubukta ok yönünde akan akım (I) çubuğun çevresinde bir manyetik alan (B) oluşturur. Sağ el kuralı dediğimiz bir metot, çeşitli mıknatıslarda ve içinden akım geçen tel çubuklarda akımın, kuvvetin ve manyetik alanın yönünü bulmamıza yardımcı olur.



Şekil 2: Bir iletenden geçen akımın yarattığı manyetik alan çizgileri

Faraday, araştırmaları neticesinde maddelerin, manyetik alana tepki gösterdiğini ve bu tepki sonucunda etkileşimin olduğunu ortaya koymuştur. Maddeler manyetik alana verdikleri tepkilere göre Faraday tarafından üç grupta toplanmıştır;

i) Diamanyetik maddeler

Zayıf bir şekilde etkilenenler; Bağıl manyetik geçirgenlikleri $\mu_r < 1$ olan bu tür maddeler, güçlü bir manyetik alana dik şekilde kendilerini yönlendirirler. Diamanyetizma, tek sayıda elektronlara sahip maddelerde görünür. Radyum, potasyum, magnezyum, hidrojen, bakır, gümüş, altın ve su diamanyetik gruba girerler.

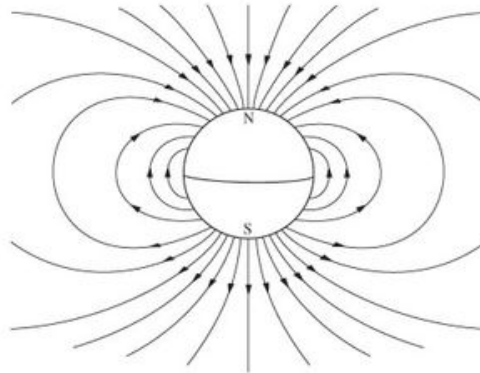
ii) Paramanyetik Maddeler

Bağıl manyetik geçirgenlikleri $\mu_r > 1$ olan bu tür maddeler, güçlü bir manyetik alana paralel şekilde kendilerini yönlendirirler. Paramanyetizma çift sayıda elektronlara sahip maddelerde görülür. Hava, alüminyum ve silisyum paramanyetik gruba girer.

iii) Ferromanyetik Maddeler

Kuvvetli bir şekilde mıknatıslardan etkilenen maddelerdir, Demir, nikel, kobalt ve alaşımlarını içeren maddeler bu gruba girer.

Yeryüzünün Manyetik Alanı:



Şekil 3: Yerin Manyetik Alan Çizgileri

Yeryüzünün manyetik alanı, dünyanın sıvı dış çekirdeğindeki konveksiyon akımları ile oluşur. Dış çekirdekdeki konveksiyon hareketleri, zaman içinde manyetik alanı oluşturur. Bu konveksiyon hareketlerinin dünyanın oluşumundan beri meydana geldiği düşünülmektedir. Yeryüzü çekirdeğinin içi katı, dışı sıvı demir termal hareketlerle kendi manyetik alanlarını yaratır. Atomların yeterli bir güçle ve düzenli bir şekilde yer değiştirmesi ve yönlendirilmesi kalıcı mıknatıslanmaya neden olduğundan dünyanın kabuğunda kalıcı mıknatıslanma yaratılır. Dünyayı, etrafı manyetik alanla çevrelenmiş büyük küresel bir mıknatıs gibi düşünebiliriz.

Dünyanın DC manyetik alan değeri 0.5 Gauss iken AC alan değeri ise $(3-10) \times 10^{-5}$ Gauss'dur.

Boşlukta v hızıyla hareket etmekte olan q yükünün kendisinden r uzaklıktaki bir noktada oluşturacağı B alan, yük miktarı (q) ve yükün hızı (v) ile artmakta, uzaklığın (r) karesi ile azalmaktadır³¹⁻³².

$$B = \mu_0 \cdot q \cdot v \cdot \sin\theta / 4\pi r^2 \quad (2)^\dagger$$

Eğer bir bölgede hem elektrik (E) hem de manyetik (B) alan varsa bu ortamda v hızı ile hareket eden q yükü üzerine her iki alan da elektromanyetik kuvvet uygular. Bu durumda toplam kuvvet (F_T)³¹⁻³²,

[†] θ : Hız vektörü ile uzaklık vektörü arasındaki açı

μ_0 : Boşluğun manyetik geçirgenliği ($4\pi \times 10^{-7}$ Henry/m).

$$F_T = qE + qvB \text{ ile ifade edilir.} \quad (3)$$

Elektromanyetik alanların hızı dalga boyu ve frekans ile ifade edilebilir;

$$c = \lambda \cdot f \quad (4)^\ddagger$$

Işık hızı, yayıldığı ortamın dielektrik sabiti (ϵ), manyetik geçirgenlik katsayısı (μ) ve ortamın empedansına ($n = \sqrt{\mu\epsilon}$) bağlı olarak değişir. Elektromanyetik dalganın ya da ışığın bir ortamda yayılma hızı;

$$v = c/\sqrt{\mu\epsilon} = c/n \quad \text{olarak ifade edilir.}$$

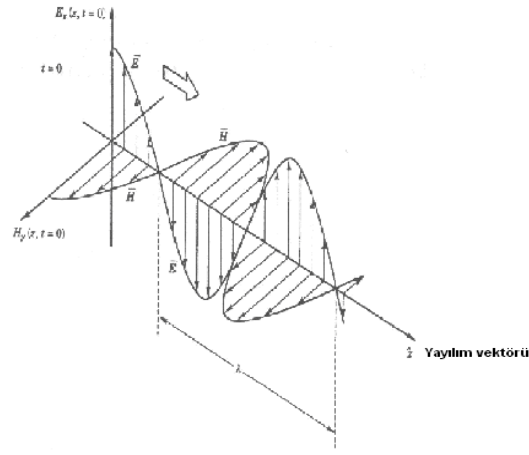
Hareket eden bir elektrik yükü zamanla değişen elektrik ve manyetik alanlar üretir. Faraday indüksiyon yasasına göre bir manyetik alandaki değişim elektrik alana yol açar, bunun tersi olarak değişken bir elektrik alan da manyetik alan üretir. Buna göre hareket eden bir yükün oluşturduğu elektrik ve manyetik alanlar sürekli birbirini etkiler; bu alanlardaki dalgalanmalar yükten dışa doğru elektromanyetik bir dalga olarak yayılır.

Çevremizdeki enerjinin boşlukta elektrik ve manyetik dalgalar şeklinde iletildiği ilk kez Maxwell tarafından matematiksel olarak ifade

[‡] $c = 3 \times 10^8$ m/sn (vakum ortamında)

λ : Dalga Boyu (m), f: Frekans (Hz)

edilmiştir. Zamanla sinüzoidal olarak değişen, birbirine dik elektrik ve manyetik alanların oluşturduğu düzleme dik doğrultuda belirli bir hızla yayılan elektromanyetik enerjiye elektromanyetik dalga denir (Şekil 4) Elektromanyetik alan teorisine göre elektrik ve manyetik alanlar birbirlerine dik düzlemlerde dalga şeklinde salınırlarken, bu düzlemlerin arakesiti boyunca da ışık hızı ile yayılırlar³¹.



Şekil 4: Elektromanyetik Dalga Yayılımı³¹

Elektromanyetik alanlar atomları oluşturan elektronları, protonları ve nötronları, mikroskobik ve makroskobik cisimleri oluşturan molekülleri bir arada tutar.

2.1.1. Elektromanyetik Spektrum ve EM Alan Kaynakları

EM dalgaların tümünün frekanslarına, dalga boylarına veya enerjilerine göre sıralanması EM spektrumu oluşturur (Şekil 6). Spektrumda gittikçe artan frekanslarda olmak üzere Oldukça Düşük

Frekans (Extremely Low Frequency – ELF), Düşük Frekans (Low Frequency - LF) , Radyo Frekans (Radio Frequency - RF), mikrodalga (Microwave - MW), kızıl ötesi radyasyon (Infrared Radiation - IR), görünür ışık (visible light), mor ötesi (Ultra Violet -UV) ışın, X ışını, γ ışını ve kozmik ışınlar yer alır. Elektromanyetik Spektrum bileşenlerinin frekansları, dalga boyları ve foton enerjileri Tablo 1’de sıralanmıştır. Her biri spektrumun birer bileşeni olmalarına rağmen maddeler ve biyolojik sistemler ile etkileşimleri farklıdır. Bu farklılık ışık hızında hareket etmelerine karşın dalga boylarının dolayısı ile frekans ve enerjilerinin farklı olmasından kaynaklanır. Spektrumun tüm bileşenleri dalga formunda yayılırlar, davranışları elektromanyetik dalga prensibiyle açıklanır. Enerjileri ise fotonlar ya da enerji paketleri şeklinde dağılır. Fotonun enerjisi dalga boyuyla ters orantılıdır yani kısa dalga boylu fotonun enerjisi daha büyüktür. EM spektrumun bileşenlerinin enerjileri 1.2×10^{-11} - 1.2×10^6 eV arasında, çok geniş bir aralıkta değişir³⁶.

Bir dalganın titreşim frekansı (f) ne kadar büyükse dalga o kadar çok enerjiye sahiptir.

$$E = h.f \text{ (joule)} \quad (5)^{\S}$$

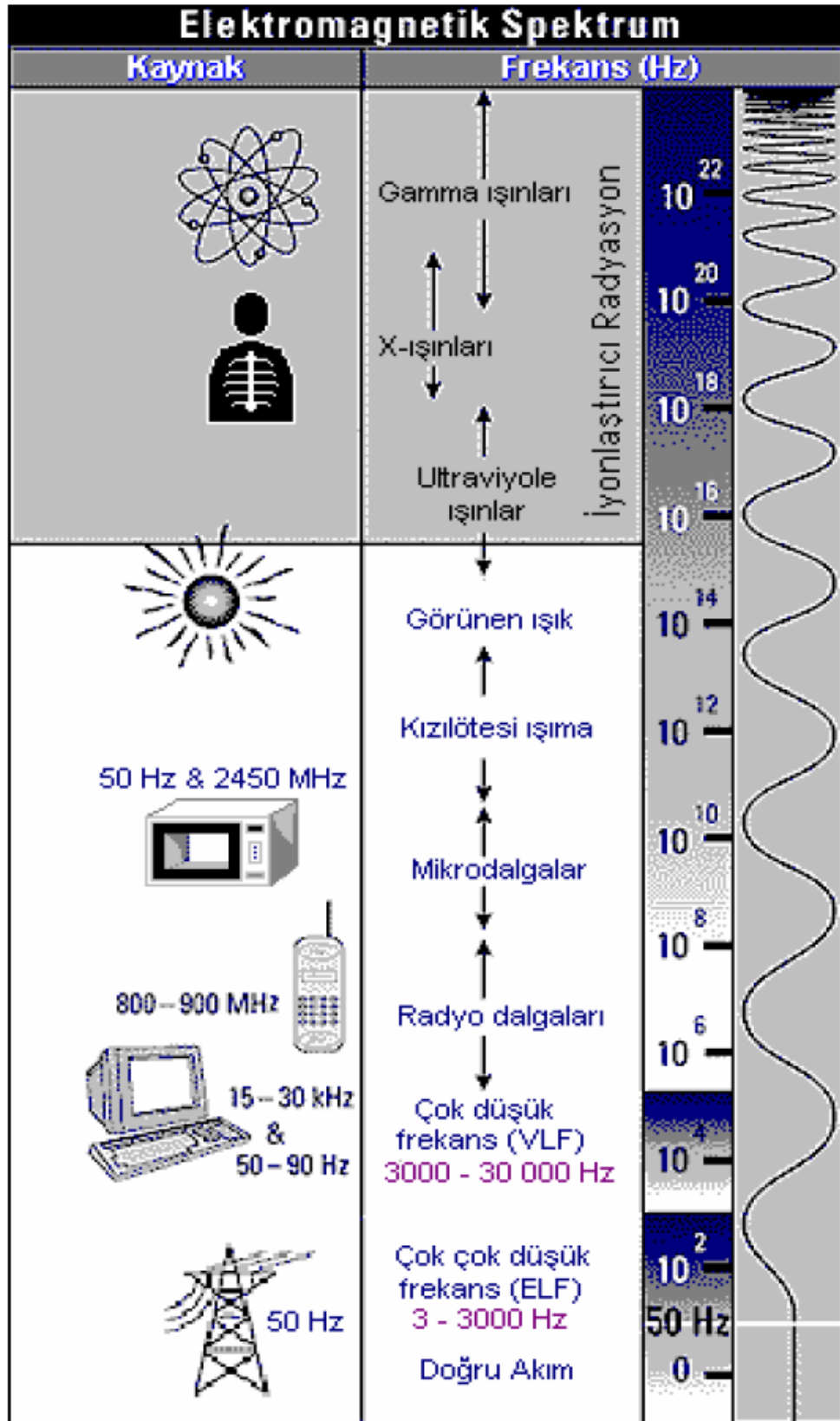
[§] h: Planck sabiti (j.sn); 6.626×10^{-34}

f: Frekans (Hz = 1/sn)

Tablo 1: Elektromanyetik Alanların frekans, dalga boyu ve foton başına enerji değerleri ³⁷⁻

38

Radyasyon Tipi	Frekans Aralığı	Dalga boyu	Foton başına enerjileri
İyonizan	> 3.000 THz	< 100 nm	> 12.40 eV
Mor Ötesi	(THz)	(nm)	(eV)
UV-C	3000-1070	100-280	12.40-4.43
UV-B	1070-952	280-315	4.43-3.94
UV-A	952-750	315-400	3.94-3.10
Görünür Işık	750-385 THz	400-780 nm	3.10-1.59 eV
Kızıl Ötesi	(THz)	(µm)	(meV)
IR-A	385-214	0.78-1.4	1590-886
IR-B	214-100	1.4-3	886-413
IR-C	100-0.3	3-1000	413-1.24
Mikrodalgalar	(GHz)	(mm)	(µeV)
EHF (Extremely High Frequency)	300-30	1-10	1240-124
SHF (Super High Frequency)	30-3	10-100	124-12.4
Radar	56-0.23	5.4-1300	230-0.95
UHF (Ultra High Frequency)	3-0.3	100-1000	12.40-1.24
Radyo Frekans Alanlar	(MHz)	(m)	(neV)
VHF (Very High Frequency)	300-30	1-10	1240-124
HF (High Frequency)	30-3	10-100	124-12.4
MF (Medium Frequency)	3-0.3	100-1000	12-1.24
Düşük Frekanslar	(kHz)	(km)	(peV)
LF (Low Frequency)	300-30	1-10	1240-124
VLF (Very Low Frequency)	30-0.3	10-100	124-12.4
ELF (Extremely Low Frequency)	<0.3	>100	<12.4



Şekil 6: Elektromanyetik Spektrum ³⁴

Spektrumun en başında en düşük frekanslı ELF (Extremely Low Frequency) alanlar mevcuttur, evlerde ve işyerlerinde tüm elektronik cihazlarda kullandığımız şehir cereyanı (50 Hz) bu frekans aralığına girer. Şehir cereyanında Avrupa'da 50 Hz, Amerika'da 60 Hz kullanılmaktadır. Düşük frekans (LF) daha çok amatör radyoculukta kullanılırken, radyo dalgaları (RF) ise televizyon ve radyo yayıncılığının yanı sıra cep telefonu ve baz istasyonlarında, radar sistemlerinde, diatermi - MRI (Manyetik Rezonans Görüntüleme) gibi tıbbi uygulamalarda kullanılır. Mikrodalgalar yine cep telefonu ve baz istasyonları ile beraber, mikrodalga fırınlarda, radarlarda, uydu haberleşmeciliğinde kullanılır. Canlılar başta olmak üzere sıcak tüm yapılar infrared radyasyon kaynağıdır. Görünür ve ultraviyole ışığın en önemli kaynağı güneştir. X-ışınları tıbbi amaçlı görüntülemede kullanılır. Spektrumun yüksek enerjiye sahip bileşenlerinden biri ise gama (γ) ışınlarıdır. Spektrumda en yüksek frekanslı ışınlar kozmik ışınlardır. Elektromanyetik spektrum bileşenleri enerjilerine ya da frekanslarına göre İyonize ve Non-İyonize (iyonize olmayan) gruba dahil olabilirler.

2.1.2. İyonize ve Non-İyonize Radyasyon

EM dalgalar biyolojik etkileri açısından iyonlaştırma özelliklerine göre iyonize ve Non-iyonize radyasyon olarak sınıflandırılmaktadır. İyonize radyasyon elektron koparabilecek kadar yüksek enerjilidir ve iyonlaşmayla kimyasal reaksiyonlara neden olur ve dolayısıyla karsinogenik (kansere yapıcı) olarak bilinir. Elektromanyetik alana maruz kalan materyalin atomlarının yörüngelerinde hareket etmekte olan elektronların kopmasıyla iyon oluşur. Atomik karbon, hidrojen, nitrojen ve oksijende iyonlaşmaya neden olan minimum foton enerjisi 10-25 eV arasında değişir³⁰. Biyolojik sistemlerde 10 eV iyonizasyon limiti olarak

yerini almıştır. 10 eV'dan düşük enerjilere sahip fotonlar Non-İyonize (İyonlaştırmayan) olarak tanımlanır.

İyonize radyasyonla Non-İyonize radyasyon arasında iyonlaştırmaya neden olup olmamaları farkı yanında önemli farklılardan bir diğeri de, iyonize radyasyonun kümülatif etkisinin olmasıdır, yani değişik şiddetlerde veya sürelerde uygulanan iyonize radyasyon biyolojik yapıda birikerek sonuçlanan etkiler gösterir. Mikrodalga, RF ve daha düşük frekanslı elektromanyetik alanların kümülatif (biriken) etkisinin olduğuna dair bilimsel bir kanıt henüz yoktur³⁰.

2.1.2.1. Elektromanyetik Spektrumun İyonize Bileşenleri

Dalga boyu son derece küçüldüğünde EM radyasyon, madde ile karşılaştığında, dalga olmaktan çok, bir enerji kümesi gibi davranır. Bu enerji kümelerine “kuantum” veya “foton” denir. Bu tipteki EM alanlar, X ve gamma ışınlarıdır. Enerjileri çok yükselen bu ışınlar moleküllere çarptığında onları iyonlaştırarak, molekül yapısını, yani yaşamsal fonksiyonlarını bozar ve böylece olumsuz biyokimyasal tepkimeler sonucunda kanser oluşumunu kolaylaştırır. Yapılan çalışmalarda X ve gamma ışınlarına maruz kalan insanlarda, kanserlerin oluşumu artmıştır. Bu nedenle bu ışınlar, “İyonlaştırıcı Elektromanyetik Radyasyon” şeklinde ifade edilmektedir.

2.1.2.2. Elektromanyetik Spektrumun Non-İyonize Bileşenleri

Bir diğer EM radyasyon grubu ise, iyonlaştırmayan elektromanyetik radyasyonlar grubudur.

Bu gruba giren dalga özellikli EM alanlar, az enerjiliden yüksek enerjiliye doğru, radyo dalgaları, mikro dalgalar, infrared radyasyon, görünür ışınlar ve laser ışınları, ultraviyole ışınları olmak üzere sıralanırlar . Dalga boyu olarak, insan vücut kalınlığı içine düşen mikro dalgalar ve altındaki ışınların (infrared radyasyon, görünür ışınlar ve laser ışınları, ultraviyole ışınları) insan vücuduna verdiği zararlar yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Mikrodalgaların ısıtma özelliği, infrared ışınlarının göz merceğine, görünür ışınların göz dibine, ultraviyole ışınlarının deriye verdiği zararlar bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

2.2. Termik Santraller

Termik santral kömür akaryakıtların (fuel-oil,mozot,gaz) yakılması yoluyla mekanik enerji elde edilen bir merkezdir.Burada su kazan bölümünde dolaşan su çok sıcak buhar haline dönüşür.Ve bu buhar yüksek basınç altında (135 bar) yüksek sıcaklıkta (535 derece) türbinin yüksek basınç bölümüne daha sonra da tekrar kızdırılarak orta ve alçak basınç bölümüne gönderilir. Bu devam eden olaylar sonrasında ısı enerjisi mekanik enerjiye döndürülmüş olur.

Burada elde ettiğimiz mekanik enerji türbin miline bağlı elektrik jeneratörü döndürülmüş olur. Elektrik jeneratörünün çalışma prensibi, bakır gibi iletken bir telin manyetik bir alan içinde hareket ettirilmesi ile sistemine göre çalışır. Elektrik jeneratörü, bir mıknatıs içinde dönen (ROTOR) sarı iletken tellerin bulunduğu (STATOR), ve bu tellerin mıknatıs içinde dönmesiyle elektrik akımı üreten bir makinedir³⁹.

Termik Santral Çalışma Prensibi³⁹

Termik santral, yanmayla ortaya çıkan ısı enerjisinden elektrik enerjisi üreten merkezdir. Yanma, bir kazan yada buhar üreticinde gerçekleştirilir ve suyun buhara dönüştürülmesini, daha sonra da bunun yüksek basınç altında (135 bar), yüksek sıcaklıkta (535°C) çok ısıtılmasını sağlar. Buhar önce türbinin yüksek basınçlı bölümünde ve daha sonra yeniden çok ısıtıldıktan sonra orta ve alçak basınçlı bölümlerde genişler. Birbirini izleyen bu genişlemeler sırasında ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. Kondansede soğutulan buhar tekrar su haline döner; türbinden çektiği buharla çalışan bir yeniden ısıtma bölümüyse suyun ısını yükseltip kazana gönderir. Buhar ve su bir kapalı devre halinde dolaştıkları için, bu çevrim sonsuza kadar yenilenir.

Duman kazan çıkışında büyük oranda ısı yitirir ve elektro filtreden sonra havaya verilir; Böylece yanma olayı gerçekleşir. Kömürle çalışan santrallerde dumanın daha sonra elektrostatik düzenekler yardımıyla tozu alınır ve bacadan dışarı atılır. Bu arada türbinde yaratılan mekanik enerji bir alternatöre iletilir ve burada elektrik enerjisine dönüştürülür. Türbo-alternatör gurubunun uzunluğu 600 megawatt bir güç için bazen 50m'yi aşar; verilen elektrik akımıysa 20.000 voltluk bir gerilim

altında 19.200 ampere ulaşır. Modern bir termik santralin verimi %40 dolayındadır.

Termik santralin bilançosu incelendiğinde, üretilen bir kilowatt için 4000 kilojoule'dan fazla bir enerjinin soğutma suyuna harcadığı anlaşılmıştır. Su bir akarsudan alınırsa, bu suyun günümüzde en çok 7-10°C arasında ısıtılmasına izin verilmektedir; bu da büyük bir debi gerektirir. Sözelimi, 600 megawattlık bir enerji grubunda soğutma için saniyede 22 metreküp su gerekir. Bu nedenlerden ötürü, büyük santraller ancak büyük akarsuların üzerinde ya da deniz kıyısında kurulur. Bununla birlikte, termik santrallerin yol açtığı ısı artışı, su bitkileri ve hayvanları için ciddi sorunlar yaratır. Suyun az, santrallerin çok sayıda bulunduğu bölgelerde, genellikle hiperbol biçiminde büyük kulelerden oluşan havalı (atmosferik) soğutma sistemlerinden yararlanılır.

Termik santrallerde kullanılan yakıtlar mazot, gaz ve kömürdür. Mazot içi gerekli olan tesisler basit tesislerdir; mazot 30000-40000 m³ hacimli, silindir biçiminde metalik depolarda saklanır. Depolardan alınıp ısıtılan mazot püskürtülerek brülörlere aktarılır. Gaz kullanımı için gerekli olan donanımlar çok az sayıdadır; Gaz brülörlere gönderilmeden önce yalnızca genişletilir, filtreden geçirilir ve ısıtılır.

Termik santrallerde kömür kullanımı için gerekli olan tesisler gaz ya da mazota oranla çok daha önemli ve büyüktür. Burada özellikle kömürün demiryolu, akarsu ya da deniz yoluyla santrale getirilmesi, boşaltılması, depolanması, santral alanı içinde dolaştırılması ve kazana verilmesi için gerekli tesisler yapılmalıdır. Kömür önce toz haline getirildikten sonra, önceden mazotla 500°C'a kadar ısıtılmış olan yanma

odalarının brülörlerine kuvvetli bir hava akımıyla gönderilir. Bu odaların birkaç yüz m küp'ü bulan bir hacmi ve birkaç bin m² büyüklüğünde bir ısıtma alanı vardır. Büyük bir termik santralin kömür tüketimi günde 5000 tonu aşar.

Termik santral, kapalı devre halinde dolaşan suyu buharlaştıran bir kazan ve bir türboalternatör (bir türbinle harekete geçirilen alternatör) grubu içine girer. Bu tür klasik santrallerde buhar, kömür, fuel-oil ve nadiren doğalgaz veya yüksek fırın gazı yakılarak üretilir.

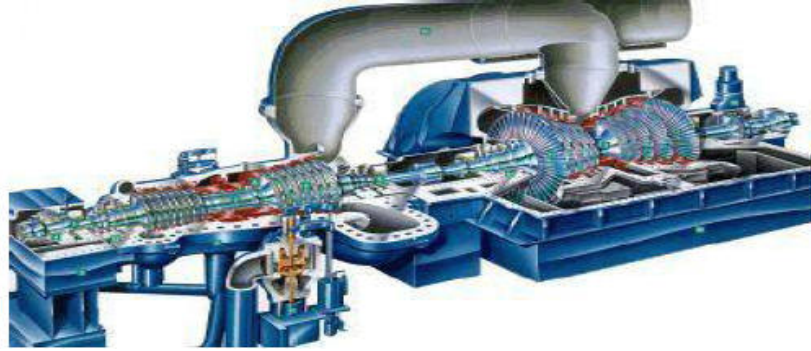
Termik santralleri büyük debili akarsu yakınında veya deniz kıyısına kurmak gerekiyor; böylece santralde üretilen ısının yarısını boşaltan kondansenin suyla beslenmesi sağlanır. Sıcak su ırmağa doğrudan boşaltıldığı gibi (açık devre soğutma) büyük soğutma kulelerine yollanabilir; burada havayla temas ederek kısmen buharlaştıktan sonra kondanseye basılır (kapalı devre soğutma). Bu son çözüm daha pahalıdır, ama su alma işlemini ve ırmak sularının ısınmasına bağlı çevre sorunlarını azaltma olanağı sağlar.

Malzemelerin üretim maliyeti sınırlamak ve işletimi kolaylaştırmak için santraller standart ve özerk üretim birimleri halinde gerçekleştirilir. Her üniteye bir buhar kazanı, bir buhar üretici, bir türboalternatör grubu ve iletişim şebekesine bağlı, gerilim yükseltici bir trafo (transformatör) bulunur.

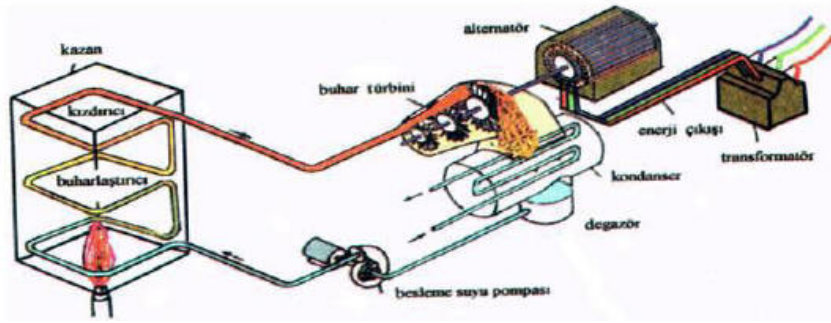
Daha mütevazı güçteki termik santraller, su buharı çevriminden geçmeden elektrik üretir. Bunlar uçak motorlarının çalışma ilkesine dayanan gaz türbinleridir ve doğrudan doğruya bir alternatörü veya elektrojen dizel gruplarını çalıştırır. Bu türbinler belirli zamanlarında devreye sokulmak üzere tasarlanmıştır ve güçleri 100 MW geçmez; ama oldukça basit olmaları (görece küçük boyut, su buhar devresinin olmaması, havayla soğutma nedeniyle birkaç dakikada devreye alınabilirler. Bu termik tesisler pratik olarak her yerde kurulabilir.

Elektrik santralleri, başka enerji biçimleri (termik, nükleer, hidrolik, jeotermal, güneş, rüzgar, gelgit v.b) elektrik enerjisine dönüştürmek amacıyla bir araya getirilmiş donanımlardan oluşan işletmelerdir. Çağımızda büyük güçlü sınıai donanımların çoğunluğu, hidrolik ve termik (klasik ve nükleer) santrallerden meydana gelmektedir. Türü ne olursa olsun, her elektrik santrali, temel olarak bir enerji kaynağı, hareketlendirici bir aygıt, bir alternatör ve bir dönüştürme istasyonundan meydana gelir. Dönüştürme istasyonu, alternatörün ürettiği gerilimi, genel ulusal veya uluslararası interkonnekte şebekenin beslenme hatları için uygun bir değere yükselir.

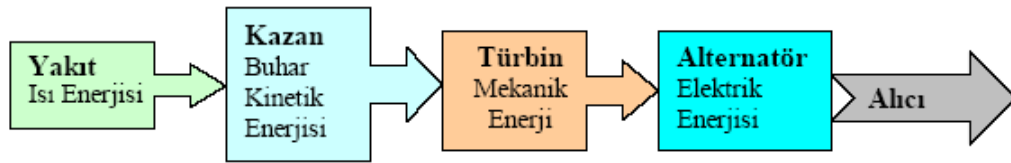
Ülkemizin enerji gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayan ve Türkiye Elektrik Üretim A.Ş.(EÜAŞ) tarafından işletilen termik santraller, fuel-oil, taşkömürü linyit, motorin, jeotermal ve doğal gaz türde enerji kaynağı kullanmakta olup sayıları 30'u aşmaktadır.



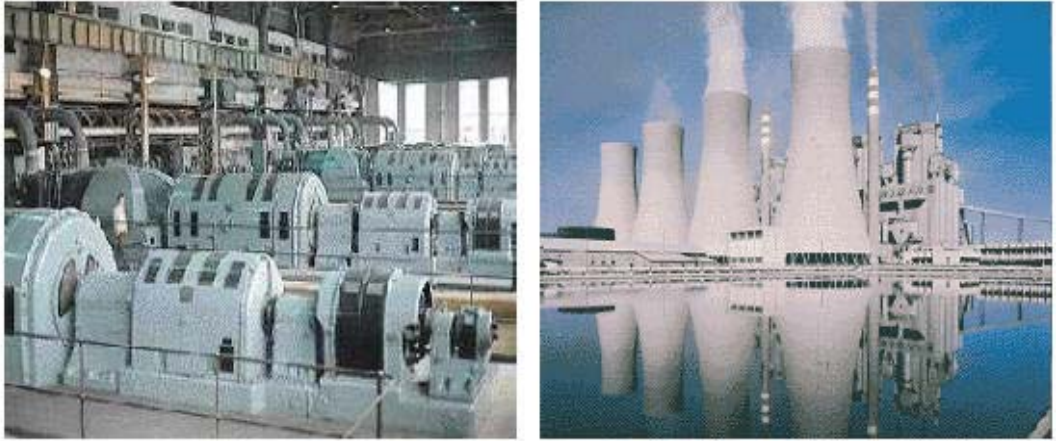
Resim 1: Buhar türbinli santral kesiti



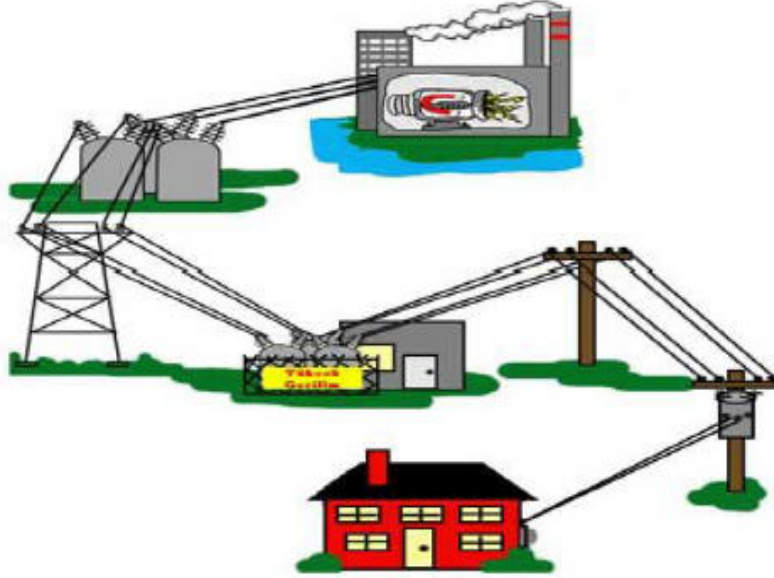
Resim 2: Buhar türbinli termik santralin prensip şeması ve bölümleri



Resim 3: Termik santral enerji dönüşüm şeması



Resim 4: Afşin-Elbistan ve Çatalağzı termik santrallerinden görünüm



Resim 5: Elektriğin üretimi ve taşınması

2.3. ELF Elektromanyetik Alanların Sağlık Etkileri

Elektromanyetik alanların oluşturduğu çevrenin biyolojik ve elektronik etkilerinin araştırılması başta mesleki maruziyet olmak üzere, genel halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. EM alanlar

çevremizi kuşatmakta olup, kaynaklarının (Yüksek gerilim hatları, radyo ve TV gibi) gittikçe artan bir biçimde kullanılması, maruziyet miktarının potansiyel seviyesinde bir artışa neden olmaktadır.

EM alanların etkilerinde, anlamlı epidemiyolojik çalışma yapmak hayli zordur; çünkü dünyanın her yerinde elektrikten faydalanma söz konusu olduğu için EM alanlara maruz kalmamış bireylerin bulunması mümkün değildir. Elli yıl öncesine kadar EM alanların atmosferde oluşan doğal seviyesi hayli düşük değerde idi. Endüstrileşme ile birlikte EM enerjinin kullanımının yaygınlaşması, EM alanların her frekansında insan, hayvan ve elektronik sistemleri etkileyen bir artış meydana getirmiştir. EM alanlarının kullanımının gelecekte de daha da artış göstereceği dikkate alınırsa konunun önemi daha da artmaktadır. EM alan uygulamaları ile ilgili mesleklerde çalışanlar (elektrik teknisyenleri gibi) ve bakım personeli, ışımaya yapan cihaza sürekli olarak yakın durumunda kaldıkları için birinci derecede risk altındadırlar⁴⁰⁻⁴².

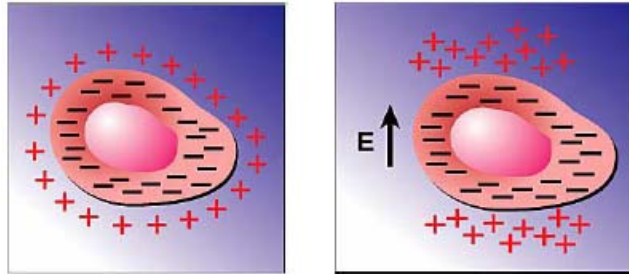
EM alanların iki tür biyolojik etkisi vardır. Birinci kısım kısa zamanda hissedilen etkiler diyebileceğimiz baş ağrıları, göz yanmaları, yorgunluk, halsizlik ve baş dönmeleri gibi şikâyetlerdir. Ayrıca gece uykusuzlukları, gündüz uykulu dolaşım, bıkkınlık ve sürekli rahatsızlık nedeniyle topluma katılmamak 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.

EM alanların kansere yol açıcı bir faktör olduğunun kesinleşmesi için insanlar üzerinde, uzun süreli, epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar yapılması gereklidir. Bugün ise sadece hayvanlar

üzerinde yapılan çalışmalardan yorumlar yapılmaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler sonucunda EM alanların kanser riskini artırıcı etkileri görülmüştür. Bu etkilerin oluşması EM alanların frekansına, şiddetine, vücut ölçülerine, vücudun elektriksel özelliklerine, EM alan kaynağına olan uzaklığa 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.

2.3.1. Etki Mekanizması:

Biyolojik malzemelerin çoğu; aşırı homojen olmayan yapıda oldukları için, elektrik alanda önemli yerel değişiklikler görülmektedir. Bu durum; moleküllerin, iyonların ve membranların hareketine ayrıntılı biçimde baktığımızda açık bir şekilde ortaya çıkar. Düşük frekanslı ve düşük şiddetteki EM alanlar, hücrelerdeki Ca^{++} alınma ve salgılanma dengesini ve beyindeki Na^+ ve K^+ miktarlarını değiştirmektedir⁷⁻⁹. Bu alan etkisiyle oluşan ve deneyle kanıtlanan hipofiz vb hormon değişikliklerinin, bu iyon değişikliklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir⁴³.



Resim 6: Hücre zarı etkileşimi

Elektriksel sinyaller; vücudun bir bölümünden diğer bölümüne, bilgi iletiminde ve biyolojik işlemlerin kontrolü için önemlidir. Basınç, sıcaklık, ışık, ses gibi etkilerden dolayı; sinir hücrelerinden beyine, elektriksel işaretler gider. Dışarıdan radyasyona maruz kalma sonucu oluşan elektriksel indüklenmenin, çeşitli biyolojik organları nasıl etkileyeceğine dair araştırmalar yapılmaktadır. Resim 6'da elektrik alanının; hücre zarında yarattığı, yük yer değiştirmesini göstermektedir⁴⁴.

Hayvan hücre ve dokusu üzerinde laboratuvar çalışmalarında; ELF alanların, aşağıdaki etkilerinden şüphe edilmektedir.

- a) Hücreler arası aktiviteyi etkilediği,
- b) Hormon salgısını etkilediği,
- c) Vücudun koruma sistemini etkilediği,
- d) Genç insanların gözünde zamansız katarakt oluşturduğu,
- e) Yüz derisinde döküntüler meydana getirdiği,
- f) Embriyolarda anormal gelişmeleri etkilediği,
- g) Bağışıklık sistemini bozduğu,
- h) Halüsinasyon, baş ağrısı ve depresyon oranlarında artışa neden olduğu bilgileri mevcuttur .

2.3.2. EMA Sağlık Etkilerine İlişkin Tarihsel Gelişim ve Genel Bilgi:

Elektrik ve manyetik alanların insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, elde edilen bulgular tatmin edici değildir. Konuyla ilgili olarak 1984 ve 1987 yılları arasında yayınlanan birçok çalışmada; biyolojik sistemlerin, şebeke frekansındaki elektrik ve manyetik alanlara karşı duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır⁴⁴.

Yayınlanan bu çalışmalardan biri olan New York Güç Hatları Danışma Komitesi'nin (NYS) raporunda; elektrik ve manyetik alanlara maruz kalmaktan kaynaklanan biyolojik etkilerin mümkün olacağı, ayrıca çocuk kanserlerindeki artışla birlikte başka sağlık sorunlarına da yol açabileceğinin muhtemel olduğu sonucuna varılmıştır⁴⁵.

İnsan sağlığı üzerinde; ELF EM alanların muhtemel sağlığa zararlı etkileri hakkında ilk incelemeler, Sovyetler Birliğinde 1960'ların sonu 1970'lerin başlarında yayınlanmıştır. Bu çalışmalar ile 2.6 kV/m'ye kadar elektrik alanına maruz kalan şalt sahasında çalışan işçilerde; baş ağrısı, sindirim bozukluğu, kardiyovasküler değişimler, uykusuzluk, sinirlilik artması gibi maruziyetle ilgili semptomlar ortaya konulmuştur. Bu bulgular, Sovyetler Birliğinde ve çeşitli ülkelerde araştırmaların artmasına neden olmuştur.

50 Hz'de 1, 15 ve 20 kV/m'lik alanlara kısa periyotlar için maruz kalan 100 gönüllü için; kapsamlı klinik değerlendirme neticesinde, alanla ilgili sadece beyaz kan hücrelerinde hafif artma, reaksiyon süresinde hafif azalma ve norepinephrine (sempatik sinir transmitteri) seviyesinde hafif yükselme gibi birkaç etki gözlenmiştir. Ancak uzun süreli etkilenmede; dokunun kümülatif fonksiyonlarında değişimler konusunda, yeterli çalışma görülmemektedir.

ELF alanlara maruz kalan hayvanlardaki; biyolojik etkilerin çoğunluğunun, doğrudan ya da dolaylı olarak sinir sistemiyle ilgili olduğu gözlenmiştir. Sinir sistemi, elektriksel sinyallere uyumlu işlemler ve dokulardan ibarettir. Çevresi ile etkileşiminde bu sistem fonksiyonel ve yapısal olarak karmaşıktır. Dokunun ve organların ELF alanlarıyla

etkileşimin temel karakteristikleri ile gözlenen biyolojik sonuçlar arasındaki muhtemel bağlantıları belirlenebilmektedir⁴⁶.

1980'de Fulton ve arkadaşları⁴⁷ Rhode Island'da, Wertheimer ve Leeper⁴⁸ çalışmasının esasını tekrarlamak için, 1964-1978 arasında 20 yaşına kadar olanlarda sadece Lösemi vakalarıyla ilgilenerek bir rapor hazırlamıştır. Rhode Island Hastanesi dosyalarında 119 hasta ve onların 209 adresi seçilerek, bu hastalar ile ilgili rutin olarak tutulan kayıtlar ve tam adres hikâyeleri tespit edilmiştir. Her hasta için aynı yıl doğan iki kontrol deneği; doğum kayıtlarından seçilerek, 240 kontrol adresi elde edilmiştir. Lösemi hastalarının 209 adresi ve 240 kontrol adreslerinde bulunan her ikamet, 50 metre civarında bulunan güç hatları işaretlenerek maruziyet değerleri Wertheimer ve Leeper prosedürü takip edilerek oluşturulmuştur. İlk çalışmaların aksine, çocuk lösemisi ile ilişkisi kurulamamıştır.

1986'da Tomenius, İsveç Kanser kayıtlarını kullanarak, çocukluk vaka-kontrol çalışması yapmıştır. Kontrol denekleri; kasaba ve ilçe doğum kayıtlarından, doğum günü ve cinsiyet işaretlenerek seçilmiştir. Çalışma, ilçede doğan ve halen burada yaşayan 716 hasta ile kontrol deneği ile yapılmıştır. 3 mG ya da daha fazla manyetik alanlar 48 konutta ölçülmüştür. Konutlardaki manyetik alan ölçümlerinin değerlerinin 0.004 den 19 mG'a kadar olduğu görülmüştür. İncelenen 150 metre sınır içerisinde bütün tümör vakalarının iki kat fazla olması ve sinir sistemi neoplasmlarında (kanseri) artış, Wertheimer ve Leeper'ın bulgularıyla uygundur.

1993'de Danimarka'da yapılan çalışmada; 0.4 mT'dan daha yüksek manyetik alana çocukların maruziyeti ile, çocukluk kanserinin ana

tipleri arasındaki ilişki tespit edilmiştir. 1993'de tamamlanan iletim hatlarının 500 metre yakınında yaşayan çocuklar ile ilgili bir çalışmada; alüminyum fabrikasındaki işçilerde, yüksek akım bulunan arıtma işleminde çalışmalarda, lösemi ve lenfomadan ölümlerin beş kat fazla olduğu bulunmuştur. Telefon kablosu ile çalışanlarda, diğer telefon çalışanlarına göre lösemnin yedi kat fazla olduğu tespit edilmiştir.

EM alanların; (50 Hz, 1 G) yüksek sıcaklıkla birlikte, Drosophila embriyogenezi üzerine olan etkisine bakılmış ve embriyonik pattern anormalliklerinde artış gözlenmiştir. Deneyde 3 grup oluşturulmuştur.

1. grup; kontrol grubu ve herhangi bir stres faktörüne maruz bırakılmamış,
2. grup; sadece yüksek sıcaklık stresine maruz bırakılırken,
3. grup; hem yüksek sıcaklık hem de ELF-EMF streslerine maruz bırakılmıştır.

Deney sonucunda yapılan incelemeler, 3.grupta meydana gelen patern anomalilerinin, 2. gruba göre çok daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak ELF-EMF stresi ikinci bir stres faktörü ile kümülatif etki göstermiştir⁴⁹.

2.3.3. ELF Alanların Hücreye Etkisi:

Elektrik ve manyetik alanların insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda; 1989 yılında Amerika'da düzenlenen bir panelde sunulan çalışmalarda, alanların biyolojik etkilerinin özellikle hücreler ve dokular

üzerinde olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla kanser, üreme sorunları ve hastalıkların oluşumu sistematik olarak büyüme kontrolündeki düzensizlikler nedeniyle meydana gelmektedir⁵⁰.

Çalışmaların hedefi; elektrik ve manyetik alanlardan etkilenebilen hücreleri kontrol eden düzenleyici proseslerdeki bileşenlerin, nicel ve nitel olarak belirlenmesidir. Buna göre yapılan araştırmalar, iskelet dokuları da dahil memeli hayvanların doku ve hücrelerini geniş bir spektrumda inceleyerek sürdürülmekte olan deneysel çalışmalardır. Biyokimyasal ve moleküler parametreler üzerindeki etkiler, hücre fonksiyonlarıyla ilgili olarak hücre şekli ve yapısı dikkate alınarak incelenmiştir.

Biyolojik etkiler hakkında ilk bilgiler, bakteriler ve daha küçük yapıdaki hücreler üzerinde yapılan araştırmalar sonucu elde edilmiştir. Bu ön çalışmalar elektrik ve manyetik alanların hücreler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde faydalı olmuştur. Bununla birlikte; bu bilgiler insana uygulanırken, aradaki fark dikkate alınmalıdır. Çünkü bu organizmalar, memelilere göre daha basit yapıya sahiptir⁵⁰.

Thomas S. Tenforde⁵¹ tarafından yapılan bir çalışmada; elektrik ve manyetik alanların, özellikle hücre zarında ve Ca⁺⁺ iyonu tarafından meydana getirilen işaret yolunda oluşturacağı değişiklikler incelenmiştir. Yine bu çalışmada; birçok duruma göre elektromanyetik alan etkisi altındaki hücrelerin, değişen fonksiyon özellikleri araştırılmıştır.

ABD Teknoloji Değerlendirme Bürosunun iletim hatlarının ürettiği elektrik ve manyetik alanların halk sağlığı üzerindeki etkileri konulu raporunda; elektrik ve manyetik alanlar ile hücrenin etkileşiminin hücre zarında olduğunu ve elektromanyetik alanların vücudun elektrik düzeninde oluşturabileceği küçük bir değişimin bile, hücrede kritik öneme sahip biyokimyasal değişiklikler için yeterli olduğunu belirtmektedir. Ayrıca elektromanyetik alanlar büyüme hormonuna etki ederek özelliklerini bozmaktadır⁴⁰.

2.3.4. ELF Alanların DNA Yapısına Etkileri:

Lai tarafından yapılan ELF alanların DNA zerine etkisi çalışmalarında, uzun süreli ELF alan maruziyetinin DNA hasarına neden olabileceği gösterilmiştir. Ayrıca, iki farklı çalışmada ELF alanların DNA tamir mekanizmasına etki ettiğini göstermiştir. Bu alanlara maruziyet sonrasında, serbest radikallerin ve demir gibi geçiş metalleri ile etkileşimin genotoksik etki oluşmasında rol aldığı gsterilmiştir^{4,52}.

2.3.5. ELF Alanların Kanser Oluşumu zerine Etkisi:

Yüksek gerilimli sistemlerin avantajı, ekonomikliği ve mühendislik motivasyonuna uygun oluşudur. Örneğin tek bir 765 kV'luk hattın konstrüksiyon maliyeti 30 adet 138 kV'luk hattın konstrüksiyon maliyetinin onda biridir. Aynı zamanda birim güç başına müsaade edilen iletken geçiş mesafesinin; sadece 1/13'n kullanarak, 30 adet 138 kV'luk hattın taşıdığı enerjiyi taşır. Ancak 765 kV'luk hattın oluşturduğu elektromanyetik alan 138 kV'luk hattın oluşturduğundan fazladır⁵³.

1977'de Minnesota ve Kuzey Dakota arasında düşünölen 400 kV'luk doğru gerilim hattının yapımı esnasında, halkın muhalefeti yoğun olmuştur. 1978'de hat tamamlandıktan sonra çevrede oturanlar burun kanamaları, çocuk düşürmeleri, deri tahrişleri ve stres gibi sağlık problemlerinden şikayet etmişlerdir. Bu şikayetler sonucu Minnesota Çevresel Özellikler Kurulu'nun başlattığı araştırmalarda, elektromanyetik alanların meydana getirdiği söylenen olumsuz etkilerle ilgili kanıt bulunamamıştır⁵³.

Douglas tarafından yapılan bir çalışmada; 765 kV'luk bir hattan bir-iki yüz metre uzaklıkta bulunan bir insan 2 kV/m'lik bir elektrik alana maruz kalırken, hattın altında bulunan bir insanın 10 kV/m'lik bir alana maruz kalabileceği gösterilmiştir⁵⁴.

1979'da yayınlanan bir epidemiyoloji dergisinde Wertheimer ve Leeper'in elektromanyetik alanların kanser riski üzerindeki etkileri konusunda yaptıkları araştırmalara yer verilmiştir. Bu araştırma çalışmasında, enerji iletim hatları tarafından üretilen 3 mG seviyesindeki alanların, çocuk kanserlerinde önemli bir şekilde etkili olduğu belirtilmiştir⁴⁸.

1987'de Denver'da David Savitz, yüksek gerilim hatlarının oluşturduğu elektromanyetik alanlarla çocuk kanserleri arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek ve Wertheimer tarafından yapılan çalışmaları incelemek üzere yaptığı araştırmalarda yüksek manyetik alan etkisi altında

kalan çocuklarda görülen kanserin, etki altında kalmayanlara göre 1.6 kez daha fazla olduğunu tespit etmiştir^{55,57}.

Tablo 2: Genel halk maruziyeti ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda çıkarılan bağıl riskler⁵⁸

Kanser çeşidi	Çalışma Sayısı	Ortalama Bağıl Risk (Odds Ratio)	Bağıl Risk Aralığı (Relevance Interval)
Çocuk kan kanseri	13	1.25	0.8-2.0
Çocuk beyin kanseri	8	1.3	0.8-1.9
Çocuk lenf kanseri	7	2.0	0.8-5.0
Çocuklardaki tüm kanser türleri	6	1.4	0.9-1.7
Yetişkin kan kanseri	6	1.15	0.85-1.65
Yetişkin beyin kanseri	4	1.15	0.85-1.65
Yetişkinlerdeki tüm kanser türleri	8	1.10	0.80-1.35

1990 yılında bu bulgular üzerinde yapılan iki yıllık çalışmadan sonra; Amerikan Çevre Koruma Ajansı tasarı halinde yayınladığı raporunda, manyetik alanların kanserojen etkisinin muhtemel olduğu ve bunların DDT ve formaldehit maddeleriyle aynı risk kategorilerinde yer aldığını belirtmiştir. Tablo 2’de yaşam alanlarında karşılaşılan, bağıl risk oranları verilmektedir.

Ancak rapor Amerikan Hükümeti tarafından incelenmiş, verilerin yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. İngiltere’de Ulusal Radyolojik Korunma Komitesi tarafından yaptırılan bir araştırmada, çok düşük frekanslı alanların kanserojen etkilerinin kesin olduğunu gösteren

bir veri olmadığı belirtilmiştir. Sonuçlar farklı olmasına karşın, bu sonuçları destekleyen bazı zayıf bulgular da vardır. Bu bulgular beyin kanseri ihtimalinin, lösemiden daha zayıf olduğunu göstermektedir⁵⁵.

Tablo 3: EM alanlar mesleki maruziyet üzerine yapılan epidemiolojik kanser vakaları⁵⁸

Kanser çeşidi	Çalışma Sayısı	Ortalama Bağlı Risk (Odds Ratio)	Bağlı Risk Aralığı (Relevance Interval)
Kan Kanseri (tüm çalışmalar)	38	1.30	0.80-2.50
Kan kanseri (yetişkinlerde)	8	1.20	0.60-2.50
Beyin kanseri	29	1.20	0.90-2.20
Lenf kanseri	11	1.20	0.90-1.80
Akciğer kanseri	14	1.05	0.65-1.45
Kadın göğüs kanseri	8	1.10	0.85-1.50
Erkek göğüs kanseri	10	1.25	0.65-2.80
Tüm kanser çeşitleri	15	1.05	0.85-1.15

Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucunda, elektromanyetik alanlar kanser oluşumunda etkilidir şeklinde bir sonuç çıkmamıştır. Tablo 3'de çalışma alanlarından elde edilen, bağlı risk oranları verilmektedir⁵⁸. Elektromanyetik alanların evlerde ve işyerlerindeki uygulama alanlarının hızla artışı ile birlikte kanser vakalarında da artış gözlenmektedir. Bu sonuçlar, elektromanyetik alanların olumsuz etkilerinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

2.3.6. ELF Alanların Üremeye Etkisi:

Elektromanyetik alanların üreme üzerindeki etkileri incelenirken; araştırmacıları en fazla uğraştıran konu, üremeye ilgili her problemin birçok nedeni olması ve bu nedenlerin genellikle birbiriyle ilişkili olmasıdır. Dolayısıyla çalışmalar; rastlantı sonucu oluşan üreme problemleriyle, elektromanyetik alan etkisiyle oluşan problemler arasındaki fark üzerinde yoğunlaşmıştır.

Elektromanyetik alan gibi çevresel etkilerin; embriyonun gelişimi üzerinde meydana getireceği etkileri tahmin etmek, önemli bir problem teşkil etmektedir. Embriyonun büyük bir oranı, hamileliğin başlangıç dönemlerinde kaybedilir. Bunların %50'si ilk üç haftada olmaktadır. Dünyaya gelen bebeklerin %3 ve %6 arasındakilerde çeşitli sakatlıklar görülmektedir. Fakat bunların değişik sebepler sonucu olduğu bilinmektedir⁵⁰.

Elektromanyetik alanların; üreme üzerinde olumsuz etkileri olduğunu veya böyle bir potansiyele sahip olduğunu iddia etmek için, konuyu tutarlı ve güvenilir nedenlere dayandırmak gerekmektedir⁵¹.

İnsan üremesine etkileri konusunda yapılan çalışmalarda, elektrik ve manyetik alanları meydana getiren üç kaynak üzerinde durulmuştur. Bunlar;

- a) Televizyon ve bilgisayar ekranları,
- b) Enerji nakil hatları ve elektrikli aletler,
- c) Tıbbi görüntüleme cihazları.

Televizyon ve bilgisayar ekranlarının meydana getirdiği alanların; üreme üzerindeki etkisi konusunda yapılan çalışmalar neticesinde, herhangi bir zararlı etkilerinin olmadığı sonucuna varılmıştır⁵⁰.

Üreme problemleriyle ilgili olarak, hayvanlar üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. En fazla kullanılınsa civciv embriyosu olmuştur. Çalışma mekanizması bakımından civciv embriyosu uygun olmakla birlikte; insanlar üzerindeki muhtemel üreme etkilerinin belirlenmesinde daha güvenilir bulgular için, çalışmaların memeliler üzerinde tekrarlanması gerekmektedir. Civciv embriyoları üzerinde yaklaşık 15 deney yapılmış; ancak tutarlı veriler elde edilemediğinden, alan etkilerinin üreme problemi oluşturduğuna dair bir sonuca varılamamıştır.

Bir başka çalışma ise, inekler üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada inekler; dört ay gibi bir süre yüksek gerilim hatları altında bırakılmalarına rağmen, üreme özelliklerinde hiç bir bozukluk görülmemiştir. Benzer bir araştırma da fareler üzerinde yapılmış, onlarda da herhangi bir üreme problemine rastlanmamıştır⁵⁰.

EM alanlar daha çok kadın üreme sistemini etkilemekte, en önemli etkiler olarak istemsiz düşük ve düşük ağırlıklı bebek doğumuna yol açmaktadır^{6,60}.

Yaşam alanlarındaki düşük manyetik alanlara (<10 mG) maruziyetle ilgili olarak, üreme sağlığında etkileri araştıran birçok çalışma yapılmıştır. İstemsiz düşükle ilgili olarak gönüllerin evlerinin ön kapısında yüksek yoğunluklu manyetik alanın ölçüldüğü Finlandiya “work and fertility”

kohort çalışmasında 5 kat artış saptanmıştır (≤ 10 vakaya ve sadece sigara içme durumuna göre eşleştirilmiş gruplara dayanarak)⁶¹.

Savitz ve Anath ile Belanger ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda, istemsiz düşük risk artışı saptanmamıştır. Ancak Belanger ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, erken gebelik döneminde elektrikli battaniye kullanımının istemsiz düşük oranını bir miktar artırabileceği de bildirilmiştir⁶.

ABD'de yapılan bir çalışmada günlük ortalama 16 mG'un üzerinde EM alanlara maruziyetin düşük riskinin arttığı belirlenmiştir⁶.

2.3.6. ELF Alanların Sinir Sistemine Etkisi:

Davranış değişiklikleri, sinir sistemi problemlerinin en önemli göstergelerinden birisidir. Davranışlar; sinir sistemi faaliyetlerine oranla gözlenebilir olduğundan, elektromanyetik alanların etkisi konusunda daha fazla bilgi edinilmesini sağlamıştır. Çoğu zaman büyük davranış değişiklikleri olmasına rağmen, sinir sisteminde yapısal bir zarar tespit etmek mümkün olmamaktadır. Elektromanyetik alanların hem davranışlar hem de sinir sistemi üzerindeki etkileri belli koşullar altında incelenmiş, fakat bu iki durum içinde veriler son derece sınırlı kalmıştır⁵⁸.

ELF alanların olası psikolojik veya psikiyatrik etkileri ile ilgili araştırmalar 1960'ların sonlarında Sovyetler Birliği'nde uykusuzluk, unutkanlık ve baş ağrısı gibi şikâyetlerin artmasıyla birlikte başlamıştır. 1970'lerin sonlarında yayınlanan ilk çalışmada ELF alanlar ve intihar

arasında bir ilişki olduğunu belirtilmiştir. Bu çalışmayı intihar ve diğer depresyon şikayetleri ile ilgili çalışmalar takip etmiştir. Bu alanda çalışılan en önemli iki konu Alzheimer ve motor nöron hastalıkları (Amyotrophic Lateral Sclerosis-ALS)'dir²³.

Huss ve arkadaşları tarafından 2009 yılında basılan çalışmada İsveç'te enerji iletim hatlarına yakın yerleşim alanları ve sinir sistemi hastalıkları nedeniyle ölüm oranı incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre, manyetik alan maruziyeti Alzheimer hastalığının etiyolojisinde ve yaşlılık bunamasında etkilidir⁶².

Bazı çalışmalarda EM alanlara karşı aşırı duyarlılık reaksiyonu gelişebileceği ve bunun sonucunda vücut ağrıları, baş ağrısı, depresyon, yorgunluk, uyku bozuklukları vb yakınmaların ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Bu alandaki çalışmalar halen devam etmektedir⁶³⁻⁶⁴.

2.4. Dünyada ve Türkiye'de EM Alanlarla İlgili Yasal Düzenlemeler

1973'de DSÖ Çevre Sağlığı Kriterleri Programını başlatmış olup, programın amaçları aşağıda sıralanmaktadır⁶⁴.

1. Çevresel kirleticiler maruziyetin insan sağlığına etkisini belirlemek ve rehberler geliştirmek ve maruziyet sınırlarını belirlemek,
2. Yeni veya olası kirleticileri belirlemek,

3. Kirleticilerin sağlık etkileri için bilgi açıklarını gidermek,
4. Toksikolojik ve epidemiyolojik yöntemler yardımıyla uluslararası kabul edilebilir sonuçlara ulaşmak.

Ulusal ve uluslararası alanda EM alan maruziyetine dair olası sağlık etkilerinden korunmak için EM alan düzeyleri belirli kuruluşlar tarafından sınırlandırılmaktadır. Amerika’da bu düzeyler FCC ve IEEE tarafından düzenlenmektedir. Avrupa Birliği ye ülkeleri de dhil olmak üzere birçok ülkede ise ICNIRP tarafından oluşturulan limit değerleri kullanılmaktadır³(Tablo 2).

Ülkemizde enerji iletim hatlarından kaynaklı elektrik ve manyetik alanlara ilişkin özel bir standart bulunmamakta olup, şehir şebekesi frekansını da içine alan düşük frekanslar için “İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması- Düşük Frekanslar (0 Hz – 10 kHz)” isimli bir TSE standardı bulunmaktadır⁶⁷. Bu standart içinde, çeşitli frekanslardan kaynaklı elektromanyetik alanlar için “referans değer”ler verilmektedir⁶⁶. Bunlara ek olarak, elektromanyetik alanları referans almayan, yüksek gerilim hatlarına güvenli yaklaşımın sağlanabilmesi için, 30 Kasım 2000 tarih ve 24246 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği”nde emniyetli yaklaşım mesafe değerleri tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğin 46. Maddesinde yer alan yatay ve düşey mesafeler baz alınmak kaydı ile hattın tesisine izin verilmektedir.

Uluslararası anlamda; 1990 yılında, Radyasyondan Korunma Uluslararası Birliği İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Komitesi (International Radiation Protection Association-International Nonionizing

Radiation Committee - IRPA/INIRC) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Çevre Sağlığı Bölümü'nün işbirliği ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (United Nations Environment Programme - UNEP) desteği ile 50/60 Hz'lik elektrik ve manyetik alanlar için belirlenen sınır değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Daha sonra İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Uluslar arası Komisyonu (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ICNIRP) adını alan IRPA/INIRC, tarafından hazırlanan çizelgede (Tablo 5) değerlerin alındığı ICNIRP klavuzunda³, referans değerlerin belirlenmesinin sağlık etkileri olacağı anlamına gelmediği, daha ayrıntılı araştırmanın gerekeceği belirtilmektedir².

Tablo 4: Türk Standartları Enstitüsü'nün hazırladığı limit değerler

Maruz Kalma Koşulları	Elektrik Alan		Manyetik alan (G)
	Limit değer (kV/m)	Zaman (t, saat)	
Çalışanlar	30	$t \leq 80/E^*$	16
Halk	10		6,4

*E: ortamda ölçülen elektrik alan değeri

Tablo 5: Mesleki Maruziyette izin verilen ICNIRP Limitleri

Frekans	E Alan (V/m)	H Alan Şiddeti (A/m)	Güç Yoğunluğu (W/m ²)	B Alan (μT)
1 Hz'e kadar	--	3.2×10^4	--	4×10^4
1-8 Hz	10.000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	--	$4 \times 10^4 / f^2$
8-25 Hz	10.000	$4000/f$	--	$5000/f$
0.025-0.8 kHz	250/f	4/f	--	5/f
0.8-3 kHz	250/f	5	--	6.25
3-150 kHz	87	5	--	6.25

0.15-1 MHz	87	$0.73/f$	--	$0.92/f$
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	--	$0.92/f$
10-400 MHz	28	0.073	2	0.092
400-2000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$f/200$	$0.0046f^{1/2}$
2-300 GHz	61	0.16	10	0.20

ICNIRP genel halk için 1 G, işçiler için 5 G değerlerini sınır olarak kabul etmektedir³.

Türkiye'de mevcut 154 kV ve 380 kV'luk hatlardan kaynaklı elektrik ve manyetik alanlar, referans ve standart değerlerle karşılaştırıldığında tehlikeli boyutlarda olmadığı anlaşılmaktadır. 154 kV ve 380 kV hatların sağlık etkileri halen araştırılmakta olup, hatlara yönetmelikte belirtilen sınırlardan daha fazla yaklaşılması halinde zararlı etkilerin oluşabileceği ve fiziksel kazalardan söz edilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü, bağımsız, kar amacı gütmeyen ve uzman kuruluşları temel almaktadır. DSÖ, iyonlaştırmayan radyasyon etkileri konusunda ICNIRP'yi, kanser konusunda IARC Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu'nu kabul etmektedir. Haziran 2001'de IARC, Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu enerji iletim (yüksek gerilim) hatlarının yakın civarında oluşan manyetik (ELF) alanların kanserojen olabileceğini açıklamıştır. DSÖ'nün kanserle ilgili sınıflamasında ELF manyetik alanlar "Olası Kanserojen" (Grup-2B) olarak yer almıştır⁶⁸.

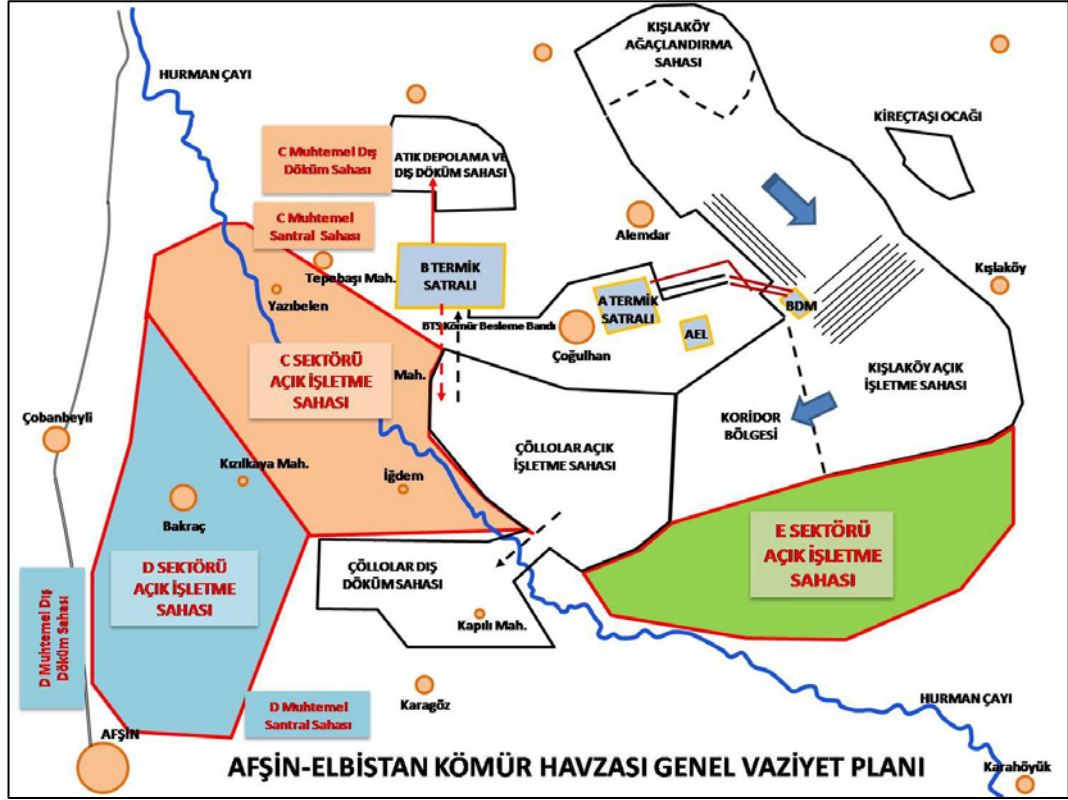
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Bölgesinin Tanıtılması

Afşin-Elbistan termik santrali bulunduğu bölgeye ve ülkemize sağladığı enerji ile önemli bir konumda yer almaktadır. Afşin- Elbistan Kömür Havzasında toplam 2 Milyar 776 Milyon ton işletilebilir rezerv varlığı mevcuttur. Türkiye linyit rezervinin % 40'ı bu havzadadır. Bu kömür rezervlerine dayalı olarak bölgede iki adet termik santral kurulmuştur. Bunlardan Afşin-Elbistan A Termik Santralinin, 1355 MW kurulu gücü, 18 Milyon ton/yıl yakıt tüketimi, 7,7 Milyar kWh/yıl üretim kapasitesi vardır⁶⁹.

Afşin-Elbistan B Termik Santrali ise; 1440 MW kurulu güce, 18 Milyon ton/yıl yakıt tüketimine, 9 Milyar kWh/yıl üretim kapasitesine sahiptir. Mevcut olan A ve B santralleri dışında kurulması planlanan C ve D santralleri ile havzanın tümünden yılda 30 milyar kWh elektrik üretilmesi ve ülkemiz elektrik üretiminin %18'inin bu bölgeden karşılanması planlanmaktadır. Türkiye'de bulunan termik santrallerin üretim durumu ve üretilen enerjinin maliyeti açısından Afşin-Elbistan termik santrali değerlendirilmeye alındığında, bu santralin net birim maliyeti yönünden hidrolik enerjiden sonra en düşük maliyete sahip olduğu belirlenmiştir⁷⁰.

Ülkemizin enerji politikalarına paralel olarak aynı havzada önümüzdeki 5 yıl içinde her biri 1200 MW olan 3 adet termik santral ve bunlara bağlı linyit sahalarının devreye alınması planlanmış ve ihale süreci başlamıştır.



Şekil 7: Afşin-Elbistan Kömür Havzası Genel Vaziyet Planı. Ölçek: 1/25.000

- C Sahası: 5 yıl içinde bir adet termik santral ve bağlı linyit sahasının kurulması planlanmaktadır.
 - D Sahası: 5 yıl içinde bir adet termik santral ve bağlı linyit sahasının kurulması planlanmaktadır.
 - E Sahası: 5 yıl içinde bir adet termik santral ve bağlı linyit sahasının kurulması planlanmaktadır.
- Mevcut Afşin-Elbistan A ve B santralleri ile bağlı linyit sahaları

%90 tarım ve hayvancılığa bağlı olan ilçe ekonomisi, termik santrallerin kurulmaya başlanmasıyla birlikte yerini sanayi ağırlıklı istihdama bırakmıştır. Önümüzdeki 5 yıl içerisinde devreye alınacak 3 santral ve maden sahasının her birinde inşaat döneminde 7500 kişi, işletme döneminde 4250 kişiye istihdam sağlanması öngörülmektedir.

Sanayileşmenin tamamlanması ve teknolojik gelişmeler paralelinde termik santrallerde çalışanlar açısından sağlık ve güvenlik yönünden tehlikeler ve riskler artmıştır. Bu nedenle tüm dünyada çalışma hayatını tanzim eden yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemelere dayalı olarak oluşturulan kanunlar, çeşitli yönetmelik ve yönergelerle de iş hayatında İş Sağlığı ve Güvenliğine ayrı bir önem verilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının amacı; çalışanların bedensel ve ruhsal bütünlüğüne zarar verebilecek olası risklerin ortadan kaldırılarak, sağlıklı ve güvenli bir işyeri ortamı yaratmak ve güvensiz hareketleri önlemektir.

Bu çerçevede Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) tarafından hazırlanan İş Kazaları İstatistiği'ne göre 2008 yılı içerisinde ölümlü iş kazası sayısı sıfır olup diğer iş kazalarında da diğer yıllara oranla büyük bir azalmanın olduğu görülmektedir. 2008 yılında meydana gelen toplam 101 iş kazasının % 97.1'i Termik Santrallerde, %2.9'u Hidrolik Santrallerde meydana gelmiştir⁷¹.

Bu kazaların %42'si Mekanik, %26.7' si Düşme, %6.9' u Darbeli ve %24.4' ü diğer işlerden meydana gelmiştir⁷¹.

Meydana gelen İş Kazalarının %39.6' sı Kesik-Ezik, %14.8' i Yanma şeklinde yaralanmalar olup %45.6'sı ise çeşitli şekillerde yaralanma ile sonuçlanmıştır⁷¹.

EÜAŞ 2008 yılı İş Kazaları İstatistiği'ne göre termik santrallerinde meydana gelen iş kazalarının %64.2'sinin nedeni dikkatsizlik-dalgınlıktır.

Tablo 6: EÜAŞ'a bağlı santrallerde meydana gelen iş kazalarının kaza nedenlerine göre dağılımı (EÜAŞ, İş Kazaları İstatistiği, 2008)⁷¹

KAZA NEDENLERİ	2007		2008					
	TOPLAM		TERMİK SANTRAL		HİDROELEK. SANTRALİ		TOPLAM	
	Kaza S.	%	Kaza S.	%	Kaza S.	%	Kaza S.	%
Tedbirsizlik	29	25.4	25	25.5	1	33.3	26	25.7
Dikkatsiz-Dalgınlık	55	48.2	63	64.2	1	33.3	64	63.3
Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmamak	5	4.4	1	1.0	-	-	1	0.9
Teorik ve Pratik Bilgisizlik	-	-	1	1.0	-	-	1	0.9
İş Organizasyonu Bozukluğu	-	-	0	0.0	-	-	-	-
Haberleşme Eksikliği	-	-	0	0.0	-	-	-	-
İmalat Malzemesi Hataları	8	7.1	3	3.1	-	-	3	3.1
Trafik	14	12.2	4	4.1	1	33.3	5	4.9
Diğer Nedenler	3	2.6	1	1.0	0	0.0	1	0.9
TOPLAM	114	100	98	100	3	100	101	100

3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Elektromanyetik Alan Haritası Çıkarılması için araştırmanın evreni Afşin-Elbistan Termik Santrallerinde ve bunlara bağlı linyit şalt sahalarında çalışan kişilerdir.

Afşin-Elbistan termik santralleri ve şalt sahaları ile bunlara bağlı linyit sahalarında çalışan kişilerdeki sağlık etkilerinin değerlendirmesi için A Termik Santrali, B Termik Santrali ve AEL İşletme Müdürlüğü'nün bulunduğu yerleşkelerdeki şalt sahaları ve teknik personelin en çok zaman geçirdiği yerlerde EM alan ölçümleri yapıldı ve doğrudan sahada çalışan kişilere anket uygulandı.

Ölçümler, GNRK'ya ait EFA-300 cihazı ve isotropik manyetik alan probu ile elektromanyetik Alan kaynakları göz önüne alınarak Oldukça Düşük Frekans (Extremely Low Frequency – ELF) bandında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, çalışanların uzun süreli buldukları ve EM alan kaynaklarının sayıca çok olduğu alanlarda gerçekleştirilmiştir. ELF manyetik alan ölçümleri 5 Hz - 32 kHz bant aralığında izotropik prob kullanılarak toplam 626 noktada ELF manyetik alan ölçümleri gerçekleştirildi ve sonuçlar RMS değerleridir.



Resim 7: EFA-300 ve probarı

A ve B Termik Santralleri ve linyit alanları şalt sahaları ile AEL linyit sahası şalt sahasında doğrudan sahada çalışan toplam personel sayısı 288'dir. Bu kişiler arasından 105 kişi (%35) ankete katılmayı kabul etmiş ve anket soruları birebir kişiye sorularak yanıtları kaydedilmiştir. Ölçüm yapılan alanlardaki çalışma süresi 1 yılın altında olan 16 kişinin

anketi ise değerlendirme dışı kalmıştır. Değerlendirilen toplam anket sayısı 89'dur. Ankete katılanların hepsi erkektir.

3.3. Araştırmanın Tipi

2009 yılında Afşin-Elbistan Termik Santralleri ve Linyit işletmelerinin şalt sahalarında gerçekleştirilen çalışma tanımlayıcı tiptedir.

3.4. Araştırmanın Değişkenleri

3.4.1. Bağımsız Değişkenler

- Yaş, çalıştığı yer, meslek ve öğrenim durumu
- EM alan ölçüm değerleri (miliGauss)

3.4.2. Bağımlı Değişkenler

--Tanısı konmuş hastalıkların varlığı (Alerjik hastalıklar, Akciğer hastalıkları, Böbrek hastalıkları, Kalp hastalıkları, Diyabet, Hipertansiyon, Kanser, Kısırlık, Migren)

--Çeşitli yakınmaların varlığı (Başağrısı, Bulanık Görme, Gözde Batma, kaşıntı, sulanma, Kulakta Ağrı, çınlama, sıcaklık hissi,

İşitme Azlığı, Çarpıntı, Halsizlik, Yorgunluk, Deride döküntü, Mide rahatsızlığı, Nefes darlığı, Sersemlik, Sinirlilik, Unutkanlık, Cinsel isteksizlik)

3.5. Araştırmanın Uygulanması

3.5.1. İzinler ve Etik:

Araştırmada Afşin-Elbistan Termik Santralleri, AEL Linyit İşletme Müdürlüğü ve Park Teknik'de EM alan ölçümlerinin yapılması ve çalışanlara anket uygulanması için işletme müdürlüklerinden gerekli izinler alınmıştır (Ek 2). Aynı zamanda katılımcılara anketin amacı hakkında bilgilendirme yapılmış ve katılıp isteyip istemedikleri sorulmuş, katılmak isteyenlere anket uygulanmıştır.

3.5.2. Ölçümler ve Uygulama Yöntemi:

Manyetik alan ölçümleri Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi (GNRK) ölçüm cihazı EFA-300 ve 5 Hz - 32 kHz bant aralığında izotropik prob kullanılarak 626 noktada yapılmıştır ve sonuçlar RMS** değerleridir.

** RMS: Root Mean Square (Etkin Karekök)

EM alan ölçümleri için Afşin-Elbistan Termik Santralleri, AEL Linyit İşletme Müdürlüğü ve Park Teknik’de teknik personelin yoğun olarak çalıştığı alanlar tespit edilerek gerçekleştirilmiştir. 626 noktada yapılan ölçüm EFA-300 cihazının LIVE modunda gerçekleştirilmiş ve manyetik alan değerleri cihaz üzerinde kaydedilmiştir. Sonuçlar EFA-300 cihazından bilgisayara aktarılarak analiz edilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde ölçüm değerlerinin aritmetik ortalaması ve standart sapma değeri hesaplanmıştır.



Resim 8: B Termik Santrali Ana Kumanda Merkezi

3.5.3. Araştırma Anketi ve Uygulama Yöntemi:

Afşin Elbistan termik santralleri ve linyit işletmeleri şalt sahalarında çalışanların sağlık etkilerinin değerlendirmesi için bölgedeki ilgili kurumlardan gerekli izinleri alındıktan sonra yaşı, cinsiyet, meslek, oturma süresi, sigara ve alkol alışkanlığı vb kişisel özellikleri ve EM alanlar ile ilişkili olabilecek hastalık ve yakınmaları sorgulayan bir anket uygulanmıştır (Ek 1).



Resim 9: Afşin Elbistan Çobanbeyli Şalt Sahası

Teknik personelin yoğun olarak çalıştığı alanlarda EM alan ölçümleri yapılmış ve o sırada orada bulunan personele ankete katılmak isteyip istemediği sorulmuştur. Anketler ölçüm yapılan günde gündüz vardiyasında çalışan kişilere uygulanmıştır.

Anketler yüzyüze görüşme yöntemi ile uygulanmış, hastalıklar için doktor tarafından tanısı konulanlar sorgulanmıştır. Bu uygulamanın nedeni ankete katılanların sorulara çekinmeden, doğru cevaplar verebilmelerini sağlamaktır.

3.6. Araştırma Verilerinin Düzenlenmesi ve Analizi

Veriler SPSS 15.0 (Chicago, Illionis USA) istatistiksel analiz programına yüklenerek değerlendirilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalarda, niteliksel değişkenler için ki-kare testi ve Fisher testi kullanılmıştır. $p < 0,05$ olması istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir.

3.7. Araştırmada Karşılaşılan Güçlük ve Kısıtlılıklar

Ölçümlerin yapılması ve anketlerin uygulanması sırasında bölge halkından bir tepki alınmamış, tersine çalışma süresince destekleri alınmıştır.

3.8. Araştırmanın Zaman Çizelgesi ve Bütçe

Araştırmada anket ve ölçümlerin uygulanmasına 2009 yılı Mayıs ayında başlanmış ve 2009 yılı Haziran ayında veri toplanması tamamlanmıştır. Araştırmanın zaman çizelgesi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 7: Araştırmanın İş-Zaman Planı

	12	3	6	9	12	2
Literatür izlemi	■					
Araştırmanın planlanması		■				
Araştırmanın saha uygulamaları			■			
Veri giriş ve analizi				■		
Tez yazımı					■	

Tablo 8: Araştırmanın bütçesi

	Açıklama	Tutar (TL)
1	Dizüstü bilgisayar	1200,00
2	Afşin-Elbistan saha çalışmaları, ölçüm ve anketler, konaklama ve seyahat giderleri (5 gün)	500,00
3	GNRK ölçüm ücreti	5100,00
	TOPLAM	6800,00

4. BULGULAR

4.1. Elektromanyetik (EM) Alan Haritası

Araştırmada Afşin-Elbistan Termik Santralleri ile Linyit İşletmeleri şalt sahalarında çalışan kişilerim maruz kaldığı EM alan değerleriniz belirlemek için 636 noktada yapılan EM alan ölçüm sonuçlarının dağılımı Tablo 9'da sunulmaktadır.

Afşin-Elbistan Termik Santralleri ile Linyit İşletmeleri şalt sahalarında EM alan düzeyi 1.62 ± 0.60 ile 373.22 ± 74.27 mG arasında değişmektedir.

En düşük ölçüm değerleri, Afşin Elbistan A Termik Santrali ana kumanda odası olarak saptanmışken; en yüksek düzey yine A Termik Santrali şalt sahası kaset birimde saptanmıştır.

Tablo 9: Ölçüm yapılan alanlara göre ortalama EM alan ölçüm sonuçları

Ölçüm Noktası	Ölçüm yeri	EM Alan şiddeti (Ort.±SS) (mG)
1	AEL Linyit İşletmeleri Arıza Bakım Birimi	9.27±11.74
2	AEL Linyit İşletmeleri Ana Şalt Sahası	202.73±167.27
3	B Termik Santrali Şalt Sahası	11.24±6.43
4	B Termik Santrali Röle Odası	10.08±9.27

Tablo-9 (devam)		
5	B Termik Santrali Trafo Merkezi	4.02±357
6	B Termik Santrali Ana Kontrol Merkezi	5.49±4.35
7	B Termik Santrali Kömür-Kül Tablo	36.01±51.71
8	B Termik Santrali Çobanbeyli Şalt Sahası	14.45±10.12
9	B Termik Santrali Çobanbeyli Şalt Sahası Operatör Odası	6.74±0.53
10	B Termik Santrali Çobanbeyli Şalt Sahası Röle Odası	60.09±42.21
11	A Termik Santrali Şalt Sahası	47.54±66.97
12	A Termik Santrali 34.5 kV Kapalı Şalt Sahası	29.66±16.27
13	A Termik Santrali Oto Trafo	28.69±19.52
14	A Termik Santrali Arıza Bakım (Bara Sistemi)	38.56±34.47
15	A Termik Santrali Şalt Sahası Ana Kumanda Odası	1.62±0.60
16	A Termik Santrali Kazan Bölgesi	16.65±11.12
17	A Termik Santrali Kumanda Odaları	1.77±3.41
18	A Termik Santrali Şalt Sahası Kaset Ünitesi	373.22±74.24

4.2. Afşin Elbistan Termik Santrallerinde Çalışanların Sağlık Durumları

4.2.1. Tanımlayıcı Özellikler

Araştırmada Afşin Elbistan Termik Santralleri ve bağlı linyit sahalarından meslekleri gereği sürekli EM alana maruz kalan 288 kişiden 89'u (%30) incelenmiştir.

Anket uygulanan katılımcıların yaş ortalaması 38.83 ± 9.51 , en düşük yaş 23 en yüksek yaş ise 56 olarak tespit edilmiştir. Ankete katılanların tamamı erkektir.

Aynı tarihlerde Ramazan YÖN tarafından termik santrallere yakın yaşayan kişiler üzerinde yapılan diğer bir epidemiyolojik çalışmada ankete katılan kişilerin %61.2'si kadın, %38.8'i erkek olup Çoğulhan Beldesi'nde ikamet eden kişileri temsil etmektedir.

Anket uygulanan kişilerin çalıştıkları kurum ve mesleklerine göre dağılımı Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Meslek dağılımı

Araştırma Grubu (n=89)		
	Sayı	Yüzde (%)
Bilgisayar Teknisyeni	1	1,12
Elektrik Teknisyeni	60	67,42
Makine Teknisyeni	23	25,84
Elektrik Mühendisi	4	4,49
Kimya Mühendisi	1	1,12
Toplam	89	100,0

Tablo 11'de termik santrali çalışanlarının sağlık etkileri dağılımları verilmiştir.

Tablo 11: Termik Santral Çalışanlarına Uygulanan Ankete Göre Şikayet/Bulgu Sonuçlarının Dağılımı

Hastalık / Şikayet	Görülen Kişi Sayısı	Yüzde	p Değeri
Depresyon	10	11,24	0.028
Konsantrasyon güçsüzlük	20	22,47	0.028
Dikkat toplamada güçlük	22	24,72	0.076
Aşırı yorgunluk	31	34,83	0.091
Bezginlik	21	23,60	0.145
Unutkanlık	40	44,94	0.062
Deride kuruluk	7	7,87	0.748
Katarakt oluşumu	5	5,62	0.001
Gözde Alerji	12	13,48	0.603
Baş ağrısı	35	39,33	0.628
Nefes Darlığı	9	10,11	0.112
Burun Tıkanıklığı	8	8,99	0.955
Boğaz Kuruluğu	8	8,99	0.955
Sırt ağrısı	24	26,97	0.398
Kaslarda gerginlik	11	12,36	0.006
Kaslarda güçsüzlük	8	8,99	0,587
Eklem ağrısı	27	30,34	0.176
Yüksek tansiyon	7	7,87	0.014

5. TARTIŞMA

İnsanların çevre konusundaki duyarlılığının artmasıyla birlikte ELF alanların canlılar üzerindeki etkilerinin araştırılması için yapılan incelemeler günden güne artış göstermektedir. ELF elektromanyetik alanlara çevresel maruziyetin kronik hastalık ve çocuklarda lösemi riskini arttırdığı gösteren ilk çalışma 1979 yılında Wertheimer ve Leeper tarafından yapılmıştır⁴⁸. Feychting ve Alhbom tarafından 1993 yılında yapılan diğer çalışmada evlerde düşük manyetik alana maruz kalan çocukların kanserden ölme oranının yüksek olduğu bulunmuşlardır. Özellikle Feychting ve Alhbom çalışması 2 mG üzerinde manyetik alana maruz kalan çocuklarda çocukluk lösemi riskinin daha fazla olduğunu açıkça göstermiştir. Bu çalışmanın verilerine dayanarak 2 mG değeri birçok epidemiyolojik çalışmada referans değer olarak alınmakta ve bazı ülkeler ulusal standartlarında 2 mG değerini sınır değer olarak kabul etmektedirler. 2000 yılından sonra yapılan çalışmalar ile her gün 2 mG üzerinde manyetik alana maruziyetin kanser, kadın hastalıkları, alerji, migren ve diğer kronik hastalıkların görülme olasılığını arttırdığı sonucuna varılmıştır^{72,73}.

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda yaptıkları çalışmalar sonucunda birçok ülke ELF alanlara yönelik sağlık ve güvenlik standartlarını oluşturmuşlardır. Bu standartlardaki sınır değerlere dayanılarak çalışanların EM alan değeri yüksek ortamlardaki çalışma koşulları ve süreleri kolaylıkla belirlenebilmektedir. Oluşturulan bu standart ve sınır değerlerin yanı sıra uluslararası sınır değerler de vardır.

Uluslararası alanda ICNIRP (International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection: Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi) tarafından belirlenen sınır değerler birçok Avrupa ülkesinde ve dünyanın farklı ülkelerinde en yaygın kabul gören değerler arasındadır. Ancak mevcut ulusal ve uluslararası standartların güncel çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre yeniden düzenlenmesi ve limit değerlerin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır³⁻⁴.

Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) 2000 yılında statik ve ELF elektrik ve manyetik alanların sağlık etkileri üzerine o güne kadar yapılan tüm araştırmaları inceleyerek ELF manyetik alanların insanlar için 2B sınıfı "*olası karsinojen – possibly carcinogenic*" olduğu sonucuna varmıştır⁶⁸.

Ülkemizde yüksek gerilim hatlarından kaynaklı elektrik ve manyetik alanlara ilişkin özel bir standart bulunmamakta olup, şehir şebekesi frekansını da içine alan düşük frekanslar için "İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması- Düşük Frekanslar (0 Hz – 10 kHz)" başlıklı ve TS ENV 50166-1 sayılı TSE standardı bulunmaktadır⁶⁷. Bu standart içinde, çeşitli frekanslardan kaynaklı elektromanyetik alanlar için "referans değerler" verilmektedir. Bunlara ek olarak, elektromanyetik alanları referans almayan, yüksek gerilim hatlarına güvenli yaklaşımın sağlanabilmesi için, 30 Kasım 2000 tarih ve 24246 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği"nde emniyetli yaklaşım mesafe değerleri tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğin 46. Maddesinde yer alan yatay ve düşey mesafeler baz alınmak kaydı ile hattın tesisine izin verilmektedir⁶⁷.

ICNIRP limitleri akut sağlık etkileri (çok, yanık vb) olarak değerlendirerek genel halk için 1 G, alışanlar için 5 G değerlerini sınır olarak kabul etmektedir³. Ülkemizde ise TSE standardı ile belirlenen bu değerler genel halk için 6.4 G ve çalışanlar için 16 G olarak belirlenmiřtir⁶⁷.

Tablo 12: Hava hattı iletkenlerinin en büyük salđı durumunda üzerinden geçtikleri yerlere olan en kk düşey uzaklıkları

İletkenlerin üzerinden geçtiği yer	Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (kV)					
	0-1 (1 dahil)	1-17,5	36	72,5	170	420
	En kk düşey uzaklıklar (m)					
zerinde trafik olmayan sular (suların en kabarık yüzeyine göre)	4,5*	5	5	5	6	8,5
Araç geçmesine elverişli ayır, tarla, otlak vb.	5*	6	6	6	7	9,5
Araç geçmesine elverişli köy ve şehir içi yolları	5,5*	7	7	7	8	12
şehirlerarası karayolları	7	7	7	7	9	12
Ağaçlar	1,5	2,5	2,5	3	3	5
zerine herkes tarafından çıkılabilen düz damlı yapılar	2,5	3,5	3,5	4	5	8,7
zerine herkes tarafından çıkılmayan eğik damlı yapılar	2	3	3	3,5	5	8,7
Elektrik hatları	2	2	2	2	2,5	4,5
Petrol ve doğal gaz boru hatları	9	9	9	9	9	9
zerinde trafik olan sular ve kanallar (bu uzaklıklar suların en kabarık düzeyinden gebilecek taşıtların en yüksek noktasından ölçülecektir.)	4,5	4,5	5	5	6	9
İletişim (haberleşme) hatları	1	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5

Elektriksiz demiryolları (ray demirinden ölçülecektir)	7	7	7	7	8	10,5
Otoyollar	14	14	14	14	14	14

Afşin Elbistan Termik Santrallerinde yapılan toplam 626 noktadaki EM alan ölçüm sonuçları 1.61 ± 0.60 ile 373.22 ± 74.24 mG arasında değişmektedir. Bu değerlerin %89.8'i 2 mG'un üzerinde bulunmuştur.

2 mG'un altındaki ölçüm değerleri, Afşin Elbistan Termik Santralleri ve bağlı linyit işlemleri şalt sahalarına en uzak noktalarda tespit edilmiştir.

Araştırmada 20 kişide (%22.34) konsantrasyon güçlüğü, 22 kişide (%24.72) dikkat toplamada güçlük, 40 kişide (%44.94) unutkanlık, 11 kişide (%12.36) kaslarda güçsüzlük, 31 kişide (%34.83) aşırı yorgunluk şikayetleri tespit edilmiştir. EÜAŞ 2008 iş kazaları istatistiklerine göre de iş kazalarının %64'ü dikkatsizlik ve dalgınlıktan kaynaklanmaktadır⁷¹.

Bu verilere göre termik santral bölgesinde çalışanların yüksek EM alanlara maruz kalmaları nedeniyle nörodejeneratif rahatsızlıkların oranının yüksek olduğu ve bunun da iş kaza sayısının artmasına sebebiyet verdiği söylenebilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma, termik santral ve bağlı linyit madenlerindeki şalt sahalarının çalışanlar üzerindeki olası etkileri araştırılarak çalışanların sağlık durumlarının belirlenmesini amaçlamıştır.

Bu amaçla yapılan ölçümler sonucunda Afşin Elbistan Termik Santrallerindeki EM alan düzeyi 1.61 ± 0.60 ile 373.22 ± 74.24 mG arasında değişmektedir.

Araştırmada çalışanlarda depresyon, konsantrasyon güçlüğü, dikkat toplamada güçlük, unutkanlık, katarakt oluşumu, gözde alerji, yüksek tansiyon meslekleri gereği EM maruz kalan termik santral şalt sahaları çalışanlarında istatistiksel anlamlı bulunmuştur.

Termik santral ve bağlı linyit alanlarının şalt sahaları ile yüksek gerilim hatlarından kaynaklı 50 Hz manyetik alana meslekleri gereği maruz kalan kişiler için dikkat edilmesi gereken bir konu olarak görülmektedir. Ölçüm sonuçlarının %89.8'inin 2 mG üzerinde olduğu sonuçlar çalışanlar için ciddi bir risk unsuru taşımaktadır.

ELF alanların sağlık ve biyolojik etki oluşturduğunu gösteren birkaç derleme mevcuttur. ELF alanların sağlık etkileri ile ilgili yapılan epidemiyolojik çalışmalar ile, hamilelik süresince ve sonrasında 2 mG ve üzerinde EM alana maruziyet ile çocuk lösemisi arasında bir ilişki olduğu

gösterilmiştir. IARC'ın ELF alanları “olası karsinojen” ilan etmesinin temelinde de epidemiyolojik olarak kanıtlanmış bu ilişki yatmaktadır^{68,74}.

ELF alanlar için, uluslararası standartlarca belirlenen limit değerlerin altında ancak 2 mG ve üzerinde çevresel manyetik alanlara maruziyet çocukluk lösemisi gibi nadiren görülen hastalıkların ve istemsiz düşük, ölü doğum gibi kötü gebelik riskleri göz ardı edilemeyecek oranda arttırabileceği gösterilmiştir.

Göğüs kanseri, beyin kanseri, Alzheimer gibi daha pek çok hastalıklar ile EM alanlar ilişkisi DSÖ başta olmak üzere, dünyada bir çok farklı kuruluşça etki mekanizmasından, olası sağlık etkilerine ve risk hesaplanmasına kadar bir dizi çalışma yürütülmektedir.

ÖNERİLER:

(1) Tüm yaşam alanlarında ve işyerlerinde EM alanların periyodik olarak yılda en az 1 defa ölçülmesi ve ölçüm sonuçlarına göre gereken yerlerde önlem alınması ve çalışanların bu konuda bilgilendirilmesi önerilmektedir. Bunun için ülkemizde henüz olmayan ELF alanlara yönelik ulusal standardın ve limit değerlerin acilen oluşturularak çalışanların EM alan kaynağına yaklaşım mesafelerinin ve sürelerinin bilimsel araştırmalar ışığında tanımlanması gerekmektedir.

(2) Ulusal düzeyde, kimi ülkelerde olduğu gibi bir EM alan izlem ve değerlendirme merkezi kurulması, bu merkez için en uygun çatının Sağlık Bakanlığı olduğu, ancak başta Çevre Bakanlığı,

Üniversiteler ve Sivil Toplum Örgütleri ile birlikte eşgüdüm içerisinde çalışması önerilmektedir.

(3) Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de EM alanların sağlık etkilerini araştıran, ülke geneline yayılmış bilimsel araştırmalara daha fazla bütçe ayrılarak bu alandaki çalışmaların artırılması önerilmektedir.

7. ÖZET

Afşin Elbistan Termik Santrallerinde Çalışanlarda Sağlık Durumunun Değerlendirilmesi

Günümüzde elektromanyetik alanların hücre ve doku sistemleri üzerindeki biyolojik etki mekanizmasını incelemek üzere pek çok çalışma yapılmaktadır. 50-60 Hz'de kuvvetli alanlar içerisinde uzunca bir süre yaşamak, çalışmak zorunda olan insan, hayvan ve bitkilerdeki olası fizyolojik ve biyolojik etkileri belirlemek amacı ile hem deneysel hem de epidemiyolojik çalışmalar yapılmaktadır.

Biz bu çalışmamızda, meslekleri gereği elektromanyetik alanlara uzun süre maruz kalan kişilerin sağlık problemlerini saptamak amacı ile 30 soruluk bir anket hazırladık. Termik santraller ve onla bağlı linyit işletmelerinin şalt sahalarında çalışan 105 kişiye anketimizi uyguladık. Anketlere verilen yanıtlar SPSS paket programı ile değerlendirildi.

Termik santraller ve bunlara bağlı linyit işletmelerinin şalt sahalarında çalışanlar arasında; baş ağrısı, eklem ağrısı, sinirsel rahatsızlıklar, deri hastalıkları, tansiyon rahatsızlığı ve uyku bozuklukları arasında farklılık olup olmadığı, meslek farklılıklarına göre değerlendirilerek istatistiksel oranlar incelenmiştir. Analizler sonucunda konsantrasyon güçlüğü, dikkat toplamada güçlü, unutkanlık, kaslarda güçsüzlük gibi rahatsızlıkların oluşumunda şalt sahalarından yayılan EM alanların etkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın sonuçları genel olarak literatürde yer alan EM alan ölçüm değerleri ve sağlık etkileri ile benzerdir.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik (EM) alan, insan sağlığı, termik santral, şalt sahası

8. SUMMARY

The Evaluation of Health Surveillance of Occupants Working in Afşin-Elbistan High Voltage Sub-Stations

Currently, there are many studies to understand how the electromagnetic fields effect cells and tissues of biological systems. There are a lot of experimental and epidemiological studies about possible physiologic and biologic effects of 50-60 Hz power frequency fields on the human, animal and plants that are exposed to those fields, for a long time.

In our study, we developed a questioner which include 30 questions, to explore the health problems of the people who are occupational exposed to electromagnetic fields for a long time. The questionnaire have been applied to 105 occupants working in Afşin-Elbistan High-Power Substations. The answers have been analyzed by using SPSS program for age, working time and occupation variables. After that, the results have been statistically evaluated about headache, articulation ache, neurological problems, hearth problems, blood pressures, sleep problems, with special attention to their occupations.

The results of the analysis showed us that, some of the health problems could be occured because of the EM radiation from high power sub-stations.

Key Words: Electromagnetic fields, human health, high power sub-stations

9. KAYNAKLAR

- 1 Karaca, Ayten. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. Mühendislik Bilimleri Dergisi; 7 (1): 95-102
- 2 Koşalay İ. Enerji İletim Hatlarının Meydana Getirdiği Elektromanyetik Alanlar ve Değerlendirmeler. VII Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu 2008.
- 3 ICNIRP 1998 Standards. Guideline for Limiting Exposure to Time Varying Electric and Magnetic Fields (Up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Physics 1998; 74; 494-522.
- 4 BioInitiative Report: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF) [internette]. 2007. [21.01.2010 okundu]. <http://www.bioinitiative.org>
- 5 Ahlbom A, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A. Review of the Epidemiological Literature on EMF and Health. Environmental Health Perspective 2001; 109 (6): 911-933
- 6 İlhan MN. Bir Tıp Fakültesi Hastanesinde Elektromanyetik Alan Haritası Çıkarılması ve Sağlık Çalışanlarında Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2008.
- 7 Seyhan N, Canseven AG, Güler G. "Animal Studies on the Effect of SMF and ELF EMF" in "Bioelectromagnetics: Current Concepts" NATO Science Series: The Netherlands: Springer Pres; 2006.: p.195-212.

- 8 Seyhan N, Canseven AG. In Vivo Effects of ELF MFs on Collagen Synthesis, Free Radical Processes, Natural Antioxidant System, Respiratory Burst System, Immune System Activities, and Electrolytes in the Skin, Plasma, Spleen, Lung, Kidney, and Brain Tissues. *Electromagnetic Biology and Medicine* 2006; 25 (4): 291-305.
- 9 Seyhan N, Güler G. Review of In Vivo Static and ELF Electric Fields Studies Performed at Gazi Biophysics Department. *Electromagnetic Biology and Medicine* 2006; 25 (4): 307-323.
- 10 Coşkun S, B. Balabanlı, A.G. Canseven ve N. Seyhan, "Effects of Continuous and Intermittent Magnetic Fields on Oxidative Parameters In Vivo" *Neurochemical Research*, 34 (2), 238-243 (2009)
- 11 Budak GG, Budak B, Oztürk GG, Muluk NB, Apan A, Seyhan N. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on transient evoked otoacoustic emissions in rabbits. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009 , 73(3):429-36.
- 12 Budak B, Budak GG, Oztürk GG, Muluk NB, Apan A, Seyhan N. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on distortion product otoacoustic emissions in rabbits. *Auris Nasus Larynx.* 2009 Jun;36(3):255-62.
- 13 Guler G, Turkozer Z, Ozgur E, Tomruk A, Seyhan N, Karasu C. Protein oxidation under the stress of extremely low frequency electric field: Effects of treatment with N-Acetylcysteine. *General Physiology and Biophysics*, 2009, 28(1):47-55.

- 14 Guler G, Turkozer Z, Ozgur E, Seyhan N. Antioxidants alleviate electric field-induced effects on lung tissue based on assays of heme oxygenase-1, protein carbonyl content, malondialdehyde, nitric oxide, and hydroxyproline. *Science of the Total Environment* 2009, 407, 1326 – 1332.
- 15 Canseven AG, Coskun S, Seyhan N. Effects of various extremely low frequency magnetic fields on the free radical processes, natural antioxidant system and respiratory burst system activities in the heart and liver tissues. *Indian J Biochem Biophys.* 2008 Oct;45(5):326-31.
- 16 Guler G, Turkozer Z, Tomruk A, Seyhan N. The protective effects of N-acetyl-L-cysteine and epigallocatechin-3-gallate on electric field-induced hepatic oxidative stress. *International Journal of Radiation Biology* 2008 Aug;84(8):669-80.
- 17 Türközer Z, Güler G, Seyhan N. Effects of exposure to 50 Hz electric field at different strengths on oxidative stress and antioxidant enzyme activities in the brain tissue of guinea pigs. *International Journal of Radiation Biology* 2008 Jul;84(7):581-90.
- 18 Hardalaç F., Güler G., Examination of static and 50 Hz electric field effects on tissues by using hybrid genetic algorithm and neural network, *Expert Systems*, 2008, 25 (4), 349-366
- 19 Guler G, Turkozer Z, Seyhan N. Electric field effects on Guinea pig serum: the role of free radicals. *Electromagn Biol Med.* 2007;26(3):207-23
- 20 Canseven AG, Keskil ZA, Keskil S, Seyhan N. Pentylene-tetrazol-induced seizures are not altered by pre- or post-drug exposure to a 50 Hz magnetic

field. *Int J Radiat Biol.* 2007 Apr;83(4):231-5.

- 21 Tohumoglu G, Canseven AG, Cevik A, Seyhan N. Formulation of ELF magnetic fields' effects on malondialdehyde level and myeloperoxidase activity in kidney using genetic programming. *Comput Methods Programs Biomed.* 2007 Apr;86(1):1-9. Epub 2007 Jan 22.
- 22 Seyhan N., Güler G. Review of In Vivo Static and ELF Electric Fields Studies Performed at Gazi Biophysics Department, *Electromagnetic Biology and Medicine*, Issue No.4, Vol. 25, pp 307-323, 2006.
- 23 Güler G., Aricioglu A., Seyhan N.; Effect of Static and 50 Hz Electric Fields on the Activity of Superoxide Dismutase and the Level of Thiobarbituric Acid-Reactive Substances in Guinea Pigs, *General Physiology and Biophysics*, Issue No. 2, Vol. 25, 2006.
- 24 Canseven AG, Seyhan N, Mirshahidi S, Imir T. Suppression of natural killer cell activity on *Candida stellatoidea* by a 50 Hz magnetic field. *Electromagn Biol Med.* 2006;25(2):79-85.
- 25 Güler G, Hardalaç F, Aricioğlu A. Examination of electric field effects on tissues by using back propagation neural network. *J Med Syst.* 2005 Dec;29(6):679-708.
- 26 Keskil I.S., Keskil ZA, Canseven AG, Seyhan N. No effect of 50 Hz magnetic field observed in a pilot study on pentylenetetrazol-induced seizures and mortality in mice. *Epilepsy Res.* 2001 Apr;44(1):27-32.

- 27 Güler G., ATALAY SEYHAN N.: Changes in Hydroxyproline Levels in Electric Field Tissue Interaction, Indian Journal Of Biochemistry and Biophysics , 33, 531-533. (1996).
- 28 Güler G., Atalay Seyhan N., Özoğul C., Erdoğan D.: Biochemical and Structural Approach to Collagen Synthesis Under Electric Fields , Gen. Physiol. Biophys., 15, 429-440. (1996).
- 29 Hietanan M., Hamalainen A., Nandelstadh P. Electromagnetic Fields in the Work Environment. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health; 2002.
- 30 Carpenter DO, Ayrapteryan S. Biological Effects of Electric and Magnetic Fields, Vol-I. San Diego, California: Academic Press; 1994
- 31 Halliday D, Resnick R. Fundamentals of Physics. 2nd ed. Singapore: John Wiley & Sons Inc; 1981
- 32 Griffiths DJ. Electromagnetic Theory. Karaoğlu B (Çev), 2. basım Elektromanyetik Teori: Karaoğlu B, İstanbul, Güven Kitap Yayın Dağıtım, 2005
- 33 Giancoli DC. Elements of Physics, New Jersey, Prentice Hall Inc, 1985
- 34 Keller FJ, Gettys WE, Skove MJ. Physics, New York, McGraw-Hill, Inc, 1995.
- 35 Sevgi L. Çevremizdeki Elektrik ve Manyetik Alanlar. Endüstriyel & Otomasyon. Endüstriyel & Otomasyon 2005 –Şubat . [24.01.2010 okundu].

http://www3.dogus.edu.tr/lsevgi/LSevgi/E&O/EO_Subat05.pdf

- 36 Wilson J, Hawkes JFB. Optoelectronics, Cambridge, Prentice Hall, 1989
- 37 Canseven A. Değişik Şiddet ve Süreli Manyetik Alanların Deri Hidroksiprolin Seviyesine Etkisi, Doktora Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 1998
- 38 Güler G. Farklı Sürelerde Uygulanan AC Elektrik Alanların Protein Sentezine Etkisi, Doktora Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1998.
- 39 Termik santralde elektrik nasıl üretilir? [24.01.2010 okundu].
<http://www.catestermik.com/index/teknikbilgi/termikelektrikuretimi.html>
- 40 Şeker Ş. S., Çerezci O., Radyasyon Kuşatması;Elektriğin ve Nükleer enerjinin sağlığınıza etkileri, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2000
- 41 Gandhi O.P., Biological effects and medical application of electromagnetic energy, Prentice Hall Pub. New Jersey, 1990.
- 42 Edwin L.C., Biological effects of transmission line fields., Elsevier Pub., 1987
- 43 Schwan H. P. Biophysical Principles of the Interaction of ELF Fields with Living Matter. Biological Effects and Dosimetry of Static and ELF Electromagnetics Fields, 243-271, Plenum Pres, Newyork, 1985.

- 44 Davis, J. G. Health Effects of Low Frequency Electric and Magnetic, Oak Ridge Associated University. 1992.
- 45 Foster K. R., Moulder J. E. Questioning Biological Effects, IEEE Engineering in Medicine and Biology, 15: 23-102. 1996.
- 46 Bowman J.D., Garabrant D.H., Sobel E.& Peters, J.M. Exposures to Extremely Low Frequency (ELF) Electromagnetic Fields in Occupations with Elevated Leukemia Rates, Applied Industrial Hygiene, 3: 189-194. 1988
- 47 Fulton J.P., Cobb S., Preble L., Leone L., Forman E. Electrical Wiring Configurations and Childhood Leukemia in Rhode Island, Am J Epidemiol 111: 292-296. 1980.
- 48 Wertheimer N. Leeper, E. Electric Wiring Configurations and Childhood Leukemia, Am J Epidemiol, 198: 273-284. 1980.
- 49 Michel A., Gutzeit H.O. Electromagnetic Fields in Combination with Elevated Temperatures Affect Embryogenesis of Drosophila, Biochemical and Biophysical Research Communications, 265: 73-78. 1999.
- 50 Davis J. G., Mills W. A., Health Effect of Low Frequency Electric and Magnetic Fields, Science and Technology, Vol. 27, No.1, pp. 44-48. 1993.
- 51 Tenforde T. S. Health Effects of Low Frequency Electric and Magnetic Fields, Environ, Science Technology , Vol.27, No.1, pp. 56-58. 1993.

- 52 Phillips JL, Singh NP, Lai H. Electromagnetic fields and DNA damage. *Pathophysiology* 2009; 16: 79-88.
- 53 Denno K., *High Voltage Engineering in Power System*, Boca Raton, pp.367-376, CRC Press. 1992
- 54 Douglas J., Male R., Newell G., Perhac R., Sagan L., *Electromagnetics Fields and Human*, pp.14. 1989
- 55 *Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields*. NIEHS working group report. 1998
- 56 Villeneuve P.J., Agnew D.A., Miller A.B., Corey P.N., Purdham J.T. Leukemia in electric utility workers: The evaluation of alternative indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields. *American Journal of Industrial Medicine*: 37 (6), 607 – 617. 2000
- 57 Hee Cho Y., Chung H.W., The effect of extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on the frequency of micronuclei and sister chromatid exchange in human lymphocytes induced by benzo(a)pyrene, *Toxicology Letters*, 143 (1), 37-44, 2003.
- 58 Ulukurt Ö. Endüstriyel EM alanlara maruz kalma, standartlar, ölçüm prosedürlerinin geliştirilmesi ve ölçümlerin simülasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Abd. 2005
- 59 Savitz D. A., *Health Effects of Low Frequency Electric and Magnetic Fields*, *Environ, Science Technology* , 27 (1), 52-54., 1993.

- 60 Güven S, Kart C, Güvendağ Güven ES. The Effects of Electromagnetic Field on Pregnancy. Turkish-German Gynecol Assoc 2007; 8(4): 431-436.
- 61 Juutilainen J, Matilainen P, Saarikoski S et al. Early pregnancy loss and exposure to 50 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics 1993; 14: 229-36.
- 62 Ahlbom A. Neurodegenerative Diseases, Suicide and Depressive Symptoms in Relation to EMF. Bioelectromagnetics Supplement 5 2001: 132-143.
- 63 WHO. Electromagnetic fields and public health exposure to low frequency electromagnetic fields, Fact Sheet No: 322. Geneva: WHO; 2007.
- 64 WHO. Extremely Low Frequency Fields, Environmental Health Criteria No: 238. Geneva: WHO; 2008.
- 65 Robert G. Olsen, Electromagnetic Fields From Power Lines, IEEE Trans., Vol. PWRD-6, 138-143, 1993.
- 66 TEAS Genel Müdürlüğü Çevre Daire Başkanlığı, "Elektrik Alanları ve Manyetik Alanlar", Cilt 1-2, TEAS Genel Müdürlüğü, Ankara, 90 (2001).
- 67 Türk Standartları Enstitüsü (TSE). İnsanların elektromanyetik alanlara maruz kalması-düşük frekanslar (0 Hz-10KHz) TS ENV 50166. TSE; 1996.
- 68 IARC. Non-ionizing radiation, Part I: static and extremely low frequency (ELF) electric and magnetic fields. Agency for Research on Cancer Monographs 2000; 80

- 69 Afşin Elbistan Enerji Santrali, TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 442-443. 2006.
- 70 Kır, Tuğba. Afşin-Elbistan A Termik Santralinde Çalışan Kazan İşletmecilerinin Genotoksik Risklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Biyoloji Anabilim Dalı, 2008.
- 71 İş Kazaları İstatistiği, Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Ankara, 2008.
- 72 Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage Power Lines. American Journal of Epidemiology 1993; 169: 467-481.
- 73 Kheifets L, Renew D, Sias G, Swanson J. Extremely Low Frequency Electric Fields and Cancer: Assessing the Evidence. Bioelectromagnetics 2009: 1-11
- 74 National Institutes of Environmental Health Science (NIEHS). Health effects from exposure to power-line frequency and magnetic fields. USA: NIEHS; 1998.
-

10. EKLER

Ek-1: Araştırmada Kullanılan Anket Formu

Ek-2: Araştırmanın Uygulanabilmesi için Alınan İzin Belgeleri

Ek-3: EM Alan lüm Sonuçları

Anket No

**TERMİK SANTRAL ŞALT SAHASINDA ÇALIŞANLARIN
ELEKTROMANYETİK ALANLAR (EMA) ve SAĞLIK ETKİLERİ
KONUSUNDAKİ BİLGİ DÜZEYLERİNİ ve
ÇALIŞTIKLARI/YAŞADIKLARI ORTAMDAKİ EMA ALANLARI
SAPTAMAYA YÖNELİK ANKET FORMU**

Değerli Çalışan,

Bu araştırma Elbistan Termik Santrali Şalt Sahasının elektromanyetik alan kirlilik haritasının çıkarılmasını ve elektromanyetik alanların bu sahada çalışanlar üzerindeki sağlık etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Anketin uygulanması için'dan izin alınmıştır. Anket sonuçlarının çalışma ortamının iyileştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Doğru sonuçlara ulaşılabilmesi için tüm sorulara eksiksiz ve doğru yanıtlar vermeniz çok önemlidir. Katılımınız için teşekkür ederiz.

Uzman Arzu FİRLARER
Gazi Ün. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Anabilim Dalı

Soru ve katkılarınız için iletişim adresi:

Tel:0312 202 46 79 e-posta: afirlarer@gmail.com

Tarih :

Adınız Soyadınız :

Telefon Numaranız :

e-posta:.....

I. TANIMLAYICI BİLGİLER

1. Kaç yaşındasınız?

.....

2. Cinsiyetiniz nedir ?

1. Kadın 2. Erkek

3. Medeni durumunuz nedir?

1. Evli / Çocuk sayısı..... 2. Bekar 3. Dul
4. Boşanmış

4. Öğrenim durumunuz nedir?

1. Okur yazar değil 3. İlkokul mezunu 5. Lise mezunu
2. Okuryazar 4. Ortaokul mezunu 6. Yüksekokul / Üniversite
mezunu

5. Sosyal güvenceniz var mı?

1. Yok 3. Bağ-Kur 5. Emekli Sandığı 7. Diğer.....
2. Yeşil Kart 4. SSK 6. Özel Sigorta

6. Ortalama ailenizin/hanenizin aylık geliri ne kadar? YTL

7. Mesleğiniz nedir?

8. Kaç yıldır bu mesleği yapıyorsunuz?

9. Son çalıştığınız işyeri neresidir?

- 1- Evet 2- Hayır,

10. Kaç yıldır bu işyerinde çalışıyorsunuz?

11. Bu işyerinde hangi birimlerde ne kadar süreyle çalıştınız?

- 1- birimi Ay/yıl
2- birimi Ay/yıl
3- birimi Ay/yıl

12. Daha önce farklı işlerde çalıştınız mı? Evet ise, neler olduğunu ve kaç yıl süreyle çalıştığınızı lütfen belirtiniz?

1. Hayır 2. Evet / yıl
..... / yıl
..... / yıl

13. Aşağıda belirtilen şikâyetler/bulgular sizde var mı? Varsa, ne zamandan beri olduğunu lütfen belirtiniz.

		Yok	Var	Süresi (ay/yıl)
1	Psikolojik durum ile ilgili şikâyet/bulgular	1	2	

	1.1	Sinirlilik	1	2	
	1.2	Depresyon	1	2	
	1.3	Konsantrasyon güçlüğü	1	2	
	1.4	Dikkat toplamada güçlük	1	2	
	1.5	Aşırı yorgunluk	1	2	
	1.6	Bezginlik	1	2	
	1.7	Unutkanlık	1	2	
	1.8	Uyku düzensizliği	1	2	
2		Deri ile ilgili şikâyet/bulgular	1	2	
	2.1	Deride kuruluk	1	2	
	2.2	Deride acı/hassasiyet	1	2	
	2.3	Deride yanma hissi	1	2	
	2.4	Deride kaşınma	1	2	
	2.5	Deride dökülme	1	2	
	2.6	Deride kızarıklık	1	2	
	2.7	Deride şişkinlik	1	2	
3		Göz ile ilgili şikâyet/bulgular	1	2	
	3.1	Gözde kuruluk	1	2	
	3.2	Gözde alerji / kaşıntı	1	2	
	3.3	Katarakt oluşumu	1	2	
	3.4	Diğer	1	2	
4		Beyin/Baş ile ilgili şikâyet/bulgular	1	2	
	4.1	Baş ağrısı	1	2	
	4.2	Başın ağırlaşması	1	2	
	4.3	Migren	1	2	
	4.4	Baş dönmesi	1	2	
	4.5	Başta acı/sıcaklık	1	2	
	4.6	Başta ani ağrı hissi	1	2	
5		Kalp ve solunum sistemi ile ilgili şikâyet/bulgular	1	2	

	5.1	Astım	1	2	
	5.2	Nefes darlığı	1	2	
	5.3	Kalp ağrısı	1	2	
	5.4	Göğüs ağrısı	1	2	
	5.5	Kalp çarpıntısı	1	2	
	Kulak-Burun-Boğaz ile ilgili şikâyet/bulgular		1	2	
6	6.1	Tat alma duyusunda azalma	1	2	
	6.2	Koku alma duyusunda azalma	1	2	
	6.3	Burun akıntısı	1	2	
	6.4	Burun tıkanıklığı	1	2	
	6.5	Boğaz kuruluğu	1	2	
	6.6	Öksürük	1	2	
	Kaslar ile ilgili şikâyet/bulgular		1	2	
7	7.1	Sırt ağrısı	1	2	
	7.2	Kaslarda gergilik	1	2	
	7.3	Kaslarda güçsüzlük	1	2	
	7.4	Eklemlerde ağrı	1	2	
8	Alerji		1	2	
9	Hormonlar ile ilgili şikâyet/bulgular		1	2	
	9.1	Adet düzensizliği	1	2	
	9.2	Cinsel isteksizlik	1	2	
10.	Diğer şikâyet/bulgular		1	2	
	10.1	Bulantı	1	2	
	10.2	Kusma	1	2	
	10.3	Diğer.....	1	2	

14. Mevcut çalışma hayatınızda hiç periyodik (düzenli) muayene oldunuz mu? Evet ise, ne kadar sıklıkta olduğunuzu lütfen belirtiniz.

1. Hayır 2. Evet.

15.Son 1 yıl içinde kan tahlili yaptırdınız mı? Evet ise, tespit edilen bir problem var mı?

1. Hayır 2. Evet.

16.Doktor tarafından tanısı konmuş, devamlı ilaç kullanmanızı gerektiren bir hastalığınız var mı? Evet ise, hastalığın adını ve kaç yıldır bu hastalık tanısını aldığınızı belirtiniz. 1. Hayır 2.

Evet. Hastalık adı:..... Süresi:

Hastalık adı:..... Süresi:

.....

Hastalık adı:..... Süresi:

.....

17.Daha önce depresyon ilacı kullandınız mı? Evet ise, ilacın adı nedir?

1. Hayır 2. Evet. İlacın adı

.....

18.Son 1 yıl içinde hastanede yatarak tedavi oldunuz mu? Evet ise, nedeni ve ne zaman yattığınızı belirtiniz. (1 kezden fazla olabilir)

1. Hayır 2. Evet. Hastalık adı:..... Süresi:

.....

KATKINIZ İÇİN TEŞEKKÜRLER...

ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
AFŞİN – ELBİSTAN LİNYİTLERİ
İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ

Sayı :2.02.12.00/...-02/520
Konu : Yüksek Lisans Tez Çalışmaları.

16.05.20 9 3311

13/05/2009

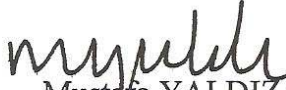
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANA BİLİM DALI.
Dekanlık Binası Kat 1
Beşevler/06500 ANKARA
Fax:0312.2026920

İlgi:a) 30.03.2009 tarih 109-60 sayılı yazınız.
b) 30.03.2009 tarih 109-63 sayılı yazınız.

İşletmemizden, Üniversiteniz Sağlık Bilimleri Enstitüsü İşçi Sağlığı İş Güvenliği yüksek lisans programında kayıtlı öğrencilerinizden Ramazan YÖN ve Arzu FİRLARER'in 2009 yılı Nisan-Mayıs aylarında Şalt Sahasındaki elektromanyetik alanlar konulu yüksek lisans tezi için çalışma yapması amacı ile ilgi (a) ve (b) tarih sayılı yazınızla onay istenilmektedir.

Söz konusu çalışmalar için onay verilmiştir, ancak elektromanyetik ölçümleri yapacak olan cihaz yada cihazlar işletmemizde bulunmamaktadır.

Bilgilerinizi rica ederim.


Mustafa YALDIZ
İşl. Md. Yrd. (Teknik)


S. KARAGENC
İşletme Müdürü

13/05/2009 Elk.Başmüh. :Ü.SARI
13/05/2009 Elk.Başmüh :S.KARAGENC
13/05/2009 Mak.İkm.Şb.Md.:İ. AKIN

**AFŞİN-ELBİSTAN TERMİK SANTRALLERİ EM ALAN ÖLÇÜM
SONUÇLARI**

Ölçüm Noktası	Ölçüm yeri	EM Alan şiddeti (Ort.±SS) (mG)
AEL Linyit İşletmeleri Arıza Bakım Birimi	2,50	9.27±11.74
	2,62	
	2,46	
	3,45	
	3,58	
	4,20	
	0,89	
	0,79	
	0,79	
	1,15	
	1,89	
	39,44	
	25,66	
	21,79	
	30,22	
	17,30	
	15,39	
	3,63	
	2,90	
	6,60	
	9,10	
	5,36	
	1,53	
17,54		
9,35		
8,59		
18,15		
21,90		

	48,99	
	4,17	
	3,77	
	2,37	
	5,63	
	3,71	
	4,60	
	4,05	
	3,57	
	3,95	
	5,51	
	7,14	
	8,78	
	0,00	
	23,58	
	18,13	
	4,44	
	8,76	
	7,16	
	7,80	
	7,18	
	4,03	
	3,25	
	2,22	
	4,56	
	58,91	
	1,24	
	3,01	
	3,03	
	2,68	
	2,19	
	192,53	
	249,28	
	362,61	
	610,37	
AEL Linyit İşletmeleri Ana Şalt Sahası	700,01	202.73±167.27
	961,29	
	1226,00	
	2526,60	
	2894,50	
	1835,40	

85,63
88,55
19,30
14,15
11,12
13,89
18,16
24,36
35,00
43,47
784,81
824,54
213,08
249,69
7,28
16,89
24,36
20,21
10,64
10,29
9,18
7,30
4,12
3,76
3,89
4,33
1,90
1,39
1,21
1,01
0,66
0,90
1,98
3,84
1,49
2,16
10,78
20,85
12,08
10,48
9,86

	11,84	
	21,42	
	20,08	
	18,65	
	53,24	
	5,42	
	2,70	
	4,45	
	10,89	
	23,99	
	29,58	
	19,03	
	29,64	
	44,58	
	189,89	
	142,52	
	85,04	
	73,04	
	7,41	
	9,81	
	9,20	
	2,04	
	0,61	
B Termik Santrali Şalt Sahası	8,10	11.24±6.43
	7,50	
	7,98	
	33,07	
	5,60	
	7,62	
	9,16	
	9,89	
	10,65	
	11,68	
	12,64	
	13,60	
	14,36	
	14,35	
	13,24	
	12,94	
12,84		
12,71		

12,67
12,75
12,68
12,91
13,81
12,51
14,15
16,72
20,17
14,14
10,83
9,77
10,41
9,46
9,54
12,58
10,75
10,56
11,29
11,24
9,14
4,58
4,18
3,94
5,73
11,48
13,59
11,15
5,01
2,55
2,13
2,05
1,85
3,05
6,68
1,48
2,30
3,63
3,63
3,63
3,63

4,39
8,67
9,60
4,86
2,40
2,90
2,99
7,89
12,33
10,64
9,29
7,80
7,00
5,96
8,37
13,68
14,66
13,50
14,01
17,66
23,12
19,74
15,30
14,26
12,68
12,76
27,82
34,31
31,99
23,24
15,08
16,71
24,96
11,70
15,45
16,75
16,32
14,40
12,18
12,03
12,97

	9,06	
	8,55	
	8,25	
	8,10	
B Termik Santrali Röle Odası	5,43	10.08±9.27
	4,57	
	4,06	
	3,87	
	3,78	
	3,62	
	3,49	
	3,09	
	3,15	
	3,76	
	5,97	
	10,15	
	9,84	
	10,02	
	8,74	
	7,75	
	8,09	
	4,32	
	6,93	
	10,14	
	10,79	
	27,14	
	30,02	
	21,37	
	5,66	
	10,74	
	37,52	
	37,22	
	8,83	
	10,40	
	13,75	
	5,52	
5,60		
3,66		
3,66		
B Termik Santrali Trafo Merkezi	0,85	4.02±357
	1,38	

	0,91	
	1,26	
	1,82	
	1,72	
	2,02	
	3,91	
	2,83	
	3,05	
	6,72	
	5,48	
	5,16	
	11,07	
	12,91	
	13,19	
	6,56	
	5,53	
	6,51	
	3,17	
	1,99	
	1,47	
	1,21	
	1,14	
	0,59	
	3,05	
	3,05	
B Termik Santrali Ana Kontrol Merkezi	1,01	5.49±4.35
	0,69	
	1,26	
	3,14	
	2,30	
	1,19	
	3,32	
	3,32	
	3,08	
	3,53	
	3,71	
	1,60	
	5,17	
	4,43	
	1,63	
4,38		

	4,52	
	7,08	
	11,98	
	11,98	
	11,98	
	4,12	
	5,06	
	4,56	
	3,99	
	2,14	
	4,47	
	5,53	
	5,70	
	5,71	
	2,81	
	9,20	
	1,40	
	15,05	
	15,05	
	0,90	
	13,26	
	6,95	
	10,40	
	16,22	
	1,32	
B Termik Santrali Kömür-Kül Tablo	4,89	36.01±51.71
	5,16	
	5,00	
	5,20	
	5,45	
	4,26	
	5,29	
	4,17	
	80,99	
	67,10	
	32,25	
	95,70	
	161,25	
	166,39	
	29,74	
3,96		

	4,37	
	2,29	
	19,63	
	17,21	
B Termik Santrali Çobanbeyli Şalt Sahası	3,08	14.45±10.12
	3,01	
	3,39	
	3,60	
	4,29	
	5,63	
	6,96	
	7,26	
	11,34	
	12,81	
	18,40	
	19,46	
	26,17	
	26,65	
	29,79	
	32,12	
	33,19	
	31,31	
	31,40	
	24,78	
	23,03	
	17,18	
	14,77	
	11,42	
	9,85	
	7,56	
7,92		
7,01		
5,73		
7,08		
6,91		
9,20		
B Termik Santrali Çobanbeyli Şalt Sahası Operatör Odası	6,37	6.74±0.53
	7,11	
B Termik Santrali Çobanbeyli Şalt Sahası Röle Odası	29,31	60.09±42.21
	12,87	

	9,36	
	14,31	
	5,42	
	6,50	
	11,05	
	10,22	
	7,29	
	20,54	
	18,27	
	13,18	
	21,58	
	45,55	
	67,16	
	75,01	
	86,12	
	89,95	
	88,41	
	85,43	
	78,29	
	85,46	
	91,95	
	92,47	
	100,79	
	98,34	
	95,33	
	100,50	
	113,43	
	134,64	
	134,64	
	79,44	
A Termik Santrali Şalt Sahası	3,24	47.54±66.97
	5,49	
	6,50	
	7,55	
	8,32	
	8,86	
	9,23	
	9,15	
	9,24	
	9,20	
8,83		

8,49
8,51
7,94
7,44
5,74
4,80
6,83
19,10
28,80
27,74
25,64
11,39
35,97
163,94
310,73
306,67
138,56
19,89
20,34
20,82
18,30
15,15
0,00
10,50
10,70
13,39
70,50
127,40
86,45
50,71
27,96
33,56
47,61
56,10
104,47
109,31
112,54
145,39
170,93
172,15
91,60

	18,06	
	46,01	
	51,69	
	39,96	
	8,08	
	6,13	
	5,94	
	7,84	
	14,75	
	9,52	
A Termik Santrali 34.5 kV Kapalı Şalt Sahası	41,57	29.66±16.27
	49,46	
	21,76	
	30,42	
	9,33	
	55,74	
	10,70	
	25,41	
	22,59	
A Termik Santrali Oto Trafo	34,53	28.69±19.52
	44,96	
	65,13	
	27,53	
	15,54	
	25,88	
	9,22	
	6,76	
A Termik Santrali Arıza Bakım (Bara Sistemi)	5,06	38.56±34.47
	10,13	
	8,88	
	44,39	
	53,85	
	18,56	
	145,49	
	26,63	
	25,67	
	28,17	
	79,42	
	33,59	
	55,38	
	38,83	

	58,65	
	24,16	
	34,21	
	93,95	
A Termik Santrali Şalt Sahası Ana Kumanda Odası	1,96	1.62±0.60
	1,18	
	1,63	
	0,62	
	1,02	
	0,99	
	1,36	
	1,98	
	2,35	
	2,35	
	1,43	
	2,32	
	1,13	
	2,42	
A Termik Santrali Kazan Bölgesi	12,73	16.65±11.12
	8,55	
	33,09	
	12,22	
A Termik Santrali Kumanda Odaları	0,60	1.77±3.41
	1,01	
	0,48	
	13,08	
	1,04	
	0,55	
	0,63	
	0,40	
	1,00	
	0,81	
	0,91	
	1,22	
1,21		
A Termik Santrali Şalt Sahası Kaset Ünitesi	21,46	373.22±74.24
	71,10	
	71,80	
	34,57	
	64,80	
	78,98	

	279,08	
	53,02	
	21,45	

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Arzu FİRLARER
Doğum Yeri ve Tarihi	Ankara, 1976
Uyruğu	Türkiye Cumhuriyeti
Medeni Durumu	Bekar
İletişim Adresi ve Tel	Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası 5. Kat No:525 06500 Ankara-TÜRKİYE Tel: 0312 202 46 79
Eğitim	2007 – Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yüksek Lisans Programı 1999 – Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Yabancı Dil	İngilizce
Mesleki Deneyimleri	2006 – Sürüyor – Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi Sorumlusu 2005 – 2006 Uluslararası Proje Koordinatörü, Mayıs Proje Eğitim Danışmanlık Ltd. Şti. 2004 – 2006 Uluslararası Proje Koordinatörü, Bedensel Engelliler Derneği Genel Merkezi 2000 – 2004 Proje Yöneticisi, Tunç Telekomünikasyon A.Ş.
Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar	Türkiye Kalite Derneği Sağlık Mensupları Derneği ODTÜ Mezunları Derneği
Bilimsel İlgi Alanları	İş Sağlığı ve Güvenliği, Elektromanyetik Alanların Sağlık Etkileri