

T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Bölümü

İSTANBUL İLİNDEKİ YOĞUN YAŞAM
ALANLARINDA ELEKTROMANYETİK KİRLİLİĞİN
ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan: Selçuk Yılmaz

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Soner Özgünel

İstanbul
2018

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitümüz Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Selçuk YILMAZ tarafından hazırlanan **İstanbul İlindeki Yoğun Yaşam Alanlarında Elektromanyetik Kirliliğin Analizi** adlı tez çalışma jürimizce Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 07.06.2018

Jüri Üyesinin Unvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu

İmzası

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üy. Soner ÖZGÜNEL
: Danışman, Haliç Üniv.



Jüri Üyesi : Prof. Dr. Narima ŞERİFOĞLU
: Asıl Üye, Haliç Üniv.



Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hamid TORPİ
: Asıl Üye, Yıldız Teknik Üniv.



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN
Fen Bilimleri Enstitüsü
Vekil Müdür

Yüksek Lisans Tez

ORIJINALLIK RAPORU

%**20**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**19**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**7**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.tk.gov.tr İnternet Kaynağı	%6
2	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	%2
3	Submitted to Balıkesir Üniversitesi Öğrenci Ödevi	%2
4	emrkoruma.net İnternet Kaynağı	%1
5	www.icqh.net İnternet Kaynağı	%1
6	www.bilgesam.org İnternet Kaynağı	%1
7	Submitted to Atılım University Öğrenci Ödevi	%1
8	protelturkey.com İnternet Kaynağı	%1
9	negativions.blogspot.com.tr İnternet Kaynağı	%1

ÖNSÖZ

Haliç Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Tezli Yüksek Bölümü eğitim-öğretim süreci sonunda edinilen temel bilgiler doğrultusunda bu tez hazırlanmıştır. Bu süreç içerisinde alınan dersler, yapılan ödevler ve proje çalışmalarından kazanılan deneyimler bir araya getirilmiştir.

Hayatımızda cep telefonları başta olmak üzere manyetik alan üreten cihazlar çok büyük yer kaplamaktadır. Özellikle insan topluluğunun fazla olduğu yerlerde bu cihazlardan üretilen manyetik alan daha fazla olmaktadır. Bu projemizde toplu yaşam alanlarındaki bu elektromanyetik kirlilik incelenmiştir.

Bu projeye destek olan Haliç Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Dr. Öğretim Üyesi Soner ÖZGÜNEL ve Doç. Dr. Hamid TORPİ' ye, Haliç Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Selçuk YILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

GÖSTERİMLER LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLolar DİZİNİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
2. ELEKTRİK, MANYETİK VE ELEKTROMANYETİK ALAN	3
2.1. Manyetik Alan.....	3
2.1.1. Manyetik Alanın İnsan Bedenindeki Etkileri.....	5
2.2. Elektrik Alanı.....	5
2.2.1. Elektrik Alanının İnsan Bedenindeki Etkileri.....	7
2.3. Elektromanyetik Alan.....	7
2.4. Elektromanyetik Alanın Sağlık Üzerinde Olumsuz Etkileri.....	9
2.5. Avrupa Ülkelerinde Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri.....	10
2.6. Ülkemizdeki Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri.....	12
2.7. Radyasyon.....	13
2.8. Elektromanyetik Spektrum.....	13
2.9. Canlıya Etkisine Göre Elektromanyetik Alan.....	14
2.9.1. İyonlaştırıcı (Ionizing) Işınım.....	14
2.9.2. İyonlaştırmayan (Non-Ionizing) Işınım.....	16
2.10. SAR Değeri.....	16
2.11. Elektromanyetik Girişim(EMI).....	17
2.12. Elektromanyetik Uyumluluk(EMC).....	19
3. ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARI	21
3.1. Yapay Kaynaklar.....	22
3.1.1. İnsana Yakın Yapay Kaynaklar.....	22
3.1.2. İnsana Uzak Yapay Kaynaklar.....	23

4. ELEKTROMANYETİK ALAN ÖLÇÜMLERİ	27
4.1. Elektromanyetik Alan Ölçüm Cihazı(Narda NBM-550)	27
4.2. Cihazın Özellikleri	28
4.3. Ölçüm Yapılacak Yerlerin Belirlenmesi	28
4.4. Bulgular.....	30
4.4.1. Elektromanyetik Alan Ölçüm Sonuçları	30
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	46
6. ÖNERİLER	48
7. KAYNAKLAR	50

GÖSTERİMLER LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Semboller

R	: Direnç değeri (ohm)
V	: Gerilim değışkeni (volt)
İ	: Akım değışkeni (ampere)
T	: Manyetik akı yoğunluğu (TESLA)
F	: Kuvvet (Newton)
e	: Electron (e-)
W	: Güç Birimi (Watt)
μ	: Boşluğun Manyetik Geçirgenliğı
E	: Elektrik alan
B	: Manyetik Alan
S	: Yüzey
dS	: Devre Elemanı
J	: Akım
ϵ	: Boşluğun Dielektrik Sabiti
Sv	: Sievert

Kısaltma

Açıklama

N	: North (Kuzey)
S	:South (Güney)
B	: Magnetic Field (Manyetik Alan)
SI	:Sistem İnternational (Uluslararası Birim)
Hz	: Hertz (Hertz)
UV	: Ultraviole
EM	: Electromagnetik
RF	: RADİO FREQUENCY(Radyo Frekans)
SAR	: Specific Absorbtion Rate (Özgül Soğurulma Oranı)
GSM	: Global System For Mobile Communication
UMTS	: Universal Mobile Telecommunication System
ICNIRP	: İnternational Comission on Non-Lonizing Radiation Protection (Uluslararası İyonize Radyasyondan korunma Komitesi)

CENELEC : European Committee for Electrical Standardisation
EMI : Electromagnetic Initiative (Elektromanyetik Girişim)
EMC : Electromagnetic Compability (Elektromanyetik Uyumluluk)
WHO : Dünya Sağlık Örgütü



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Manyetik alan çizgileri	4
Şekil 2.2. Elektrik alan çizgileri.....	6
Şekil 2.3. Elektrik alan içerisinde bulunan artı eksi yüklü parçacıkların hareketi	6
Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum.....	13
Şekil 2.5. İyonlaştırıcı radyasyonun insan bedenine nüfuzu.....	15
Şekil 3.1. Baz istasyonları hücresel gösterimi	25
Şekil 4.1. Elektromanyetik Alan Ölçüm Cihaz(Narda NBM-550).....	27
Şekil 4.2. Eminönü Ölçüm yapılan yerler.....	28
Şekil 4.3. Taksim Ölçüm yapılan yerler	29
Şekil 4.4. Beşiktaş Ölçüm yapılan yerler.....	29
Şekil 4.5. Göktürk Ölçüm yapılan yerler	30
Şekil 4.6. Cumartesi Sabah Ortalama Değerler	40
Şekil 4.7. Cumartesi Öğlen Ortalama Değerler	40
Şekil 4.8. Cumartesi Akşam Ortalama Değerler.....	40
Şekil 4.9. Cumartesi Ölçüm Sonuçları	41
Şekil 4.10. 09-10 Mayıs (Hafta içi) Sabah Ortalama Değerler	41
Şekil 4.11. 09-10 Mayıs(Hafta içi) Öğlen Ortalama Değerler	41
Şekil 4.12. 09-10 Mayıs (Hafta içi) Akşam Ortalama Değerler.....	42
Şekil 4.13. 09-10 Mayıs (Hafta içi) Ölçümler	42
Şekil 4.14. Pazar Sabah Ortalama Değerler	42
Şekil 4.15. Pazar Öğlen Ortalama Değerler	43
Şekil 4.16. Pazar Akşam Ortalama Değerler	43
Şekil 4.17. Pazar Ölçüm Sonuçları	43
Şekil 4.18. Eminönü Ölçüm Sonuçları	44
Şekil 4.19. Taksim Ölçüm Sonuçları.....	44
Şekil 4.20. Beşiktaş Ölçümler Sonuçları	45
Şekil 4.21. Göktürk Ölçüm Sonuçları	45

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Manyetik Alanın Yoğunluğa Göre Etkileri ($T=A/M$)	5
Tablo 2.2. Avrupa Ülkeleri Tarafından Kabul Edilen Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri	11
Tablo 2.3. Ortam Ve Tek Bir Cihaz İçin BTK Tarafından Belirlenen Sınır Değerler	12
Tablo 3.1. Frekansa Bağlı Bazı Yapay Kaynaklar	22
Tablo 3.2. Frekansa Bağlı Uzak Yapay Kaynaklar	26
Tablo 4.1. 05-06 Mayıs Sabah Ölçümler.....	31
Tablo 4.2. 05-06 Mayıs Öğlen Ölçümler.....	32
Tablo 4.3. 05-06 Mayıs Akşam Ölçümler	33
Tablo 4.4. 9-10 Mayıs Sabah Ölçümler.....	34
Tablo 4.5. 9-10 Mayıs Öğlen Ölçümler.....	35
Tablo 4.6. 9-10 Mayıs Akşam Ölçümler	36
Tablo 4.7. 12-13 Mayıs Sabah Ölçümler.....	37
Tablo 4.8. 12-13 Mayıs Öğlen Ölçümler.....	38
Tablo 4.9. 12-13 Mayıs Akşam Ölçümler	39

ÖZET

İstanbul İlindeki Yoğun Yaşam Alanlarında Elektromanyetik Kirliliğin Analizi

Gelişen teknoloji ile birlikte farklı kaynak ihtiyaçları doğmuş, süreç içerisinde de hayatımızın vazgeçilmezleri olmuştur. Elektromanyetik kaynaklar bunlardan bir tanesidir. Günlük hayatta kullandığımız haberleşme altyapısından başlayıp enerji altyapısına kadar çok geniş alana yayılmış birçok elektromanyetik kaynak bulunmaktadır. Çoğu elektromanyetik kaynağın yerleşim yerlerinde, yaşam alanlarımızda kurulu olması bizim için hemen hemen sıradan bir durum olduğunu söylemek mümkündür.

Elektromanyetik kaynaklarla bu kadar yakın olmanın, faydasından çok zararı olabileceğini bilmekteyiz. Çünkü EMK yoğunluğuna göre çevresiyle etkileşim halindedir. Çok yüksek miktarlarda (uluslararası kuruluşların belirlediği ölçütler üzerinde) olmadığı sürece insanlar tarafından algılanamaz herhangi bir sorun teşkil etmez. Ancak sürekli bir elektromanyetik alana maruziyet, sağlık problemleri oluşturabilir.

Ülkemizin en yoğun şehri olan İstanbul'da elektromanyetik kirlilik hakkında araştırmalar yapılmış olsa da genelde lokal olarak yapılmıştır. Ancak yoğunluğa göre bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmadaki amaç yoğun yerlerde EMK ölçümleri yaparak, yoğunluğa göre elektromanyetik kirliliğin değişimini göstermektir.

SUMMARY

The Analysis of Electromagnetic Pollution in the Densely Populated Areas in the City of Istanbul

Incorporation of high technology in various facets of daily life is on the rise, therefore, there is a parallel increase in the need for appropriate resources. Electromagnetic resources are one such example that supports a wide spectrum including the infrastructure of daily communication webs to that of energy needed in daily modern life.

Today presence of numerous electromagnetic sources spread amongst residential areas has become a modern life reality. Although this fact is an inevitable must that meets a need to support the flow of daily operations, it also raises several health concerns because electromagnetic fields are known to be in a dynamic interaction with their environment depending on their intensity. As long as the intensity of an electromagnetic field remains under the recommended levels declared by international safety agencies, they are not sensed by people and hence they do not form a threat to the general public health. However, constant and prolonged exposure to electromagnetic fields do increase the risk factors for various health problems.

Several studies have been undertaken in metropolitan city of Istanbul to determine the electromagnetic pollution levels, but in general these studies remained at local scale and so far there has been no report on the intensity of the potential electromagnetically polluted areas. This study aims to establish a map of the city precisely in heavy-use areas while monitoring changes in electromagnetic pollution levels depending on the intensity of the electromagnetic field formed.

1. GİRİŞ

Kablosuz haberleşmeye yönelik ilk çalışmalar 1800'lerin başlarında Gauss, Maxwell, Faraday, Hertz, ve Oersted tarafından başlatılmıştır. Oersted, bir elektrik akımından manyetik alan oluşturmasının ardından, Faraday ise manyetik alandaki değişimler sonucu manyetik akım ve elektrik alan oluşturduğunu göstermiştir. Maxwell 1865 yılında yaptığı çalışma sonucu, elektromanyetik alanın oluşumunu formül ile açıklaması önemli bir gelişme olmuştur. Hertz' in 1877 yılında yaptığı çalışmaları ise, Maxwell teorisi yeniden kanıtlanmıştır. Kablosuz Haberleşmenin ilerlemesine ışık tutan çalışmalardan biri de Marconi' nin çalışmalarıdır. 1895 yılında yapmış olduğu çalışma sonucu radyo sinyallerini 2 km mesafeye iletmiştir. Ayrıca, 1901 yılında İngiltere'de radyo sinyallerini 1700 mil uzağa göndermeyi başarmıştır (Morgül, 2010). Sonrasında günümüze kadar gelişerek gelen Kablosuz Haberleşme, son halini almış ve vazgeçilmez unsurlarımızdan olmuştur.

İletişim ve haberleşme göz önüne alındığında, insanlar üzerinde çok etkileyici bir role sahip olan radyo ve televizyon yayınları elektromanyetik dalgaların sayesinde oluşmaktadır. Günümüzün gelişmişlik seviyesine göre toplumlar arasındaki iletişim önemli ölçüde bu tarz kitle iletişimi ile sağlanmaktadır. Radyo ve televizyon bu iletişimde en önemli araçlardan biri olarak düşünülebilir. Radyo ve televizyon sadece teknolojik birer araç değil, toplumun gelişiminde ve değişiminde büyük rol alan unsurlardandır.

Çağımızda bilişim ve haberleşme teknolojileri birbirlerini tamamlayarak hızla gelişmektedir. Son zamanlarda yaşamımıza hızlı bir şekilde giren çok fazla yeni cihaz ve kavramlar bulunmaktadır. Örnek olarak neredeyse hemen her gün kullandığımız WLAN(Kablosuz Yerel Alan Ağları), bluetooth, kızılötesi, SMS, Wifi, Video Call gibi teknolojiler bunlardan birkaçıdır. Cep telefonu kullanımıyla çok yüksek seviyelere çıkmıştır. Bunlar ve benzer şekilde hayatımızı kolaylaştıran ve de günlük ihtiyaçlarımızı karşılamak için kullanan pek çok elektrikli aletlerden dolayı Elektromanyetik Alan etkileşimleri artmaktadır.

Çevre kirliliği denilince aklımıza pek çok sebep gelmektedir. Bunlardan birisi olan elektromanyetik kirlilik hakkında da çok fazla tartişmalar bulunmaktadır. Günlük yaşamımızda devamlı etkisinde kaldığımız elektromanyetik kirlilik sadece çevremize değil canlı yaşamına da etki etmektedir. Yaşamımızda bizlere kolaylıklar sağlayan tüm cihazlar kendi çaplarında elektromanyetik alan ve buna bağlı olarak kirlilik oluşturmaktadır. Gittikçe artan sayıda olan radyo, TV ve baz istasyonlarının oluşturmuş olduğu elektromanyetik kirlilik insan sinir sisteminde ciddi sorunlar oluşturmaktadır (Bold vd., 2001). Teknoloji ihtiyaçlarımızı karşılayan cihazlar ilaca benzer, fakat yan etkileri ise ciddi hastalıklar oluşturabilir. Günümüzde bu tarz radyasyonlardan kaçınmak, teknolojiyi yok saymak ve kullanmamak imkansız olduğuna göre en uygun yol yan etkileri hakkında bilinçli olmak ve en aza indirmektir.

2. ELEKTRİK, MANYETİK VE ELEKTROMANYETİK ALAN

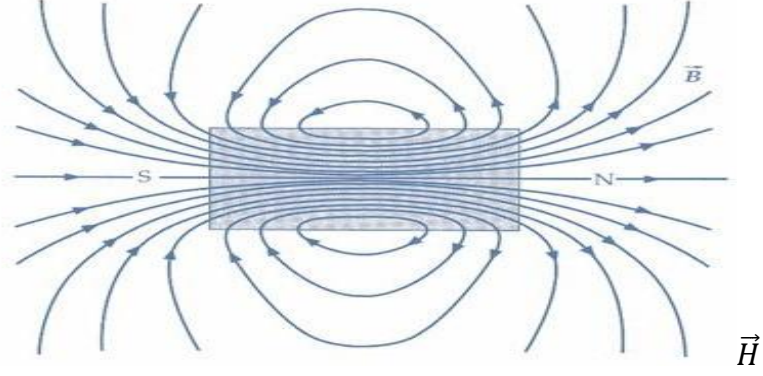
Manyetik alan ile elektrik alanın beraber var olmasıyla, Elektromanyetik Alanlar ortaya çıkmaktadır. Yapılan incelemelerdeyse elektromanyetik alan içerisinde manyetik dalgalar ve elektrik dalgaların devamlı yer değiştirdiği gözlemlenmiştir. Elektromanyetik alanların en önemli özellikleriyse dalga ve frekans uzunluklarıdır. Frekans arttıkça dalga boyu da azalmaktadır. Bu durum, alan içerisinde yayılan enerjinin yüksekliğinin işareti şeklindedir.

2.1. Manyetik Alan

Vektörel bir büyüklük olan manyetik alan, hareket halinde olan elektrik yükleri tarafından, zaman içerisinde değişim gösteren elektrik alanlardan ya da temel parçacıklar tarafından oluşmaktadır. Vektörel büyüklükse herhangi bir noktada şiddet ve yönün bulunmasıyla tanımlanmaktadır. Manyetik alanı tanımlamak için en genel biçimde hareket eden elektrik yükünü etkileyen Lorentz kuvveti kullanılmaktadır. Dünya kendi manyetik alanını üretmektedir ve bu alan, pusulaların temel çalışma prensibini oluşturmaktadır. Dönen manyetik alanlar, jeneratörlerde ve elektrik motorlarında kullanılmaktadır.

Manyetik kuvvet, bir malzemenin içinde bulunan yük taşıyıcılarının sayısı ile ilgili bilgiler vermektedir. Manyetik ya da mıknatıssal alan, bir mıknatısın kendine has özelliklerini gösterebildiği alandır. Mıknatısların çevresinde görülen çizgiler de, mıknatıs tarafından o bölgede oluşan manyetik alan çizgileridir.

Manyetik alan çizgisinin yönü Şekil 2.1'de görüldüğü gibi kuzey yönünden (N) güney yönüne (S) doğru oluşmaktadır. Manyetik alan şiddeti H harfiyle gösterilmektedir. SI birimi, Nikola Tesla'nın soyadı Tesla'dır. Saniye başına coulomb'a bir amper denildiği için $T=N(Am)^{-1}$ olarak da geçmektedir. Günlük olaylar için Tesla çok büyük bir birim olduğundan pratikte, genellikle gauss (G) kullanılmaktadır. $1 T=10^4 G$



Şekil 2.1. Manyetik alan çizgileri

Andre-Marie Ampere, 1826 yılında, kapalı bir eğri üzerinden integrali alınmış bir manyetik alan ile o eğri üzerinde bulunan elektrik akımının arasındaki ilişkiyi 2.1'deki denklem ile açıklamıştır (Ampere, 1986).

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enc} \quad (2.1)$$

\oint kapalı C eğrisi üzerinden alınan çizgi integralini, B manyetik akı yoğunluğunu, dl sonsuz küçüklükteki elemanı, μ_0 manyetik sabitini ve I_{enc} eğri ile kapatılan alandan geçen akımı ifade etmektedir.

v hızıyla hareket eden, q birim yüklü parçacığın B manyetik akı yoğunluğunda üzerinde oluşan manyetik kuvvet denklem 2.2 ile gösterilmiştir.

$$\vec{F} = q\vec{v}B \quad (2.2)$$

Manyetik akı yoğunluğu Weber/m², Tesla veya Gauss birimleriyle ölçülebilir. Bunların dönüşümleri 2.3'de verilmiştir.

$$10^4 \text{ Gauss} = 1 \text{ Tesla} = 1 \text{ Weber/m}^2 \quad (2.3)$$

Manyetik akı yoğunluğunun (B), manyetik alan şiddeti (H) ile bulunması denklem 2.4'de verilmiştir.

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \text{ Weber/m}^2 \quad (2.4)$$

“ μ ” ile belirtilen ifade manyetik geçirgenliği belirtmektedir.

2.1.1. Manyetik Alanın İnsan Bedenindeki Etkileri

İnsan vücudu iletken fakat manyetik alana duyarlı değildir. Manyetik alana maruz kalınması vücutta akımlar oluşmasına neden olur. Ancak bu akımlar çok düşük değerlerde olduğu için genellikle herhangi bir hissiyat oluşturmaz. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından benimsenen eşik değerler Tablo 2.1.'de verilmiştir.

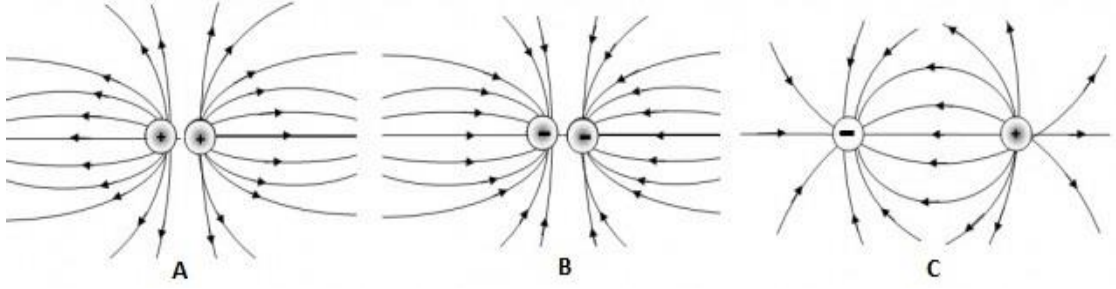
Tablo 2.1. Manyetik alanın yoğunluğa göre etkileri (URL-1, 2018)

1-10 mA/ m ²	Rastlantısal ve tekrarlanmayan önemsiz etkiler
10-100 mA/ m ²	Görme ve sinir sistemi seviyesinde geri çevrilebilir önemsiz etkiler
100-1000 mA/ m ²	Uyarılabilir dokuların stimülasyonu (uyarım) gözlenmiştir ve sağlık açısından zararlı etkiler olasıdır
1000 mA/ m ² <	Ventriküler fibrilasyon (kalp karıncığı fibrilasyonu) ve ekstrasistol (kalpte anormal atımların bulunduğu ritim bozukluğu) gibi şiddetli etkiler rapor edilmiştir.

2.2. Elektrik Alanı

Elektrik alan, bir elektrik yükünün, bir değerinin üstünde yarattığı itme ya da çekme kuvvetinin etkisini ifade etmektedir. Bu kuvvet belirli alan içerisinde olur ve uzaklaştıkça uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır. Bu alana elektrik alan denir. Her bir elektrik yükü, bir elektrik alanı üretmektedir. Elektrik alanlarını oluşturan şey, elektrik yükleridir. Bir cihazdaki beslenme geriliminde artış oldukça, bu artışın sonucunda oluşan elektrik alanında da yükselme görülür. Bu alan şiddeti birimi, metre başına volt (V/m) şeklinde ifade edilir.

Elektrik alan, manyetik alan gibi Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi vektörel bir büyüklüktür. Dolayısıyla belirli bir büyüklüğü ve yönü vardır.



Şekil 2.2. Elektrik alan çizgileri

Şekil 2.2.'de görülen elektrik alan çizgileri, A şeklinde pozitif yüklerin elektrik alanını, B şeklinde gösterilen negatif yüklerin alanını ve C şeklinde görülen ise pozitif ve negatif yüklerin elektrik alanlarının etkileşimini göstermektedir. Pozitif yüklerden çıkan elektrik alan çizgileri negatif yüklerde son bulur.

Charles Coulomb; iki elektriksel yük arasında bir kuvvet olduğunu keşfetmiş ve 2.5' de belirtilen denklem ile ifade etmiştir.

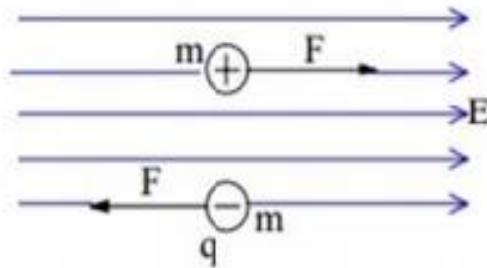
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ N} \quad (2.5)$$

Burada q_1 ve q_2 yüklü parçacıklar arası mesafeyi r ve Coulomb sabitini ise k belirtmektedir.

Her hangi bir noktada bulunan yüklü bir cismi etkileyen bir elektriksel kuvvet var ise elektrik alan var olduğu düşünülür. Bu alandaki elektrik alan 2.6'daki denklem ile ifade edilir.

$$E = \frac{F}{q_0} \quad (2.6)$$

q_0 pozitif deneme yükünü, F deneme yükü üzerine etkileyen kuvveti ve E elektrik alan vektörünü temsil etmektedir. Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Elektrik Alan içerisinde bulunan artı yüklü ve eksi yüklü parçacıkların hareketi

2.2.1. Elektrik Alanın İnsan Bedenindeki Etkileri

İnsan bedeni iletken olduğundan elektriği direk iletir. Elektrik alanına maruz kalındığı zaman, elektrik yüklerinin indüksiyon akımını takiben bedenın yüzeyinde birikmektedirler. Bu durum, kendisini çeşitli şekillerde göstermektedir. Temas esnasında ciltle cisimlerin arasında mikro kıvılcımlar görülmektedir. Bu olgular cilde temas eden cisimlerin iletken olduklarını göstermesinin yanında, insanlar tarafından daha fazla algılanmaktadır. Vücut tüyelerinin ve saçların elektriklenmesi çarpıcı bir biçimde, statik elektriklenmenin sonucuyla, saçların kafa derisinde dik bir hale gelmesiyle kendisini göstermektedir. Bu özellikler, elektrik alanların insana bağlı olarak çok ya da az olarak algılanmasını sağlamaktadır. Saç ya da vücut tüyü miktarının fazla olmasından dolayı özellikle erkekler, kadınlardan daha duyarlı olmaktadır. Hayvanlar ise hem erkekler hem de kadınlardan daha hassas olmaktadır. Benzer şekilde avuç içine oranla elin üzeri, 2-3 kat daha hassas olmaktadır. Diğer yandan bu olgu, bedendeki elektrik alanlarının nispeten vücut pozisyonuna göre de değişiklik göstermektedir. Kollar yukarıya kaldırıldığı zaman, eller ve kolların yüzeyindeki elektrik alanı da bölgesel olarak artmaktadır. Elektrik alanı lokal olarak arttırmakla, yıldırımı üzerine çekmesi için tasarlanan paratonerlerde de noktasal etkiye sahip bu durum kullanılmaktadır.

Elektrik alanın algılanma eşikleri insandan insana değişim göstermektedir.

- 10kV/m altında, pek az insan, ciltlerine üfleniyor gibi hissetmektedir,
- 10-20kV/m arasında, bazı insanlar derileri üzerinde iğnelenme hissetmektedir,
- 20kV/m itibaren, insanların %5'inden fazlası iğnelenme hissetmekteyken, bazılarıysa bu durumu nahoş bir his şeklinde ifade etmektedir. (URL-1, 2018)

2.3. Elektromanyetik Alan

Elektrik alan ve manyetik alan arasında bulunan ilişkiyi Maxwell aşağıdaki 4 tane denklemle tanımlamıştır.

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (2.7)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (2.8)$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (2.9)$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (2.10)$$

2.7'deki denklem: Gauss yasasıdır. Bu kanun, statik alanlar için Coulomb kanununa eşit olmaktadır. Gauss kanununda, kapalı olan bir yüzeydeki elektrik alan akısının, bu yüzeyin çevrelediği hacimdeki net yük ile orantılı olduğunu ifade etmektedir.

2.8'deki denklem: manyetik alan için Gauss yasasıdır. Kapalı bir yüzeyde bulunan manyetik alanın akısının 0 olduğu ve böylece manyetik yük bulunmadığını belirtmektedir.

2.9'daki denklem: Faraday kanunudur. Kapalı bir devrede elektromotor kuvveti (elektrik alanın çizgi integrali), bu devrenin çevrelediği yüzeyde bulunan manyetik alan akısının zaman içerisinde değişimi ile orantılı olmaktadır.

2.10'daki denklem: Maxwell'in Ampere kanununu düzenlediği biçimdir. Maxwell tarafından bu denkleme, denklemin sağ tarafında bulunan ikinci terim eklenmiştir. Bu denklem, kapalı bir ilmekteki manyetik alanın çizgi integralinin, 2 terim toplamıyla eşit olduğu görülmektedir. İlk terimde, bu kapalı ilmek tarafından sınırlanan yüzeyden geçen net akım vardır. Maxwell tarafından eklenen ikinci terimse, bu kapalı ilmek tarafından sınırlanan yüzeydeki elektrik alan akısının zaman içerisindeki değişimlerini ifade etmektedir. Bu düzenlemesiyle Maxwell, elektrik alandaki zaman ile değişimin manyetik alan oluşturduğunu göstermiştir. Bu denkleme Maxwell tarafından yapılan katkı, elektromanyetik teorisinin hemen hemen temel çatısını oluşturmuştur.

Bu 4 denklemden faydalanarak Maxwell, zaman içerisinde değişen manyetik ve elektrik alanların birbirleriyle ilişki içerisinde olduğunu, yani zaman içerisinde değişen elektrik alanın dördüncü denkleme göre yanında bir manyetik alan oluşturduğunu, bu defa bölge içerisinde zamanla değişen bir manyetik alanın üçüncü denkleme göre bir elektrik alan oluşturduğunu, bu şekilde manyetik ve elektrik alanların birbirini meydana getirerek elektromanyetik dalganın uzayda yayıldığını,

herhangi bir anda manyetik ve elektrik alanın bir yayılma yönünde ve birbirlerine dik bir biçimde olduğunu, elektromanyetik dalgaların boşlukta ışık hızında yayıldıklarını, momentum ve enerjiyi bir bölgeden diğer bölgeye taşıdıklarını kanıtlamıştır (Griffiths, 2003).

2.4. Elektromanyetik Alanın Sağlık Üzerindeki Olumsuz Etkileri

- İnsanların vücutlarının manyetik alan ile olan dengesini bozan faktörler arasında haberleşme frekansları, kimyasal kirleticiler, elektrik güç hatlarından gelen sinyaller ile çevre kirliliği gösterilebilir. Bu faktörler, canlıların elektromanyetik dengesine kötü etki etmekte ve bozmaktadır (Bold, 2001).
- Elektrik hatları üzerinde çalışan insanların beyin kanserine yakalanma oranı diğer insanlardan yedi kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Balıkçı, 2004).
- Belçikalı bilim insanları 1993'te Cep telefonu kullanılan frekanstaki EM alanın P53 geninde hasara yol açtığını göstermiş; 1995'te ise Washington Üniversitesinde aynı frekansın (2.45 GHz) farelerde beyin lezyonuna yol açtığı gösterilmiştir. WHO EMF projesi başkanı M. Repacholi tarafından yayınlanan cep telefonu frekansının farelerde lenfomaya yol açtığı bulgusu, Wireless Technology Research tarafından reddedilmiştir. (URL-1, 2018)
- Yüksek gerilim hatlarının yakınlarında bulunan evlerde yaşayan çocuklarda çocukluk dönemlerinde görülen kanserlerdeki artışın epidemiyolojik olarak gösterilmesiyle Amerikan Bilimler Akademisi, bu konu hakkında yapılan çalışmaları tekrar incelenmiş ve 1996 yılında, bu bölgelerde yaşayan çocuklarda kan kanseri görülme riskinin, diğer çocuklara oranla 1.5 kat daha fazla görüldüğünü kabul etmiştir (Narda, 2009).
- Hücre sistemleri ve dokular üzerinde yapılan araştırmalarda, düşük şiddetteki elektromanyetik alanlara maruz kalmanın: protein, RNA ve DNA sentezi, hücre yüzeyi ile ilgili farklılıklar, kanser oluşumu, hücre bölünmesi, membrandan kalsiyum girişi, çıkışı ve bağlanması üstünde etkisi olduğu görülmüştür. Fizyolojik ve biyokimyasal olarak yine doku ve hücrelerde; farklı antijenlere karşı immun cevabın etkilendiği, yapısal değişiklikler gözlemlendiği, protein, nükleik asit, ve karbonhidrat metabolizmasının değiştiği, hücre ve dokuların hormonal cevabın değiştiği, hormonların etkilendiği, hücre solunumunun azaldığı görülmüştür (Güler, 2010-12.).

2.5. Avrupa Ülkelerinde Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri

Elektromanyetik alanın insan sağlığına etkileri konusunda çoğu ülkelerde oluşturmuş sınır değerler ve standartlar bulunmakla birlikte, bu değerler uluslararası standartlar olarak kabul edilir. Uluslararası alanda ICNIRP gibi kuruluşlar tarafından belirlenmiş olan sınır değerler, dünyanın farklı ülkelerinde ve çoğu Avrupa ülkelerinde yaygın olan kabul görmüş değerlerdir. ICNIRP, Dünya Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından resmen tanınan bağımsız bir araştırma kuruluşudur.

İnsan sağlığını etkileyen elektromanyetik alanlar konusunda belirlenmiş sınır değerler frekansa göre değişmektedir. Örnek olarak baz istasyonları, çalışma frekanslarını içerisinde olan 400-2000 MHz frekans değerlerinde rutin yaşam alanları için ICNIRP Kılavuzu'nda belirlenmiş olan sınır değerler manyetik alan şiddeti için $0,0037f^{1/2}$ A/m, elektrik alan şiddeti için $1,375f^{1/2}$ V/m (f = frekans (MHz)); ve elektromanyetik güç yoğunluğu için $f/200$ W/m² ifadesiyle belirtilmiştir. Burada gösterilen sınır değerler 6 dakikalık ölçümler sonucunda görülecek olan ortalama değerlere göre belirlenmiştir.

Bununla birlikte FCC ve IEEE standartlarında belirtilen güç yoğunluğu üst sınırı 300-1500 MHz frekans bandında $f/150$ W/m², 1500-100.000 MHz frekans bandında 10,0 W/m² olarak verilmektedir. Fakat burada verilen sınır değerler 30 dakikalık ölçüm sonucunda elde edilecek ortalama değerler içindir. Avrupa'daki yaşam alanlarında belirlenen sınır değerler Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Avrupa ülkeleri tarafından kabul edilen Elektromanyetik alan sınır değerleri(URL-1, 2018)

Ülke	Düzenleme		Açıklamalar
	Elektrik Alan (kV/m)	Manyetik Alan $T=A/m^2$	
Danimarka, İsveç, Norveç, Estonya, İngiltere, Hollanda	Herhangi bir yönetmelik yok ancak AB tavsiyesi referans alınıyor. İngiltere, Hollanda, İsveç gibi kimi ülkelerde kurulan ulusal komitelere kendi tavsiyelerini oluşturuyor.		
Belçika	5 kV/m (yerleşim bölgeleri)	-	Manyetik alanlara ilişkin herhangi bir yönetmelik yok
Fransa, Almanya, Hırvatistan, İspanya Avusturya, İrlanda, Litvanya, Avustralya	5 kV/m	100 μT	
Yunanistan	4 kV/m	80 μT	0,8 katsayısı ile ICNIRP değerleri
İsviçre	5 kV/m	100 μ Okullar, hastaneler, huzurevleri gibi hassas bölgeler için 1 μT	Hassas bölgeler için geçerli olan limit yalnızca yeni tesislere uygulanıyor
Slovenya	5 kV/m Hassas bölgeler için 500 V/m	100 μT , Hassas bölgeler için 10 μT	Hassas bölgeler için geçerli olan limit yalnızca yeni tesislere uygulanıyor
İtalya	5 kV/m	100 μT , 10 μT (4 saat/gün ortalaması), 3 μT (4 saat/gün ortalaması)	Dikkat değeri” Tüm yaşam alanlarına ve mevcut tesislere uygulanıyor “ Kalite değeri” Yaşam alanlarına ve yeni tesislere uygulanıyor
Türkiye	10 kV/m	640 μT	TSE tarafından belirlenmiş standarttır. Ayrıca BTK tarafından belirlenmiş bir yönetmelik bulunmaktadır

2.6. Ülkemizdeki Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri

Bilgi Teknolojileri Kurumu 5/11/2008 tarihli ve 5809 sayılı “*Elektronik Haberleşme Kanunu*” nun 37. Maddesine dayanarak 21.04.2011 tarihli ve 27912 sayılı “*Elektronik Haberleşme Cihazları Güvenlik Sertifikası Yönetmeliği*” hazırlamıştır. Bu yönetmelik, yerleşim alanı içinde kalan ve gücü 5Watt’ın üzerinde olan sabit iletişim verici sistemleri ile her türlü mobil iletişim cihazı bileşenleri ile ilgili olarak; 10 kHz – 94 GHz frekans aralığında ihtiyati tedbir olarak başvurulacak elektromanyetik maruziyet sınır değerlerini tanımlamakta olup Tablo 2.3.’de gösterilmektedir. Yönetmeliğin hazırlanmasında Sağlık Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Üniversiteler ile çok sayıda kamu kurum ve kuruluşunun uygun görüşü alınarak ICNIRP’ nın standartları göz önünde tutularak yayımlanmıştır (URL-4, 2018).

Tablo 2.3. Ortam ve Tek Bir Cihaz İçin BTK Tarafından Belirlenen Sınır Değerler

Frekans Aralığı (MHz)	E-alan şiddeti (V/m)		H-Alan şiddeti (A/m)	
	Tek cihaz için sınır değeri	Ortam için sınır değeri	Tek cihaz için sınır değeri	Ortamın toplam sınır değeri
0,010-0,15	19,3	65,25	1,1	3,75
0,15-1	19,3	65,25	$0,16/f$	$0,54/f$
1-10	$19,3/f^{1/2}$	$65,25/f^{1/2}$	$0,16/f$	$0,54/f$
10-400	6,2	21	0,016	0,054
400-2 000	$0,305f^{1/2}$	$1,03 f^{1/2}$	$0,00082 f^{1/2}$	$0,0027 f^{1/2}$
2 000-60 000	13,5	45,75	0,035	0,12

f = frekans (MHz)

2.7. Radyasyon

Radyasyonun, uzayda elektromanyetik dalga ya da parçacıklar halinde yayılan enerji olup yaşadığımız çevrenin bir parçasıdır. En bilinen örneği, güneşten gelen ve ısı ve ışıktır. Radyasyon, atomların içyapısından gelir. Tabiatta bulunan tüm nesnelere atomlardan meydana gelmiştir. Atomlar, bir maddenin yapı taşıdır. Atomları, nötron ve protonlardan meydana gelen çekirdek ve çekirdeğin etrafında bulunan elektronlar oluşturur. Bir maddenin çekirdeğinde bulunan nötron sayısı, protonlardan çok fazlaysa, bu maddeler kararsız bir yapıya sahip olur ve nötronlara dönüşerek β^- (negatron) yayarlar. Protonların nötronlardan fazla olduğu durumlarda ise protonlar dönüşerek β^+ (pozitron) yaymaktadırlar. Atom çekirdeğinden ayrılan proton ve nötronlar, kararsız atom çekirdeği gama (γ) ışını yayar. Ağır çekirdekler füzyon reaksiyona maruz kalabilir ya da alfa (α) ışını yayabilirler. Bu tarz bir tepkimeye maruz kalarak parçalara ayrılan maddeler 'radyoaktif madde', çevreye yayılan gama, beta ve alfa gibi ışınlarla radyasyondur (Bor, 2015.).

2.8. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum (EMS), tüm elektromanyetik radyasyonun dizilimidir. Herhangi bir cisim tarafından yayılan karakteristik elektromanyetik radyasyon, o cismin elektromanyetik spektrumudur. Elektromanyetik spektrumda soldan sağa gidildikçe frekans ve buna bağlı olarak da enerjisi de artar. Şekil 2.4.'de elektromanyetik spektrum verilmiştir.



Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum (URL-2, 2018)

Şekil 2.4' de verilen elektromanyetik spektrum üzerindeki ışınların tanımlar şunlardır:

Gama Işınları: Aşırı yüksek frekansa sahip bu dalgalar, çok yüksek miktarda enerji taşımaktadırlar. 0,01 nanometreden daha küçük dalga boyuna sahip ışınlardır ve bir atom çekirdeğinden daha küçük dalga boya sahip dalgalar içermektedirler. Hemen hemen bütün nesnelere içerisinden geçebildikleri için durdurmak imkansız gibidir. Engellenmesi için beton ya da kurşun gerekir. Gama ışınları, radyoaktif elementler ve yıldızlar tarafından yayılmaktadır.

X Işınları: 0.01 ile 10 nanometre (bir atomun boyu kadar) arasında dalga boyuna sahip ışınlardır. Çok yüksek frekanslı olan X ışınları, yüksek enerji taşımaktadırlar. Pek çok maddenin içinden geçebildikleri için sanayide ve tıpta nesnelere içini görmek için kullanılmaktadırlar. X-ray makinaları, elektron demetlerini belli bir hedefe göndererek çalışmaktadırlar.

Morötesi (UV- Ultraviolet) Radyasyon: 10-310 nanometre arasında dalga boyu olan ışınlardır. Güneşten gelen ışınların %7 si morötesi ışınlardır.

Kızılötesi (IR) Radyasyon: 710 nanometre - 1 mm arası değişen dalga boyları olan ışınlardır. Güneş ışınlarının %47 si kızılötesi ışınlardan oluşur.

Mikrodalga Radyasyonu: 1 mm - 1 metre arasındaki dalga boyları olan ışınlardır. Kablosuz haberleşme, telefon, cep telefonu, radar, telsiz, telgraf, mikrodalga fırın, kablosuz kulaklık, kablosuz internet, ve kablosuz diğer elektronik makinelerde bu dalgalar kullanılmaktadır.

Radyo Dalgaları: 1 milimetreden uzun dalgalardır. Kablosuz bağlantılar, MR, cep telefonu, radyo alıcı-vericileri, TV alıcı-vericileri vb. cihazlar radyo dalgalarını kullanarak çalışmaktadırlar (Olojđk, T. 2009).

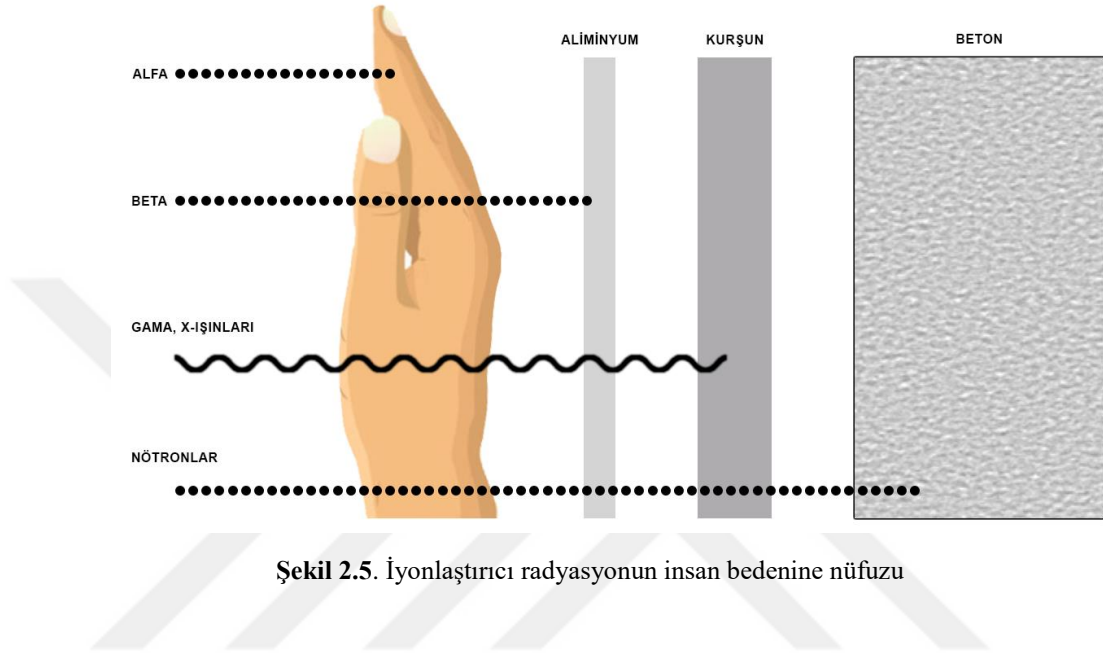
2.9. Canlıya Etkisine Göre Elektromanyetik Alan

2.9.1. İyonlaştırıcı (Ionizing) Işınım

Hücrelerde bulunan molekülleri bir arada tutan atomik bağların iyonlaştırılmasına yetebilecek foton enerjisi olan yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalardır. Bu dalgalara örnek olarak gama ışınları ve x ışınları verilebilir. Bazı kaynaklarda ultraviyole ışınlar da bunlar arasında sayılmaktadır. En az 12 elektro volttan başlayan bir değerleri vardır. Fazla maruziyet, DNA zincirinin bozulması ve

canlı hücrelerdeki organellerin hasara uğraması gibi tehlikeli durumlara neden olabilmektedir (BTK, 2010).

Elektromanyetik dalga şeklinde yayılan iyonize radyasyondan olan gama ışını, alfa, beta ve nötron parçacıklarının canlıya nüfuz etme miktarları değişiklik göstermektedir. Şekil 2.5.'te insana etki eden bu ışınlar gösterilmiştir.



Şekil 2.5. İyonlaştırıcı radyasyonun insan bedenine nüfuzu

Küçük dozda olan iyonlaştırıcı radyasyon için sonradan oluşacak biyolojik etkileri küçük olduğundan, belirlenmesi güçtür. Bunun yanında bilim insanları, düşük dozlar da dâhil, iyonlaştırıcı radyasyon ile ışınlanmış olan insanların, alınan dozlarla orantılı olarak kanser riskine sahip olacağını kabul etmektedir. Bu lineer teoriye göre radyasyonun etkilerinde doz yarıya indiği zaman, risk de yarıya inmektedir.

Radyasyonun dozu, depolanan enerji miktarıdır ve ışınlanma süresi ile radyasyonun şiddetin bağlı olmaktadır. Radyasyonun düşük dozlarının biyolojik etkileri, ölçülemeyecek derecede küçük olmaktadır. Pek çok bilim insanı, dozun sifira doğru azaldığı zaman, etkilerin de aynı derecede azaldığını kabul etmektedir. Bütün vücut kısa sürede 10 Sv (1Sv = 1Joule/kg) kadar şiddetli bir radyasyona maruz kaldığı zaman, vücuttaki belli başlı hücrelerde tahrip meydana gelir ve bu hücreler tekrar yenilenemez. Bu tarz durumların ani ölüme neden olduğu da gözlemlenmiştir. Daha düşük dozlardaki radyasyon direk olarak öldürücü olmasa da, radyasyon ışınlanmasına maruz kaldıktan sonra uzun vadede kansere yol açtıkları görülmüştür. Japonya bombalandıktan sonra sağ kalan kişiler, uranyum madenlerinde çalışanlar,

radyoterapi hastaları ve radyumlu boya işiyle uğraşan kişilerin bazılarında, bu tarz uzun süreli etkiler gözlemlenmiştir (Zeyrek, 2013).

Dozlarına göre radyasyonun etkileri yoğun bir biçimde incelenmiştir. Düşük dozun sebep olacağı riskler hakkındaysa hala tartışmalar sürmektedir. BEIR komisyonu gibi kuruluşlar, X ışınları ile gama ve beta radyasyonlarının etkileri üstündeki bilimsel verileri incelemiş ve lineer hipotezin, düşük seviyelerdeki dozların etkilerini olduğundan fazla gösterdiğini belirtmiştir. Bunun yanında, lineer hipotez ışığında alfa radyasyonu için yapılan risk tahmininin, olduğundan fazla bulunması ihtimali azdır. Gerçekte riski olduğundan daha az gösterebilmektedir.

2.9.2. İyonlaştırmayan (Non-Ionizing) Işınım

İyonlaştırmayan (Non-ionizing) ışınımsa, atomik bağların kırılması için gereken enerjisi olmayan fotonların meydana getirdiği elektromanyetik dalgalar Bunlar, mikrodalga, radyo frekans, kızılötesi, görünür ışık, manyetik ve statik alanlardır. Yani frekans tayfının 1 Hertz' den başlayarak ortalama 1000 GHz'lik bölümüdür. Ölçülen enerji değeriye 300 GHz'de 0,00125 eV olup, iyonlaştırma yapabilecek seviyeye göre oldukça düşük bir değerdedir. Fakat bu alanlar güç, maruz kalma zamanı ve mesafe gibi pek çok faktöre bağlı olarak vücut üzerinde ısıl etkilere yol açabileceği gibi, çeşitli biyolojik etkiye de neden olabilmektedir. Frekans tayfının iyonlaştırmayan bölgesinde bulunan, haberleşme, radyo ve TV-de kullanılan baz istasyonları, toplum tarafından kullanılması açısından yararlı olsa da, bunlar ayrıca maruziyet kaynağıdır. Bu kaynaklar Türkiye'de ilk kez 06 Mayıs 1927'den İstanbul, 1928 yılında Ankara, 1950'de İzmir Radyosu ve 1960'dan sonra 8 şehirde İl Radyoları kurulmasıyla faaliyetine başlamıştır ve günümüze kadar pek çok şehirde TV ve radyo istasyonları, faaliyetlerine devam etmektedir. 1986'dan sonralarda ise cep telefonu kullanımının başlaması ve baz istasyonlarının sokaklarda görülmesiyle, halkın dikkati bu kaynaklar üzerine de yönelmeye başlamıştır (BTK, 2010).

2.10. SAR Değeri

SAR (Specific Absorption Rate) oranı, RF elektromanyetik alana maruz kalındığı zaman bedenin soğurduğu enerji oranının ölçüsü şeklindedir. Özgül soğurma oranı anlamına gelen SAR, ortamdaki EM enerjinin insan vücudu tarafından soğurulma, emilme hızını ifade etmektedir. Birimi W/kg'dır. Çevremizde bulunan bir cihazın yaymış olduğu radyo frekansların (elektromanyetik alan) vücut tarafından

emilmesini ifade eder. Araştırmalara göre insan vücudu, 1 derecelik sıcaklık artışını düzenleyememekte olup bu yüzden problemler yaşamaktadır. 1 derecelik sıcaklık artışı için 1 kg doku başına 4W güç emilmesi gerekir. Emilen bu enerji vücudumuzda ısıya dönüşür. Isıyı hissedememizin nedeni elektromanyetik alanın direk derinin altına nüfuz etmesi ve derimizde bulunan reseptörlerin algılayamıyor olmasıdır. Ancak reseptörlerimize deri altından zarar vermektedir. Bu yüzden insanlar bu dalgaları fark edememektedir (Yazgan , E., 2013.).

İnsanların yaşam alanlarında sınır değer olarak 0,08 W/kg SAR değeri sınır değer şeklinde kabul edilmiştir. SAR değerinin direk olarak hesaplanması neredeyse imkansızdır. Bu yüzden sınır değerleri belirlemek için kolaylıkla gözlemlenebilen ya da ölçülebilen parametreler kullanılır. Bunlar, EMA ve güç yoğunluğudur.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)' ne göre cep telefonları için SAR değeri en fazla 0,1W/kg önerilmektedir. Fakat ülkemizde satılan cep telefonların SAR değerleri 0,1-1,5 arasında değişim göstermektedir.

SAR değerleri, Avrupa ülkelerinde baş bölgesi için limit değer 2 W/kg kabul edilirken, Amerika'da 1.6 W/kg olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kol ve bacak bölgeleri için SAR limiti 4W/kg'dır. Güvenlik payları esas alınarak işyerleri için SAR değerinin 10 da 1 'i yani 0,4W/kg, halka açık yerler içinse 50 de 1'i yani 0,08W/kg olarak kabul edilmiştir.

2.11. Elektromanyetik Girişim(EMI)

EMI, bir elektriksel sinyalin üstüne yüksek frekanslı bir sinyali girişmesi ya da binmesidir. Elektronik cihazların ve elektriğin performansında bozulmalara ya da hatalı işlemeye neden olan, radyo frekanslarında insan kaynaklı ya da doğal tüm bozucu etkiler ya da işaretler şeklinde tanımlanmaktadır EMI konusu elektronik sistemlerin ortaya çıkışıyla fark edilip giderek önem kazanmıştır. Neredeyse her yere yayılan elektronik devreler EMI problemlerini ortaya çıkarmıştır. Özellikle askeri sistemlerde kullanılan elektronik devrelerin girişim problemleri veya askeri sistemlere yönelik bilinçli bozucu etkenler oluşturulması EMI problemlerine karşı önlemler alınmasını zorunlu hale getirmiştir (Yaman, E. 2011).

Günlük hayatta karşılaşılan bazı elektromanyetik girişim örnekleri aşağıda verilmiştir.

- Bilgisayar çalışırken ya da müzik sistemlerinden müzik dinlerken cep telefonun çalması, bilgisayar ekranında parazitlere veya müzik sistemlerinin hoparlöründe cızırtılara yol açması.
- Ortak şebeke enerji hattı kullanımında gürültü üreten motorların diğer sistemleri etkilemesi,
- Havaalanındaki radar sistemlerinin ve uçakta çalıştırılan taşınabilir bilgisayarların ya da cep telefonlarının ekranını bozması ve karşılıklı olarak uçuş kontrol sisteminin bozularak uçuş güvenliğini tehdit etmesi,
- Yüksek Gerilim Hatları (YGH)'nin yakınından geçerken arabanın radyosunun parazit yapması ya da bozulması,
- Telsizlerin hastane gibi hassas ortamlardaki diğer medikal cihazlarla etkileşmesi, gibi olaylar günlük hayatta karşılaşılan elektromanyetik girişimlerdir. Elektromanyetik girişimler sonucu oluşan ciddi olaylar ise aşağıda verilmiştir.
- 1982 yılında İngiltere Falkland Savaşı'nda bir Exocet füze yüzünden destroyerini kaybetmiştir. İngiltere'yle haberleşmek amacıyla kullanılan bu destroyerin radyo sisteminin, geniş anti füze algılama sistemi çalışır haldeyken, iki sistemin arasında yaşanan bir girişim nedeniyle, uygun bir biçimde çalışmadığı ortaya çıkmıştır. İngiltere'yle bir haberleşme esnasında girişimin önlenmesi için anti füze sistemi geçici olarak kapatılmıştır. Bu esnada da karşı tarafın fırlattığı bir füze yüzünden destroyer batmıştır.
- 1982 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri ordusundaki Black Hawk model helikopterlerin kazalarının çoğunun helikopterlerin radyo vericilerine veya halk bandı vericisine çok yakın uçuşlarda olduğu görülmektedir. Bu kazalarda 22 kişi yaşamını yitirmiştir. Helikopterlerin elektronik bir şekilde kontrolü sağlanan uçuş kontrol sistemi bu elektromanyetik yayınlara duyarlı olduğu için bu kazaların oluştuğu sonucuna varılmıştır.
- 1967 senesinde Vietnam'da bir Amerikan uçak gemisindeki uçaklarda bulunan füzelerden bir tanesi istemsiz olarak hareket edip, başka bir uçağa çarpmıştır. Bu çarpışmanın sonucunda yakıt tankları patlamış, 134 kişi yaşamını yitirmiştir. Bu problemin nedeninin, geminin yüksek güçlü arama radarının ekranlanmayan bir

bağlayıcının kontakları arasında ortaya çıkardığı radyo frekanslı gerilimler olduğu düşünülmektedir.

Elektromanyetik girişim sonucu oluşan ciddi sonuçlar olarak ortaya çıkarabilmektedir.

2.12. Elektromanyetik Uyumluluk(EMC)

Elektromanyetik uyumluluk, elektromanyetik enerjinin oluşması, alınması ve iletilmesi durumlarında sağlanan ve elektromanyetik açıdan bir girişim meydana getirmeyecek tüm etkilerdir. Oluşturulan standartların sonucunda bir elektronik ürünü pazarlamak için elektromanyetik uyum, oldukça önemli bir kriterdir. Bir ürün, herhangi bir ülkeye ait elektromanyetik uyum şartlarını taşıyamıyorsa, ürünü o ülkede satmak mümkün değildir. Teknolojinin gelişmesiyle elektronik sistem ya da cihaz tasarımında elektromanyetik uyumluluk, öteki tasarım kriterleri kadar önemli hale gelmiştir. 1996'dan beri EMC standartları, elektronik aletler için zorunludur. Bu nedenle ürünlerinin satılmasını isteyen üreticiler, pek çok testten geçerek cihazlarına “CE” işareti koymalıdır (Sevgi, 2000).

Elektromanyetik uyumluluğun olmadığı ortamlarda gerçekleşen bazı örnek durumlar aşağıda verilmektedir:

- 1967 yılında ABD silahlı kuvvetlerine ait USS Forrestal uçak gemisindeki gemi radarından kaynaklandığı belirlenen anormal bir gürültünün uçaklarda birine takılı MK-32 roketini elektromanyetik girişim nedeniyle büyük bir yangın ve durdurulamayan yangınlar meydana gelmiştir. Bu kazada 134 kişi ölmüş, 21'i tamamen kullanılamaz hale gelen toplamda 27 uçak hasar görmüştür ve yaklaşık 72 Milyon USD zarar meydana gelmiştir (Ç.V.S.G B., 2014).
- 1982 yılında İngiltere Falkland Savaşı'nda haberleşme için kullanılan bir destroyerini kaybeder. Destroyerde bulunan radyo sisteminin, geniş anti füze algılama sistemi çalışırken bu iki sistem arasındaki elektromanyetik girişim nedeniyle uygun çalışmadığı ortaya çıkınca bu girişimin önlenmesi için anti füze sistemi geçici olarak kapatılır. Bu sırada da karşı kuvvetler tarafından fırlatılan bir Exocet füzesi destroyerin batmasına neden olmuştur (Ç.V.S.G B., 2014).
- Almanya'da otoyol yakınında bulunan 100 kW gücünde ve 1, 5 MHz frekansında çalışan, 250-300 V/m'lik alan oluşturan bir AM radyo istasyonunun yakınından

geçen elektronik ateşlemeli ve enjeksiyonlu modern araçların arızalandıkları görülmüştür (Ç.V.S.G B., 2014).

- Tokyo'daki bir fabrikada elektromanyetik dalgalar robotlarda fonksiyon bozukluğu oluşturduğundan 10 kişinin ölümüne neden olmuştur (Ç.V.S.G B., 2014).

Buna benzer birçok insan ölümlerine varan olaylardan kurtulmak için EMC gereklidir.



3. ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARI

Elektromanyetik (EM) ortam; yapay ve doğal EMA olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğal elektromanyetik ortam; güneş ve uzaydaki ışınlama ile dünya atmosferindeki elektriksel boşalmalar gibi iç ve dış kaynaklardan oluşmaktadır. Doğal alanlar, çok yüksek, geçici ve rasgele alan değerinde ya da aşırı gürültülü patlamalara neden olan geniş bir frekans aralığına sahiptir. Doğal elektromanyetik kaynaklar;

- Güneş,
- Bazı uzak yıldızlar,
- Atmosferik deşarjlar. (yıldırım)

Yapay elektromanyetik kaynaklar ise, insan yapımı radyo frekanslı elektronik sistem ve cihazlardan meydana gelir. Tablo 3.1.'de, frekansları dikkate alınarak EM alanlarda oluşan yapay kaynaklar belirtilmiştir. Bu kaynaklar, dünyanın manyetik alanı gibi doğal değildir.

Tablo 3.1. Frekansa bağılı bazı yapay kaynaklar (BTK, 2010)

Frekans Bölgesi	Frekans	Bazı Maruziyet Kaynakları
Statik	0Hz	VDU(Video Display Unit), MR, Diagnostik Cihazlar, Endüstriyel Elektroliz, Isıtma Cihazları
ELF(Çok Düşük Frekans)	0-300Hz	Güç Hatları, Yerel Dağıtım Hatları, Tren, Tramvay ve Araçlardaki Elektrik Motorları, Isıtma Cihazları
IF(Ara Frekans)	300Hz-100kHz	VDU, MR, Mağazalardaki Alarmlar, Handsfree Erişim Kontrol Cihazları, Metal Dedektörleri ve Kart Okuyucuları, Isıtma Cihazları
RF(Haberleşme Frekansı)	100kHz-300GHz	Cep Telefonları, TV ve Radyo, Mikrodalga Fırın, Radar, Sabit ve Portatif vericiler, Kişisel Mobil Cihazlar, MR

3.1. Yapay Kaynaklar

3.1.1. İnsana Yakın Yapay Kaynaklar

İnsan vücuduna yakın olan kaynakların pek çoğu, kablosuz RF cihazları ve cep telefonlarıdır. Dünya çapında yaklaşık beş milyar kişi; Türkiye'deyse Aralık 2016 verilerine göre toplam 75.06 milyon kişi cep telefonu kullanmaktadır. Avrupa'da pek çok ortak mobil haberleşme teknolojileri sayısal teknolojilerdir, neredeyse hiç analog teknoloji kullanılmamaktadır. Cep telefonları uygulaması, öncelikle Avrupa direktiflerine uygun olacak şekilde Avrupa pazarınca başlamış, bu döneme kadar ICNIRP tarafından canlılar için belirtilmiş olan sınır değerler aşılmamıştır. CENELEC tarafından standartlaştırılmış metotlar, Avrupa'da cep telefonlarını test ederken kullanılmaktadır. İnsanların kafa bölgesi için bir cep telefonunun SAR değeri 2 W/kg'dır. Telefonların normal bir haberleşme esnasında ürettiği güç 900MHz GSM için yaklaşık olarak 250 mW seviyesindedir. Fakat bu

telefon testleri, 2W seviyesinde maksimum verici güç üretebileceği de göz önünde bulundurularak, en kötü koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Vücut üzerindeki en yüksek bölgesel SAR değeri, cep telefonunun tipine bağlı olarak ortalama 10 gram dokuda 0.2 ile 1.5 W/kg'dır. Telefonlar baz istasyonlarına yakinken az, uzakken de daha fazla güç harcamakta ve bunu otomatik bir şekilde düzenlemektedirler. Dolayısı ile istasyona uzakken fazla güç çektiği için, daha fazla EMA oluşturmaktadır.

Cep telefonları, çıkış gücünü otomatik bir şekilde UMTS de yüz milyon, GSM de bin faktör azaltabilecek kadar akıllı cihazlardır. Cep telefonları, yukarıda da belirtildiği üzere baz istasyonundan uzakken fazla, yakinken az enerji sarf etmekte ve bunu da otomatik olarak düzenlemektedir. Uzaktayken fazla güç çektiği için elektromanyetik alanı daha fazla olmaktadır. Telefon kapalıyken, canlılara bir etkisi bulunmamaktadır. Bekleme konumundayken, tam güçte çalışmasına oranla etkisi çok daha az olmaktadır ancak bu düşük etkide, baz istasyonu iletim hattında ve haberleşme trafiğinde, gelen-giden SMS ve haberleşme protokolleri dikkate alınmaktadır.

Cep telefonlarına ek olarak kablosuz, WLAN ve DECT telefon sistemleri de bulunmaktadır ve cep telefonlarına oranla çoğunlukla daha düşük çıkış gücüyle çalışmaktadırlar. Bir DECT baz istasyonunun maksimum güç seviyesi 25 mW, DECT el cihazı için güç, 10 mW' tır. WLAN terminalin üst değeri 200 mW' tır ve trafiğe bağlı olarak, ortalama gücü genelde düşük olmaktadır. Bu tarz sistemlerdeki maruz kalma oranı, cep telefonlarının altındadır. WLAN ulaşım noktalarına yakın olan yerlerde DECT ya da WLAN'a maruz kalma, UMTS ya da GSM telefonlara maruz kalma oranına göre daha yüksek olabilmektedir. Örnek olarak, bir WLAN sistemine yakın yerlerde maruz kalma normalde 0,5 mW/m²'nin altındadır (BTK, 2010).

Bunların yanında hırsızlık durumlarına karşı önlem alma amacıyla RF frekanslarında çalışan çeşitli cihazlar mevcuttur. Bu tarz cihazlar genelde mağaza girişi ve benzeri alanlarda eşya çalınmasını önlemek için kullanılmaktadır. Burada görülen maruz kalma oranı, imalatçıların ayarlarına ya da sistem tipine bağlıdır ve sınır değerinin altında kalmaktadır.

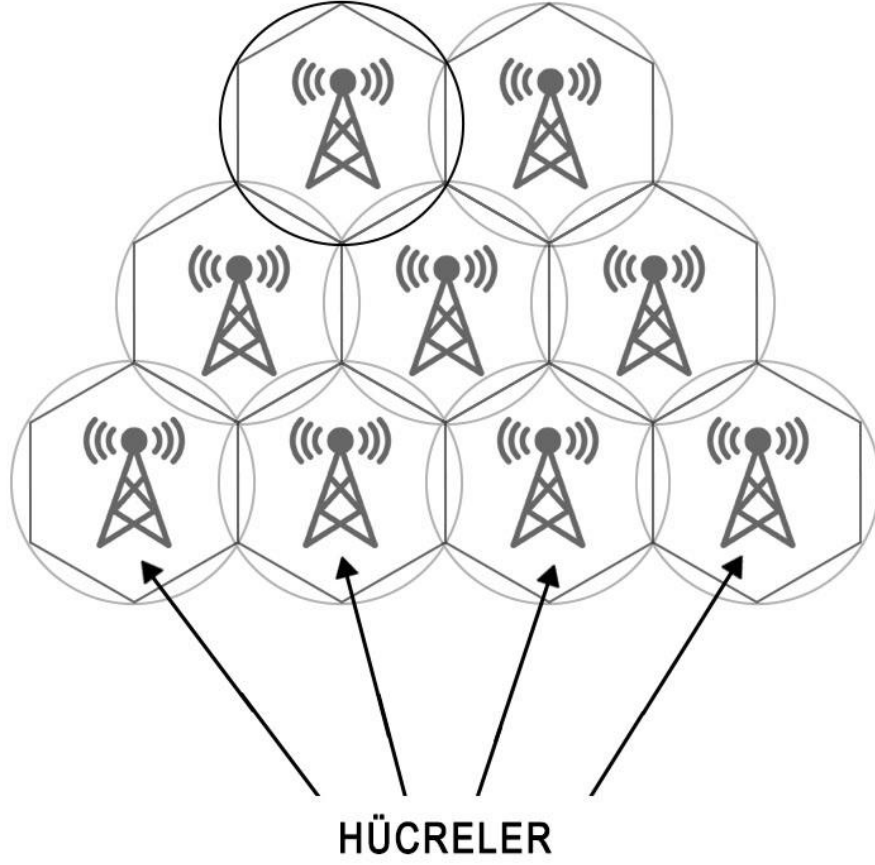
3.1.2. İnsana Uzak Yapay Kaynaklar

İnsanların maruz kaldığı istemsiz ve sürekli olan kaynaklar, GSM baz istasyonları, TV ve Radyo vericileridir. Vericilerdeki temel amaç, vericinin etrafında

bulunan geniş bir alana EM enerji dağıtımını sağlamaktır. Maksimum alanı kapsamak için yüksek RF gücü gerekmektedir.

TV ve FM radyo bantlarında (50 - 800 MHz) tek antenin gücü, tipik olarak 10-50 kW aralığında iken, MF frekans bandında (300 kHz – 3 MHz) ve HF frekans bandında (3 MHz - 30 MHz) çıkış gücü 600 kW'a kadar olabilmektedir. Radyo ve TV verici istasyon antenlerindeki RF enerji yayılımı, sürekli ve çok güçlü faal olan kaynaklardır. Maruz kalan insanların arasındaki en kritik grup, antenlerin bakım ve montajını yapan, anten kulesi yakınında çalışan işçilerdir. Genel halk maruziyetiyse, verici istasyonların direk olarak yakınlarında yaşayanlar hariç, genelde çok küçük değerlerdedir. 0,3 – 30 MHz frekans tayfında çalışan radyo vericileri EM dalgaları iyonosferden yansıtarak iletmektedir. Hedefte olan mesafeye ulaşmak için verimli yayılıma ve yüksek güçler ile büyük antenlere gereksinim duyulmaktadır. Halk, antenden 100-200 metrelik bir mesafeye kadar kısmen yoğun olarak yüksek alan seviyesine maruz kalabilmektedirler. Açık alanda kullanılan High Frekans anten çeşitleri de maruziyet kaynakları arasındadır. Gelişmiş radyo istasyonları verici ve iletim hatlarının bulunduğu binalar, elektromanyetik etkilere karşı iyi korunmaktadırlar. Bu tarz zayıf alanlar, binalarda RF maruziyeti konusunda problem teşkil etmemektedir (Türkkan, 2009).

Baz istasyonları, hücreler ismi verilen birleşik bölgelerden oluşan Şekil 3.1.'de gösterildiği gibi bir sistem içerir. Her bir hücrenin, belli bir bölgede sinyal alan ve gönderen kendi baz istasyonu mevcuttur. Makro hücreler, şebekenin ana yapısını oluşturmaktadır ve baz istasyonları, birkaç km'ye kadar mesafede bulunan telefonlar ile iletişim kurabilmektedir. Mikro hücreler, ana şebekenin geliştirilmesi ve doldurulması için, özellikle yüksek haberleşme trafiği olan zamanlarda kullanılmaktadır. Mikro istasyonlar düşük miktarda güç yaymakta olup menzilleri yalnızca birkaç yüz metredir. Piko istasyonların gücü çok daha düşüktür ve bina içerisinde, kısa menzile sahip bir haberleşme olanağı sağlamaktadırlar. Kullanılan RF, taşıyıcı dalgadır. Bilgi modülasyon tekniğiyle taşıyıcı dalga üstüne bindirilerek iletim sağlanmaktadır.



Şekil 3.1. Baz istasyonları hücresel gösterimi

Uzak kaynaklara ek devamlı yayın yapan özel sektör ya da kamuyla özel telsiz aktarıcıları ya da vericileri de bulunur. . Bunlar, maruz kalma menzili dışında ya da bazen yayın yapan telsiz vericileri olduğu için konu dışında tutulmuştur. Bu sistemlerce kullanılan yayın frekansları Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Frekansa bağılı uzak yapay kaynaklar (BTK, 2010)

Frekans Bandı (MHz)	Hizmet	Uygulama
87.5 – 108	Yayıncılık	FM RADYO
108 – 118	Hava Seyrüsefer	ILS, VOR
118 – 137	Hava mobil haberleşme	Hava mobil haberleşme sistemleri
137 – 138	Meteorolojik Yardım	
138 – 144	Hava mobil haberleşme	
144 – 146	Amatör	
146 – 156	Kara mobil telsiz	Kara mobil telsiz sistemleri
156.7625 - 156.8375	Deniz haberleşmesi	Gemi-kıyı haberleşmesi
156.8375 – 174	Kara mobil telsiz	Kara mobil telsiz sistemleri
174 – 216	Yayıncılık	Analog TV vericileri
216 – 230	Yayıncılık	T-DAB
230 – 380	Telsiz haberleşmesi	
380 – 385	Acil Durum Haberleşmesi	Acil Durum Haberleşmesi
385 – 390	Telsiz haberleşmesi	
390 – 395	Acil Durum Haberleşmesi	Acil Durum Haberleşmesi
395 – 400	Telsiz haberleşmesi	Askeri
400 – 470	Kara mobil haberleşmesi	Kara mobil telsiz sistemleri
470 – 790	Yayıncılık	Analog TV
790 – 862	Yayıncılık	Analog TV (2015 ten sonra mobil)
863 – 870	Kısa mesafe telsiz	Alçak güçlü cihazlar
870 – 890	Telsiz haberleşmesi	
890 – 915	GSM	Cep telefonları
915 – 921	GSM	Cep telefonları
921 – 925	GSM-R	Cep telefonları
925 – 935	GSM	Cep telefonları
935 – 960	GSM	Cep telefonları
960 – 1215	Hava seyrüsefer	TACAN, DME
1710 -1888	GSM	Cep telefonları
2000 – 2200	GSM	Cep telefonları

4. ELEKTROMANYETİK ALAN ÖLÇÜMLERİ

4.1. Elektromanyetik Alan Ölçüm Cihazı (Narda NBM-550)

Narda NBM-550 genişbant ölçüm cihazı Şekil 4.1.'de gösterilen NBM-500 serisi cihazlardandır. İyonize olmayan radyasyonu, teknolojinin olanak sağladığı en yüksek doğrulukta ve tekrarlanabilen kararlılıkta ölçer. Elektrik ve manyetik alan ölçen uygun problemleri yardımıyla, endüstride kullanılan en düşük frekanstan mikrodalga seviyesine kadar tüm frekansları kapsar. NBM-550 özellikle yüksek elektrik ve yüksek manyetik alan oluşan işyeri ortamlarında çalışanların güvenliği için gereken hassas ölçümleri yapar. NBM, otomatik hata sıfırlama özelliği, yüksek dinamik aralığı ile çok güçlü alanlarda bile yüksek hassasiyet ve doğrulukta ölçüm yapabilir. Ölçüm sonucunu mW/cm^2 , W/m^2 , V/m , A/m , sınır değer %'si olarak gösterebilir (URL-3, 2018).

Zaman ve x/y/z ekseninde ortalama alabilir. Kullanılacak olan EF-0391 elektrik alan probu (100kHz-3GHz) arasında ölçüm yapabilmektedir.



Şekil 4.1. Elektromanyetik Alan Ölçüm Cihaz (URL-3, 2018)

4.2. Cihazın Özellikleri

- Büyük grafik gösterge
- Probun parametrelerini otomatik olarak tanıyan akıllı bağlantı arabirimi
- Hızla değiştirilebilen ölçüm problemleri – cihazı tekrar ayarlamak gerektirmez.
- Tam otomatik sıfır noktası ayarı
- Ölçüm verisi belleği
- Uygun veri yönetimi için bilgisayar yazılımı

4.3. Ölçüm Yapılacak yerlerin Belirlenmesi

Ölçümler için İstanbul'un en yoğun meydanları olan Eminönü, Taksim, Beşiktaş ve bunlara nazaran daha az yoğun yer olan Kemerburgaz Göktürk ilçesi seçilmiştir.

Eminönü meydanı için Şekil 4.2.'de gösterilen 9 nokta belirlenmiş olup yoğunluğa göre seçilmiş noktalardır. Aralarındaki uzaklık yaklaşık 100'er metredir.



Şekil 4.2. Eminönü Ölçüm yapılan yerler

Taksim meydanı için Şekil 4.3.'de gösterilen 8 nokta belirlenmiş olup yoğunluğa göre seçilmiş noktalardır. Aralarındaki uzaklık yaklaşık 100'er metredir.



Şekil 4.3. Taksim Ölçüm yapılan yerler

Beşiktaş Meydanı için Şekil 4.4.'de gösterilen 8 nokta belirlenmiş olup yoğunluğa göre seçilmiştir. Aralarındaki uzaklık yaklaşık 100'er metredir.



Şekil 4.4. Beşiktaş Ölçüm yapılan yerler

Göktürk meydanı için Şekil 4.5.'de gösterilen 6 nokta belirlenmiş olup yaşam alanlarındaki yerlerden seçilmiştir. Aralarındaki uzaklık yaklaşık 100'er metredir.



Şekil 4.5. Göktürk Ölçüm yapılan yerler

4.4. Bulgular

Ölçümler, hafta sonu 2 gün ve hafta içi 1 gün olmak üzere toplamda 3 gün boyunca sabah, öğle ve akşam zaman dilimlerinde alınmıştır. 05.05.2018 tarihinde başlayıp 13.05.2018 tarihinde sonlandırılmıştır. Her bir nokta için yaklaşık 1-2 dakikalık ölçüm alınmış ortalama değer kaydedilmiştir. Ölçülen elektromanyetik alan verileri grafiksel olarak gösterilmiştir.

Bu noktalarda alınan ölçüm değerleri için hava şartlarının aynı olduğu günler tercih edilmiştir. Böylece havanın nem oranının elektromanyetik dalgalara etkisini azaltmaya çalışılmıştır.

4.4.1. Elektromanyetik Alan Ölçüm Sonuçları

Ölçüm sonuçları grafiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilmiştir. Grafiklerdeki verilere göre sonuçlar tartışma bölümünde değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1. 05-06 Mayıs Sabah Ölçümler

Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	5.05.2018	09:02	0,79 V/m
Eminönü 2	5.05.2018	09:08	0,92 V/m
Eminönü 3	5.05.2018	09:12	0,96 V/m
Eminönü 4	5.05.2018	09:17	1,09 V/m
Eminönü 5	5.05.2018	09:21	1,6 V/m
Eminönü 6	5.05.2018	09:25	0,82 V/m
Eminönü 7	5.05.2018	09:31	0,73 V/m
Eminönü 8	5.05.2018	09:35	0,97 V/m
Eminönü 9	5.05.2018	09:39	1,62 V/m
Taksim 1	5.05.2018	09:57	1,42 V/m
Taksim 2	5.05.2018	10:03	1,10 V/m
Taksim 3	5.05.2018	10:08	1,32 V/m
Taksim 4	5.05.2018	10:13	0,89 V/m
Taksim 5	5.05.2018	10:19	1,52 V/m
Taksim 6	5.05.2018	10:22	1,23 V/m
Taksim 7	5.05.2018	10:27	1,20 V/m
Taksim 8	5.05.2018	10:31	0,52 V/m
Beşiktaş 1	5.05.2018	10:05	1,51 V/m
Beşiktaş 2	5.05.2018	10:55	1,1 V/m
Beşiktaş 3	5.05.2018	11:00	1,12 V/m
Beşiktaş 4	5.05.2018	11:04	1,17 V/m
Beşiktaş 5	5.05.2018	11:09	0,67 V/m
Beşiktaş 6	5.05.2018	11:12	0,96 V/m
Beşiktaş 7	5.05.2018	11:16	1,17 V/m
Beşiktaş 8	5.05.2018	11:19	1,33 V/m
Kemberburgaz Göktürk 1	6.05.2018	09:01	0,55 V/m
Kemberburgaz Göktürk 2	6.05.2018	09:05	0,66 V/m
Kemberburgaz Göktürk 3	6.05.2018	09:09	0,90 V/m
Kemberburgaz Göktürk 4	6.05.2018	09:14	1 V/m
Kemberburgaz Göktürk 5	6.05.2018	09:18	0,75 V/m
Kemberburgaz Göktürk 6	6.05.2018	09:23	0,75 V/m

Tablo 4.2. 05-06 Mayıs Öğlen Ölçümler

Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	5.05.2018	14:19	0,80 V/m
Eminönü 2	5.05.2018	14:25	1,12 V/m
Eminönü 3	5.05.2018	14:33	1,75 V/m
Eminönü 4	5.05.2018	14:39	1,15 V/m
Eminönü 5	5.05.2018	14:45	1,9 V/m
Eminönü 6	5.05.2018	14:51	0,97 V/m
Eminönü 7	5.05.2018	14:58	0,63 V/m
Eminönü 8	5.05.2018	15:04	1,02 V/m
Eminönü 9	5.05.2018	15:09	1,46 V/m
Taksim 1	5.05.2018	13:19	1,66 V/m
Taksim 2	5.05.2018	13:23	1,31 V/m
Taksim 3	5.05.2018	13:29	1,14 V/m
Taksim 4	5.05.2018	13:34	0,74 V/m
Taksim 5	5.05.2018	13:39	1,06 V/m
Taksim 6	5.05.2018	13:44	1,60 V/m
Taksim 7	5.05.2018	13:49	1,08 V/m
Taksim 8	5.05.2018	13:56	0,68 V/m
Beşiktaş 1	5.05.2018	12:02	1,33 V/m
Beşiktaş 2	5.05.2018	12:08	1,17 V/m
Beşiktaş 3	5.05.2018	12:15	0,88 V/m
Beşiktaş 4	5.05.2018	12:22	1,16 V/m
Beşiktaş 5	5.05.2018	12:29	1,39 V/m
Beşiktaş 6	5.05.2018	12:32	0,91 V/m
Beşiktaş 7	5.05.2018	12:37	0,69 V/m
Beşiktaş 8	5.05.2018	12:42	1,16 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	6.05.2018	12:02	1,20 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	6.05.2018	12:08	0,76 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	6.05.2018	12:15	0,68 V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	6.05.2018	12:22	0,90 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	6.05.2018	12:29	0,84 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	6.05.2018	12:32	1,32 V/m

Tablo 4.3. 05-06 Mayıs Akşam Ölçümler

Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	5.05.2018	16:59	0,84 V/m
Eminönü 2	5.05.2018	17:01	0,83 V/m
Eminönü 3	5.05.2018	17:03	1,13 V/m
Eminönü 4	5.05.2018	17:05	1,69 V/m
Eminönü 5	5.05.2018	17:06	0,76 V/m
Eminönü 6	5.05.2018	17:07	0,56 V/m
Eminönü 7	5.05.2018	17:09	1,10 V/m
Eminönü 8	5.05.2018	17:13	0,64 V/m
Eminönü 9	5.05.2018	17:15	1,56 V/m
Taksim 1	5.05.2018	17:03	1,11 V/m
Taksim 2	5.05.2018	17:33	1,21 V/m
Taksim 3	5.05.2018	17:36	0,79 V/m
Taksim 4	5.05.2018	17:04	1,06 V/m
Taksim 5	5.05.2018	17:44	1,63 V/m
Taksim 6	5.05.2018	17:49	1,18 V/m
Taksim 7	5.05.2018	17:53	0,93 V/m
Taksim 8	5.05.2018	17:57	1,20 V/m
Beşiktaş 1	5.05.2018	18:19	1,13 V/m
Beşiktaş 2	5.05.2018	18:23	0,85 V/m
Beşiktaş 3	5.05.2018	18:27	0,96 V/m
Beşiktaş 4	5.05.2018	18:31	1,10 V/m
Beşiktaş 5	5.05.2018	18:36	0,93 V/m
Beşiktaş 6	5.05.2018	18:39	0,97 V/m
Beşiktaş 7	5.05.2018	18:43	1,95 V/m
Beşiktaş 8	5.05.2018	18:47	0,59 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	6.05.2018	17:00	0,83 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	6.05.2018	17:05	0,97 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	6.05.2018	17:09	0,58 V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	6.05.2018	17:14	0,76 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	6.05.2018	17:19	0,96 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	6.05.2018	17:24	1,10 V/m

Tablo 4.4. 9-10 Mayıs Sabah Ölçümler

Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	9.05.2018	09:11	1,20 V/m
Eminönü 2	9.05.2018	09:16	0,85 V/m
Eminönü 3	9.05.2018	09:21	1,21 V/m
Eminönü 4	9.05.2018	09:24	1,97 V/m
Eminönü 5	9.05.2018	09:30	1,01 V/m
Eminönü 6	9.05.2018	09:35	0,82 V/m
Eminönü 7	9.05.2018	09:41	1,37 V/m
Eminönü 8	9.05.2018	09:46	1,55 V/m
Eminönü 9	9.05.2018	09:50	1,78 V/m
Taksim 1	9.05.2018	10:13	1,30 V/m
Taksim 2	9.05.2018	10:17	1,10 V/m
Taksim 3	9.05.2018	10:23	0,85 V/m
Taksim 4	9.05.2018	10:25	1,01 V/m
Taksim 5	9.05.2018	10:31	1,70 V/m
Taksim 6	9.05.2018	10:35	1,15 V/m
Taksim 7	9.05.2018	10:40	0,98 V/m
Taksim 8	9.05.2018	10:46	1,35 V/m
Beşiktaş 1	9.05.2018	11:05	0,87 V/m
Beşiktaş 2	9.05.2018	11:09	0,99 V/m
Beşiktaş 3	9.05.2018	11:14	0,96 V/m
Beşiktaş 4	9.05.2018	11:20	1,41 V/m
Beşiktaş 5	9.05.2018	11:23	0,96 V/m
Beşiktaş 6	9.05.2018	11:28	0,97 V/m
Beşiktaş 7	9.05.2018	11:31	1,25 V/m
Beşiktaş 8	9.05.2018	11:35	0,99 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	10.05.2018	09:30	1,05 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	10.05.2018	09:34	0,76 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	10.05.2018	09:39	1,21V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	10.05.2018	09:42	0,98 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	10.05.2018	09:48	1,19 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	10.05.2018	09:51	1,08 V/m

Tablo 4.5. 9-10 Mayıs Öğlen Ölçümler

Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	9.05.2018	13:41	1,02 V/m
Eminönü 2	9.05.2018	13:45	0,61 V/m
Eminönü 3	9.05.2018	13:48	0,79 V/m
Eminönü 4	9.05.2018	13:51	1,71 V/m
Eminönü 5	9.05.2018	13:55	0,88 V/m
Eminönü 6	9.05.2018	13:59	0,98 V/m
Eminönü 7	9.05.2018	14:08	0,87 V/m
Eminönü 8	9.05.2018	14:13	1,68 V/m
Eminönü 9	9.05.2018	14:17	1,63 V/m
Taksim 1	9.05.2018	12:58	1,11 V/m
Taksim 2	9.05.2018	13:01	1,10V/m
Taksim 3	9.05.2018	13:05	0,99 V/m
Taksim 4	9.05.2018	13:07	1,61V/m
Taksim 5	9.05.2018	13:09	1,25 V/m
Taksim 6	9.05.2018	13:13	1,31 V/m
Taksim 7	9.05.2018	13:15	0,77 V/m
Taksim 8	9.05.2018	13:19	1,49 V/m
Beşiktaş 1	9.05.2018	12:08	1,02 V/m
Beşiktaş 2	9.05.2018	12:12	1,19 V/m
Beşiktaş 3	9.05.2018	12:15	1,29 V/m
Beşiktaş 4	9.05.2018	12:19	0,55V/m
Beşiktaş 5	9.05.2018	12:23	1 V/m
Beşiktaş 6	9.05.2018	12:28	1,20 V/m
Beşiktaş 7	9.05.2018	12:32	1,45V/m
Beşiktaş 8	9.05.2018	12:35	1,02 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	10.05.2018	12:07	0,59 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	10.05.2018	12:11	0,76 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	10.05.2018	12:15	0,85 V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	10.05.2018	12:19	1,02 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	10.05.2018	12:22	0,89 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	10.05.2018	12:24	0,8V/m

Tablo 4.6. 9-10 Mayıs Akşam Ölçümler

Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	9.05.2018	16:41	1,14 V/m
Eminönü 2	9.05.2018	16:45	0,88 V/m
Eminönü 3	9.05.2018	16:48	1,09 V/m
Eminönü 4	9.05.2018	16:52	1,1 V/m
Eminönü 5	9.05.2018	16:59	0,91 V/m
Eminönü 6	9.05.2018	17:03	0,82 V/m
Eminönü 7	9.05.2018	17:06	0,7 V/m
Eminönü 8	9.05.2018	17:11	0,94 V/m
Eminönü 9	9.05.2018	17:15	0,92 V/m
Taksim 1	9.05.2018	17:36	0,9 V/m
Taksim 2	9.05.2018	17:39	0,95 V/m
Taksim 3	9.05.2018	17:43	0,89 V/m
Taksim 4	9.05.2018	17:49	1,5 V/m
Taksim 5	9.05.2018	17:52	0,75 V/m
Taksim 6	9.05.2018	17:56	0,49 V/m
Taksim 7	9.05.2018	18:01	0,9 V/m
Taksim 8	9.05.2018	18:05	1,47 V/m
Beşiktaş 1	9.05.2018	18:31	1,4 V/m
Beşiktaş 2	9.05.2018	18:34	1,21 V/m
Beşiktaş 3	9.05.2018	18:39	1,19 V/m
Beşiktaş 4	9.05.2018	18:42	0,95 V/m
Beşiktaş 5	9.05.2018	18:45	1,51 V/m
Beşiktaş 6	9.05.2018	18:49	1,34 V/m
Beşiktaş 7	9.05.2018	18:52	1,34 V/m
Beşiktaş 8	9.05.2018	18:56	0,65 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	10.05.2018	17:11	1,07 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	10.05.2018	17:15	0,96 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	10.05.2018	17:19	0,6 V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	10.05.2018	17:22	0,91 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	10.05.2018	17:26	1,12 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	10.05.2018	17:29	0,9 V/m

Tablo 4.7. 12-13 Mayıs Sabah Ölçümler

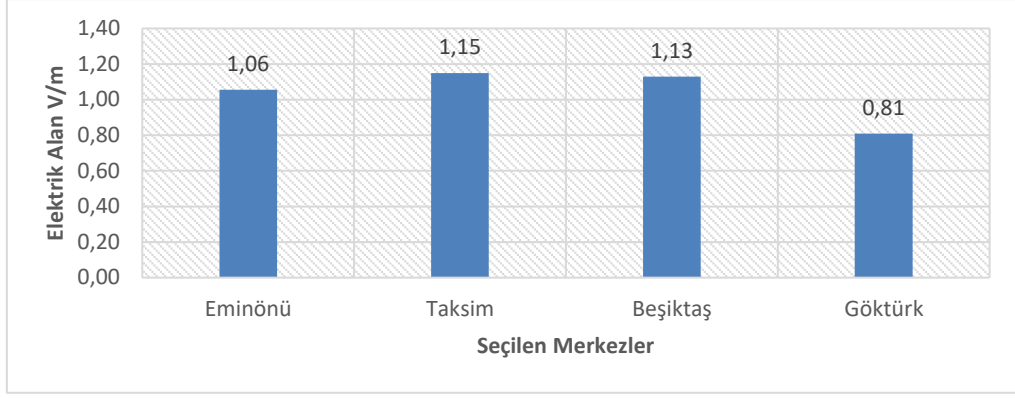
Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	13.05.2018	09:03	1,21 V/m
Eminönü 2	13.05.2018	09:07	1,58 V/m
Eminönü 3	13.05.2018	09:10	1,66 V/m
Eminönü 4	13.05.2018	09:14	2,12 V/m
Eminönü 5	13.05.2018	09:19	1,69 V/m
Eminönü 6	13.05.2018	09:23	1,14 V/m
Eminönü 7	13.05.2018	09:28	1,4 V/m
Eminönü 8	13.05.2018	09:32	0,98 V/m
Eminönü 9	13.05.2018	09:35	1,05 V/m
Taksim 1	13.05.2018	09:50	1,82 V/m
Taksim 2	13.05.2018	09:53	1,1 V/m
Taksim 3	13.05.2018	09:57	1,06 V/m
Taksim 4	13.05.2018	10:01	1,15 V/m
Taksim 5	13.05.2018	10:04	1,1 V/m
Taksim 6	13.05.2018	10:07	1,09 V/m
Taksim 7	13.05.2018	10:10	1 V/m
Taksim 8	13.05.2018	10:14	0,83 V/m
Beşiktaş 1	13.05.2018	10:31	1,11 V/m
Beşiktaş 2	13.05.2018	10:34	1,57 V/m
Beşiktaş 3	13.05.2018	10:39	0,81 V/m
Beşiktaş 4	13.05.2018	10:45	1,03 V/m
Beşiktaş 5	13.05.2018	10:49	1,14 V/m
Beşiktaş 6	13.05.2018	10:53	0,73 V/m
Beşiktaş 7	13.05.2018	10:59	0,72 V/m
Beşiktaş 8	13.05.2018	11:03	1,52 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	12.05.2018	09:13	0,52 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	12.05.2018	09:17	0,8 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	12.05.2018	09:21	0,53 V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	12.05.2018	09:24	0,8 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	12.05.2018	09:27	1,46 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	12.05.2018	09:30	0,75 V/m

Tablo 4.8. 12-13 Mayıs Öğlen Ölçümler

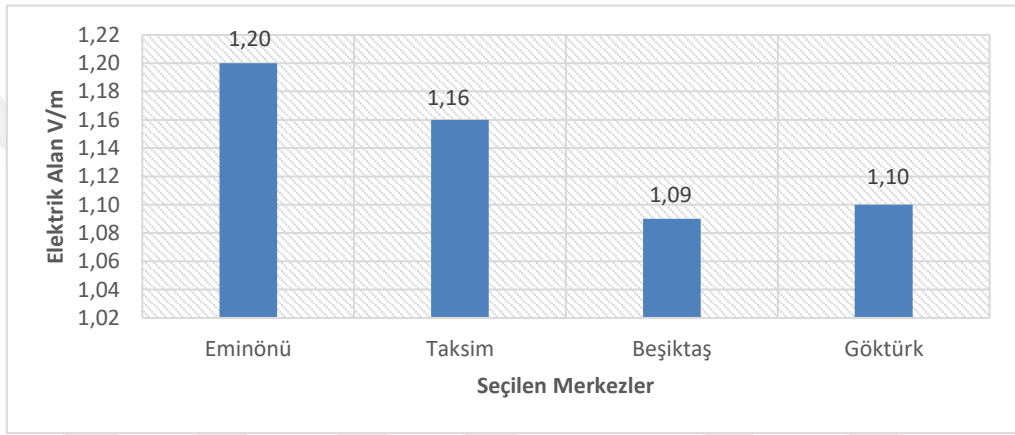
Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	13.05.2018	13:46	2,04 V/m
Eminönü 2	13.05.2018	13:50	1,17 V/m
Eminönü 3	13.05.2018	13:52	1,91 V/m
Eminönü 4	13.05.2018	13:57	1,72 V/m
Eminönü 5	13.05.2018	13:59	1,99 V/m
Eminönü 6	13.05.2018	14:03	0,8 V/m
Eminönü 7	13.05.2018	14:08	0,47 V/m
Eminönü 8	13.05.2018	14:13	1,07 V/m
Eminönü 9	13.05.2018	14:18	1,54 V/m
Taksim 1	13.05.2018	12:55	1,14 V/m
Taksim 2	13.05.2018	12:59	1,23 V/m
Taksim 3	13.05.2018	13:04	1,23 V/m
Taksim 4	13.05.2018	13:09	0,8 V/m
Taksim 5	13.05.2018	13:12	1,55 V/m
Taksim 6	13.05.2018	13:15	0,81 V/m
Taksim 7	13.05.2018	13:19	1,1 V/m
Taksim 8	13.05.2018	13:23	1,61 V/m
Beşiktaş 1	13.05.2018	12:01	2,05 V/m
Beşiktaş 2	13.05.2018	12:07	1,66 V/m
Beşiktaş 3	13.05.2018	12:10	0,9 V/m
Beşiktaş 4	13.05.2018	12:15	1,31 V/m
Beşiktaş 5	13.05.2018	12:19	1,55 V/m
Beşiktaş 6	13.05.2018	12:23	1,05 V/m
Beşiktaş 7	13.05.2018	12:28	0,99 V/m
Beşiktaş 8	13.05.2018	12:31	1,75 V/m
Kemerburgaz Göktürk 1	12.05.2018	12:01	1,30 V/m
Kemerburgaz Göktürk 2	12.05.2018	12:05	0,87 V/m
Kemerburgaz Göktürk 3	12.05.2018	12:08	1,06 V/m
Kemerburgaz Göktürk 4	12.05.2018	12:13	1,45 V/m
Kemerburgaz Göktürk 5	12.05.2018	12:18	0,89 V/m
Kemerburgaz Göktürk 6	12.05.2018	12:21	1,05 V/m

Tablo 4.9. 12-13 Mayıs Akşam Ölçümler

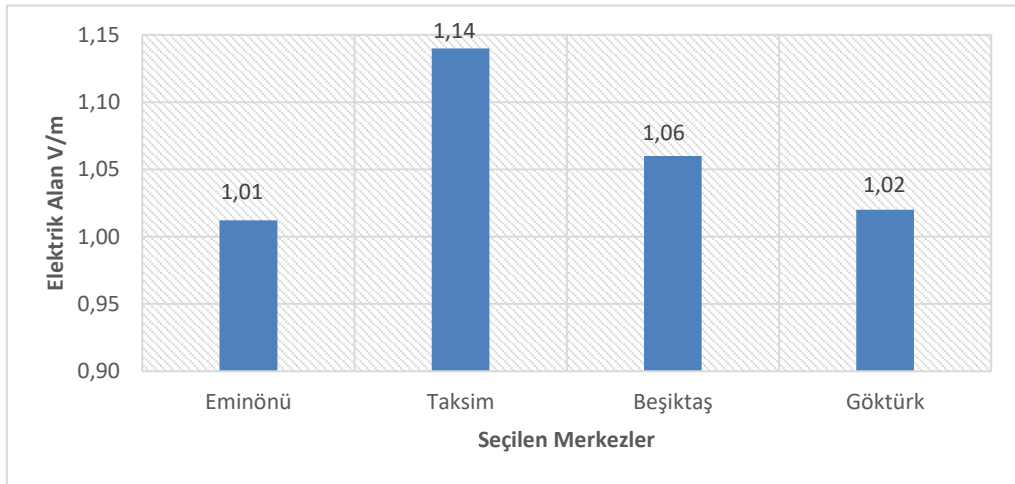
Ölçüm Yeri	Tarih	Saat	Ortalama Elektrik Alan
Eminönü 1	13.05.2018	16:30	0,98 V/m
Eminönü 2	13.05.2018	16:34	0,75 V/m
Eminönü 3	13.05.2018	16:39	1,72 V/m
Eminönü 4	13.05.2018	16:42	1,31 V/m
Eminönü 5	13.05.2018	16:45	1,25 V/m
Eminönü 6	13.05.2018	16:50	0,89 V/m
Eminönü 7	13.05.2018	16:55	0,75 V/m
Eminönü 8	13.05.2018	16:58	0,93 V/m
Eminönü 9	13.05.2018	17:02	1,39 V/m
Taksim 1	13.05.2018	17:26	1,05 V/m
Taksim 2	13.05.2018	17:29	1,88 V/m
Taksim 3	13.05.2018	17:32	1,37 V/m
Taksim 4	13.05.2018	17:36	0,81 V/m
Taksim 5	13.05.2018	17:40	1,22 V/m
Taksim 6	13.05.2018	17:45	1,68 V/m
Taksim 7	13.05.2018	17:49	1,91 V/m
Taksim 8	13.05.2018	17:53	0,97 V/m
Beşiktaş 1	13.05.2018	18:20	1 V/m
Beşiktaş 2	13.05.2018	18:23	1,63 V/m
Beşiktaş 3	13.05.2018	18:26	1,17 V/m
Beşiktaş 4	13.05.2018	18:29	1,25 V/m
Beşiktaş 5	13.05.2018	18:32	1,15 V/m
Beşiktaş 6	13.05.2018	18:35	0,74 V/m
Beşiktaş 7	13.05.2018	18:38	1,13 V/m
Beşiktaş 8	13.05.2018	18:41	1,34 V/m
Kemerburgaz Göktürk	12.05.2018	16:25	1,16 V/m
Kemerburgaz Göktürk	12.05.2018	16:28	0,97 V/m
Kemerburgaz Göktürk	12.05.2018	16:31	1,08 V/m
Kemerburgaz Göktürk	12.05.2018	16:34	1,18 V/m
Kemerburgaz Göktürk	12.05.2018	16:37	0,96 V/m
Kemerburgaz Göktürk	12.05.2018	16:40	0,78 V/m



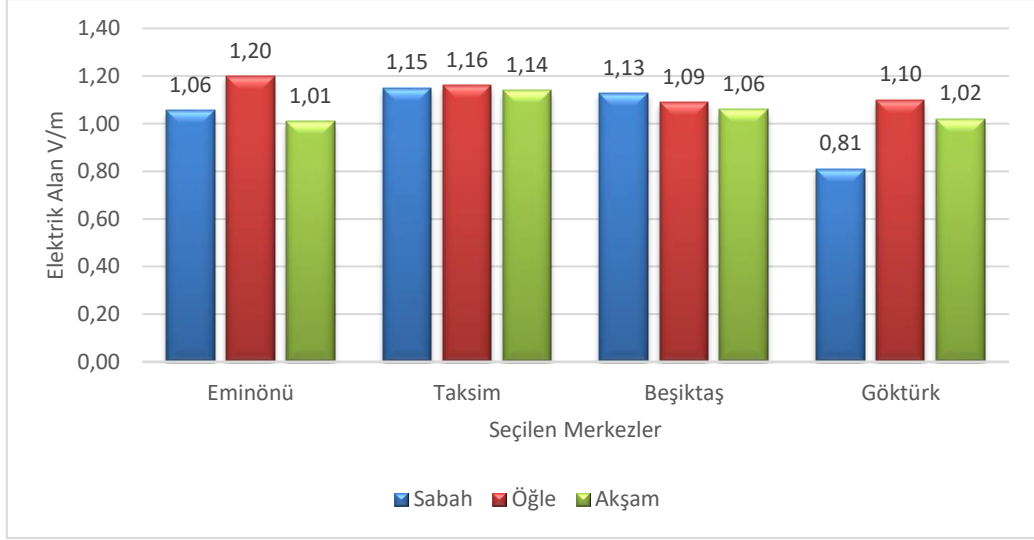
Şekil 4.6. Cumartesi Sabah Ortalama Değerler



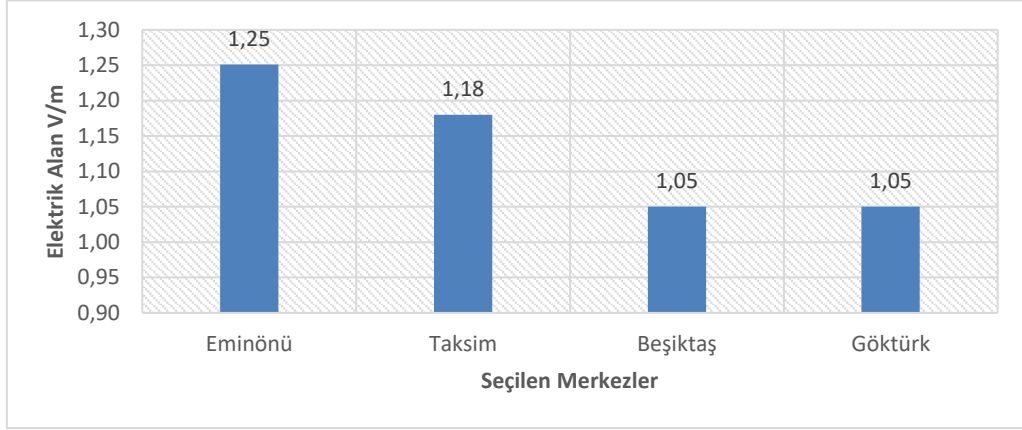
Şekil 4.7. Cumartesi Öğlen Ortalama Değerler



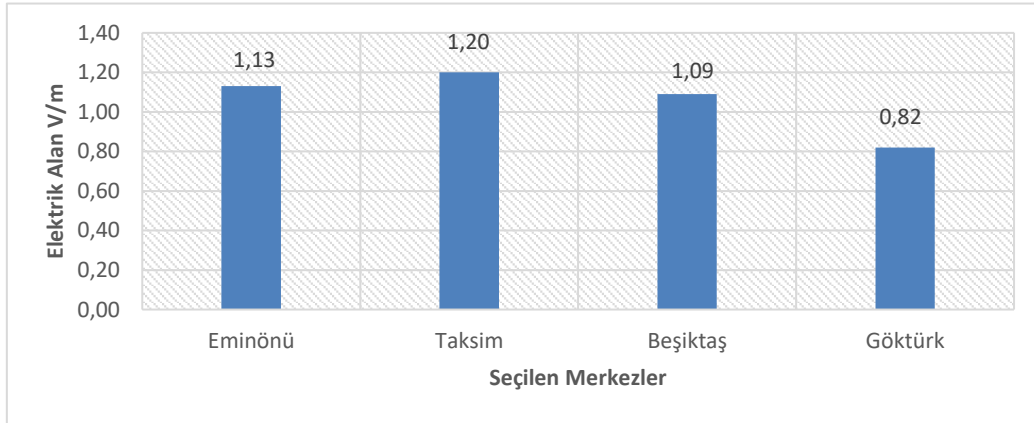
Şekil 4.8. Cumartesi Akşam Ortalama Değerler



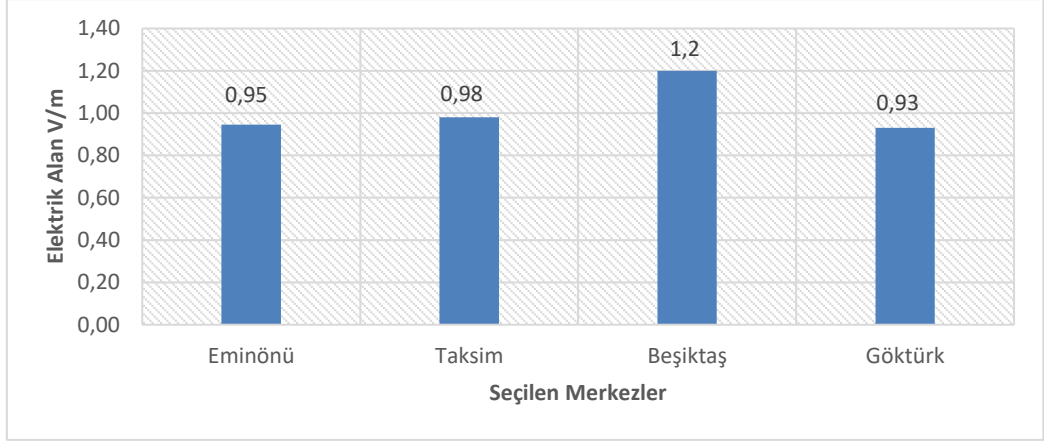
Şekil 4.9. Cumartesi Ölçüm Sonuçları



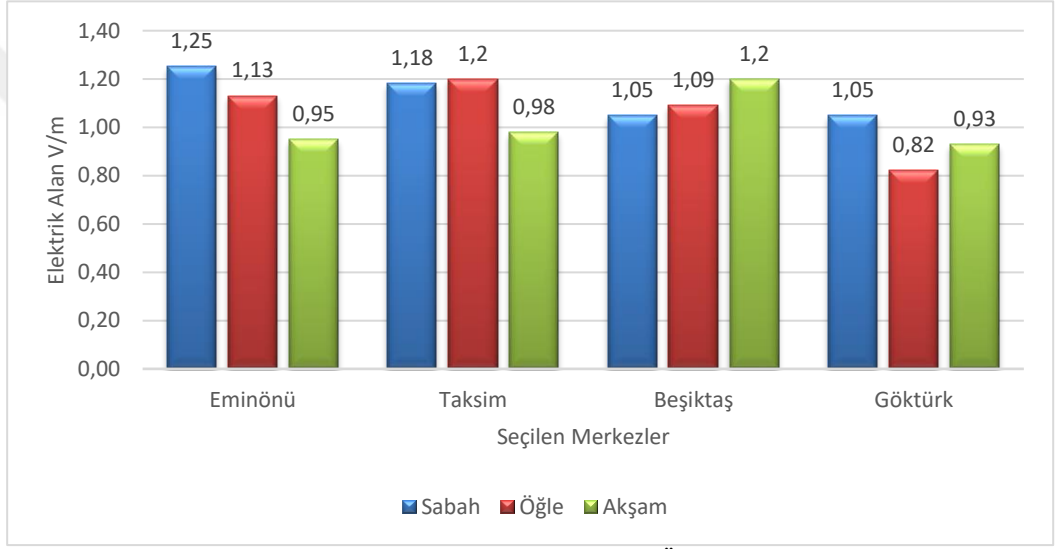
Şekil 4.10. 09-10 Mayıs (Hafta içi) Sabah Ortalama Değerler



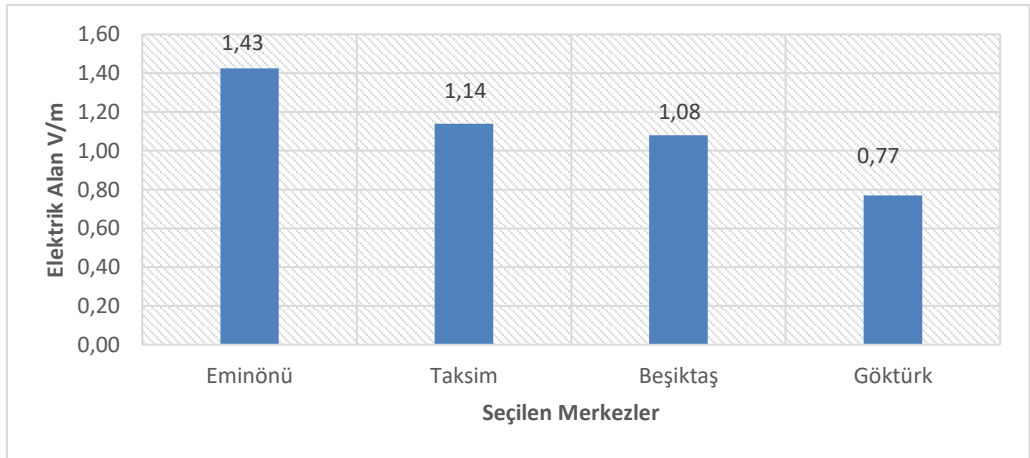
Şekil 4.11. 09-10 Mayıs (Hafta içi) Öğlen Ortalama Değerler



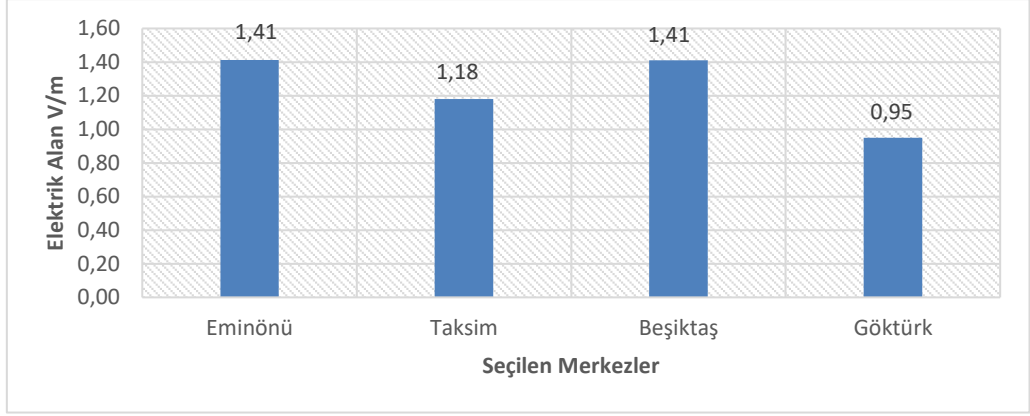
Şekil 4.12. 09-10 Mayıs (Hafta içi) Akşam Ortalama Değerler



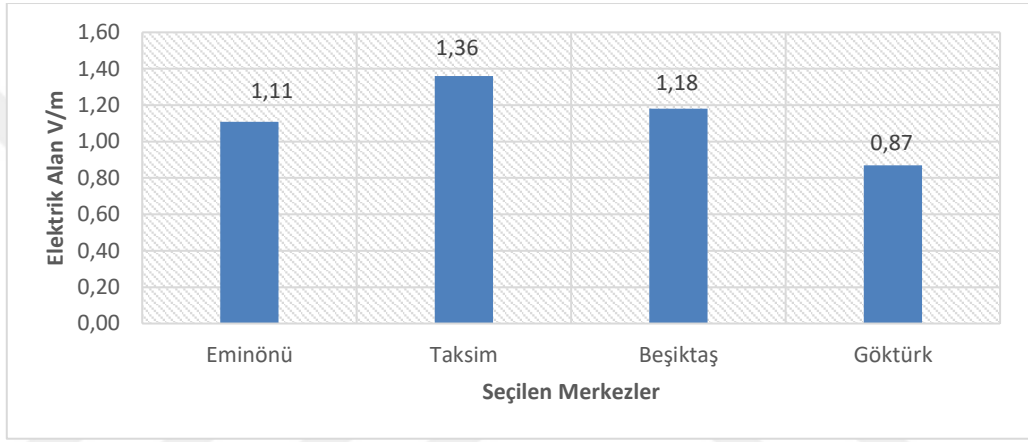
Şekil 4.13. 09-10 Mayıs(Hafta içi) Ölçümler



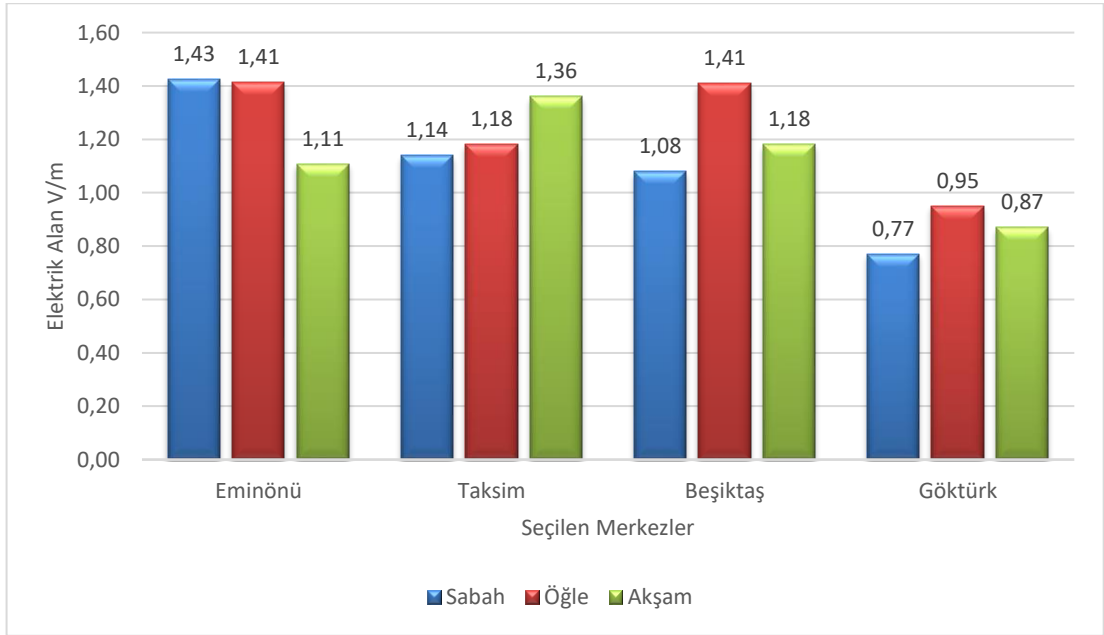
Şekil 4.14. Pazar Sabah Ortalama Değerler



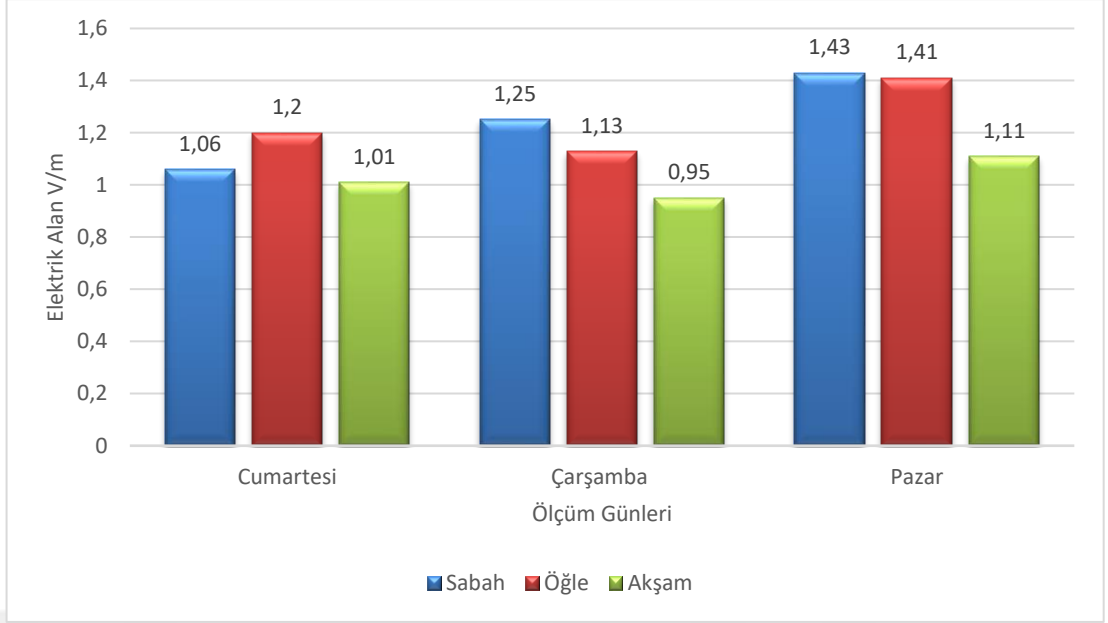
Şekil 4.15. Pazar Öğlen Ortalama Değerler



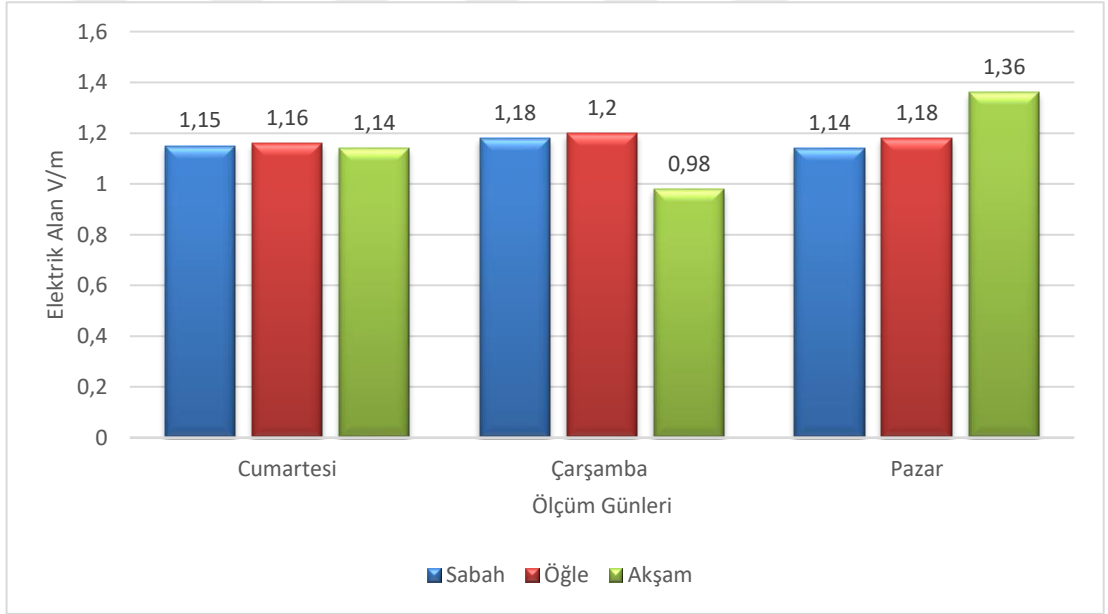
Şekil 4.16. Pazar Akşam Ortalama Değerler



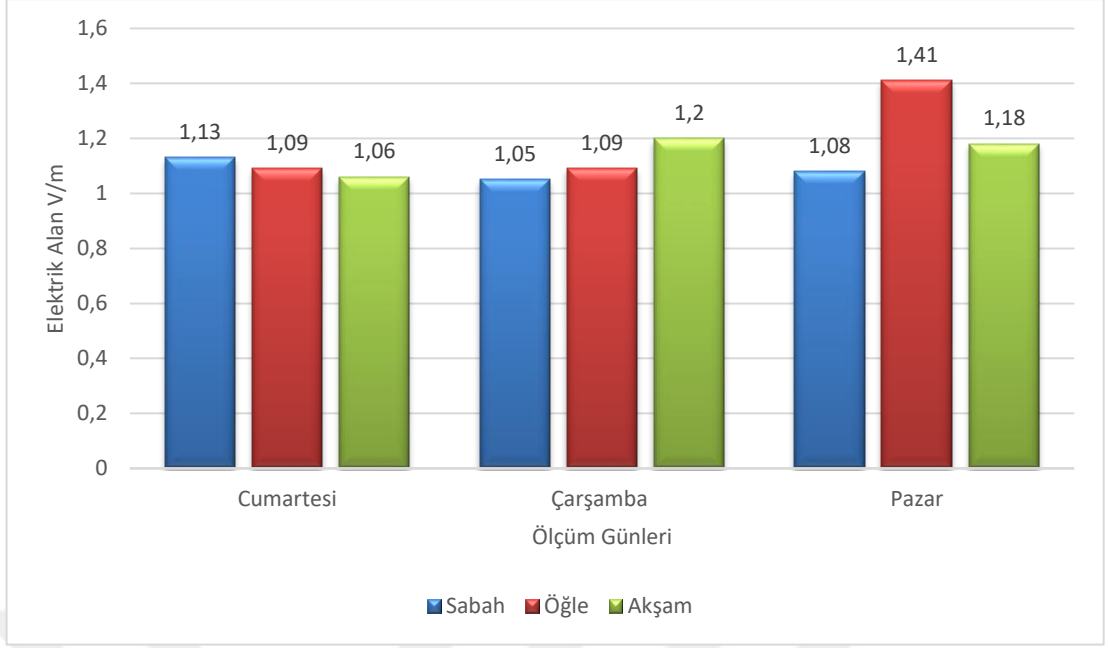
Şekil 4.17. Pazar Ölçüm Sonuçları



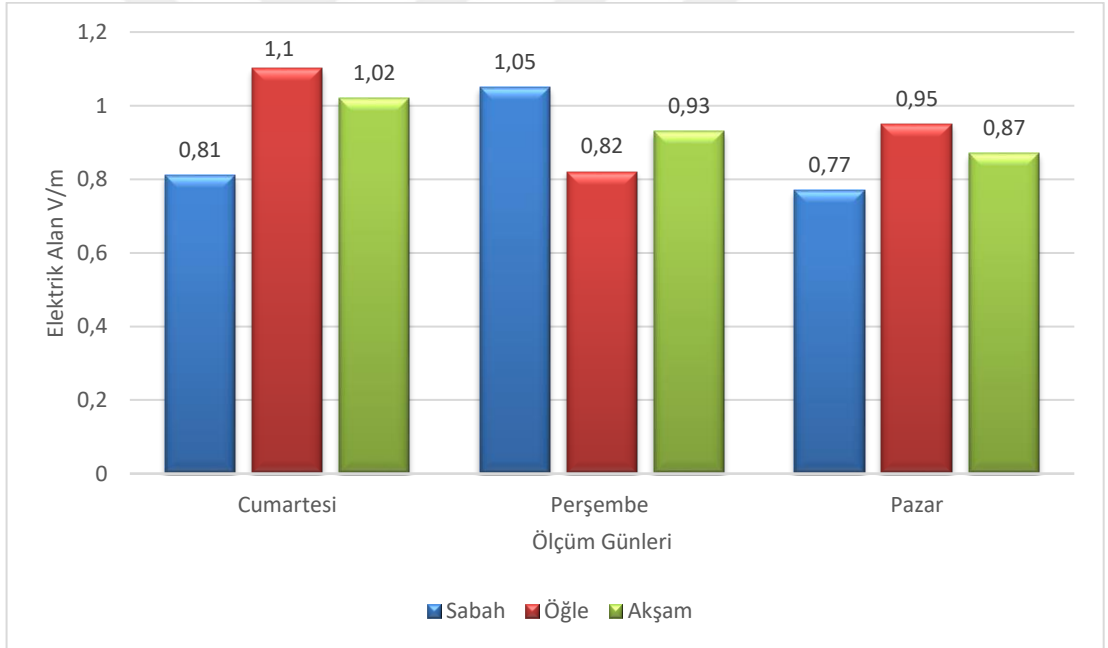
Şekil 4.18. Eminönü Ölçüm Sonuçları



Şekil 4.19. Taksim Ölçüm Sonuçları



Şekil 4.20. Beşiktaş Ölçüm Sonuçları



Şekil 4.21. Göktürk Ölçüm Sonuçları

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, İstanbul'un yoğun yaşam alanlarındaki elektromanyetik kirliliği incelenmiştir. Bu alanlarda seçilen 31 farklı noktada yapılan elektromanyetik kirlilik ölçümleri günün farklı saatlerinde tekrarlanarak, yaşam alanlarındaki yoğun olarak kullanılan teknolojik cihazların yaydığı ışınımın potansiyel tehlikesi analiz edilmiştir. Yapılan ölçüm sonuçları 4. bölümde Tablo 4.1–4.9'da verilmiştir. Bu tablolara göre EMK grafikleri oluşturulmuştur.

Eminönü meydanında Şekil 4.2'de gösterilen ölçüm noktaları için, gözlemlenen ortalama en yüksek değer Şekil 4.18'de görüldüğü gibi hafta sonu Cumartesi ve Pazar günleri öğle saatlerinde olduğu tespit edilmiştir. Ortamın ölçüm sonuçları 1.40V/m seviyelerinde olup gözlemlenen en yüksek ortalama değerlerdir. Şekil 4.13'de görüldüğü gibi hafta içi sabah 1.25V/m ölçüm değerleri gözlemlenmiştir. Ölçülen değerler Tablo 4.8'de gösterilen sonuçlara göre 1, 3, 4 ve 5 numaralı ölçüm noktalarında yaklaşık 2.00V/m seviyelerinin üzerine kadar çıkmıştır. Bu yüksekliğin sebebi; hafta sonu olmasından dolayı, insan yoğunluğunun artmasına bağlı olarak elektromanyetik alan oluşturan başta cep telefonu olmak üzere birçok cihazın kullanımının artması olarak öngörülmektedir. Ayrıca ölçüm alınan noktalardan 3, 4 ve 5 numaralı ölçüm noktalarına yakın bir baz istasyonu varlığı gözlemlenmiş olup Güler, İ. ve ekibi 2010 yılında yapmış olduğu "Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu" konulu çalışmasında baz istasyonu olan yerlerde emk yoğunluğunun daha fazla olduğunu saptamıştır. Bulgular bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Taksim meydanında Şekil 4.3'de gösterilen ölçüm noktaları için; gözlemlenen ortalama en yüksek değer Şekil 4.19'da görüldüğü gibi hafta sonu akşam saatlerinde olduğu tespit edilmiştir. Ortalama ölçüm sonuçları Şekil 4.9'da görüldüğü gibi 1.15V/m değerlerindeyken Pazar akşamı Şekil 4.17'de görüldüğü gibi 1.36V/m değerlerine çıkmaktadır. Noktasal ölçülen değerler 1.5 - 2.00V/m arasında değişiklik göstermektedir. Keysan, A. (2015). yapmış olduğu "Balıkesir İli Şehir Merkezi Ve Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi'nin Elektromanyetik Alan Haritası" adlı çalışmada yoğunluğa göre EMK nin değiştiğini saptamış olup bulgular bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Ayrıca 5 numaralı ölçüm noktası yakınında baz istasyonları gözlemlenmiştir. Diğer zamanlar ortalama 1,15 ile 1.3 V/m arasında değişen EMK gözlemlenmiştir.

Beşiktaş meydanında Şekil 4.4’de gösterilen ölçüm noktaları için; gözlemlenen en yüksek değerler Şekil 4.20’de görüldüğü gibi hafta sonu öğlen ve hafta içi akşam saatleri olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm saati aynı zamanda iş çıkış saati olduğundan gözlemlenen bu artışın insan yoğunluğundan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Dilek, B. 2014 yapmış olduğu “Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Merkez Kampüs Alanının Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Çıkarılması” öğrencilerin yoğun olduğu saatlerde EMK değerinin arttığını göstermiş olup bulgular bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Aynı zamanda 7 numaralı ölçüm noktası civarında kayda değer elektromanyetik alan söz konusu olup gizlenmiş baz istasyonlarının varlığı düşünülmektedir.

Göktürk merkezinde Şekil 4.5’de gösterilen ölçüm noktalarında ciddi bir elektromanyetik alan gözlemlenmemiştir. Ölçülen değerler genelde 1.0V/m’ den aşağıdadır. Gözlemlenen en yüksek değerler sabah ve akşam saatleridir.

Ölçüm sonuçlarına göre en yüksek elektromanyetik alanın Eminönü meydanında oluşu görülmektedir. Bunun nedeninin yukarıdaki çalışmalarda da bahsedildiği gibi, ölçüm saatlerindeki insan yoğunluğuna bağlı olarak, cep telefonu ve diğer elektromanyetik alan oluşturan cihaz kullanımının artış göstermesi olarak tahmin edilmektedir. Beşiktaş ve Taksim meydanlarında alınan ölçümler Eminönü kadar olmasa da elektromanyetik kirliliği göstermektedir. Göktürk meydanında alınan ölçümler ise en düşük seviyededir. Elektromanyetik kirliliğin insan yoğunluğuna göre arttığı öngörülmektedir.

Sonuç olarak, yoğun yerlerde yaşayan insanların kullandıkları GSM, WLAN, bluetooth, baz istasyonları vb. elektromanyetik alan kaynaklı kirliliğin fazla olduğu bölgelerde yaşayan insanların stres ve huzursuzluğuna sebep olabilir. Bu bağlamda teknolojik cihazları kullanırken yaydıkları radyasyondan en az etkilenmek için öneriler kısmında sıraladığımız tedbirlerin alınması gerekmektedir.

6. ÖNERİLER

Gelişen teknoloji birlikte çoğalan cihazların ortaya çıkarmış olduğu elektromanyetik etkilerden korunabilmek neredeyse imkansıza yakındır. Fakat zararları kısmen de olsa azaltılabilir. Yüksek maliyet oluşturmadan alınacak bazı tedbirlerle bu problem büyük oranda çözülebilir.

Ölçüm aldığımız meydanlarda yaptığımız görüşmelerde; teknolojik cihazlarla çok fazla ilgilenen insanların maruz kaldığı elektromanyetik kirlilikten herhangi bir bilgilerinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak elektromanyetik kirlilik hakkında halkı bilgilendirme ve bilinçlendirmenin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Maruz kalınan elektromanyetik kirliliğin etkilerinin minimum seviyeye indirilmesi kapsamında:

- ✓ Bireylerin kendisini koruyabilecek basit önlemleri alabilmesi için bilgilendirilmeli ve bu konuda toplumsal algı oluşturulmalıdır.
- ✓ Üst düzey korunma için; elektromanyetik kirlilik analizi çalışmalarına önem verilmesi ve desteklenmesi gereklidir.
- ✓ Telekomünikasyon cihazı vericileri, yüksek gerilim hatları, radarlar ve buna benzer vericilerin insanların yaşam alanlarında uzak yerlere konumlandırılmasını sağlamak gerekir. Eğer bu durum söz konusu değil ise bu vericilerin güç yoğunluğu ile alakalı ölçümler yapıp halkı bilinçlendirmek gerekir.
- ✓ Elektriksel aletlerin kullanıldığı iş alanlarında sağlıklı koşulların oluşturulması için kurallar belirlenmelidir. Çalışanlar ne gibi bir sorunla karşılaşacakları hakkında bilgilendirmeler yapılmalıdır. Eğer çalışma yerlerinde radyasyon sınır değerlerini aşan bölgeler varsa çalışanlara bu bölgeler hakkında uyarılar yapılmalıdır.
- ✓ Baz istasyonlarını yaşam alanlarından uzak yerlere ya da en azından yüksek direklere konumlandırmak gereklidir.
- ✓ Elektromanyetik kirlilik sonucu oluşacak zararların azaltmak için, elektromanyetik kirlilik hakkında çıkarılacak olan ya da çıkarılmış olan kanun ve yönetmeliklerin uygulanmasını sağlamak gerekir.
- ✓ TSE ve BTK gibi kurumların; üniversiteler, Sağlık Bakanlığı, sivil toplum örgütleri, belediyeler gibi kurumlarla koordineli olarak, toplumu bilinçlendirme amaçlı geniş kapsamlı bir çalışma yapmaları gereklidir.

- ✓ Günlük hayatımızda kullanmış olduğumuz, etrafına radyasyon yayan cihazlar hakkında tüketicinin üretici tarafından bilgilendirilmesi gerekmektedir.
- ✓ Cihazlar üzerinde, radyasyon ve elektromanyetik alan oluşturduğuna dair uyarıcı yazılar bulundurulmalıdır.
- ✓ Bina çatıları, etrafta yayılan radyasyonun büyük kısmını soğurur. Yaklaşık olarak ışınım şiddetini 10 kat' a kadar azaltabilir. Çatı, metal ya da betonarme ise bu oran daha da artar. Yapı tasarımlarında bu tarz bilgiler dikkate alınmalıdır.



7. KAYNAKLAR

Ampere, A., “*Théorie des phénomènes électro-dynamiques: uniquement déduite de l'expérience*”, A Paris, Paris, (1986).

Altansuud Bold, (2001) Hüseyin Toros, and Orhan Şen. "*Manyetik Alanın İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi.*"

Bilişim Toplumuna Giderken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu 1999 Açılış Konuşmaları : Prof. Dr. Nesrin Seyhan Atalay, Yürütme Kurulu Eşbaşkanı URL: <http://cekod.org/images/konusma.pdf>

Bor, 2015. Prof. Dr. Doğan BOR “*Radyasyon Nedir?*”, Ankara

Cansız, M., “*Diyarbakır İl Merkezinin Elektromanyetik Alan Haritasının Çıkarılması Ve Durum Değerlendirilmesi*”, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 94 s., (2010).

Ç. V. S. G., BAKANLIĞI, & MÜDÜRLÜĞÜ, Ğ. S. V. G. G. “*Bir İşyerinde Elektromanyetik Alan Ölçümü Yapılması Ve Sonuçlarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi*” Ankara, 2014

Dilek, B. 2014 “*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Merkez Kampüs Alanının Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Çıkarılması*” Rize

Güler, İ., Çetin, T., Özdemir, A. R., & Uçar, N. (2010). Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu. *Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, İstanbul.*

Griffiths D. J., 2003. Introduction to Electrodynamics, yayınları, 10.Baskı, 594s., London

İnce, T. (2007). *Elektromanyetik Kirlilik*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 13-67.

Kazancı, M., “*Elektromanyetik Uyumluluk Testleri Ve Örnek Bir Uygulama*”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 114 s., (2010).

Kemal Balıkcı. 2004 “*Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığına Etkilerinin Araştırılmasına Yönelik Yapılan Deneylerde Kullanılacak Düzenekler İçin Gereksinimler ve Hazırlama Aşamaları*”. Elazığ: Fırat Üniversitesi

Keysan, A. (2015). Balıkesir İli Şehir Merkezi Ve Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi'nin Elektromanyetik Alan Haritası.

Morgül A., 2010. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği'ne Giriş, 232 s. İstanbul

Narda, 2009. Basic Insights Safety in electric, magnetic and Electromagnetic fields. Germany, 20s.

Olojdk, T. (2009). Fonksiyonel tekstiller I: *Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Tekstil Yüzeyleri*. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1), 87-101.

Sevgi, L. (2000). *Elektromanyetik uyumluluk, elektromanyetik kirlilik*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.

Türkkan, A., & Kayıhan, P. A. L. A. (2009). “Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon Ve Sağlık Etkileri”. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 14(2).

URL-1 2018: http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461_ek.pdf , Son Erişim Tarihi: 30.04.2018.

URL-2 , 2018: <http://www.electrosense.com.tr/genel-bilgiler/elektromanyetik-radyasyon-nedir->

URL-3, 2018: <https://www.narda-sts.com/en/wideband-emf/nbm-550/>

URL-4, 2018:

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.14927&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=>

Yaman, E. (2011) *Hastane Ortamında Elektromanyetik alan Etkilerinin Ölçüm Yoluyla Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, FBE, Trabzon,19-20.

Yazgan, E., 2013, Elektrik Alan Maruziyeti, İnsan Sağlığına Etkileri ve Sınır Değerler Ders Notları

Zeyrek, C. T. (2013). “İyonize Radyasyon Uygulamaları İçin Güvenlik Ve Korunmaya Yönelik Genel Kavramlar”. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3).

