



Elektromanyetik Dalgaların Bakteri Gelişimi Üzerine Etkisi

Ayhan AKBAL

Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Fırat Üniversitesi
Elazığ
ayhan_akbal@firat.edu.tr

Hasan H. BALIK

Elektrik-Elektronik Mühendisliği
İstanbul Arel Üniversitesi
İstanbul
hasanbalik@gmail.com

Özet— Bu çalışmada mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaların canlılara ile etkileşimini tespit etmek amacıyla *B. subtilis* bakterisi kullanılarak deneysel çalışma yapılmıştır. Etkinin tespit edilebilmesi için deneyde kullanılan bakteri kültürü logaritmik faza ulaşıncaya steril şartlarda iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup geliştirilen deney düzeneği ile mobil telefonun yaydığı elektromanyetik dalgaya maruz bırakılmıştır. İkinci grup ise kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Her iki ortamda ortam sıcaklığı 37 °C de sabit tutularak mobil telefonların oluşturduğu ısı etkisi minimize edilmiştir. Daha sonra deney grubu *B. subtilis* bakterisi mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaya maruz bırakılarak, kontrol grubu ise herhangi bir elektromanyetik dalgaya maruz bırakılmaksızın 10 saat süresince inkübatörde tutulmuştur. *B. subtilis* bakterilerinden her saat başı örnekler alınmış ve bu örneklerin optik yoğunlukları ölçülerek mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaların bakteri gelişimine olan etkileri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler; *B. Subtilis*, EMC, BMC, GSM, Mobil Telefon, Bakteri

I. GİRİŞ

Cep telefonları günlük hayatımızın vazgeçilmez bir iletişim aracı olmuştur. Günümüzde mobil iletişim araçlarını kullanımı yaşının 9'un altına düşmüş [1], dünya genelindeki kullanıcı sayısı da 5 milyarı geçmiştir [2]. Cep telefonlarının vücuda yakın ve hatta bitişik taşınması ve özellikle hayati organlarımızın olduğu kafaya yapışık kullanılması cep telefonlarının yaydığı elektromanyetik dalgaların araştırılması önemlidir.

GSM tabanlı mobil telefonların çok fazla kullanılması ve hayatın vazgeçilmez bir parçası olması, mobil telefonlardan yayılan elektromanyetik dalgaların elektronik cihazlara ve biyolojik yapılara etkilerini sistematik çalışmalarla araştırılmasını teşvik etmiştir [10]. Elektromanyetik dalganın etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar; insanlar ile ilgili yapılan epidemiksel araştırmalar, hayvan modelleri üzerinde yapılan araştırmalar (*in vivo*) ve hücre çalışmaları (*in vitro*) şeklinde bir kaç grup altında toplamak gerekir.

Mobil telefonların biyolojik etkileri üzerine çalışmalar yapılırken, insanlar üzerinde deneysel çalışmalar yapılması oldukça zor ve tehlikeli olduğundan deneysel çalışmalar hücreler üzerinde veya hayvanlar üzerinde yapılmaktadır. Yapılan bu çalışma sonuçları ile epidemiksel çalışmaların sonuçları yorumlanmaktadır.

Bu çalışmada deney canlısı olarak *B. subtilis* bakterisi kullanılmıştır. Deneyler neticesinde elektromanyetik dalgaların bakteri gelişimini etkilediği tespit edilmiştir.

II. TEMEL BİLGİLER

Bu bölüm çalışmanın kolaylıkla anlaşılabilmesi için oluşturulmuştur. Bölüm iki kısımdan oluşmaktadır. 1. Kısım elektromanyetik dalgalar ve etkileri ile bu konuda yapılan çalışmaları içerirken 2. Kısımda *B. Subtilis* bakterisinin gelişim evrelerinden bahsedilmiştir.

A. Elektromanyetik Dalgaların Etkileri

Aynı ortamda çalışan elektromanyetik dalga yayan cihazlar hem birbirini [17],[18] hem de biyolojik varlıkları etkilemektedirler [12], [14] - [15]. Biyolojik etkiler vücut içinde oluşan iç alanlara bağlı olduğundan elektromanyetik dalgaya maruz kalan biyolojik yapı içerisindeki alanların bulunması için teorik ve deneysel çalışmaların ikisine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaların, dokular üzerinde oluşturduğu elektrik alan ve manyetik alan iki şekilde etki oluşturmaktadır.

- Termal etkiler
- Termal olmayan etkiler

Termal etkiler, biyolojik yapı tarafından yutulan elektromanyetik dalganın enerjisinin hücre içerisinde ısıya dönüşmesi ve dokunun ısısının artması sonucu biyolojik dokuda meydana gelen değişim olarak ifade edilmektedir.

Termal olmayan etkiler, kesin olmamakla birlikte birçok açıdan değerlendirilmektedir. Termal olmayan etkiler, daha çok dalganın enerjisi sonucu meydana getirdiği etkilerdir. Bu konuda haberleşme mühendisliği, elektromanyetik, biyofizik, tıp dünyasında ve moleküler biyoloji alanlarında çok yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmaların tekrarlanabilir olması bu konuda yapılan araştırmaların doğruluğunu onaylayacaktır. DNA üzerine etkileri, insan duyu sistemi, sinir sistemi, beyin tümörleri üzerine etkileri, bakterileri üzerine etkileri, enzim aktivitesi üzerine etkileri, protein sentezine etkileri gibi birçok konuda mobil telefonların termal olmayan etkiler, deneysel ve epidemiksel çalışmalar ile belirlenmeye çalışılmaktadır [4] - [9], [13] - [27].

B. *Bacillus Subtilis* Bakterisi Gelişim Evreleri

Bu çalışmada *Bacillus subtilis* bakterisi kullanılmıştır. *Bacillus subtilis* hücreleri doğal olarak toprak ve bitki örtüsü bulunan çubuk şekilli gram-pozitif, tekbir DNA ve kromozmu bulunan bir bakteri türüdür. *B.subtilis* mezofilik

sıcaklık aralığında gelişebilen bir bakteri türüdür. Ayrıca *B. subtilis* asitli, alkali, ozmotik veya oksidatif koşullar gibi pek çok stresli durumlara karşı endosporlar oluşturduğundan dolayı stres ve zor şartlar altında yaşayabilen bir bakteri türüdür. *B. subtilis* bakterisi aynı anda antibiyotik ve sporlar üreten bir bakteri türüdür. Bu sporlar, atıl bir durumda milyonlarca yıl boyunca hayatta kalabilmektedir [33].

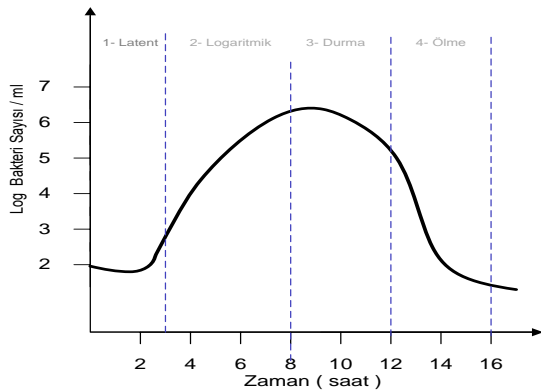
Uygun sıvı besi yerine ekilmiş *B. subtilis* bakterisi üremeleri dört evrede incelenmektedir. [29], [31].

Latent dönem: Bu fazda yeni ortama ekilen bakterilerde üreme gerçekleşmemektedir. Bakteriler ortama adapte olmaya çalışmaktadır. Bu amaçla enzim üretimi ve metabolizmaları artmaktadır. Ortama adapte olmayan bakterilerin ölümü nedeniyle bakteri sayısında azalma görülebilmektedir. Ortama adapte olan ve yeterli enzim, organik ve inorganik maddeleri hazırlayan bakteriler üremeye başlamaktadır. Bu dönemin süresi bakteri türüne, ortama, çevresel koşullara, besi yerine, ekimin yapılması için alınan bakterilerin buldukları evreye bağlıdır

Logaritmik dönem: Bu fazda yeterli miktarda gerekli olan maddeleri alan, sentezleyen ve latent fazını geçen bakteriler, belirli generasyon sürelerinde, belli aralıklarla bölünerek çoğalmaya başlamaktadır. Bu dönemdeki bakterilerde belirli aralıklarda alınan örnekler ile bakterinin logaritmik faz eğrisi belirlenmektedir. Ortamdaki besi yerinin azalması, metabolizma atıklarının artması, çevresel koşullardaki baskının artması ile bakterilerin üreme süreçleri yavaşlar [29], [31].

Durma dönemi: Bu fazda, bakterilerin ürettiği sınırlı miktardaki sıvı ortamdaki başlangıç şartlarının değişmesi, ortamdaki enerji ve besinlerin azalması, toksik atıkların artması sonucu üreme yavaşlamaktadır. Bakteri popülasyonu bir süre sabit kalır ve bakteri türüne göre zaman içinde popülasyon artışı yavaşlamaya başlar. Bu sürecin süresi de tamamen çevresel koşullara ve ortama bağlıdır. Bakterilerin, ortamdaki besi yerinin azalması, metabolizma atıklarının artması, çevresel koşullardaki baskının artması ile üreme süreçleri yavaşlar [29], [31].

Ölme dönemi: Durma fazındaki besi ortamındaki gıda miktarının azalması, metabolizmaların yavaşlaması gibi şartlar değişmedikçe bir süre sonra bakteriler ölmeye başlarlar. Bakteri popülasyonu zaman içerisinde azalmaya başlar. Fakat bütün bakteriler ölmeyebilir. Oluşan yeni ortama adaptasyon sağlayarak yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirebilen bakteriler bulunabilir. Bu nedenle popülasyon hiçbir zaman sıfır olmaz. Bu ölüm süreci de üreme sürecindeki gibi logaritmik olarak gerçekleşir. Şekil 1’de bakterilerin sıvı ortamdaki üreme evreleri ve yaşam eğrileri görülmektedir [29], [31].



Bakterinin sıvı ortamda üreme eğrisi

B. subtilis bakterisi antibiyotik ve spor üreten, stressli ortamlara karşı kendini koruyabilen bir bakteri türü olması nedeniyle mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaların etkilerinin araştırılmasında kullanılmıştır.

MATERYAL METOD

C. Materyaller

1) *Bakteriler*, *B. subtilis* F.Ü. Mikrobiyoloji Lab.’dan, temin edilmiştir.

2) *Mobil Telefon*, Yapılan deneysel çalışmada elektromanyetik kaynak olarak SAR değeri 0,76 olan GSM bazlı cep telefonu kullanılmıştır.

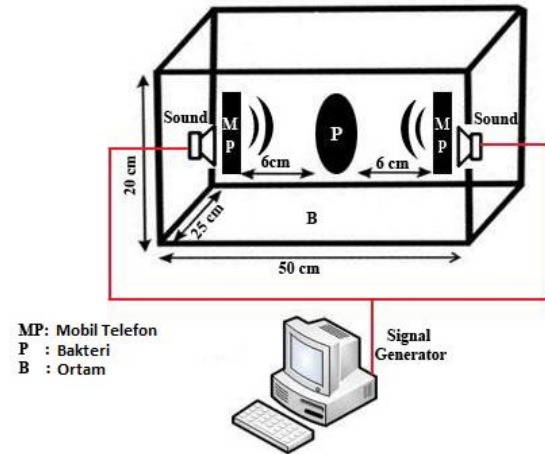
3) *Frekans(operatör)*, GSM operatörü olarak GSM 1800 frekansında yayın yapan bir operatör ayrıca modülasyonun gerçekleşmesi için de bir sinyal jeneratörü kullanılmıştır.

4) *Laboratuvar*, Fırat Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünde bulunan Moleküler Tanıma Laboratuvarı ve Mikrobiyoloji Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir.

5) *Besiyeri*, Nutrient broth (Et peptonu 5g, Et ekstraktı 3 g) 8 g/l olarak kullanılmıştır.

D. Metodlar

1) *Deney Düzenegi*, Şekil 2 ’deki gibi bir deney düzenegi bu çalışma için kurulmuştur. Şekil ’de görülen mobil telefon 1800 MHz de çalışmaktadır. mobil telefonların DTX (Discontinuous Transmission) şeklinde çalıştığından mobil telefonlarla görüşme yaptırılmıştır. Bu nedenle deneyde, görüşme esnasında modülasyonun gerçekleşmesi için bilgi işareti gönderilmiştir. 4.6 ms’lik bu bilgi işareti 0.58 ms’ye sıkıştırılarak mobil telefon yardımı ile gönderilmektedir. Bu şekilde enerji transferi de gerçekleşmiş olmaktadır.



Şekil 1. Deney Düzenegi

Deneyde kullanılan mobil telefonun 2.2 cm uzaklıkta oluşturduğu SAR değeri 0,76 W/kg’dir [34].

Oluşturulan mobil telefon deney düzeneginde kullanılan mobil telefonların antenleri, elektromanyetik dalgaya maruz bırakılacak biyolojik maddelere doğru olacak şekilde, hazırlanmış özel yerlere yerleştirilmiştir. Sinyal jeneratörü mobil telefonun ses girişine bağlanmıştır. Daha sonra mobil

telefonların veri iletimi sırasında oluşturdukları ısının, ortam sıcaklığını değiştirmemesi ve sıcaklığın sürekli sabit kalması için deney düzeneği etüv içerisine yerleştirilmiştir.

2) *Spektrofotometre, Optik Densite (OD) Ölçümü*, Spektrofotometre, optik tekniğe dayalı olarak çalışan bir cihazdır. Bu cihaz, istenilen dalga boyuna sahip bir ışık oluşturur ve ışığı özel olarak hazırlanmış bir küvet içine konulmuş örnekten geçirir ve örnekten geçen ışığın şiddetini ölçer. Ölçüm yapılacak örnek bu özel hazırlanmış olan küvetlere konulur. Daha sonra spektrofotometre cihazının içinde özel hazırlanmış odaya yerleştirilir. Cihaz çalışmaya başladığında ışık kaynağından ölçüm yapılacak moleküllere göre ayarlanmış dalga boyunda ışık odaya odaklanır, oda içinde bulunan küvetin içinden geçen bu ışık, hassas algılayıcılar tarafından algılanır. Örnek içindeki molekül miktarı algılayıcıya ulaşacak ışık miktarını değiştirecektir. Algılayıcının algıladığı ışık miktarına göre Optik Densite (OD) değeri verir [32].

Bu çalışmada spektrofotometre, bir solüsyondaki çözünmüş maddelerin derişimlerinin ve saflık derecelerinin belirlenmesi ve bakteri sayısının ölçülmesi amacıyla kullanılmıştır.

III. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneyde ilk önce *B. subtilis*' in gelişimini sürdürceği besiyeri hazırlanmıştır. Besiyeri olarak Nutrient Buyyon kullanılmıştır. Daha sonra bakteri kültürü, besi yerine aşıl原因arak bakterilerin yoğunlaşması sağlanmıştır. Bir gece önceden 37 °C'deki inkübatöre bırakılan bakteri kültüründen 10 kat seyreltilerek (1ml bakteri + 9 ml besi yeri) spektrofotometre de 600 nm dalga boyunda Optik Densite(OD)'si ölçülmüştür. Ölçüm sonucu $OD_{600} = 0.24$ olarak tespit edilmiştir. 10 kat seyreltilme ile 0.24 olan OD gerçekte 2,4'dür. Bakterilerin logaritmik faza gelme aşamasındaki OD'leri 0.6 civarındadır [29], [31]. Logaritmik bakterilerin gelişimlerinin en hızlı olduğu bölgedir. Bu nedenle kullanılan bakterilerin de OD sinin 0,6 olması için; 25 ml bakteri kültürü + 75 ml Nutrient Buyyon karışımı oluşturulmuştur. Daha sonra deney için kullanılmak üzere 200 ml besiyerine elde edilen bakteri kültüründen aşıl原因 yapılarak bakteri ekimi gerçekleştirilmiştir. Karışım iki adet 100 ml'lik erlene eşit olarak bölünmüştür. Başlangıç değerlerinin tespiti için OD_{600} için 100 ml'lik tüpten 1 ml alınan örnekler spektrofotometre küvetine alınarak spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır. Daha sonra 100 ml'lik erlenden birincisi sabit sıcaklıkta(37°C) çalkalayıcı etüvde 1800 MHz'de mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaya maruz bırakılmıştır, ikinci 100 ml'lik erlen ise başka bir etüvde kontrol amaçlı tutulmuştur. Deney süresince bu iki grup erlenden birer saat aralıklarla 10 saat süresince örnekler alınmıştır. Alınan örnekler bekletilmeden OD_{600} 'de spektrofotometrede ölçülmüş ve ölçüm sonuçları kayıt edilmiştir.

Yapılan deneylerin doğruluğunun yüksek olması amacıyla deneylerde kullanılan bakteri kültürleri her deney için yenilenmiştir. Bu şekilde elde edilen koloniler büyük çoğunlukla saf kültür halindedir [29], [31]. Bu şekilde mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaların bakteri gelişimi üzerine etkileri doğru bir şekilde tespit edilmeye çalışılmıştır.

Mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalganın bakteri gelişimi üzerine etkilerinin araştırılması için gerçekleştirilen deneylerin tekrarlanabilir olduğunu

göstermek ve sonuçların tutarlı olup olmadığını belirlemek için deneyler üç defa tekrar edilmiş ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

IV. DENEYSEL SONUÇLAR

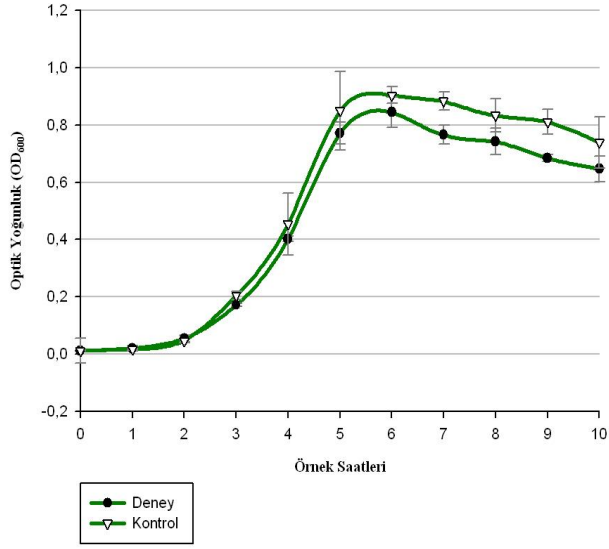
Mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalganın *B. subtilis*'in gelişimi üzerine etkilerini araştırmak için yapılan üç deneyin deneysel ortalaması verilmiştir.

ÇİZELGE 1. *B. Subtilis* için deney ve kontrol grubu ortalama OD_{600} sonuçları

DENEY SONUÇLARI		
Örnek Saatler	OD_{600} Ölçüm Sonuçları	
	Kontrol Grubu	Deney Grubu
0. saat	0.0125±0.0011	0.0120±0.0022
1. saat	0.0165±0.0011	0.0200±0.0089
2. saat	0.0470±0.0022	0.05350±0.0122
3. saat	0.2045±0.0078	0.1715±0.0055
4. saat	0.4540±0.0536	0.4025±0.0100
5. saat	0.8495±0.0682	0.7710±0.0380
6. saat	0.9035±0.0145	0.8440±0.0536
7. saat	0.8830±0.0156	0.7655±0.0324
8. saat	0.8330±0.0290	0.7420±0.0469
9. saat	0.8110±0.0223	0.6845±0.0122
10. saat	0.7390±0.0447	0.6470±0.0447

Latent dönemindeki bakterilerin gelişimi, bakterilerin bulunduğu ortama adaptasyon sırasında yüksek oranda bakteri ölümlerinden dolayı zaman zaman azalmalar görülebilmektedir. Bakterilerin latent dönemindeki ortama adaptasyon sürecindeki bakteri ölümlerinin yanlış yorumlanmaması için bakteriler logaritmik faza geldikten sonraki sonuçlar yorumlanmıştır.

B. subtilis' e ait deney sonuçlarından da görüldüğü gibi bakteriler logaritmik faza geldikten sonra deneye başlanmıştır. Çizelge 1'deki değerler ve standart hata Şekil 4'de grafiksel olarak görülmektedir.



Şekil 2. *B. subtilis*'e ait ortalama deney sonuçları

Yapılan deneyler ile mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalganın bakterilerin gelişmesi üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü gibi *B. subtilis* mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgadan etkilendiği tespit edilmiştir.

V. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sonuç olarak, mobil telefonların yaydığı elektromanyetik dalgaların *B. subtilis* gelişimini etkilediği, log faza kadar olan sürede bakterilerin normal ortama adapte olmaya çalıştıkları fakat elektromanyetik dalgaya maruz kalan *B. subtilis* ortama adapte olmakta zorlandığı görülmüştür. Bu durumda *B. subtilis* kontrol grubuna göre daha az çoğalmalarına ve daha erken ölme dönemine ulaşmalarına neden olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür—Moleküler Tanıma Laboratuvarı sorumlu öğretim üyesi Doç. Dr. Dilek Turgut-Balık'a, Yrd. Doç. Dr. Seher Gür'e ve Arş. Gör. Venhar Çelik'e teşekkür ederiz.

REFERANSALAR

- [1]. Şekerci, S., Korkut, A., 2005, "*Tehlikeli Oyuncak*", Kaya Matbaacılık, İstanbul, 158s.
- [2]. <http://www.xbitlabs.com/news/mobile/display/20100701231849-The-Number-of-Mobile-Phone-Users-Will-Exceed-Five-Billion-by-Year-s-End-Analysts.html>
- [3]. Şekerci, S., 1991, "*Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri Güvenlik Standartları ve Korunma Yöntemleri*", Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 381s.
- [4]. Svetlana M. Rogacheva, Pavel E. Kuznetsov, Uliya A. Malinina, Era B. Popyhova, Svetlana A. Denisova and Alexander U. Somov, 2006, Combined effect of electromagnetic radiation of extremely high frequencies and chemical compounds on biological objects, Toxicology Letters, v.164, p.123
- [5]. Seitz, H., Stinner, D., Eikmann, T., Herr, C., Röösli, M., 2005, Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobil phone communication –a literature review publish between 2000 and 2004, Science of the Total Environment, v.349, p 45-55.

- [6]. Laura, Z. M., Mario, P., Valantina, M., Michela, B., Roberto, B., 2006, Individual responsiveness to induction of micronuclei in human lymphocytes after exposure in vitro 1800 MHz microwave radiation, Pupmed, v.782, p.42-52.
- [7]. Lerchl A., Letter on 'The effect of pulsed 900-MHz GSM mobile phone radiation on the acrosome reaction, head morphometry and zona binding of human spermatozoa' by Falzone et al. (Int J Androl 34: 20-26, 2010).
- [8]. Kwon MS, Hämäläinen H., Effects of mobile phone electromagnetic fields: critical evaluation of behavioral and neurophysiological studies. Bioelectromagnetics. 2011 May;32(4):253-72. Epub 2010 Dec 22.
- [9]. Kesari KK, Kumar S, Behari J., Effects of radiofrequency electromagnetic wave exposure from cellular phones on the reproductive pattern in male wistar rats. Appl Biochem Biotechnol. 2011 Jun;164(4):546-59. Epub 2011 Jan 15..
- [10]. Şeker, S., Çerezci, O., "*Çevremizdeki Radyasyon ve Korunma Yöntemleri*", 1997, Boğaziçi Üniversitesi, 350s.
- [11]. ICNIRP, 1998, International Non-Ionizing Radiation Committee of the IRPA Guidelines on Limits of Exposure to radiation Frequency EM Fields in the Frequency Range from 100 kHz to 300 GHz health physics, 74i4494-522.
- [12]. Sevgi, L., 2000, "*Elektromanyetik Uyumluluk*", TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Yapım Matbaa, İstanbul, 273s.
- [13]. David, P., Adams, D., Dawe, S., Brette S., Jhon W., 2005, Non-Thermal Biological Effect of Microwave Fields on Caenorhabditis Elegans, Nature 405:417-418.
- [14]. Valsechi, O. A., Horri, J., Anggelis, D., 2004, The Effect of Microwaves on Microorganism, Arq. Institute Biology, v.71-3, p.399-494.
- [15]. Didimitris, J. P., Andreas, K., Lukas, H. M., 2004, Effect of GSM 900 MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of Drosophila melanogaster, Electromagnetic biology and medicine, v.23-1, p.29-43.
- [16]. Seitz, H., Stinner, D., Eikmann, T., Herr, C., Röösli, M., 2005, Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication a literature review published between 2000-2004, Science of the Total Environment, v.349, p.45-55.
- [17]. Liu, S. L., Chen G., Yong, M. S., 2004, EMC characterization and process study for electronics packaging Thin Solid Films, v.462-463, p. 454-458 .
- [18]. Marino AA, Carrubba S., The effects of mobile-phone electromagnetic fields on brain electrical activity: a critical analysis of the literature., Electromagn Biol Med. 2009;28(3):250-74.
- [19]. Yoshio, T., Hideki, H., Shin, K., Yukihisa, S., Masao, T., Junji, M., 2006, Effects of Continuous and Intermittent Exposure to RF Fields With a Wide Range of SARs on Cell Growth, Survival, and Cell Cycle Distribution , Bioelectromagnetics, v.27, p.392-400.
- [20]. Hossmann, K.A., Hermann, D. M., 2003, Effects of Electromagnetic Radiation of Mobile Phones on the Central Nervous System , Bioelectromagnetics, v.24, p.49-62.
- [21]. Christian, H. M. B., Matti, L., Antti, R., Mika, K., Heikki, H., 2005, Electromagnetic Field Emitted by 902 MHz Mobile Phones Shows No Effects on Children's Cognitive Function, Bioelectromagnetics Supplement, v.7, p.S144-S150.
- [22]. Igor, Y. B., Catrin, B.K., Olle, T., Katarina, R. I., Lars, O.G. M., Wolfgang, H. S., Leif, G. S., Bertil, R.R. P., 2006, Exposure of Rat Brain to 915 MHz GSM Microwaves Induces Changes in Gene Expression But Not Double

- Stranded DNA Breaks or Effects on Chromatin Conformation , Bioelectromagnetics, v.27, p.295-306.
- [23]. Mirta, T., Kre, S. M., Branka, P. K., 2005, Influence of 400, 900, and 1900MHz Electromagnetic Fieldson Lemnaminor Growth and Peroxidase Activity , Bioelectromagnetics, v.26, p.185-193.
- [24]. Ö.Erdoğan, F. Erbilir., 2006, Mikrodalganın Bazı Bacillus Türlerinin Sporlarına Etkisi, KSU. Journal of Science and Engineering 9(1).
- [25]. Bartsch H, Küpper H, Scheurle U, Deerberg F, Seebald E, Dietz K, Mecke D, Probst H, Stehle T, Bartsch C., Effect of chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) on survival of female Sprague-Dawley rats: modulatory effects by month of birth and possibly stage of the solar cycle., Neuro Endocrinol Lett. 2010;31(4):457-73..
- [26]. Bak M, Dudarewicz A, Zmysłony M, Sliwinska-Kowalska M., Effects of GSM signals during exposure to event related potentials (ERPs), Int J Occup Med Environ Health. 2010;23(2):191-9., PMID: 20682490 [PubMed - indexed for MEDLINE].
- [27]. Hansson B, Thors B, Törnevik C., Analysis of the effect of mobile phone base station antenna loading on localized SAR and its consequences for measurements. Bioelectromagnetics. 2011 Jun 3. doi: 10.1002/bem.20683. [Epub ahead of print].
- [28]. Cooper, Hausman, R. E., Çeviri: Sakızlı, M., Atabey, N.,2006, "Hücre Moleküler Yaklaşım", İzmir Tıp Kitabevi, İzmir, 713s.
- [29]. Bilgehan,H.,2002, "Temel Mikrobiyoloji ve Bağışıklık Bilimi", Barış Yayınları, Fakülteler Kitabevi, İzmir, 622s.
- [30]. Özçelik, S., 1998, "Genel Mikrobiyoloji", Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta, 259s.
- [31]. Arda, M., 2000, "Temel Mikrobiyoloji", Medisan Yayınları, Ankara, 548s.
- [32]. Temizkan, G., Arda, N., 2004, "Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler", Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 345s.
- [33]. http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bacillus_subtilis
- [34]. Ş. YONSEL,2010, "Bacillus Subtilis, Küf Ve Bakterilere Karşı Korucu Biyosidal Ürün", Ulusal Biyosidal Kongresi,
- [35]. http://europe.nokia.com/phones/declaration_of_conformity
- [36]. <http://www.who.int/cancer/en/index.html>