

Yeni Teknolojiler Bağlamında Elektromagnetik Dalgaların Yaşamımızdaki Yeri



Yrd. Doç. Dr.

Kamil Dimilliler

Girne Amerikan Üniversitesi
Mühendislik ve Mimarlık
Fakültesi
Elektrik-Elektronik
Mühendisliği Bölümü
e.posta: kdimililer@gau.edu.tr

Teknolojik gelişmeler, vazgeçilmez kolaylıklar yanında birtakım tereddüt ve sakıncaları da beraberinde getirirler. Kablosuz iletişim alanındaki yaşanan hızlı süreç de kısmen haklı ama çoğu zaman bilgisizliğe de dayanan çeşitli tartışma ve kaygıları gündeme getirmektedir. Özellikle baz istasyonlarının konumları ve insan sağlığına etkileri ile ilgili tartışmaların sıklıkla gündeme geldiğini gözlemliyoruz. Bu yazıda gelişen teknolojiler bağlamında kullanılan radyo dalgaları (elektromagnetik dalgalar) ile ilgili birtakım teknik bilgiler özetlenmiştir.

Kullanıcıların bir haberleşme sisteminden temel beklentileri oldukça basittir: Sürekli ve kaliteli iletişimin sağlanması. Kullanıcılar sık sık "kapsama alanı dışında" olacağı bir sistem hiç kimseyi memnun etmez. Konuşma sırasındaki sesin kalitesini belirleyen en önemli etkenlerden birisi bandgenişliğidir. Veri haberleşmesindeki hız (belirli bir sürede iletilen bilgi miktarı) diğer etkenler yanında bandgenişliğine de bağlıdır.

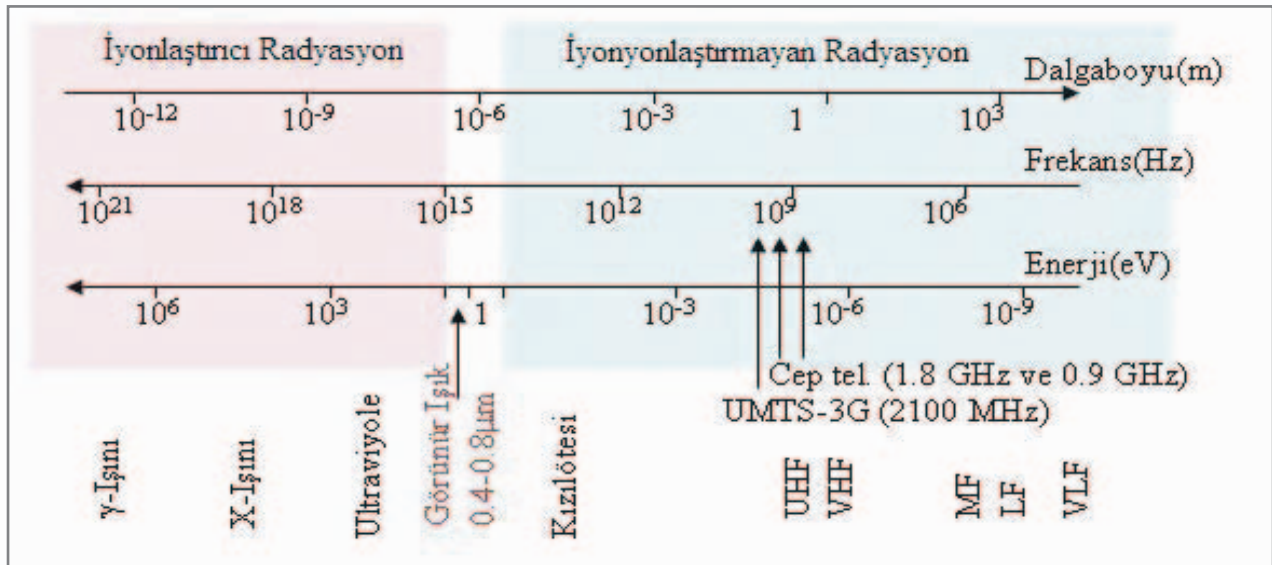
Haberleşme teknolojileri gelişirken iletişim için kullanılan radyo dalgalarının frekanslarının da giderek artmaktadır.

Bandgenişliği ve frekansın artması elektromagnetik dalganın taşıdığı enerjiyi de artırır. İlk bakışta taşınan enerjinin artması elektromagnetik dalgaların biyolojik yapılar üzerindeki olası etkilerinin artacağını söylemek doğal bir öngörü olmakla beraber yetersizdir. Çünkü sözkonusu etkileşim oldukça karmaşıktır. Etkileşim mekanizması dahi frekansla değişir.

ELEKTROMAGNETİK RADYASYON

Elektromagnetik dalga belirli bir fiziksel formda yayılan enerji olarak tanımlanır. Pratikte değişik şekillerde adlandırılır: Radyo dalgaları, elektromagnetik radyasyon (ışınım) vs. Ancak isimlerin yaptığı çağrışımlar sıklıkla yanlış anlaşılmalara da yol açabilir: Örneğin "radyasyonun kanser nedeni olduğu kesin olarak ispatlanmıştır. Dolayısı ile 'radyasyon' yayan cihazlardan uzak durmak gerekir" yargısı yaygındır. Bu örnekte de radyasyonun türünü dikkate alınmadan bir genelleme yapılmıştır. Ayrıca görünür ışığın da elektromagnetik radyasyon olduğu gerçeğini dikkate alırsak bu yargıda önerildiği gibi radyasyondan uzak durmak olanak dışıdır.

Klasik fizikçiler ışığın dalga karakterinde



Şekil 1 Elektromagnetik Spektrum

olduğunu varsaymıştır. Ancak 1890 yılında ilk olarak Hertz tarafından gözlenen fotoelektrik olay ışığın dalga olduğu varsayımı ile çelişti: Temiz bir metal üzerine düşen ışık ışınlarının metal yüzeyden elektron kopararak serbest hale geçmesine yol açtığı gözlemlendi. Klasik dalga yaklaşımına göre metalden elektron kopması dalganın (ışığın) şiddetine bağlı olup frekanstan bağımsız olmalıydı. Oysa yapılan deneyde dalganın frekansı belirli bir eşik değerin altında ise metalden elektron kopmadığı; kopan elektronların kinetik enerjisinin ise frekansla doğru orantılı olduğu gözlemlendi. 1905 yılında Einstein, ışığın herbiri kendi frekansı ile orantılı enerji kuantumu taşıyan fotonlardan (parçacıklardan) oluştuğu fikrini ortaya atarak fotoelektrik olayı açıkladı. Ancak bu yaklaşımla da özellikle girişim ve kırınım olayları açıklanamaz. [1].

Dalga-parçacık ikilemi diye bilinen bu çelişki modern fizik bilimi tarafından çözülmüştür: Işığın dalga ve parçacık karakteri bütünlüycidir. Ancak ikisi aynı anda gözlenemez. Işığın (elektromagnetik dalgaların) taşıdığı foton enerjisi frekansı ile doğru orantılıdır [1]. Elektromagnetik dalganın taşıdığı foton enerjisi sıklıkla serbest bir elektronun 1 Voltluk potansiyel fark altında kazanacağı kinetik enerji miktarı (yalaşık 1.602×10^{-19} joule) olan elektron-Volt (eV) birimi cinsinden ölçülür.

Şekil 1’de Elektromagnetik spektrum görülmektedir. Burada da görülebileceği gibi frekans ile yayılan dalganın foton enerjisi doğru orantılıdır. Elektromagnetik spektrum dalganın taşıdığı enerji bakımından kabaca iki bölgeye ayrılabilir: İyonlaştırıcı olmayan (non-ionizing) ve iyonlaştırıcı (ionizing) radyasyon. İyonlaştırıcı olmayan EM radyasyon taşıdığı enerji bakımından atomlardan ve molekül bağlarından elektron kopartacak kadar enerji taşımaz. İyonlaştırıcı olmayan elektromagnetik radyasyonun etkileşim mekanizması iyonlaştırıcı radyasyondan farklı olup kanserojenler arasında sayılmaz Oysa iyonlaştırıcı radyasyonun kanserojen olduğu bilinmektedir [2].

İyonlaştırıcı olmayan elektromagnetik radyasyonun kanserojenler arasında olmaması biyolojik yapılara hiçbir etki yapmayacağı anlamına gelmez. Yapılan çalışmalarda elektromagnetik radyasyonun herhangi bir sağlık problemi ile kesin olarak bağlantısı olduğu gösterilmemiştir. Ancak yine de biyolojik dokular üzerindeki uzun süreli etkileri konusundaki çalışmalar sürdürülmektedir [3].

Elektromagnetik dalga yayılan enerjidir ve kusursuz yalıtkan olmayan bütün dokuların ısınmasına yol açar. Mikrodalga fırınların çalışması, 2.45 GHz’lik elektromagnetik enerji ile yiyecek içerisindeki moleküllerin (özellikle su moleküllerinin) ısıtılması prensibine dayanır. Isınma miktarı dokunun elektriksel özellikleri

yanında elektromagnetik dalganın gücü ve ışıma süresi ile orantılıdır.

Yapılan çalışmalar elektromagnetik kaynakların biyolojik dokular üzerinde ısınmaya yol açtığını göstermiştir. Isınmanın doku üzerindeki fiziksel etkileri konumuz olmamakla beraber özellikle cep telefonlarının beyin civarında oluşturduğu ısı artışının (mevcut sistemlerin düşük güçle çalışıyor olmasından dolayı) insan vücudunun doğal mekanizmaları tarafından dengelendiği bildirilmiştir. Buna kaşılık kullanılan modülasyonlu elektromagnetik dalgaların bazı insanlarda bir tür allerjiye yol açtığı bildirilmiştir [4].

Kullandığımız tüm elektrikli araç ve gereçler - elektrik iletiminde kullanılan kablolar dahil- elektromagnetik radyasyon kaynağıdır. Pek çoğu çok düşük frekanslı (50-60 Hz) ışıma yaparlar. Işıyan elektromagnetik (magnetik ve elektrik) alan şiddetleri belirli sınırları aşmadığı sürece -ki bu ilgili cihazların belirli standartlarda üretilmiş olmasını gerektirir- zararlı etkileri olmadığı söylenebilir. Gittikçe yaygınlaşan yeni teknolojiler, özellikle kablosuz haberleşme araçları, yüksek frekanslı elektromagnetik ışımaya yol açmaktadır. Üstelik bu tür iletişim araçları elektromagnetik dalgaları özellikle üretmektedir.

EM RADYASYON HANGİ BİRİM İLE ÖLÇÜLÜR?

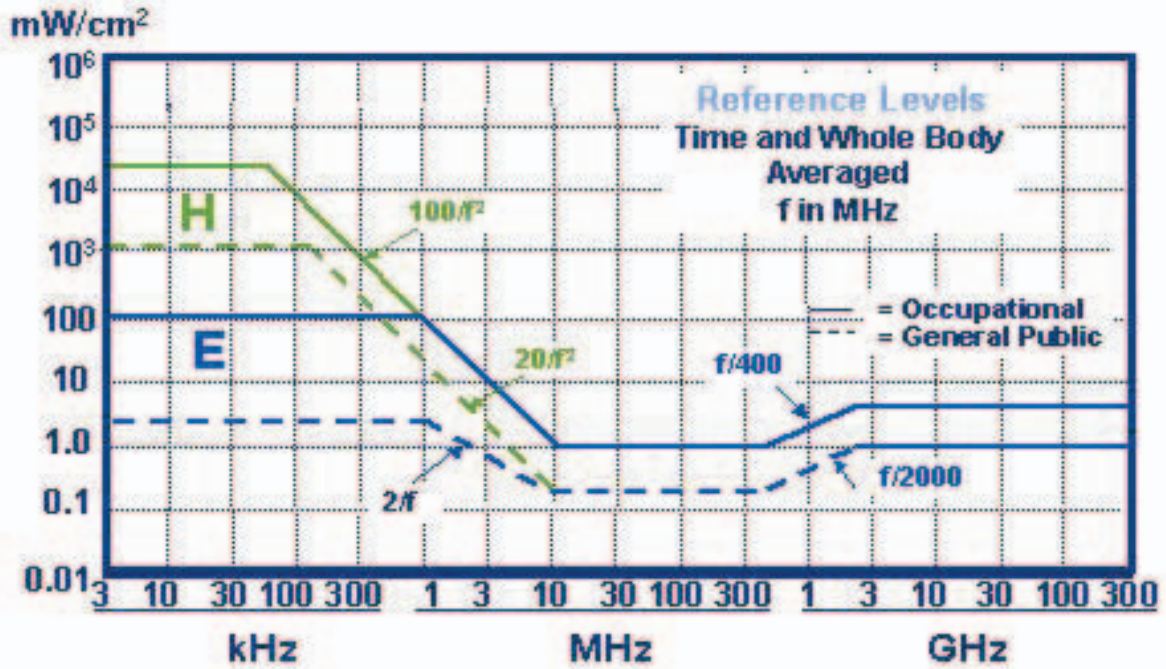
Elektromagnetik dalga fiziksel olarak farklı iki bileşenden oluşur: Elektrik alan bileşeni ve magnetik alan bileşeni. Her bir bileşenin değişik dokularla etkileşim mekanizması farklıdır. Dolayısı ile her birinin ayrı ayrı değerlendirilmesinin gerekli olduğu pek çok durum vardır.

Elektrik alan şiddeti V/m, akı yoğunluğu C/m² ile ölçülür. Magnetik alan şiddeti A/m, akı yoğunluğu T (Tesla=Weber/m²) ile ölçülür.

Dalganın birim yüzeyden akıttığı güç (power density, güç yoğunluğu) genellikle W/m² birimi ile ölçülür. Ancak bu ölçü de elektromagnetik dalgaların biyolojik dokularla etkileşim miktarını ölçmek açısından yeterli bilgi taşımaz. Çünkü dokuların elektriksel özellikleri, boyut ve şekilleri ve dalganın frekansı bu etkileşim miktarını önemli ölçüde etkiler. Özgül Soğurma Oranı, -Specific Absorption Ratio- SAR (W/kg) bir dokunun elektromagnetik gücü ne kadar soğurduğunun (absorbe ettiğinin) ölçüsüdür. Yani belirli bir birim miktar dokunun bir saniyede gücün ne kadarını soğurduğunu diğer bir deyişle depoladığını ve/veya başka bir enerji formuna (örneğin ısıya) dönüştürdüğünü ifade eder. Pratikte bütün bu birimler kullanılmaktadır.

Özellikle insan sağlığına zararlı

International Council on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)



Şekil 2. ICNIRP tarafından önerilen referans değerleri.

elektromagnetik radyasyonun sınırları ile ilgili çeşitli standartlar mevcuttur. Ayrıca belirlenen sınırlar mesleki (occupational) ve halk (public) olarak ikiye ayrılmıştır. Mesleki sebeplerle elektromagnetik alanlara maruz kalan kişilerin belirli bir bilinç seviyesinde olduğu ve belirli standartlara uygun olarak çalışıyor olduğu varsayımı ile daha yüksek limitler mevcuttur.

Avrupa ülkelerinde ICNIRP (International Council on Non-Ionizing Radiation Protection) tarafından 10 gr'lık kütle için SAR miktarının 2 W/kg limiti benimsenirken, ABD ve Avustralya'da 1 gr'lık kütle için belirlenen limit 1.6 W/kg'dır. Buradaki limitler arasındaki fark SAR ölçümünün/hesaplanmasının farklı kütle miktarları üzerinden yapılmasından kaynaklanır. Şekil 2'de ICNIRP tarafından önerilen referans limitlerin frekansla değişimi görülmektedir [5]. Elektrik alan şiddeti V/m, magnetik alan şiddeti A/m cinsinden verilmiştir. Düşük frekanslarda magnetik alan limitlerinin elektrik alan limitlerinden daha yüksektir. Burada verilen limitler ile ilgili bölgeleri (geçiş bölgelerini gözardı ederek) kabaca 3 bölgeye ayırabiliriz:

3 MHz'in altı: Dalgaboyu 100 m'den büyüktür. İnsan vücudunun boyutuna göre çok büyük dalga boylarına sahiptir.

3 MHz-1 GHz: Dalgaboyu 100 m'den küçük, 30 cm'den büyüktür. Hem insan vücudunun hem de organların boyutları ile karşılaştırılabilir mertebededir.

1 GHz'in üzeri: 30 cm'den küçük dalgaboylarına sahiptir.

BAZ İSTASYONLARI

Hücreli haberleşme mobil (gezin) kullanıcıların konumlarından bağımsız olarak haberleşmelerini olanaklı kılar. Sistem belirli sayıda baz istasyonlarının kendi civarlarındaki kullanıcılarına hizmet vermesine dayanır. Hücreli haberleşmenin en önemli avantajları düşük güç kullanımı ile yüksek kapasite ve verimlilik olarak sıralanabilir.

Servis sağlayıcısı açısından tercih edilirlilik ve sistemin ekonomik olması önemlidir. Dolayısı ile kapsama alanı içerisindeki her bir noktada işaret seviyesinin belirli bir minimum değere sahip olması şarttır. Aksi halde kullanıcılar belirli noktalarda kapsama alanı dışında kalacaktır. Bu sorun vericilerin gücünü artırmakla çözülebilir. Ancak, verici güçlerini artırmanın servis sağlayıcısı açısından iki tane önemli sakıncası vardır: (i) Oldukça büyük bir alana yayılmış olan sistemin maliyetini artırır. (ii) Aynı frekanslı hücre işaretleri birbirine girişebilir. Dolayısı ile hedeflenen alan içerisinde hücreli ağın optimizasyonu (baz istasyonlarının sayısı, yerleşimi, kapsama alanları, gücü vs.) oldukça önemlidir.

Alıcı terminalin düzgün çalışabilmesi için gereksinim duyduğu minimum bir güç seviyesinin alıcıya ulaşması gereklidir. Elektromagnetik dalgalar atmosferde yayıldıkça güçleri uzaklığın karesi ile azalır. Yani, alıcı ile verici arasındaki mesafe 10 kat artırılırsa, alıcıda aynı sinyal seviyesini sağlamak için verici

gücünün 100 kat artırılması gereklidir. Dolayısı ile güç açısından sistemin verimliliği hücre sayısını (baz istasyonu sayısını) makul bir şekilde artırarak gereksinilecek güç seviyelerinin azaltılmasını gerektirir.

Hüresel haberleşmede kullanılan sistemler, adaptive (kendi kendini düzenleyen-ayarlayan) sistemlerdir. Hareketli kullanıcı baz istasyonundan uzaklaştıkça hem kullandığı cep telefonu hem de baz istasyonunun gönderdiği dalganın gücü artmaktadır. Diğer bir söylemle baz istasyonunun kullanıcıdan uzaklaşması, kullanıcının maruz kaldığı (özellikle kendi cep telefonunun ürettiği) elektromagnetik radyasyonun artmasına yol açar. Hücre boyutlarının büyütülmesi özellikle istasyon civarındaki alan şiddetlerini önemli şekilde artıracaktır.

Kullanılan güç seviyelerinin düşük olması baz istasyonu kurulum ve işletim maliyetlerinin düşmesine yol açarken aynı zamanda kullanıcının pil ömrünü de artırır.

ÖNERİLER

Yeni teknolojiler daha yüksek frekansların kullanımını gerektirir. Bu tür teknolojilerin yaygınlaşması, yaşadığımız çevredeki elektromagnetik kirliliği kaçınılmaz olarak artırır. Üstelik bu tür kirliliği insan duyu organları ile algılayamaz. Dolayısı ile uluslararası standartlar ışığında yasal düzenlemelerle gereksiz kirliliğin önüne geçilmelidir. Her ne kadar ithal edilen ürünlerin belirli firmalar tarafından üretilmesi ilgili standartlara uygunluğun garantisi olarak algılansa da uzun

vadeli olarak bunun denetleneceği bir sistemin geliştirilmesi gereklidir.

Haberleşmede kullanılan frekansların etkilerini iyonlaştırıcı radyasyonun etkileri ile karıştırmamak gerekir. Ancak Elektro-magnetik enerjiye maruz kalmanın hiçbir etkisinin olmayacağı öne sürülmez. Sonuçta elektromagnetik dalga bir tür yayılan enerjidir. Dolayısı ile özellikle yüksek frekanslarda ve yüksek güç seviyelerinde maruz kalınan sürenin olabildiğince kısa süreli olması önerilir.

Elektromagnetik dalgaların kullanımı çağdaş yaşamın bir gereği olduğundan bu konuda toplumsal bilincin geliştirilmesi gerekir.

KAYNAKÇA

[1] Bekir Karaoğlu, Kuantum Mekanikine Giriş, 4. Baskı, Güven Yayın Dağıtım, 1998.

[2] <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

[3] Bernard Veyret, Isabelle Lagroye , "A Review of Non-Thermal Health Effects from Radiofrequency Fields Relevant to Base Station Exposure", WHO International Workshop on Base Stations and Wireless Networks : Exposures and Health Consequences 2005 : Geneva, Switzerland.

[4] Rakhesh Singh Kshetrimayum, "Mobile phones:Bad for your health?", IEEE Potentials, March/April 2008

[5] Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.

Ocak ve Fırınlarda Tasarruf Tedbirleri

Yiyecek hazırlama ve pişirme faaliyetlerinde, enerji verimli pişirme araçlarının kullanımı ile de enerji tasarrufu sağlanabilir. İster elektrik enerjisi, ister gaz kullanılsın, ocaklarda yemek pişirme, fırında yemek pişirmeden daha ekonomiktir.

Enerji Tasarruf Noktaları

1. Modern fırınlarda, ön ısıtma oldukça hızlıdır. Bu nedenle, çok gerekli değilse ön ısıtma yapılmamalı, yapılsa bile bu süre 10 dakikayı geçmemelidir. Aynı anda birden fazla yiyecek pişirilebilir. Fırın kapağının her açılışında % 20 oranında ısı kaybı olması nedeniyle, kapak, pişme süresinin sonuna kadar açılmamalıdır.



2. Eğer evde birkaç tane fırın varsa daima küçük olanı tercih edilmelidir. Büyük bir fırının yarı kapasite ile kullanılması yerine, küçük bir fırının tam kapasite ile kullanılması yine elektrik faturalarında azalma sağlayacaktır.

3. Mikro dalga fırınlarda pişirme 2-10 dakika, ısıtma ise 10-30 saniyede gerçekleşir. Bu nedenle geleneksel fırınlara göre % 50 daha az elektrik harcarlar. Ancak fazla miktarda yiyeceklerin pişirilmesinde durum tersine döner daha fazla elektrik

tüketirler. Az miktarda yiyeceklerin pişirilmesinde tercih edilmelidir.