

# Elektromanyetik Dalgalar

İlk önce radyo dalgalarıyla tanıştık, daha sonra televizyon dalgaları geldi. Ardından mikrodalga fırınlar, cep telefonları, baz istasyonları, bluetooth derken elektromanyetik (EM) dalgalar farklı dalga boylarında hayatımızın içine doluştu. Fakat biz hep elektromanyetik dalgalarla iç içeydik. Gözlerimizin algıladığı ışığın sadece dalga boyu farklı, ama o da diğerleri gibi elektromanyetik dalga. O zaman nedir elektromanyetik dalga, nasıl oluşur ve insan sağlığına bir zararı var mı?

Işığın elektromanyetik dalga olduğunu öğrenmek için 19. yüzyılın ikinci yarısını, James Clerk Maxwell'i beklememiz gerekecekti. Maxwell klasik elektromanyetik kuramı formüle ederek o zamana kadar birbiriyle ilgisiz görünen elektrik, manyetizma ve optik gibi dalları bir araya getirdi. Daha önce Gauss, Faraday ve Ampère tarafından formüle edilmiş birbirinden bağımsız gibi görünen denklemlerin, Ampère yasasındaki ufak bir düzeltmeden sonra bir araya geldiklerinde bütün elektromanyetik olguları açıklayabileceğini ilk kez Maxwell gördü ve formüle etti. Şu an Maxwell denklemleri olarak adlandırılan bu formüller ışığın, elektriğin ve manyetik alanların aslında sadece madalyonun farklı yüzleri olduğunu gösteriyor. Bu formüller aynı zamanda elektrik yüklerin ve akımların, elektrik ve manyetik alanlara nasıl kaynaklık ettiğini ve zamanla değişen elektrik ve manyetik alanların nasıl bir diğerini oluşturduğunu açıklıyor. Bu formüllerin sonucu olarak, elektrik ve manyetik alanların dalga formunda, boşlukta ışık hızı sabitiyle yayıldığı da Maxwell tarafından gösterilmiş oldu. Elektromanyetik kuramı tek bir çatı altında birleştiren bu çalışma, Maxwell'i Newton ve Einstein'ın ardından tarihin en büyük fizikçileri arasına yerleştiriyordu.

Elektromanyetik kuvvet evrende var olduğunu bildiğimiz dört temel kuvvetten biri. Kütleçekim kuvveti temel kuvvetlerin ikincisi. Sadece atomaltı düzeyde etkin olan güçlü kuvvet ve zayıf kuvvet temel kuvvetlerin son ikisi. Çevremizdeki diğer tüm kuvvetler, örneğin sürtünme, bu temel kuvvetlerle açıklanır. Moleküler ölçeğin üzerindeki tüm olaylar genelinde sadece elektromanyetik kuvvetle açıklanır, çünkü kütleçekim kuvveti elektromanyetik kuvvetten çok çok daha küçüktür. Günlük hayatımızdaki olayların fiziğini anlamamıza yardımcı olan elektromanyetik kuramıyla Maxwell, 20.yüzyıl fiziğini en çok etkileyen 19. yüzyıl fizikçisidir.

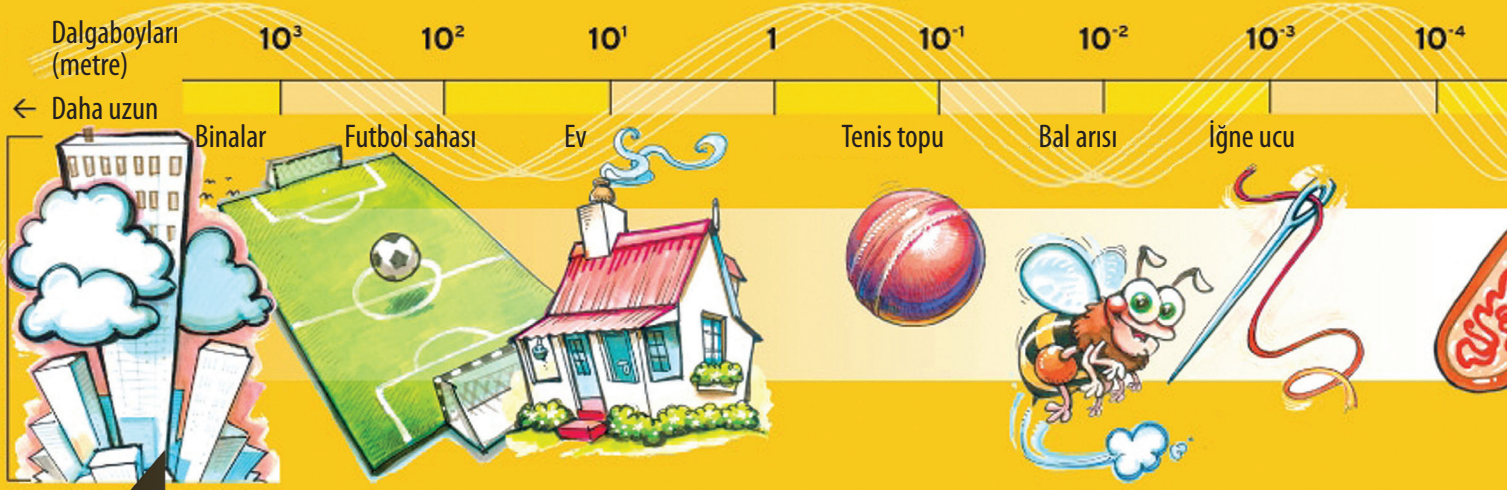
Elektromanyetik dalgalar ışıma yüklü parçacıkların hareketi sonucu meydana gelir. Sabit duran yüklü bir parçacık sadece elektrik alan oluşturur. Hareket eden yüklü parçacıklarsa bir elektrik alan ve bir manyetik alan meydana getirir. Bu alanların birbirbirlerine oranı sabittir ve birbirlerine dik bir şekilde uzayda salınarak yol alırlar. Elektromanyetik dalgalar diğer dalgaların tersine, bir ortama ihtiyaç duymadan yayılabilir. Bu dalgaların frekansı ve dalga boyu birbiriyle ilişkilidir, örneğin frekans artarken dalga boyu azalır. Eğer "buradaki bizik beni aşıyor, dalga boyu ve frekans da ne, biri artarken öbürü niye azalsın?" diyorsanız, derin bir nefes alın

ve kendinizi okyanustaki bir tropikal adanın sahilinde hayal edin. Şimdi dikkatinizi okyanusa verin. İki dalga tepesinin arasındaki uzaklık her zaman aynıdır. Fizikçiler bu uzaklığa dalga boyu demeyi uygun görmüş. Bir dalganın frekansı ise, basitçe bir saniyede önünüzden geçen dalgaların sayısıdır. Bu tropikal adada dalgaları sayacak kadar sıkıldığınız, gelin bir saniyede önünüzden geçen dalgaları sayalım. Eğer dalgalar arasındaki mesafe artarsa (dalgaların hızı sabit kalmak koşuluyla), önünüzden geçen dalga sayısı yani frekans azalacaktır. Tabii ki bunun tersi de doğrudur, dalga boyu azalırsa da frekans artacaktır.

Şimdi tropikal dalgalardan elektromanyetik dalgalara geri dönersek, dalgaları genelde frekanstan veya dalga boyundan birine bakarak ayırırız. Radyo dalgası ile gördüğümüz ışık arasında özdeki tek

fiziksel fark, dalga boyu veya frekanstır. Görünür ışığın rengi de yine dalga boyuna (veya frekansına) bağlıdır. Örneğin gördüğümüz ışığın dalga boyu ortalama 1 mm'nin binde birinin yarısı kadardır. Radyo dalgalarının büyüklüğü 1 mm'den başlayıp onlarca metreyi bulabilir. X-ışınlarının dalga boyu ise 1mm'nin milyonda biri kadardır. Artan frekans ve azalan dalga boyuna göre elektromanyetik dalgaların başlıcaları şunlardır: Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi dalgalar, görünür ışık, morötesi dalgalar, X-ışınları ve gama ışınları.

Elektromanyetik dalgaların biyolojik ve kimyasal sistemler veya herhangi bir malzeme üzerindeki etkisi, dalgayı oluşturan alanların şiddetine ve frekansına bağlıdır. Mikrodalga fırınların, radyo ve TV haberleşmesine ek olarak cep telefonlarının ve baz istasyonları arasında kullanılan düşük fre-



## Elektromanyetik dalgaların, türleri

**Radyo Dalgaları**  
Tel gibi somut bağlantılar kullanmadan, veri taşınmasında araçlarıdır. TV ve radyo yayın sistemlerinde kullanılır. Titreşen devrelerin bulunduğu elektronik aygıtlar tarafından üretilirler.

**Mikrodalgalar**  
Atomik ve moleküler yapının ayrıntılarının çözülmesinde olduğu kadar, radarlar ve diğer iletişim sistemlerinde de kullanılır.

**Kızılaltı**  
Moleküller ve sıcak cisimler tarafından üretilir. Endüstri, tıp, astronomi vb. alanlarda çoklukla kullanılırlar.

Kaynaklar

Uçak ve gemi radyoları

AM Radyo

FM radyo ve TV

Cep telefonu

Radar

Mikrodalga fırın

← Daha düşük  
Frekans  
(birim saniyedeki dalga sayısı)

10<sup>5</sup>

10<sup>6</sup>

10<sup>7</sup>

10<sup>8</sup>

10<sup>9</sup>

10<sup>10</sup>

10<sup>11</sup>

10<sup>12</sup>

kanslı dalgaların yapabileceği hasar, sadece bu dalgaların söz konusu malzeme üzerinde oluşturacağı ısınma etkisine bağlıdır. O yüzden düşük frekanslı dalgaların verebileceği hasar sadece maruz kalınan elektromanyetik dalgaların şiddetine ve maruz kalınan süreye bağlıdır. Satın aldığımız cep telefonları ve benzeri elektronik araçlar için sağlık örgütlerince belirlenmiş limitler vardır ve ticari ürünler o limitlerin altında olmak zorundadır.

X-ışınları ve gama ışınları gibi yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar içinse durum biraz daha farklı. Bu dalgalar hücrelerle etkileştiklerinde dokularda ve genetik malzemede değişiklik yapabilir. Bu değişikliklere yol açacak kadar yüksek frekanslı ışımalara iyonlaştırıcı ışımaya adı verilir. Örneğin bir tek gama ışını fotonu, etkileştiği bir DNA molekülünde bozunma meydana getirebilir.

Elektromanyetik dalgalar hayatımızın ayrılmaz bir parçası, artık hep onlarla yaşıyoruz. Yeryüzündeki hayatın kaynağı Güneş, ihtiyacımız olan enerjiyi elektromanyetik dalgalar halinde gönderiyor. Vücudumuz D vitamini sentezi için düzenli olarak belli dalga boyundaki elektromanyetik ışımaya, yani ışığa muhtaç. Umarız bu yazıyı okumak için ihtiyaç duyduğunuz elektromanyetik dalgaları, bu yazı sayesinde biraz daha tanımış olursunuz.

#### Kaynaklar

*Elektromanyetik dalgalar ve insan sağlığı: Sıkça sorulan sorular ve yanıtları*, TÜBİTAK-Bilten, 2001.  
[http://gozlemevi.omu.edu.tr/depo/elektromanyetik\\_spektrum.pdf](http://gozlemevi.omu.edu.tr/depo/elektromanyetik_spektrum.pdf)

