

Elektrikli Araçlardaki Elektromanyetik Alanların Yaydığı Işımlar Sağlığımızı Etkiler mi?

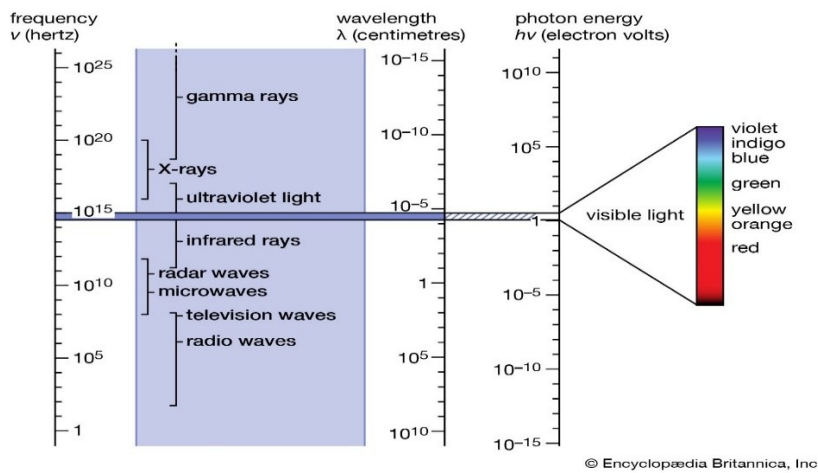
Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, Almanya

Giriş

Elektromanyetik alanlar (EMA) ve bunların yaydığı EM ışınlar, insan yaşamının bir parçasıdır. Bunlara ,radyasyon‘ da denir. Elektromanyetik radyasyon (ışın, ışık), yüklü bir parçacık hızlandığında veya yavaşladığında üretilir. Ancak bunlar, radyoaktif maddelerden yayınlanan ,iyonlaştırıcı ışınlar‘ kadar girici değildir ve bu nedenle bunlar, iyonlaştırıcı olmayan‘ daha düşük frekanslı ve enerjili ışınlar olarak, EM spektrumunda alt bölümlerde yer alırlar (Bkz. Şekil). Yakın zamanda insan vücudundan yayınlanan 480–700 GigaHertz frekans aralığında ışınlar bazı denekler üzerinde ölçülmüş, bunların deri yüzeyinden değil, vücut içinden kaynaklandığı belirlenmiştir /1/. Teknoloji ilerledikçe, giderek daha fazla yapay olarak üretilmiş elektromanyetik ışınlar bunlara eklenmektedir. Örneğin, çok daha yüksek frekanslı mobil telefonlar, WiFi/WLAN, laptop gibi kullandığımız aletler EM ışınlar örneklerdir.

Elektrikli araçlarda ortaya çıkan ışınların ise frekansları ve enerjileri düşüktür. Tüm bu çeşit aletlerin gitgide çok daha fazla kullanılmasıyla ,elektromanyetik kirlilik‘ (elektrosmog) ve elektromanyetik ışınların uzun sürede kanser riskini artırıp artırmadığı sorusu da gündeme gelmektedir. Bu soruya ise ancak, on binlerce kişi üzerinde karşılaştırmalı olarak çok uzun süreli ,Epidemiyolojik‘ denilen bilimsel araştırmalar yapıldıktan sonra doğru bir yanıt verilebilir.

Bu yazımızda, bugüne kadar bilimin ulaşabildiği veriler çerçevesinde, elektrikli araçlardaki Elektro Manyetik Alanların (EMA) kaynaklarını ve bunlardan yayılan EM ışınların insan sağlığı üzerindeki olası etkilerini kısaca inceleyeceğiz.



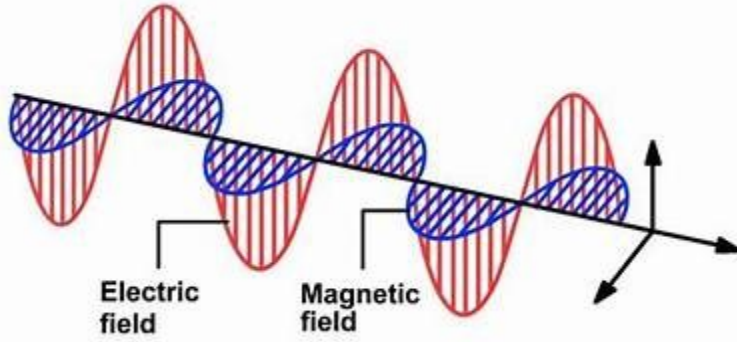
Şekil’de, elektrikli araçlarda ortaya çıkan EM alanlardan yayılan ışınlar, solda, en alt frekans bölümünde yer almaktadırlar (genellikle 300 Hertz’in altında). Cep telefonları, laptoplar ve WiFi /WLAN aletlerinde ortaya çıkan EM alanlar ise çok daha yüksek GHz (Milyar Herz) Mikro dalgalar düzeyindedirler. Görünür ışığın frekansı ise daha da yüksektir. Tüm bunlar iyonlayıcı olmayan ışınlardır. Şekil’deki X ve Gama ışınları ise frekans ve enerjileri çok yüksek olan (insan vücuduna girici) iyonlayıcı ışınlardır /2,3/.

Elektrikli Araçlarda Elektro Manyetik Alan Kaynakları

Elektrikli araçlarda hangi aletlerden EM ışınlar yayınlanıyor:

1. **Yüksek Voltaj Bataryaları:** Araçların enerji deposu olan lityum-iyon bataryalar, özellikle şarj ve deşarj sırasında
2. **Güç Elektronik ve İnvörtörler:** Motorun çalışmasını kontrol eden sistemler
3. **Elektrik Motorları:** Özellikle hızlanma ve yavaşlama sırasında
4. **Kablolama Sistemi:** Yüksek akım taşıyan kablolar.

Otomobil yapan şirketler, bu bileşenleri (aletleri, parçaları) metal kılıflarda zırhlayarak ve araç içinde uygun yerlerde konuşturarak, insanların oturdukları yerlerde EM ışınların düzeyini en aza indirmeye çalışırlar. Örneğin, invörtörler, genellikle elektromanyetik korumalı kılıfa alınır ve kablolar yolcu koltuk bölgelerinden olduğunca uzakta yerleştirilmeye çalışılır.



Şekil’de, Elektrik ve Manyetik alanların birbirine dik özelliği gösteriliyor

EMA’nın İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP), düşük frekanslı EMA’nın (0-300 Hz) iyonlaştırıcı olmadığını, yani DNA hasarına veya doğrudan kansere yol açmayacağını vurguluyor. Ancak, bazı çalışmalar uzun süreli yolculuklarda, yüksek düzeydeki etkileneimin, aşağıdaki geçici rahatsızlıklara yol açabileceğine işaret etmektedir:

- **Baş ağrısı ve baş dönmesi**
- **Konsantrasyon bozukluğu**
- **Bacaklarda karıncalanma hissi**
- **Halsizlik**

Özellikle kalp pili gibi tıbbi alet kullanan kişilerde, EMA’nın bu gibi aletlerin çalışmasını etkileyebileceği için dikkatli olunması öneriliyor.

Uluslararası Araştırmalar ve Bulgular

1. Federal Radyasyondan Korunma Kurumu (BfS) – Almanya

BfS, 11 tam elektrikli araç (BEV) ve 2 plug-in hibrit araç (PHEV) üzerinde yaptığı kapsamlı çalışmada şu sonuçlara ulaşmıştır:

EMA düzeyleri, ICNIRP’nin belirlediği sınır değerlerin altında kalmıştır.

Sınır değerler: 1 Hz ile 10 kHz arasındaki düşük frekanslı Elektriksel Alanlar için 5 kV/m ve Manyetik alanlar için 100 Mikro Tesla.

- En yüksek manyetik alanlar, ayak boşluklarında ölçülmüştür (özellikle hızlanma ve frenleme sırasında).
- Baş ve gövde düzeyindeki etkilenim oldukça düşüktür.

2. EM-SAFETY Projesi (AB Destekli)

9 elektrikli ve 3 içten yanmalı motora sahip araçta yapılan ölçümlerde:

- EMA düzeyleri, ICNIRP sınır değerlerinin %20'sinden daha düşük bulunmuştur.
- Hücre kültürü deneylerinde kanserojen etki belirlenememiştir.

3. Cambridge Wireless ve Diğer Akademik Çalışmalar

- Kablolama düzeni ve elektromanyetik zırhlama teknikleriyle, EMA'nın yolcu kabinindeki etkisi azaltılmaktadır.
- Modern elektrikli araçlarda 400V veya 800V'luk yüksek voltaj sistemlerinde manyetik alan şiddeti düşüktür.

4. Üsküdar Üniversitesi (Türkiye)

Üç farklı elektrikli araç markasında yapılan ölçümlerde:

- Manyetik alan şiddeti 0–1.2 μ T aralığında bulunmuştur (ICNIRP sınırı: 100 μ Tesla).
- Bu sonuç, elektrikli araçlarda sağlık riskinin çok düşük olduğunu göstermektedir.

Elektrikli Araç Üreticilerinin Aldığı Önlemler

Otomotiv endüstrisi, EMA'yı azaltmak için çeşitli mühendislik çözümleri geliştirmiştir:

- **Kabloların Alt Tabana Yerleştirilmesi:** Yolcu koltuklarından uzaklaştırılarak etkilenim azaltılıyor.
- **Metal Kılıflama:** Yüksek voltajlı bileşenler, alüminyum veya çelik kılıflarla korunur.
- **Optimize Bileşen Yerleşimi:** EMA kaynakları birbirinden uzak konumlandırılarak EMA artımı engellenir.

Özet Tablo: Araç İçi EM Alan ve Sağlık Etkileri

Kurum / Çalışma	EM Alan Düzeyi	Sağlık Üzerine Etkisi
EM-SAFETY (EU)	ICNIRP sınırının %20'sinden az	Kanserojen etki bulunmadı
Cambridge Wireless	Tasarım ile azaltılıyor	Risk saptanmadı
Bilimsel Yayınlar (2023)	Sınırların altında	Güvenli kabul ediliyor
BfS (Almanya)	Ayak boşluğunda yüksek, genel olarak düşük	Risk bulunmadı
Üsküdar Üniversitesi	0–1.2 μ Tesla	100 μ T sınırına göre risk çok az
Irish Times	Değişken, genelde düşük	Uzun vadeli etkiler bilinmiyor
WHO / ICNIRP	ELF (Extra Low Frequency Çok düşük frekans), iyonlaştırıcı değil	İhtiyatlı yaklaşım öneriliyor

Elektrikli Araçlardaki Elektromanyetik Alanların (EMA)

Yaydığı Işıklar Bebekler ve Çocuklar İçin Riskli mi?

Daha iyi anlaşılması için bazı tekrarlarla:

1. EMA Nedir ve Elektrikli Araçlarda Nereden Gelir?

Elektrikli ve hibrit araçlar, batarya, motor, inverter ve şarj sistemlerinden kaynaklanan iyonlaştırma (non-iyonize) elektromanyetik alanlar (EMA) yayarlar. Bu alanlar iyonize olmadıklarından moleküler bağları kırmazlar.

2. WHO/IARC – Olası Kanserojen Sınıflandırması

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) bir kuruluşu olan Uluslararası Kansere Araştırmaları Ajansı (IARC), çok düşük frekanslı EMA'ları 'insanlar için kanserojen olabilir' (Grup 2B) olarak sınıflandırmıştır. Özellikle çocukluk çağı lösemisi ile 0.3–0.4 mikroTesla üzerindeki etkilenmeler arasında ilişki bulunmuştur.

3. Bebekler ve Çocuklar Daha Duyarlı mı?

Çocuklar, gelişimsel olarak EMA'lara, daha duyarlıdır. EMA; kalsiyum sinyalleme, oksidatif stres, melatonin baskılanması gibi non-termal etkilerle ilişkilendirilmiştir. EMA kaynaklarının ayak hizasında veya arka koltuk civarında yoğunlaşması, bebek koltukları açısından dikkat gerektirir.

4. Resmî Görüşler ve Bilimsel Boşluklar

- Almanya BfS (2025): EMF seviyeleri sağlığa zarar verecek düzeyde değildir.
- WHO ve ICNIRP: Akut etkiler için güvenlik sınırları var; ancak uzun süreli düşük düzey etkilenmelerde daha fazla araştırma gerekir.

5. Bebekler ve Hamileler İçin Öneriler

- Bebek koltuklarını batarya üstünden uzak yerleştirin.
- Uzun araba gezilerinde etkilenmeyi azaltmak için oturma düzenini (yerlerinizi) değiştirin.
- Batarya şarj sırasında araç içinde oturmayın, dışarıda uzak durun.
- EMA'ya karşı duyarlılık varsa (baş ağrısı vb.), etkilemeyi azaltacak önlemler alın (Örneğin Bataryadan uzak koluğa oturun).

6. Sonuç ve Kaynaklar

Bugüne kadar yapılan bilimsel ölçüm ve değerlendirmelere göre elektrikli araçlarda EMA düzeyleri ve bundan doğacak sağlık riski genellikle çok azdır. Ancak çocuklar ve bebekler gibi duyarlı gruplar için 0.4 μ Tesla üzerindeki manyetik alanlarda ve uzun süreli yolculuklarda etkilenme önemli olabilir. Bebek ve çocuklarla çok uzun araba yolculukları yapılmamalı ya da bebek sandalyeleri EMA kaynaklarından olduğunca uzağa yerleştirilmeli /4/. **Bebek ve çocuklarla çok uzun yolculuklarda ise (örneğin AB ülkeleriyle Türkiye arasında) bir ölçüm laboratuvarına, önceden, araç hareket halindeyken, özellikle aracın ivmelenme sıralarında, ölçümler yaptırılmalı. Ölçüm laboratuvarının değerlendirmelerine ve önerilerine uyulmalıdır.**

Gelecekteki Çalışmalar ve Öneriler

Bugünkü veriler, elektrikli araçlarda sağlık riskinin çok düşük olduğunu gösterse de, uzun süreli etkiler konusunda daha fazla araştırmaya gereksinim vardır. Özellikle:

- **Duyarlı Gruplar:** Hamileler, bebekler çocuklar ve kalp pili kullanıcıları için ek çalışmalar yapılmalıdır.
- **Kısa Süreli Yüksek Etkilenim:** Ani hızlanma ve frenleme sırasındaki EMA zirveleri daha detaylı incelenmelidir.
- **Standartların Güncellenmesi:** ICNIRP ve WHO, yeni teknolojilere uygun olarak sınır değerleri gözden geçirilmelidir.

Sonuç

Elektrikli araçlardaki elektromanyetik alan (ve bunlardan oluşan EM ışınların) düzeyleri, otomobil üreticilerinin aldıkları önlemler sonucu, uluslararası güvenlik sınır değerlerinin oldukça altındadır ve bunlarda yolculuğun insan sağlığı yönünden riski çok düşüktür. Ancak, teknolojinin hızla gelişmesi nedeniyle sürekli izleme ve yeni araştırmalar yapılmasına önem verilmelidir. Her ne kadar etki ve risk çok az ise de, yolculuk ne kadar kısa ise, etkilenme de o kadar daha az olacaktır. Batarya şarj sırasında, aracın içinde bulunmamalıdır.

Önemli Not

Elektrikli araçlar tam anlamda çevre dostu olarak görülemez. Çünkü gerek bataryaların yapımında, gerekse otomobillere doldurulan elektriğin üretiminde daha çok fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Özellikle Çin, Dünya'nın atmosfere saldığı CO₂ ' in %30'unu fosil kaynaklardan havaya vermektedir. Otomobillerde kullanılan parçaların çoğu ise Çin'de yapılmaktadır. Benzer durum güneş panelleri ve rüzgar türbinlerinin (örneğin Avrupa'da kullanılanlar) daha çok Çin'de üretilmesiyle CO₂ in oradan havaya verildiğinin Dünya genelinde gözardı edilmesi ve %30'a karşın, Avrupa ülkelerinden havaya salınan CO₂ ,in , % 2 kadar azaltılması başarı olarak gösterilmektedir (Haziran 2025, HBT Portal).

Kaynaklar:

/1/İnsan Derisinden Sub-THz Frekans Bandında Yayılım

Noa Betzalel, Paul Ben Ishai, Alexander Puzenko & Yuri Feldman

/2/ https://search.app?link=https%3A%2F%2Fwww.britannica.com%2Fscience%2Felectromagnetic-radiation&utm_campaign=aga&utm_source=agsadl2%2Csh%2Ffx%2Fgs%2Fm2

/3/ Elektromagnetische Strahlung <https://g.co/kgs/h7KzkT3>

//4/ WHO, IARC.

Ayrıca:

- Federal Radyasyondan Korunma Dairesi (BfS) Raporları
- ICNIRP Kılavuzları
- EM-SAFETY (AB Projesi) Bulguları
- Üsküdar Üniversitesi Araştırmaları
- Otomotiv Üreticilerinin Teknik Dokümanlar