

Yapı Malzemelerinin Mikrodalga Frekans Bölgesi için Dielektrik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Ekran Etkinliğinin Analizi

Mehmet ÇAKIR, N. Uğur KOÇKAL*, Şükrü Özen, Selçuk HELHEL, Atalay KOCAKUŞAK
Akdeniz Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Antalya
mehmetcakir@akdeniz.edu.tr, sukruozen@akdeniz.edu.tr, selcuhelhel@akdeniz.edu.tr,
atalaykocakusak@gmail.com

Akdeniz Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Antalya
nukockal@akdeniz.edu.tr

Özet: Son yıllarda hızla gelişen elektrik-elektronik ve haberleşme teknolojisi sayesinde elektromanyetik dalgaların kullanımı günden güne artmaktadır. Bundan dolayı elektromanyetik dalgaların insanlar üzerindeki biyolojik etkileri tartışılmaya başlanmıştır. Ekranlama elektromanyetik dalgalara karşı koruma ve kontrol için temel yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada, yapı malzemelerinin ekranlama özellikleri araştırılmış olup, 4.9-7.05 GHz frekans aralığında farklı malzeme tiplerinin ekranlama karakteristikleri ve malzemelerin elektriksel özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada, %60 demir partikülü içeren numune referans numuneye göre 14 dB'lik daha fazla ekranlama sağlamıştır.

Abstract: Use of electromagnetic waves has been increasing day by day thanks to rapidly growing electronics and communication technology in recent years. Therefore, the biological effects of electromagnetic waves on humans has been discussed. Shielding is one of the main methods to control and protection against electromagnetic wave. In this study, shielding and electrical properties of different types construction materials has investigated in the 4.9 GHz - 7.05 GHz frequency range. The sample containing 60% iron particles is more effective up to 14 dB than sample containing no metal additive.

1. Giriş

Elektromanyetik (EM) alanın insanlar üzerinde iki tür biyolojik etkisi olduğu bilinmektedir. Literatürde kablosuz haberleşme cihazların yaydığı EM alanın kısa vadede stres, uykusuzluk, migren, cilt problemleri, hafıza kaybı, kilo alım gibi rahatsızlıklar uzun vade de ise lösemi, beyin tümörü, kalp rahatsızlıkları, Parkinson, Alzheimer, kanser ile hamilelerde düşük riskinin artmasına neden olduğu iddia edilmekle beraber birçok epidemiyolojik ve deneysel çalışmaya konu olmuştur [1,2]. Çevremizi saran elektromanyetik dalgaların ekranlaması konusunda yapılan çalışmalar günümüzde yoğun olarak çalışılan bir konudur. Bu çalışmada içinde hiç bir metal katkı içermeyen referans yapı malzemesi numunesine kum yerine aynı hacimde değişik oranlarda çelik, krom ve demir partikülleri eklenerek yeni numuneler oluşturularak ekranlama etkinlikleri ve elektrisel özellikleri incelenmiştir. Dai ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada çelik partikülleri ekleyerek oluşturdukları beton numunesine 1-18 GHz aralığında en fazla 12 dB'lik bir ekranlama değerine ulaşmışlardır. Aynı numune 5 GHz noktasında 8 dB değerinde bir ekranlama etkinliği göstermiştir [3]. Xiuzhi Zhang ve arkadaşları 10mm kalınlığındaki bir numuneye %6 oranında SiO₂ ekleyerek yaptıkları çalışmada yaklaşık 6 GHz noktasında 5 dB'lik bir ekranlama etkinliği oluşturmuştur[4].

2. Elektromanyetik Ekranlama ve Maddenin Dielektrik Sabiti

Ekranlama; kart, devre ya da cihaz düzeyinde iki ortamı birbirinden elektromanyetik alanda izole etmek olarak tanımlanabilir [5]. Ekranlama Etkinliği, (SE, Shielding effectiveness), kaynak ile elektronik sistem arasında ekran yokken var olan alan şiddetinin, ekran varken oluşan alan şiddetine oranına denir ve desibel (dB) olarak ifade edilir. Ekranlama etkinliği ne kadar yüksek olursa ekranlamanın da o kadar iyi olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Ekranlamada, elektromanyetik dalganın zayıflatılması üç aşamada gerçekleşir. Bunlar; Yansıma (R_{dB}), soğrulma (yutma) (A_{dB}), çoklu yansımalarıdır (M_{dB}). Ekranlama Etkinliği (SE), bu üç aşamadaki ekranlama etkinliği değerlerinin toplanması ile elde edilir [6, 7].

$$R_{dB} = 10 \log(1 - 10^{S_{11}/10}) \quad (1)$$

$$A_{dB} = 10 \log \left(\frac{10^{S_{21}/10}}{1 - 10^{S_{11}/10}} \right) \quad (2)$$

$$SE_{dB} = R_{dB} + M_{dB} + A_{dB} \quad (3)$$

Bir maddelerin yapısındaki elektronlar serbest halde değildirler yani yalıtıkandırlar. Diğer bir ifadeyle özdirençleri çok yüksektir, bu yüzden elektrik akımını iletmezler ya da çok az iletirler. İletkenlerde olduğu gibi elektrik akımını ileten gezici serbest elektronları yoktur. Uygulanan elektriksel alandan etkilenecek kutuplaşma özelliği taşırlar. Bu elektronik kutuplaşma tüm dielektrik malzemelerde görülür ve maddelerin uygulanan elektrik alanla etkileşimi sonucu kutuplaşması farklı farklıdır. Bu etkileşim dielektrik sabiti ile karakterize edilmiştir (8).

$$X = \frac{S_{11}^2 - S_{21}^2 + 1}{2S_{11}} \quad (4)$$

$$\Gamma = X \pm \sqrt{X^2 - 1} \quad (5)$$

$$\Gamma = \frac{S_{11} + S_{21} - \Gamma}{1 - (S_{11} + S_{21})\Gamma} \quad (6)$$

$$\epsilon_r = \frac{\lambda_0^2}{\mu_r} \left(\frac{1}{\lambda_c^2} - \left[\frac{1}{2\pi L} \ln \left(\frac{1}{\Gamma} \right) \right]^2 \right) \quad (7)$$

$$\epsilon_r = \epsilon_r' + j\epsilon_r'' \quad (8)$$

Burada ϵ_r malzemenin bağıl dielektrik sabitidir. ϵ_r' reel, ϵ_r'' ise sanal bileşeni ifade etmektedir [8].

Materyal ve Yöntem

EM dalga ekranlama karakteristiği ve dielektrik sabiti test edilen yapı malzemelerinin numuneleri Akdeniz Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Malzeme Laboratuvarında hazırlanmıştır. Malzeme içerisine farklı oranlarda krom, çelik ve demir partikülleri karıştırılarak hazırlanan numuneler için dielektrik parametre ve ekranlama etkinliği ölçümleri Akdeniz Üniversitesi Endüstriyel ve Medikal Uygulamalar Mikrodalga Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (EMUMAM) yapılmıştır. Ölçümlerde kullanılan düzenek Şekil.1'de sunulmuştur.



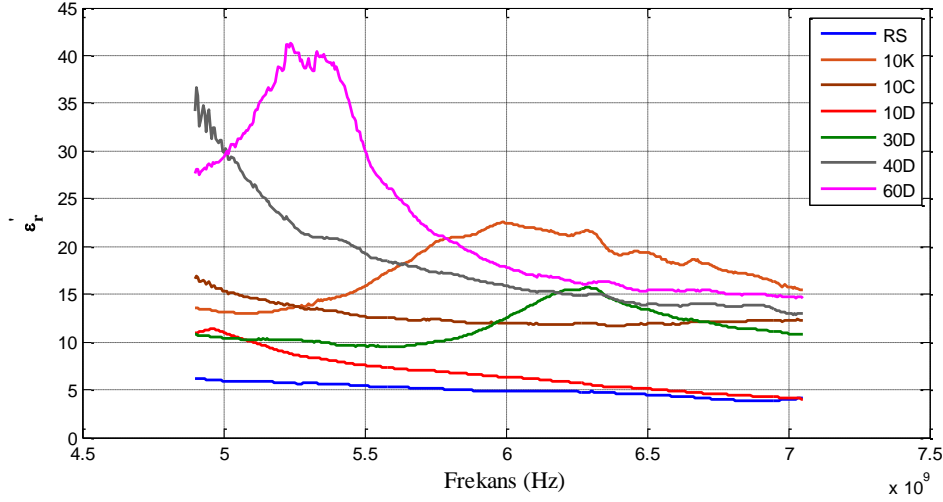
Şekil 1. Ölçüm Düzenegi.

Hazırlanan numuneler F-bandına (4.9 GHz -7.05 GHz) uygun ölçülerde yapılan numune tutucuyu tam dolduracak şekilde 0.386 x 20.193 mm. ölçülerinde ve 7.6 mm. kalınlığında yapılmıştır. Ölçümler F-bandında 401 noktada yaklaşık olarak 5.36 MHz adım aralıklarıyla yapılmıştır. Referans (RS) numunesinde kullanılan kumun yerine hacimsel olarak sırasıyla %10 krom (10K), %10 çelik (10C), %10 demir (10D), %30 demir (30D), %40 demir (40D) ve %60 demir (60D) partitülleri eklenerek 7 ayrı numune oluşturulmuştur. Cihazın kalibrasyonu yapıldıktan sonra referans olarak havanın dielektrik sabiti ölçülmüş ve kalibrasyon için referans alınmıştır. Numunelerin dielektrik sabitlerinin grafiği şekil 2'de sunulmuştur. Şekil 3'te de numunelerin 4.90 GHz – 7.05 GHz aralığındaki toplam ekranlama değerleri sunulmuştur.

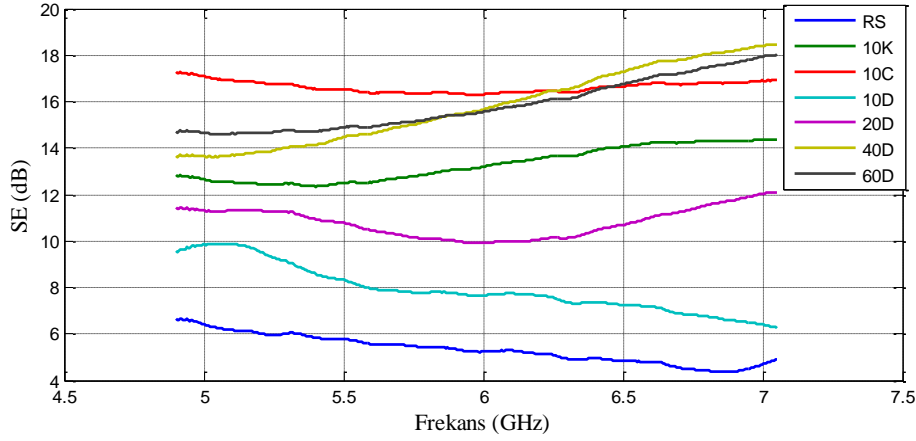
3. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada hiç bir metal katkı maddesi içermeyen numuneye değişik oranlara ve değişik metal partikülleri eklenerek elektriksel özellikleri ve ekranlama etkinlikleri değerlendirilmiştir. Atık metal partikülleri kullanılarak yaklaşık olarak 13 dB'lik daha fazla ekranlama sağlanmıştır. Atık metal partiküllerinden hazırlanan numuneler

kreş, okul ya da evlerde yatak odası, çocuk odası gibi yerlerde kaplama olarak kullanılarak istenmeyen elektromanyetik dalgaların ekranlanması sağlanabilir.



Şekil 2. Numunelerin Dielektrik sabitlerinin frekansa bağlı değişimi



Şekil 3. Numunelerin ekranlama etkinliğinin frekansa grafiği

Kaynaklar

- [1]. Sukru Ozen, Low-Frequency Transient Electric and Magnetic Fields Coupling to Child Body, Radiation Protection Dosimetry, 128(1):62-7, 2008.
- [2]. Warren H.G., Prevatt A.A, Daly KA, Antonelli PJ., Cellular Telephone Use and Risk of Intratemporal Facial Nerve Tumor. Laryngoscope, 113(4), 663-7, 2003.
- [3] Dai, Y., Lu. C., Ni, Y. and Xu, Z. "Radar-wave absorbing property of cement-based composite doped with steel slag", J. Chin. Ceram. Soc., 37, 2097-2101, (2009).
- [4] Xiuzhi Z., Guodong Z., Yu Z., Zonghui Z., Influence of Silica Fume on the Reflectivity and Transmission Efficiency of Cement-Based Materials, Journal of Applied Mathematics and Physics, 2014, 2, 843-847
- [5]. Sevgi L., Elektromanyetik uyumluluk elektromanyetik kirlilik EMO İstanbul Tübitak-Mam Teknolojik işbirliği dergisi, Nisan 2000.
- [6]. P.Deniz Tosun, Sukru Ozen, Selcuk Helhel, Shielding Effectiveness of Plasma Coated Multi-layered fields, Progress in Electromagnetics Research Symposium, PIERS, 12-15 ağustos, 2013.
- [7]O.Polat, S.Çömlekçi, Ş.Özen, Ahmet Y. Tesneli, "Tek kat ekranın eşdeğer devre modeli benzetimi ile ekran verimliliğinin karşılaştırılması", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:7, Sayı:2, Sayfa:224-228, 2003.
- [8]. Özen Ş., Kurnaz O., Helhel S., Yörük Y.E., "Deve Tabanı Bitkisi Yaprağının Nem Oranına Göre Elektriksel Özellikleri", Elektrik - Elektronik Ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, ELECO , BURSA, TÜRKİYE, 20 Kasım - 1 Aralık 2012, ss.1-3