

ELEKTROMANYETİK GİRİŞİM VE EKRANLAMA ANALİZİ

Arif DOLMA, Bahri ERTEN
Kocaeli Üniversitesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Kocaeli
adolma@kou.edu.tr, bahri.erten@hotmail.com

Özet: Bu çalışmada elektromanyetik girişim sonucu cihazlar üzerinde meydana gelen olumsuz etkileri önlemek için kullanılan elektromanyetik girişimden korunma yöntemlerinden biri olan ekranlama ile ilgili tasarımlar yapıldı. Bu tasarımlar için HFSS programı kullanıldı. HFSS programı ile tasarlanan üzerinde açıklıklar bulunan kapalı ortamlara elektriksel ekranlama yapıldı ve uygulanan ekranlama ile istenilen sonucun alınıp alınmadığını gözlemek için ekranlama etkinliği SE (shielding effectiveness) değeri elde edildi. Tasarımlar üzerindeki açıklıkların sayılarını, aralarındaki mesafelerini, bulundukları yüzeyleri ve uygulanan kaynağın polarizasyonu değiştirilerek elde edilen ekranlama etkinliği değerleri incelendi.

1. Giriş

Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle elektronik cihazlar yaşamımızın vazgeçilemezleri haline gelmiştir. Bunlara örnek olarak cep telefonu, bilgisayar, tv, radyo örnekleri verilebilir. Günlük yaşamda kullanılan cihazlar belli bir frekans bölgesinde istenen veya istenmeyen işaretler üretirler. Bunun sonucunda cihazlar hem birbirleri üzerinde hem de canlılar üzerinde etkiye bulunurlar. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için cihazların uzman kuruluşlar tarafından belirlenen sınır değerlere göre en iyi şekilde tasarlanıp gerekli testlerden geçmeleri gerekmektedir.

Elektromanyetik uyumluluk (EMC), cihaz ve sistemlerin hedeflenmiş çalışma koşullarında olumsuz şekilde diğer sistemlerden etkilenmeden veya diğer sistemleri etkilemeden çalışabilme yeteneğidir[2].

Haber taşıyan elektromanyetik işaretlerin başka haber taşıyan elektromanyetik işaretlere karışmasına elektromanyetik girişim (EMI) denir. Elektromanyetik girişimin oluşması için elektromanyetik girişim kaynağı, alıcı ve alıcı ile kaynak arasındaki iletim ortamı olmalıdır.

Aynı ortamda çalışacak cihazların birbirini etkilememesi için testler uygulanmaktadır. Bu testler bağışıklık ve yayılım olmak üzere 2 ana başlık altındadır. Yayılım cihazın neden olduğu elektromanyetik girişim değerlerini belirler. Bağışıklık ise cihazın elektromanyetik girişime maruz kalmasına rağmen görevini yerine getirip getirmediğini inceler. Hem yayılım hem de bağışıklık iletim ve ışıma yolları ile olmaktadır. Cihazların birbirini en az zararı vermesi için cihazlara ekranlama, topraklama, kablo ve konektör ve de filtre gibi koruma yöntemleri uygulanır.

İşinim yoluyla yayılım ölçümleri 30 Mhz üstü frekanslarda yapılır[9]. Bu ölçümler ekranlı oda, yansız oda ve açık alan gibi yüksek maliyet gerektiren ortamlarda yapılacağı gibi CST ve HFSS gibi simülasyon programlarında da yapılabilirler.

Bu çalışmada elektromanyetik girişim sonucu cihazlar üzerinde meydana gelen olumsuz etkileri önlemek için kullanılan elektromanyetik girişimden korunma yöntemlerinden biri olan ekranlama ile ilgili tasarımlar yapıldı. Bu tasarımlar HFSS programı kullanılarak yapıldı.

HFSS programı ile tasarlanan üzerinde açıklıklar bulunan kapalı ortamlara elektriksel ekranlama yapıldı. Uygulanan ekranlama ile istenilen sonucun alınıp alınmadığını gözlemek için ekranlama etkinliği SE (shielding effectiveness) değeri elde edildi. Tasarımlar üzerindeki açıklıkların sayılarını, aralarındaki mesafelerini, bulundukları yüzeyleri ve uygulanan kaynağın polarizasyonu değiştirilerek elde edilen ekranlama etkinliği değerleri incelendi.

2. Ekranlama

EMC test ve ölçülerinde önemli sorunlardan birisi istenmeyen girişim kaynağının test edilen cihaz olduğunu garanti etmektir. Yani cihazı test süresince diğer etkilere izole etmek gerekir. Ayrıca, karmaşık devrelerin bir arada çalışması için de çoğunlukla devre elemanları arasında izolasyon gerekir. Bu izolasyonu sağlamak ekranlama ile olasıdır[5].

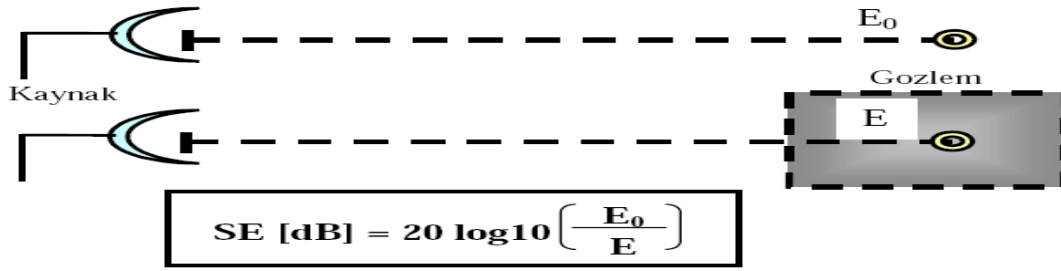
Elektromanyetik girişimi ekranlama, elektromanyetik dalganın bir materyal tarafından soğurulması veya yansıtılması, dolayısıyla dalganın içeri girmesine engel olunmasıdır. Günümüzde elektronik cihazlar sosyal yaşamdaki rolünün artması ve yayının kaynaklarındaki hızlı gelişim EMC sorunlarının giderilmesinde ekranlamayı stratejik açıdan önemli hale getirmiştir. EMC problemlerinde iki tip girişim kaynağı söz konusudur; elektrik dipolu gibi davranan kaynaklar, manyetik dipol gibi davranan kaynaklar. Elektrik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında elektriksel ekranlama, manyetik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında manyetik ekranlama gereklidir[8]. Elektriksel ekranlama için mükemmel iletken duvarlar kullanılırken, manyetik ekranlama ferro-manyetik malzemelerden oluşan filtrelerle sağlanır[7].

Sonuç olarak bir ekranlamanın EMC performansı, kullanılan malzemelerin özelliklerine, çalışma frekansına ve dikkate alınan kaynaklara bağlıdır. Ancak, pratikte; Girişim kaynağına göre ekranın konumu, Farklı ekran parçalarının arasındaki bağlantılar, Ekran üzerindeki delikler ve boşluklar ve benzeri başka etkenler de baskın rol oynar[9].

3. Ekranlama Etkinliği

Ekranlama Etkinliği, (SE, Shielding effectiveness), kaynak ile elektronik sistem arasında ekran yokken var olan alan şiddetinin, ekran varken oluşan alan şiddetine desibel (dB) olarak oranına denir.

Ekranlama etkinliği ne kadar yüksek olursa ekranlamanın da o kadar iyi olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Ekranlama etkinliğinin negatif olmasına ise çınlama (rezonans) denir. çınlama ekranlama bir yana işaretin kuvvetlenmesi anlamına gelmektedir[6].



Şekil 1: Ekranlama Etkinliği [1]

4. HFSS’de Modelleme ve SE Sonuçları

Kaynak ve gözlem noktalarında kullanılan verici ve alıcı dipol antenlerin çalışma frekansları 0.9 GHz olacak şekilde tasarlandı. Alıcı dipol anten ekranlı kutunun tam ortasında bulunmaktadır. Şekil 2’de Alıcı ve Verici Dipol Antenlerin Görünümü ve Tasarımı tamamlanmış model görülmektedir. İlk tasarımda tek yarıklı ekranlı ve ekransız kapalı ortamların tasarımı yapılarak emisyon değerleri elde edildi. Emisyon değerleri kaynaktan 1m uzaklığında bulunan gözlem noktasından elde edilmiştir. Elde edilen emisyon değerlerinde gerekli düzenlemeler yapılarak SE değerleri bulundu. Sonraki tasarımlarda yarık sayısı, yarık yüzeyleri, yarıklar arasındaki mesafeler ve uygulanan kaynağın polarizasyonu değiştirilerek elde edilen SE değerleri incelendi.

$$C = \lambda \cdot f \quad (1)$$

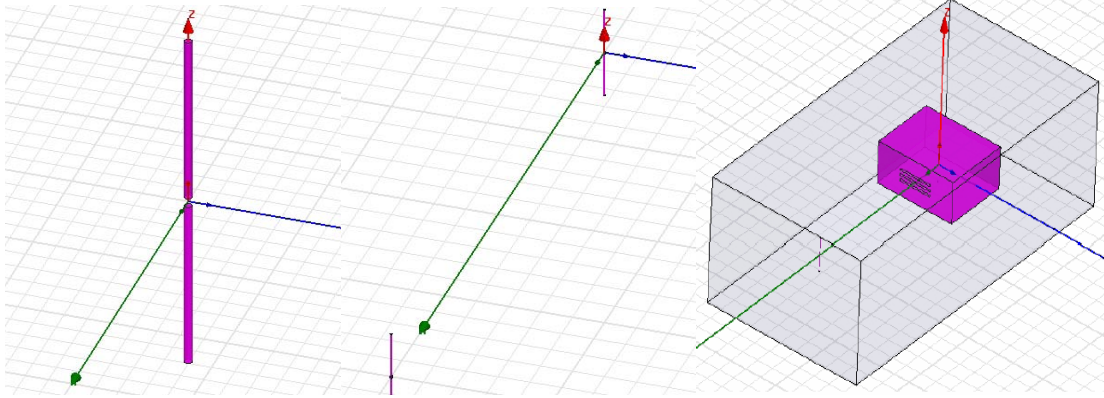
$$\text{Uzunluk} = 0,95 \frac{\lambda}{4} - 0,05 \frac{\lambda}{8} \quad (2)$$

$$\text{yarıçap} = \frac{\lambda}{200} \quad (3)$$

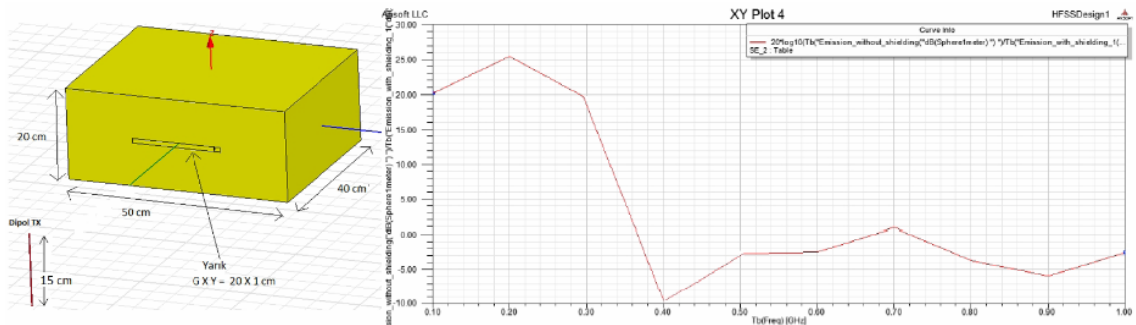
Dipol antenlerin uyarılma noktalarının boyutları;

$$Z \text{ uzunluğu} = 0,05 \frac{\lambda}{4} \quad (4)$$

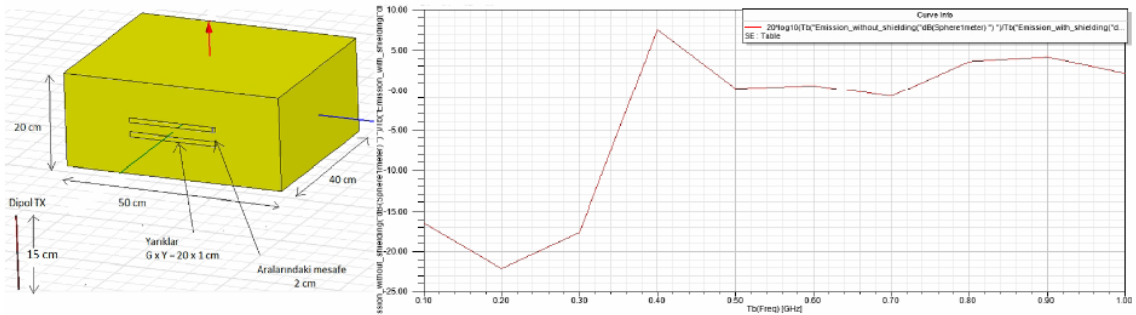
$$Y \text{ uzunluğu} = 2 \frac{\lambda}{200} \quad (5)$$



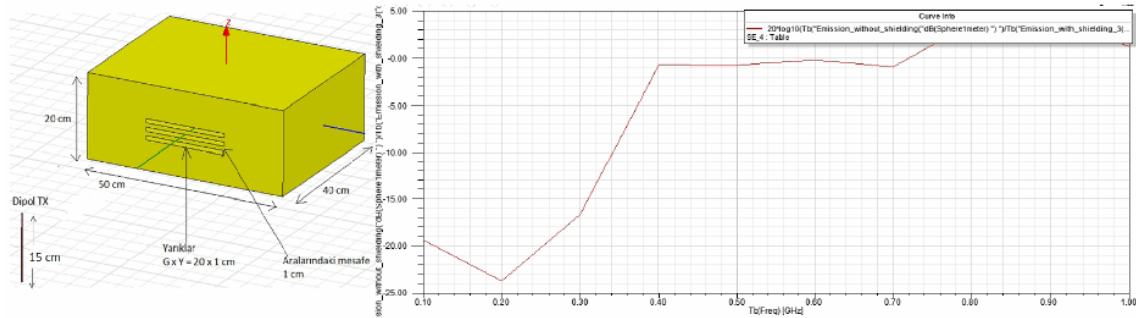
Şekil 2: Alıcı ve Verici Dipol Antenlerin Görünümü ve Tasarımı tamamlanmış model



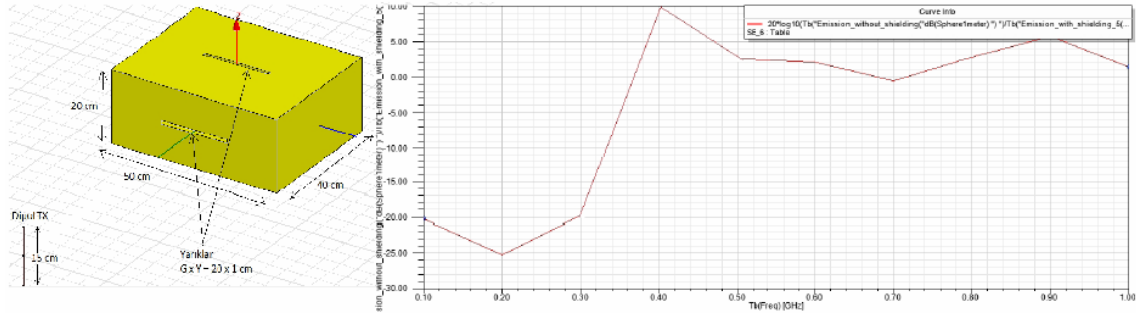
Şekil 3: Tek yarık ile ekranlama analizi



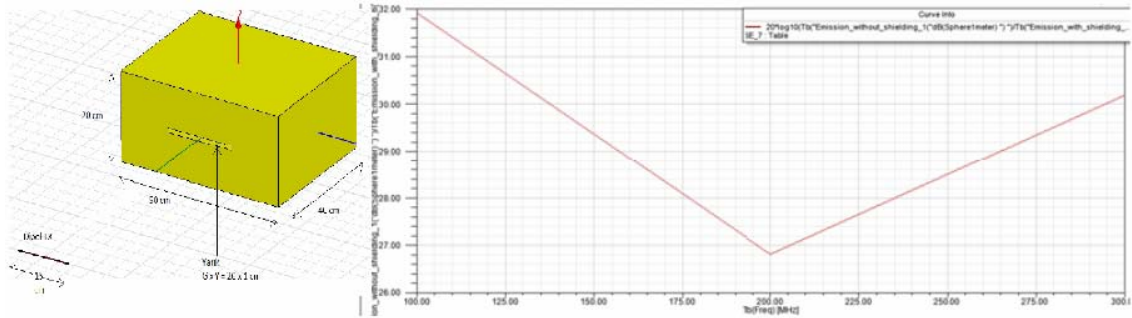
Şekil 4: Aynı yüzeyde bulunan çift yarık ile ekranlama analizi



Şekil 5: Üç yarık ile ekranlama analizi



Şekil 6: Farklı yüzeylerde bulunan çift yarık ile ekranlama analizi



Şekil 7: Yatay polarizasyonlu kaynak ile tek yarıklı kutuda ekranlama analizi

5. Sonuç

Şekil 4' deki ekranlama etkinliği değeri 5'deki ekranlama değerinden yüksektir. Görüldüğü gibi kutunun aynı yüzeyindeki sabit boyuttaki yarıkların sayısının artması ekranlama etkinliğini azaltmaktadır. Şekil 4 ve Şekil 6 grafiklerinde görüldüğü gibi yarıklar kutunun farklı yüzeylerindeyken elde edilen ekranlama etkinliği, yarıklar kutunun aynı yüzeyindeyken elde edilen ekranlama etkinliğinden daha yüksektir. Şekil 3 ve Şekil 7 grafiklerinde birbirinin aynısı olan kutulara düşey polarizasyonlu kaynak uygulanınca elde edilen ekranlama etkinliği, yatay polarizasyonlu kaynak uygulanınca elde edilen ekranlama etkinliğinden daha düşük olmaktadır.

Sonuç olarak tasarlanan modellerin frekansla ekranlama etkinliği değişimi önceden fikir yürütülemeyecek kadar karmaşıktır. Yarık sayısının artması veya yerlerinin değişmesi ekranlama etkinliğinin artmasına neden olabileceği gibi azalmasına da neden olabilir. Ama yapılan tasarımları göz önünde bulundurarak yarıkların sayısının artması ekranlama etkinliğini azaltır. Yarıkların farklı yüzeyler de bulunması ekranlama etkinliğini artırır. Ayrıca kaynağı yatay polarizasyonlu olarak uygulamak ekranlama etkinliğini artırır.

6. Kaynaklar

- [1] Sevgi, L., "Elektromagnetik Problemler ve Sayısal Yöntemler", Raytheon Systems Canada Limited, Waterloo Ontario, Canada, (1999)
- [2] Sevgi, L., "Elektromanyetik Uyumluluk" ETMD, Türkiye, (2002)
- [3] El Mrabet, O., "High Frequency Structure Simulator (HFSS) Tutorial", Rennes, France, (2005-2006)
- [4] Üstüner, F., "Elektromanyetik Girişim ve Uyumluluk", Tubitak Ulusal Metroloji Enstitüsü, Türkiye, (2011)
- [5] Paul, R. C., "Introduction to Electromagnetic Compatibility", Second Edition, John Wiley & Sons, Canada, (2006)
- [6] Ott, H. W., "Noise reduction techniques in electronic systems", Wiley-Interscience, (1988)
- [7] Williams, T., "EMC for Product Designers", Newnes, London, England, (2007)
- [8] Sevgi, L., "EMC ve Korunma yöntemleri", Endüstriyel & Otomasyon Dergisi Şubat Sayısı, Türkiye, (2004)
- [9] Weston, A. D., "Electromagnetic Compatibility- Principles and Applications", Markel Dekker Inc., Canada, (1991)