

AMACA UYGUN OLARAK YANSIMA VE İLETİM KARAKTERİSTİKLERİ DEĞİŞTİRİLEBİLEN YAPISAL YÜZEY MALZEMESİ TASARIMI

ÖZET

Kablosuz iletişim sistemleri günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sınırlı sayıdaki frekans bantlarının yoğun kullanımı sebepleriyle kapalı ortamlardaki birçok haberleşme sistemi aynı frekans bandını kullanmak zorunda kalmış ve sistemler arası girişim önemli bir problem haline gelmiştir. Kablosuz sinyallerin istenmeyen mesafelere iletimi de bilgi güvenliğinin sağlanması açısından önemli bir problem olmaktadır. Gelişmiş işaret işleme teknikleri ve anten tasarımları ile bu problemler çözülmeye çalışılmaktadır. Bütün bu sorunların çözümü ile ilgili önemli bir yaklaşım tarzı kablosuz ağların birbirlerinden izole edilmeleridir. Kablosuz ağların birbirlerinden izolasyonları ise binaların iç ve dış yüzeylerinin istenmeyen işaretleri engelleyen, istenilen işaretleri geçiren frekans seçici filtreye dönüştürülmeleri ile gerçekleşebilmektedir.

Dielektrik ortam üzerine yerleştirilmiş periyodik iletken yama veya açıklık dizileri frekansa göre değişen yansıma ve iletim özellikleri göstermekte ve frekans seçici yüzeyler (FSY) olarak adlandırılmaktadırlar. Anten ve mikrodalga alanlarında birçok uygulamaları bulunmaktadır. Çok bantlı mikrodalga antenler, radomlar, dalga kılavuzu uygulamaları, yansıtıcı antenler, yapay manyetik iletkenler, demet bölücüler, emici yüzey tasarımları vs. bu uygulamalara örnek olarak verilebilir. Son yıllarda kablosuz haberleşme sistemlerinde görülen girişim, güvenlik, işaret güç seviyesi problemlerine sunduğu çözümler dolayısıyla incelenmektedirler.

2.4 GHz (2.4–2.4835 GHz) ve 5.8 GHz ISM (5.725–5.850 GHz) serbest frekans bantları bina içi kablosuz iletişimlerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Gelecekte bina içlerindeki bütün elektrikli ev aletlerinin, haberleşme ve kontrol sistemlerinin bu frekans bantlarını kullanmaları öngörülmektedir. Haberleşme teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, iletim ortamlarının yapısının ve kullanıcı taleplerinin zamanla değişebilmesi FSY'lerin davranışlarının da amaca uygun olarak değiştirilebilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu sebeple, tez çalışmasında 2.4 GHz ve 5.8 GHz ISM kablosuz haberleşme frekansları bantları iletiminin amaca uygun kontrol edilebilmesi hedeflenmiştir. Tasarlanan yüzey malzemesinin amaca uygun olarak değiştirilebilen dört farklı frekans karakteristiğine sahip olması öngörülmüştür: 2.45 GHz ve 5.8 GHz ISM bantlarının her ikisinin de durdurulması veya iletilmesi, 2.45 GHz ISM bandının durdurarak 5.8 GHz ISM bandının iletilmesi ve 2.45 GHz ISM bandı iletilirken 5.8 GHz ISM bandının durdurulması. Hedeflenen frekans bantları durdurulduğunda yüzey malzemesinin iletim katsayısının minimum -10 dB olması hedeflenmiştir.

Tez çalışmalarında FSY geometrileri araştırılarak FSY geometrilerin frekans cevaplarını etkileyen etmenler belirlenmiştir. Eşdeğer devre yönteminin kullanılması ile FSY parametrelerinin yüzeyin frekans cevabı üzerindeki etkileri belirlenmiş ve tasarımlar bu bilgilerin ışığında şekillendirilmişlerdir. Yüzeylerin benzetimleri Ansoft HFSS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. FSY'lerin eniyilemesi eşdeğer devre yönteminden elde edilen bilgiler doğrultusunda HFSS programının parametrik analiz özelliği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tez süresince gerçekleştirilen tasarımlar ile on dört farklı tasarım gerçekleştirilmiştir. Bu tasarımlardan beş tanesi dergilere yayınlanmak üzere gönderilmiş, dört tanesi kabul almış diğer bir tanesinin hakem süreçleri devam etmektedir. İki yeni çalışma gönderilmek üzere dergilere hazırlanmaktadır. Ayrıca, konu ile ilgili konferanslara da katılım sağlanarak dört farklı çalışma buralarda anlatılmıştır. FSY'lerin tasarım aşamalarında karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri aşağıda özetlenmiştir:

Birden fazla durdurma bandına sahip FSY tasarımlarında, birim hücrede bulunan ve durdurma bantlarını belirleyen geometriler arasındaki girişim eniyileme aşamasını zorlaştırmakta, hatta başarısız olmasına bile yol açabilmektedir. Sorunun çözümü için proje çalışmalarında üç farklı öneri getirilmiştir.

Birinci öneride girişim etkisini kontrol edebilmek için aynı parametre değerlerine sahip benzer geometriler farklı katmanlara yerleştirilmiştir. Her bir katman ayrı bir frekans bandını durdurmaktadır. Geometrilerin benzer olması özellikle farklı geliş açılarında ortaya çıkabilecek beklenmeyen sonuçların ihtimali azaltmaktadır.

Girişim etkisi uzaklığın karesi ile orantılı olarak azaldığından girişim etkisini kontrol edebilmek için ikinci öneride iç içe geçmiş geometrilerden yararlanılmıştır. Kare döngü, dairesel döngü veya dört bacaklı yüklü geometriler gibi özel geometriler seçilerek iç içe geçen geometriler arasındaki mesafe sabit yapılmıştır. İç içe geçmiş geometriler arasındaki mesafe büyük tutularak girişim etkisi minimize edilmiştir.

Çok bantlı FSY tasarımlarında ortaya konan üçüncü öneri geometriler üzerinde girintiler oluşturma tekniğidir. Böylece geometrilerin eşdeğer kapasite değerleri değişmeden, eşdeğer endüktans değerleri değiştirilerek FSY'in rezonansı değiştirilebilmektedir. Girintiler geometriler üzerinde uygun yerlerde oluşturularak girişimin rezonans frekansı üzerine olan etkisi minimize edilmiştir.

Günümüzde haberleşme teknolojilerindeki hızlı gelişmeler FSY'lerin birden fazla frekans karakteristiğine sahip olması ve amaca uygun frekans karakteristiğinin seçilebilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Tasarlanan yüzeylere gelen 2.45 GHz ve 5.8 GHz frekans ISM bant frekanslarındaki elektromagnetik dalgaların isteğe bağlı olarak durdurulabilmesi veya geçirilebilmesi için FSY geometrilerinin içine varaktör veya PIN diyotlar yerleştirilmiştir. Yüzeylerin anahtarlama ve kaydırma performanslarının artırılabilmesi için de tez çalışmalarında yeni bir öneri getirilmiştir. Öneriye göre diyotlar periyodik iletken geometriler üzerinde yük yoğunluğunun maksimum olduğu konumlara yerleştirilmelidirler.

Aktif FSY tasarımlarında her bir bandın iletim veya durdurma modları arasında değiştirilmesi diğer bandın frekans davranışını olumsuz olarak etkilemektedir. Karşılaşılan bu problemin çözümünde, çift bantlı pasif FSY geometrileri tasarımlarında geliştirilen ve durdurma bantlarının birbirlerine olan etkisini minimuma indiren yöntemler aktif FSY tasarımlarında kullanılmıştır.

Varaktör diyotların eşdeğer kapasite değerlerinin yüksek olması aktif FSY tasarımlarının durdurma bant genişlikleri oldukça arttırmaktadır. Eşdeğer kapasite değeri düşük olan varaktör diyotların fiyatları oldukça yüksek olmaktadır. Bu durum, aktif FSY maliyetlerini oldukça yüksek değerlere çekebilmektedir. Tez çalışmalarında yeni bir öneri getirilmiş ve uygun değerli endüktanslar varaktör diyotlara seri bağlanarak aktif FSY'lerin durdurma bantları oldukça daraltılmıştır.