

# KABLOSUZ İLETİŞİM

## YENİ YAKLAŞIMLAR

Yrd. Doç. Dr. Serhat ERKÜÇÜK

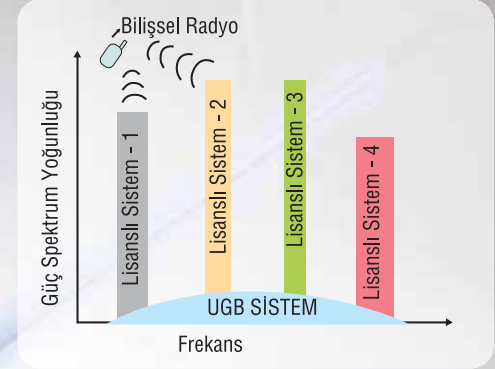
*Khas öğretim üyesi*

“Eşinizle birlikte akşam yemeğinde arkadaşlarınızla buluşmak üzere bir restorana gitmektesiniz. İstanbul'un yoğun trafiğinden ve korna seslerinden kendinizi soyutlamak için radyonuzu yüksek seste dinlemekte, diğer taraftan da ilk kez gideceğiniz restoranın yolunu aracınızdaki GPS cihazından takip etmektesiniz. Bu sırada eşiniz yan koltukta dizüstü bilgisayarında e-postalarını kontrol etmekte ve ertesi sabah olan toplantının gündem maddelerini belirleyip iş arkadaşlarına göndermekle meşguldür. Birden telefonunuz çalar. Arayan kişi akşam yemeği için buluşacağınız arkadaşınızdır. Size yemek için biraz geç kalacaklarını söyler.”

Günümüzün yaygın olarak kullanılan kablosuz iletişim sistemleri diğer sistemlere girişim yaratmadan aynı anda çalışabilme prensibi üzerine tasarlanmıştır. Bunu gözünüzde yukarıdaki örnekle canlandırabilirsiniz. Bu örnekte dikkat edilmesi gereken nokta şudur. Radyo, GPS, dizüstü bilgisayar ve cep telefonu birbirlerine herhangi bir girişim yaratmadan aynı anda kullanılabilir. Bunun nedeni her sistemin kendine ait bir frekans bandı olması ve bu bant dışında iletişim gerçekleştirememesidir. Diğer bir deyişle FM radyolar, GPS sistemleri, dizüstü bilgisayarları ve cep telefonları (ve benzer iletişim sistemleri) kendilerine ait lisanslı frekans bantlarında, kendilerine özgü veri iletim teknikleri kullanarak iletişim gerçekleştirmeleri prensibiyle tasarlanmıştır.

Devre tasarım teknolojisinin gelişmesi ve yeni iletişim teknolojilerine ihtiyaç duyulması nedeniyle son yıllarda birçok yeni lisanslı kablosuz iletişim sistemi ticari hale gelmiştir. Bunlara, en son olarak adını yeni duymaya başladığımız Wi-Fi ve WiMAX teknolojilerini örnek olarak gösterebiliriz. Bu tür yeni sistemlerin artmasıyla spektrumda daha fazla frekans bandı kullanılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla gelecekte tasarlanacak iletişim sistemleri için kullanılabilir frekans bantlarının sayısı gittikçe azalmakta ve alternatif iletişim tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç üzerine yakın zamanda iki yeni iletişim sistemi ortaya çıkmıştır: ‘Ultra-Genişbantlı (UGB) sistemler ve bilişsel radyolar.’ Bu iki sistemin ortak özelliği lisanslı frekans bantlarını kullanmak yerine, spektrumu daha verimli kullanabilmeleri amacıyla frekans bantlarını lisanssız olarak fırsatçı bir şekilde kullanmalarıdır. Günümüzde lisanslı sistemlerle ticari hale getirilmesi düşünülen lisanssız sistemlerin spektrumu ortak olarak kullanmaları şekildeki gibi gösterilebilir. Buna göre lisanslı sistemler ayrı frekans bantlarında çalışırken, UGB sistemler geniş frekans bandında lisanslı sistemlere oldukça az girişim

yaratacak düzeyde düşük güçle veri iletimi gerçekleştirir. Bilişsel radyolar ise lisanslı sistemlerin bantlarını dinleyerek kullanımda olmayan lisanslı bir bandı kullanır. Bu tür sistemlerin lisanslı sistemlerle birlikte kullanılmasına olanak sağlamak için gerek ülkemizde, gerekse yurtdışında birçok mühendis ve araştırmacı sistemlerin uyum ve kurulabilirlik analizlerini yapmaktadır. Bu iki yeni iletişim sistemini daha yakından inceleyelim:



*Lisanslı ve lisanssız sistemlerin spektrum paylaşımı*

**Ultra-Genişbantlı (UGB) sistemler:** UGB sistemlerin yeni bir iletişim sistemi olarak önerilmesinin asıl amacı kısa mesafede daha hızlı veri iletimi gerçekleştirebilmek için olsa da, geniş spektruma yayılan düşük güç spektrum dağılımı kullanımdaki lisanslı sistemlerle aynı frekans bandını ortak olarak kullanmasına olanak sağlamıştır. UGB sistemlerle iletişim fikri ilk kez 2000 yılında M. Z. Win ve R. A. Scholtz tarafından ortaya konulmuştur. Buna göre iletişim saniyenin yaklaşık milyarda biri süreli (nano - saniye düzeyinde) dalgaların iletimi ile gerçekleştirilecek ve dalgaların kısa süreli olmasından ötürü çok yüksek veri hızlarına ulaşılabilecektir. Kısa

Bir iletişim sistemi 'bilinçli' olursa, çevresindeki frekans bantlarının uygunluğunu gözlemleyebilir, uygun olan bant veya bantları belirleyip ihtiyacına göre değişik veri hızlarında bu bantlarda iletişime geçebilir.

sürekli dalga iletiminin doğal sonucu olarak frekans bölgesinde GHz düzeyinde bant genişliği elde edilecektir. Önerilen çalışmanın ticarileşme potansiyelini gören ABD'deki Federal İletişim Komisyonu yaptığı çalışmalar sonucu UGB sistemlerin en az 500 MHz bant genişliğinde olmalarını öngörmüş, bu bant genişliği diğer ülkeler tarafından da kabul edilmiştir. Nano-saniye süreli dalga iletimi dışında en az 500 MHz bant kullanımı tanımına uyan bir diğer iletişim sistemi çok bantlı OFDM sistemleridir. Bu iki iletişim sistemi UGB sistemlerin standartlaşma ve ticarileşme aşamalarında uzunca süre değerlendirilmiş, birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Buna göre çok bantlı OFDM sistemler daha karmaşık alıcı yapısıyla daha yüksek veri hızlarına ulaşabilirken, kısa süreli dalgaların iletimi tekniği ise düşük maliyet ve uzun pil ömrü sağlamasından ötürü kablosuz sensör ağları için uygun bulunmuştur.

UGB sistemlerin ilk ticari uygulamalarını kablosuz USB (Wireless USB) adı altında piyasa sürülecek olan, 3 metrede 480Mbps'ye kadar, 10 metrede ise 110Mbps'ye kadar veri iletim hızı sağlaması hedeflenen cihazlarda göreceğiz. Bu cihazların ev ve ofisteki kablosuz cihazlar arasında yüksek veri hızında iletişim sağlaması bekleniyor. OFDM tabanlı bu cihazların beklenen uygulamaları olarak kablosuz bilgisayar ekranını, bilgisayarlar arası hızlı veri transferini, bilgisayar kullanmadan kablosuz USB'den doğrudan dijital resim çıktısı almayı ve evdeki tüm elektronik cihazların kablosuz olarak iletişimini düşünebiliriz. Nano-saniye süreli dalga iletimi ile elde edilen UGB teknolojisi ise Kablosuz Kişisel Alan Ağı standardı IEEE 802.15.4a'nın fiziksel katmanı olmuştur. Bu dalgaların alıcıda yüksek çözünürlüğü, sistemin uygun fiyatlı ve uzun pil ömürlü olması nedeniyle RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama) uygulamalarında kullanılması planlanmaktadır. Şimdilik ABD'de bazı hastanelerde değerli cihazların takibi ve bilgi güncellemesi için kullanılan sistem, ileride diğer RFID uygulamalarında (büyük mağazalarda etiket okuma ve yer belirleme vb.) ve bazı radar uygulamalarında (duvar arkası görüntüleme vb.) kullanılması beklenmektedir.

Uygulama alanlarından da anlaşılacağı üzere UGB sistemler kısa mesafede iletişim için kullanılmaktadır. Bunun en önemli nedeni, lisanslı sistemlerle aynı frekans bandını paylaşmalarıdır. Daha uzun mesafede iletişim için UGB sistemler iletim gücünü artırabilir, ancak bunun sonucunda lisanslı sistemlere olan girişim artacaktır. Özellikle Avrupa ve Uzak Doğu'daki Spektrum Düzenleme Kurulları bu konuyla ilgili endişelerini dile getirmişler, buna göre bazı frekans bantlarında UGB sistemlerin iletim gücünü azaltmalarını şart koşmuşlardır. Her ne kadar UGB sistemler ticarileşmeye başlasa da, lisanslı sistemlere olan girişimi azaltma, düşük güç tüketimli ve uygun fiyatlı UGB sistem tasarımı ve OFDM bazlı sistemlerde çok yüksek hızlara erişebilme konuları hâlâ popüler araştırma-geliştirme konuları olarak üniversitelerin ve teknoloji şirketlerinin ilgisini çekmektedir.

**Bilişsel Radyolar:** Kavramsal radyo veya akıllı radyo olarak da literatürde nitelendirilen bilişsel radyo (cognitive radio) fikri 1999 yılında J. Mitola tarafından doktora tezi çalışmaları sırasında ortaya konulmuş ve detaylı bir şekilde G.Q. Maguire ile birlikte yazdıkları makalede ilk kez açıklanmıştır. Mitola'ya göre spektrum günümüzde kullanılan sabit bantlı kablosuz lisanslı sistemlerle çok da verimli kullanılmamaktadır. Spektrum incelendiğinde güç spektrum yoğunluğu yere ve zamana göre değişmektedir. Örneğin gece vakti veya kırsal bir alanda spektrumdaki frekans bantlarının kullanımı daha seyrek. Böyle bir durumda, lisanslı bir sistem aktif olmadığına bile lisanssız bir sistem yine de o frekans bandını kullanmamaktadır. Bu da spektrumun aslında iyi bir şekilde kullanılmadığını gösterir. Oysa bir iletişim sistemi 'bilinçli' olursa, çevresindeki frekans bantlarının uygunluğunu gözlemleyebilir, uygun olan bant veya bantları belirleyip ihtiyacına göre değişik veri hızlarında bu bantlarda iletişime geçebilir. Bu prensibe uyan bilişsel radyoların birlikte çalıştığı bir ağ oluşturulursa, spektrum kullanımı çok daha verimli bir hale getirilebilir.

Bilişsel radyoların Kablosuz Bölgesel Alan Ağları kapsamında uzun mesafe iletişimi için kullanılması hedeflenmektedir. Buradaki en önemli konu, radyoların çalışma prensipleri belirlenirken lisanslı sistemlere girişim yaratmamasıdır. Hâlâ üzerinde çalışılan çok sayıda konu olduğu için bilişsel radyoların ticarileşmesinin UGB sistemlere göre çok daha uzun sürmesi beklenmektedir. Bu çalışma konuları şu şekilde sıralayabiliriz:

- (i) Spektrum sezme: Kullanılmayan frekans bantlarının doğru olarak algılanması.
- (ii) Spektrum yönetimi: İstenilen uygulama ve hizmet kalitesi için kullanılacak banda karar verilmesi.
- (iii) Spektrum hareketliği: Gerekliğinde daha uygun bir banda geçilmesi.
- (iv) Spektrum paylaşımı: Adil ve verimli spektrum kullanımı için diğer radyolarla ortama erişim kontrol protokollerinin belirlenmesi.

Bunlara ek olarak fiziksel katman özelliklerini belirlemek (veri iletim teknikleri, veri hızları vb.) de sistem gerçekleştirilmesi açısından önemlidir. Bu konularda hem üniversitelerde, hem de teknoloji şirketlerinde araştırma-geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Şu ana kadarki en kapsamlı ortak çalışma kullanılmayan televizyon bantlarının belirlenmesi üzerine kurulu ve yukarıda belirtilen spektrumla ilgili çalışma konularının dikkate alındığı Kablosuz Bölgesel Alan Ağı standardı IEEE 802.22'dir. Yakın zamanda son haline karar verilmesi beklenen standarttan sonra bilişsel radyolardan oluşan ağların zamanla ticari hale gelmesi beklenmektedir.

Bu yazımızda günümüzde kullanımda olan sabit frekans bandı kullanan lisanslı kablosuz iletişim sistemlerin tasarlanma prensibinden farklı şekilde tasarlanmış iki yeni iletişim sisteminden bahsettik. Yakın gelecekte bu sistemlerin ticarileşmesiyle bizleri çok daha renkli, dinamik ve dolu bir spektrum bekliyor.