

YAZILIM TABANLI RADYO

Yrd. Doç. Dr. Aktül Kavas
Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi - kavas@yildiz.edu.tr

1. Giriş

Haberleşme sektöründeki gelişmeye paralel olarak yazılım tabanlı radyo; frekans spektrumunun verimli kullanılması ve sistemlerin birlikte çalışabilirliği açısından radyo frekans haberleşmesindeki gelişmelerin odağı olmuştur. Telsiz haberleşme teknolojilerinin yaygınlaşması haberleşme sektöründe spektrum yönetimini vazgeçilmez kılmaktadır. Radyo frekans spektrumu için oluşan fazla talep nedeniyle frekans bantları birden fazla uygulama için kullanıma eğilimindedir. Gelişen teknolojilerle birlikte kıt kaynak olarak tanımlanan radyo frekans spektrumunun verimli

olarak kullanılabilmesi için frekans spektrumunun statik olarak paylaşılması yerine dinamik olarak paylaşılması “dinamik spektrum erişimi” önerilmektedir. [1]

Dinamik spektrum erişimi kullanan yazılım tabanlı radyo kapsamlı bir donanım platformu üzerinde koşan bir yazılımla modülasyon, demodülasyon, filtreleme, kodlama, haberleşme protokolleri, frekans seçimi vb işlemlerinin gerçekleştirildiği radyo haberleşme sistemi olarak tanımlanır. Yazılım tabanlı radyo teknolojisi, yazılım modüllerini DSP (sayısal işaret işlemcisi) veya genel amaçlı işlemcilerden oluşan kapsamlı donanım

platformu üzerinde çalıştığı ve radyo sinyallerinin alınması ve gönderilmesi işlemlerinin donanım üzerinde çalışan yazılımla gerçekleştirildiği teknolojidir. Yazılım tabanlı radyo herhangi bir frekans bandında çalışabilir, söz konusu frekans bandında kullanılan herhangi bir modülasyonlu işareti alabilir, sinyalleri alma ve gönderme işlemlerini mümkün olan en az donanımı kullanarak yapabilme yeteneğine sahiptir. Söz konusu teknoloji, sayısal işaret işleme işlemleri için DSP (sayısal işaret işlemcisi), FPGA (Field Programmable Gate Array-Alanda Programlanabilir Kapı Dizileri) ve genel amaçlı işlemciler kullanılmaktadır. Yazılım tabanlı radyo teknolojisi kullanılarak üretilmiş bir sistem sahip olduğu esneklik sayesinde farklı frekans bantlarında, standartlarda, protokollerde, modülasyon ve demodülasyon tekniğinde çalışan çok sayıda uygulamalar için kullanılabilir. [4]

2. Yazılım Tabanlı Radyo Özellikleri

Yazılım tabanlı radyonun en önemli özellikleri olarak esneklik ve yeniden şekillendirilebilirlik, sürekli bağlı kalma ve birlikte çalışabilirlik sayılabilir.

2.1. Esneklik ve Yeniden Şekillendirilebilirlik

Yazılım tabanlı radyo sistemlerinde, radyo özelliklerinin değiştirilebilmesi, güncellenmesi, geliştirilebilmesi sadece mevcut donanım üzerinde koşan yazılım güncellenmesi ile yapılır. Yazılım tabanlı radyo teknolojisi donanım üzerinde koşan çok sayıda değişik yazılım modüllerinin, değişik



standartların aynı sistem üzerinde yer almasına olanak sağlar. Böylece sistemin dinamik yapılandırılmasında uygun yazılım ve standardın seçilmesi haberleşme için uygun olacaktır. Dinamik yapılandırma sisteme esneklik kazandırmasının yanı sıra bu esneklik hem kullanıcı el terminal cihazlarında hem de şebeke altyapı cihazlarında kullanılabilir. Haberleşmenin kesintisiz sağlanabilmesi için telsiz şebeke altyapısı kendisini kullanıcı el terminal

cihaz tipi ve haberleşme standardına göre veya son kullanıcı cihazı kendisini mevcut şebeke altyapı standardına göre yeniden ayarlayabilir.

Günümüzde telsiz haberleşmesi alanında farklı haberleşme standartlarının kullanılması, farklı ülkelerde uyumlu olmayan telsiz şebekelerinin varlığı ve mevcut şebekeye özgü olarak çalışan kullanıcı el terminaleri sebebiyle yeni hizmet ve uygulamaların kullanıcıya

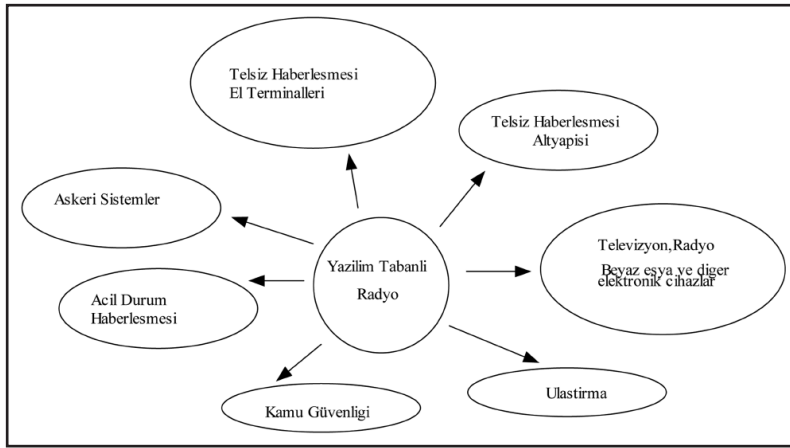
ulaşmasında zorluklar yaşanmaktadır. Yazılım tabanlı radyo teknolojisi genel bir donanım platformu üzerinde çalışan yazılımlar sayesinde birbirleriyle uyumlu olmayan telsiz sistemlerinin haberleşmesini mümkün kılacaktır. Söz konusu teknoloji sayesinde hareketli kullanıcılar yer değiştirdiklerinde bulundukları ortamın haberleşme standardına, cihazlarına indirecekleri yazılım sayesinde kolaylıkla uyum sağlayabileceklerdir. Böylece kullanıcılar farklı standartlardaki şebekelere ve bunlara ait çeşitli uygulama hizmetlerine tek bir cihaz kullanarak erişebileceklerdir. [5]

2.2. Sürekli Bağlı Olma

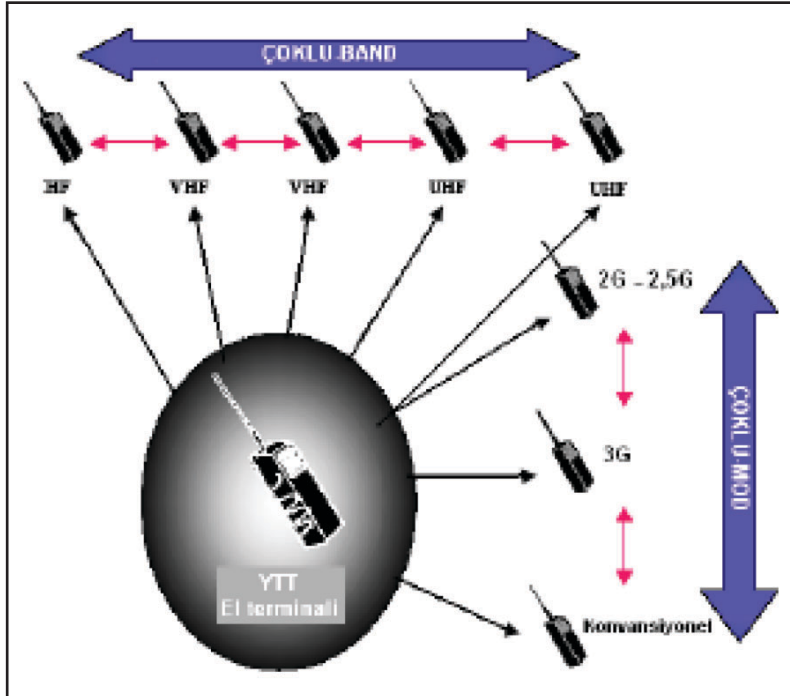
Yazılım tabanlı radyoların bir diğer özelliği de sürekli bağlı kalma olarak tanımlanır. Bu teknoloji ile birlikte, telsiz cihazları yazılım güncellenmesi ile yenilenmiş olur ve yeni haberleşme standartları, hizmetleri ve uygulamaları kullanıma sunuldukça mevcut cihazların yenisi ile değiştirilmesi gerekmeden yeni hizmetlerden faydalanmaya devam edilir. Yazılım tabanlı radyo, haberleşmede kullanılan değişik hava arayüz standartlarının yazılım modülleri olarak hem şebeke altyapı cihazlarında hem de kullanıcı el terminalerinde çalışmasına olanak sağlar. Bu uygulama haberleşme teknolojileri arasında geçişleri ve uluslararası dolaşımı kolaylaştırır. Kullanıcı el terminalerinin, abonenin bulunduğu bölgedeki haberleşme standardına uyumlu olmaması durumunda mevcut şebeke, hava arayüzü kullanarak uygun bir yazılımı el terminaline yükler; böylece değişik coğrafik alanlarda bile benzersiz bir şebeke erişimi ve haberleşmenin kesintisiz sağlanması başarılmış olur. Kullanıcı değişik standartlardaki şebekeler üzerinden kesintisiz ve sürekli bağlı kalarak haberleşmesini gerçekleştirir.

2.3. Birlikte Çalışabilirlik

Yazılım tabanlı radyolar genel amaçlı bir donanım platformu üzerinde koşan yazılımla çalıştıklarından bu



Şekil 1. Yazılım Tabanlı Radyo Kullanım Alanları



Şekil 2. Çoklu Modda Çalışma

yazılımlar açık kaynak kodlu özelliktedir. Kullanıcılar gelişen son teknolojik uygulamaları bilgisayarlarında olduğu gibi kendi el terminal cihazlarında da kullanabileceklerdir. Bu açıdan değerlendirildiğinde yazılım tabanlı radyo teknolojisi frekans spektrumunun etkili ve verimli şekilde kullanılmasına olanak sağlayacak, buna ek olarak tek bir cihaz kullanarak hem mevcut hem de yeni haberleşme teknolojileri ile birlikte çalışabilecektir. [2][3]

3. Radyo Mimarileri

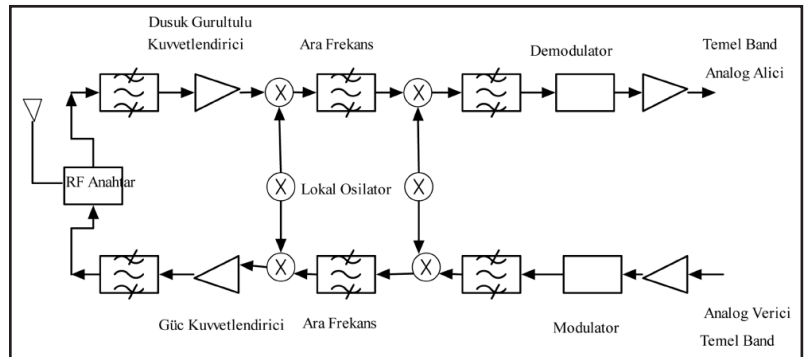
3.1. Donanım Tabanlı Radyo Mimarisi

Klasik donanım tabanlı radyo mimarisi alıcı katı incelendiğinde antenden gelen sinyale sırasıyla haberleşme bandının tanımlanması, alınan sinyalin düşük gürültülü kuvvetlendirici ile kuvvetlendirilmesi, ara frekansa dönüştürülebilmesi için aşağı dönüştürme işlemi uygulanması, temel bant işareti elde edilmek üzere bir kez daha aşağı dönüştürme ve demodülasyon işlemleri uygulanır. Söz konusu donanım tabanlı radyo mimarisi verici katında ise anlatılan işlemlerin tersi uygulanır.

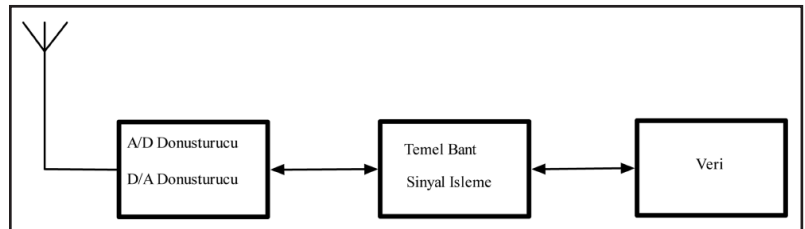
3.2. Yazılım Tabanlı Radyo Mimarisi

Yazılım tanımlı radyo sayısal ve analog olmak üzere iki alt sistemden oluşmaktadır. Analog alt sistem anten RF band geçiren filtreler, anteni alıcı ve verici konuma ayarlayan mikrodalga anahtarlar, düşük gürültülü kuvvetlendirici, RF güç kuvvetlendirici ve referans frekans üreticiden oluşmaktadır. Analog alt sistem sayısal olarak gerçekleştirilemeyen modülleri içermektedir.

Sayısal alt sistem ise genel amaçlı bir donanım üzerinde çalışan yazılımdan oluşmaktadır. Yazılım, donanımın uygulama yazılımından ayrılması için katmanlı bir yapıya sahiptir. Katmanlı yapı özel yazılımlarla gerçekleştirilir. Özel yazılım işletim sistemi, donanım sürücüler, kaynak yönetimi vb yazılımları içerir.



Şekil 3. Donanım Tabanlı Radyo Mimarisi



Şekil 4. Yazılım Tabanlı Radyo Mimarisi

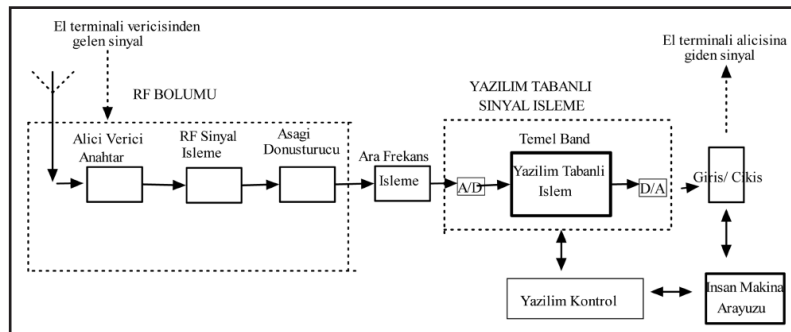
Günümüzde yazılım tabanlı radyo teknolojisi HF ve VHF gibi düşük veri hızlarında haberleşen sistemler için ticari olarak uygulanabilir olmasına karşılık henüz ikinci nesil ve üçüncü nesil haberleşme sistemleri için uygulanabilir değildir.

4. Yazılım Tabanlı Radyo Standartları

Ortaklaşa Taktiksel Radyo Sistemi (Joint Tactical Radio System-JTRS) Amerikan ordusunun zor bir problem olan radyo birlikte çalışabilirliği problemini çözmek için "birlikte çalışabilirlik için ortak mimari" sağlamayı amaçlamaktadır. Birlikte çalışabilirlik problemleri her ülkenin kendi radyo sisteminin olduğu ortak çalışmalarda da engel teşkil etmektedir. Doğal afet yardımları, milli güvenlik ve askeri operasyonlarla barışın sağlanması uygulamalarında da benzeri problemler görülmektedir. Bu durumlarda askeri birlikler kamu güvenlik kuruluşları, insani yardım organizasyonları ve sivil halkla haberleşmek zorundadırlar. [1]

Uluslararası bir kuruluş olan Ortaklaşa Taktiksel Radyo Sistemi-JTRS tarafından çok bantlı ve çok modlu yazılım tabanlı radyo sistemlerini yönetme amaçlı ayarlama yönetim yazılımı olan Yazılım Haberleşmesi Mimarisi (Software Communications Architecture-SCA) standardı yayınlanmıştır. SCA'nın en büyük problemlerinden biri geliştirilen kodların erişilebilirliğidir. Bu nedenle açık kaynak kodlu yazılımlar tercih edilmektedir. Bunlara ek olarak

IEEE 802.22-802.11h, Yazılım Tanımlı Radyo Forumu (SDR Forum), FCC, IEEE, DARPA ve A.B.D. Savunma Bakanlığı (US DoD) standardizasyon konularında çalışmaktadırlar. IEEE 1900.1 Çalışma Grubu, terminolojiyi netleştirmeyi ve bu teknolojilerin birbirleriyle ilişkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu standart, teknik olarak net tanımlamaları ve spektrum yönetimi, politika tanımlı radyo, uyarlanabilir radyo, yazılım tabanlı radyo ve benzeri teknolojilerde temel kavramların açıklamalarını sağlayacaktır.



Şekil 5. Kuramsal Yazılım Tabanlı Radyo Birimleri

5. Sonuç

Yazılım tabanlı radyo teknolojisi akıllı ve öğrenilebilir haberleşme sistemlerini geliştirme imkanı sunmaktadır. Askeri amaçlı başlamış olan çalışmalar sivil amaçlı uygulamalar için de kullanılabilir olacaktır. Halen farklı standartlarda çalışan ikinci ve üçüncü nesil haberleşme sistemleri ile radar ve uydu haberleşmesi vb bir çok telsiz haberleşme sisteminde yazılım tabanlı radyo teknolojisi uygulama alanı bulacaktır. Radyo frekans spektrumunun dinamik olarak kullanılabilmesi büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Yazılım tabanlı radyo sistemleri geleneksel telsiz haberleşme sistemleri ile karşılaştırıldığında, yazılım tabanlı sistemlerde donanım aracılığı ile yapılan işlemlerin yazılım aracılığı ile yapılması maliyetleri düşürecektir. Sistemlerdeki yazılımın güncelleştirilmesi ile tek bir el terminali ile farklı haberleşme standartlarına sahip sistemlerle kesintisiz haberleşebilecek ve şebeke altyapılarının ve haberleşme standartlarının hızlı ve uyumlu gelişmesi sağlanacaktır.

Radyoların yazılım tabanlı mı yoksa donanım tabanlı mı olarak kullanılmasına geliştirilecek olan açık kaynak kodlu yazılımlar, donanım platform özellikleri, güç tüketimi ve Ar-Ge için ayrılan bütçe maliyetleri ile karar vermek doğru olacaktır.

Kaynaklar

- [1] IEEE Standards Coordinating Committee 41 (Dynamic Spectrum Access Networks) <http://grouper.ieee.org/groups/scc41/>
- [2] Software Defined Radio , Enabling Technologies, Walter Tuttlebee , John Wiley & Sons Ltd.,2002.
- [3] Software Defined Radio, Peter Kington, Artech House, 2005
- [4] Software Defined Radio The Software Communications Architecture, John Bard, Vincent J. Kovarik Jr., John Wiley & Sons Ltd,2007
- [5] Software Defined Radio, White Paper, Wipro Technologies.