

Telli-Telsiz Haberleşme Sistemlerinin Türkiye Açısından İncelenmesi

Murat KALAÇ, Rıfat HACIOĞLU

Karaelmas Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü
Zonguldak
murat.mail@mynet.com, hacirif@karaelmas.edu.tr)

Özet

Dünyada ve Türkiye’de kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör tarafından kullanılmakta olan birbirinden bağımsız ve eski teknoloji ürünü analog Telli-Telsiz haberleşme sistemlerinin yerini, yeni nesil sayısal entegre haberleşme sistemlerine bırakması amacıyla birçok proje çalışması yapılmaktadır. Bu çalışmada, öncelikle uluslararası standartlara uygun, Türkiye’de özellikle kamu güvenliği ve sosyal hizmetler alanında hizmet veren birimler tarafından kullanılacak sayısal ve entegre haberleşme sistemlerinin incelenmesi yapılmıştır.

1. Giriş

Gelişmiş ülkelerde, kamu güvenliğinden sorumlu tüm kuruluşlar, kamu hizmeti yapan ilk yardım ve itfaiye gibi bazı kuruluşları da kapsayacak şekilde telli telsiz haberleşme sistemlerinin çeşitli sebeplerden yetersiz kalması ve sayısal teknolojilerin gelişmesi ile yeni sistem arayışlarına girmiştir [1]. Yeni sistem arayışlarına yönelmenin temel sebepleri; güvenilir ve hızlı veri haberleşmesinin sağlanması, ülke içindeki tüm güvenlik gruplarının aynı altyapı üzerinden haberleşmesi, ileri teknolojiler ile frekans kaynaklarının daha verimli kullanılması şeklinde özetlenebilir [1]. Böylece; güvenlik kuruluşları ile kamu hizmeti yapan kuruluşlar arasında hızlı bir iletişimin sağlanmasının yanı sıra iletişim kaynaklarından da azami şekilde yararlanılmaktadır. Sayısal teknolojilerin getirdiği tüm yeteneklerin kullanıldığı bu ortak sistemlerin; halen ABD ile birlikte İngiltere, Fransa, Belçika, Almanya, Finlandiya, Hollanda ve Çek Cumhuriyeti gibi Avrupa ülkelerinde de kullanılmaya başlandığı ve bazı ülkelerde de kurulma aşamasında olduğu bilinmektedir. Bu Sistemler; Avrupa’da TETRA [2] ve TETRAPOL [3] , ABD’de APCO-25 [4, 5], IDEN, Güney Amerika’da IDEN, KANADA’da EDACS ve MEKSİKA’da TETRAPOL karşımıza çıkmaktadır.

Telli telsiz haberleşme sistemlerden sadece APCO-25 ve TETRA sistemleri sayısal, açık standart olma özelliğini sağlayan ve kamu güvenliği gruplarının ortak istek ve ihtiyaçlarını karşılayabilen sistemlerdir [1]. Dünyadaki projeler incelendiğinde, her ülkenin güvenlik kuruluşlarının, haberleşme sistemlerinin oluşturulması aşamasında milli kuruluşların koordinasyonunda çalışma grupları kurdukları ve sistem gereksinimlerini detaylı olarak tanımladıkları görülmüştür. Bu süreç içerisinde, kullanıcı-üretici-işletmeci organizasyonunda TETRA ve APCO-25 açık standartları ön plana çıkmaktadır. Bu standartlarda, erişim tekniği, sistem servisleri ve sistem ara yüzleri ile bazı teknik özellikleri tanımlanmaktadır.

Ülkemizde, her kamu kurum ve kuruluşu iç irtibatlarını sağlayacak şekilde kendi sistemlerini kurmaktadır. Kolluk birimlerinin mevcut muhabere ve bilgi sistemleri birbirinden farklı olup birbirine entegre olamamaktadır. Ortak yürütülen operasyonlardaki irtibatlar; kolluk birimlerinin karşılıklı birbirlerine telsiz vermesi suretiyle sağlanmaya çalışılmaktadır. Genel kolluk birimlerinde bilgisayar sistemleri il merkezlerine kadar kurulabilmiş, ilçe ve karakol seviyesinde kişisel bilgisayarlar merkezlerle irtibatı olmadan yerel çalıştırılmaktadır. Ülkemizde de ABD’de olduğu gibi analog sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ülkemizde kullanılacak telli telsiz haberleşme sistemleri incelenerek karşılaştırılması ve maliyet analizleri üzerinde durulmuştur.

2. Telli-Telsiz Haberleşme Sistemleri Ve Özellikleri

Dünyada ve Türkiye’de kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör tarafından kullanılmakta olan Telli-Telsiz entegre haberleşme sistemleri genel olarak incelendiğinde, telli sistemlerde PCM anahtarlamalı ISDN Santral ve IP santral olarak çözüm önerileri bulunmakta olup; ALCATEL, ERICSSON, NETAŞ ve SIEMENS firmaları PCM anahtarlamalı ISDN santralleri önermektedir. Bu firmalar ISDN santrale kart ilavesiyle IP telefonların kullanılabilirliğini belirtmektedirler. CISCO firması LAN kablolanmasının (CAT-5) ve Ethernet Switch’i kullanabilen paket anahtarlamalı IP telefon santrallerini önermektedir. IP telefon santralında kablolanma ve

Ethernet switch'e ilaveten Call Manager (PC+santral yazılımı) ile IP telefon setleri kullanılmaktadır. IP santraller paket anahtarlama olarak çalıştığı için analog telefon makineleri ve diğer bir kısım telefonlar yeni sistemde kullanılamayacaktır [1]. Telsiz sistemlerinde ise özellikle sayısal, açık standart olma özelliğini sağlayan ve kamu güvenliği gruplarının ortak istek ve ihtiyaçlarını karşılayabilmek için TIA tarafından temel standartları oluşturulan APCO sistem çözümü ve ETSI tarafından yayınlanmış TETRA sistem çözümleri kullanılmaktadır.

Ülkemiz açısından APCO ve TETRA sistemlerini incelediğimizde; Sayısal Ses Ve Veri Entegrasyonunu ele aldığımızda TETRA sisteminde 25 KHz kanal aralığında kullanıcılara tahsis edilmiş 4 zaman aralığına karşılık APCO-25 telsiz sisteminde, sayısal ses haberleşmesi yanında hem Devre Anahtarlama hem de Paket anahtarlama veri haberleşmesine imkân vermektedir. APCO-25 standartlarında paket anahtarlama veri haberleşmesi için teknolojik olarak da popüler olan "IP" tabanlı veri haberleşmesi tanımlıdır [3]. Kaplama Alanı konusunda telsiz yayının, propagasyon(yayılm) mesafesi temel olarak telsiz sisteminde kullanılan erişim tekniğine, çalışma frekansına, terminal ve baz istasyonların duyarlılık seviyeleri ile çıkış güçlerine bağlıdır.(Tablo 1) Erişim Tekniği; APCO-25 telsiz sistemi FDMA erişim tekniğini kullanmaktadır. FDMA'nin alternatifi olan ve TETRA'da kullanılan TDMA sistemlerde, yayının zaman senkronizasyonunun kaybetmeden yayılabileceği coğrafik mesafe limitli olduğu için, FDMA sistemlerde propagasyon mesafesi genel olarak daha uzundur. Bu da kaplama alanının daha büyük olması anlamına gelmektedir. Çalışma Frekansı; RF yayılımında sinyalin frekansında yayılım mesafesi açısından önemli bir parametredir. Frekans ne kadar düşük ise yayılım mesafesi o kadar artmaktadır. Bu yüzden VHF(146-174 MHz) sistemlerin yayılım mesafesi dolayısıyla kaplama alanı UHF(406-470 MHz) sistemlere göre daha geniştir. Apco25 telsiz sistemi standartlarında VHF, UHF ve 800 MHz bandları tanımlı durumdadır. Mümkün olan yerlerde VHF Apco25 sisteminin kullanılması kaplama alanı açısından avantajlıdır. Terminal ve Baz istasyon duyarlılık seviyeleri ile cihaz çıkış güçleri; TETRA, APCO-25 ve CDMA-450 sistemlerine ait cihaz duyarlılık seviyeleri ve çıkış güçleri Tablo 2'de gösterilmektedir. Bir telsiz göndermecinin(Transmitter) cihaz çıkış gücü ne kadar yüksek ise RF sinyal yayılımı o kadar fazla olacaktır. APCO-25 telsiz sistemi, standardında tanımlanan almaç duyarlılığı diğer sistemlere göre daha iyi olduğu, cihazlarının çıkış gücü (Tablo 2) diğer sistem cihazlarına göre daha yüksek olduğu için, sistem kaplama alanı açısından diğer sistemlere göre avantajlı durumdadır.

Tablo 1 Yayılım Mesafesi Yarıçapı.

Terminal (Telsiz) Tipi	APCO-25 (km)	TETRA (km)
El Telsizi (şehir içi)	7.6	3.8
Mobil Telsiz (kırsal alan)	35	17.5

Tablo 2 Duyarlılık Seviyeleri ve Cihaz Çıkış Güçleri Açısından Telsiz Sistemleri.

Duyarlılık-Cihaz Çıkış Güçleri	TETRA	APCO-25	CDMA-450
Baz İstasyonları	-106 dBm	-116 dBm	-117 dBm
Mobil Telsiz (El, Araç)	-103 dBm	-116 dBm	-104 dBm
ARAÇ TELSİZİ	0.03-10 W	100 W	0.063-10 W
EL TELSİZİ	0.03-3 W	5 W	0.063-10 W

Frekans Kullanımı; Türkiye'de Telekomünikasyon Kurumu tarafından çeşitli kurumlara tahsis edilmiş VHF veya UHF nokta frekanslar mevcuttur. Bu frekans tahsisleri FDMA erişim tekniğindeki analog sistemler için yapılmıştır. TETRA sistemi TDMA bir sistem olduğu için çalışılacak frekans bandında FDMA frekans kanallarının bulunması sistemin çalışmasını etkileyecektir. Sistemin hücreli olduğu, hücreli frekans planlaması kriterleri de düşünüldüğünde, TETRA sistemi için ayrı bir frekans bandının tahsisi daha uygun görünmektedir. APCO-25 sistemi ise mevcut tahsisler FDMA'ye göre yapıldığı için mevcut bantlarda noktasal frekans tahsisi ile çalışabilecektir. Bu açıdan APCO-25 sisteminin TETRA ve tüm diğer TDMA sistem çözümlerine göre avantajı söz konusudur.

Spektrum Verimliliği; Türkiye'de Telekomünikasyon Kurumu tarafından geleneksel analog telsiz sistemleri için 25 KHz kanal aralıklı frekans tahsisleri yapılmıştır. APCO-25 telsiz sisteminde 12.5 KHz kanal aralığı tanımlı durumdadır ve 25 KHz kanal aralığında bir çağrının yapılabildiği analog sistemlerle karşılaştırıldığında frekans spektrumunun daha verimli kullanıldığı söylenebilir. APCO-25 sistemini, spektrum verimliliği açısından TDMA sistemler ile karşılaştırdığımızda, TDMA sistemlerde aynı frekans kanalının zaman paylaşımı kullanabilmesi sebebiyle öne çıkmaktadır. TDMA veya FDMA'de olsa, sistemlerin hücreli olduğu göz önüne alındığında, hücreli frekans planlamasında büyük avantaj ve sonuç olarak ciddi bir frekans verimliliği sağlayacak olan SIMULCAST (tüm hücrelerde aynı frekansın kullanılması) özelliğinin, APCO-25 gibi FDMA tabanlı bir sisteme kazandırılması daha kolay ve mümkündür. Sistem Maliyeti; APCO-25 telsiz sistemi kaplama alanı açısından avantajlar sağladığı için site ve baz istasyon sayısı daha az olacak bu da maliyete direkt etki edecektir. Ayrıca TDMA ve CDMA teknolojileri FDMA'ye göre daha karmaşık teknolojilerdir. TDMA ve CDMA tabanlı sistem

geliştiren üreticiler GSM sistemleri için geliştirdikleri yüksek ölçekli teknolojileri ve ürünleri bu sistemlerde de kullandıkları için maliyetleri APCO-25 sistemine göre oldukça yüksek olmaktadır. TETRA ve CDMA-450 gibi sistemlerin özellikle altyapı (Baz istasyon ve Santral) maliyetleri oldukça yüksektir [3]. Profesyonel telsiz sistemlerinde fazladan kullanılacak her bir site ve baz istasyonun, maliyeti çok yüksek olan “Elektrik enerjisi götürülmesi”, “Prefabrik bina veya konteynırlar ile anten kulelerinin inşa edilmesi” gibi ciddi işlerin planlanması anlamına geleceği değerlendirilmelidir. APCO-25 telsiz sistemi alternatiflerine göre maliyet etkin bir çözüm olduğu söylenebilir..

ASELSAN APCO25 sistem çözümü; Sayısal Konvansiyonel (Geniş Alan Kaplama) bir telsiz sistemi kullanılmakta olup sistem mimarisi, il bazında kurulacak olan RF Alt Sistem ve il merkezinde ve bu merkezlerin ülke genelinde toplanacağı ana merkezde kurulacak olan Yönetim Sistemi’nden oluşmaktadır. TIA APCO-25 standartları’na uygun FDMA erişim tekniği, C4FM modülasyonu, 4.4 Kbit/s IMBE Ses kodlayıcı kullanılmaktadır [6]. Sistem mevcut PMR frekans bandlarında ve 12.5/25 KHz kanal aralığında çalışabilmektedir. Sistemin konvansiyonel ve trunk çalışma modları mevcuttur. Konvansiyonel sistemin tek site veya çoklu tek site çalışabilme özellikleri vardır. Ayrıca simulcast özelliği de mevcuttur. Trunk sisteminde ise; tek site, çoklu site, bölgesel veya ülkesel geniş alan kaplama yapmak mümkündür. Havadaki RF bit hızı 9.6 Kbit/s, net veri hızı 7.2 Kbit/s (korumasız) ve 4.8 Kbit/s (korumalı)’dır [6]. Sistem telsizleri eski nesil analog telsizlerle analog olarak görülebilmektedir [6].

Türkiye’de uygulanabilecek Sayısal Entegre Telli-Telsiz Haberleşme sistem seçimi amacıyla APCO-25 ve TETRA sistemleri incelendiğinde; Maliyet kıyaslaması için verilen kaplama alanı yarıçapı, km (ve dairesel yapıda kaplama alanı, km²) örnek bir hesaplama yapıldığında;

APCO-25 el telsizi :	10 km (314 km ²)	Tetra el telsizi :	5 km (78.5 km ²)
APCO-25 mobil telsiz :	40 km (5024 km ²)	Tetra mobil telsiz:	20 km (1526 km ²)

değerlerini elde ederiz. APCO-25 telsiz sisteminde bir RF site ile kaplanan alan TETRA telsiz sisteminde en az dört RF site ile kaplanabilmektedir. Türkiye yüzölçümü APCO-25 telsiz sistemi ile en az %85 mobil kaplama istenildiğinde yaklaşık olarak 500-600 adet RF site gerekeceği tahmin edilmektedir. Türkiye yüzölçümü TETRA telsiz sistemi ile kırsal alan en az %85 mobil, şehir içi en az %85 el telsizi kaplaması istenildiğinde yaklaşık olarak; APCO-25 telsiz sisteminin dört katı (2000-2400 adet) RF sitesi gerekeceği tahmin edilmektedir[1].

Malzemelerin üretici firmadan alınma maliyeti, sistemin montajının yapılması ve işletme maliyetleri açısından TETRA telsiz sistemi için gereken ilave RF site yerini bulmak, uygun hale getirmek ve fazla miktardaki malzemeyi sürekli faal halde tutmak ve en az 2-3 kat fazla maliyeti karşılamak gerek uygulanabilirlik, gerekse maliyet açısından mümkün görülmemektedir. APCO-25 telsiz sistemi ise az sayıda RF site gerektirmesi, benzer özellik ve işlevleri çok daha düşük maliyete sağlamasından dolayı uygulanabilirliği mümkün görülmektedir.

3. Sonuçlar

Sayısal entegre telli-telsiz haberleşme sistemleri hakkında yapılan inceleme ve değerlendirmeler sonucunda; Telli (Santral) sistemlerinde; IP santrallerde güvenilirlik, ses kalitesi ve ses gecikmeleri yönünden sorunlar yaşanabileceği, teknolojisi ve güvenilirliği kanıtlanmış, dünyada yaygın olarak kullanılan ve birden fazla üreticisi olan PCM anahtarlamalı ISDN uyumlu sayısal santrallerin kullanılması gerektiği değerlendirilmektedir. WAN teknolojilerinde; hız, verim ve kullanıcı ihtiyaçları dikkate alınarak incelendiğinde, ilçe-il arasında X.25 ve dial-up, il-bölge arasında Frame Relay bağlantı, merkez ana omurgada ATM bağlantısının uygun olduğu değerlendirilmektedir. LAN teknolojilerinde; dünyada yaygın olarak kullanılan ve gelişime açık olan Ethernet teknolojisinin kullanılmasının uygun olduğu değerlendirilmektedir. Kripto cihazlarında; WAN protokollerinden ve hızlarından bağımsız şekilde çalışacak kripto cihazı olarak TUBİTAK tarafından geliştirilmiş olan IP kripto cihazı kullanılması uygun görülmektedir. Sistem Emniyeti; telli ve telsiz bütün haberleşme ortamları kripto cihazları ve kriptolu telsizler ile emniyete alınmalıdır. Telsiz sistemlerinde; gizlilik içeren bilgilerin kullanımı dolayısıyla kurulan sistemlerin maliyeti ne olursa olsun milli olması gerekmektedir. Bu ciddi hususu dikkate aldığımızda, Türkiye’de özellikle kamu kurum ve kuruluşları tarafından kullanılması planlanan telli-telsiz entegre haberleşme sistemlerinin en önemli kısmı olan telsiz sistemlerinde ASELSAN A.Ş. tarafından geliştirilen ASELSAN APCO25 Telsiz Sisteminin en uygun çözüm olacağı değerlendirilmektedir.

Kaynaklar

- [1] ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü “Telli-Telsiz Haberleşme Sistem Entegrasyonu Ve Ses-Veri Trafik Analizi” konulu Murat KALAÇ Yüksek Lisans Tezi. 90 s., Haziran 2006.
- [2] TETRA “TETRA sistem standartları” <http://www.tetramou.com/tetramou.aspx?id=44>, Nisan 2006.
- [3] TETRAPOL “TETRAPOL sistem standartları” <http://www.tetrapol.com/www/general/index.php>, Nisan 2006.
- [4] APCO “APCO sistemi ” <http://www.motorola.com/content.jsp?globalObjectId=731-1243>, Nisan 2006.
- [5] APCO-25 “APCO-25 sistem standartları” <http://www.apcointl.org/membership/governing.php>, Nisan 2006.
- [6] ASELSAN A.Ş. “APCO 25 Çalışma Özellikleri Dokümanı” 125 s, 2003.