

Telsiz Haberleşme Standartları - doi: 10.17932/IAU.

IAUD.m.13091352.2015.7/27.15-30

Fatih ŞAHİN¹

Özet

Haberleşme ve bilgi güvenliği; günümüzde firmaların ve kuruluşların en çok gereksinim duyduğu ihtiyaçların başında gelmektedir. Dünyada ve Türkiye’de birbirinden bağımsız firmalar ve örgütlerin kullanmış olduğu eski nesil analog sistemler artık yerini yeni nesil sayısal verilerle çalışan haberleşme sistemlerine bırakmaktadır. Günümüzde bilginin ve verinin en güvenilir ve en hızlı bir şekilde iletilebilmesi ihtiyacı önem kazanmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte mevcut frekans spektrumunu ve iletim ortamını (Troposfer ve İyonosfer) arttıramayacağımızdan dolayı kullanılan frekans spektrumunu en optimum düzeyde nasıl kullanılacağı konusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Bununla birlikte kamu ve özel firmaların/kuruluşların verimliliğini artırmak maksadıyla telsiz kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu da doğal olarak frekans kirliliğine ve iletişimin karışmasına sebep olmaktadır. Yeni üretilen cihazların yüksek çıkış güçlü olması ise haberleşme alanında kısa mesafelerde karışıklığa neden olan sebeplerden bir diğeridir. Bu yazıda uluslar arası standartların öngörmüş olduğu değerlere sahip ve ülkemizdeki başta kamu kurum ve kuruluşların kullanabileceği sayısal ve mobil kullanıma imkan sağlayan muhabere sistemleri incelenmiş ve özellikle de askeri alanda kullanılan APCO-25 standardı ile çalışan sistemler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: APCO-25, TETRA, Sayısal Telsiz Haberleşmesi,

¹ e-mail: fsahin1976@yahoo.com

Abstract

Communication and information security are the most important needs of the companies and institutions of our present day. Old generation analog systems which were used by independent firms and organizations in the world and in Turkey, are giving place to new generation communication systems which function with digital data. The need for transmitting the information and data in the most secure and swift way, is gaining importance. Since we cannot enhance the current frequency spectrum and transmission medium (Troposphere and Ionosphere), Studies about how to use the current frequency spectrum at the most optimum level, are still continuing. In addition to this, use of wireless transmitters is becoming widespread in order to enhance the efficiency of public and private companies/institutions. This situation naturally causes frequency pollution and communication confusion. The fact that new devices are equipped with high output power, is the other reason which causes confusion in short distances in the field of communication. Within this text, the combat systems which have the merits foreseen by the international standards and which provide digital and mobile usage that can be used primarily by public institutions and establishments in our country, were examined and the systems which function especially with APCO-25 standard which is used particularly in military domain were researched.

Keywords: *APCO-25, TETRA, Digital Wireless Communication,*

1. Giriş

Günümüzde sosyoekonomik durumu yüksek olan ülkeler, kamu güvenliğinde görevli kurum ve kuruluşlar ile sosyal hizmette görevli kuruluşları da içerecek şekilde entegre olarak çalışabilmelerine imkan verebilecek haberleşme sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Bu kapsamda teknolojinin de gelişmesiyle eski nesil haberleşme sistemlerinin yerini almak üzere yeni nesil telli telsiz haberleşme sistemleri üzerine araştırma yapmaya başlamışlardır [1]. Araştırmalardaki ilk öncelik bilginin, güvenli ve hızlı bir şekilde aynı altyapı üzerinden istenilen birimlere iletilmesi aşamasında, eldeki mevcut kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır [1]. Halen Avrupa'nın birçok ülkesinde (İngiltere, Almanya, Fransa vb.) ve Amerika Birleşik Devletlerinde birbirleriyle entegre olarak çalışabilen telli telsiz haberleşme sistemleri kullanılmaktadır.

Kullanılan bu sistemler; ABD’de APCO-25 (Association of Public Safety Communications- Project 25) [4,5], Avrupa’da ise TETRA (TERrestrial Trunked RADio) [2] ve TETRAPOL [3], Kanada’da EDACS, Güney Amerika’da IDEN olarak bilinmektedir. Bu sistemlerden APCO-25 ve TETRA sistemleri, ihtiyaç olan telli ve telsiz haberleşme sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemler sayısal ve açık anahtar özelliğini sağlamasından dolayı kamu güvenliğinde görevli kurum ve kuruluşların ortak ihtiyaçlarını cevap veren sistemlerdir. Dünyadaki bütün ülkeler kendi kamu kurumlarını kapsayan bir proje tasarlarken, özellikle güvenlik güçlerinin haberleşmesi konusunda, milli bir nitelik kazandırmak için birbirleri ile koordinasyonlarında müşterek çalışma grupları oluşturarak sistemi ayrıntılı olarak planladıkları görülmüştür. Bu koordinasyon ve planlama esnasında kullanıcılar ile üreticiler kullanılacak sistemin TETRA veya APCO-25 standartlarını öncelikle değerlendirmektedirler. İhtiyaç makamının önceliği baz alınarak kullanıcıya hizmet açısından erişim tekniği, sistemin arayüzleri ve sistemde kullanılacak servisleri planlamaktadırlar.

Ülkemizde bu durum kamu kurumları ferdi bazda kendi iç haberleşmelerini kullanırken, son yıllarda özellikle 2002 yılından itibaren JEMUS’un (Jandarma Entegre Muhabere Sistemi) devreye girmesiyle profesyonel ve koordineli olarak kullanıma başlanmış ve APCO-25 standartları ön plana çıkmıştır. APCO-25 Sistemi propagasyon (yayılm) mesafesi genellikle daha uzun ve kapsama alanı da TDMA (Time Division Multiple Access- Zaman Bölmeli Çoklama Erişimi) sistemlerine nazaran daha geniş olan FDMA(Frequency Division Multiple Access- Frekans Bölmeli Çoklu Erişim) tekniğini kullanmaktadır [6]. İleriki zamanlarda diğer devlet kuruluşları da bu sisteme entegre olmaları imkan dahilindedir. Dolayısıyla güvenlik güçleri ortak yapacakları operasyonlarda haberleşmeleri güvenli, kesintisiz ve milli olacaktır.

2. Apco 25 Sistem Tanıtımı

Dünya üzerinde kullanılan yaygın haberleşme standartlarını giriş bölümünde sıralamıştık. Bunlardan en yaygın olanlarından TETRA sistemi, genel olarak arazisi düz olan coğrafyalarda kullanılmaktadır. Yine bir başka ayırt edici özelliği ise ülke genelinde kullanılan önceki sistemlerle uyumluluğudur ki, buna “Geriye Uyumluluk” diyoruz. İşte

bu noktada APCO 25 Sistemi devreye girmektedir. Bu sistemin diğer sistemlerden özellikle TETRA Sisteminden ayıran en büyük özelliklerden birisi de “Geriye Uyumluluktur.”

Geriye Uyumluluk; APCO-25 sistemi, mevcut kullanılmakta olan analog telsizler ile direkt modda görüşme yapabilir. Bu özelliği ile APCO-25, halihazırda kullanılan analog sistemlerin belli bir süre daha kullanılacağından dolayı hem altyapı maliyeti, hem iletişim hem de uygulanabilirliği düşünüldüğüne şüphesiz çok önemli bir özelliktir. APCO-25 sisteminin, mevcut telsiz sistemleri ile aynı frekans bantlarında diğer analog sistemlerinin aksine enterfrans olmadan haberleşebilmesi bir diğer stratejik özelliğidir. Bu özellik sayesinde, mevcut kullanılmakta olan klasik anlamdaki analog telsizleri sayısal telsiz sistemlerine geçişi daha kolaydır. Bu özelliği (smooth migration) ile iletişim yavaş ve kesintisiz olarak sağlanmaktadır.



APCO



APCO

Şekil 1: APCO-25 Geriye Uyumluluk

Ülkemiz kullanılabilecek sistemler olarak baktığımızda; TETRA sistemi ses ve veri iletimini kullanıcılara 25 KHz ‘lik kanal aralıklarını dört eşit zaman aralığında sunarken, APCO-25 sistemi; sadece sayısal ses muhaberesini sağlamakla kalmayıp, bunun yanında gerek devre anahtarlamalı gerekse de paket anahtarlamalı data haberleşmesini de sağlamaktadır. APCO-25 sistemi kullandığı “IP” teknolojisi ile güvenli veri haberleşmesi için de uygun bir sistemdir [3]. Telsiz kullanımı için en önemli hususlardan biri olan kapsama alanı hususunda da iletinin yayılımı (propagasyonu) telsizlerin çıkış güçlerine, çalışma frekansına, sistemin kullandığı erişim tekniğine ve telsizlerin duyarlılık seviyelerine bağlıdır (Tablo 1) [1].

Tablo 1: Yayılım Mesafesi Yarıçapı.

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

Bütün bunlar dikkate alındığında APCO-25 sayısal telsiz sistemi ulusal güvenlikte ve acil/sosyal yardım kurumlarının;

- Normal durumlarda,
- Kriz durumlarında,
- Afet durumlarında

ihtiyacı olan emniyetli ve kesintisiz telsiz haberleşmesini karşılayan bir entegre sistemdir. Kamu güvenliği ile bu üç durumda telsiz kullanıcılarının haberleşme ihtiyaçlarını ziyadesiyle karşılayabilecek kabiliyete sahiptir. Büyük şehirlerde, kent merkezi, çevre yerleşkeler veya kırsal alanlarda kamu güvenliği ve acil yardım kurumlarının sorumluluk alanlarını optimum bir şekilde kaplayacak, nitelik ve ölçüdedir.

3. Apco-25 Sistemi Genel Özellikleri

Sistemin genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

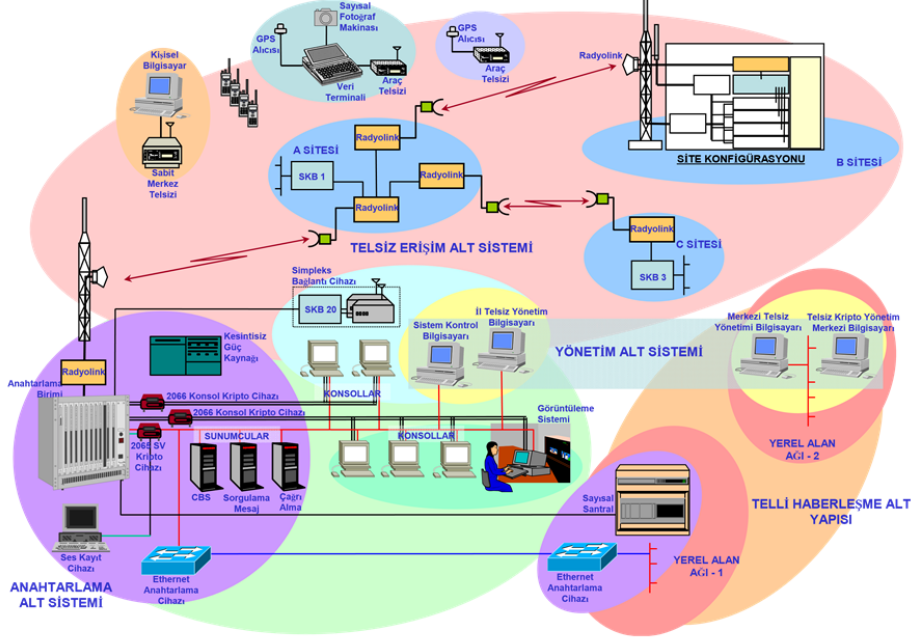
- APCO-25 açık standartlarına uygunluk,
- Geniş kapsamı alanına sahip hücresel sistem (cep telefonlarının kullanıldığı sistem),
- Ses ve data (veri) entegrasyonu,
- Geniş kapsama alanında frekans verimliliğini sağlayan Simulcast (İletilmek istenen mesajın, bütün sistem merkezlerinden aynı anda ve

- aynı frekansta iletilmesi) olarak kurulabilmesi,
- TRUNK ve konvansiyonel çalışma mantığı,
- Direkt mod haberleşmesi (APCO-25 telsizler, eski analog sistemlerle direkt modda haberleşme imkanına sahiptir.)
- Bas-konuş özelliği sayesinde tek frekans üzerinden kapsama alanına anında erişim,
- Hem VHF hem de UHF bantlarında sistemin kurulabilmesi,
- Düşük duyarlılık ve çeşitli çıkış güçleri seviyesinde olan geniş ürün seçeneği,
- Mevcut kullanılmakta olan analog telsizlerle entegre bir şekilde haberleşebilmesi (Smooth Migration).
- APCO-25 sisteminde her taşıyıcı kanal sadece 12,5 KHz bant genişliği gerektirir. Bu da frekans spektrumunun verimli ve esnek kullanımına imkan sağlar.
- APCO-25'in Simulcast özelliği de kullanılarak, sadece 12,5 KHz bant genişliği ile birden çok baz istasyonu olan bir sistem kurmak mümkün olabilir.
- Standartlarda tanımlı olan frekans bantları: (146-174 MHz., 406-512 MHz., 764-869 MHz) (Tablo 2)
- Fallback uygulaması,
- Uygulamalarda ve servislerde zenginlik,
- Kullanıcı tarafından talep edilecek uygulamaların sisteme kolaylıkla entegre edilebilmesi ve sistemin devamlı modifiyeye açık olması,
- Kullanılan milli kriptoyla gizli haberleşme imkanı sağlaması,

Tablo 2: APCO 25 Sisteminin Teknik Özellikleri [7]

TEKNİK ÖZELLİKLER APCO-25	
Erişim Tekniği	FDMA
Haberleşme Şekli	Yarı (Half) Dupleks
Frekans Bandı (MHz)	146-174Mhz veya 380-470 Mhz
Modülasyon	C4FM
Ses Kodlayıcısı	4.4 Kbps IMBE
Çağrı Kurulum Süresi	< 0.5 sn
Veri Hızı	4.8 Kbps
Uçtan Uca Kripto	DES, AES, Milli Kripto

4. Apco-25 Üzerinden Sunulan Hizmetler ve Mimari Yapı



Şekil 2: APCO-25 Mimari Yapısı [8]

4.1. APCO 25 Üzerinden Sunulan Hizmetler

- **Geriye Yönelik Uyumluluk:** Sistem, analog sistemlerin kapsadıkları frekansları da kapsadığı ve bu sistemlerde de çalışabilme özelliği taşıdığı için geriye yönelik uyumluluk sorunu yaşamamaktadır.
- **Ses Hizmetleri:** Bireysel çağrı, grup çağrı, sistem içi yayın, acil çağrı hizmetleri sağlamaktadır.
- **Tamamlayıcı Hizmetler:** Öncelikli çağrı, acil çağrı gruplaması, çağrılarının sınıflandırılması, dinamik grup numarası atama, kısa numaralı adresleme, durum mesajı atama, öncelikli tarama, konuşmaları dinleme, kesme öncelikli çağrı, durum mesajı gönderme, geç katılma, gelen çağrılarının sınırlandırılması, konuşan tarafın kimliği, erişim önceliği, TRUNK çalışma modundayken geleneksel moda geçme ve analog moda geçme ve ortam dinletme hizmetleri [9].
- **Veri Hizmetleri;** Devre anahtarlı korunmamış ses ve veri, devre anahtarlama korunmuş veri, bağlantılı paket veri, bağlantısız paket veri ve kısa mesaj hizmetleri.

- **Doğrudan Mod Çalışması:** Şebeke kapsama alanı dışında veya istenildiğinde direkt moda geçilecek sistem telsizleri arasında ses veya veri haberleşmesi yapmak mümkündür. Ayrıca sisteme kayıtlı olmayan analog telsizlere simpleks veya role üzerinden görüşmek mümkündür.
- **Kesintisiz Güç (*Smooth Migration*):** Hem UHF hem de VHF frekans bantlarında çalışabilmesinin yanısıra, mevcut analog sistemlerle aynı anda ve komşu frekanslarda birlikte çalışabilmektedir. Ayrıca mevcut analog telsizlerle doğrudan görüşme yapabilmektedir.
- **Simulcast:** İletilmek istenen mesajın, bütün sistem merkezlerinden (role istasyonlarından) aynı frekansta ve aynı anda iletmesi,
- Kurumlar içinde ve arasında etkin haberleşmeyi sağlamak,
- Açık mimari yapısı ile rekabet yaratmak, hedefleri arasındadır.

4.2. APCO-25 Fazları (Evreleri)

4.2.1. Faz 1

APCO-16 ilk olarak 1979 yılında yayınlanmış ancak sistemdeki eksiklikler ve problemler üretici firmaları yeni bir sistem geliştirme çabasına itmiştir. Yeni sistem APCO-25 adıyla tanıtılmış ve geliştirmeye 1989 yılında başlanmıştır. 1989 yılında başlatılan başlanılan standardın ilk bölümünün oluşturulması 1993 yılında tamamlanmıştır. Tamamlanan birinci bölüm telsiz üreticisi firmaları tarafından bir yıl sonra kabul görmüş ve APCO-25'in ilk üretimi gerçekleştirilmiştir.

4.2.2. Faz II

1994 yılında APCO-25 ilk üretime geçtikten sonra üretici firma 1995 yılında yeni bir güncelleme geliştirmeye başlamıştır. Çalışmaların sonucu olarak Faz II geliştirilmiştir. Bu geliştirmedeki en önemli özellik önceki sistemlerde APCO-25 FDMA erişim tekniklerini kullanırken Faz II de ise hem FDMA hem de TDMA erişim tekniklerine uyumluluk sağlayabilecek şekilde iki ayrı sistem geliştirilmiştir.

APCO-25 FDMA tekniğini kullanırken; QPSK-C modülasyonunu kullanarak kanal aralığı 6,25 kHz, kanal bit hızı 6 kbit/s olarak kullanılmıştır. APCO-25 TDMA tekniğini kullanarak ise; temel amaç kullanıcı yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde frekans spektrumunun verimli kullanımını sağlamaktır. Bu dönemde TDMA tekniği ilk olarak Ericson tarafından teklif edilmiştir. 12,5 kHz kanal aralığında 2 slot ve TETROMOU

tarafından teklif edilen 25 kHz kanal aralığında 4 slot çalışmaları üzerinde karar kılınmıştır [10].

4.2.3. Faz III

Faz III'ün en önemli özelliği; acil haberleşmeyi gerekli kılan hallerde kullanılmak ve kamu güvenliği gereksinimleri üzere yüksek hızda veri iletişimi için ETSI (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) ve TAI ortak çalışmasıyla geliştirilmiştir. Proje MESA (Acil Güvenlik Uygulamaları İçin Mobilite) hedeflenen acil durumlarda afet yardım koordinasyonunun, uzaktan hasta izleme (tele tıp), itfaiye, askeri güvenlik konularında ve uzak bölgeler arasında devamlı iletişim sağlanması amacıyla geliştirilmiştir.

5. Tetra Sistemi

TETRA, (TERrestrial Trunked RAdio, Karasal Trunk Radyo) standartları üzerinde çalışmalar 1990 yılında Avrupa Komisyonu ve ETSI (Avrupa Telekomünikasyon Standardizasyon Enstitüsü) üye ülkelerin desteği ile başlamıştır. TETRA sisteminin çekirdeğini, cep telefonu sistemi (GSM standardı) ve TRUNK radyo sistemleri oluşturmaktadır. 1990 ile 1995 yılları arasında değişik üretici firmalar bu sistemi geliştirmeye çalışmış ve gereken uyumluluk testlerini uygulamaya bu tarihten sonra başlamışlardır [11]. TETRA günümüzde ETSI tarafından çerçevesi çizilmiş sayısal telsiz standardı olup Avrupa ülkelerinde de kullanılmakta olan bir standart olmuştur. TETRA, ETSI'nin PMR (Private Mobile Radio, Özel Mobil Telsiz) ve PAMR (Public Access Mobile Radio, Ortak Paylaşımlı Mobil Telsiz) ağları için desteklediği tek sayısal açık telsiz standardıdır. Ayrıca profesyonel olarak kullanılan telsiz piyasasında ürün çeşitlikleri ile geniş bir pazar yaratmaktadır. Bunun sonucunda da kullanıcılar için alternatif cihaz seçebilmesini sağlayan “uyumlu donanım” avantajı mevcuttur [12]. TETRA, TDMA (Time Division Multiple Access, Zaman Bölmeli Çoklama Erişimi) teknolojisini kullanmaktadır. Frekans aralığı 25 kHz olup, radyo taşıyıcıları üzerinde dört adet kullanıcı kanalı bulunur. Böylelikle TETRA, frekans spektrumunu mevcut analog sistemlerle kıyaslandığında daha etkili kullanılmaktadır. Kullanılan bu frekans aralığında her bir kanalda 7.2 Kbps'lik veri iletimi gerçekleştirilebileceği gibi, birden fazla dilimin kullanımı ile veri iletim kapasitesi 28.8 Kbps'e çıkabilmektedir. Avrupa'da 380-383 MHz ve 390-393 MHz frekans aralıkları acil durum servisleri

için, 410-430 MHz, 870-876 MHz / 915-921 MHz, 450-470 MHz, 385-390 MHz / 395-399,9 MHz frekans bantları da sivil kullanım için tahsis edilmiştir[13].

TETRA ayrıca Roaming (uluslar arası dolaşım) kullanımına imlan sağlayarak ulusal veya uluslararası çapta haberleşmeye imkan vermektedir. TETRA sistemi, kullandığı altyapı ile noktadan noktaya (Point-to-Point) ve noktadan çok noktaya haberleşmeyi sağladığı gibi, direkt mobil terminaller arasında Direkt Modda (Direct Mode) haberleşmeyi desteklemektedir.

5.1. TETRA Telsiz Sistemleri İşletimi

TETRA sistemi genel olarak üç ana çalışma sistemlerinde çalışabilmektedir. Bunlar:

1. Ses ve Veri İşletimi (Voice-Data)
 2. Doğrudan İşletim (Direct Mode Operation, DMO)
 3. Paket Verisi İyileştirilmiş İşletim (Packet Data Optimised, PDO)
- Ses ve Veri İletişimi (Voice-Data); çalışma sistemleri içnide Ses ve Veri İşletimi (V-D) en yaygın olarak kullanılan çalışma şeklidir. Ses ve veri iletişimleri arasında geçişe olanak sağlayan ve bununla birlikte aynı kanalı farklı zaman dilimlerinde kullanıma imkan vermektedir. Başka bir deyişle Full-Duplex olarak çalışabilmektedir. Mobil istasyonlar ve baz istasyonları arasında (alıcı ve verici) iletişimi sağlayabilmesi için 10 Mhz'lik bir frekans bandını kullanmaktadır.

Doğrudan iletişim (Direct Mode Operation-DMO); iki mobil terminal arasındaki ses ve veri iletimini sağlayarak Full-Duplex iletişimi gerçekleştirmektedir (*Simplex*). Bu sayede mobil terminaller kapsama alanı dışında olsa dahi birbirleri ile sorunsuz iletişim sağlayabilmektedirler.

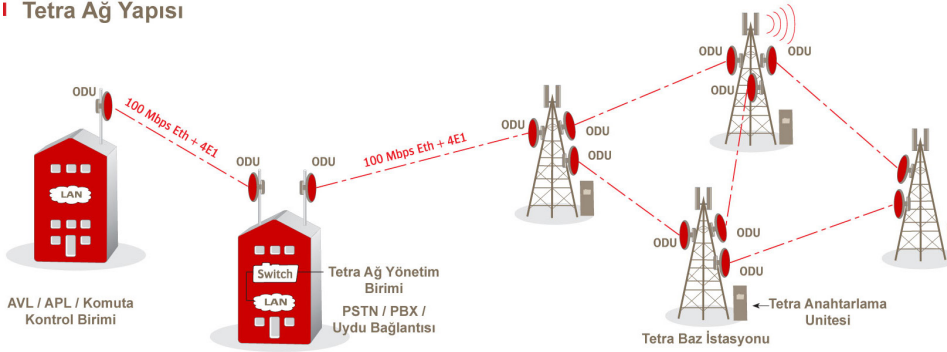
Paket Verisi İyileştirilmiş (PDO) sistemde ise, sadece veri iletimi iyileştirilmiştir. Bu işletim şekli, gelecekte ihtiyaç duyulabilecek ve kullanılacak yüksek hacimli verileri iletebilmek için ve gelecekteki hacimli uygulamalar için geliştirilmiş bir çalışma şeklidir.

5.2. TETRA Sistemi Veri Yapıları

TETRA sistemi Çoklama sistemlerinden Zaman Bölmeli Çoklama (Time Division Multiple Access-TDMA) sistemini kullanmaktadır. Bu

sistemin en önemli özelliklerinden birisi, kullanılan ve sınırlı olan frekans spektrumunu etkin ve verimli bir şekilde kullanmasıdır. Kullanılan teknik sayesinde birden fazla kullanıcının aynı frekansı aynı zamanda kullanmasına olanak vermektedir. Bu teknikte ses codeçlerle sayısallaştırılarak iletilecek ses ve veri kanal üzerinde dört bölüme çoğullama yaparak, istenilen kullanıcıya iletiyi yine sayısal biçimde bozulmadan güvenli olarak iletilebilmektedir. Codec, sesi iletmesi için 4.567 Kbps'lik bir veri iletim oranı kullanmaktadır. Ayrıca baz istasyonlarından mobil kullanıcılara veri iletimi haricinde, mevcut kullanılan şebekeye denetim işlevleri için de olanak sağlamaktadır. Her uç kullanıcı kendisine ayrılan zaman diliminde iletme geçebilir. Bu sayede kullanılan bataryanın ömrü uzayarak mobil kullanıcılara avantaj sağlamaktadır. TETRA sisteminin tercih edilmesinin en önemli sebeplerinden birisi de; iletme geçilebilmesi için gerekli zamanın daha kısa olmasıdır. Normal olarak diğer sistemlerde geçen süre 300 ms civarında ve hatta DMO şeklinde çalışırsa bu süre 150 ms'ye kadar düşmektedir. Bu süreyi diğer sistemlerle kıyasladığımızda oldukça kısa bir süre olduğunu görebiliriz ki bu özellik; acil durumlarda haberleşme için hayati öneme sahiptir [13].

I Tetra Ağ Yapısı



Şekil 3: TETRA Ağ Yapısı

5.3. TETRA Telsiz Sistemlerinin Özellikleri

1. TETRA telsiz sistemleri mevcut altyapı üzerinden birçok kullanıcıya aynı zamanda ses ve veri iletimi sağlamaktadır. Bu özelliği sayesinde konvansiyonel sistemlere nazaran aynı coğrafi bölgede tek bir şebeke altyapısı ile ek bir yatırım yapmadan hizmet verebilmektedir.

Aynı coğrafi bölge içinde bulunana bütün kurum ve kuruluşlar mevcut altyapıyı kullanarak kendilerine oluşturdukları sanal bir şebekeyi kullanırlar. Her kuruluş kendi içerisinde başka kuruluşların haberleşmesini etkilemeden ve etkilenmeden güvenli bir şekilde haberleşmesini sağlarken, isteyen kuruluşlar aynı TETRA altyapısını kullanan başka bir kuruluşla ortak iletişime de geçebilmektedir. Bu sayede kuruluşlar ek bir masraftan kurtularak kapsama alanı geniş bir sistemde kullanabilmektedirler.

2. TETRA gibi sayısal sistemler analog sistem kullanıcılarına nazaran birçok gelişmiş özellikler sunar. Analog sistemlerde genel olarak donanım ön planda iken sayısal sistemlerde yazılım önem arz etmektedir. İleriki zamanlarda sistemin gelişmesi için, sayısal sistemlerde fazla bir maliyet gerekmezken ve sadece yazılım üzerinde düzeltmeler gerekirken, analog sistemlerde donanımı artırmak bazense donanımı yenilemek gerekmektedir.
3. Analog sistemlerde kanal sayısı kısıtlı olduğunda sisteme ilave kullanıcı dahil etmek için geniş frekans bandı gerekmektedir. TETRA sayısal sistemlerinde ise dar bir frekans bandında aynı anda yüzlerce kişi haberleşme yapabilmesinden dolayı daha fazla kullanıcıya destek verilir.
4. TETRA sisteminde kurum ve kuruluşların en büyük ihtiyaçlarından biri olan gizlilik ilkesi gereğince gereksinim duyulan kriptolama işlemi gibi analog sistemlere göre daha çok gelişmiştir [14].

5.4. TETRA Sisteminin Sunduğu Servisler

TETRA sistemi GSM şebekelerinde olduğu gibi hücresel haberleşme sistemini kullandığı için kullanıcılara sistem üzerinden kısa mesaj (SMS), geliştirilmiş durum mesajı ve IP servisi imkânları da sunmaktadır. Biraz daha açıklamak gerekirse;

1. **Kısa mesaj servisi;** GSM şebekelerinde kullanıldığı gibi, kullanıcılar arasında kısa mesajlarla haberleşmek için kullanılan servistir.
2. **Durum mesajı;** Acil durumlarda ve zamanın kısıtlı olduğu zamanlarda telsiz üzerine daha önceden yüklenmiş mesajların daha hızlı ve kolayca gönderildiği mesaj tipidir. Bir TETRA şebekesinde telsizlere 30.000'den fazla sayıda mesaj yüklenebilir.
3. **IP servisi;** kullanıcıların IP ile kurum/kuruluş içi ya da diğer internet şebekelerine bağlanmaya imkan sağlayan veri servisidir.

5.5. TETRA Sistemini Fayda ve Mahsurları:

- Kullanılan TDMA sayesinde RF spektrumu daha etkili ve verimlidir.
- Dünyada haberleşme için kullanılan spektrum sınırlı olduğu için çok kıymetlidir. TETRA kullandığı TDMA sayesinde 25 Khz'lik frekans bandını dörde bölerek kıyaslanamaz bir fayda sağlamaktadır.
- Günümüzün kurum ve kuruluşları için vazgeçilmez önceliklerinden olan gizlilik ve güvenlik TETRA'nın kullandığı sayısal teknoloji ve kriptoloji sayesinde en önemli tercih sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Geniş kapsama alanını yanı sıra bu kapsama alanlarının sınırlarında bile kaliteli ses haberleşmesi sağlamaktadır.
- Sahadaki mobil kullanıcılar için vazgeçilmez özelliklerden olan taşınabilirlik, ses kalitesi ve daha fazla bilginin (ses ve veri) iletilmesi TETRA'nın kombine cihazları sayesinde gerçekleşmektedir [15].

Sonuç

Dünyada telsiz kullanımını etkileyen en büyük etmenler yukarıda da anlatıldığı üzere kullanıcı sayısı ve haberleşmenin yoğunluğudur. Tabii bunları tercih ederken de en büyük kıstaslardan biriside ekonomidir. Kurum ve kuruluşlar hangi sistemi tercih edeceklerine karar verirken kanal ekonomisine yani “kullanıcı yoğun sistemlere” mi öncelik verecekler, yoksa bireysel çağrılarının sıkça yapıldığı çağrı yoğunluğuna mı diğer bir deyişle “çağrı yoğun sistemlere” mi önem verecekleri hususunu netleştirmeleri gerekmektedir. Burada göz önünde bulundurulması gereken diğer bir faktör de güvenlik ve gizlilik hususudur. Kurum ve kuruluşlar bütün bu etmenleri göz önüne alarak kullanacakları sisteme karar vermelidirler.

Kullanılacak sistemlerde FDMA-TDMA tercihi hususunda ETSI (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) tarafından ikinci nesil telsiz sistemleri konusundaki açıklama önemlidir. Bu açıklamaya göre; sayısal Trunk sistemlerinde bireysel çağrılarının çok kullanılmadığı, geniş kapsama alanına ihtiyaç duyan, en fazla on kanal kullanılacak bir bölgede ve grup çağrılarının daha çok olduğu sistemler için FDMA optimum çözüm olacaktır. Yine aynı açıklamaya göre; bireysel çağrılarının yoğun olduğu, yani çağrı yoğun sistemlerde, bir bölgede kullanılacak kanal sayısının onbeş ve üzeri ve kapsama alanının da dar olması durumunda daha çok tekrarlayıcı role/baz istasyonu kullanılmasına imkan verecek sistemler için ise TDMA en uygun bir tercihtir.

Tablo 3: TDMA ve FDMA Karşılaştırılması

	TDMA	FDMA
Spektrum verimliliği	EVET	HAYIR
Pil Ömrü	YÜKSEK	AZ
Ekstra birleştirici ekipmanı	GEREKLİ DEĞİL	GEREKLİ
Kanal-Tekrarlayıcı oranı	2:1	1:1
Mevcut lisanla kullanımı	EVET	HAYIR
Daha fazla marka ve ürün tercihi	MEVCUT	KISITLI

Profesyonel sistemler (PMR- Private Mobil Radyo-Lisanssız El Telsizi) ülkelerin kendi güvenliğinde kullandıkları ve kamu güvenliği kurumlarının kullandığı sistemlerdir. Bu sistemler grup çağrılarının bireysel çağrılara göre daha yoğun olarak kullanıldığı sistemlerdir. Profesyonel sistemlerde, telsiz kullanıcılarının kimlerle konuşacağı ve dahil olacağı grup (güvenlik çevrimi, emniyet çevrimi, devriye çevrimi v.s.) planlanabilmektedir. Çağrıların birbirleri ile karışmaması için ve bilmesi gereken prensibine göre bu ayarlamaların yapılması gereklidir. İşte sayısal telsizler bunlara olanak sağlamaktadır. Kolluk kuvvetleri haberleşmesinde oluşturulan grupların haberleşme trafiği birbirlerini etkilemediğinden kanalların etkin bir şekilde düzenlenmesi nispeten zordur. Bütün bunlar değerlendirildiğinde, sayısal sistemlerin seçimi konusunda; kamu güvenliğinden sorumlu birimleri için en uygun sistem FDMA sistemleridir. Buna karşın bireysel çağrılarının ön planda olduğu PMR sistemleri için ise TDMA optimum seçimidir.

Dünyadaki kullanılan sistemlere bakıldığında; Avrupa'da TETRA ve TETRAPOL, ABD'de APCO-25, İDEN, EDACS ve GEOTEK FHMA, Kanada'da EDACS ve Meksika'da TETRAPOL sistemlerinin kullanıldığını görmekteyiz [16]. Avrupa ülkelerinden Fransa TETRAPOL sistemini savunurken, başta Almanya olmak üzere bazı Avrupa ülkeleri de TETRA sistemini TETRAPOL'a karşı daha kullanışlı olarak değerlendirmektedir. ABD, Avrupa'nın savunduğu TETRAPOL sistemlerine karşı kendisi de Kanada ile birlikte bu sistemlere alternatif olarak APCO-25 ve İDEN sistemlerini geliştirmiştir. İDEN sistemlerini de daha çok Güney Amerika bölgesi için geliştirip sunmaktadır.

Sonuç olarak: incelenilen bu sayısal sistemlerin birbirlerine karşı bazı avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte ülkelerin sistem tercihleri konusundaki en belirleyici etken ülkelerin ekonomik durumlarıdır. Bu bilgiler ve kriterler göz önüne alındığında Türkiye için özellikle güvenlik kurumları tarafından kullanılması planlanan ikinci nesil sayısal telsiz sistemleri arasında en uygun sistemin APCO-25 Telsiz Sisteminin olacağı değerlendirilmektedir. Nitekim ülkemizde ASELSAN'nın üretmiş olduğu ve Jandarma Genel Komutanlığını hayata geçirip, Sağlık Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığının da entegre olduğu JEMUS (Jandarma Entegre Muhabere Sistemi) etkin ve yoğun olarak kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü “Telli-Telsiz Haberleşme Sistem Entegrasyonu Ve Ses-Veri Trafik Analizi” konulu Murat KALAÇ Yüksek Lisans Tezi. 90 s., Ekim 2014
- [2] TETRA “TETRA sistem standartları” “<http://www.tetramou.com/tetramou.aspx?id=44>”, (Erişim tarihi: 03.12.2014)
- [3] TETRAPOL “TETRAPOL sistem standartları” “<http://www.tetrapol.com/www/general/index.php>” (Erişim tarihi: 10.11.2014)
- [4] APCO sistemi “<http://www.motorola.com/content.jsp?globalObjectId=731-1243>”, (Erişim Tarihi: 25.11.2014)
- [5] APCO-25 “APCO-25 sistem standartları ”<http://www.apointl.org/membership/governing.php> “, (Erişim tarihi 16.10.2014)
- [6] APCO -25 Sayısal Telsiz Haberleşme Sistemi “http://www.mebaelektronik.com.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=132:apco-25-saysal-telsiz-haberleme-sistemi&catid=51:aselsan-telsiz-haberleme-sistemleri&Itemid=212,” (Erişim tarihi: 18.10.2014)
- [7] APCO-25 Telsiz Sistemi, “<http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/Sayfalar/Kamu-Guvenligi-ve-Acil-Durum-Haberlesme-Cozumleri.aspx>” (Erişim tarihi: 18.10.2014)

- [8] Neden APCO-25, ASELSAN, “<http://astsavunma.com/public/urunler/5818902850.pdf>” (Erişim tarihi: 15.10.2014)
- [9] “<http://www.netas.com.tr/tr/kamu-guvenligi-cozumleri/apco25-anahtarlama-sistemi/319>” (Erişim tarihi: 18.10.2014)
- [10] DEMİRTAŞ Rukiye, 2011, “ Frekans Kaynağının Etkin ve Verimli Kullanılması Amacıyla Analog Trunk Sistemlerden Dijital Trunk Sistemlerine Geçiř Önerileri” Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Teknik Uzmanlığı Tezi, İzmir, Sayfa:55
- [11] TETRA Home Page, “<http://www.tetramou.com/> “ (Erişim tarihi: 11.10.2014)
- [12] Tetra Sayısal Telsiz Haberleşme Sistemleri, “<http://www.nevada.com.tr/tetra-sayisal-telsiz-haberlesme-sistemleri/>” (Erişim tarihi:12.10.2014)
- [13] Sayısal Telsiz Haberleşme Teknolojileri (TETRA, DMR ve RoIP) - Yasin KAPLAN - (2011)]
- [14] TETRA Nedir, “berk.tc/tetranedir.doc” (Erişim tarihi: 13.11.2014)
- [15] Motorola TETRA, Neden TETRA, “http://www.motorola-tetra.com/tr/why_tetra.html” (Erişim tarihi:10.10.2014)
- [16] ASELSAN, Telsiz Haberleşme Sistemleri, Ömer ERTEKİN, “<http://www.qsl.net/ta1kb/aselsan/telsizhaberlesmesistemleri.htm>”