

PAPER DETAILS

TITLE: TELSİZ HABERLESME STANDARTLARI

AUTHORS: Fatih SAHIN

PAGES: 1-12

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/319384>

TELSİZ HABERLEŞME STANDARTLARI

fatih ŞAHİN

e-mail: fsahin1976@yahoo.com

ÖZET

Haberleşme ve bilgi güvenliği; günümüzde firmaların ve kuruluşların en çok gereksinim duyduğu ihtiyaçların başında gelmektedir. Dünyada ve Türkiye’de firmalar ve örgütler tarafından kullanılmakta olan birbirinden bağımsız ve eski teknoloji ürünü analog telli-telsiz haberleşme sistemlerinin yerini, yeni nesil sayısal entegre haberleşme sistemlerine bırakması maksadıyla birçok proje çalışması yapılmaktadır. 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 çalışmada, öncelikle uluslararası standartlara uygun, özellikle kamu güvenliği ve sosyal hizmetler alanında hizmet veren birimler tarafından kullanılacak sayısal ve özellikle entegre olarak çalışan haberleşme sistemlerinin incelenmesi yapılmış ve ülkemizde askeri alanda kullanılan APCO-25 standardı araştırılmıştır.

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

1. GİRİŞ

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

(Terrestrial Trunked Radio) [2] ve TETRAPOL [3], ABD’de APCO-25 (Association of Public Safety Communications- Project 25-Kamu Güvenliği Haberleşme Görevlileri Birliği) [4,5], IDEN, Güney Amerika’da IDEN, Kanada’da EDACS ve Meksika’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. 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.

APCO-25 Sayısal Telsiz Sistemi standardı FDMA (Frequency Division Multiple Access- Frekans Paylaşımlı Çoklu Erişim) tekniğini kullanmaktadır. FDMA’nın alternatifi olan TDMA (Time Division Multiple Access- Zaman Bölmeli Çoklama Erişimi) sistemlerde, yayının zaman senkronizasyonunun kaybetmeden yayılabileceği coğrafik mesafe limitli olduğu için, FDMA sistemlerde propagasyon (yayılım) mesafesi genel olarak daha uzun olduğundan kapsama alanı da daha geniştir. [6]

2. APCO 25 SİSTEM TANITIMI

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; APCO25 telsizler, mevcut analog telsizler ile direk modda görüşme yapabilirler. Mevcut analog telsizlerin belirli bir geçiş süreci çerçevesinde kullanılmaya devam edilmesi kaçınılmaz olup gerek maliyet, gerek koordinasyon, gerek ise haberleşme açısından tartışmasız çok önemli ve stratejik bir özelliktir. APCO25 sistemi, diğer sayısal PMR sistemlerin aksine, mevcut analog sistemlerle aynı frekans bantları içerisinde enterferans olmaksızın çalışabilmektedir. Bu sayede, mevcut analog sistemlerden APCO25 sayısal sistemine geçişin yavaş yavaş ve kesintisiz (smooth migration) olması sağlanabilmektedir.



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) [1]

Tablo 1: Yayılm 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

APCO25 kamu güvenliği ve acil yardım kurumlarının;

- Normal,
- Kriz,
- Afet,

durumlarındaki sayısal telsiz haberleşme ihtiyaçlarını karşılayacak entegre sistem çözümüdür. Kamu güvenliği ve acil yardım kurumları telsiz kullanıcılarının yaratacak olduğu haberleşme trafiğini karşılayacak niteliğe sahiptir. Metropollerde, kent merkezi, banliyö veya kırsal alanlarda kamu güvenliği ve acil yardım kurumlarının sorumluluk alanına giren coğrafyayı eksiksiz olarak ve maliyet etkin bir şekilde kaplayacak, nitelik ve ölçüdedir.

3. APCO 25 SİSTEMİ GENEL ÖZELLİKLERİ

Sistemin genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- APCO25 Açık Standartlarına uygunluk,
- Ses ve veri entegrasyonu,
- Geniş alan kaplamayı sağlayan hücresel sistem,
- Geniş alan kaplamada frekans verimliliği sağlamaya yönelik olarak sistemin Simulcast (İletilecek mesajın, aynı anda, bütün baz istasyonlarından aynı frekansta iletimine dayanan iletişim şekli) olarak kurulabilmesi,
- Bas-konuş ile tek frekans kullanarak bütün kapsama alanına anında erişim,
- TRUNK ve konvansiyonel çalışma mantığı,
- Hem VHF hem de UHF bantlarında (gereken ve istenen her bantta) sistemin kurulabilmesi, Yüksek çıkış gücüne ve düşük duyarlılık seviyesine sahip geniş ürün yelpazesi,
- Direkt mod haberleşmesi (APCO25 telsizler, mevcut analog telsizler ile direkt modda görüşme yapabilirler.)
- Mevcut analog telsizlerle direkt modda haberleşme (APCO25 sistemi, diğer sayısal PMR sistemlerin aksine, mevcut analog sistemlerle aynı frekans bantları içerisinde enterferans olmaksızın çalışabilmektedir.) Bu sayede, mevcut analog sistemlerden APCO25 sayısal sistemine geçişin yavaş yavaş ve kesintisiz (smooth migration) olması sağlanabilmektedir.
- APCO25 sisteminde her taşıyıcı kanal sadece 12,5 KHz bant genişliği gerektirir. Bu da frekans spektrumunun verimli ve esnek kullanımına imkan sağlar.
- APCO25'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 özel uygulamaların hızlı bir şekilde sisteme entegre edilebilmesi,
- Gizli haberleşme (Milli kript algoritması ile),
- Kamu güvenliği ve acil durum haberleşmesi ile dili gereklerin yerine getirilmesidir.

4. APCO-25 ÜZERİNDEN SUNULAN HİZMETLER ve MİMARİ YAPI

4.1. APCO 25 Üzerinden Sunulan Hizmetler

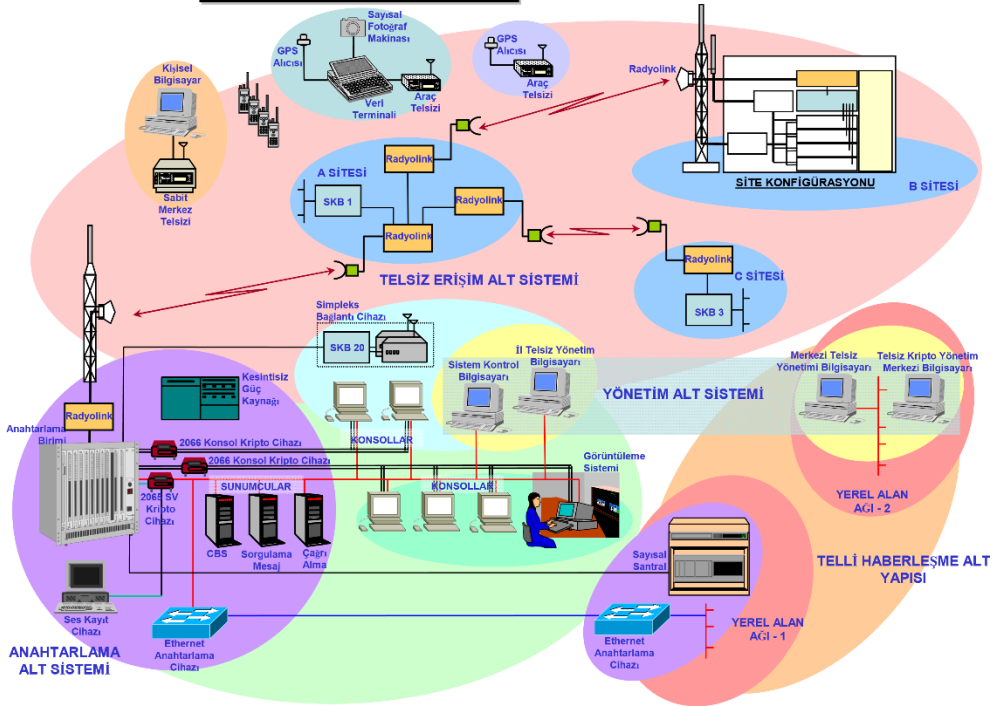
- **Geriye Yönelik Uyumluluk:** Sistem, analog sistemlerin kapsadıkları frekansları da kapsadığı ve bu sistemlerde de çalışabilme özelliği taşıdığı için geriye yönelik uyumluluk sorunu yaşamamaktadır.

TELSİZ HABERLEŞME STANDARTLARI
fatih ŞAHİN

Tablo 2: APCO 25 Sisteminin Teknik Özellikleri [7]

TEKNİK ÖZELLİKLER APCO25 (Trunk & Konvansiyonel)	
Erişim Tekniği	FDMA
Haberleşme Şekli	Yarı 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, MİLLİ KRİPTO

Şekil 2: APCO-25 Mimari Yapısı [8]



- **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 anahtarlamalı 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 yanı sıra, mevcut analog sistemlerle aynı anda ve komşu frekanslarda birlikte çalışabilmektedir. Ayrıca mevcut analog telsizlerle doğrudan görüşme yapabilmektedir.
- **Simulcast:** İletilecek mesajın, aynı anda bütün baz istasyonlarından aynı frekansta iletimine dayanan iletişimdir.
- Frekans kaynaklarını en verimli şekilde kullanmak,
- 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 gerçekleşmiştir.

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 SİSTEMİ

TETRA, TERrestrial Trunked RADio, Karasal Trunk Radyo'nun kısaltmasıdır. TETRA standartları üzerinde çalışmalar Avrupa Komisyonu ve ETSI üyelerinin desteği ile 1990 yılında başlamıştır. TETRA standardının şekillendirilmesi için, GSM standardı ve Trunk radyo sistemlerinden elde edilen tecrübelerden faydalanılmıştır. Üreticiler arasında ilk uyumluluk testleri 1995'de yapılmıştır [11]. Tetra günümüzde Avrupa Telekomünikasyon Standardizasyon Enstitüsü, ETSI, tarafından normları tanımlanmış sayısal telsiz standardı olup Avrupa devletlerince de % 100 benimsenmiş bir standart olma niteliğini kazanmıştır. TETRA, ETSI'nin Özel Mobil Telsiz (PMR :Private Mobile Radio) ve Ortak Paylaşımlı Mobil Telsiz (PAMR: Public Access Mobile Radio) ağları için desteklediği tek sayısal açık telsiz standardıdır ve profesyonel telsiz sektöründe rekabete dayalı geniş bir pazar yaratmaktadır. Kullanıcıların, cihazlarını farklı üreticilerden temin edebilmesine imkan veren “uyumlu donanım” avantajı mevcuttur [12]. TETRA, Time Division Multiple Access (TDMA) teknolojisini kullanır. Aralarında 25 kHz aralık bulunan radyo taşıyıcıları üzerinde dört adet kullanıcı kanalı bulunur. Bu yaklaşım önceki sistemlerle karşılaştırıldığında frekans spektrumunun daha verimli olarak kullanılmasını sağlar. Her bir kanalda 7.2 Kbps'lik veri iletimi gerçekleştirilebileceği gibi birden fazla dilimin kullanımı ile veri iletim kapasitesi 28.8 Kbps'e katlanabilir. Avrupa'da 380-383 MHz ve 390-393 MHz frekans aralıkları acil durum servisleri için tahsis edilmiştir. 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 ayrılmıştır. [13]

TETRA, bireysel kullanıcılardan gelen talep üzerine, ses veya veri haberleşmesi için, bir havuzda toplanan radyo kanallarından bir tahsis gerçekleştirir. TETRA ayrıca hücreler halinde organize edilen ağlar arasında dolaşımı (*Romaning*) ulusal veya uluslararası çapta desteklemektedir. TETRA altyapı üzerinden noktadan noktaya ve noktadan çok noktaya haberleşmeyi desteklediği gibi, doğrudan el terminalleri arasında (*Direct Mode*) da, konvansiyel telsiz haberleşme sistemlerinde olduğu gibi, haberleşmeye olanak sağlamaktadır.

5.1. TETRA Telsiz İşletimi

TETRA'nın işletilebileceği üç farklı çalışma şekli bulunmaktadır:

1. Ses ve Veri (*Voice+Data*)
2. Doğrudan İşletim (*Direct Mode Operation, DMO*)
3. Paket Verisi İyileştirilmiş (*Packet Data Optimised, PDO*)

En yaygın olarak kullanılan çalışma şekli V+D'dir. Bu çalışma şekli ses veri iletimleri arasında geçişe izin verir ve hatta aynı kanal içinde farklı zaman dilimleri her iki tür iletim için de kullanılabilir. Mobil terminaller ve baz istasyonları arasında Full-Duplex iletim desteklenmekte ve alıcı ve verici arasında etkileşimin kabul edilebilir seviyelerde tutulması için 10 MHz'lik bir aralık kullanılmaktadır.

DMO iki mobil terminal arasında ses ve veri iletimin sağlamaktadır ancak bu çalışma şekli Full-Duplex iletimi desteklememektedir (*Simplex*). Bu çalışma şekli baz istasyonu kapsama alanı dışında da mobil terminallerin birbirleri ile haberleşebilmelerini sağlamaktadır.

Üçüncü çalışma şekli yalnızca veri iletimi için iyileştirilmiştir. Bu çalışma şekli, özellikle gelecekte yüksek hacimli veri iletimi gerektirebilecek uygulamalar göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir.

5.2. Veri Yapıları

TETRA'da TDMA teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknik mevcut PMR sistemleri ile karşılaştırıldığında çok daha fazla frekans spektrumu verimliliği sağlamaktadır zira bu teknik aynı frekansın birçok kullanıcının aynı anda kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Ses sayısallaştırılmakta, hem ses ve hem de veri, her kanal üzerinde dört dilime çoğullanarak, sayısal olarak iletilmektedir. Sesin sayısallaştırılması için kullanılan codec, sesin iletimi için yalnızca 4.567 Kbps'lik veri iletim oranına ihtiyaç duymaktadır (*Algebraic CELP, ACELP*). Baz istasyonundan mobil terminallere veri iletimi dışında, şebekeye özel denetim işlevleri için de bir yol sağlamaktadır. İletilen veri hata tespiti ve düzeltme işlevleri için ek bilgiyi de içerir. Her mobil terminalin vericisi yalnızca kendine tahsis edilen zaman diliminde etkindir. Bu çalışma şekli mobil terminallerde verimli batarya kullanımını sağlar. TETRA'nın en önemli özelliklerinden biri de çağrı kurulması için gerekli sürenin oldukça kısa oluşudur. Normal koşullarda bu süre 300 ms'nin altındandır ve DMO çalışma şeklinde bu süre 150 ms'ye kadar düşmektedir. Bu süre standart hücrel sistemlerle karşılaştırıldığında oldukça kısadır. Bu özellikle gecikmenin hayati önem arz ettiği acil durum haberleşmesinde çok önemlidir.[13]

5.3. TETRA Sisteminin Özellikleri

1. TETRA sisteminin en önemli özelliği aynı coğrafi bölge içinde çok sayıda kullanıcıya aynı altyapı üzerinden servis vermesidir. Konvansiyonel sistemlerde her kuruluş kendine ait bir altyapı ve kendine özel bir şebekeyi kullanırken TETRA sisteminde tüm coğrafi bölge için tek bir şebeke altyapısı kullanılır. Kuruluşlar bu altyapı üzerinde kendilerine ait bir sanal şebekeyi kullanırlar. Başka kuruluşların

kesinlikle dinleyemediği ve müdahale edemediği bu sanal şebekeler üzerinden kendi haberleşmelerini yürütürken istediklerinde işbirliği için aynı TETRA altyapısını kullanan diğer kuruluşlar ile de haberleşme yapabilirler. Bu şekliyle TETRA şebekeleri frekansların verimli kullanılmasına, farklı kuruluşların daha düşük bütçeyle çok geniş kapsama alanına ve gelişmiş özelliklere sahip sistemleri kullanmasına imkan tanır.

2. Analog sistemler kullanıcılara kısıtlı özellikler sunarken TETRA gibi sayısal sistemler kullanıcılara birçok gelişmiş özellikler sunar. Analog sistemlerde ağırlıklı olarak donanıma dayalı yenilik ve değişiklikler yapılırken sayısal sistemlerde tüm yenilikler yazılımlar sayesinde yapılır. Sayısal sistemler özellikle çok gelişmiş veri iletişim özelliklerine sahiptir.

3. Analog sistemlerde kullanıcılara sunulan kanal sayısı kısıtlıdır ve kullanıcı sayısı artarken çok geniş frekans bandına ihtiyaç duyulur. TETRA sisteminde frekans verimliliği çok yüksektir. Analog bir sistemde onlarca kanal bulunurken ve her kanal ancak bir kullanıcıya tahsis edilirken TETRA'da daha dar bir frekans bandında yüzlerce konuşma aynı anda yapılabilir.

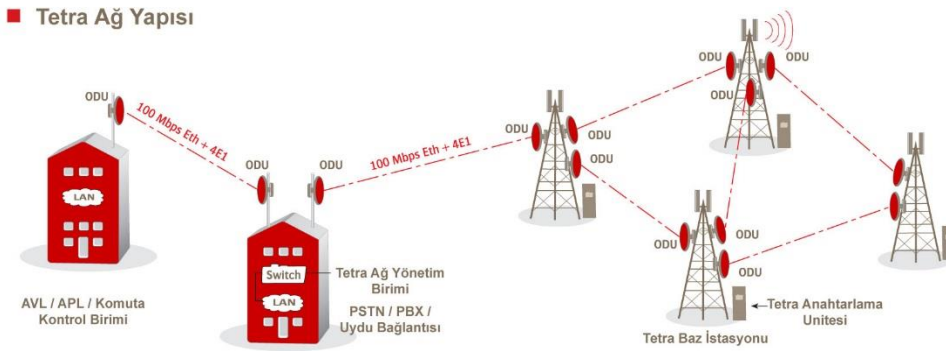
4. TETRA sisteminde kriptolama gibi analog sistemlere göre çok gelişmiş güvenlik özellikleri vardır. [14]

5.4. TETRA'nın Sunduğu Servisler

TETRA üzerinden GSM şebekelerinde olduğu gibi kısa mesaj servisi kullanılabildiği gibi profesyonel kullanıcılar için geliştirilmiş durum mesajı da sunulmaktadır. İhtiyaca göre farklı uygulamaların yapılabildiği TETRA veri servisleri 3 ana gruba ayrılır;

1. **Durum mesajı;** telsiz üzerine daha önceden yüklenmiş mesajların kullanıcı tarafından daha hızlı ve kolayca gönderildiği mesaj tipidir. Bir TETRA şebekesinde telsizlere 30'000'den fazla sayıda mesaj yüklenebilir.
2. **Kısa mesaj servisi;** aynı GSM şebekelerinde kullanılan ve kullanıcının istediği mesajı yazarak diğer kullanıcı ya da kullanıcılara gönderebildiği mesaj tipidir.
3. **IP servisi;** kullanıcıların IP protokolü ile şirket içi ya da diğer internet şebekelerine bağlandığı veri servisi.

Şekil 3: TETRA Ağ Yapısı



5.5. TETRA'nın Avantaj ve Faydaları:

TETRA standardında kullanılan temel teknolojiler çok sayıda avantaj ve faydayı beraberinde getirir:

- Verimli dijital TDMA tabanlı standart. Mevcut RF spektrumunun kullanımını daha verimli hale getirir.
- Spektrum kıymetli bir kaynaktır ve TETRA'nın TDMA sinyali tek bir 25kHz kanalı içinde dört haberleşme kanalının kullanılmasını sağlar.
- Dijital sistemler, yapıları gereği gizli dinlemelere karşı daha güvenlidir. TETRA'nın kapsamlı şifreleme yetenekleriyle bir araya geldiğinde, en talepkar kullanıcıların güvenlik ve gizlilik gereksinimleri TETRA ile karşılanabilmektedir.
- TETRA kapsama alanlarının kıyısında bile mükemmel ses kalitesi sağlar.
- Ses ve veri erişiminin aynı cihaz içinde kombine edilmiş olması, iki farklı ve uyumsuz sistemin kullanılmasından çok daha kolay, daha esnek ve taşınabilir sistemler ile sahadaki çalışanlara güç verdiği gibi, daha fazla bilginin iletilmesini de sağlar. [15]

SONUÇ

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi dünyanın çeşitli sosyoekonomik bölgelerinde çeşitli modülasyon ve erişim tekniklerinin kullanıldığı ikinci nesil sayısal sistemler kullanıma sunulmaktadır. Telsiz sistemlerinde, sistemleri, bireysel çağrılarının sıkça yapıldığı, kullanıcıların küçük gruplar halinde olmasından dolayı grup çağrılarının kanal ekonomisi getirmekten uzak olduğu "çağrı yoğun sistemler" ve çok sayıda kullanıcının çevrim anlayışıyla büyük gruplarda toplandığı "kullanıcı yoğun sistemler" olarak tanımlayabiliriz.

ETSI (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) tarafından ikinci nesil telsiz sistemleri konusunda yapılan çalışmalara göre sayısal Trunk sistemleri FDMA ya da TDMA erişim tekniği ile oluşturulabilecektir. Bireysel çağrılarının sık kullanılmadığı, büyük kaplama alanı gereksinimi duyan, bir bölgede en fazla 10 kanal içeren (10 kanal/site) ve grup başına düşen kullanıcı sayısının yoğun olduğu sistemler için optimum çözüm FDMA olacaktır. Bireysel çağrılarının yoğun olduğu, site başına 15'ten fazla kanala sahip, ancak kaplama alanının dar olmasına/daha fazla tekrarlayıcı telsiz kurulmasına müsaade edebilecek sistemler için TDMA optimum çözüm olacaktır.

Güvenlik kuvvetleri tarafından kullanılan sistemler profesyonel sistemler (PMR) olarak adlandırılmakta olup, grup çağrı yoğunluğu, bireysel çağrı yoğunluğuna göre çok fazla olan ve çevrim mantığı ile çalışan sistemlerdir. Bu tür sistemlerde, telsiz kullanıcısının hangi kullanıcılarla görüşeceği, hangi gruba dahil olacağı (Asayiş çevrimi, trafik çevrimi, istihbarat çevrimi gibi) önceden belirlenmiştir ve belirlenen bu kullanıcıların mutlaka birbirlerini duymaları gerekir. Sonuç olarak birim site başına gerekli kanal sayısı, çevrim sayısına her zaman için eşit olacaktır. Kolluk kuvvetleri uygulamasında herhangi bir çevrimin, kanalı bir diğerinden daha az kullanması ve kullanmadığı zaman da diğer çevrimler tarafından kullanılması söz konusu olmadığından, kanalların dinamik olarak tahsisi de mümkün değildir. Bu kabuller ışığında, ikinci nesil telsiz sistemleri seçimi söz konusu olduğunda, kolluk kuvvetleri

için en uygun çözümünün FDMA tabanlı sistemler olacağı söylenebilir. PAMR sistemleri ise (ASELSAN ticari Trunk sistemi gibi) bireysel çağrılara göre tasarlanmış olup, TDMA çözümü gerektirirler.

Avrupa'da TETRA ve TETRAPOL, ABD'de APCO-25, İDEN, EDACS ve GEOTEK FHMA, Güney Amerika'da İDEN, Kanada'da EDACS ve Meksika'da TETRAPOL sistemleri karşımıza çıkmaktadır. Almanya ve İngiltere'nin başını çektiği sosyoekonomik grup Avrupa'da TETRAPOL'a karşı TETRA'yı savunmaktadırlar. Fransa'nın önde gelen PMR üreticilerinin yönlendirdiği sosyoekonomik grup ise TETRAPOL sistemini savunmaktadır. ABD'nin en büyük PMR üreticisi durumunda olan bir firma, Avrupa'da şiddetle karşı çıktığı ve kötülediği TETRAPOL sisteminin bir benzeri olan APCO 25 sisteminin ABD ve Kanada'da yaygınlaştırılması için çalışmaktadır. Yine aynı firma, Güney Amerika bölgesi için İDEN sistemini pazarlamaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi ikinci nesil sayısal sistemler birbirlerinden bazı noktalarda daha iyi, bazı noktalarda daha kötü sistemlerdir ancak kullanıcı seçiminde önemli olan sosyoekonomik çözümdür[16]. Sonuç olarak bütün bu değerlendirmeler dikkate alındığında Türkiye'de özellikle kamu kurum ve kuruluşları tarafından kullanılması planlanan telli-telsiz entegre haberleşme sistemlerinin en önemli kısmı olan telsiz sistemlerinde 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., 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.apcointl.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 Geçiş 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>”

Biyografi

Fatih ŞAHİN, 1976 yılında Nevşehir’de dünyaya geldi. İlk ve ortaokulu burada okuduktan sonra 1990 yılında Kuleli Askeri Lisesine girdi. 2000 yılında Kara Harp Okulunu Jandarma Muhabere subayı olarak mezun oldu. Sırasıyla; İzmir, Tokat, Şırnak Ve İstanbul’da muhabere sistemleri (telli, telsiz, bilgisayar ve kriptoloji hizmetleri) branşında görev yaptı. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi, Bilişim Teknolojiler ve Bilgisayar Mühendisliğinde yüksek lisans derecesi yaptı. Halen İstanbul Aydın Üniversitesinde Bilgisayar Mühendisliği bölümünde doktora eğitimine devam etmektedir.

Evli ve iki çocuk sahibi olup, İngilizce bilmektedir.