

Veri İletişimi

Hafta 11

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK

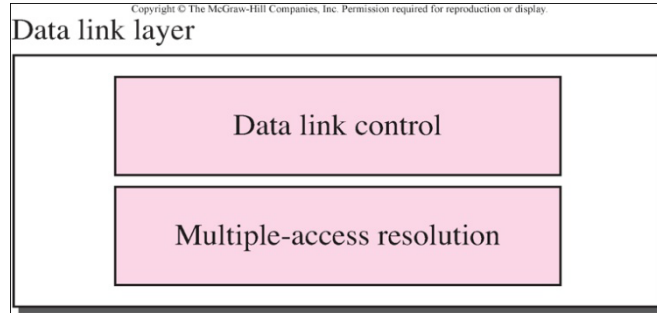


HAFTA11: ÇOKLU ERİŞİM SİSTEMLERİ

11.1 VERİ BAĞI KATMANI

Veri bağı katmanı, katmanlı mimaride ikinci katmana karşılık gelir ve iki alt katmandan oluşur (Şekil 11.1). Bunlar:

- Data Link Control (Veri Bağı Kontrolü) ve
- Multiple-access Resolution (Çoklu erişim çözümü)



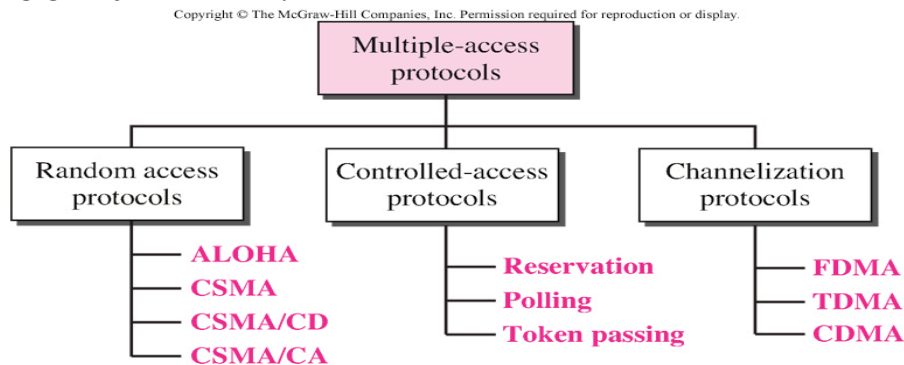
Şekil 11.1

Aşağıda veri Bağı katmanında sunulan hizmetler ve tanımları verilmiştir:

- Başlatma Denetimi: İletişimin başlatılması için protokol parametrelerine başlangıç değerlerinin verilmesi.
- Çerçeve Kurma: çerçevenin başına ve sonuna gerekli karakterlerin veya denetim bilgilerinin yerleştirilmesi.
- Hat Denetimi: Yarı çift yönlü bağlantılarda iletim sırasını karşı tarafa vermek için gerekli denetimin yapılması.
- Akış Denetimi: Gönderici ve alıcı arasındaki çerçeve akışının alıcı işlem hızına göre ayarlanmasını sağlar.
- Hata Denetimi: Alınan çerçevenin hatalı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılır.
- Zaman Aşımı: ACK mesajları tanımlanan zaman içerisinde ulaşip ulaşmadığını kontrol eder.

11.2 ÇOKLU ERİŞİM SİSTEMLERİ

Çoklu erişim sistemleri, birden fazla kullanıcının iletim ortamına nasıl erişileceğini tanımlar ve şekil 11.2’de verildiği gibi üç alt bölüme ayrılır.



Şekil 11.2

11.2.1 Rasgele Erişimli Protokoller

Aşağıda Rasgele Erişimli protokollerin genel özellikleri verilmiştir:

- Düşüm bir paket göndermek istediğinde
 - Kanalin veri hızı olan R hızında gönderim yapar
 - Bir düşümün diğer bir düşüm üzerinde üstünlüğü yoktur. Yani, düşümler arasında bir öncelik koordinasyonu yoktur
- İki veya daha fazla düşüm göndermek istediğinde bir çarpışma olur
- Rasgele erişim MAC protokolü aşağıdaki durumları çözüme kavuşturması gerekir:
 - Çarpışmaların nasıl seziyeceğini
 - Çarpışmalardan ne tür bir algoritma ile nasıl kurtulacağını (örnek, geciktirilen yeniden iletim)
- Rasgele erişim protokolleri:
 - slotted ALOHA
 - ALOHA
 - CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

11.2.2 Kontrollü Erişimli Protokoller

Aşağıda Kontrollü Erişimli protokollerin genel özellikleri verilmiştir:

- Gönderme hakkına sahip bir başka istasyonun olup olmadığını araştırırlar.
- Bir istasyon diğer istasyonlar tarafından yetkilendirilmeden gönderim yapamaz
- 3 farklı kullanımı vardır:
 - Jeton Aktarımı (Token Passing)
 - Yoklamalı (Polling): Master düşüm slave düşümleri sürekli kontrol eder
 - Rezervasyon tabanlı (reservation)

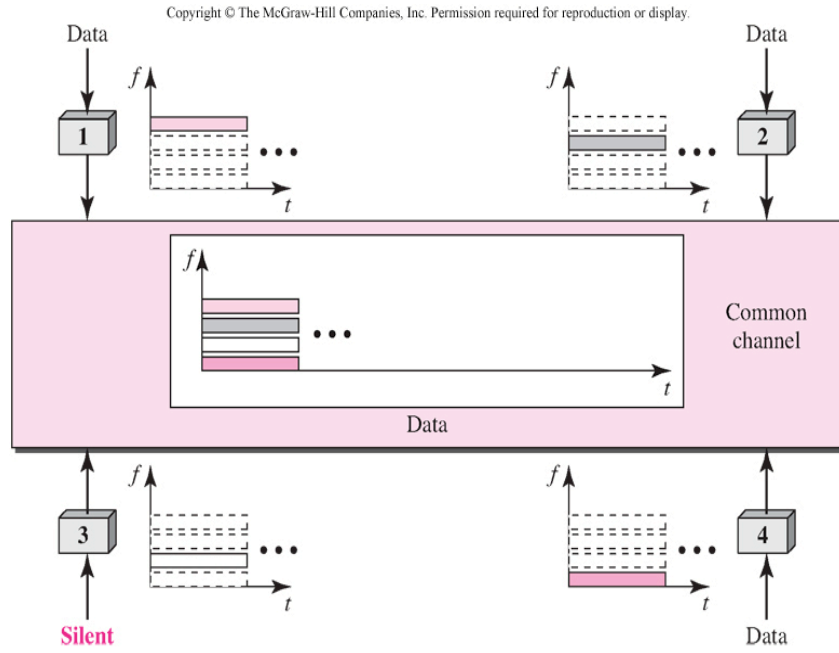
11.2.3 Kanalin Bölümlere Ayrılması

Kanallara ayırma (Channelization), bir hattın bandgenişliğini farklı istasyonlar arasında zaman, frekans ve kod vasıtasıyla paylaşma işlemi yapan bir çoklu erişim metodudur. Üç farklı teknik kullanılır:

- FDM üzerine dayalı FDMA (Frequency Division Multiple Access)
- TDM üzerine dayalı TDMA (Time Division Multiple Access)
- Yayılı spektrum teknikleri üzerine dayalı CDMA (Code Division Multiple Access)

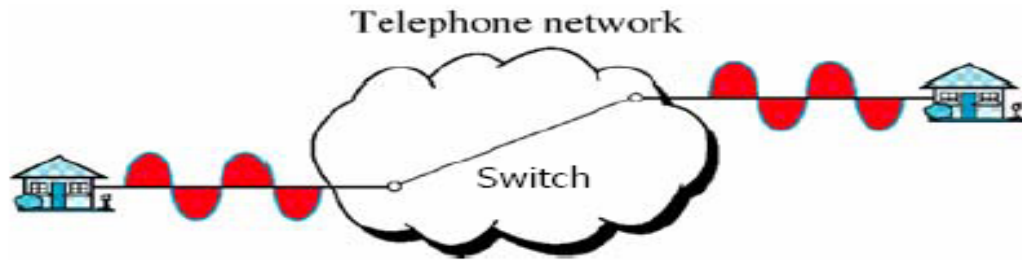
11.3 FREKANS BÖLMELİ ÇOKLU ERİŞİM

Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (Frequency Division Multiple Access-FDMA), FDM üzerine dayalıdır. Her bir kullanıcı ayrı frekans bandını kullanarak iletim ortamına erişim yapar. Şekil 11.3'de gösterildiği gibi 4 kullanıcı farklı taşıyıcı frekanslar kullanarak ortak bir kanalı paylaşmaktadırlar. Frekans bandları arasında koruma bandları da bulunabilir.

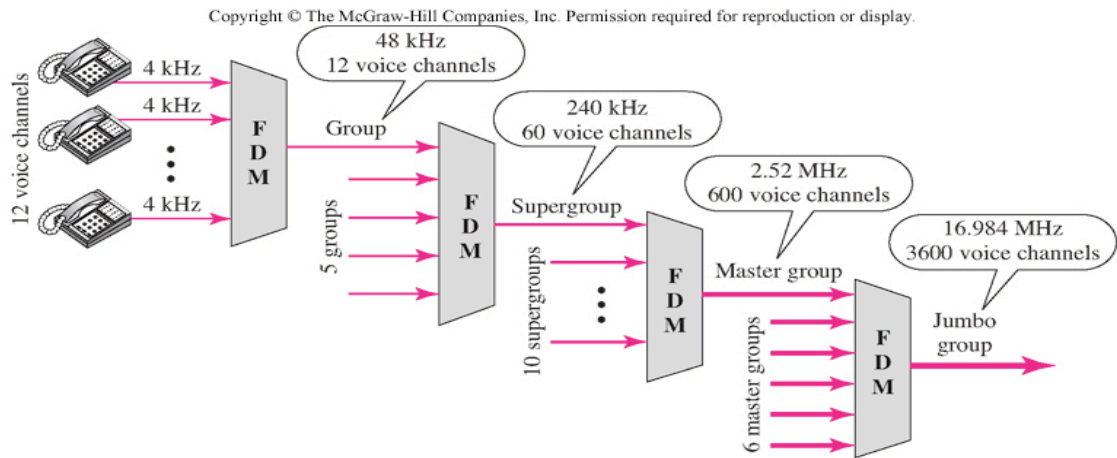


Şekil 11.3

FDMA Sistemi-1: Analog Hiyerarşi: Analog hiyerarşi, Analog kiralık hat (Analog leased line) olarak isimlendirilir (şekil 11.4). Düşük bant genişliğine sahip ses kanalları daha yüksek bant genişliğine sahip kanallara çoğullanarak kullanıcılar adına çoklu erişim sağlanır (şekil 11.5).



Şekil 11.4

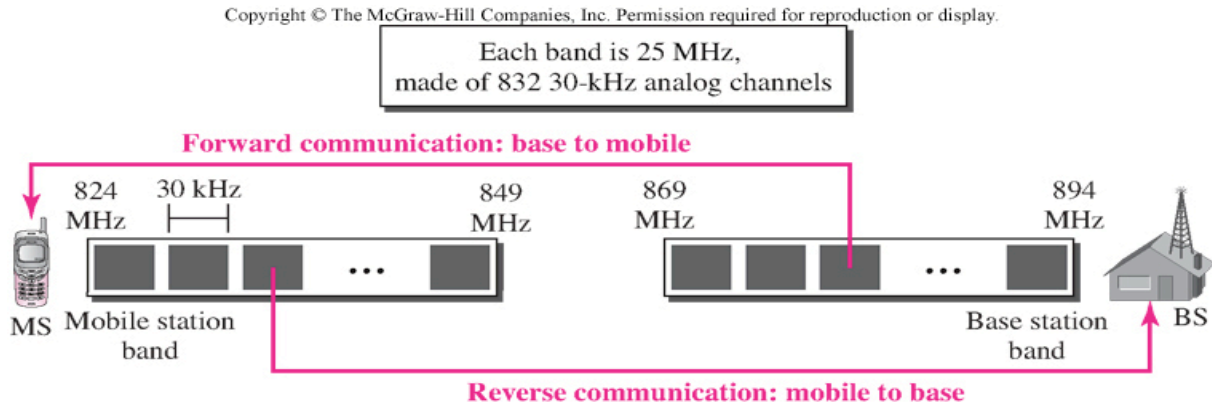


Şekil 11.5

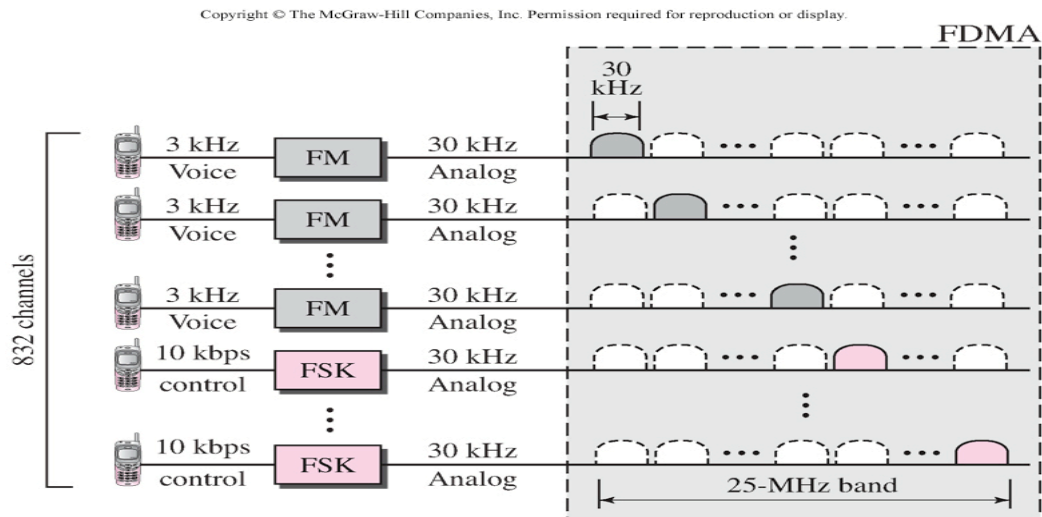
FDMA Sistemi-2: AMPS (Advanced Mobile Phone Systems)

AMPS, FDMA kullanan analog bir hücresel bir telefon sistemidir. AMPS’de her kullanıcı için 30 kHz’lik kanallar atanır:

- Ses sinyali için 3 kHz’lik bant genişliği kullanılır ve FM’de kanal bant genişliği $10 \times \text{modüle eden sinyal olduğundan toplam bant genişliği } 30 \text{ kHz}$ olur.
- Her kullanıcıya full-duplex iletişim için 60 kHz kanal atanır.
- AMPS, iki bant kullanır. Gönderme (cep telefonundan baz istasyonuna) için 824-849 MHz ve alma (baz istasyonundan cep telefonuna) için 869-894 MHz bantları kullanılır (şekil 11.6).
- Her kullanıcı bir yönde 30 kHz bant genişliği kullandığına göre, eş zamanlı olarak iletişim yapacak kullanıcı sayısı:
- Her bant 25 MHz (849-824 ve 894-869) tir
- $25 \text{ MHz} / 30 \text{ kHz} = 833.33$ olur. Gerçekte her bant 832 kanala bölünür.
- Toplam 42 kanal kontrol için kullanılır. 790 kanal kullanıcılar için ayrılır (şekil 11.7).
- Her iki kanalda full-duplex eş zamanlı 790 kullanıcı iletişim yapabilir.



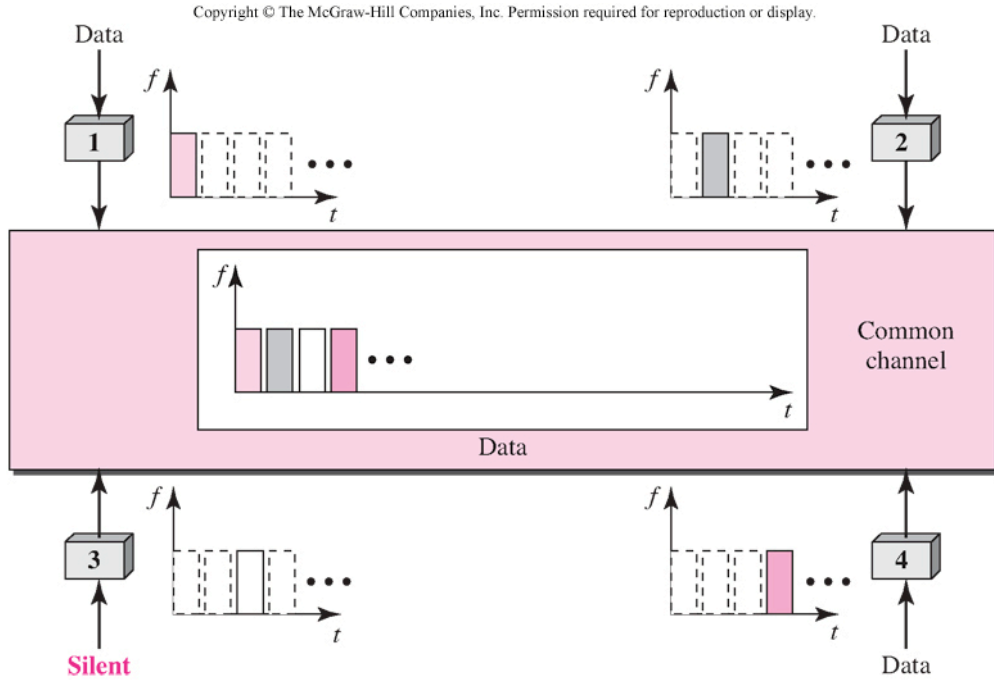
Şekil 11.6



Şekil 11.7

11.4 ZAMAN BÖLMELİ ÇOKLU ERİŞİM

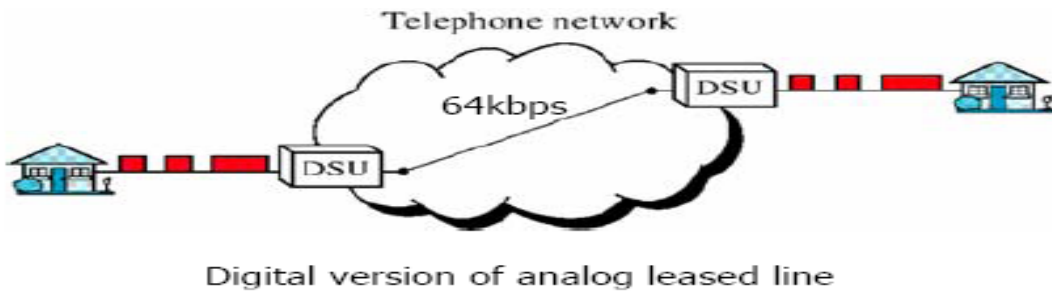
Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiplexing Access – TDMA), TDM tekniği üzerine dayalıdır. Zaman bölmeli çoklu erişim sistemlerinde, farklı kullanıcılar ortak bir iletişim kanalını zaman düzleminde paylaşırlar. Şekil 11.8’de 4 farklı kullanıcı farklı zaman aralıklarını kullanarak bir TDM iletişimi yapmaktadırlar.



Şekil 11.8

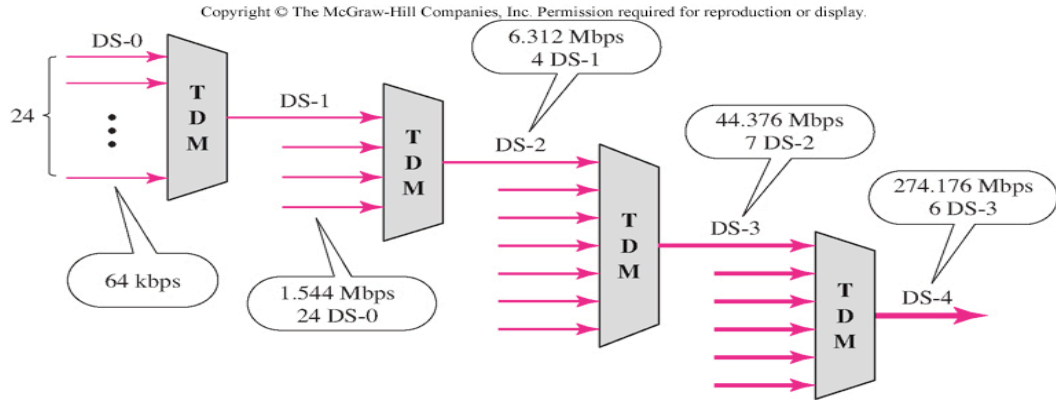
TDMA Sistemi-1: Sayısal Taşıyıcı Sistemler

Sayısal Taşıyıcı Sistemler, analog kiralık hattın sayısal versiyonudur (şekil 11.9). USA/Kanada/Japonya aynı sistemi kullanırlar. ITU-T (Uluslararası) yapısal olarak benzer, fakat farklı bir sistem kullanır. DSU (Digital Service Unit) sayısal hizmet birimi olarak tanımlanır.



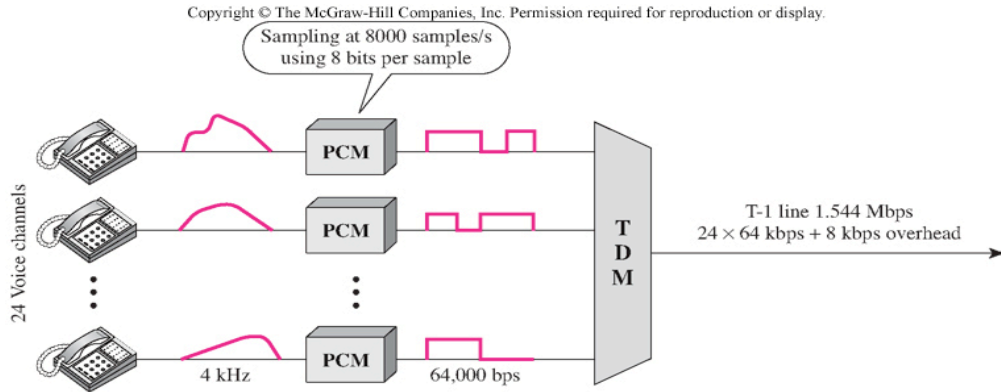
Şekil 11.9

USA sistemi DS-1 formatı üzerine dayalıdır (şekil 11.10). DS-1 hattında 24 kanal çoğullanır.



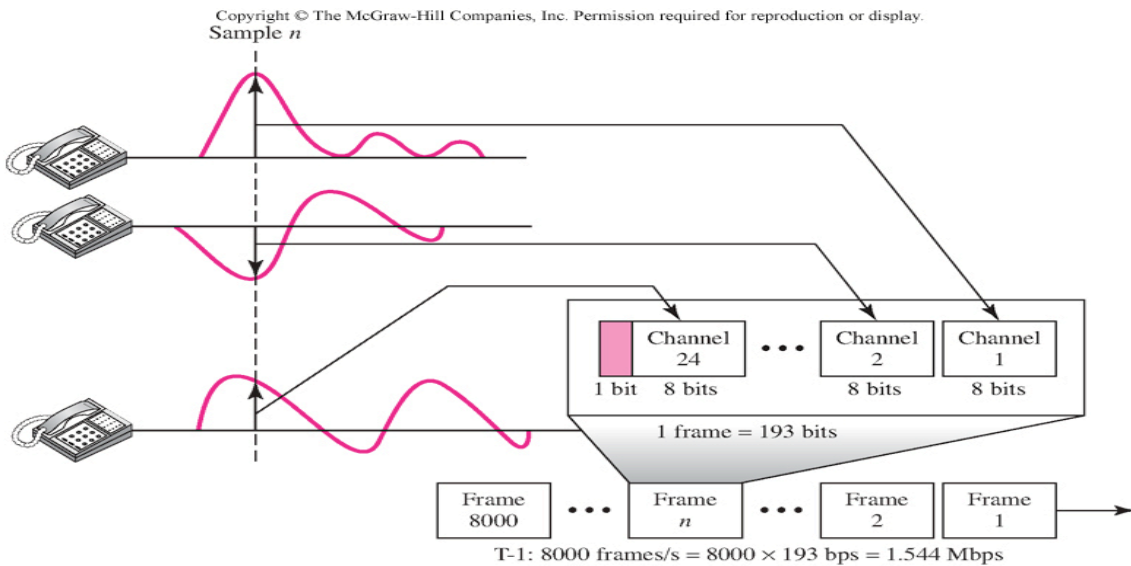
Şekil 11.10

Şekil 11.11’de 24 ses kanalı, bu kanallar üzerinden gelen analog sinyalin PCM ile sayısallaştırılması ve sayısallaştırılan verinin TDM ile T-1 hattı üzerinden sayısal bir iletim ortamına aktarılması verilmiştir.



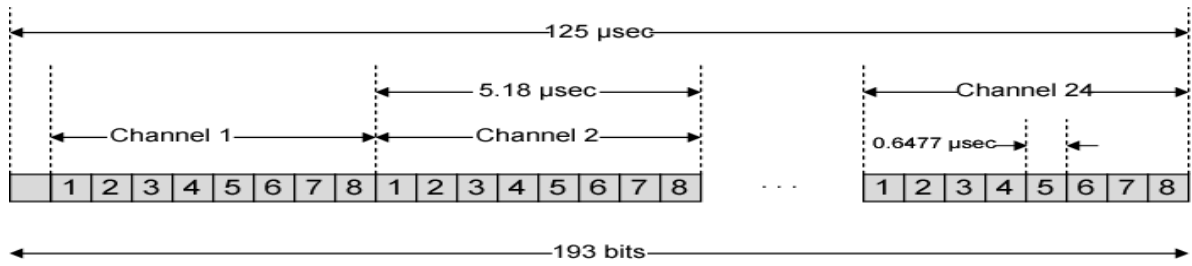
Şekil 11.11

Her bir TDM çerçevesi her kanal için 8 bit ve 1 çerçeveleme bitine sahiptir. Dolayısıyla her bir T-1 iletim formatındaki TDM çerçevesinde 193 bit bulunur (şekil 11.12).



Şekil 11.12

Şekil 11.13'te T1 iletim formatındaki 193 bitin anatomisi verilmiştir.



Notes:

1. The first bit is a framing bit, used for synchronization.
2. Voice channels:
8-bit PCM used on five of six frames.
7-bit PCM used on every sixth frame; bit 8 of each channel is a signaling bit.
3. Data channels:
Channel 24 is used for signaling only in some schemes.
Bits 1-7 used for 56 kbps service
Bits 2-7 used for 9.6, 4.8, and 2.4 kbps service.

Şekil 11.13

Tablo 11.1 ve tablo 11.2'de DS (Kuzey Amerika) ve E (Uluslar arası – ITU standardı) hatlarının kaç adet ses kanalına sahip olduğu ve bit iletim hızları verilmiştir.

Tablo 11.1

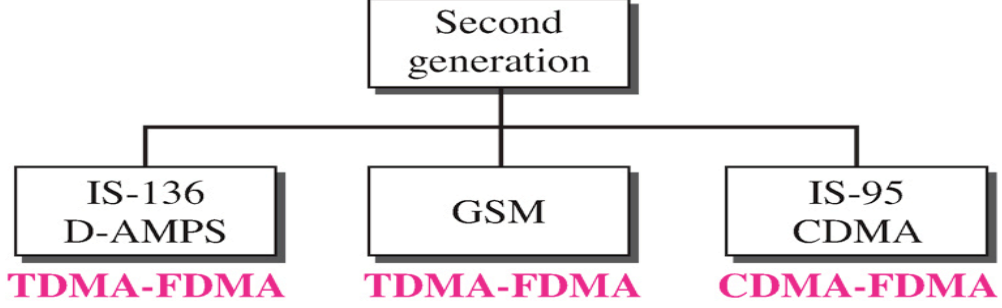
Service	Line	Rate (Mbps)	Voice Channels (64 Kbps)
DS-1	T-1	1.544	24
	T1C	3.152	48
DS-2	T-2	6.312	96
DS-3	T-3	44.736	672
DS-4	T-4	274.176	4032

Tablo 11.2

Line	Rate (Mbps)	Voice Channels (64 Kbps)
E-1	2.048	30
E-2	8.448	120
E-3	34.368	480
E-4	139.264	1920
E-5	565.148	7680

11.5 TDMA-FDMA TABANLI SİSTEMLER

TDMA, FDMA ve bir sonraki bölümde anlatılacak CDMA sistemlerinin birlikte kullanıldığı sistemlerde bulunmaktadır (şekil 11.14). Bu bölümde TDMA ve FDMA tabanlı sistemlerden bahsedilecektir. 11.7 bölümde ise CDMA ve FDMA tabanlı sistemler bahsedilecektir.

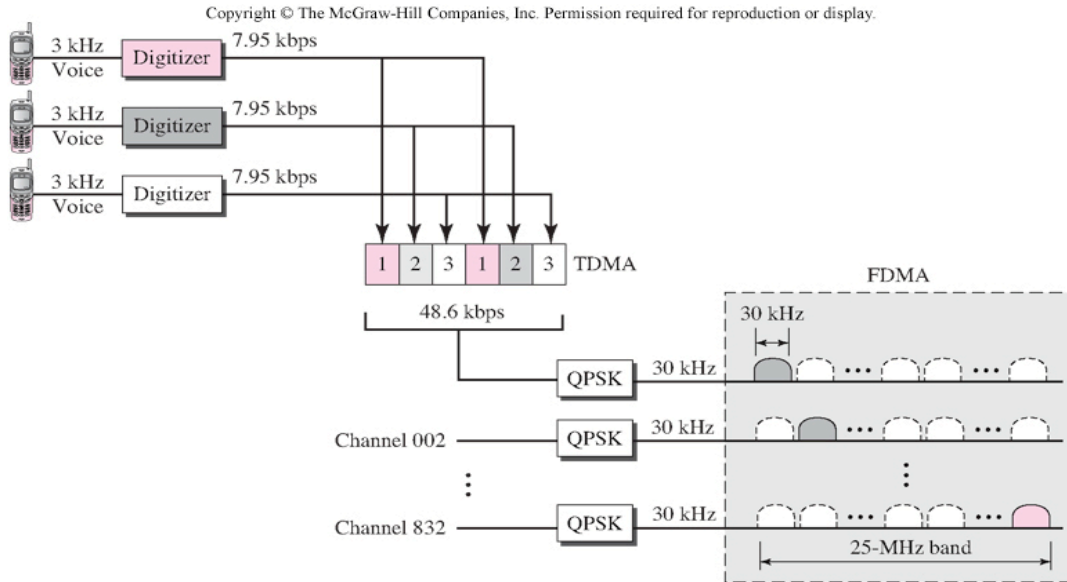


Şekil 11.14

TDMA-FDMA Sistemi-1: IS-136 → D-AMPS

D-AMPS, TDMA ve FDMA'yı birlikte kullanan sayısal bir hücresel telefon sistemidir (şekil 11.15).

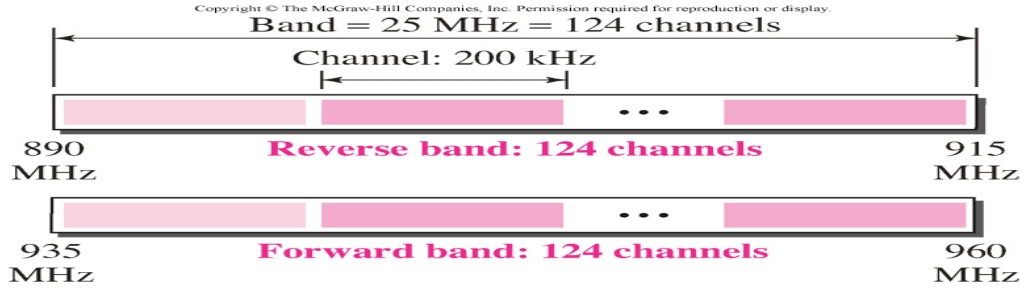
- 3 Khz'lik kullanıcı ses sinyali ilk önce PCM (analogdan sayısala dönüşüm) teknikleri ile sayısallaştırılır ve 7.95 kbps'lık bir veri hızı elde edilir.
- Her kullanıcının konuşma anından alınan sayısal örnek(ler), TDM çerçevesi içerisindeki bir ya da birkaç zaman aralığına yerleştirilir. Bu işlem zaman düzleminde bir çoklu erişimi gösterir.
- 6 tane zaman aralığına sahip TDM çerçevesi, QPSK modülasyon tekniği ile analog bir sinyal haline dönüştürülür.
- Dönüştürme esnasında taşıyıcı frekansı kullanılarak sinyal, ilgili kanal için belirlenen frekans bandına taşınmış olur. Her kanal, kendine ait bir frekans bandı kullandığından dolayı frekans düzleminde bir çoklu erişim sağlanmış olur.



Şekil 11.15

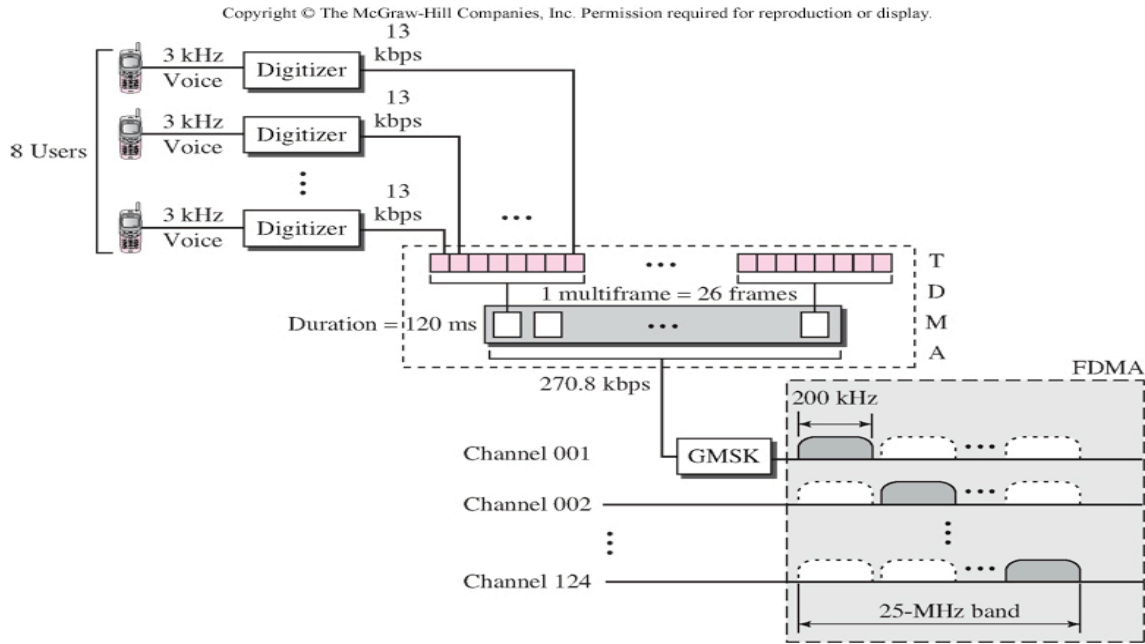
TDMA-FDMA Sistemi-2: GSM

GSM, AMPS'de olduğu gibi iki bant kullanır. Gönderme (cep telefonundan baz istasyonuna) için 890-915 MHz ve alma (baz istasyonundan cep telefonuna) için 935-960 MHz bantları kullanılır (şekil 11.16). Her bant 25 MHz (915-890 ve 960-935) tir.



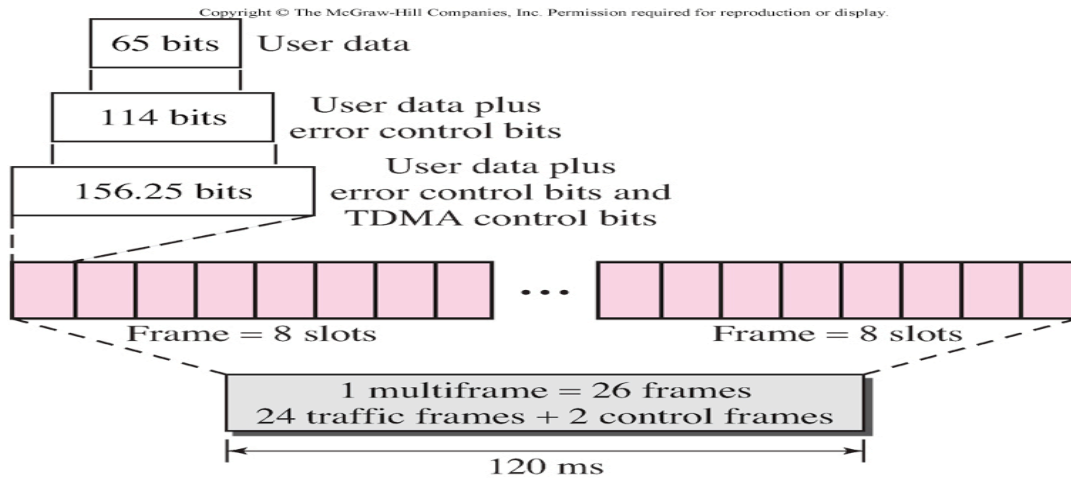
Şekil 11.16

GSM’de her bir kanalın bandgenişliği 200 kHz’dir ve bu kanalları 8 kullanıcı zaman düzleminde paylaşır. $25 \text{ MHz} / 200 \text{ kHz} = 125$ olur. Gerçekte 124 kanal kullanılır.



Şekil 11.17

Şekil 11.18’de GSM sistemi içerisinde kullanıcı verisinden başlayarak bir multiframe yapısının nasıl olduğu gösterilmiştir.

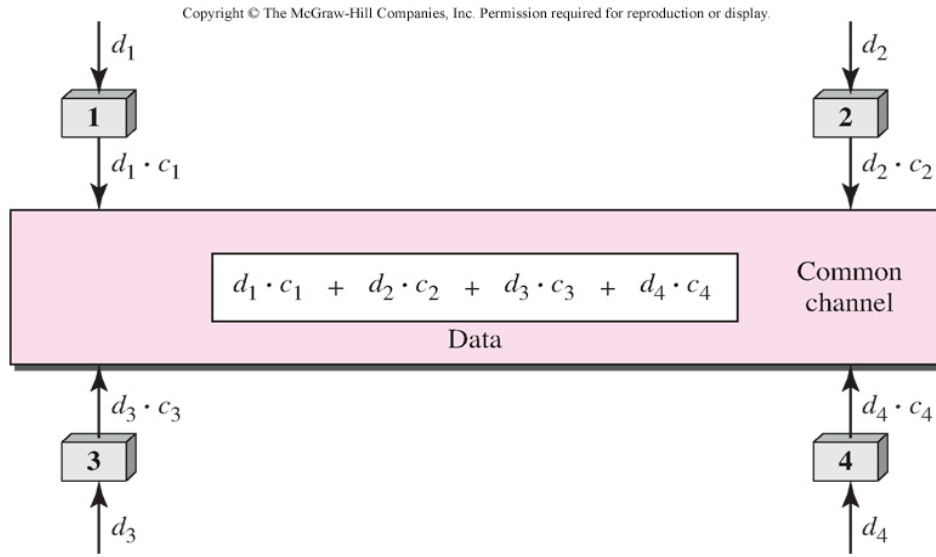


Şekil 11.18

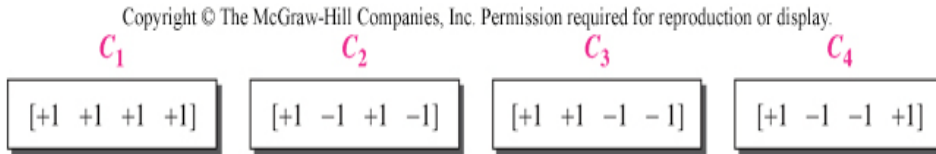
11.6 KOD BÖLMELİ ÇOKLU ERİŞİM

Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access-CDMA), yayılı spektrum teknikleri üzerine dayalıdır. Aşağıda kod bölmeli çoklu erişim tekniğinin genel özellikleri sıralanmıştır (şekil 11.19):

- Her bir kullanıcıya ait tek bir kod tahsis edilir (şekil 11.20). Bu kod ortamın paylaşılması işlemini (bölüm işlemi) yapan koddur.
- Sadece kodu bilen alıcı sinyali ortamdaki doğru bir şekilde alabilir.
- Birden fazla kullanıcı daha az girişimle aynı yüksek bandgenişliğini paylaşabilirler.
- Çoğunlukla kablosuz yayın kanallarında kullanılır (hücresel, uydu).

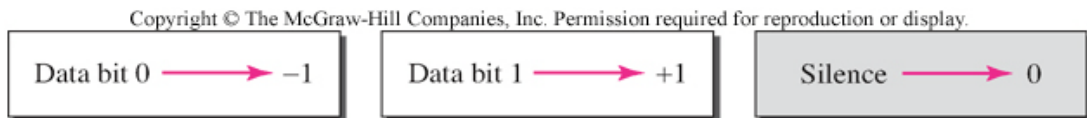


Şekil 11.19

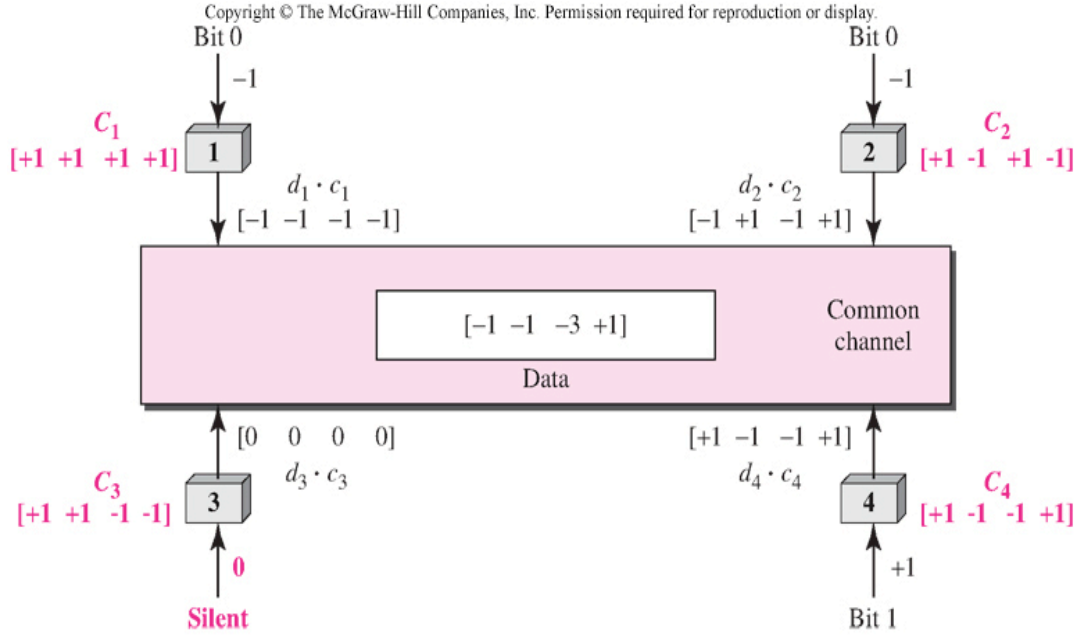


Şekil 11.20

- Veriler için tanımlanan kodlar da bulunmaktadır. 0 veri biti için -1 kodu, 1 veri biti için +1 kodu, sessizlik (veri gönderimi yok) 0 kodu kullanılmaktadır (şekil 11.21).
- Kullanıcıların gönderecekleri veriler, kendilerine ait kodlarla çarpılır (şekil 11.22).

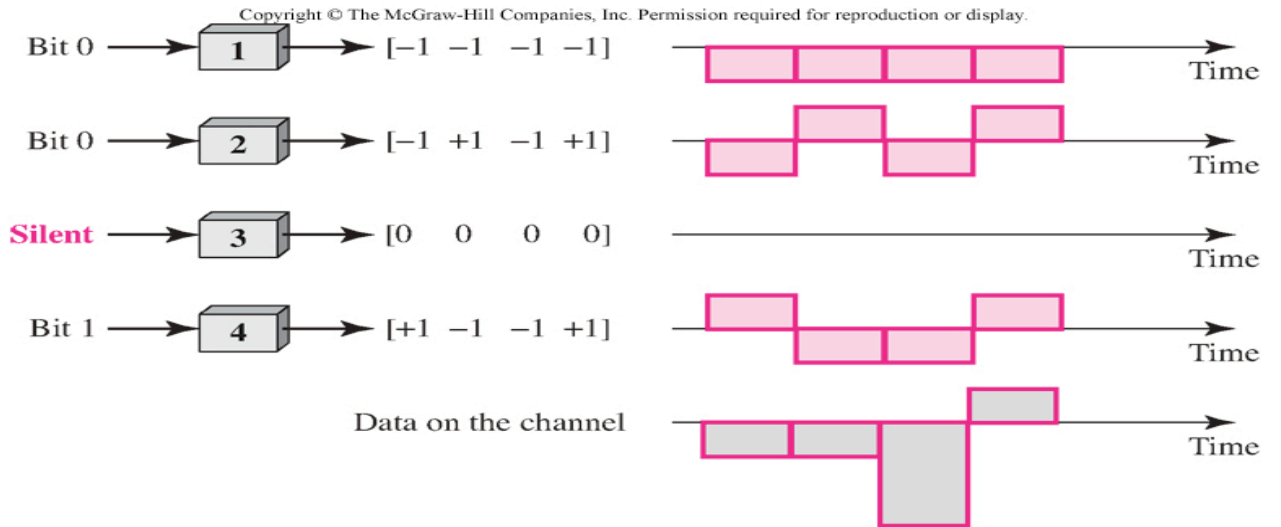


Şekil 11.21



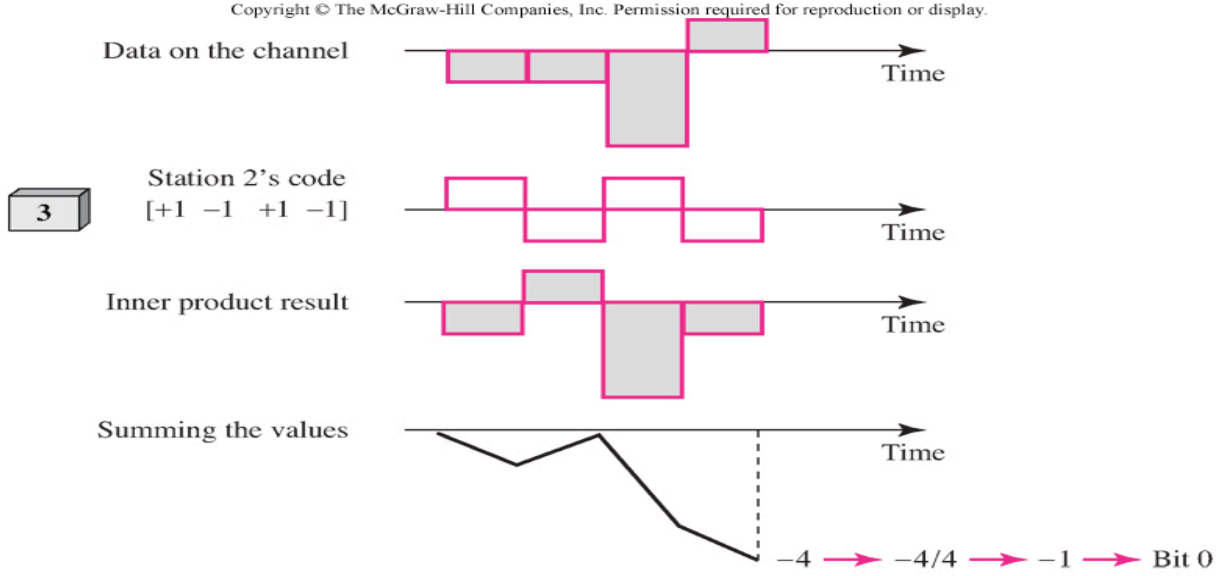
Şekil 11.22

Şekil 11.23'te her bir kullanıcı için çarpımlar ve sonuçları verilmiştir. Kanal üzerindeki toplam kodlanmış veri de en alttaki şekilde verilmiştir.



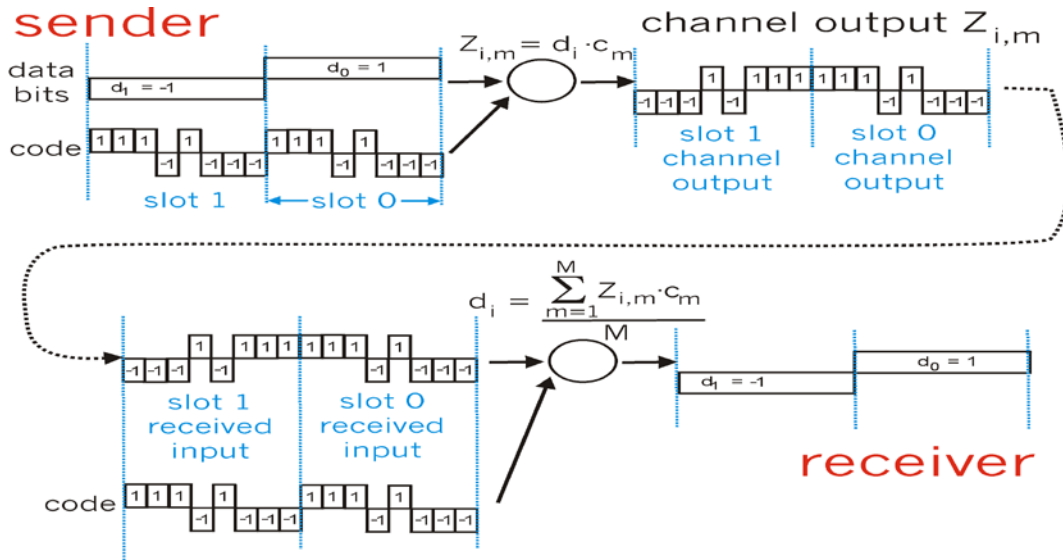
Şekil 11.23

Alıcı kanal üzerinden aldığı veriyi (sinyali), kendisine atanan kodla çarpar. Çıkan sonucu kaç adet kod ya da istasyon varsa ona bölerek gelen veriyi karar verir (şekil 11.24).



Şekil 11.24

Şekil 11.24'te gönderici ve alıcı arasında CDMA tabanlı bir iletişim örneği verilmiştir.



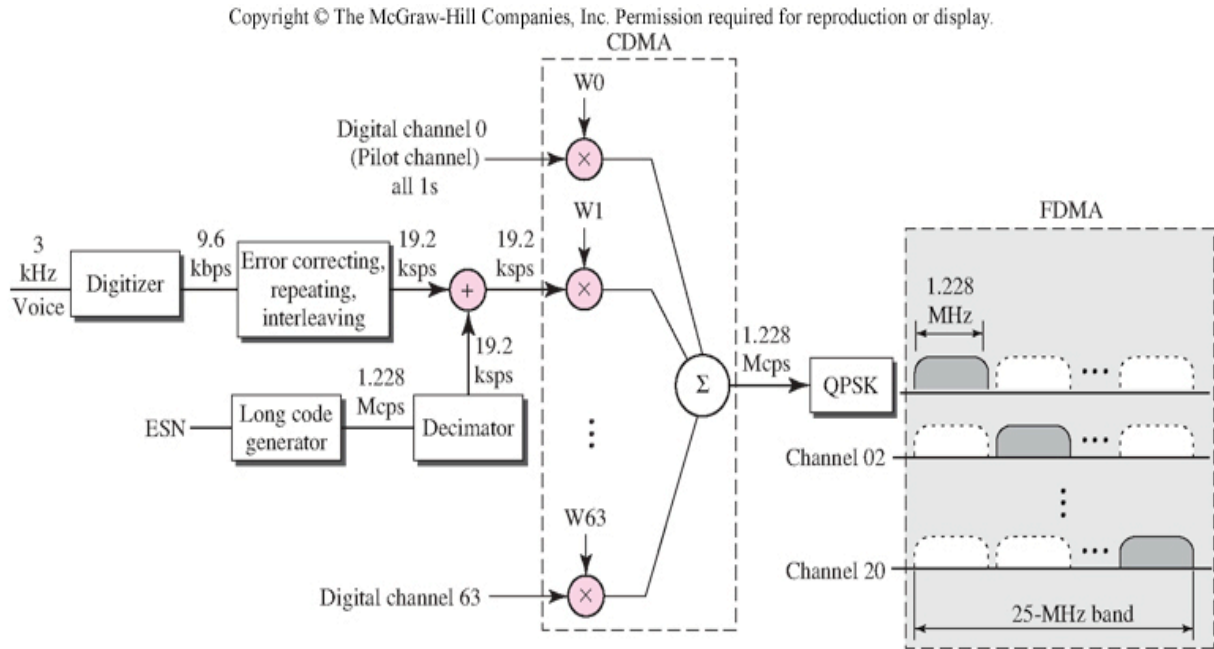
Şekil 11.24

CDMA Sistemleri - Kablosuz LAN – IEEE 802.11:

- Frequency Hopping CDMA: IEEE 802.11 FHSS: Her bir kullanıcı tek bir yalancı-rasgele (pseudo-random) örüntü içerisinde (atlama dizisi) farklı frekans bandları arasında atlama yapar.
- Direct Sequence CDMA: IEEE 802.11 DSSS / IEEE 802.11b: Tüm kullanıcılar aynı frekansı paylaşırlar, fakat her bir kullanıcı verisini kodlamak için kendi chipping (kod) dizisine sahiptir
 - Kodlanmış sinyal: (Orijinal veri) x (Chipping dizisi)
 - Kod çözme: Kodlanmış sinyal ile chipping dizisinin çarpımı
 - Yeni kanal, saniye başına kD kodu (chip) olan kod veri hızına sahiptir

11.7 CDMA – FDMA TABANLI SİSTEM – IS-95 - CDMAOne

IS-95, CDMA/DSSS ve FDMA kullanan sayısal bir hücresel telefon sistemidir (şekil 11.25).



Şekil 11.25

Bu bölümdeki konularla alakalı ek okuma için aşağıdaki kaynaklara başvurulabilir.

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, McGraw-Hill.
 - Chapter 12 : Multiple Access
 - Chapter 16 Wireless WANs: Cellular Telephone and Satellite Networks
- Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education.
 - Chapter 14 : Cellular Wireless Networks