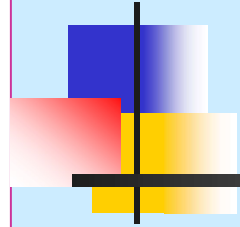


**EBT521 – VERİ İLETİŞİMİ VE BİLGİSAYAR AĞLARI**



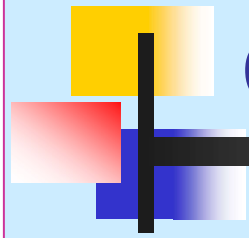
## **ÇOĞULLAMA VE VERİ KODLAMA**

Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK

[ozcelik@sakarya.edu.tr](mailto:ozcelik@sakarya.edu.tr)

<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği



# ÇOĞULLAMA VE VERİ KODLAMA

- Bağlantı Arayüz Standartları
- Coğullama – Multiplexing
- Coğullama Teknikleri
- Frekans Bölmeli Coğullama
- Zaman Bölmeli Coğullama
- Analog Veriden Sayısal Sinyale Veri Kodlama
  - Darbe Kod Modülasyonu

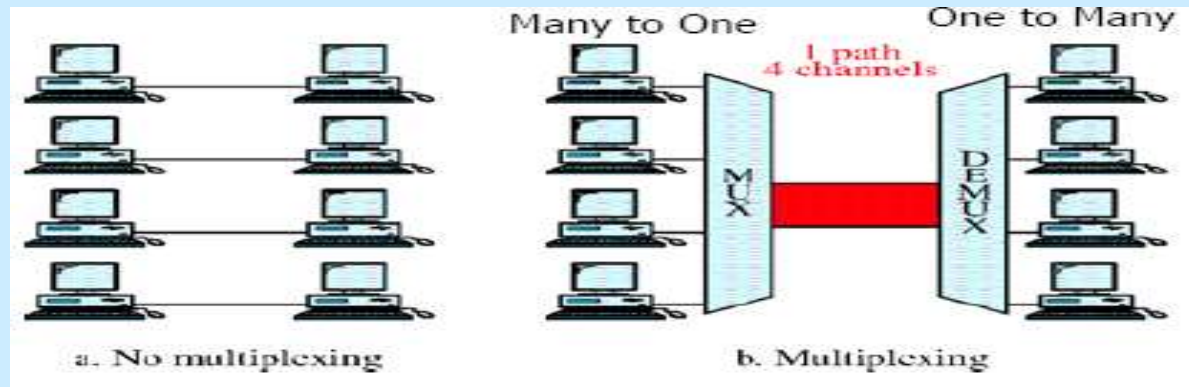


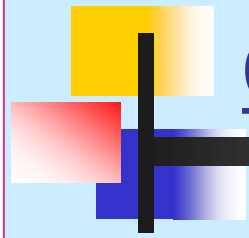
## Bağlantı Arayüz Standartları

- Sayısal bilgiyi iletim ortamından gönderebilmek için gerekli işlemleri bütün olarak üzerinde bulunduran kavrama denir.
  - Linkteki sinyallerin isimleri ve fonksiyonları
  - Elektriksel, Optik veya elektromanyetik işaretin elde edilmesi
  - Konnektör ve arabirimin mekanik yönleri
- Bağlantı Arayüz Standartları 3 ana kategoriye ayrılır:
  - DTE-DCE Bağlantı Arayüz Standartları (RS-232 (V24), RS423, RS-562)
  - DCE-DCE Bağlantı Arayüz Standartları (Kablolu, Kablosuz)
    - (Kuzey Amerika: T1, T2, T3, T4) (Avrupa : E1, E2, E3, E4)
    - Uydu ve Mikrodalga sistemleri
  - LAN Bağlantı Arayüz Standartları (Ethernet, Token Ring, ATM, PROFIBUS, CAN)
    - Ethernet protokolü çeşitlerine farklı veri kodlama tekniği kullanır, fakat hepsinde kullanılan konnektör RJ45'tir
    - Token Ring (RJ45, DB-9), Farksal manchester kodlama
    - PROFIBUS ve CAN RS-485 standardını kullanır.

## Çoğullama - Multiplexing

- İletim ortamının kapasitesi tek bir sinyalin iletimi için gerekli olan kapasiteden genellikle büyüktür
- Çoğullama : Tek bir iletim ortamı üzerinden birden fazla sinyalin taşınmasını tanımlar
- Yüksek hızlı telekomünikasyon hatlarının (Koaksiyel, fiber optik) etkili kullanımı için bazı çoğullama teknikleri kullanılır.
- Genel kavramları tanımlar
- Kablosuz sistemlerde paylaşılacak ortam havadır



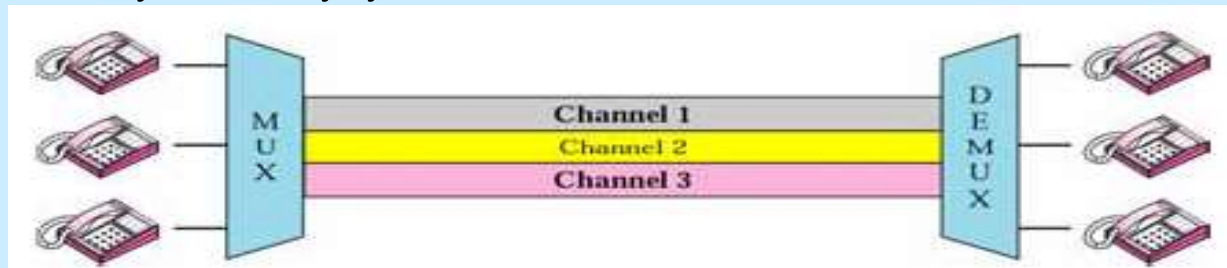


## Çoğullama Teknikleri

- Çoğullama teknikleri, birden fazla kullanıcının aynı ortamı birbirlerini etkilemeden nasıl paylaşacaklarını belirler
- Frekans Bölmeli Çoğullama – Frequency-division multiplexing (FDM)
  - İletim ortamının yararlı bandgenişliği ilgili bir sinyal için gerekli bandgenişliğinden daha fazla olduğu gerçeğine dayanır
- Zaman Bölmeli Çoğullama – Time-division multiplexing (TDM)
  - İletim ortamının erişilebilir bit hızının ilgili bir sinyal için gerekli veri hızından daha fazla olduğu gerçeğine dayanır
- Kod Bölmeli Çoğullama – Code Division Multiplexing (CDM)

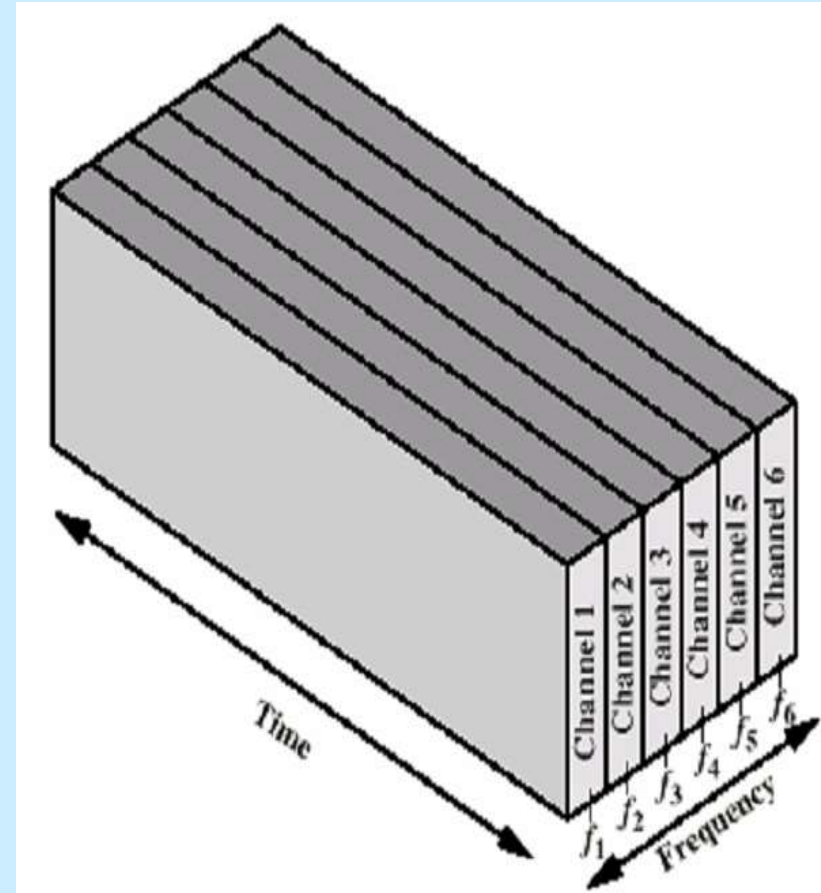
## Frekans Bölmeli Çoğullama

- Frekans Bölmeli Çoğullama - Frequency Division Multiplexing - FDM
- İletişim kanallarında frekans paylaşımını öngörmektedir
- Her bir sinyal farklı bir taşıyıcı frekansı ile modüle edilir.
- Her sinyalin iletimi için farklı bir frekans bandı kullanılarak sinyallerin birbirine karışması önlenirken (koruma bandları ile birlikte) birden fazla sinyalin aynı kanaldan iletilmesi mümkün kılınmaktadır.
- Veri olmasa bile kanal tahsis edilir
- FDM genellikle analog işaretlerin çoğullanmasında kullanılır
- Örnek: Radyo ve TV yayınları



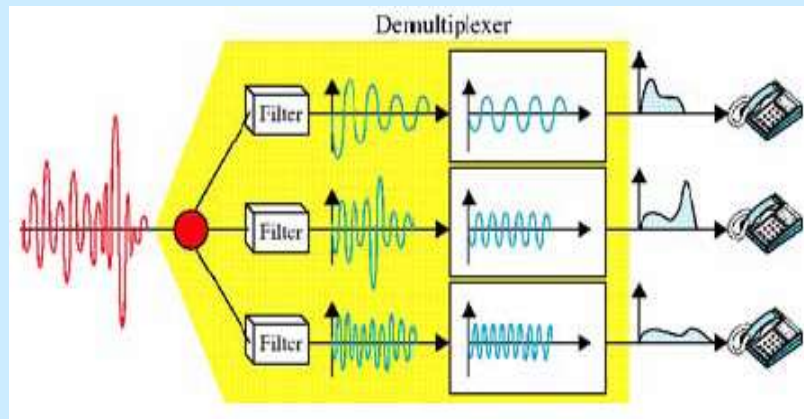
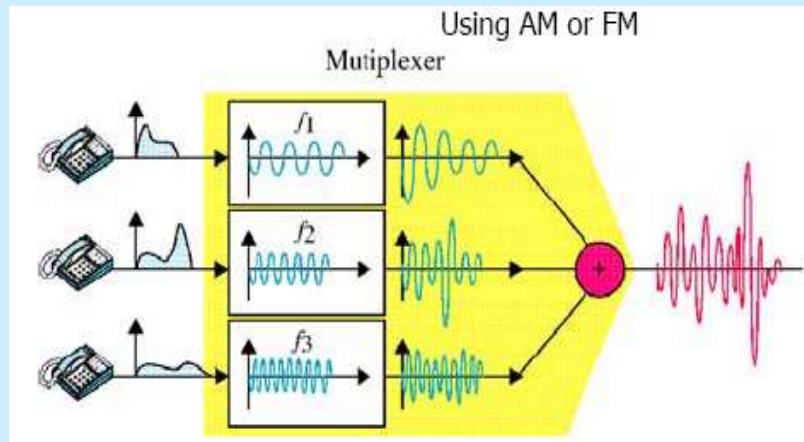
# Frekans Bölmeli Çoğullama Diyagramı

- Frekans-zaman uzayı
- Frekans spektrumu belirli sayıdaki frekans bandına bölünerek, kullanıcıların iletim ihtiyacına göre frekans bantları atanmaktadır.
- Örneğin 150 MHz'lik bir spektrum bloğu, 25 MHz bölmelere ayrılarak aynı anda altı uçbirimin eş zamanlı haberleşmesi sağlanabilir. Her bir çağrı için frekansı ayrı bir taşıyıcı işaret bulunacaktır
- Frekans bantları kullanıcı ihtiyacına göre genelde uzun süreli veya kalıcı olarak ayrılmaktadır.

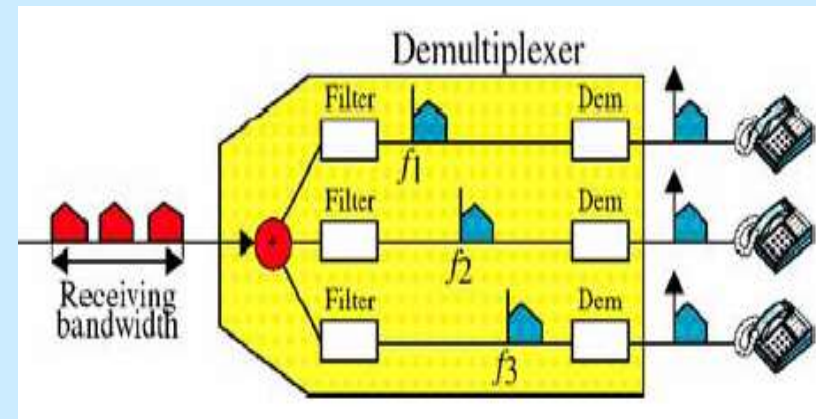
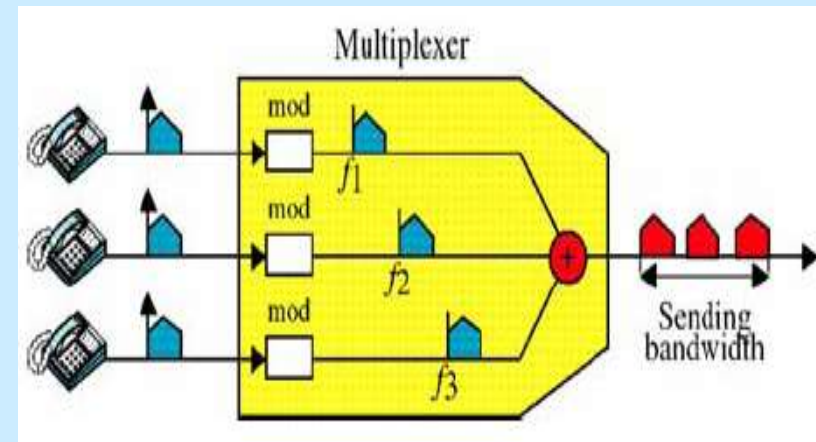


# FDM – Frekans ve Zaman Domeni Gösterilimi

## Zaman Domeni Gösterilimi



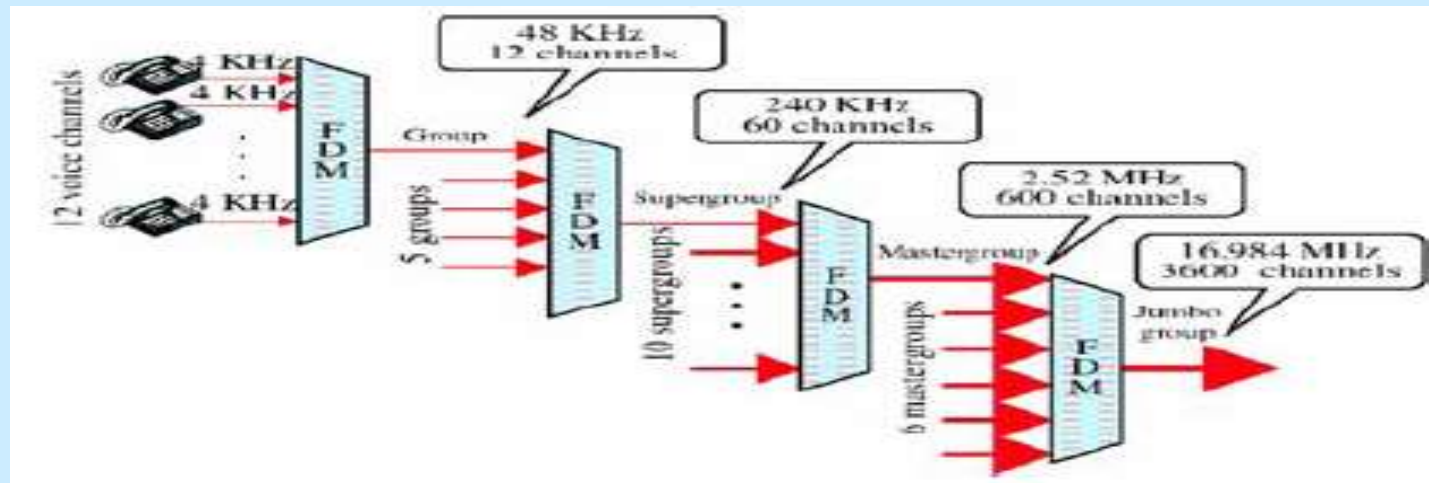
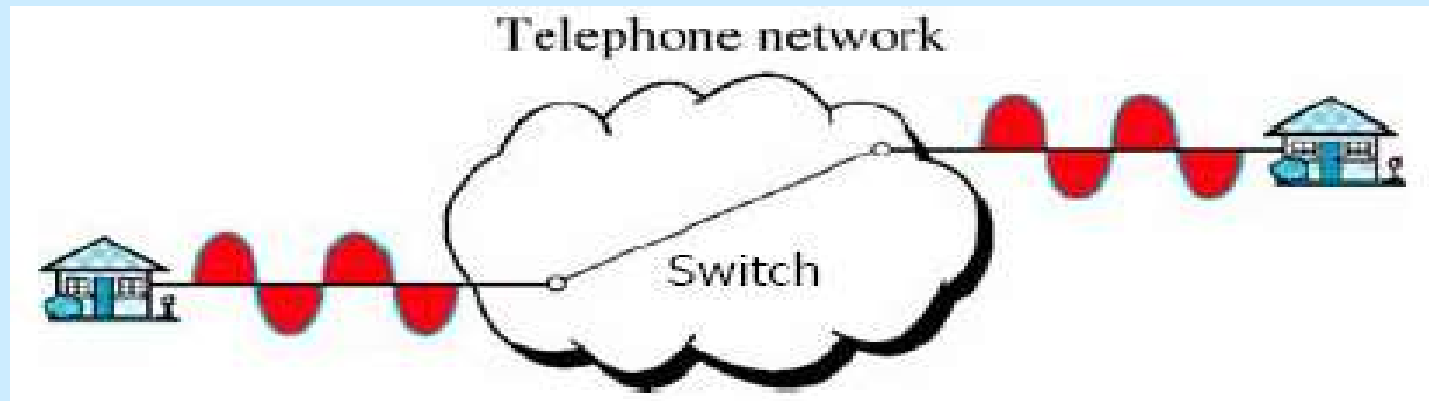
## Frekans Domeni Gösterilimi

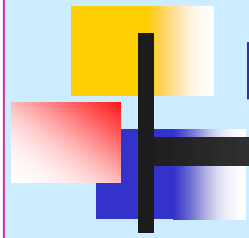




## FDM Uygulama Alanı - Analog Kiralık Hizmet

- Atanmış hat



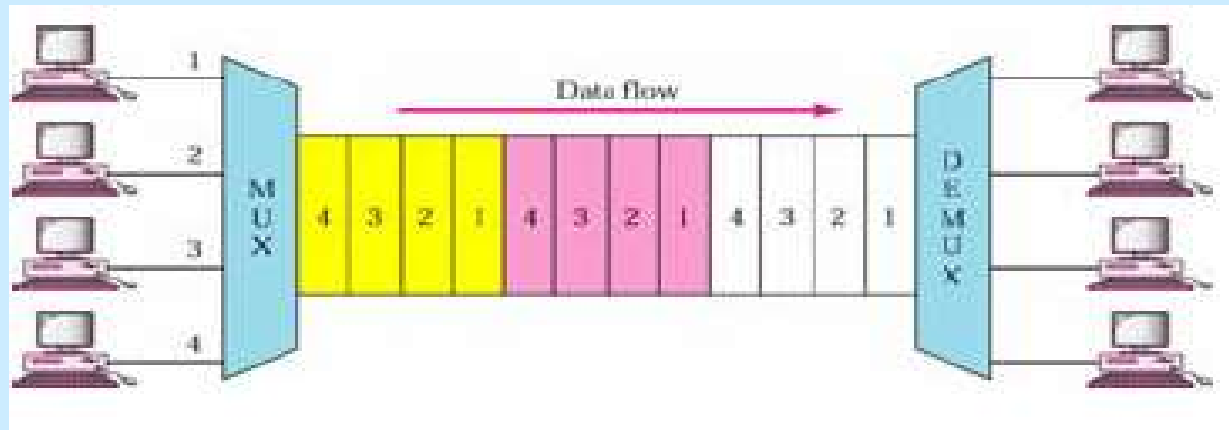


## Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama

- Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama - Wavelength Division Multiplexing - WDM
- Birden fazla ışık hüzmesinin farklı frekanslarda aynı fiber üzerinden iletilmesi tekniğidir
- Işığın her bir rengi (dalga uzunluğu) ayrı veri kanalı üzerinden taşınır
- 1997 Bell Lab.da; herbiri 10 Gbps bandgenişlikli 100 ışık hüzmesi ile 1 Terabitlik bir iletim gerçekleştirilmiştir
- Şu anda 10 Gbps bandgenişliğine sahip 160 kanallık ticari ürünler bulunmaktadır
- Alcatel, Lab ortamında her biri 39,8 Gbps bandgenişliğine sahip 256 kanalla 10.1 Tbps'lık bir iletimi 100 km'lik bir mesafede gerçekleştirmiştir

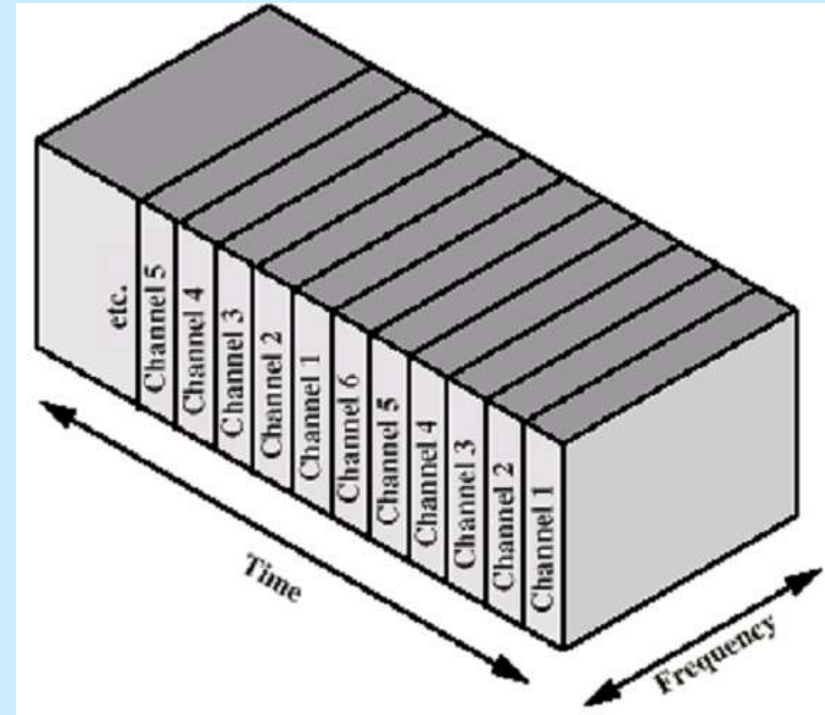
# Zaman Bölmeli Çoğullama

- Zaman Bölmeli Çoğullama – Time Division Multiplexing – TDM
- İki çeşidi vardır:
  - Senkron Zaman Bölmeli Çoğullama
  - Asenkron Zaman Bölmeli Çoğullama
- Ortamın veri hızı iletilecek sayısal sinyalin veri hızını aşarsa kullanılır
- Birçok sayısal sinyal zaman boyutunda birbirinden ayırt edilir

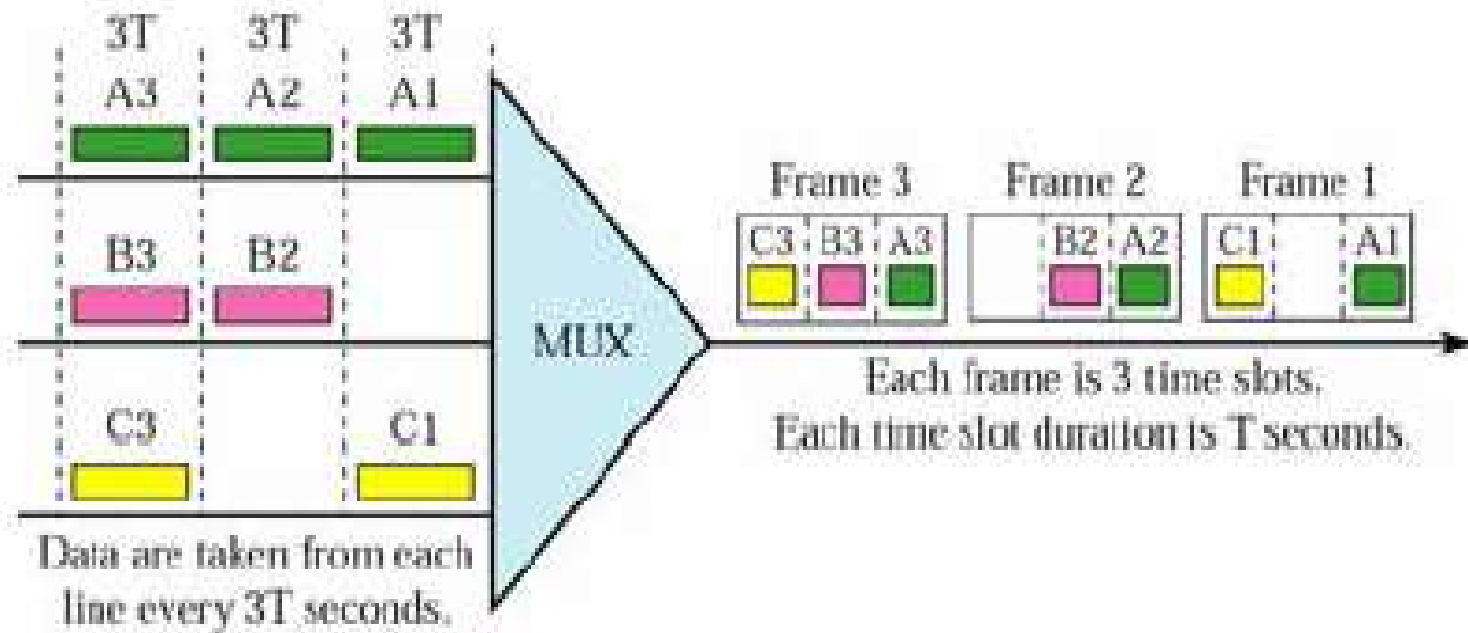


## Senkron TDM

- Zaman aralıkları kaynaklara önceden tahsis edilir ve sabittir
- Veri olmasa bile zaman aralıkları tahsis edilir
- Zaman aralıkları kaynaklar arasında bir girişim oluşturmaz
- Şekilde görüldüğü gibi zaman uzayı belirli uzunluktaki zaman dilimlerine (*time-slot*) bölünerek her bir sayısal işaretin örnekleri için farklı bir zaman diliminin kullanılması sonucu haberleşme kaynağının ortak kullanımı sağlanırken işaretlerin karışması önlenmektedir

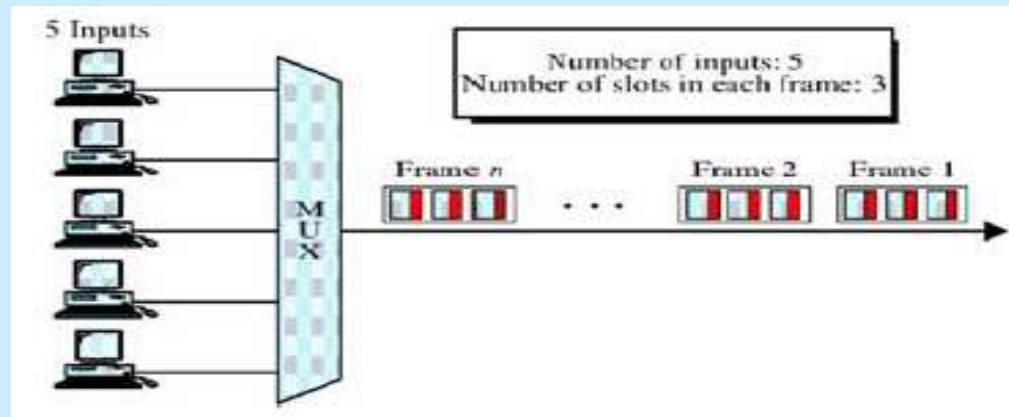


## Senkron TDM

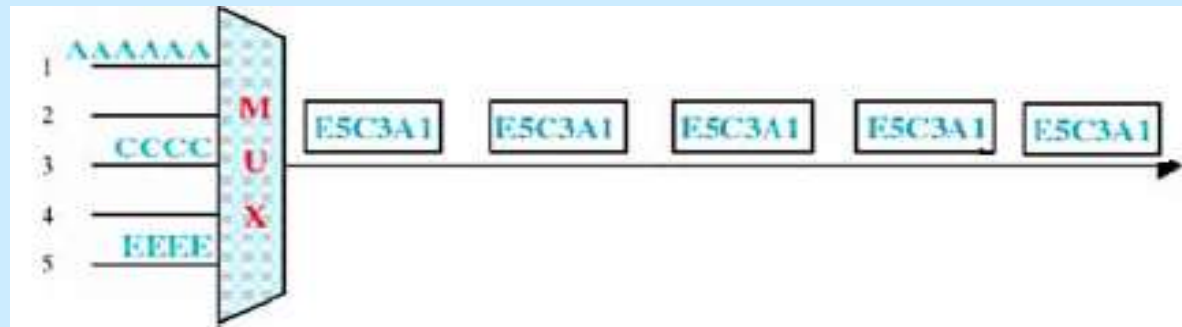


## İstatiksel TDM

- Senkron TDM'de bir çok zaman aralığı (slot) kullanılamamaktadır
- İstatiksel TDM zaman aralıklarını isteğe bağlı olarak dinamik bir şekilde tahsis edilir
- Çoğullayıcı giriş hatlarını tarar ve TDM çerçevesi dolana kadar veriyi toplar
- Hat üzerindeki veri hızı giriş hatlarının oluşturduğu toplam (aggregate) hızdan daha düşüktür



## Asenkron TDM Çerçeveleri

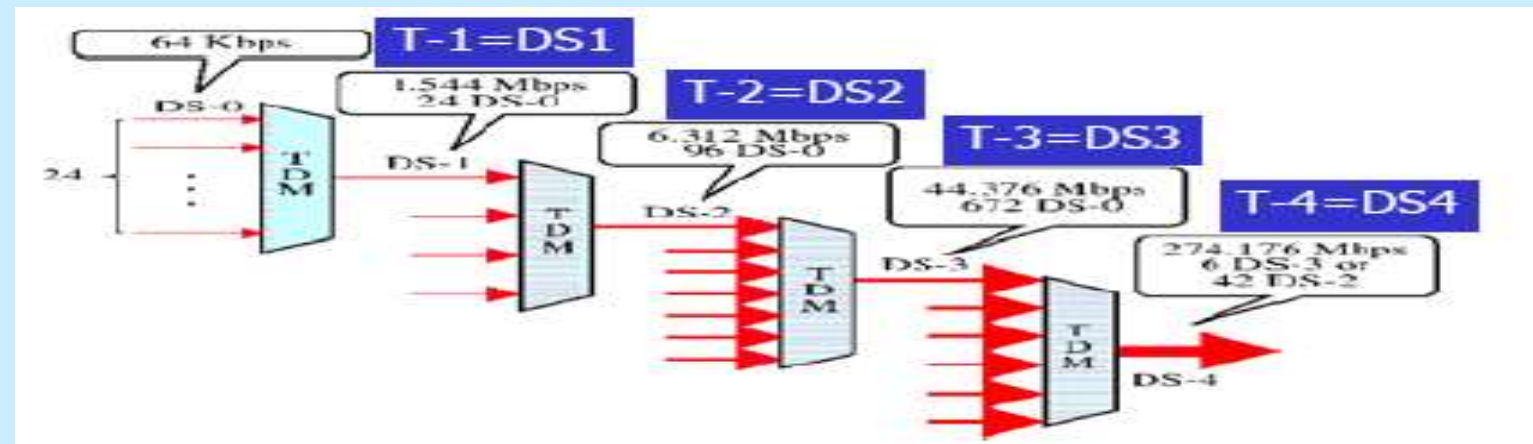
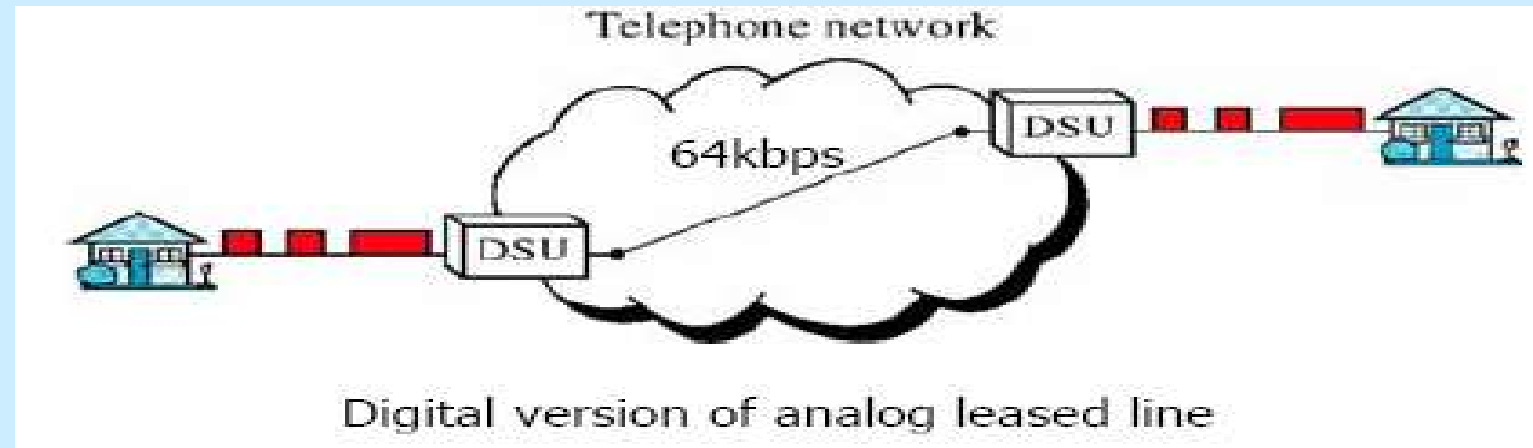


a. Only three lines sending data



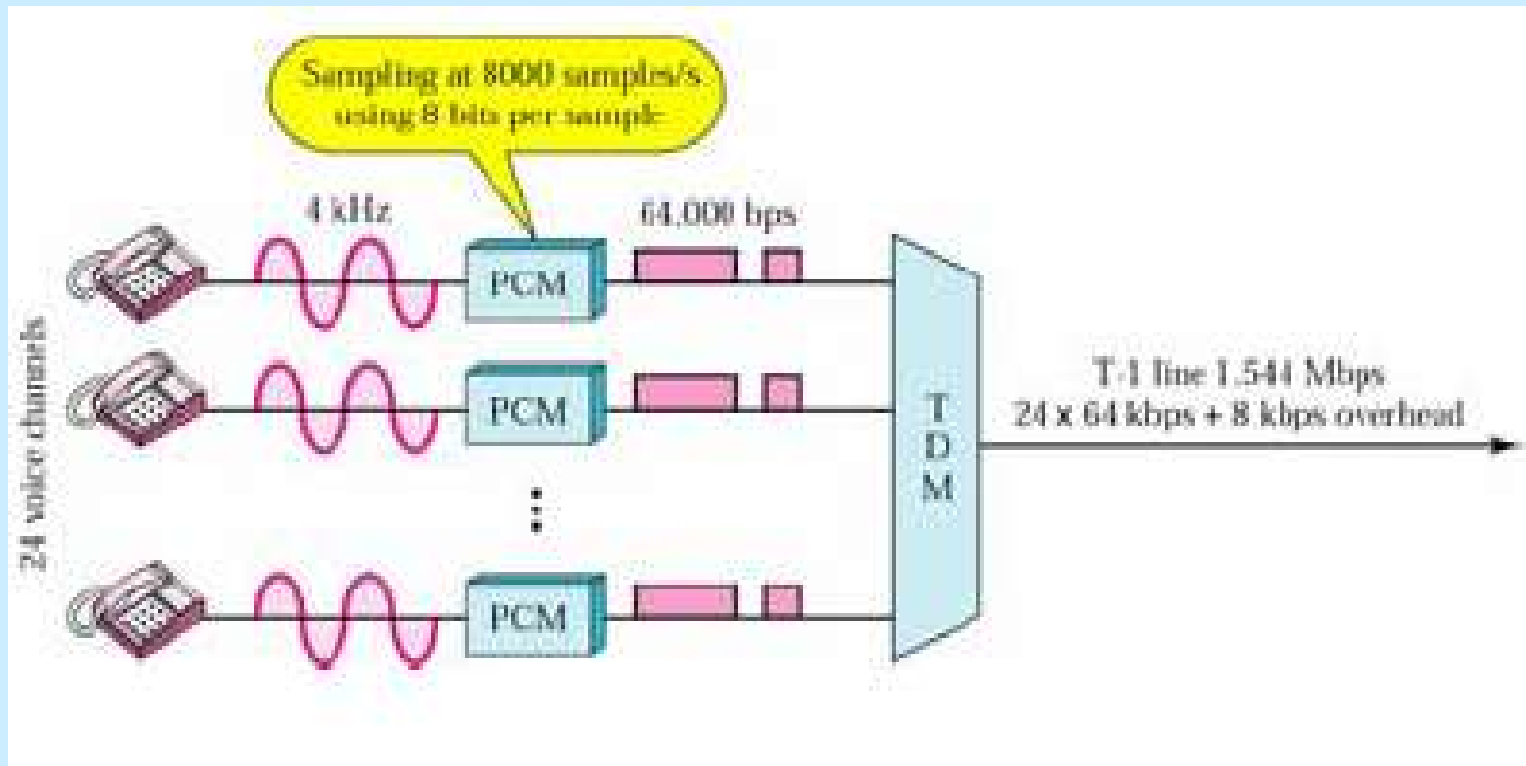
b. Only four lines sending data

## TDM Uygulama Alanı - Sayısal Veri Hizmeti - DDS

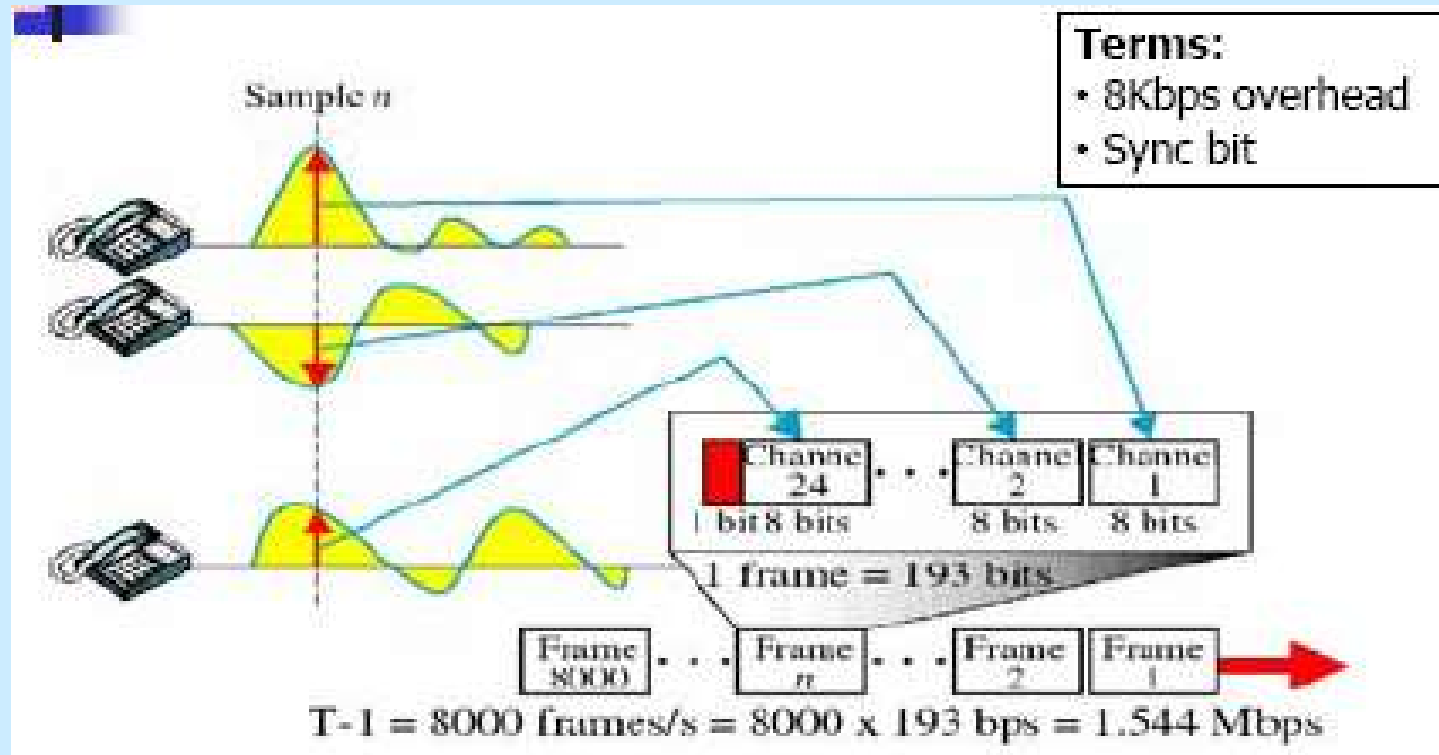




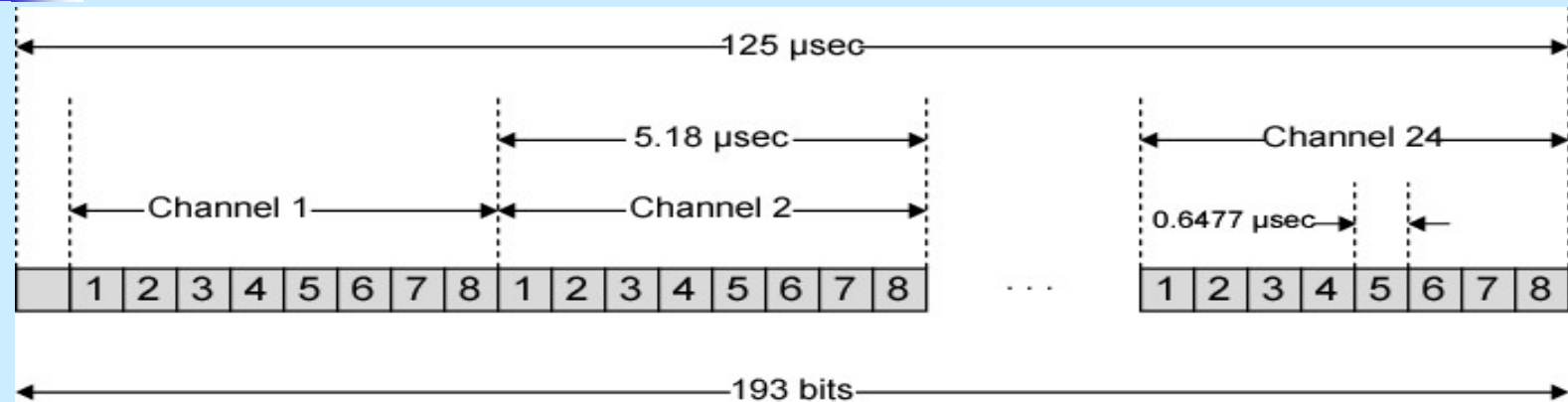
## Çoğullanmış Telefon Hatları için T-1 Hattı



## T-1 İletim Formatı - 1



## T-1 İletim Formatı - 2



### 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.



## T ve E Hatları

- Kuzey Amerika

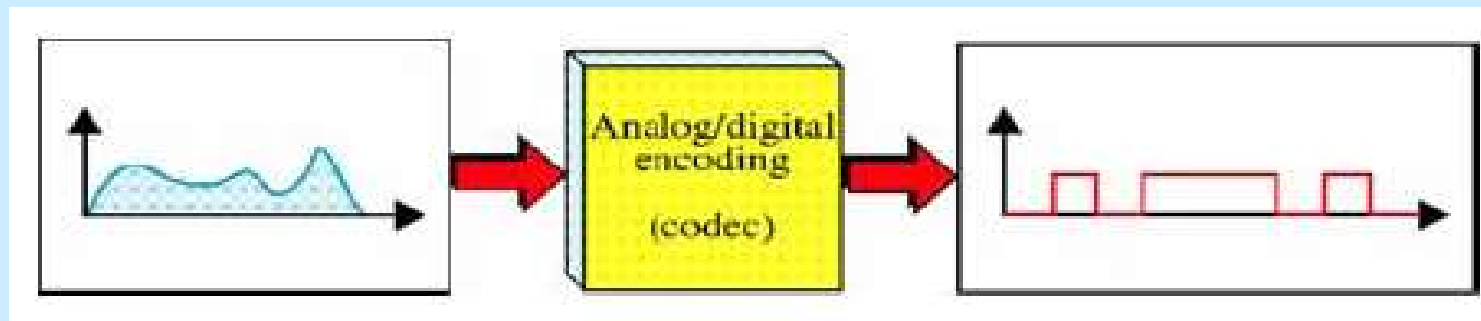
Service	Line	Rate (Mbps)	Voice Channels (64 Kbps)
DS-1	T-1	1.544	24
	T1C	3.152	48
DS-2	T-2	6.312	96
DS-3	T-3	44.736	672
DS-4	T-4	274.176	4032

- Uluslar arası (ITU-T Standardı)

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

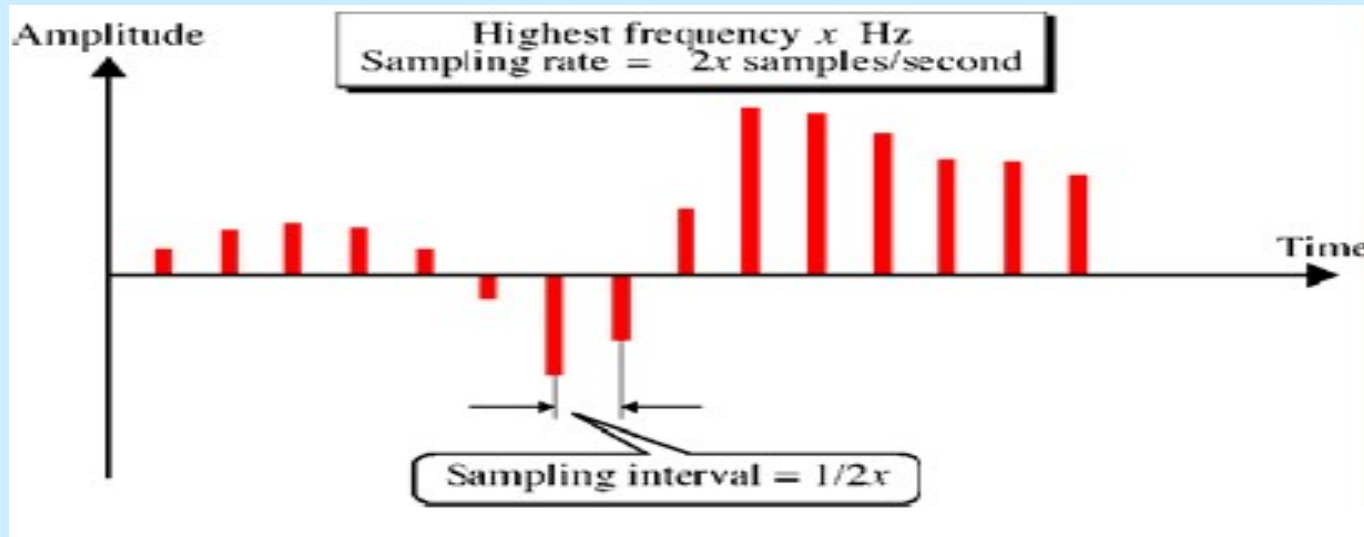
## Analog Veri → Sayısal Sinyal

- Analog veri sayısallaştırılır
  - Sayısal veri NRZ tekniklerinden biri kullanılarak iletilebilir
  - Sayısal veri NRZ tekniklerinin haricindeki tekniklerden biriyle iletilebilir
  - Sayısal veri analog bir sinyal haline dönüştürülebilir
- Analog veriden sayısal sinyal haline dönüşüm bir codec ile yapılır
- Kullanılan Modülasyon Teknikleri
  - Pulse code modulation & Delta modulation



# Darbe Kod Modülasyonu – Pulse Code Modulation

- Nyquist örnekleme teoremi üzerine dayalıdır
  - Eğer bir sinyal, en yüksek sinyal frekansının iki katından daha yüksek bir hızda düzenli aralıklarla örneklenirse, örnekler orijinal sinyalin tüm bilgisini içerir.





## Örnekleme Hızı

- Soru : İnsan sesini sayısallaştırmak isteyelim. Her örneğin 8 bitle örneklendiğini varsayarsak bit hızı nedir?
- Çözüm: İnsan sesi normal olarak 0'dan 4000 Hz'e kadar frekansları içerir.
  - Örnekleme hızı:  $4000 \times 2 = 8000$  örnek/sn
  - Bit hızı = örnekleme hızı x her örnek başına düşen bit sayısı =  $8000 \times 8 = 64000$  bps = 64 kbps