



## BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

İbrahim ÖZCELİK  
Sakarya Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

---

---

---

---

---

---



## VERİ İLETİŞİMİ DERS İÇERİĞİ

### 14 HAFTALIK DERS İÇERİĞİ

Hafta1	Dersin Tanıtımı (İçerik, Kaynaklar, Değerlendirme, vb)
Hafta2	Veri İletişimine Giriş, Temel Kavramlar ve Ağ Modeli
Hafta3	Fiziksel Katman: Sinyaller
Hafta4	İletim Bozulmaları, Kanal Kapasitesi ve Gecikme, İletim Ortamları
Hafta5	Sayısal İletim: Sayısal-Sayısal Kodlama Teknikleri
Hafta6	Sayısal İletim: Analog-Sayısal Kodlama Teknikleri
Hafta7	Analog İletim: Sayısal-Analog Kodlama Teknikleri
Hafta8	Çoğullama (FDM, WDM, TDM)
Hafta9	Vize
Hafta10	Veri Bağı Katmanı: Çoklu Erişim Teknikleri (TDMA, FDMA, CDMA)
Hafta11	Veri Bağı Katmanı: Çoklu Erişim Teknikleri (Aloha, CSMA/CD)
Hafta12	Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri (Parity, CRC, Checksum, Hamming)
Hafta13	RS232 Asenkron Seri İletişimi
Hafta14	DSL Teknolojileri / Test Sınavı

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

2

---

---

---

---

---

---



## DERSİN ÖĞRENME ÇİKTILARI

- Veri iletişiminin temel bilgilerini öğrenmek,
- Sayısal ve Analog iletişimde kullanılan modülasyon ve hat kodlama tekniklerini öğrenmek,
- Çoklu erişim sistemlerini öğrenmek,
- Hata sezme ve düzeltme tekniklerini (Parity, CRC, Checksum ve Hamming Kodlama) öğrenmek,
- RS-232 programlama yapabilmek,
- DSL teknolojilerini ve aralarındaki farkları öğrenmek
- Günümdede kablolu ve kablosuz tüm iletişim sistemlerinin anlaşılmasına ve değerlendirmesine imkan veren ölçütleri öğrenmek,
- Bilgisayar ağları dersine bir temel hazırlamak,

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

3

---

---

---

---

---

---

## DERS NOTLARI VE KİTAPLARI

1. Veri İletişimi Ders Notları, İbrahim Özçelik, Sakarya Üniversitesi
2. Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, McGraw-Hill.
3. Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education.

Doç.Dr.Ibrahim ÖZÇELİK

Veri İletişime Giriş

4

---

---

---

---

---

---

---

## Data Communications and Networking, Behrouz A. Forouzan

Behrouz A. Forouzan, DeAnza College

ISBN: 0072967752

Copyright year: 2007

### Table of Contents

- |               |  |
|---------------|--|
| <b>PART 1</b> | <b>Overview</b>  |
| Chapter 1     | Introduction   |
| Chapter 2     | Network Models   |
| <b>PART 2</b> | <b>Physical Layer and Media</b>                          |
| Chapter 3     | Transmission Media                                       |
| Chapter 4     | Digital Transmission                                     |
| Chapter 5     | Analog Transmission                                      |
| Chapter 6     | Multiplexing: Multiplexing and Spreading                 |
| Chapter 7     | Transmission Media                                       |
| Chapter 8     | Switching  |
| Chapter 9     | Using Telephone and Cable Networks for Data Transmission |
| <b>PART 3</b> | <b>Data Link Layer</b>                                   |
| Chapter 10    | Detection and Correction                                 |
| Chapter 11    | Link State Control                                       |
| Chapter 12    | Multiple Access  |
| Chapter 13    | Wireless LANs: Ethernet                                  |
| Chapter 14    | Wireless LANs: IEEE 802.11                               |
| Chapter 15    | Connecting LANs: Backbone Networks, and Virtual-LANs     |
| Chapter 16    | Wireless WANs: Cellular Telephone and Satellite Networks |
| Chapter 17    | Frame Relay/SAT  |
| Chapter 18    | Virtual-Circuit Networks: Frame Relay and ATM            |

Doç.Dr.Ibrahim ÖZÇELİK

Veri İletişime Giriş

5

---

---

---

---

---

---

---

## YARDIMCI VE YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Fred Halsall, "Data Communications, Computer Networks and Open Systems" Addison Wesley.
2. Tanenbaum, A., "Computer Networks, 4/e", Prentice Hall, 2003.
3. Kurose, J.F., Ross, K.W., "Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet", Addison Wesley, 2004.
4. Douglas E. Comer, D.E., "Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols, and Architecture 5/e", Prentice Hall, 2005.
5. Dr.Rifat Çölkesen, Doç.Dr. Bülent Örencik, "Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri", Papatya Yayıncılık.
6. Veri İletişimi Ders Notları, Doç.Dr. M. Ali Akçayol, Gazi Üniversitesi.

Doç.Dr.Ibrahim ÖZÇELİK

Veri İletişime Giriş

6

---

---

---

---

---

---

---

**BSM315 VERİ İLETİŞİMİ**

**BÖLÜM1: VERİ İLETİŞİMİNE GİRİŞ**

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK  
[ozcelik@sakarya.edu.tr](mailto:ozcelik@sakarya.edu.tr)  
<http://ozcelik.sakarya.edu.tr>

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

---

---

---

---

---

---

---

**BÖLÜM1: VERİ İLETİŞİMİNE GİRİŞ**

**GİRİŞ**

- Motivasyon
- Veri İletişimi ve Bileşenleri
- Standartlar

**TEMEL KAVRAMLAR**

**AĞ MODELİ**

---

---

---

---

---

---

---

**GİRİŞ - Motivasyon**

**İnsanlar**

**Hedef → İLETİŞİM**

- Bilginin (verinin) alınıp verilmesi / paylaşımı

**İletişim metodu**

	<u>Gecmiş</u>	<u>Su anda</u>
<u>Yerel</u>	Konuşma Yazılı Belge	Elektronik Doküman
<u>Uzak</u>	Mail Telefon TV	Email Kablosuz Telefon Video Konferans

---

---

---

---

---

---

---

## Motivasyon - devamı

- Değişim Parametreleri
  - Zaman – Daha hızlı
  - Boyut – Daha büyük
  - Doğruluk – Kesin
  - Erişilebilirlik – Daha kolay

---



---



---



---



---



---

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri İletişimine Giriş      10

## Veri İletişimi ve Bileşenleri

The diagram illustrates the five components of data communication:

- 1 Message: A speech bubble containing "Hi How are you doing?"
- 2 Sender: A person sitting at a desk with a computer monitor.
- 3 Receiver: A person sitting at a desk with a computer monitor.
- 4 Medium: A horizontal line representing the communication channel.
- 5 Protocol: A speech bubble containing "Protocol".

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri İletişimine Giriş      11

---



---



---



---



---



---

## Protokol Tanımı ve Bileşenleri

- Tanımı
  - İletişim için oluşturulan kuralların bütününe tanımır
  - Hem gönderici hem de alıcı tarafında aynı yapıya ihtiyaç duyulur
- Bileşenleri
  - Syntax
    - Verinin yapısı yada formatı
    - Çerçeve formatı : Hedef adres, Kaynak adres, Veri
  - Semantic
    - Anlam ve aksiyon
    - Hata Kontrolü, Bu adres bana mı ait?
  - Zamanlama
    - Hiz uyumlaştırma
    - Ne zaman ve ne kadar hızlı?

---



---



---



---

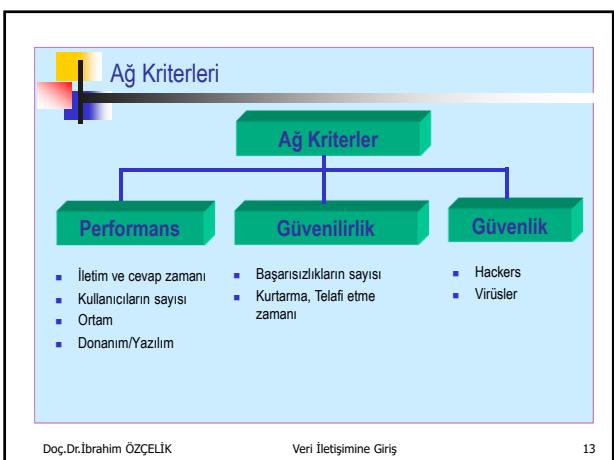


---



---

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri İletişimine Giriş      12




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



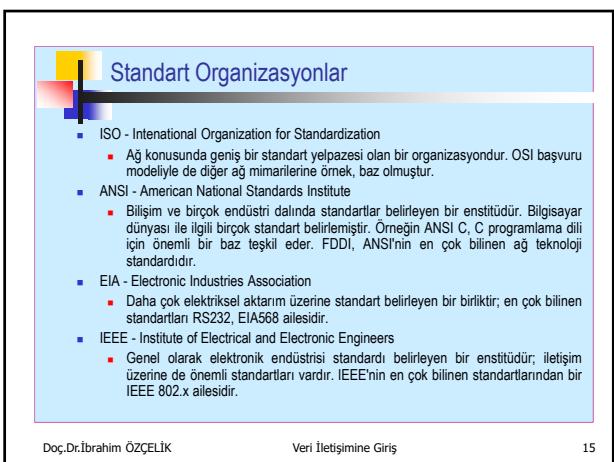
---



---



---




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## Standart Organizasyonlar - devamı

- ITU-T - International Telecommunication Union
  - İletişim arayüz standartları ile ünlu bir birliktir; X.25, V.22, V.35 gibi V ve X ailesi, bilinen ünlü ITU-T standartlarıdır.
  - ITU-TSS : ATM'in protokollerini ve arayüzerini tanımlamıştır
- ATM Forum- Daha çok üretici firmaların üye olduğu bir çalışma grubu
  - ITU-TSS tarafından tanımlanan standartları geliştirmek ve tüm üyelerinin uyacağı, ürünlerine yansıtacağı standartı belirlemek.
- IAB - Internet Activities Board
  - Internet ve ağlar arası bağlaşım üzerine araştırma ve geliştirme yapan organizasyon, Internet standartları IAB tarafından belirlenir. Bazı RFC dokümanlarının Internet standardı olarak kabul edilmesi IAB tarafından duyurulmuştur.
- RFC - Request for Comments
  - TCP/IP ve Internet için önemli bir bilgi kaynağı olan RFC dokümanları, bu konu ile yakından çalışan veya geliştirme yapan programcılardan, araştırmacıların başvuru kaynağıdır. Internet teknigi ve ağ konusunda hemen her şey RFC dokümanları içerisinde tanımlanmıştır. Bir kısmı standart olarak kabul edilmiştir; her yeni gelişme, teknik bir RFC dokümanı olarak tanımlanmaktadır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

16

## TEMEL KAVRAMLAR KONU BAŞLIKLARI

- Hat Konfigürasyonu
- Topolojiler
- İletim Modları
- Coğrafi Yapılara Göre Ağ Kategorileri

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

17

## Hat Konfigürasyonu

- Hat : Fiziksel bir iletişim yolu
- Hat Konfigürasyonu: Bir iletişim cihazının bir hatta ilişkisini tanımlar
- İki mümkün hat konfigürasyonu
  - Noktanın noktaya - Point-to-point
    - İki cihaz arasındaki direk bağlantı, kablolu yada kablosuz kanal
    - Sadece 2 bağlantı hattı paylaşır
  - Çoklu nokta bağlantısı – Multipoint
    - İkiiden daha fazla cihaz hattı paylaşır
    - Kanal kapasitesi paylaşılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

18

## Hat Konfigürasyonu - Şekiller

Noktadan Noktaya – Point-to-Point

a. Point-to-point

Coklu Nokta Bağlantısı - Multipoint

b. Multipoint

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK      Veri İletişime Giriş      19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Topolojiler

- Topoloji Tanımı
  - Bilgisayar ağını oluşturan elementlerin yada birimlerin fiziksel veya mantıksal bağlantı ile oluşturduğu yapı
  - Ağda bulunan elementlerin oluşturduğu mimari yapı
- Temel olarak 4 tip topoloji bulunmaktadır
  - Yol (Doğrusal) topoloji
  - Yıldız (Star) topoloji
  - Halka (Ring) topoloji
  - Mesh topoloji
- Diğer topolojiler bu temel topoloji tiplerinin karışımından ya da birleşiminden oluşur (Ağaç, Gelişmiş Yıldız, vb.)

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK      Veri İletişime Giriş      20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Yol (Doğrusal) Topoloji

Bir üç birimini ortak bir iletin ortamına bağlar.  
**Faydası** : Anahtarlama gerektirmez  
**Mahsuru** : Hattın bir yerinde oluşacak ariza bütün haberleşmeyi durdurur.  
**İletim Ort.** : Kalın koaksiyel, Ince koaksiyel, UTP  
**Protokol** : 802.3-Ethernet, 802.4-Token BUS

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK      Veri İletişime Giriş      21

---

---

---

---

---

---

---

---

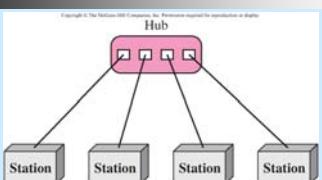
---

---

---

---

## Yıldız (Star) Topoloji



- Aşağıdaki tüm uç cihazlar merkezi bir birime bağlanır. Merkezi birim bir Hub veya Anahtar cihazı olabilir.
- Faydası :** Bir uç birim hattının arızalanması diğerlerinin iletişimine engel olmaz
- Mahsulu :** Merkezi cihaza bağımlılık
- İletim Ort. :** Utp, F/O
- Protokol :** 802.3-Ethernet, ATM

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişime Giriş

22

---

---

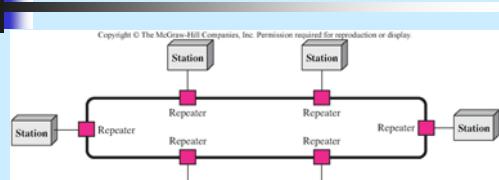
---

---

---

---

## Halka (Ring) Topoloji



- Her uç birim, ağa bağlamak için kendisine komşu iki uç birime bağlanır
- Faydası :** Yüksün iletişim ortamında dahi başarımı yüksektir
- Mahsulu :** Hatta yeni uç birim eklemek zahmetlidir
- İletim Ort. :** UTP, F/O
- Protokol :** 802.5 Token Ring, FDDI

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişime Giriş

23

---

---

---

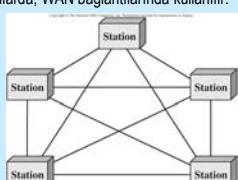
---

---

---

## Mesh Topoloji

- Her ağ düğümünün diğer ağ düğümleriyle bağlantısı vardır.
- Her bir ağ düğümünde bağlantı sayısı kadar arayüz olmalıdır.
- Herhangi bir düğümün ya da ağ bağlantısının devre dışı kalmasında sistemin çalışması etkilenemez.
- Genellikle omurga (backbone) bağlantılarında, WAN bağlantılarında kullanılır.
- Kurulum ve konfigürasyon zordur.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişime Giriş

24

---

---

---

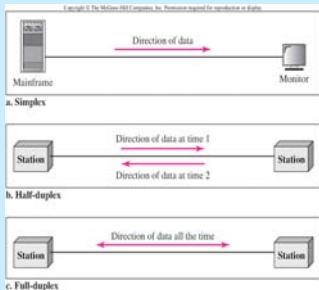
---

---

---

## İletim Modları

- Simplex
  - Tek yön
    - Televizyon
- Half duplex
  - Her iki yönde, fakat bir anda sadece tek yönde çalışır
    - Polis radyosu
- Full duplex
  - Aynı anda her iki yönde
    - Telefon



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

25

---

---

---

---

---

---

## Coğrafi Yapılara Göre Ağ Kategorileri

- BAN – Body Area Network – Vücut Alan Ağı
  - IEEE 802.15 görev grubu 6 (Task Group 6)
- PAN – Personal Area Network – Kişiisel Alan Ağı
  - Bluetooth
- LAN – Local Area Network – Yerel Alan Ağı
  - Ofis yada bina mesafesinde
  - Kullanıcı Hızları (10 Mbps-1Gbps)
  - Ethernet, IEEE 802.11, Token Ring, Token Bus, FDDI, ATM
- MAN- Metropolitan Area Network – Şehirsel Alan Ağı
  - IEEE 802.16, DSL erişimi
- WAN – Wide Area Network – Geniş Alan Ağı
  - Mesafe sınırları yok (Ülke, Kita, Dünya)
  - Kiralık telefon hatları
  - Paylaşımlı iletişim hatları
  - X.25, Frame Relay, ISDN, ATM, GSM, TCP/IP

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

26

---

---

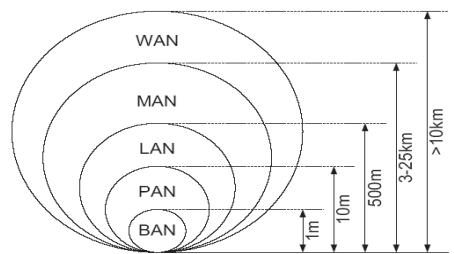
---

---

---

---

## Kapsama Alanlarına Göre Ağ Sınıflandırma



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

27

---

---

---

---

---

---

## Vücut Alan Ağı - BAN

- Evde bakılan hastaların (kronik hastalar) uzaktan izlenmesi ve yardım edilmesi
- Kaza ve acil durumlarda uzaktan yardım
- Sporcuların fiziksel durumunu uzaktan izleme
- Klinik deneylerinin uzaktan yönetimi

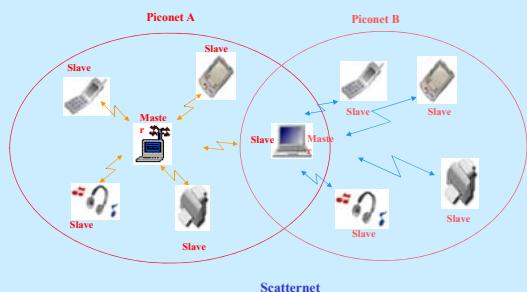


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

28

## Kişisel Alan Ağı - PAN

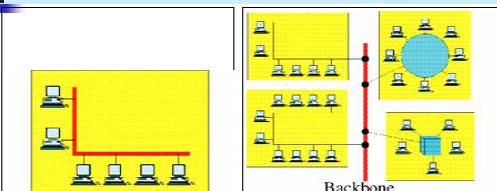


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

29

## Yerel Alan Ağı - LAN



Single building LAN      Multiple building LAN

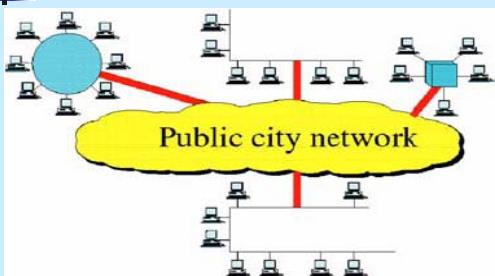
- Bina ve küçük kampüsler
  - En yaygın kullanılan LAN sistemleri: Ethernet ve IEEE 802.11

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri İletişimine Giriş

30

### Şehirsel Alan Ağı - MAN

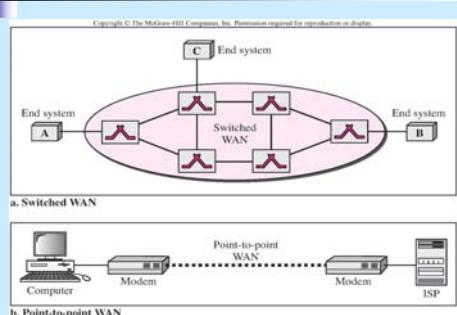


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

31

### Geniş Alan Ağı - WAN

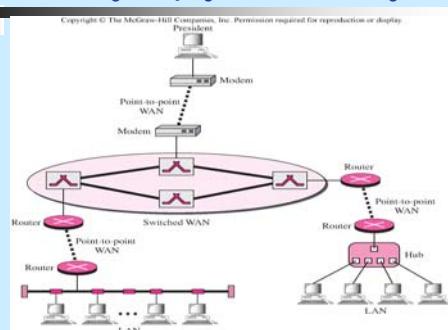


Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

32

### Birbirine Bağlanmış Ağlar - Internetworking



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Veri İletişimine Giriş

33

## İnternet – Kavramsal Bir Bakış

Copyright © The National ISEC Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

The diagram consists of two parts. Part (a) shows the structure of a national ISP, where multiple Regional ISPs connect to a single National ISP. Each Regional ISP connects to multiple Local ISPs. Part (b) shows the interconnection of national ISPs, where each National ISP connects to a central NAP (Network Access Point) via a switch-like icon. The NAP then connects to other National ISPs.

- ISP: İnternet Servis Sağlayıcı
- NAP : Ağ Erişim Noktası (Anahtarlama istasyonu)

a. Structure of a national ISP

b. Interconnection of national ISPs

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK      Veri İletişimine Giriş      34

---

---

---

---

---

---

## AĞ MODELİ KONU BAŞLIKLARI

- Veri İletışı
- Katmanlı Model
- OSI Referans Modeli
- TCP/IP Protokol Yığını

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK      Veri İletişimine Giriş      35

---

---

---

---

---

---

## Veri İletışı

The diagram shows two people at computer terminals connected by a line. A speech bubble from the left user says "Hi". A speech bubble from the right user says "How are you doing?". Below the line, there are red wavy arrows indicating signal transmission.

- Nasıl Yapılabilir?
- Kullanıcının veri giriş zamanından iletmesine kadar bir çok yapılması gereken iş/problem
- Karmaşık problemleri çözmenin en kolay yolu parçalara ayırmaktır
- Parçaların kendi içinde çözümü, bütünün çözümüne katkıda bulunur
- Katman modeli iki bilgisayar arasındaki iletişim sırasında neler olup bittiğini anlamamızı kolaylaştırır

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK      Veri İletişimine Giriş      36

---

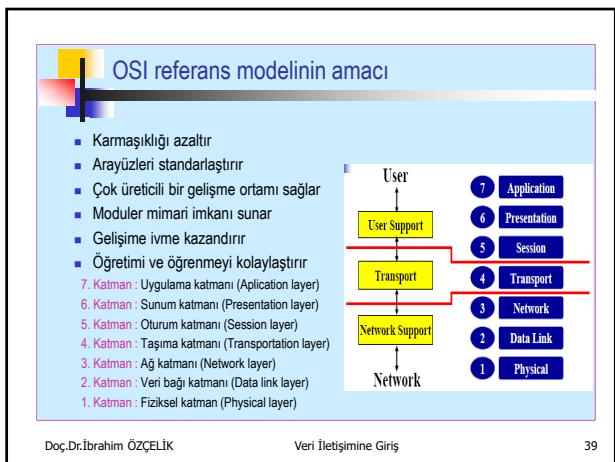
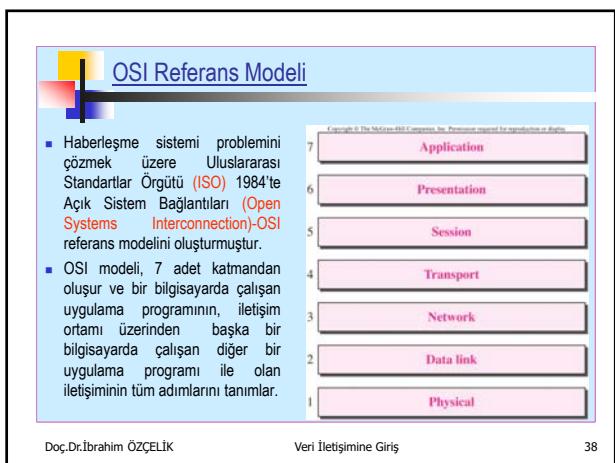
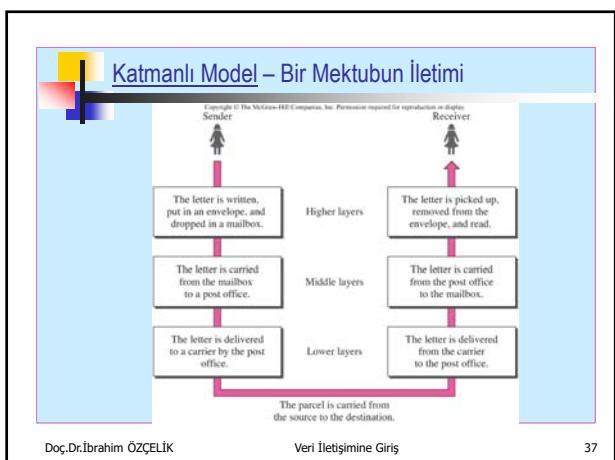
---

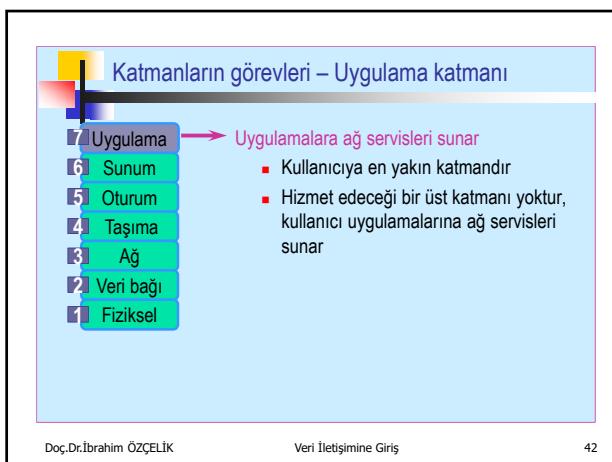
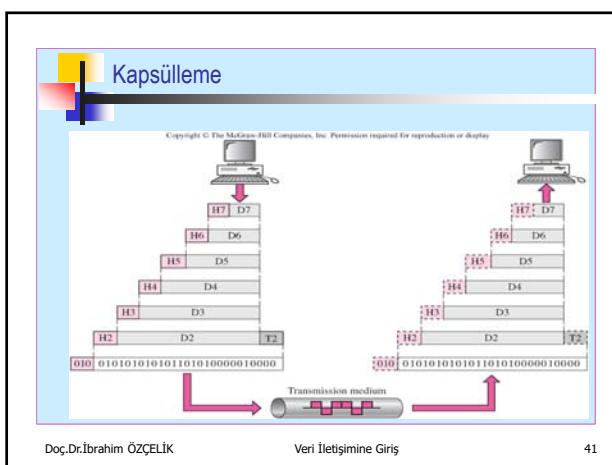
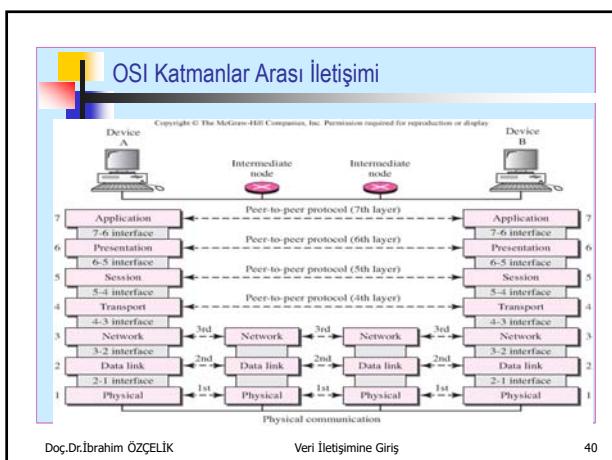
---

---

---

---





**Katmanların görevleri – Sunum katmanı**

7 Uygulama	Uygulamalara ağ servisleri sunar
6 Sunum	Veri formatı
5 Oturum	■ Alıcı sistem tarafından verinin okunabilir olmasını garanti altına alır
4 Taşıma	■ Verinin formatlanması
3 Ağ	■ Veri yapıları
2 Veri bağı	■ Uygulama katmanı için veri transfer sentaksını müzakere eder
1 Fiziksel	

---

---

---

---

---

---

---

**Katmanların görevleri – Oturum katmanı**

7 Uygulama	Uygulamalara ağ servisleri sunar
6 Sunum	Veri formatı
5 Oturum	Uç birimler arası iletişim
4 Taşıma	■ Uygulamalar arasında oturum kurar, yönetir ve sonlandırır
3 Ağ	■ Sunum katmanına servis sunar
2 Veri bağı	
1 Fiziksel	

---

---

---

---

---

---

---

**Katmanların görevleri – Taşıma katmanı**

7 Uygulama	Uygulamalara ağ servisleri sunar
6 Sunum	Veri formatı
5 Oturum	Uç birimler arası iletişim
4 Taşıma	Uçtan uca bağlantı
3 Ağ	■ Uç birimler arasındaki taşıma işlerini kolları
2 Veri bağı	■ Verinin güvenli taşınması
1 Fiziksel	■ Sanal devreler kurar, yönetir ve sonlandırır
	■ Hata tespiti ve düzeltme
	■ Bilgi akış kontrolü

---

---

---

---

---

---

---

### Katmanların görevleri – Ağ katmanı

7 Uygulama	Uygulamalara ağ servisleri sunar
6 Sunum	Veri formatı
5 Oturum	Uç birimler arası iletişim
4 Taşıma	Uçtan uca bağlantı
3 Ağ	Adres ve en uygun patika
2 Veri bağı	Uç birimler arasındaki patika seçiminin ve ağda bağlantı kurulabilirliği sağlar
1 Fiziksel	Mantıksal adresleme Yönlendirme

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri İletişimine Giriş      46

### Katmanların görevleri – Veri bağı katmanı

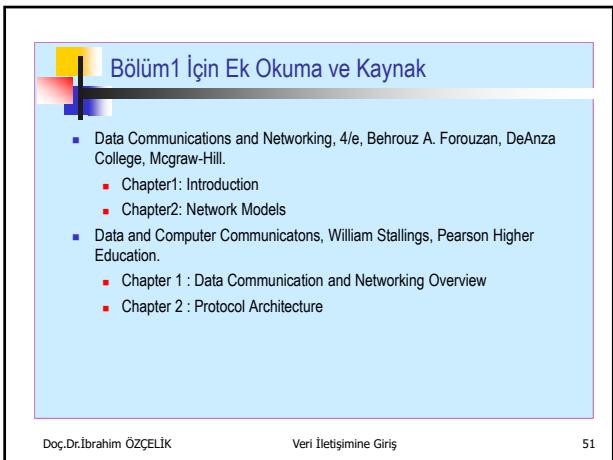
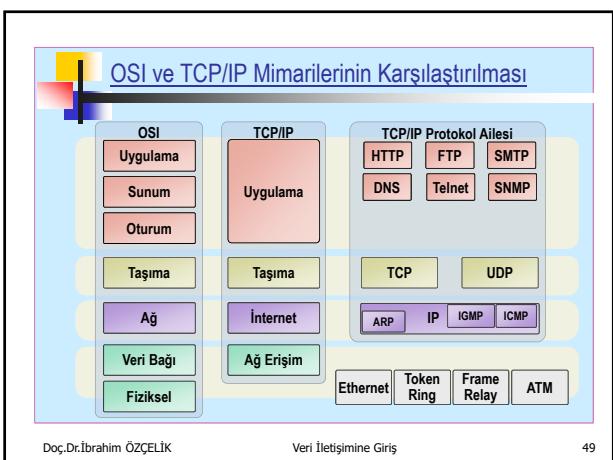
7 Uygulama	Uygulamalara ağ servisleri sunar
6 Sunum	Veri formatı
5 Oturum	Uç birimler arası iletişim
4 Taşıma	Uçtan uca bağlantı
3 Ağ	Adres ve en uygun patika
2 Veri bağı	İletim ortamına erişim
1 Fiziksel	İletim ortamı boyunca verinin güvenli transferini sağlar Fiziksel adres, ağ topolojisi, hata bildirimi, akış kontrolu

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri İletişimine Giriş      47

### Katmanların görevleri – Fiziksel katmanı

7 Uygulama	Uygulamalara ağ servisleri sunar
6 Sunum	Veri formatı
5 Oturum	Uç birimler arası iletişim
4 Taşıma	Uçtan uca bağlantı
3 Ağ	Adres ve en uygun patika
2 Veri bağı	İletim ortamına erişim
1 Fiziksel	İkili sayıların transferi Kablolar, konnektörler, voltaj

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri İletişimine Giriş      48



## BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

### BÖLÜM2 : VERİ İLETİMİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZÇELİK  
[ozcelik@sakarya.edu.tr](mailto:ozcelik@sakarya.edu.tr)

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

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

### BÖLÜM2: VERİ İLETİMİ KONU BAŞLIKLARI

- SİNYALLER
- İLETİM BOZULMALARI
- KANAL KAPASİTESİ VE GECİKME
- İLETİM ORTAMLARI

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

53

### SİNYALLER KONU BAŞLIKLARI

- Veri İletişim Terimleri
- Periyodik Analog Sinyaller
- Sayısal Sinyaller
- Zaman ve Frekans Düzleimi
- Sayısal Sinyal İletimi – Baseband/Broadband

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

54

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Veri İletişim Terimleri

- Veri : Bilgiyi yada anlamı taşıyan birim
  - Analog Veri – Ses, Video
  - Sayısal Veri – 010101 (text, integer)
- Sinyal : Verinin elektrik yada elektromanyetik gösterilimi
  - Analog Sinyal – Genlik ve sıklığı zamanda sürekli değişken dalga - Sürekli Sinyal
  - Sayısal Sinyal – Genlik ve sıklığı sabit bir seviyeden diğer bir sabit seviyeye değişen sinyal –Ayrık Sinyal
- İletim : Sinyallerin yayılması ve işlenmesi vasıtıyla verinin传递
  - Analog İletim : Analog veya Sayısal verinin analog sinyal vasıtıyla taşınmasıdır
  - Sayısal İletim : Analog veya Sayısal verinin sayısal sinyal vasıtıyla taşınmasıdır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      55

---



---



---



---



---



---



---



---

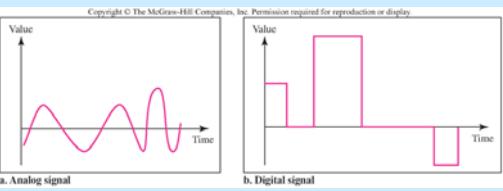


---



---

## Analog ve Sayısal Sinyaller



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- Analog sinyal belirli bir zaman aralığında sonsuz değere sahip bir sinyali tanımlarken, sayısal sinyal ise sınırlı sayıda değere sahiptir
- Veri iletişiminde yaygın olarak periyodik analog sinyal ve periyodik olmayan sayısal sinyal kullanılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      56

---



---



---



---



---



---



---



---



---

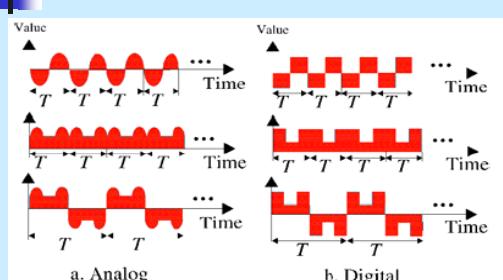


---



---

## Periyodik Sinyaller



a. Analog      b. Digital

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      57

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### Periyodik Olmayan Sinyaller

a. Analog      b. Digital

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      58

---

---

---

---

---

---

---

### Periyodik Analog Sinyaller

- Frekansa bağlı olarak birçok ortam üzerinden yayılabilen zamanda sürekli değişken elektromanyetik dalga
- Ortam örnekleri : Bakır kablo (burulmuş çift, koaksiyel), Fiber optik, Atmosfer
- Analog sinyaller analog yada sayısal veri yayınılayabilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      59

---

---

---

---

---

---

---

### Sinüs (Sine) Dalgası – Genlik Tanımı

- Bir sinüs sinyali genlik (amplitude), frekans (frequency) ve faz (phase) ile ifade edilir.
- Tepe Genliği (A)
  - Zamanla değişen sinyalin maksimum değeri veya gücü
  - Tipik olarak Volt ile ölçülür

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      60

---

---

---

---

---

---

---

### Genlik Değişimi

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      61

---

---

---

---

---

---

### Sinüs (Sine) Dalgası – Frekans / Periyot Tanımı

- Frekans ( $f$ ) sinyalin değişim hızını ya da saniyedeki tekrarlama sayısını tanımlar.
  - Birim Hertz (Hz)'dır.
- Periyot =  $t$  : Sinyalin bir tekrarlama (cycle) için geçen süreyi tanımlar –  $T = 1/f$ 
  - Birim sn'dır.
- Hiç değişmeyen sinyalin frekansı 0 ve periyodu sonsuzdur.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission is granted for reproduction or display.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      62

---

---

---

---

---

---

### Frekans Değişimi

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      63

---

---

---

---

---

---

### Sinüs (Sine) Dalgası – Faz Tanımı

- Faz ( $\phi$ )**
  - Tek bir sinyal periyodu içerisindeki zamanın göreceli pozisyon ölçümüdür.
- Şekilde  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  ve  $180^\circ$  faz açısına sahip sinyaller görülmektedir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      64

### Faz Değişimi

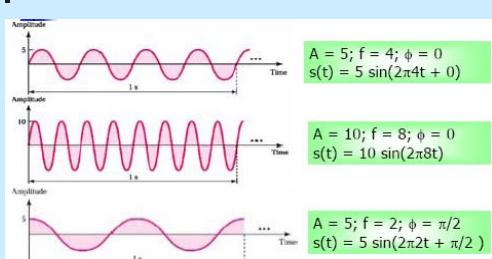
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      65

### Sinüs (Sine) Dalgası – Dalga Uzunluğu

- Dalga Uzunluğu ( $\lambda$ ):** Bir çevrim zamanı boyunca kat edilen mesafeyi tanımlar. Diğer bir deyişle iki ardışık çevrime tekabül eden fazların iki noktası arasındaki mesafedir. Birimi metredir.
- Sinyal hızını  $v$  olarak sayarsak
  - $\lambda = vT \rightarrow \lambda f = v$
  - $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$  (İşik hızı)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      66

### Sinüs (Sine) Dalgası ve Matematiksel Gösterilimi



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      67

---

---

---

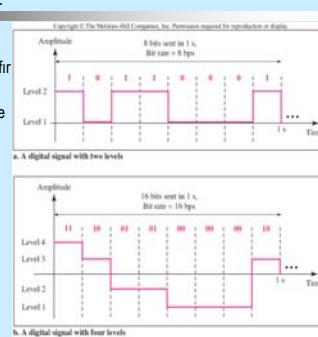
---

---

---

### Sayısal Sinyaller

- 1 pozitif genlikle (level2), 0 ise sıfır genlikle (level1) gösterilebilir.
- Sayısal sinyal ikişinden fazla genliğe sahip olabilir (aşağıdaki şekil).
- Bakır bir kablo ortamı üzerinden iletilen bilgilere göre bu sinyallerin dizişinden oluşur
- Genellikle analog sinyalin iletiminden daha ucuzdur
- Sayısal sinyaller analog yada sayısal veri yayına bilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      68

---

---

---

---

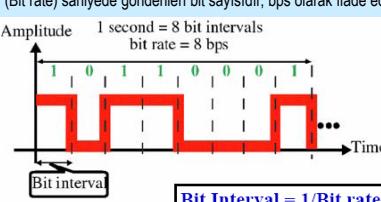
---

---

### Bit Hızı ve Bit Aralığı

- Bit hızı (Bit rate) saniyede gönderilen bit sayısıdır, bps olarak ifade edilir.

Amplitude      1 second = 8 bit intervals  
bit rate = 8 bps



**Bit Interval = 1/Bit rate**

■ Örnek: Her sayfada 24 satır ve 80 sütün olan 100 sayfalık dosya 1 saniyede download edilmiştir. Her karakter 8 bit olduğuna göre bit hızı nedir?  
Bit hızı =  $100 \times 24 \times 80 \times 8 = 1.536.000 \text{ bps} = 1,536 \text{ Mbps}$

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      69

---

---

---

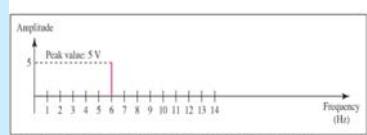
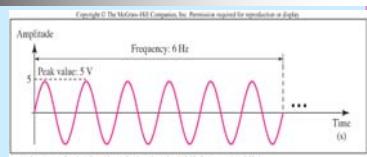
---

---

---

## Zaman ve Frekans Düzlemi

- Zaman düzlemi (time-domain) grafiği, sinyalin zamana göre değişimini gösterir.
- Bir önceki şekillerde verilen Genlik, Frekans, Faz, Periyot ve Dalga Uzunluğu zaman düzleminde gösterilimi olan kavramlardır
- Frekans düzlemi (frequency-domain) ise frekans ve genlik arasındaki ilişkisi gösterir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

70

## Frekans Düzlemi Kavramları

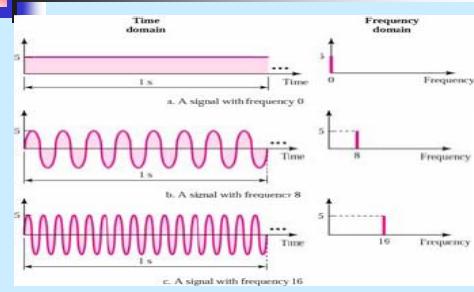
- Sayısal sinyaller sonsuz bandgenişliğine sahip analog sinyallerin birleşiminden oluşur. Bu analog sinyallerin her biri farklı frekanslara sahip sinüs bileşenleridir.
- Bundan dolayı; herhangi bir sinyal sinüs dalga bileşenlerinin toplamı (Fourier analizi) olarak gösterilebilir.
- Temel Frekans: Bir sinyalin tüm frekans bileşenleri bir frekansın tamsayı carpanı ise, bu frekans temel frekans olarak isimlendirilir.
- Spektrum : Sinyali içeren frekans aralığı
- Bandgenişliği (Mutlak) : Spektrum genişliği
- Etkif (Anlamlı) Bandgenişliği : Hemen hemen bandgenişliği ile aynıdır ve sinyal enerjisinin çoğunu içeren darbandlı frekans aralığını tanımlar
- DC bileşen : Sıfır frekans bileşeni

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

71

## Zaman ve Frekans Düzlemi - devamı

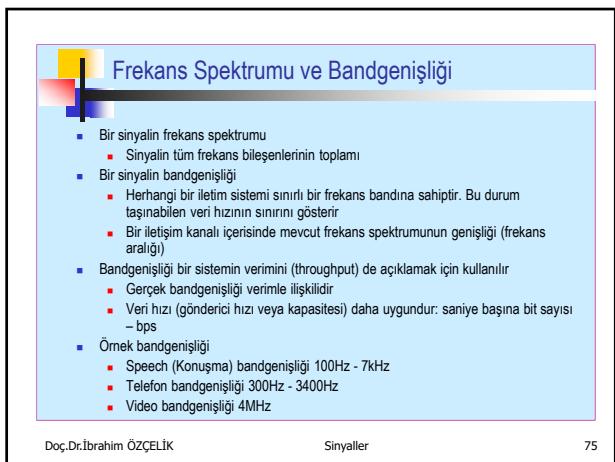
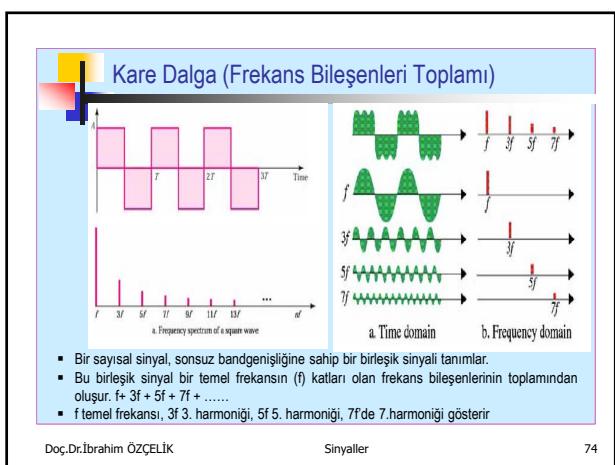
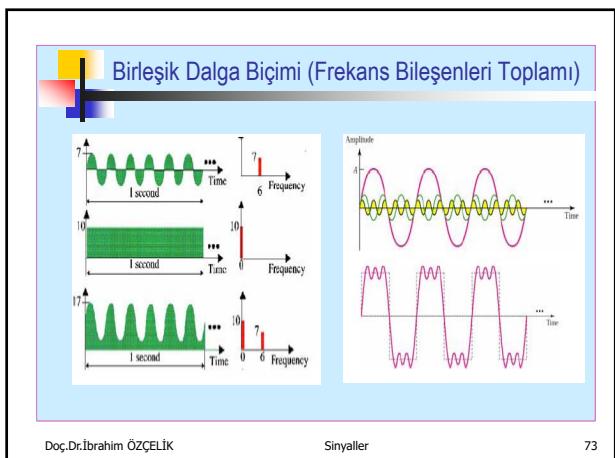


En üstte verilen sinyal bir DC sinyalidir, genliği 5 ve frekansı 0'dır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

72



### Spektrum ve Bandgenişliği

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**a. Bandwidth of a periodic signal**

**b. Bandwidth of a nonperiodic signal**

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      76

### Spektrum ve Bandgenişliği - devamı

- **Örnek:** Bir sinyal 1000 ve 2000 Hz arasındaki frekans spektrumuna (1000 Hz'lik bandgenişliği) sahiptir. Bir ortam 3000 ile 4000 Hz arasındaki frekansları (1000 Hz'lik bandgenişliği) geçirebilir. Bu sinyal bu ortamdan aktarılabilir mi?
- **Cevap:** kesinlikle hayır. Sinyal aynı bandgenişliğine (1000 Hz) sahip olmasına rağmen, spektrum aralıkları birbirine çakışmaktadır. Ortam sadece 3000 ve 4000 Hz arasındaki frekansları geçirmektedir; sinyal tamamen kaybolur.

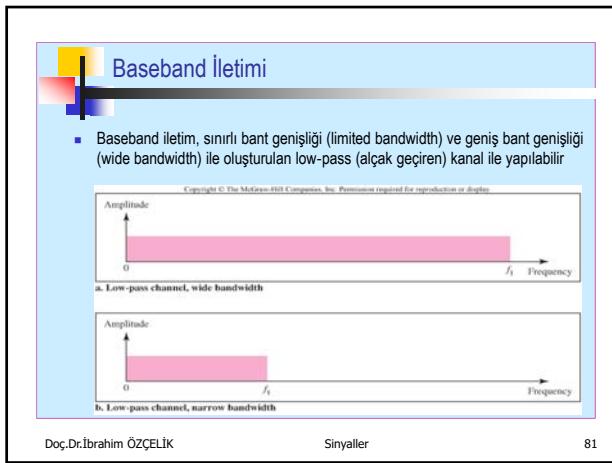
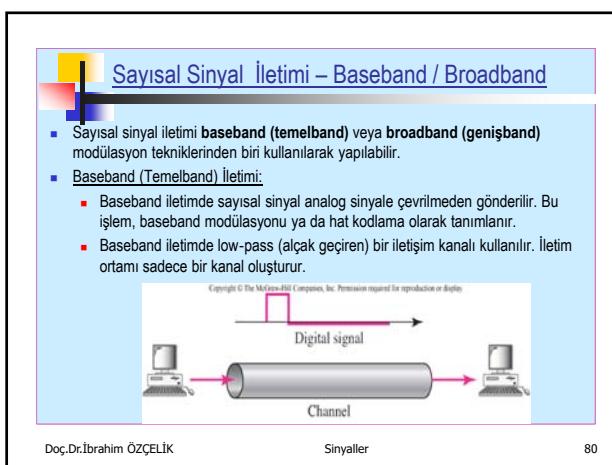
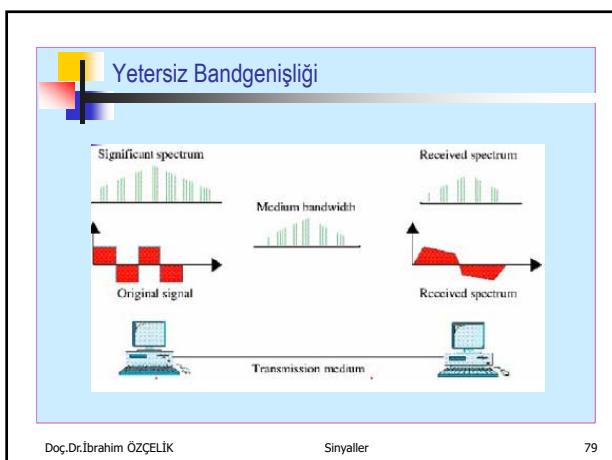
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      77

### Mutlak ve Eşeffektif (Anlamlı) Spektrumlar

**a. Spectrum for exact replica**

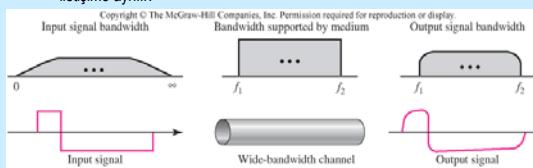
**b. Significant spectrum**

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      78



## Baseband İletimi-2

- Geniş bant genişliğine sahip iletişim ortamıyla iki cihaz daha iyi haberleşebilir.
  - Şekilde  $f_1$  sıfıra yakın  $f_2$  ise çok yüksek bir frekanstır.
  - Sayısal sinyalin baseband iletiminde orijinal şekli korunur. Low-pass kanalın 0 ile yüksek bir bant genişliğine sahip olması gereklidir.
  - LAN ağlarında bir kanal oluşturulur ve tüm bant genişliği iki cihaz arasındaki iletişime ayrılr.



Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Sinyaller

82

## Baseband İletimi-3

- Sınırlı bant genişliğine sahip iletişim ortamıyla yapılan iletişimde sayısal sinyal, analog sinyallerin bireleşimiyle oluştuğundan dolayı yaklaşık bir sayısal sinyal elde edilir.
- Bundan dolayı analog sinyali orijinal sayısal sinyale daha çok benzetmek için daha fazla harmonik kullanılması gereklidir. Yani bant genişliğinin artırılması gereklidir.

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Sinyaller

83

## Baseband İletimi-4

- Baseband iletimde gereken bant genişliği bit hızına bağlıdır. Yani ne kadar yüksek bir hızda veri gönderilmek istenirse o kadar bant genişliğini artırmak gerekmektedir.
- Örnek:** Baseband iletimle 1 kbps hızla veri göndermek için gereklili bant genişliği ne olmalıdır?
  - Low-pass kanal için minimum  $BW = N/2 = 1\text{ kbps} / 2 = 500\text{ Hz}$  (sadece 1.harmonik)
  - Daha iyi  $BW = 3 * 500\text{ Hz} = 1.5\text{ kHz}$  (1., ve 3. harmonik)
  - 5.Harmonik kullanırsak  $BW = 5 * 500\text{ Hz} = 2.5\text{ kHz}$  (1., 3., 5. harmonik)
- Tabloda farklı hızlarda veri göndermek için gereken bant genişlikleri verilmiştir.

Bit Rate	Harmonic 1	Harmonics 1, 3	Harmonics 1, 3, 5
$n = 1\text{ kbps}$	$B = 500\text{ Hz}$	$B = 1.5\text{ kHz}$	$B = 2.5\text{ kHz}$
$n = 10\text{ kbps}$	$B = 5\text{ kHz}$	$B = 15\text{ kHz}$	$B = 25\text{ kHz}$
$n = 100\text{ kbps}$	$B = 50\text{ kHz}$	$B = 150\text{ kHz}$	$B = 250\text{ kHz}$

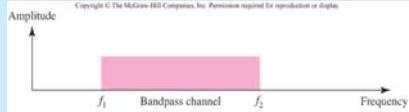
Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Sinyaller

84

## Broadband İletimi

- Broadband iletimde sayısal sinyal modüle edilerek analog sinyale çevrilir. Bu modülasyon (dönüşüm), bant geçiren (passband) bit kanal oluşturmayı sağlar.



- Günümüzde kullandığımız telefon sistemleri (PSTN, GSM), TV yayınları ve geniş alan ağ teknolojileri (Frame Relay, ATM) broadband iletime ömrktir.
- Broadband iletimde sayısal sinyali analog sinyale dönüştürmek için modem (modulator/demodulator) kullanılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

85

---

---

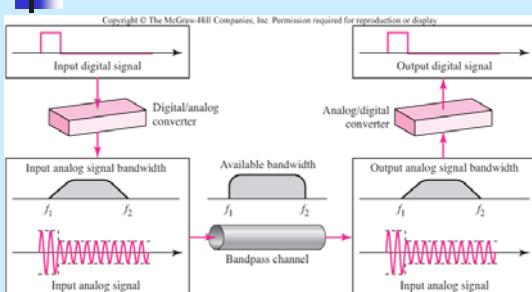
---

---

---

---

## Broadband İletimi-2



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

86

---

---

---

---

---

---

## İLETİM BOZULMALARI

- Alınan sinyal gönderilen sinyalden farklı olabilir
- Analog iletimde – sinyal kalitesinde bozulma, verim kaybı
- Sayısal iletimde – bit hataları
- İletim ortamındaki bozulmaların ana kaynağı
  - İletim ortamının çeşidi
  - İletilen verinin bit hızı
  - Haberleşen iki cihaz arasındaki mesafe
- İletim Bozulma çeşitleri
  - Zayıflama (Attenuation)
  - Sınırlı Bandgenişliği (Limited Bandwidth)
  - Gecikme Bozulması (Distortion)
  - Gürültü - Noise

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

87

---

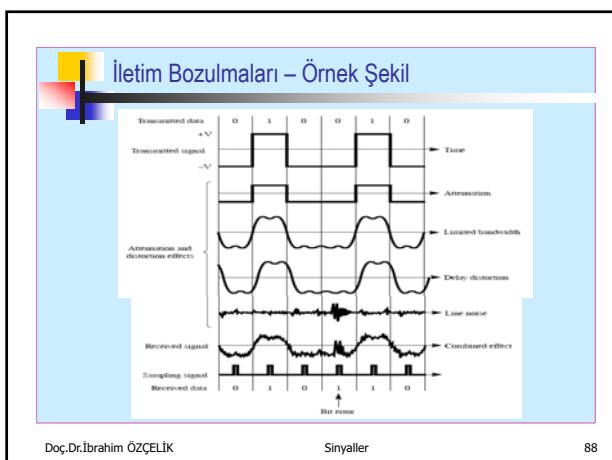
---

---

---

---

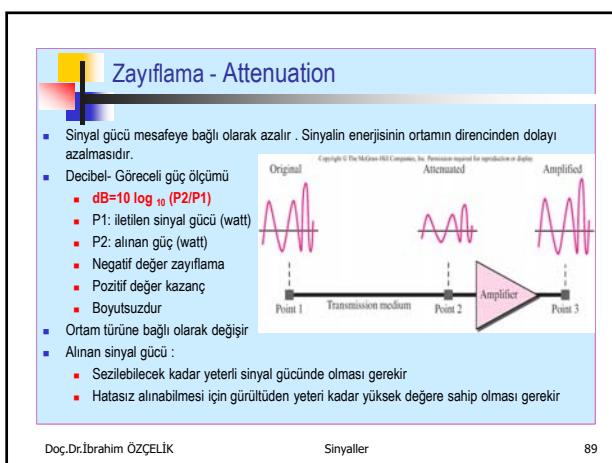
---



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

88



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

89



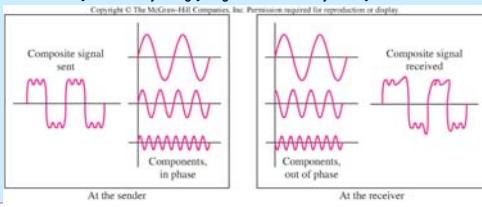
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

90

## Gecikme Bozulması - Distortion

- Sinyalin şekli (biçimi) değişir
- Bir sinyalin iletim ortamı üzerindeki yayılma hızı sinyalin frekansı ile değişir
- Bir sinyal iletilemek istendiğinde, sinyali oluşturan farklı hızlardaki farklı frekans bileşenleri alıcıya değişken gecikme süreleriyle ulaşır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

91

---

---

---

---

---

---

## Gürültü - 1

- Verici ve alıcı arasındaki sinyale ek (istenmeyen) sinyaller eklenir
- Gürültü dört kategoriye ayrılır
  - Termal gürültü
    - Elektron hareketlerinin oluşturduğu ısıl yapıdan dolayı
    - Aynı tazza dağılır
    - Bu gürültü eliminé edilemez
  - Intermodulation gürültü
    - Farklı frekanslardaki sinyallerin aynı iletim ortamını kullanması sonucu oluşur
    - Bir sinyal farklı frekans bileşenlerinden oluştuğundan dolayı farklı frekanslardaki sinyal birbirlerine modülasyon etkisi yaparlar

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

92

---

---

---

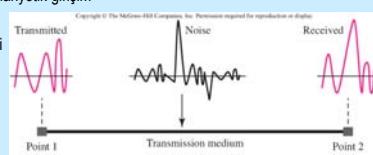
---

---

---

## Gürültü - 2

- Crosstalk-Yanses
  - Bir hattan gelen bir sinyalin diğer hattan gelen sinyalden etkilenmesi sonucu olur
- Impulse Gürültüsü
  - Düzensiz darbeler ve çıkışlar
  - Harici elektromanyetik girişim
  - Kısa süreli
  - Yüksek genlikli



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

93

---

---

---

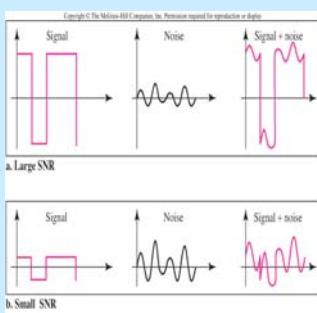
---

---

---

## Sinyal Gürültü Oranı – Signal to Noise Ratio - SNR

- Bir sinyalin içerdiği gücün gürültü gücüne oranla iletişimde önemli bir konudur ve sinyal gürültü oranı (SNR) olarak tanımlanır
- $SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR$  (Sinyal gücü/Gürültü gücü)



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

94

## KANAL KAPASİTESİ

- Daha büyük bir bandgenişliği daha yüksek bir bilgi taşıma kapasitesi sağlar
- Buna göre;
  - Herhangi bir sayısal dalga asında sonsuz bir bandgenişliğine sahiptir
  - Fakat, iletişim ortamı/sistemi bozulmalarından dolayı bu bandgenişliğini sınırlıracaktır
  - Ve, bununla beraber, herhangi verilen bir ortam için, daha yüksek bandgenişliği iletişim maliyetinin artmasına neden olur
  - Buna karşılık, bandgenişliğini sınırlamak bozulmalara neden olmaktadır
- Bütün bunlara bağlı olarak Kanal kapasitesi;
  - Belli şartlar altında, verilen bir iletişim ortamı yada kanalı üzerinden iletilebilecek maksimum bit hızını tamamlar
  - Nyquist tarafından gürültüsüz ve Shannon tarafından gürültülü kanal için bit hızları belirlenmiştir.
  - Bandgenişliği, Gürültü ve Hata Oranı gibi 3 faktörden etkilenir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

95

## Kanal Kapasitesi – Faktörler - Hatırlatma

- Bandgenişliği
  - Sayıdaki sıklık oranı (çevrim sayısı - Hz) ile ifade edilir,
  - Verici ve iletişim ortamının yapısı ile sınırlanır
- Gürültü
  - İletişim yolu üzerindeki ortalama gürültü seviyesidir
- Hata Oranı
  - Gönderilen比特lerden ne kadarı alıcı tarafından yanlış alınmıştır. Bu hataların meydana geldiği oranı tanımlar

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

96

## Nyquist Bit Hızı

- Gürültüsüz ve hatadan yoksun bir kanal için tanımlanmıştır
- Bandgenişliği B olarak verilmişse, en yüksek sinyalleşme hızı  $2B$ 'dir
- İki voltaj seviyeli binary sinyal için
  - **Nyquist bit hızı =  $2B$  (bps)**
- Çoklu voltaj seviyesine veya sinyal seviye sayısına ( $L$ ) sahip sinyal için Nyquist bit hızı
  - **Nyquist bit hızı =  $2B \log_2 L$  (bps)**
  - $L=8$  (bazı modemlerde kullanılan değerdir) ve 3000 Hz'lik bandgenişliği için Nyquist bit hızı = 18000 bps olur

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

97

---

---

---

---

---

---

---

## Shannon Kapasite Formülü

- Bit hızı, gürültü ve hata hızı arasındaki ilişki dikkate alınırsa;
  - Bit hızı ne kadar artarsa her bir bitin süresi de o kadar azalır, bu yüzden bir gürültü patlaması durumunda daha fazla bit etkilenir
  - Verilen bir gürültü seviyesi için yüksek bit hızı daha yüksek hata oranı anlamına gelir
- Bir sinyalin içeriği gücün gürültü gücüne oranı, sinyal gürültü oranı (SNR) olarak tanımlanır
  - SNR erişilebilir veri hızının üst sınırını belirler
- Bütün bunlara bağlı olarak Shannon, gürültülü bir kanal için teorik en yüksek bit hızını aşağıdaki formülle belirlemiştir.
  - **Shannon Kapasite:  $C=B \log_2(1+SNR)$  (bps)**
- Örnek: BW = 3000 Hz ve S/N = 35 dB (3162) olan bir telefon hattı için
  - Maksimum veri hızı;  $C = 3000 * \log_2(3163) = 34860$  bps = 34.86 Kbps

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

98

---

---

---

---

---

---

---

## Nyquist ve Shannon Formül Örneği

- Örnek: 3 MHz ve 4 MHz arasında bir spektruma sahip bir kanal, 24 dB'lik bir SNR değerine sahiptir. Buna göre maksimum kapasiteyi belirleyiniz?  
 $B = 4 \text{ MHz} - 3 \text{ MHz} = 1 \text{ MHz}$   
 $\text{SNR}_{\text{dB}} = 24 \text{ dB} = 10 \log_{10}(\text{SNR})$   
 $\text{SNR} = 251$
- Shannon formülü kullanılarak  
 $C = 10^{-6} \times \log_2(1 + 251) \approx 10^{-6} \times 8 = 8 \text{ Mbps}$
- 8 Mbps'lık maksimum kanal kapasitesini elde etmek için kaç sinyal seviyesi gereklidir?  
 $C = 2B \log_2 L$   
 $8 \times 10^6 = 2 \times (10^6) \times \log_2 L$   
 $4 = \log_2 L$   
 $L = 16$

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

99

---

---

---

---

---

---

---

## AĞLARDA GECİKME / PERFORMANS

- Bant genişliği, ağ performansını belirleyen ölçütlerden birisidir.
  - Bant genişliği Hz olarak frekans bandını veya bps olarak bit hızı değerini gösterir.
  - Throughput, bir bağlantının gerçek bps değeridir.
- Gecikme (Latency), verinin kaynağından hedefine gönderilmesi için harcanan sürelerin toplamıdır.
  - Bir çok uygulama anahtar bir gereksinimdir ve ağın performansını değerlendirmek için kullanılan temel bir başarım ölçütüdür.
  - Gecikme bir çok faktöre (trafik yoğunluğu, hatalar, vb.) bağlı olduğu için zamanla değişir
  - Bazı gecikme ölçütleri vardır. Bunlar: Maksimum gecikme, Ortalama gecikme, gecikme değişimi (delay jitter)
  - Gecikme ölçüyü uygulamaya bağlı olarak da değişir. Örnek: iyi kaliteli bir ses maksimum 90 ms den daha az bir gecikme ve küçük bir gecikme değişimi gerektirirken, bir çok veri uygulaması için daha büyük gecikmeler yeterli olabilir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

100

---

---

---

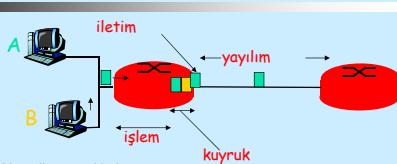
---

---

---

---

## Ağlarda Gecikme / Performans



- Ağ içerisindeki gecikme çeşitleri
  1. İletim gecikmesi
  2. Yayılım gecikmesi
  3. İşlem gecikmesi
  4. Kuyruk gecikmesi
  5. Yeniden iletim gecikmesi

Toplam Gecikme:  $\text{iletim G} + \text{Yayılım G} + \text{İşlem G} + \text{Kuyruk G}$

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

101

---

---

---

---

---

---

---

## 1, 2: İletim ve Yayılım Gecikmeleri

- İletim ve yayılım gecikmeleri kullanılan fiziksel ortam ve iletim teknigue bağılıdır.
- Yayılım gecikmesi, verinin iletim ortamının bir başından diğer başına kadar yayılması için geçen zamandır.
- Bir ağ üzerindeki yayılım gecikmesi her bir paket için genelde sabittir.
  - Yayılım gecikmesi açısından en iyi sinyal uzayda ışık hızıyla ( $3 \times 10^8 \text{ m/sn}$ ) yayılmıştır
  - Burulmuş çift veya koaksiyel kablo için bu değer ortalama  $2 \times 10^8 \text{ m/sn}$  dir
  - $T_p = \text{Hattın fiziksel uzunluğu (m)} / \text{Yayılım hızı (m/sn)}$
- İletim gecikmesi çerçeveyin hattın bit hızında gönderilmesi için harcanan zamandır.
  - İletim gecikmesi paket boyutuna bağlı olarak değişir.
  - $T_x = \text{İletilecek bitlerin sayısı (N)} / \text{Hattın hızı (bps)}$

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

102

---

---

---

---

---

---

---

## İletim ve Yayılım Gecikmeleri - Örnek

- **Örnek1:** 2.5kbyte bir e-mail için 1Gbps bant genişliği olan ağa yayılım ve iletim gecikmesi değerleri nedir? Alıcı verici arası mesafe 12000km ve yayılım hızı  $2.4 \cdot 10^8$ m/s'dir.
  - Yayılım gecikmesi =  $(12000 \cdot 10^3) / 2.4 \cdot 10^8 = 50$  ms
  - İletim gecikmesi =  $(2500 \cdot 8) / 10^9 = 0.02$  ms
  - Mesaj boyutu kısa, bant genişliği yüksek olduğu için dominant (baskın) faktör yayılım gecikmesidir. İletim gecikmesi ihmal edilebilir.
- **Örnek2:** 5Mbyte bir resim için 1Mbps bant genişliği olan ağa yayılım ve iletim gecikmesi değerleri nedir? Alıcı verici arası mesafe 12000km ve yayılım hızı  $2.4 \cdot 10^8$ m/s'dir.
  - Yayılım gecikmesi =  $(12000 \cdot 10^3) / 2.4 \cdot 10^8 = 50$  ms
  - İletim gecikmesi =  $(5000000 \cdot 8) / 10^6 = 40$  s
  - Mesaj boyutu büyük, bant genişliği düşük olduğu için dominant (baskın) faktör iletim gecikmesidir. Yayılım gecikmesi ihmal edilebilir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

103

---

---

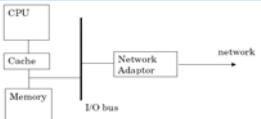
---

---

---

---

## 3. İşlem Gecikmesi

- Bir paketin iletilmesinden önce herhangi bir işlem için gerekli olan zamanı tanımlar
- Verici ve alıcı tarafının her ikisinde de mevcuttur
- Ağa bağlı olan bir düğüm için tipik bir mimari
  - 
  - Fiziksel katman ve veri bağı katmanı genellikle ağ adaptör kartı üzerindeki donanımda gerçekleştirir. Ağ kartı, sistem I/O veriyoluyla bağlı olur.
  - Veri, düğümün ana belleğinden / belleğine I/O veriyolu üzerinden transfer edilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

104

---

---

---

---

---

---

## 3. İşlem Gecikmesi - devam

- Ağdan bir paket geldiğinde CPU üzerinden bir uygulamaya teslim edilmeden önce çeşitli gecikme kaynaklarından etkilenir. Bunlar:
  - İlgili protokolü gerçekleştirmek için gerekli saat çevirimlerinin sayısı
  - Ağ adaptör kartının hat hızına ayak uydurmak için tamponlama
  - I/O veriyolu kazanmak için harcanan zaman
  - I/O veriyolu üzerindeki iletim zamanı
  - Bellek erişim hızı
  - Kesme işlem zamanı
- Bilgisayar mimarileri ve protokollerini, bu tür gecikmeleri minimize etmek için optimize edilmektedir. (İşlemci hızı, I/O veriyolu hızı, veri iletim yapıları, adresleme mekanizmaları, ...)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

105

---

---

---

---

---

---

#### 4. Kuyruk Gecikmesi

- Kuyruk gecikmesi bir paketin işlenmesinden ve iletilmesinden önce bellekte beklediği zamanı tanımlar.
- Gecikmenin nedeni; diğer paketin ya aynı kaynak tarafından yada diğer kaynak tarafından iletilmesi olmasından dolayıdır.
- Örnek: 1 Mbps'lik hızda sahip bir iletim hattı düşünülürse;
  - 1000 bitlik paketlerin iletim hattı üzerinden iletilmek istenirse, böyle her bir paketin iletimi 1ms'lık bir zaman alır
  - Paket varışları arasındaki zaman 1 ms'den daha büyükse kuyruk olmayacağından emin olabiliriz.
  - Paket1 t=0 anında, Paket2'nin de t=0.4ms'de vardığını (geldiğini) kabul edelim.  
Paket1'in iletimi 1ms alacaktır. Bundan dolayı paket2 iletilmeden önce tamponda 0.6 ms kadar bekleyecektir. Bu gecikmeye kuyruk gecikmesi denir
- Ağlarda kuyruk gecikmeleri/modelleri matematiksel olarak analiz edilebilir. Bu gecikmeler /modeller üzerinde yapılan çalışma Kuyruk Teorisi olarak adlandırılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

106

---

---

---

---

---

---

---

#### 5. Yeniden İletim - Automatic Repeat Request

Ağ içerisinde düğümler arasında güvenli veri iletiminin sağlanamaması (verilerin bozulması, zamanında hedefine ulaşamaması) durumunda ilgili paketin/çerçeveyinin tekrar iletimi gereklidir.

- Idle RQ
  - Send and Wait (Stop and Wait)
- Continuous RQ
  - Selective Repeat
  - Go Back N

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

107

---

---

---

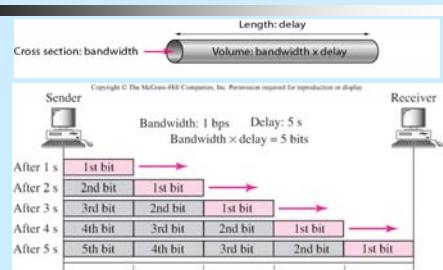
---

---

---

---

#### Bant Genişliği - Gecikme



- Bant genişliği-gecikme (Bandwidth-Latency) çarpımı, hat (kanal) üzerinde aynı anda bulunan bit sayısını gösterir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

108

---

---

---

---

---

---

---

## İLETİM ORTAMLARI KONU BAŞLIKLARI

- İletim Ortamına Genel Bir Bakış
- Elektromanyetik Spektrum
- Kılavuzlu İletim Ortamları
  - Eş eksenli Kablo
  - Burulmuş Çift Kablo
  - Fiber Optik Kablo
- Kılavuzsuz (Kablosuz) İletim Ortamları
  - Kablosuz Sinyallerin Yayılım Modları
  - Radyo İletimi
  - Mikrodalga İletimi
  - Infrared İletimi
  - Kablosuz İletim Bozulmaları

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

109

---

---

---

---

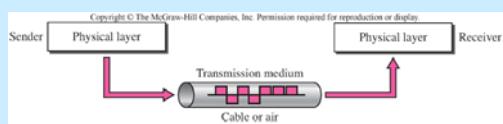
---

---

---

### İletim Ortamına Genel Bir Bakış

- İletim ortamı verici ve alıcı arasındaki fiziksel yolu tanımlar
- İletim ortamı, fiziksel katmanın altında yer alır ve fiziksel katman tarafından kontrol edilir.
- İletim ortamı bakır kablo, fiber optik ya da hava olabilir
- İletim ortamındaki anahtar konular, veri hızı ve mesafedir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

110

---

---

---

---

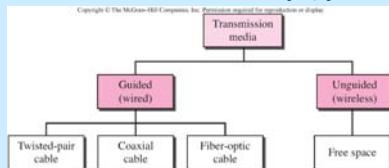
---

---

---

### İletim Ortamına Genel Bir Bakış

- İletim ortamı kılavuzlanmış (kablolu) ve kılavuzlanmamış (kablosuz) ortam olarak ikiye ayrılır
- Kılavuzlanmış ortamda veri elektrik sinyalleri vasıtasyyla iletilir ve bu ortamda kullanılan ortam türü daha önemlidir
- Kılavuzlanmamış ortamda ise veri elektromanyetik dalgalar (sinyal) vasıtasyyla iletilir ve bu ortamda anten tarafından sunulan bandgenişliği daha önemlidir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

111

---

---

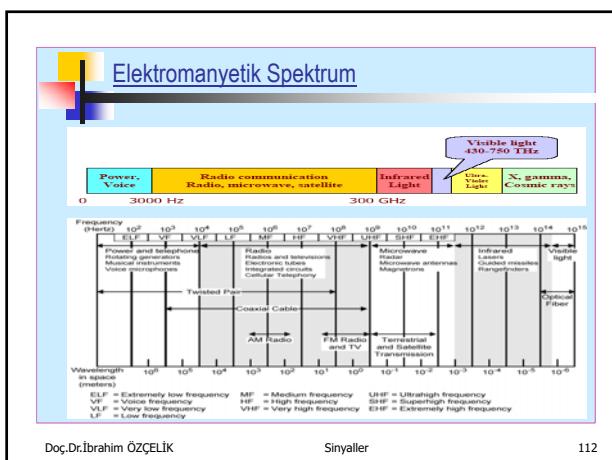
---

---

---

---

---



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

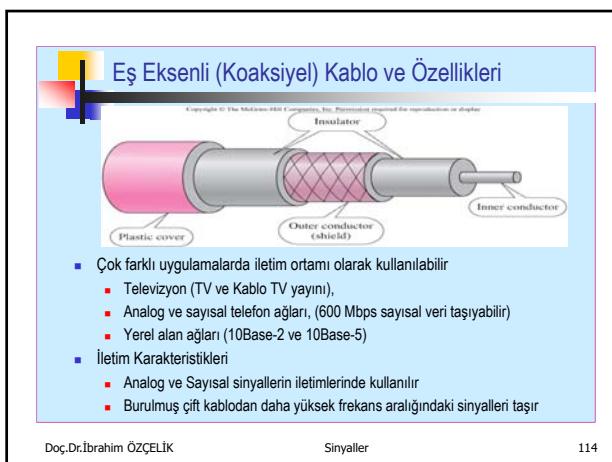
112

- ### Kılavuzlu (Kablo) İletim Ortamları
- Dalgalar katı bir ortam boyunca hareket eder.
  - Eş Eksenli Kablo
  - Burulmuş Çift Kablo
  - Fiber Optik Kablo

Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

113



Doç.Dr.İbrahim ÖZÇELİK

Sinyaller

114

## Eş Eksenli Kablo Çeşitleri

- Konnektör olarak BNC kullanılır
- İnce koaksiyel kablo
  - RG-58 İnce koaksiyel
  - 10 base 2
  - Azami mesafe : 185 M
- Kalın koaksiyel kablo
  - RG-8 Kalın koaksiyel
  - 10 base 5
  - Azami mesafe : 500 M



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

115

---

---

---

---

---

---

---

## Burulmuş Çift (Twisted Pair) Kablo ve Özellikleri

- Çok yaygın olarak kullanılan bir iletişim ortamıdır
  - Telefon hattlarında ses ve veri iletişimiinde
  - Yerel alan ağ bağlantıları (10Base-T, 100Base-Tx, 1000Base-T)
- Avantaj ve Dezavantajları
  - Diğer iletişim ortamlarına göre ucuz
  - Çalıştırılması kolay
  - Kısa mesafe
- İletim Karakteristikleri
  - Analog ve Sayısal sinyallerin iletiminde kullanılabilir
  - Mesafeye uzatmak için yükseltseç yada tekrarlayıcı kullanılır
  - Gürültü büyümüş içerisindeki kabloları aynı oranda etkiler. Alıcı iki tel arasındaki farkı değerlendirdir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

116

---

---

---

---

---

---

---

## Burulmuş Çift Kablo Çeşitleri

- Ekransız büyümeli çift – Unshielded Twisted Pair (UTP)
- Folyolu büyümeli çift – Foiled Twisted Pair (FTP)
- Ekrani büyülü çift – Shielded Twisted Pair (STP)
- UTP kablolar için RJ45 konnektör kullanılır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

117

---

---

---

---

---

---

---

## Burulmuş Çift Kablo Kategorileri

- UTP kablo kendi içinde güvenli olarak aktarabilecegi veri miktarına göre kategorilere sahiptir.

Kategori	Özellik	Bant Genişliği (Hz)	Veri Hizi (Mbps)	Kullanım Yeri
1	Kapı Zili veya Speaker için kullanılan UTP	100KHz	<0.1	Kapı Zili ve Speaker
2	Thatlarda kullanılan UTP	1MHz	2	T-1 hatları
3	LAN'larda kullanılan CAT 2'nin gelişmiş halidir	16 MHz	10	LAN
4	Token Ring ağlarında kullanılan CAT 3'un gelişmiş halidir	20 MHz	20	LAN
5	Kılıflı 24 AWG (American Wire Gauge) kablodur	100 Mhz	100	LAN
5E	Crosstalk ve enterferansı azaltılmış CAT5'tir	100 MHz	125	LAN
6	200 Mbps hız testinden geçen kablodur	250 Mhz	200	LAN
7	4 çiftin ayrı ayrı ekranlanıldığı STP kablodur.	600 MHz	>600	LAN

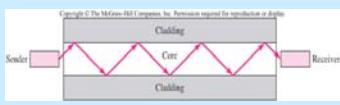
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

118

## Fiber Optik Kablo ve Özellikleri

- Daha yüksek iletim hızları sağlar
- Boyu ve ağırlık diğer kablolü iletim ortamlarına göre çok azdır
- Zayıflama daha azdır ve daha uzak tekrarlayıcı mesafesi sağlar
- Uygulama alanları
  - Uzun mesafeli iletim
  - Şehirsel bağlantılar
  - Abone bağlantıları
  - Yerel alan ağları
- İletim karakteristikleri
  - Diğer iletim ortamlarına göre çok yüksek frekansa sahiptir -  $10^{14}$  to  $10^{15}$  Hz
  - Cam yada plastikten yapılmışlardır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

119

## Fiber Optik İletim Modları

- Fiber optik kablo ile single mode veya multimode yayılım yapılabılır
- Single mod kabloda ışığın tümü tek bir yol üzerinde hareket eder. Sinyalin çarpması, kırılması gibi bir durum yoktur. Bundan dolayı ışık sinyali uzun mesafelere kadar gidebilir..
- Multimode kablounun step-index veya graded-index olarak iki çeşidi vardır
  - İşık kırılma etkisinden dolayı çoklu yol üzerinden hareket eder. Single mod fiber kabloya göre daha yavaş ve kısa mesafedir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

120

## Fiber Optik İletim Modları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**a. Multimode, step index**

**b. Multimode, graded index**

**c. Single mode**

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      121

## Kılavuzsuz (Kablosuz) İletim Ortamları

- Atmosfer vasıtasıyla yayılan elektromanyetik sinyallerin gönderilmesi ve alınması bir anten vasıtısıyla gerçekleşenir
- Kablosuz iletişim için konfigürasyonlar
  - Tek yönlü sinyal gönderme (directional)
  - Çok yönlü sinyal gönderme (omnidirectional)
- Kılavuzlanmamış İletim Ortamları
  - Radyo İletişimi
    - Radyo Dalga
    - Mikrodalga
      - Karasal Mikrodalga
      - Uydu Mikrodalga
  - Infrared

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      122

## Kablosuz Sinyallerin Frekans Spektrumu

- Radyo Dalga Frekans Aralığı : 3 kHz - 1 GHz
  - Çok yönlü uygulamalar için uygundur
- Mikrodalga Frekans Aralığı : 1 GHz - 300 GHz
  - Tek yönlü işinler mümkündür
  - Noktadan noktaya iletişim için uygundur
- Infrared Frekans Aralığı :  $3 \times 10^{11}$  -  $4 \times 10^{14}$  Hz (300 GHz - 400 THz)
  - Kısıtlı alan içerisinde noktadan noktaya ve çoklu nokta uygulamalar için kullanılmıştır

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Radio wave and microwave      Infrared      Light wave

3 kHz      200 GHz      400 THz      600 THz

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Sinyaller      123

## Kablosuz Sinyallerin Yayılım Modları

- Kablosuz ortamda sinyaller 3 farklı yayılım şekli ile hareket eder
  - Yer Dalga Yayılımı - Ground-wave propagation – Surface
  - Gök Dalga Yayılımı - Sky-wave propagation
  - Görüş Açı Yayılımı - Line-of-sight (LOS) propagation



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

124

---

---

---

---

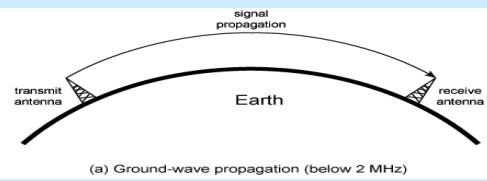
---

---

---

## Yer Dalga Yayılımı

- Yeryüzü çizgisini takip eder
- 2 MHz'e kadar sinyaller bu şekilde bir yayılım gösteriler
- Oldukça uzak mesafelere yayılabilirler
- Uzun dalga radyo



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

125

---

---

---

---

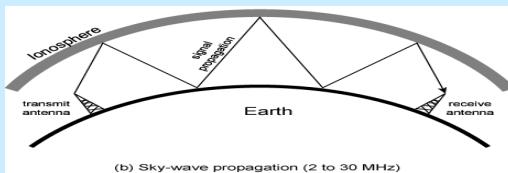
---

---

---

## Gök Dalga Yayılımı

- Aynı zamanda İyonosferik dalga olarak da isimlendirilmektedir
- Sinyal atmosferin en üst katmanı olan İyonosferden dünyaya geri yansıtılır
- Sinyal İyonosfer ve yerküre arasında kırılma etkisinden dolayı birçok defa yansıma yapar
- AM radyo, navigasyon cihazları, deniz ve hava haberleşme



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

126

---

---

---

---

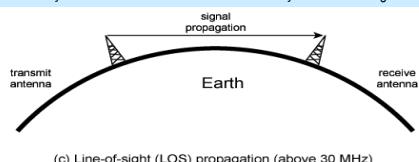
---

---

---

## Görüş Açısı Yayılımı

- 30 MHz'in üzerindeki tüm freksalarda iletişim görüş açısı yayılımı ile gerçekleşir.
- İletim yapan ve alma işlemini gerçekleyen antenler görüş açısı içerisinde olması gerekmektedir
  - Uydu iletişimi - 30 MHz'in üzerindeki sinyal iyonosfer tarafından geri yansıtılmaz
  - Yer iletişimi - Antenlerin birbirlerinin etkili alanı içerisinde olması gerekmektedir



(c) Line-of-sight (LOS) propagation (above 30 MHz)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

127

---

---

---

---

---

---

---

## Radyo Dalga ve Mikrodalga Frekans Bölümleri

Bant	Aralık	Yayılım	Uygulama
VLF (very low frequency)	3-30 kHz	Ground	Uzun dalga radyo
LF (low frequency)	30-300 kHz	Ground	Radyo deniz fenerleri, navigasyon cihazları
MF (medium frequency)	300 kHz-3 MHz	Sky	AM radyo
HF (high frequency)	3-30 MHz	Sky	Halk bandı telsiz, deniz ve hava haberleşme
VHF (very high frequency)	30-300 MHz	Sky ve LOS	VHF TV FM radyo
UHF (ultra high frequency)	300 MHz-3 GHz	LOS	UHF TV, hücresel telefon, çağrı cihazları, uydu
SHF (super high frequency)	3-30 GHz	LOS	Uydu haberleşmesi
EHF (extremely high frequency)	30-300 GHz	LOS	Radar, uyu

\* Bu tablo, Doç.Dr. M. Ali Akçay'o'nun Veri İletişimi ders notlarından alınmıştır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

128

---

---

---

---

---

---

---

## Radyo Dalga İletimi

- Radyo terimi 3 KHz ile 300 GHz arasındaki frekans aralığını içine alan bir terimdir. Bu yüzden VLF, VHF ve UHF bandının (3 kHz – 1 Ghz) bir kısmını kapsayan kavrama Radyo Yayınlığı ifadesi kullanılır. Bu aralık FM radyo ve UHF/VHF televizyon iletişimini kapsar.
- Radyo yayımı ile mikrodalga iletişimi arasındaki temel fark, radyo yayının çok yönlü ve mikrodalga iletişimin ise tek yönlü olmasıdır.
- Radyo yayımı mikrodalga iletişimdeki parabolik tabak biçimli antenlerin kullanımını gerektirmez ve antenlerin sabit olarak monte edilmesini gerektirmez
- Düşük frekanslı radyo dalgaları yeryüzüne yerleştirilen vericiler ve alıcılar arasında daha sınırlı uzaklıklarda kullanılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

129

---

---

---

---

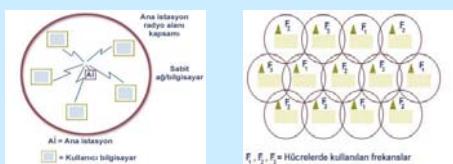
---

---

---

## Radyo Dalga İletimi-2

- Bir radyo vericisi, 'ana istasyon' olarak kabulü sonlanma noktasına yerleştirilir ve her bir iletişim sistemi ile ana merkez arasında bir bağlantı sağlar
- Daha geniş bir kapsama alanı veya daha fazla kullanıcı gerektiren uygulamalar için çok sayıda ana istasyon kullanılması gereklidir. Hücresel yapı
- Her bir ana istasyon komşularından farklı frekans bandı kullanır, fakat, bu frekans bandları her ana istasyonun kapsama alanının sınırları olması nedeniyle ajan diğer kısımlarında tekrar kullanılabilir



Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Sinyaller

130

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Mikrodalga İletimi

- Mikrodalga iletimi, elektromanyetik spektrumun (1GHz- 300GHz) önemli bir kısmını kapsar.
- Mikrodalga kullanılarak yapılan bilgi iletiminde bant genişliğinin büyük olması nedeniyle bilgiyi gönderim hızı yüksektir.
- Alici ve vericilerin bakış doğrultusu içerisinde olması gerekmektedir
- UTP veya koaksiyel kabloya oranla daha az bilgi ve enerji kaybı söz konusudur, fakat özellikle yüksek frekanslarda, yağmur vb etkiler gönderilen işarette zayıflamaya neden olur.
- Cocuklu bir frekans banda farklı frekansların kullanılması nedeniyle, mikrodalga kullanılarak yapılan haberleşme iki gruba ayrılmaktadır:
  - Karasal mikrodalgalar
  - Uydu mikrodalgaları

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Sinyaller

131

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Karasal (Terrestrial) Mikrodalga İletimi

- Veryüzü mikrodalgaları, fizikalî iletişim ortamını kurmanın pratik olmadığı veya maliyetli olduğu durumlarda (nehir, bataklık, çöl boyunca) kullanılır.
- Bina, yoğun sis, yoğun kar yağışı gibi etkenlerden etkilenen mikrodalga ile haberleşmede verici ve alici elementlerin birbirini görmesi zorunludur.
- Diğer tarafından işaret, uydu bağlantısıyla temel olarak serbest uzaya geçer, bu nedenle engelleleyici etkilere daha az maruz kalır.
- Tabak biçimli parabolik antenler kullanılır ve sabit bir yere monte edilmesi gereklidir
- Hem ses hem de televizyon iletiminde kullanılır
- Son zamanlarda binalar arasında kısa mesafeli noktadan noktaya hatlar arasındaki iletişim için de kullanılmaya başlanmıştır
- Daha yüksek frekans kullanıldığında, daha yüksek bandgenişliği, dolayısıyla daha yüksek ven hızı elde edilebilir

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Sinyaller

132

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Uydu Mikrodalga İletimi

- Uydular, aynı yada farklı ülkelerde bulunan iletişim sistemlerini yüksek hızlı iletişim yollarıyla birbirine bağlayan sistemlerdir
- Bir iletişim uydusu bir mikrodalga aktarma istasyonudur
- Yeryüzünün çevresini yeryüze senkron bir biçimde döner ve böylece yeryüzünden duranmış gibi görünür (geosynchronous orbit).
- İki veya daha fazla yerüstü mikrodalga verici / alıcıları bağlamak için kullanılır
- Uydu bir frekans üzerinden alır, sinyali yükseltir veya tekrarlar ve daha sonra diğer bir frekans üzerinden gönderir
- Tek bir yönlüğe sahip olan uydu, birçok frekans bandı (transponder kanal) üzerinde çalışır
- Televizyon yayını, uzun mesafeli telefon iletişimi, özel ticari ağlar gibi uygulamalarda kullanılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

133

---

---

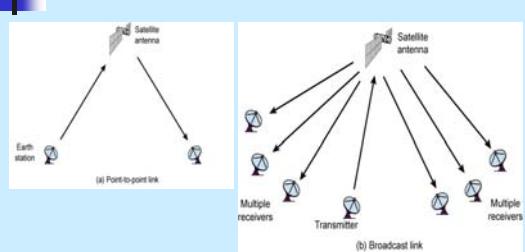
---

---

---

---

## Uydu Mikrodalga İletimi İçin Konfigürasyonlar



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

134

---

---

---

---

---

---

## Infrared (Kızılıtesi) İletimi

- 300 GHz – 400 THz arasında frekans bandlarına sahiptir
- Alıcı ile verici cihaz arasında açık görüş hattının bulunduğu ortamlarda ve kısa mesafeler için çok uygundur.
- Kızılıtesi teknolojisini iki tür kullanmak mümkündür.
  - Birincisi görüş hattı (direct beam, line of sight),
  - İkincisi ise yansıtma (diffused beam) yöntemidir.
- Infrared ve Mikrodalga arasındaki önemli bir fark, kızılıtesi sinyalleri duvarlar tarafından bloke edilir. Böylece mikrodalga iletişimde karşılaşılan güvenlik ve girişim problemleri ile karşılaşılmaz
- İletişimde kullanılan frekans için bir tâhsisata gerek yoktur. Çünkü frekans lisanslama işlemine gerek yoktur.
- Kızılıtesi teknolojisi büyük oranda uzaktan kumanda cihazlarında kullanılmaktadır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

135

---

---

---

---

---

---

## Kablosuz İletim Bozulmaları

- Serbest Uzay Kaybolması – Free Space Loss
- Atmosferik Emme – Atmosphere Absorbe
- Çoklu Yol - Multipath
- Kırılma - Refraction

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

136

---

---

---

---

---

---

---

## Serbest Uzay Kaybolması

- Kablosuz iletişimin herhangi bir çeşidi için mesafe ile birlikte zayıflar.
- Bundan dolayı sabit bir kapsama alanına sahip bir anten gönderen antenden uzaklaşılıkça daha az sinyal gücü alacaktır.
- Bozulma ve diğer bozulma kaynaklarının hiçbirinin olmadığı varsayılsa bile, sinyalin daha geniş bir alan içerisinde yayılmasından dolayı, iletilen bir sinyal mesafe ile birlikte zayıflar. Zayıflamanın bu biçimini serbest uzay kaybolması olarak bilinir.
- Serbest uzay kaybolması anten tarafından yayılan gücün alınan güçe oranını logaritma 10 tabanına göre desibel olarak ifade edilmesidir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

137

---

---

---

---

---

---

---

## Atmosferik Emme

- Su buharlaşması ve oksijen zayıflama etkisi oluşturur
- Su buharlaşmasının sinyal zayıflamasına etkisi, 22 GHz'lik frekanslarda yüksek bir zayıflama etkisi oluştururken, 15 GHz'in altındaki frekanslarda bu zayıflamanın etkisi fazla olmaz.
- Oksijenin sinyal zayıflamasına etkisi 60 GHz'lik frekanslarda yüksek değere çökarken, 30 GHz'in altındaki frekanslarda fazla etkisi yoktur.
- Yağmur ve sis de sinyal zayıflama etkisi oluşturur

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

138

---

---

---

---

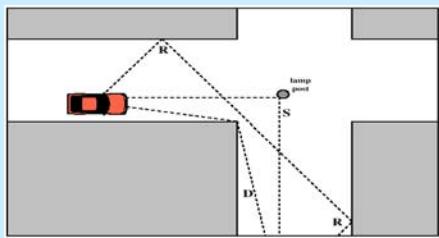
---

---

---

## Çoklu Yol (Multipath) Yayılımı

- Engeller sinyalleri geri yansittığından dolayı, sinyalin farklı gecikmelere sahip birçok kopyası alınır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

139

---

---

---

---

---

---

## Kırılma - Refraction

- Elektromanyetik dalganın hızı iletişim ortamının yoğunluğunun bir fonksiyonudur
  - Boşluk içerisinde  $3 \times 10^8$  m/s, diğer durumlarda daha az
- Dalga bir ortamdan diğer ortama hareket ederken, hızı değişir
  - Ortamlar arasındaki geçişte (sınırında) dalganın yönünde bir kırmış meydana gelir
  - Bu kırmış ortam yoğunluğuna göre gerçekleşir
- Kırmadan dolayı sinyalin bir kısmı yada tamamı alıcıda kaybolabilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

140

---

---

---

---

---

---

---

## Bölüm2 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, McGraw-Hill.
  - Chapter 3: Data and Signals
  - Chapter 7: Transmission Media
- Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education.
  - Chapter 3: Data Transmission
  - Chapter 4: Guided and Wireless Transmission

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Sinyaller

141

---

---

---

---

---

---

---

## BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

### BÖLÜM3: VERİ KODLAMA

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK  
[ozcelik@sakarya.edu.tr](mailto:ozcelik@sakarya.edu.tr)

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

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

### BÖLÜM3: VERİ KODLAMA KONU BAŞLIKları

#### SAYISAL İLETİM

- Sayısal Veri, Sayısal Sinyal
  - Bit Hizi ve Baud Hızı
  - Sayısal Veri Sayısal Sinyal Dönüşüm Problemleri
  - Hat Kodlama Teknikleri (Unipolar, Polar, Bipolar, MultiLevel, MultiLine)
- Analog Sinyal, Sayısal Sinyal
  - Darbe Kod Modülasyonu
- İletişim Teknikleri
  - Seri İletişim
  - Paralel İletişim
- ANALOG İLETİM
  - Sayısal Veri, Analog Sinyal (ASK, FSK, PSK, QAM)
  - Analog Veri, Analog Sinyal

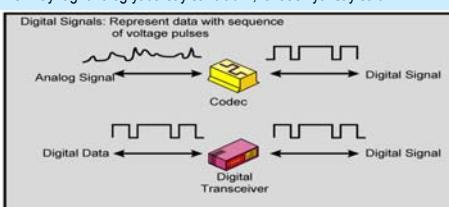
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

143

### SAYISAL İLETİM

- Sayısal iletimde iki alternatif vardır. Bunlar:
  - Sayısal Veri, Sayısal Sinyal
  - Analog Veri, Sayısal Sinyal
- Veri kaynağı analog yada sayısal olabilir, fakat sinyal sayısaldır



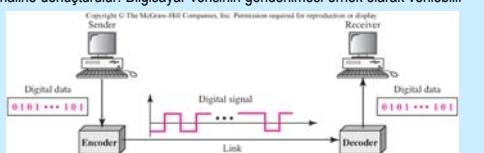
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

144

## Sayısal Veri, Sayısal Sinyal

- Sayısal veriyi sayısal sinyale dönüştürme işlemine Hat Kodlama (Line Encoding) denir.
  - Ayrıca Sayısal Temelband Modülasyonu (Digital Baseband Modulation) da denir. Bu dönüşümde (kodlamada yada modülasyonda) bir taşıyıcı sinyali kullanılmaz
- İkili veri (sayısal), hat kodlama dönüşümleri vasıtayla sayısal bir sinyal haline dönüştürülür. Bilgisayar verisinin gönderilmesi örnek olarak verilebilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

145

## Bit Hızı ve Baud (Sinyal) Hızı

- Veri iletişiminde en küçük parça bit olarak isimlendirilir.
- Veri hızı, bir saniyede iletilen bit hızını tanımlar (bit/s). Veri hızı bit hızı olarak da tanımlanabilir.
- Sinyal hızı (baud hızı = darbe (pulse) hızı = modülasyon hızı = simbol hızı), bir saniyede iletilen sinyal sayısını gösterir (bauds/s)
- Modülasyon tekniklerinde amaç düşük baud hızı üzerinden yüksek bit hızı değeri elde etmetektir.
- Bandwidth, sinyali taşımak için gereken frekans spektrumunu gösterir.
- Sinyaldeki değişim sayısı artarsa, daha geniş frekans spektrumu kullanılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

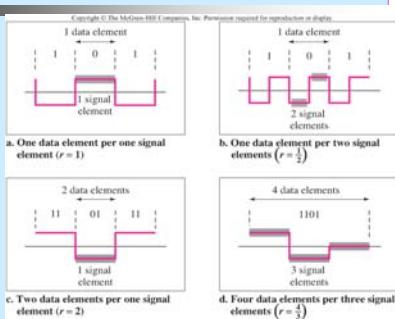
146

## Bit Hızı ve Baud (Sinyal) Hızı

- Yukarıdaki şekilde  $r$ , bir sinyal ile taşınan veri biti sayısını göstermektedir

- Nyquist bit hızı**
  - $N = 2B \log_2 L$
  - $N = 2 \times B \times r$

- Baud hızı (sayısal iletim)**
  - $S = 1/2 \times N \times 1/r$



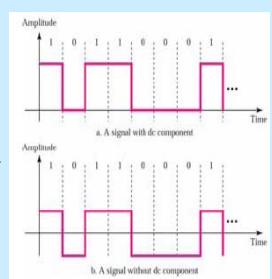
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

147

## Sayısal Veri Sayısal Sinyal Dönüşüm Problemleri

- Hat kodlamada uzun 1 ve 0 bit dizilerinin alıcı tarafından algılanması zordur.
- Bir sayısal sinyal belirli bir süre sabit kalırsa DC bileşen oluşur. Bu da düşük frekansları geçirmeyen sistemler için probleme neden olur. DC bileşen sıfır frekans bileşenidir. Telefon hattı 200 Hz'in altındaki sinyalleri geçmez
- Kodlama tekniklerinin bu problemi dikkate alması gereklidir



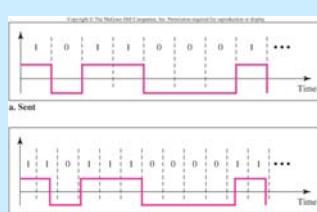
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

148

## Sayısaldan Sayısal Dönüştürme Problemleri - 2

- Hem alıcı hem de verici de bir aralığını aynı olması gereklidir
- Senkronizasyon
  - Başlama ve sonlandırma problemi (11111111)
  - Bozulma
    - $1111 \rightarrow 11111$
  - Ayrı bir hat vasıtasyyla yada dinamik olarak aynı hat üzerinden senkronizasyon bilgisi gönderilerek bu problem çözülebilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

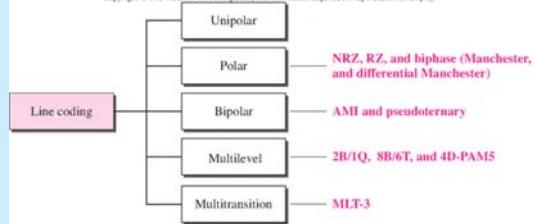
Veri Kodlama - Sayısal İletim

149

## Hat Kodlama Teknikleri

- Hat kodlama teknikleri (sayısal veriden sayısal sinyale dönüşüm yöntemleri) aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi 5 grupta toplanmaktadır

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



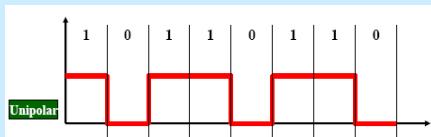
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

150

## Unipolar (Tek Kutuplu) Kodlama

- Tek seviyeli bir değere sahiptir. Bit 1 pozitif gerilim ve bit 0 0 V ile tanımlanır.
- Çok basit bir kodlama yöntemidir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

151

---

---

---

---

---

---

## NRZ Kodlama Teknikleri (Polar-Seviye Tabanlı)

- Seviye tabanlı kodlamaları tanımlar, yani veri seviyelerine gösterilir
- NRZ-L ve NRZ-I yöntemleri mevcuttur
- DC bileşene sahiplerler
- Uzun 1 ve 0 bit dizilerinin algılanması zordur (NRZ-L'de daha fazla)
- Senkronizasyon problemleri oluşabilir (NRZ-L'de daha fazla)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

152

---

---

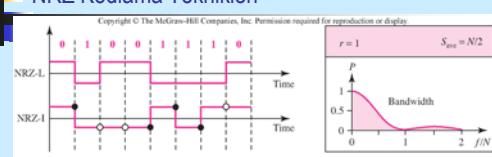
---

---

---

---

## NRZ Kodlama Teknikleri



**NRZ-L (Level) kodlama teknigi:** 1 değerinde düşük voltaj, 0 değerinde yüksek voltaj (negatif lojik mantığı)

- Bir bit bilginin gönderilişinde voltaj belli bir seviyede tutulur.
- Kısa bağlantılar için kullanılır, örneğin: PC – harici modem (RS-232)

**NRZ-I (Invert) kodlama teknigi:** 1 değerinde voltaj seviyesini değiştir, 0 değerinde voltaj seviyesini değiştirme.

- Bir bit bilginin gönderilişinde voltaj belli bir seviyede tutulur.
- Bazı ISDN kanallarında kullanılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

153

---

---

---

---

---

---

## Farksal Kodlama Teknikleri (Polar-Farksal)

- Veri, seviyelerden ziyade değişimlerle gösterilir
- Seviyelerden daha güvenilir bir geçiş (transition) sezmeye sahiptir
- Geçişler hem veri hem de saat sinyali olarak hizmet eder.
- Bir bit için daha çok sinyal değişimi gereklidir. Yani daha fazla bandgenişliği gereklidir. Baud hızı bit hızından daha büyüktür.
- Aşağıdaki kodlama yöntemleri farksal kodlama yapısındadır
  - RZ
  - Manchester
  - Farksal Manchester

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

154

---

---

---

---

---

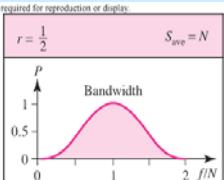
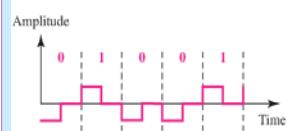
---

---

## RZ – Return to Zero (Polar)

- Üç seviye kullanılır + V, - V, 0 (sıfır seviyesi)
- Sinyal bitin orta seviyesinde 0'a döner
- Bir bit için daha sinyal değişimi gereklidir
- DC bileşen problemi yoktur

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

155

---

---

---

---

---

---

---

## Manchester ve Farksal Manchester Kodlama (Polar)

- **Manchester Kodlama Tekniği:** 0 değerinde düşen kenar, 1 değerinde yükselen kenar
- **Farksal Manchester Kodlama Tekniği:** 0 değeri bit süresinin başında düzey değişimi gösterirken, 1 değeri için bit süresinin başında düzey aynı kalır. Bit süresinin ortasında her iki bit değeri için de düzey değişimi olur
  - Bir bit bilginin gönderilmesinde en az bir voltaj seviyesi değişimini gerektirir.
  - NRZ'de olduğu gibi voltaj seviyesi bilgisi taşımaz.
  - Bit gönderme zamanının tam ortasında seviye değiştirir (senkronizasyon sağlanır).
  - DC bileşeni yoktur
  - 10 Mbps Ethernet, Manchester kodlama tekniğini kullanır
  - 802.5 protokolü (Token Ring) Farksal Manchester kodlama tekniğini kullanır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

156

---

---

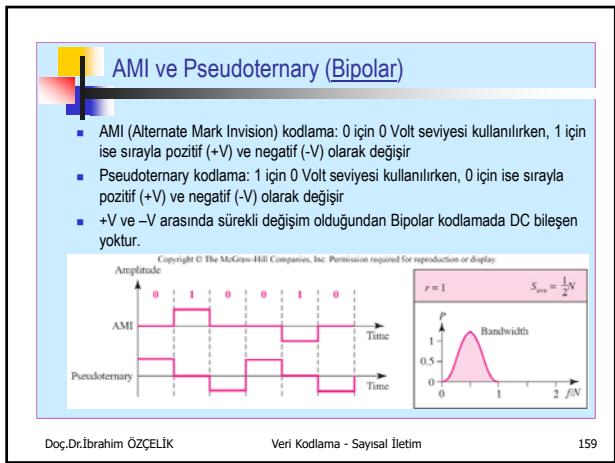
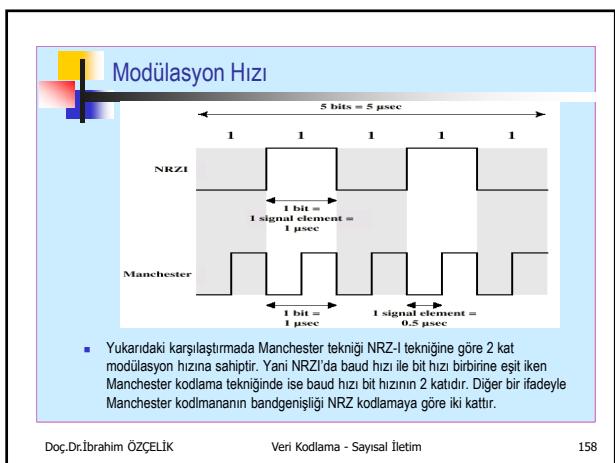
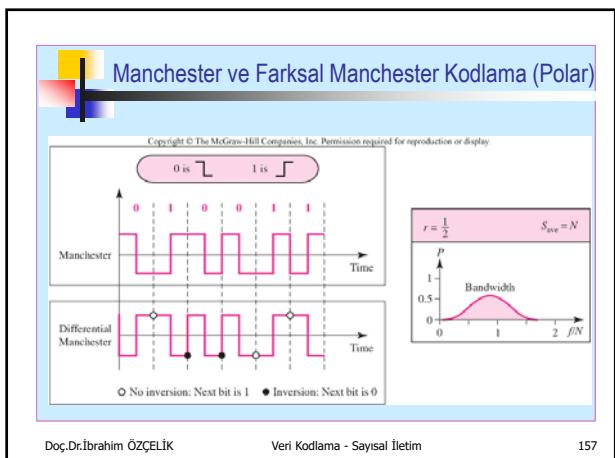
---

---

---

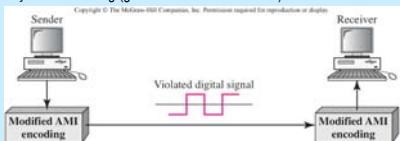
---

---



## B8ZS - Bipolar With 8 Zeros Substitution

- Bipolar AMI teknigi üzerine dayalidir.
- 8 ardada gelen 0 seviyeli gerilimi yerine 000V000B bit dizisi yerlestirilir
  - Eger bir bayt sifirlerden olusuyorsa ve hemen onunden de pozitif bir voltaj darbesi geliyorsa, sifirlardan oluşan bu sekiz bit 000+0- olarak kodlanir
  - Eger bir bayt sifirlerden olusuyorsa ve hemen onunden de negatif bir voltaj darbesi geliyorsa, sifirlardan oluşan bu sekiz bit 000-0+ olarak kodlanir
- Alici sekiz bitten oluşan bit dizisini sezer ve yukarıdaki kodu sifir bit dizisinin yerine koyar. Bu işlemeye scrambling (gönderimden önce kodlama) denir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

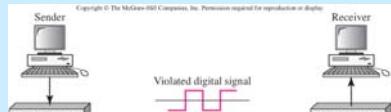
Veri Kodlama - Sayısal İletim

160

## HDB3-High Density Bipolar 3 Zeros

- Bipolar AMI teknigi üzerine dayalidir
- Dört sifira sahip bir katar bir yada iki darbeli voltaj darbesi ile yer degistirili. Bu işlemeye scrambling (gönderimden önce kodlama) denir.
- Son ihalden sonra 1'lerin sayisi gözlenir (tek veya çift olarak)
- Son ihalden sonra 1 yoksa (örnek 0000'dan sonra 0000) 1'lerin sayısı çift olarak kabul edilir

Odd+ → 000+  
Odd- → 000-  
Even+ → 00-  
Even- → +00+



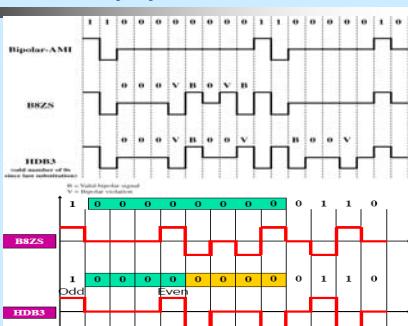
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

161

## B8ZS ve HDB3 Karşılaştırması

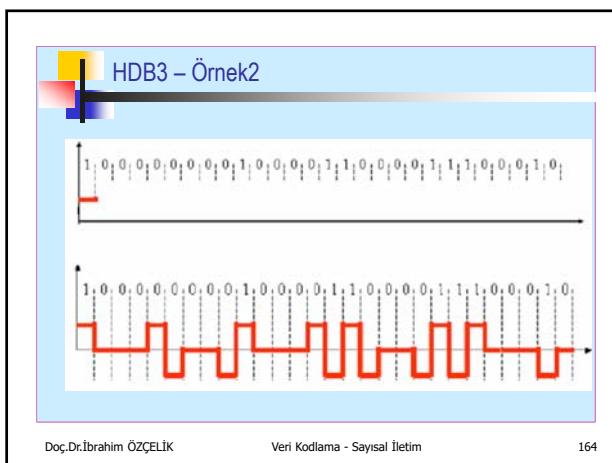
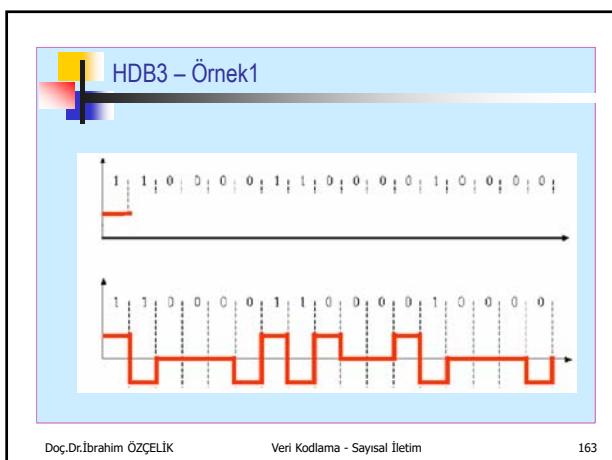
- V, AMI kodlamada bir önceki gerilim seviyesinin aynisını gösterir
- B, bipolar bir önceki gerilim seviyesinin tersini gösterir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

162



- Multilevel Kodlama Yöntemleri**
- 2B1Q, 8B6T, 4D-PAM5 yöntemleri, Multilevel kodlama yöntemleri içerisinde yer alır
  - Bu şekildeki kodlama  $mBnL$  olarak isimlendirilir. İlk ikisi ( $mB$ ) veriyi, son ikisi ( $nL$ ) sinyali gösterir
  - $m$  veri biti sayısını (ikili verinin uzunluğunu),  $n$  de sinyal sayısını (sinyal uzunluğunu) gösterir.
  - İkili veri sadece 0 ve 1 değerlerine sahip olacağından  $m$  adet veriyi  $2^m$  farklı sinyalle gösterebiliriz
  - $B$ 'de ikili veriyi tanımlar.
  - Her sinyalde  $L$  seviye olursa  $L^n$  adet farklı sinyal elde edilir. Yani  $L$  adet sinyal seviyesi bulunur.
  - $L=2$  ise B (Binary),  $L=3$  T (Ternary),  $L=4$  ise Q(Quaternary) kullanılır
- Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri Kodlama - Sayısal İletim      165

## 2B1Q (Multilevel)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Previous level: positive		Previous level: negative	
Next bits	Next level	Next bits	Next level
00	+1		-1
01	+3		-3
10	-1		-1
11	-3		+3

Transition table

Assuming positive original level

$r = \frac{1}{2}$   $S_{avg} = N/4$

Probability distribution function (PDF) plot for 2B1Q.

- 2B1Q (two-binary-one-quaternary) kodlamada bir sinyal ( $n=1$ ) ile kodlanan veri boyutu iki bit ( $m=2$ ) ve sinaldeki toplam seviye sayısı 4 ( $L=4$ ) tür.
- 2B1Q, DSL teknolojilerinde (IDSL, HDSL, SDSL) hat kodlama teknigi olarak kullanılmaktadır.
- Şekildeki  $r=2$  olacaktır. Yanlış yazılmıştır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK Veri Kodlama - Sayısal İletim 166

## 8B6T

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Inverted pattern

- 8B6T (Eight-binary-six-ternary) kodlamada 8 bit veri ( $m=8$ ) 3 seviyeli ( $L=3$ ) sinyalle gösterilir.
- $2^8=256$  farklı veri ve  $3^6=729$  farklı sinyal kullanılır
- Sinyallerin bir kısmı senkronizasyon ve hata denetimi için kullanılır
- Her bit grubu için kullanılacak sinyal grubu sabittir
- 100Base-T4 Ethernet çeşidinde 8B6T kodlama yöntemi kullanılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK Veri Kodlama - Sayısal İletim 167

## 4D-PAM5

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- 4D-PAM5 (Four-dimensional five-level pulse-amplitude-modulation) kodlamada 4D verinin 4 kablo ile iletildiğini gösterir
- 5 farklı sinyal seviyesi (-2, -1, 0, 1, 2) bulunur.
- Sinyal 4 parça ile gösterilir her parçası bir kablo üzerinden ilettilir
- Gigabit-LAN ağlarında kullanılır

1 Gbps

Wire 1 (125 MBd)

Wire 2 (125 MBd)

Wire 3 (125 MBd)

Wire 4 (125 MBd)

250 Mbps

250 Mbps

250 Mbps

250 Mbps

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK Veri Kodlama - Sayısal İletim 168

### Multiline Kodlama - MLT-3

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**a. Typical case:** A waveform showing a sequence of bits (0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1) mapped to three levels (+V, 0V, -V). The waveform alternates between +V and -V.

**b. Worst case:** A waveform showing a sequence of bits (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1) mapped to three levels (+V, 0V, -V). The waveform is mostly at +V level.

**c. Transition states:** A state transition diagram for the MLT-3 code. It shows four states: -V, 0, +V, and -V. Transitions are labeled with 'Next bit: 0' or 'Next bit: 1'. State transitions are also labeled with 'Last non-zero level: +V' or 'Last non-zero level: -V'.

- NRZ-I ve farksal manchester veriyi kodlarken iki geçiş yapar
- MLT-3 (Multiline Transmission, Three Level) kodlama 3 seviyeli geçiş yapar, yani 3 sinyal seviyesi kullanır (+V, 0, -V).

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

169

### Blok Kodlama

Senkronizasyon ve hata sezinmini sağlamak için ek bitlere ihtiyaç duyulur

Blok kodlamada  $m$  adet bit  $n$  adet bit haline getirilir ( $mB/nB$ ,  $n \geq m$ ). Diğer bir deyişle  $m$  bit grubu  $n$  bit grubu yerine yerleştirilir. Örnek olarak 4B/5B'de orijinal bitler 4-bit gruplara ayrıılır ve her 4 bitin yerine 5 bitlik karşılıkları yazılır

"/" işaretli blok kodlamayı multilevel kodlamadan ayırmır

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

The diagram shows the division of a bit stream into  $m$ -bit groups (e.g., 110...1, 000...1, ..., 010...1), followed by an  $mB$ -to- $nB$  substitution process, resulting in  $n$ -bit groups (e.g., 010...101, 000...001, ..., 011...111).

Combining  $n$ -bit groups into a stream

Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

170

### 4B/5B Blok Kodlama

4B/5B (four binary/five binary) blok kodlama yöntemi NRZ-I ile birlikte kullanılır

NRZ-I kodlama ardarda gelen uzun 0'larda senkronizasyon problemleri oluşturur. Bundan dolayı kodlamadan önce uzun 0 olmayacak şekilde değişiklik gereklidir.

Alici taraf, NRZ-I ile bitleri algılar, scrambling varsa elimine edilir, sonra fazlalık olan 1 bit atılır.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

The diagram shows the 4B/5B coding process. At the sender side, data is processed through '4B/5B encoding' and 'NRZ-I encoding' stages. The resulting digital signal is transmitted over a 'Link' to the receiver. At the receiver side, the signal passes through 'NRZ-I decoding' and '4B/5B decoding' stages to reconstruct the original data.

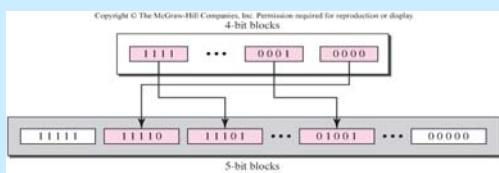
Doç.Dr.Ibrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

171

## 4B/5B Blok Kodlama

- Örnek: 1 Mbps hızında veri göndermek istiyoruz. 4B/5B + NRZ-I ve Manchester kodlama kullanıldığında gereken minimum bant genişliği nedir?
  - 4B/5B bit hızı 1.25 Mbps olarak aktarır
  - NRZ-I kodlama N/2 bantgenişliği gerektirdiğinden 625 KHz gereklidir
  - Manchester kodlama 1 MHz bant genişliği gerektirir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

172

## 4B/5B Blok Kodlama

Data Sequence	Encoded Sequence	Control Sequence	Encoded Sequence
0000	11110	Q (Quiet)	00000
0001	01001	I (Idle)	11111
0010	10100	H (Halt)	00100
0011	10101	J (Start delimiter)	11000
0100	01010	K (Start delimiter)	10001
0101	01011	T (End delimiter)	01101
0110	01100	S (Set)	11001
0111	01111	R (Reset)	00111
1000	10000		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		

- 4B/5B blok kodlama yöntemi FDDI ve 100BaseTx Ethernet çeşidine kullanılır
- 4B/5B haricinde 6B/8B, 8B/10B ve 64B/66B blok kodlama yöntemleri bulunmaktadır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

173

## Hat Kodlama Yöntemleri – Özeti Tablo

Kategori	Şema	Bant genişliği	Karakteristik
Polar	NRZ	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun 1 ve 0 larla senkronizasyon yoktur</li> <li>DC bileşen vardır</li> </ul>
	NRZ-L	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun 1 ve 0 larla senkronizasyon yoktur</li> <li>DC bileşen vardır</li> </ul>
	NRZ-I	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun 0 larla senkronizasyon yoktur</li> <li>DC bileşen vardır</li> </ul>
	Biphase	$BW = N$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yüksek bant genişliği gerektirir</li> <li>Senkronizasyon vardır</li> <li>DC bileşen yoktur</li> </ul>
Bipolar	AMI	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur</li> <li>DC bileşen yoktur</li> </ul>
	2B1Q	$BW = N/4$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun aynı bit çiftleri için senkronizasyon yoktur</li> </ul>
	8B6T	$BW = 3N/4$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Senkronizasyon vardır</li> <li>DC bileşen yoktur</li> </ul>
	4D-PAM5	$BW = N/8$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Senkronizasyon vardır</li> <li>DC bileşen yoktur</li> </ul>
Multilevel	MLT-3	$BW = N/3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur</li> </ul>

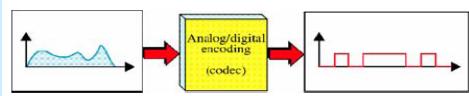
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

174

## Analog Sinyal, Sayısal Sinyal

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

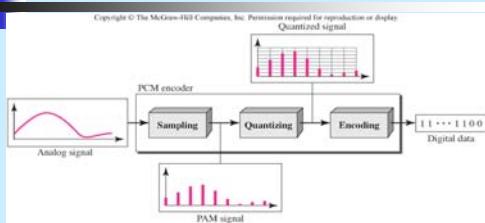


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

175

## Darbe Kod Modülasyonu – Pulse Code Modulation



- En yaygın kullanılan analog sinyal-sayısal veri dönüşüm yöntemidir.
- Aynı zamanda kaynak kodlama olarak da tanımlanır. Mikrofon veya kamera tarafından üretilen analog sinyallerin iletim ortamına verilmesi için gerekli kodlama işlemlerini yapar

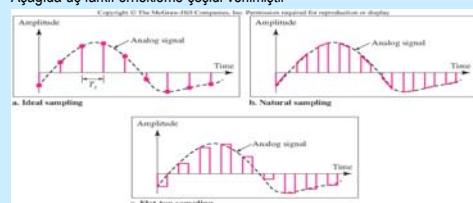
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

176

## Örneklemme (Sampling)

- Darbe Kod Modülasyonun ilk aşamasıdır.
- Her  $T_s$  aralığında bir örnek alınır ve alınan bu örneğin sayısal bir değeri bulunmaktadır
- Aşağıda üç farklı örneklemme çeşidi verilmiştir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

177

## Örnekleme – Nyquist Teoremi

- Eğer bir sinyal, en yüksek sinyal frekansının iki katından daha yüksek bir hızda düzenli aralıklarla örneklemlenirse, örnekler orijinal sinyalin tüm bilgisini içerir.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission granted by copyright owner for reproduction in whole or in part.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri Kodlama - Sayısal İletim      178

## Örnekleme Hızı

- İnsan sesini sayısallaştmak isteyelim. Her örneğin 8 bitle örneklendiğini varsayırsak bit hızı nedir?
- Çözüm: İnsan sesi normal olarak 0'dan 4000 Hz'e kadar frekansları içerir (telefon hatları dikkate alınarak).
  - 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

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission granted by copyright owner for reproduction in whole or in part.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri Kodlama - Sayısal İletim      179

## Sayısallaştırma – Kuantalama (Quantizing)

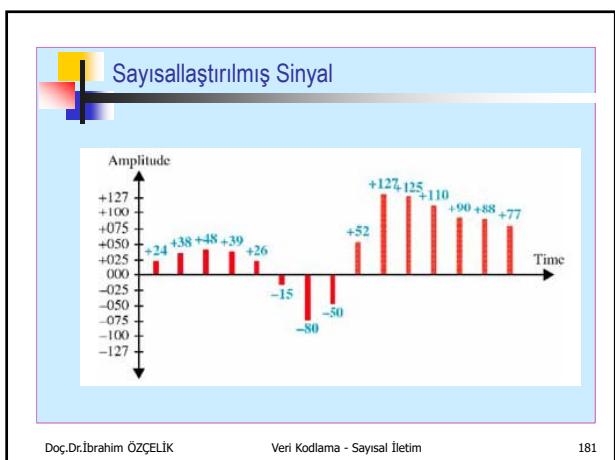
- Darbı kod modülasyonun ikinci aşaması Sayısallaştırma (Kuantalama)'dır
- Her bir analog örneğe, ikili bir kod tahsıl edilir
  - Analog örnekler, darbe genlik modülasyonu (PAM) örnekleri olarak elde edilir

Amplitude      Amplitude

a. Analog signal      b. PAM signal

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission granted by copyright owner for reproduction in whole or in part.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Veri Kodlama - Sayısal İletim      180




---

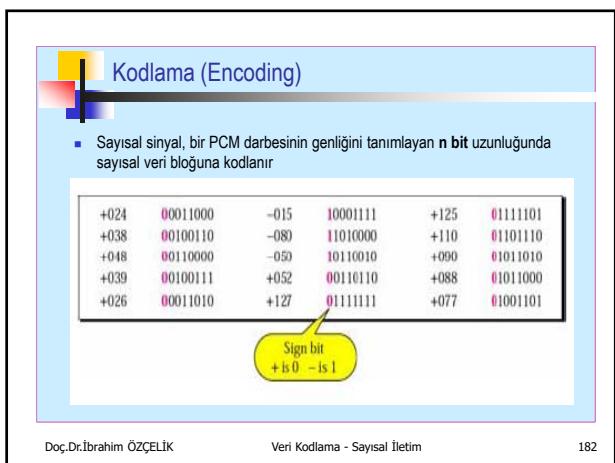
---

---

---

---

---




---

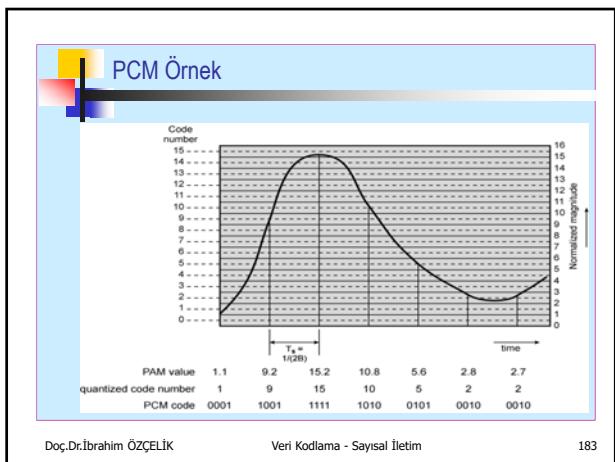
---

---

---

---

---




---

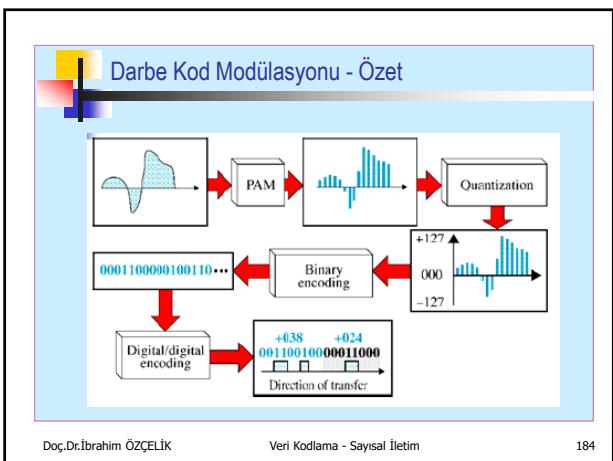
---

---

---

---

---




---

---

---

---

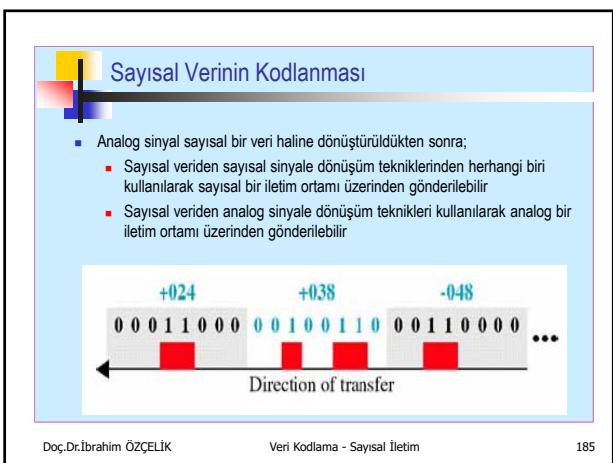
---

---

---

---

---




---

---

---

---

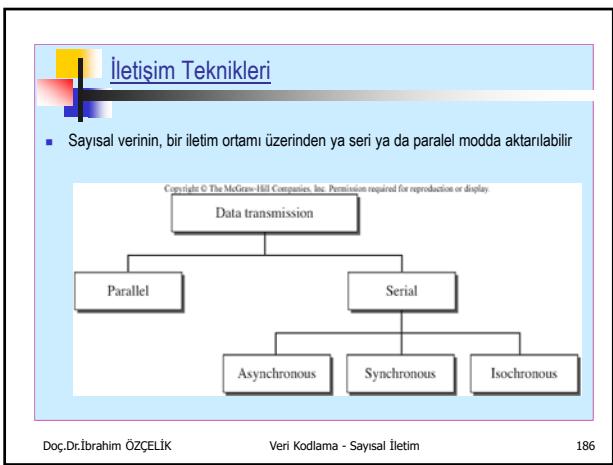
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

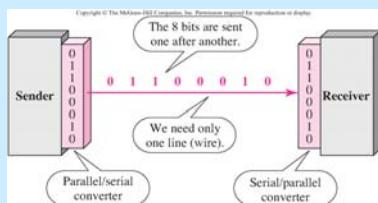
---

---

---

## Seri İletişim Tekniği

- Gönderilecek bilginin tek bir iletişim yolu üzerinden sira ile aktarıldığı iletişim şeklidir
- Sayısal formattaki bilginin aktarım hızı, 'baud' birimiyle ölçülür.
- PC'lereki seri portları, seri iletişim teknigi kullanırlar.
  - Seri iletişim kendi arasında; Asenkron, Senkron, Isenkron olmak üzere üçer türde ayrırlar.



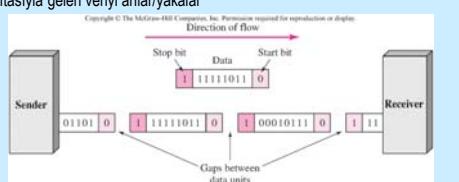
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

187

## Asenkron Seri İletişim Tekniği

- Gönderici ve alıcıın birbirinden bağımsız hareket ettiğleri bir iletişim şeklidir.
- Gönderilecek bilgi, 'karakter' adı verilen bloklara ayrılır. Sonra iletim ortamına seri olarak verilir.
- Bir bloktu genellikle 7 yada 8 bit bulunur.
- Her veri bloğu başla bitiyle başlar ve dur biti ile sonlanır. Alıcı bu bitler vasıtasyyla gelen veriyi anılar/yakalar



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

188

## Senkron Seri İletişim Tekniği

- Gönderici, saat işaretini bilgi ile module ederek alıcıya gönderir. Alıcı, vericinin gönderdiği işaret dizisini kullanarak (uygun devreler yardım ile) vericinin frekansı ile eşit frekanslı bir senkronizasyon işaret elde eder.
- Senkronizasyon işlemi için modülasyon gerektirmeyen ikinci bir yol, verici ve alıcı arasında bulunan bir hat üzerinde saat işaretini göndermesidir.
- Uzunluğu kullanılan protokole göre değişen bilgi bit katarına öne ve son ekler konularak alıcıının başlangıç ve sonunu belirlemesi sağlanır. Eklenen öne ve son eklerin uzunlukları, kullanılan protokole bağlı olarak belirlenir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

189

## Isenkron Seri İletişim Tekniği

- Senkron iletişimini bir çeşidi (türevi) olarak düşünülebilir.
- Isenkron bilgi iletiminde, üç sistemlerin birbirleri ile olan haberleşme gereksinimi periyodik olarak karşılanır.
- Sabit hızda verinin iletimi sağlanır
- Örneğin; her 125  $\mu$ s'de 193 bit aktarılacak gibi bir gereksinim belirtildir ve bu garanti olarak sağlanır.
- Bu tür iletişim özellikle gerçek zamanlı ses video aktarım uygulamalarında yada kritik veri transferi gerektiren endüstriyel otomasyon/kontrol sistemlerinde kullanılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

190

---

---

---

---

---

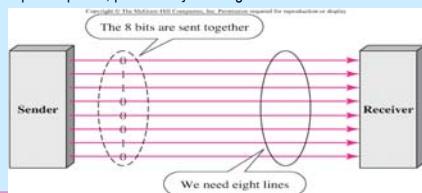
---

---

---

## Paralel İletişim Tekniği

- Gonderilecek bilginin her bir bitinin ayrı bir iletim yolundan aktarıldığı iletişim şeklidir
- Aktarma anında, vericinin yola bilgi bitleri çakardığını belirtmek için vericiden alıcıya veri hazır (data ready) ve alıcıdan vericiye veri alabileceğini belirten istek belirtme (request) hatlarına gereksinim vardır.
- Paralel iletişim, maliyetlidir ve genellikle birbirine yakın chazalar arasında kullanılır.
- PC'lerdeki paralel portları, paralel iletişim teknigi kullanırlar.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

191

---

---

---

---

---

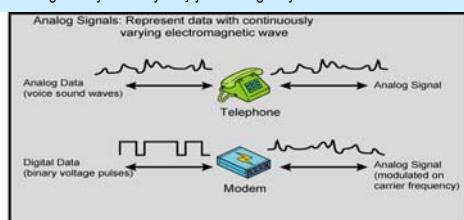
---

---

---

## ANALOG İLETİM

- Sayısal Veri, Analog Sinyal
- Analog Veri, Analog Sinyal
- Analog ve Sayısal Veriyi Taşıyan Analog Sinyaller



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

192

---

---

---

---

---

---

---

---

## Analog İletim İle Alakalı Temel Kavramlar

- Bit Hizi
  - Saniyede transfer edilen bit sayısı
  - Gönderme zamanı
- Baud Hizi : Her saniyedeki işaretin sayısı
  - **Sayısal İletimde  $\rightarrow 1/2 \times N \times 1/r$**
  - **Analog İletimde  $\rightarrow N \times 1/r$**
- İletim Sistemi (Taşıma)
- Taşıyıcı Sinyali (Taşıyıcı Frekans)
  - Bilginin传递 içi yüksek frekans kullanılır
  - Gönderici ve alıcı aynı frekans üzerinde anlaşır
  - Sayısal veri taşıyıcı karakteristiklerini değiştirerek taşıyıcı üzerinden (kaydırılmış kaydedici) module edilir
- Taşıyıcı sinyalinin 3 karakteristiği
  - Genlik
  - Frekans
  - Faz

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

193

---

---

---

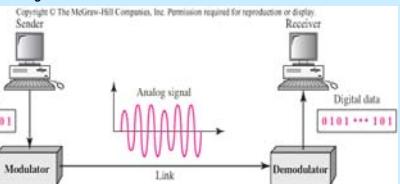
---

---

---

## Sayısal Veri, Analog Sinyal

- Sayısal bir veri modülasyona tabi tutularak analog bir sinyal haline dönüştürülür
- Genel telefon sistemi bu dönüşümü bir en temel bir örnektir.
- Bilgisayar verisi modem vasıtasyyla analog sinyal haline dönüştürülüp telefon hattı üzerinden gönderilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

194

---

---

---

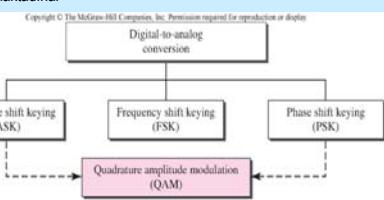
---

---

---

## Sayısal Veriden Analog Sinyale Kodlama Yöntemleri

- Sinyaller bölümünde ifade edildiği gibi, bir sinüs (sine) dalgası genlik, frekans ve faz parametreleri ile tanımlanmaktadır
- Bu parametreler, 4 farklı temel modülasyon tekniğini ortaya çıkartmıştır
- Bu kodlamalar, literatürde sayısal modülasyon teknikleri olarak tanımlanmaktadır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

195

---

---

---

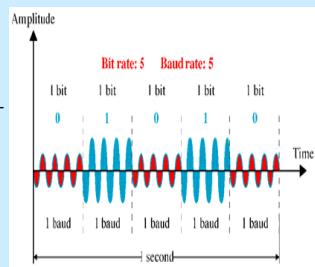
---

---

---

## ASK – Amplitude Shift Keying

- Genlik Kaymalı Anahtarlama
- Taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilir
- Genellikle taşıyıcının varlığı ve yokluğu ile ifade edilir (on-off keying)
- Birçok genlik seviyesi de oluşturulabilir

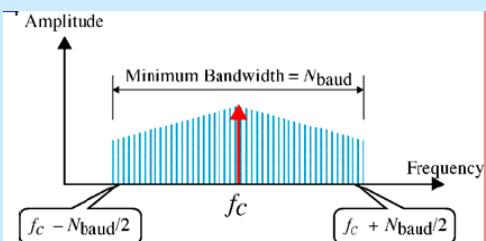


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

196

## ASK İçin Bandgenişliği (BW)



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

197

## ASK Örnek -1

- Soru 1: 2000 bps hızında iletişim yapan bir ASK sinyali için minimum bandgenişliğini bulunuz?
- Cevap: Baud hızı = Bit hızı  
ASK sinyalinin minimum BW = baud hızı  
Bundan dolayı minimum BW = 2000 Hz.

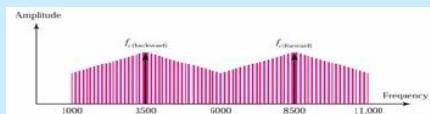
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

198

## ASK Örnek - 2

- Soru 2: 10000 Hz'lik bir bandgenişliği (1000 Hz'den 11000 Hz) olduğu kabul ediliyor. Bu sistemin full-dublex ASK diagraşını çiziniz? Her bir yöndeki taşıyıcı ve bandgenişliğini bulunuz? İki yönde de bantlar arasında bir aralık (gap) olmadığı kabul ediliyor.
- Cevap: Full-dublex için; herbir yönde  $BW = 10000/2 = 5000$  Hz  
Taşıyıcı frekansları herbir bandın ortasında seçilir  
 $f_c$  (ileri yön)=  $1000 + 5000/2 = 3500$  Hz  
 $f_c$  (geri yön)=  $11000 - 5000/2 = 8500$  Hz



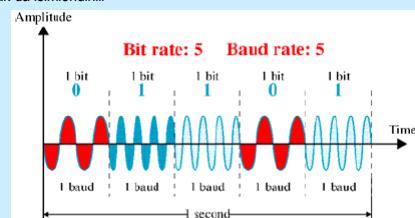
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

199

## FSK - Frekans Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin frekansı değiştirilir
- Değerler iki farklı frekans değeri ile temsil edilir (yakın taşıyıcı). Binary FSK olarak da isimlendirilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

200

## FSK İçin Bandgenişliği (BW)

- $$BW = f_{c1} - f_{c0} + N_{baud}$$
- 
- A graph showing the bandwidth requirement for FSK. The x-axis is labeled 'Frequency' with values  $f_{c0}$ ,  $f_{c1}$ , and  $N_{baud}/2$ . The y-axis is labeled 'Amplitude'. The bandwidth is defined as the sum of the frequency separation between the two carriers ( $f_{c1} - f_{c0}$ ) and twice the baud rate ( $N_{baud}/2$  on each side of the carriers).
- Soru : 1000 bps'da iletişim yapan bir FSK sinyali için minimum bandgenişliğini bulunuz? İletim half-dublex modundadır ve taşıyıcılar 2000 Hz ile ayrılr.
  - Cevap : FSK için BW = baud hızı +  $f_{c1} - f_{c0}$   

$$BW = \text{bit hızı} + f_{c1} - f_{c0} = 1000 + 2000 = 3000$$
 Hz

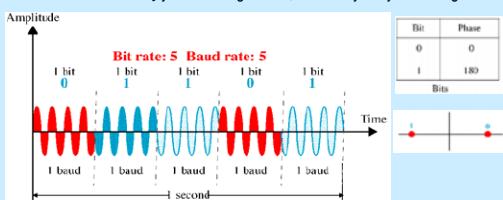
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

201

## PSK – Phase Shift Keying

- Taşıyıcı sinyalin fazı değiştirilir
- Aşağıdaki şekilde  $0^\circ$  ve  $180^\circ$  faz farklı iki sinyal kullanılır. Bundan dolayı Binary PSK'da denir
- PSK sadece bir tane taşıyıcı frekans gereklidir, FSK seviye sayısı kadar gerektirir.



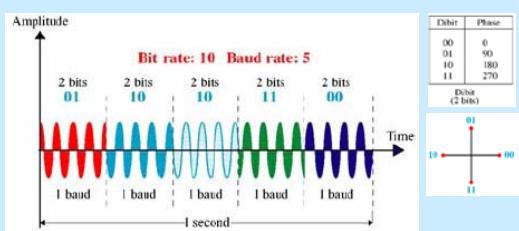
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

202

## 4 - PSK

2 bitle 4 değer temsil edilir. Bundan dolayı 4 – PSK olarak adlandırılır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

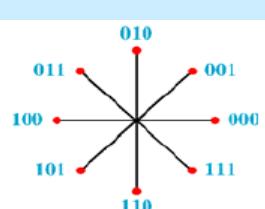
Veri Kodlama - Sayısal İletim

203

## 8 – PSK Yapısı

Tribit	Phase
000	0
001	45
010	90
011	135
100	180
101	225
110	270
111	315

Tribits  
(3 bits)



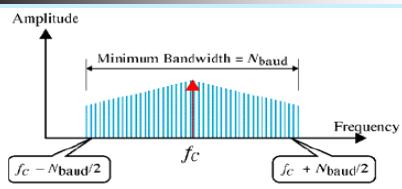
3 bitle 8 değer temsil edilir. Bundan dolayı 8 – PSK olarak adlandırılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

204

## PSK İçin Bandgenişliği



- Soru : Bir 8-PSK sinyalinin 4000 Hz'lik bir bandgenişliğinin olduğu kabul edilmektedir. Baud hızı ve bit hızı nedir?
- Cevap : PSK sinyali için baud rate = BW = 4000 Hz  
Bit Hızı baud hızının 3 katıdır  
Bit hızı =  $4000 * 3 = 12000$  bps

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

205

---

---

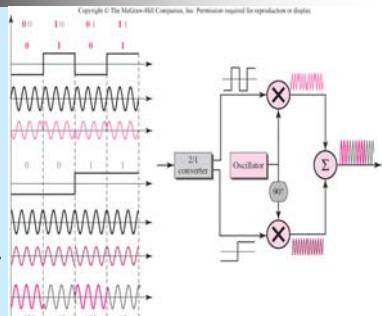
---

---

---

## Quadrature PSK

- Bir sinyalle iki bit gönderilir.
- Her iki'b'e iki ayrı multiplikator tarafından işlem yapılır.
- Taşıyıcı sinyallerin biri sinüs, diğer 90 derece faz farklı kosinus sinyalidir.
- iki sinyal toplanarak  $45^\circ$ ,  $-45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $-135^\circ$  fazlarda sinyal oluşur.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

206

---

---

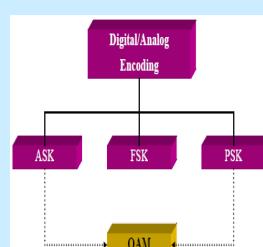
---

---

---

## Quadrature Amplitude Modulation - QAM

- QAM, ADSL ve bazı kablosuz sistemler üzerinde kullanılır
- ASK ve PSK'nın bir kombinasyonudur
- Aynı taşıyıcı frekansı üzerinde eşzamanlı olarak iki farklı sinyal gönderir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

207

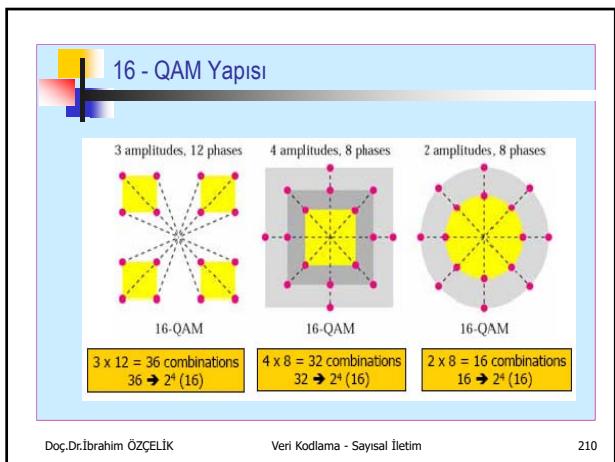
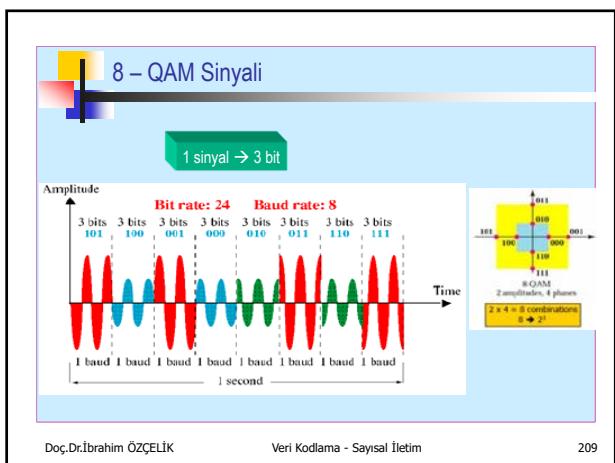
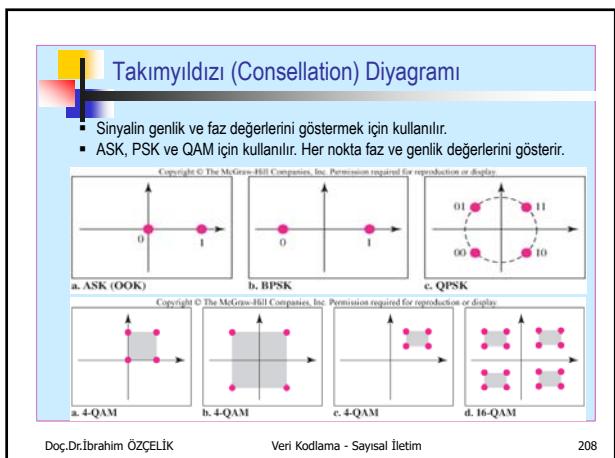
---

---

---

---

---



### Baud Hızı ve Bit Hızı Karşılaştırması - 1

The diagram shows two examples of signal representation:

- Example 1:** 1 signal represents 3 bits. The binary sequence is 010. The baud rate is 8, and the bit rate is  $8 \times 3 = 24$  bps. It also states "Sending 8 signals in one second".
- Example 2:** 1 signal represents 4 bits. The binary sequence is 0110. The baud rate is 8, and the bit rate is  $8 \times 4 = 32$  bps. It also states "Sending 8 signals in one second".

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

211

### Baud Hızı ve Bit Hızı Karşılaştırması - 2

Modulation	Units	Bits/Baud	Baud rate	Bit Rate
ASK, FSK, 2-PSK	Bit	1	N	N
4-PSK, 4-QAM	Dibit	2	N	2N
8-PSK, 8-QAM	Tribit	3	N	3N
16-QAM	Quadbit	4	N	4N
32-QAM	Pentabit	5	N	5N
64-QAM	Hexabit	6	N	6N
128-QAM	Septabit	7	N	7N
256-QAM	Octabit	8	N	8N

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

212

### Bölüm3 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, McGraw-Hill.
  - Chapter 4 Digital Transmission
  - Chapter 5 Analog Transmission
- Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education,
  - Chapter 5 : Signal Encoding Techniques

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Veri Kodlama - Sayısal İletim

213

## BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

### BÖLÜM4: VERİ BAĞI KATMANI VE ÇOKLU ERİŞİM SİSTEMLERİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK  
[ozcelik@sakarya.edu.tr](mailto:ozcelik@sakarya.edu.tr)

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

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

### BÖLÜM4 KONU BAŞLIKları

- Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri
- Çoklu Erişim (Ortam Erişim ve Kanal Erişim) Protokolleri: Sınıflandırma
- Hata Kontrol mekanizmaları
  - Hata Sezme Teknikleri (Parity, CRC, Checksum)
  - Hata Düzeltme Tekniği (Hamming Kodlaması)
- Yeniden İletim Teknikleri
  - Idle RQ
  - Continuous RQ (Selective Repeat, Go Back N)
- Akış Kontrolü
  - Sliding Window Protokolü
  - XON/XOFF Protokolü

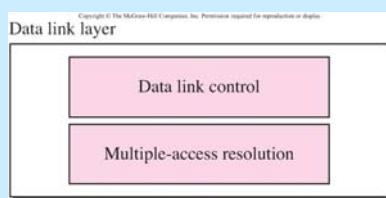
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

215

### Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri

- Veri bağı katmanı, katmanlı mimaride ikinci katmana karşılık gelir.
- İki alt katmandan oluşur: Data Link Control (Veri Bağı Kontrolü) ve Multiple-access Resolution (Çoklu erişim çözümü)



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

216

## Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri

- Ortam Erişim Kontrol Mekanizması: Bir düğümün iletişim ortamını nasıl kullanacağı ile alakalı yöntemleri tanımlar.
- 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 bağlantılarında iletişim sırasını karşı tarafa vermek için gerekli denetimin yapılması
- Akış Denetimi: Gönderici ve alıcı arasındaki çerçeve akışının alıcı işlem hızına göre ayarlanması sağlanır
- Hata Denetimi: Alınan çerçevenin hatalı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılır
- Zaman Aşımı: ACK mesajları tanımlanan zaman içerisinde ulaşıp ulaşmadığını kontrol eder

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

217

---

---

---

---

---

---

---

## Çoklu Erişim Sistemleri Konu Başlıkları

- Çoklu Erişim Sistemleri – Sınıflandırma
- Rastgele Erişimli Protokoller
  - ALOHA, Dilimli ALOHA, CSMA/CD
- Kanalın Böülümlere Ayrılması
  - FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim)
  - TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim)
  - CDMA (Kod Bölmeli Çoklu Erişim)
  - Uygulanan Sistemler
- Kontrollü Erişimli Protokoller

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

218

---

---

---

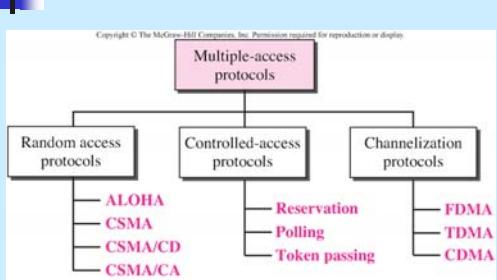
---

---

---

---

## Çoklu Erişim Protokolleri - Sınıflandırma



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

219

---

---

---

---

---

---

---

## Kontrollü Erişimli Protokoller

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

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

220

---

---

---

---

---

---

## Rastgele Erişimli Protokoller

- Düğüm bir paket göndermek istediği  
  - Kanalın veri hızı olan  $R$  hızında gönderim yapar
  - Bir düğümün diğer bir düğüm üzerinde üstünlüğü yoktur. Yani, düğümler arasında bir öncelik koordinasyonu yoktur
- İki veya daha fazla düğüm göndermek istediği bir çarpışma olur
- Rastgele erişim MAC protokolü aşağıdaki durumları çözüme kavuşturması gereklidir:
  - Çarpışmaların nasıl sezileceğini
  - Çarpışmalardan ne tür bir algoritma ile nasıl kurtulacağını (örnek, geciktirilen yeniden iletim)
- Rastgele erişim protokoller:
  - ALOHA
  - Slotted ALOHA
  - CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

221

---

---

---

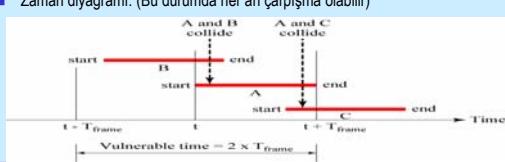
---

---

---

## ALOHA

- Bu protokol 1970 yılında ayrı yerlerde bulunan adaların telsiz haberleşmesinde kullanılmış.
- Kullanılan en basit protokol olmasına rağmen çarpışmalardan dolayı istatistikler ancak %18 ilk bir gerçek kullanım performansı olduğunu ortaya koymaktadır.
- Düğüm bir mesaj sahip olur olmaz, mesajını derhal gönderir
- Zaman diyagramı: (Bu durumda her an çarpışma olabilir)



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

222

---

---

---

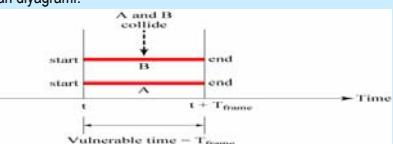
---

---

---

## Dilimli ALOHA - Slotted ALOHA

- Çarpışmalardan dolayı kullanım yüzdesinin yükseltilmesi için ALOHA biraz daha geliştirilmiştir. %36 performans elde edilmiştir.
- Üç birimin mesajı zaman aralıklarına bölünür ve üç birim mesajını göndermek için zaman dilimi başlangıcı bekler.
- Zaman dilimi arasında yayın olmadığından mesaj iletilir.
- Zaman diyagramı:

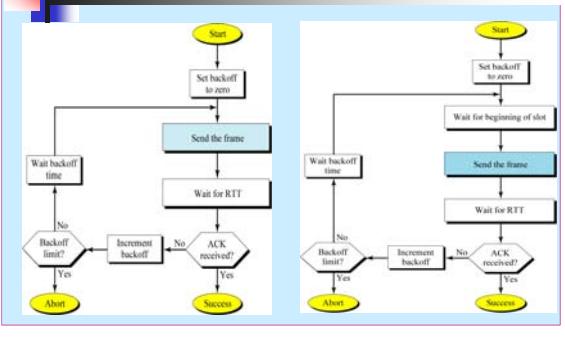


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

223

## ALOHA ve Dilimli ALOHA için akış diyagramları



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

224

## CSMA/CD Çalışma Prensibi ve Analizi

Carrier Sense, Multiple Access, Collision Detection'a göre, Ethernet kartı veri gönderimine başlamadan önce kabloların kullanıldığı kontrol eder.

- Carrier Sense (Taşıyıcıyı sezme): Kablo aktarım olup olmadığını tespiti
- Multiple Access (Çoklu erişim): Kablo boşta olduğunda her Ethernet arayüzüne sahip cihaz eşit hakkı sahiptir ve veri aktarımına başlayabilir.
- Collision Detection (Çarpışmayı Sezme): Bazı durumlarda iki sistem kabloların boş olduğunu tespit ederek aynı anda veri aktarımına başlayabilir. Bu durumda iki tarafın yolladığı veri çarpışır.

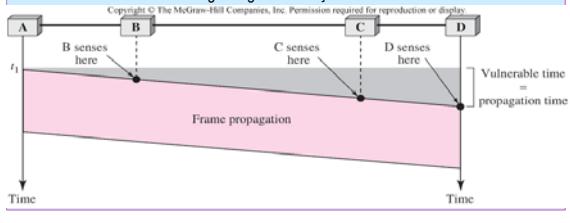
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

225

## CSMA'da Çarpışma – Kanal boş

- Ethernet protokolünde bir düğüm çarşıma olmaması için ancak yolu boş olduğunu belirlediğinde çerçevesini yola çıkaracaktır.
- İletim ortamının yayılma gecikmesinden dolayı, bir düğümün ürettiği çerçeve, ancak bir süre sonra diğer düğümlere ulaşabilir..



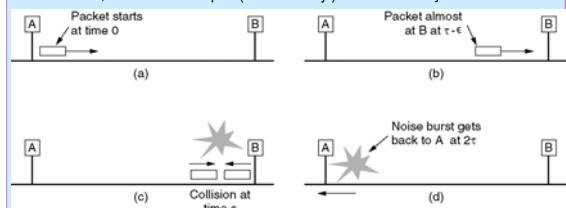
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

226

## CSMA'da Çarpışma - devamı

- Bu ulaşma süresi ( $\tau$ ) içinde, başka bir düğüm hattı boş olduğundan gönderme işlemine başlayabilir; dolayısıyla çarşıma olur.
- Aşağıdaki örnekte; A düğümü çarşıma olduğunu  $2\tau$  süresi sonunda anlar.
- IEEE,  $2\tau$  süresini 51.2  $\mu$ s (512bit-64 bayt) olarak belirlemiştir.

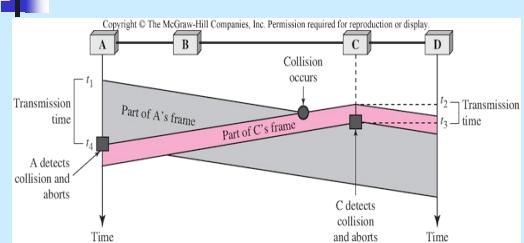


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

227

## CSMA'da Çarpışma - devamı



- Çarşımanın anlaşılması için 32 bit uzunluğunda jamming sinyali üretilir.
- Çerçeve arası boşluk zamanı 9.6  $\mu$ s (96bit)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

228

## Binary Exponential BackOff algoritması

- Çarpışma olduğunda yola veri çıkarmak isteyen her düğüm ( $0,1,2, \dots 2^n-1$ ) kümelerinden rasgele bir sayı seçer. Örneğin A düğümü  $p$  değerini seçmişse,  $2^p$  kadar verisini göndermeden önce beklemek zorundadır.
- En küçük sayıyı seçen verisini gönderir
- Tekrar çarpışma olursa; çarpışma olasılığını düşürmek için, düğüm rasgele sayı kümelerini genişletir.  $n$  değeri en fazla 10 olabilir.
- 16 kez peşpeşe çarpışarak yola veri çıkaramayan bir düğüm üst katmanına hata mesajı gönderir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

229

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## CSMA/CD için ortam erişim prosedürü (Gönderme)



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

230

---

---

---

---

---

---

---

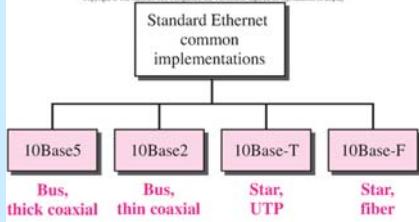
---

---

## 10 Mbps Ethernet

- Ortam erişim prosedürü : CSMA/CD

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

231

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Standart Ethernet - 10Base5-Thick (Kalın) Koaksiyel

- 10 Ağın hızını belirtir, yani 10 Mega Bit/Saniye
- Base, ağın Baseband olarak çalıştığını gösterir
- 5 Kablonun maksimum uzunluğunu belirtir(500 metre).
- Koaksiyel (RG-8) kablo kullanılır
- Segment en fazla 500m olabilir
- Bir segmente 100'den fazla cihaz bağlı olamaz
- İki ucunda 50 ohm'luk sonlandırıcı kullanılır
- Her bir cihaz 2.5m veya 2.5m'nin katları olan aralıklarla bağlanmalıdır
- Kablo üzerinden aynı anda tek bir sinyal göndermektedir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

232

---

---

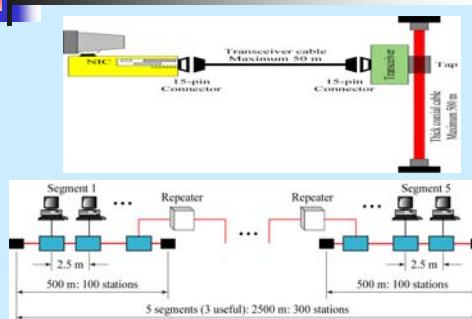
---

---

---

---

### 10Base5 bağlantıları



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

233

---

---

---

---

---

---

### 10Base2- Thin (Ince) Koaksiyel

- İnce koaksiyel kablo (50 ohm)
- Segment en fazla 185m olabilir
- Bir segmente 30'dan fazla cihaz bağlı olamaz
- İki ucunda 50 ohm'luk sonlandırıcı kullanılır
- Bağlantılar arası en az 0.5 m
- En fazla 4 repeater, 5 segment

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Ethernet

234

---

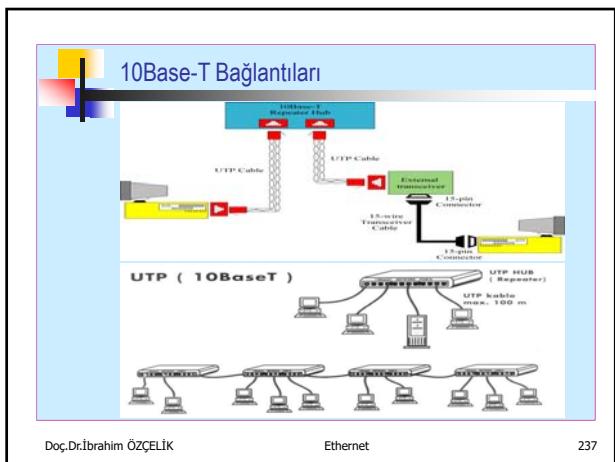
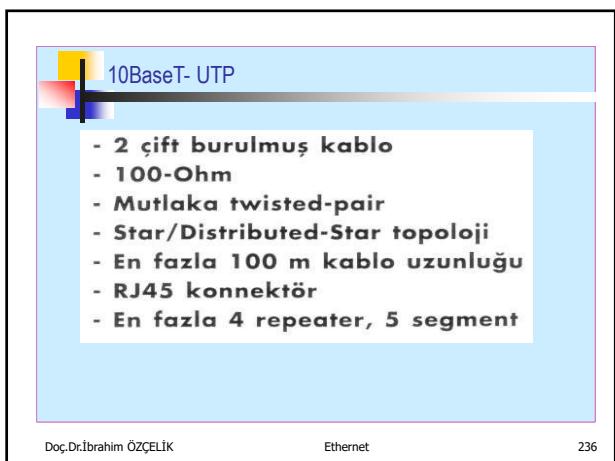
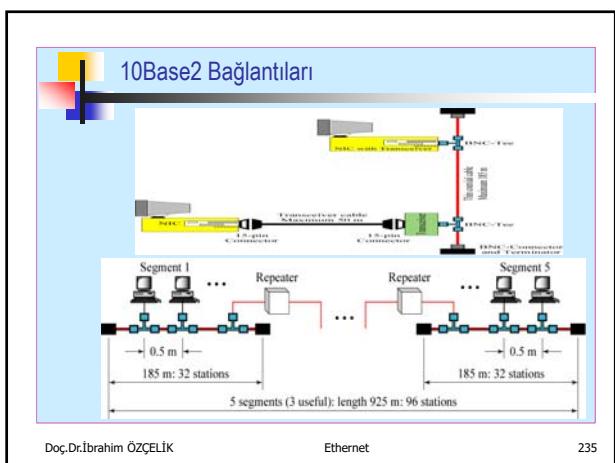
---

---

---

---

---



## 10BaseF – Fiber Optik

**Fiber Optic ( 10Base FL )**

- 1 çift fiber optik kablo
- Multimode ( max 2 km )
- 62.5 / 125
- ST veya SMA konnektör

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Ethernet      238

## 10 Mbps Ethernet Özeti

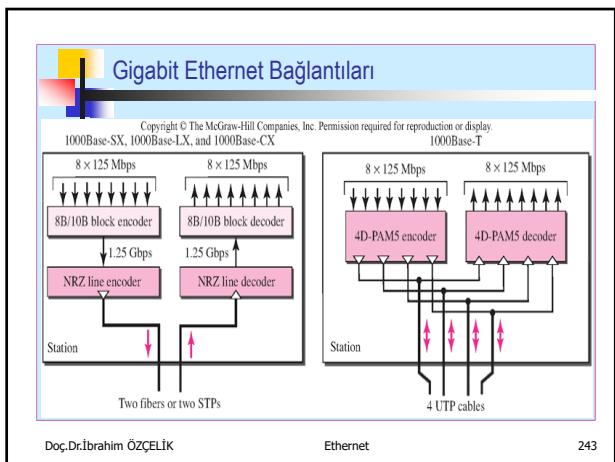
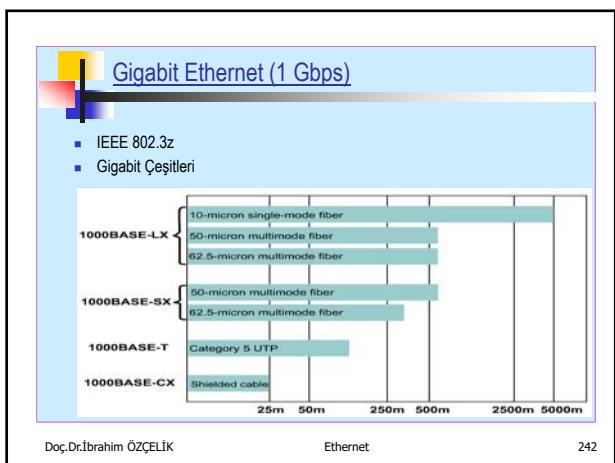
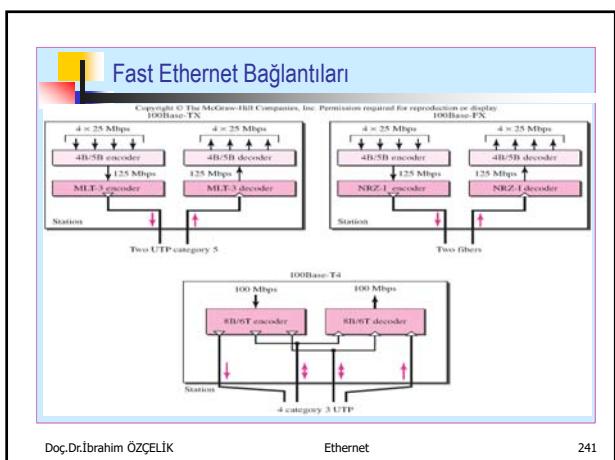
- Ethernet (Xerox)
- 802.3 (IEEE)
- Ethernet ver2.0 (Digital, Intel, Xerox)
- CSMA/CD
- Standart Ethernet (Thick) – 10Base5
- Cheapernet (Thin) – 10Base2
- UTP – 10BaseT
- Fiber Optik – 10BaseF

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Ethernet      239

## Fast Ethernet (100 Mbps)

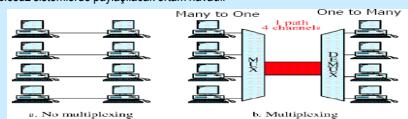
- IEEE 802.3u
- Konnektör olarak RJ45 kullanılmaktadır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Ethernet      240



## Kanalın Böülümlere Ayrılması

- Kanallara ayırma (Channelization), bir hattın bandgenişliğini farklı istasyonlar arasında zaman, frekans ve kod vasıtalarıyla paylaşır. Çoğu erişim metodudur.
- Çoğu erişim üzerine dayalıdır
  - İletim ortamının kapasitesi tek bir sinyalin iletişimi için gerekli olan kapasiteden genellikle büyükler.
  - Çoğu erişim, birden fazla sinyalin tek bir iletişim ortamı üzerinde tek bir sinyal halinde birebir olarak taşınmasını tanımır.
  - Yüksek hızlı telekomünikasyon hatlarının (Koaksiyel, fiber optik) etkili kullanımı için bazı çoğullama teknikleri kullanılır.
  - Kablosuz sistemlerde paylaşılacak ortam havadır.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğu Erişim Sistemleri

244

## Çoğullama Teknikleri

- Çoğullama teknikleri, birden fazla kullanıcının aynı ortamı birbirlerini etkilemeden paylaşacaklarını belirler
- Çoğullama iletişim ortamının kapasitesini farklı iletişim kaynaklarına paylaşmaya izin veren bir kavramdır ve üç çeşit kullanımı vardır
  - Frekans Bölmeli Çoğullama (FDM)
    - Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama
  - Zaman Bölmeli Çoğullama (TDM)
    - Senkron TDM
    - Asenkron (İstatistiksel) TDM
  - Kod Bölmeli Çoğullama (CDM)
  - Uzay Bölmeli Çoğullama (SDM)

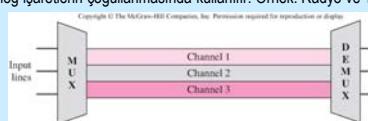
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

245

## Frekans Bölmeli Çoğullama

- Frekans Bölmeli Çoğullama - Frequency Division Multiplexing - FDM
- İletişim kanallarında frekans paylaşımlını öngörmektedir. Her bir sinyal farklı bir taşıyıcı frekansı ile modüle edilir.
- Her sinyalin iletişimi için farklı bir frekans bandı kullanılarak sinyallerin birbirine karışması önlenirken (koruma bandları ile birlikte), aynı zamanda birden fazla analog sinyalin birebir olarak aynı kanaldan iletişimesini de mümkün kılmaktadır.
- Veri olmasa bile kanal tahsis edilir
- FDM analog işaretlerin çoğullanmasında kullanılır. Örneğin: Radyo ve TV yayınları



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

246

### Frekans Bölmeli Çoğullama Diyagramı

- Frekans-zaman uzayı
- Frekans spektrumu belirli sayıdaki frekans bandına bölünerek, kullanıcıların iletişim ihtiyacına göre frekans bantları atanmaktadır.
- Örneğin 150 MHz'lik bir spektrum bloğu, 25 MHz bölgelere ayrılarak aynı anda altı upbitimin 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.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoğullama      247

### FDM Sistemi – Verici ve Modüle Edilen Sinyal

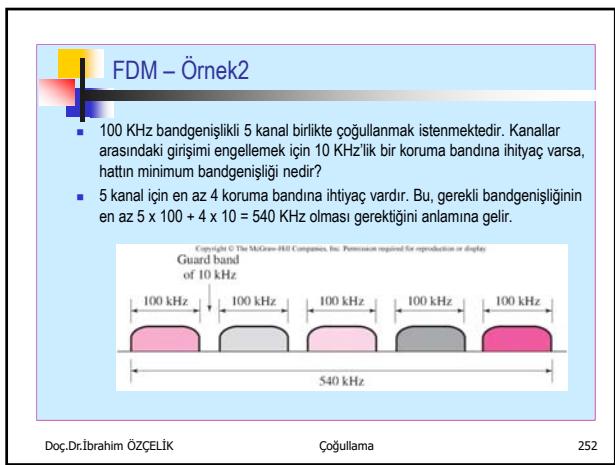
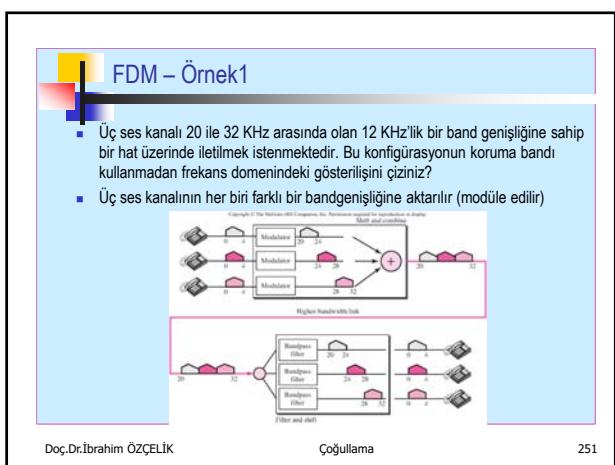
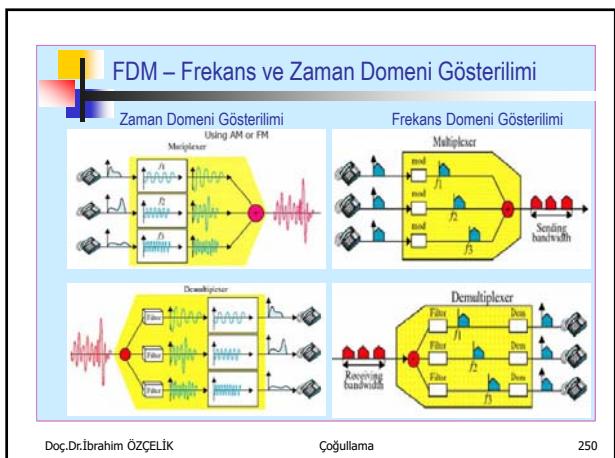
- Her bir sinyalin gerekli frekans bandına taşınabilmesi için ilk önce ayrı ayrı taşıyıcı frekansları modüle edilir, sonra, modüle edilen sinyalleri birleştirmek için de çoğullama cihazları (multiplexer) kullanılır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoğullama      248

### FDM Sistemi – Alıcı

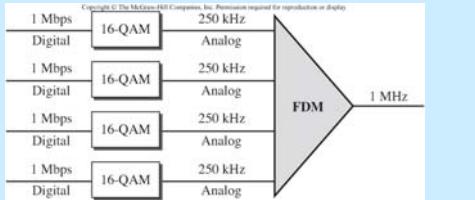
- Her alıcı kendisine gönderilen sinyalin hangi frekans bandından geleceğini bilmesi gereklidir. Bu, hangi frekansları geçireceği belli olan bant geçiren filtre ile sağlanır. Band geçiren bir filtre, ilgili olduğu işaretin diğer işaretlerden ayırtırır.
- Filtreleme işleminin ardından demodülasyon işlemi ile orijinal sinyal geri elde edilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoğullama      249



### FDM - Örnek3

- Her biri 1 Mbps hızda sahip dört veri kanalı (sayisal) 1 MHz'lik bir uydu kanalını kullanmaktadır. FDM kullanan uygun bir konfigürasyon tasarılmıştır?
- Uydu kanalı (1 MHz) analogtur. Dört kanaldan her bir kanal için bandgenişliği 250 KHz'dır. 16-QAM kullanılarak 1 Hz ile 4 bit module edilir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

253

---

---

---

---

---

---

### Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama

- Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama - Wavelength Division Multiplexing – WDM
- WDM, fiber optik kablonun yüksek bant genişliğini kullanmak için tasarlanmıştır.
- WDM, optik sinyalleri birleştiren bir multiplexing teknigidir.
- Birden fazla ışık hümzesinin farklı frekanslarında aynı fiber üzerinden iletilmesi teknigidir
- İşığın her bir rengi (dalga uzunluğu) ayrı veri kanalı üzerinden taşınır
- 1997 Bell Lab.da; herbiri 10 Gbps bandgenişlikli 100 ışık hümzesi 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
- WDM, SONET(Synchronous Optical Network) ağlarında kullanılır.
- Dense WDM (DWDM), kanalları birbirine çok yakın çoğullayarak daha çok kanalı birleştirir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

254

---

---

---

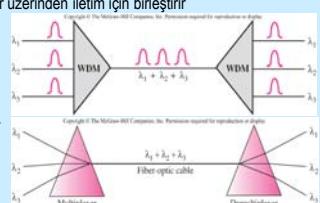
---

---

---

### WDM Çalışma Prensibi

- FDM'e benzer, fakat daha yüksek frekanslara sahiptir. Çoğu 1550 nm dalga uzunluğu aralığında (~194 THz).
- Birçok kaynaktan farklı frekanslarda laser ışını üretir
- Çoğullayıcı kaynakları tek bir fiber üzerinden iletim için birleştirir
- Optik yükselteçler tüm dalga uzunlıklarını güçlendirir (tipik olarak 10km uzaga gidebilecek şekilde)
- Demux hedefte kanalları ayırtır
- WDM'de her kanal için 50 GHz
- Dense WDM – yaklaşık 200 GHz



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

255

---

---

---

---

---

---

### FDMA: Frekans Bölmeli Çoklu Erişim

- FDM üzerine dayalıdır
- Her bir kullanıcı ayrı frekans bandını kullanarak iletim ortamına erişim yapar.
- Şekilde 4 kullanıcı farklı taşıyıcı frekansları kullanarak ortak bir kanal paylaşmaktadır.
- Frekans bandları arasında koruma bandları da bulunabilir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoklu Erişim Sistemleri      256

### FDMA Sistemi-1: Analog Hiyerarşi

- Analog leased line – Analog kiralık hat
- Düşük bant genişliğine sahip ses kanalları daha yüksek bant genişliğine sahip kanallara coğularak kullanıcılara adına çoklu erişim sağlanır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoklu Erişim Sistemleri      257

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

- AMPS, FDMA kullanan analog bir hücresel bir telefon sistemidir
- AMPS'de her kullanıcı için 30 kHz'lık kanallar atanır.
  - Ses sinyali için 3 kHz'lik bant genişliği kullanılır ve FM'de kanal bant genişliği  $10 \times$  module eden sinyal olduğundan toplam bant genişliği 30 kHz olur.
  - Her kullanıcıya full-duplex iletişim için 60 kHz kanal atanır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoklu Erişim Sistemleri      258

## FDMA Sistemi-2: AMPS

- 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.
- Her kullanıcı bir yönde 30 kHz band genişliği kullandığına göre, eş zamanlı olarak iletişim yapacak kullanıcı sayısı:
  - Her bant 25 MHz (849-824 ve 894-869) tır
  - $25 \text{ MHz} / 30 \text{ kHz} = 833.33$  olur. Gerçekte her bant 832 kanala bölünür.
  - Toplam 42 kanal kontrol için kullanılır. 790 kanal kullanıcılar için ayrırlar.
  - Her iki kanalda full-duplex eş zamanlı 790 kullanıcı iletişim yapabilir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

259

---

---

---

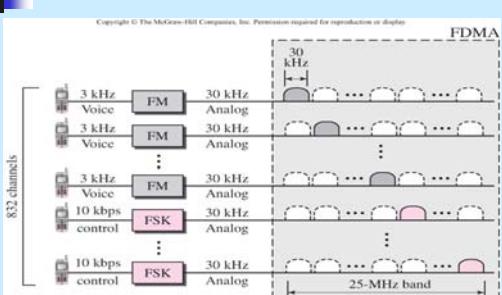
---

---

---

---

## FDMA Sistemi-2: AMPS



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

260

---

---

---

---

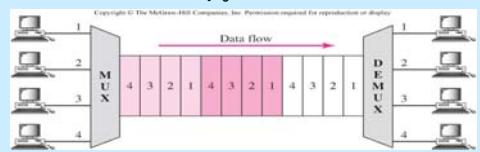
---

---

---

## Zaman Bölmeli Çoğullama

- Zaman Bölmeli Çoğullama – Time Division Multiplexing – TDM
- TDM yüksek bant genişliğine sahip bir linki birden çok bağlantıya paylaştırır
- Birçok sayısal sinyal zaman boyutunda birbirinden ayırt edilir
- İki çeşidi vardır:
  - Senkron Zaman Bölmeli Çoğullama
  - Asenkron Zaman Bölmeli Çoğullama



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

261

---

---

---

---

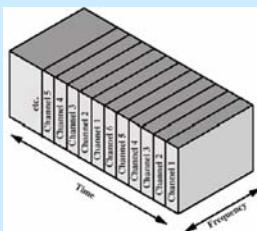
---

---

---

## Senkron TDM - 1

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



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

262

---

---

---

---

---

---

## Senkron TDM - 2

- Bir önceki örnekteki 150 MHz'lik blok altı zaman bölmeli ve tekrar eden çerçevelere ayrılacek, çerçevenin her bir alt gözünde altı farklı çağrıya ait bilir yer alacaktır. Başka bir değişle ücbirimler eldeki spektrumun, birim zamanda kendilerine ait 1/6'lık zaman bölmümüne sıra ile erişebileceklerdir.
- Eğer çerçeveler yeterince hızlı tekrar edilirse uçbirimler haberleşme sırasında bir kesilmeye gecikmeye hissetmeyeceklərdir.
- TDM'de frekans banda bir çoğullama yapılmamakta, her işaret için mevcut frekans spektrumun tamamı kullanımına sunulmaktadır.
- İşaretlerin TDM ile çoğullanması sırasında zaman uzayında bir çakışma olmaması için işaretlerin ömekleme frekanslarının birbirine eşit veya birbirinin taması katı olması gereklidir.
- İşaretlerin çoğullanma zamanları arasında, sistemin zamanlanmasına meydana gelebilecek ufak hatalara karşı bir güvenlik bantı bırakılmasında fayda vardır.
- Her alıcının kendisine gönderilmiş olan işaretin hangi zaman diliminde geleceğini bilmesi gerektiğinden haberleşme bağlantısının kurulum aşamasına gönderici ve alıcı arasında zamanlama senkronizasyonu kurulmakta, yanı gönderici ve alıcıya hangi zaman diliminin onların kullanımına tahsis edildiği bildirilmektedir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

263

---

---

---

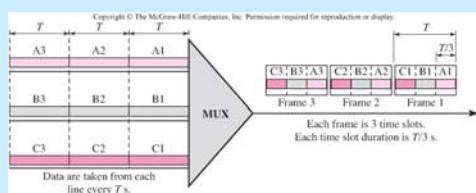
---

---

---

## Senkron TDM Çerçeveesi

- Senkron TDM'de her kaynağın (girişin) verisi birimlere ayrılır.
- Kaynak verilerinin iletim ortamında kullandıkları zaman aralıklarının toplamı TDM çerçevesini oluşturur. Yani, bir TDM çerçevesi, tüm kaynakların 1 birim verisinin birleşiminden oluşur.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

264

---

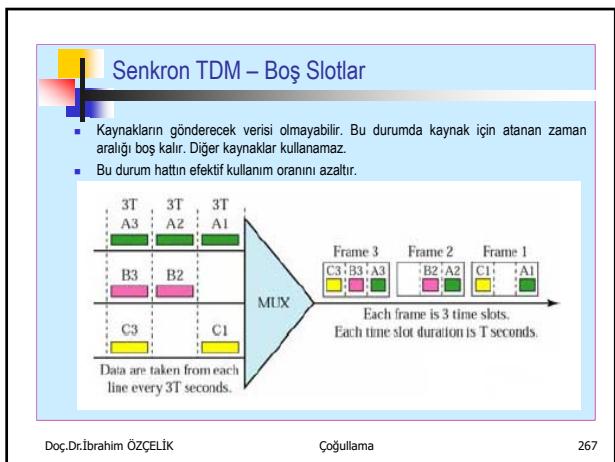
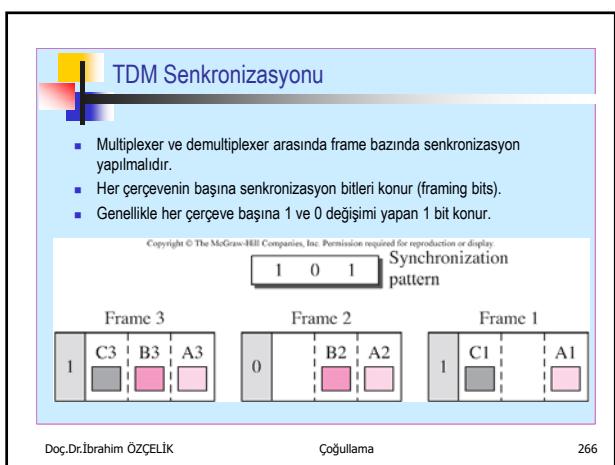
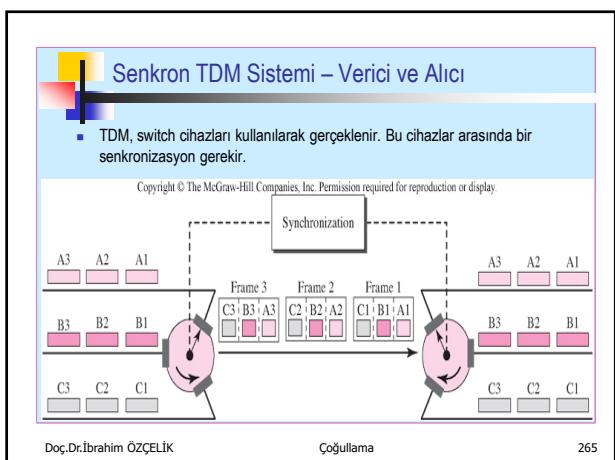
---

---

---

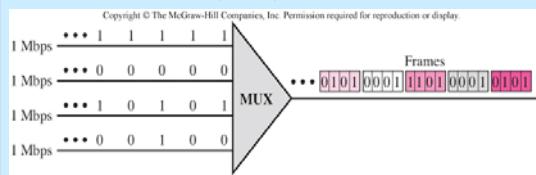
---

---



### Senkron TDM Örnek-1

- Şekilde bir birim veri 1 bitir.
  - Her bir girişin bit hızı = 1 Mbps
  - Giriş bit süresi =  $1 / 1 \text{ Mbps} = 1 \mu\text{s}$
  - Çerçeve hızı (Frame rate) =  $10^6 \text{ çerçeveye/sn}$  (1 girişin bit hızı değeridir - saniyede 1 Mbps veri üretiliyor ve veri birimi 1 bit)
  - Çıkış bit hızı =  $4 \times 1 \text{ Mbps} = 4 \text{ Mbps}$



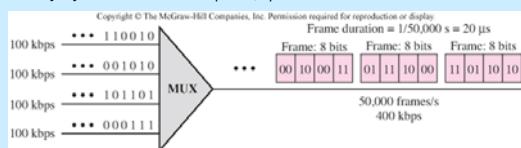
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

268

### Senkron TDM Örnek-2

- Bir çoğullayıcı 4 tane 100 kbps kanalı her zaman aralığında 2-bit alarak bireştiriyor.
  - Her kanaldan 2 bit alındığından link 100 kbps / 2 = 50.000 frame/s hızındadır.
  - Çerçeve süresi =  $1 / 50.000 = 20 \mu\text{s}$ .
  - Çıkış bit hızı =  $50.000 * 8 = 400 \text{ kbps}$ .
  - Çıkış bit süresi =  $1 / 400 \text{ kbps} = 2,5 \mu\text{s..}$



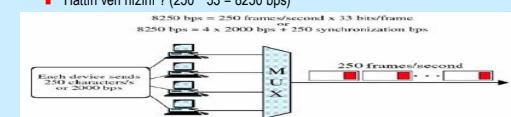
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

269

### Senkron TDM Örnek-3

- Soru: Dört kaynağı her biri saniyede 250 karakter üretmektedir. Eğer her kaynağın veri birimi 1 karakter ve her bir çerçeveye 1 senkronizasyon biti eklenirse, aşağıdaki değerleri bulunuz?
  - Her bir kaynağın veri hızı ? (2000 bps = 2 Kbps)
  - Kaynaktaki her bir karakterin süresini ? ( $1/250 = 4 \text{ ms}$ )
  - Çerçeve hızı ? (hat saniyede 250 çerçeve göndermektedir)
  - Her bir çerçevenin süresi ? ( $1/250 = 4 \text{ ms}$ )
  - Her bir TDM çerçevesindeki bitlerin sayısını? ( $4*8 + 1 = 33 \text{ bit}$ )
  - Hattın veri hızını ? ( $250 * 33 = 8250 \text{ bps}$ )



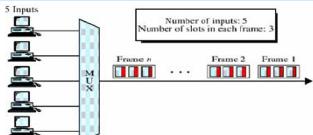
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoğullama

270

## İstatiksel TDM

- Senkron TDM'de bir çok zaman aralığı (slot) kullanılmamaktadır.
- Bundan dolayı istatiksel TDM, verisi olan girişe zaman aralığı tahsis eder.
- Bir çerçevedeki zaman aralığı sayısının giriş sayısından daha azdır. Aşağıdaki örnekte 5 giriş vardır, fakat 3 zaman aralığı bulunmaktadır.
- Çoğuullayıcı giriş hatlarını tarar ve TDM çerçevesi dolana kadar veriyi toplar
- Hat üzerindeki veri hızı giriş hatlarının oluşturduğu toplam (aggregate) hızdan daha düşüktür.
- Senkron TDM'de çerçeveler sadece veri bulunmaktadır. İstatistiksel TDM'de veri ile birlikte adres bilgisi de gönderilir. Bundan dolayı senkronizasyon bilgilere ihtiyaç yoktur.

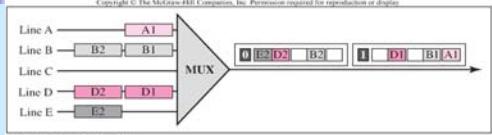


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoğullama      271

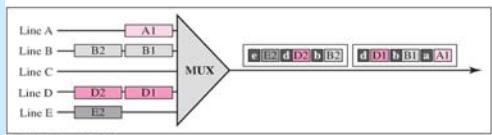
## Asenkron ve Senkron TDM Çerçeveleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**a. Synchronous TDM**



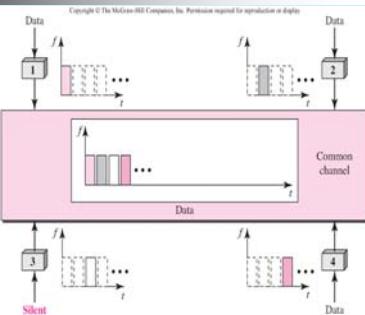
**b. Statistical TDM**



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoğullama      272

## TDMA: Zaman Bölmeli Çoklu Erişim

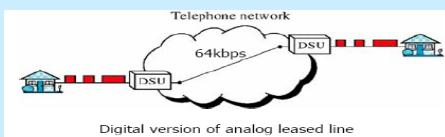
- TDM teknigi üzerine dayalıdır
- Zaman bölmeli çoklu erişim sistemlerinde, farklı kullanıcılar ortak bir iletişim kanalını zaman düzleminde paylaşırlar.
- Şekilde 4 farklı kullanıcı farklı zaman aralıklarını kullanarak bir TDM iletişimini yapmaktadır.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Çoklu Erişim Sistemleri      273

## TDMA Sistemi-1: Sayısal Taşıyıcı Sistemler

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



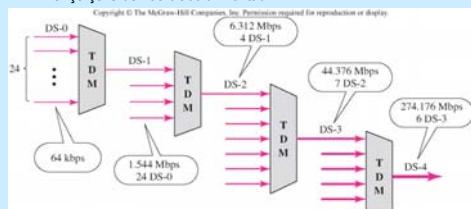
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

274

## TDMA Sistemi-1: Sayısal Taşıyıcı Sistemler

- USA sistemi DS-1 formatı üzerine dayalıdır
  - 24 kanal cogullanır
  - Her bir çerçeveye her kanal için 8 bit ve 1 çerçeveleme bitine sahiptir
  - Her çerçeve de 193 bit bulunmaktadır

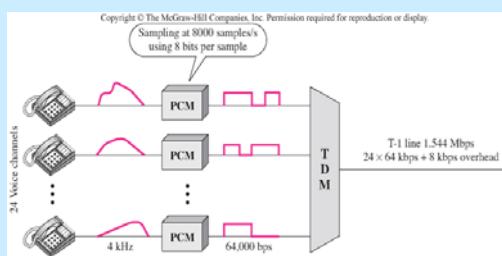


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

275

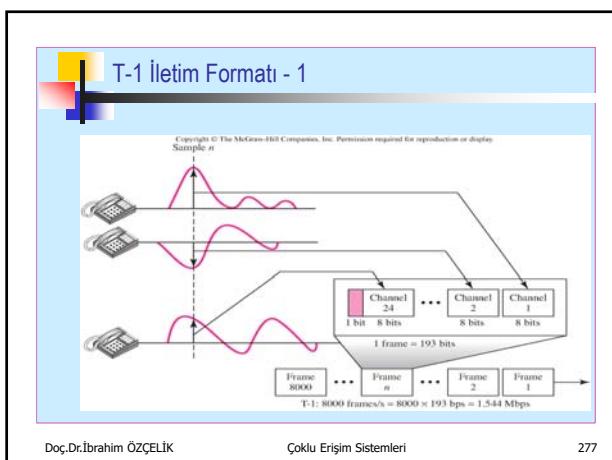
## Çoğullanan Telefon Hatları İçin T-1 Hatti



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

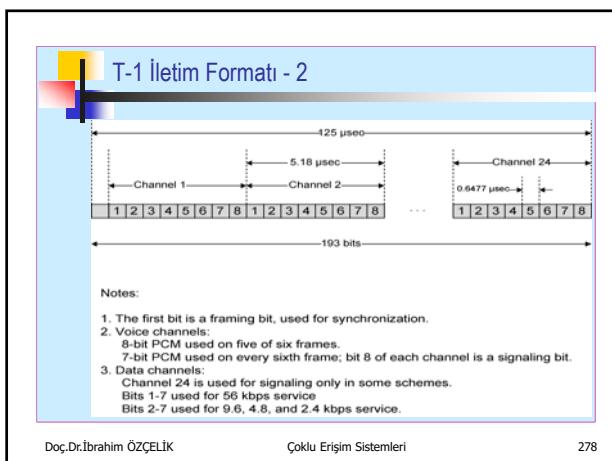
276



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

277



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

278

### 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

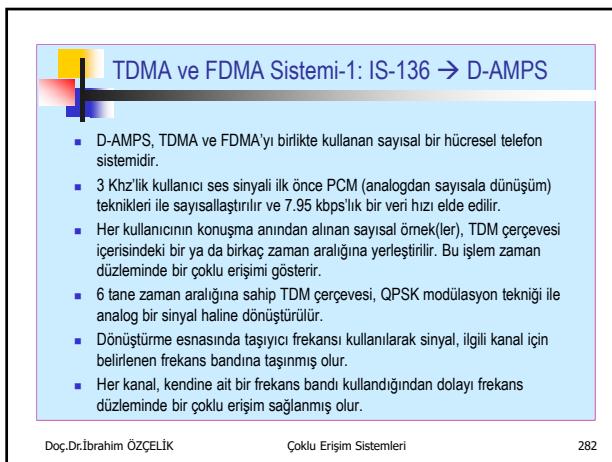
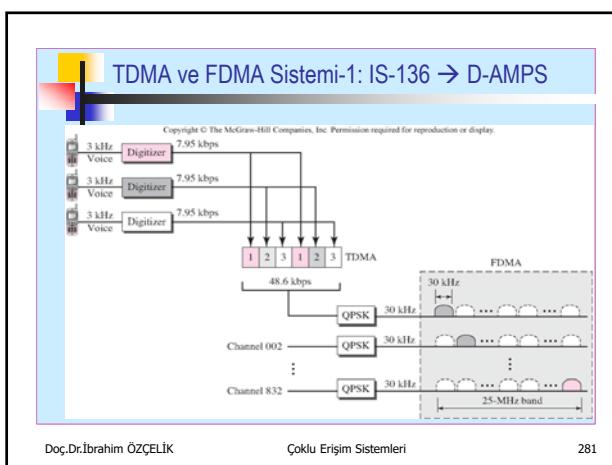
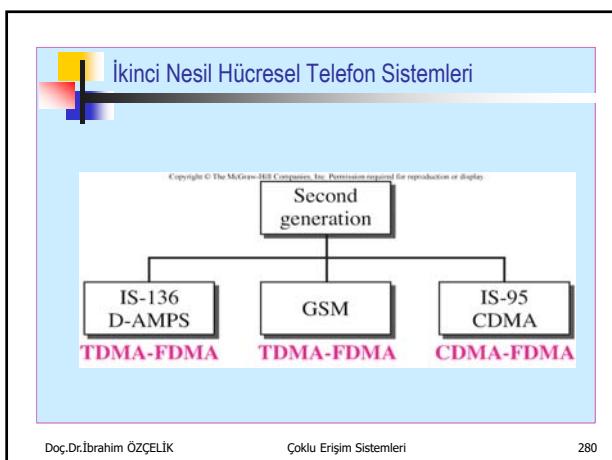
- Uluslararası arası (ITU-T Standardı)

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

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

279



## TDMA ve 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.
- Her bant 25 MHz (915-890 ve 960-935) tır.
- GSM'de her bir kanalın bandgenişliği 200 kHz'dır ve bu kanalları 8 kullanıcı zaman düzleminde paylaşır.
- 25 MHz / 200 kHz = 125 olur. Gerçekte 124 kanal kullanılır.

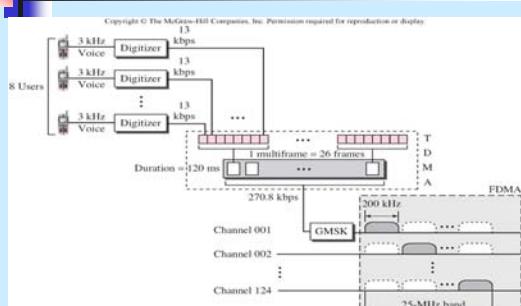


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

283

## TDMA ve FDMA Sistemi-2: GSM

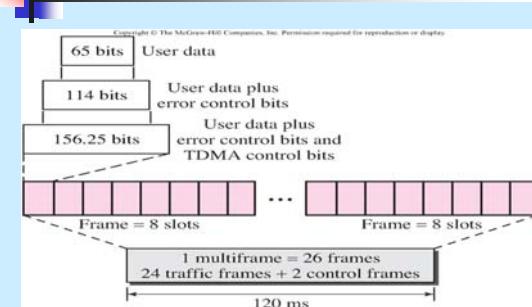


Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

284

## TDMA ve FDMA Sistemi-2: GSM Multiframe



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

285

## Kontrollü Erişimli Protokoller

- 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)
  - Yollamalı (Polling): Master düğüm slave düğümleri sürekli kontrol eder
  - Reservasyon tabanlı (reservation)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

286

---

---

---

---

---

---

---

## Bölüm4 İçin Ek Okuma ve Kaynak

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
  - Chapter 6: Bandwidth Utilization: Multiplexing and Spreading
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
  - Chapter 8 : Multiplexing
- 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 Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
  - Chapter 14 : Cellular Wireless Networks

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Çoklu Erişim Sistemleri

287

---

---

---

---

---

---

---

## BSM315 VERİ İLETİŞİMİ

### BÖLÜM5:

### HATA SEZME VE DÜZELTME TEKNİKLERİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

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

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

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

---

---

---

---

---

---

---

## BÖLÜM 5: KONU BAŞLIKLARI

- Giriş
- Hata Sezme Teknikleri
  - Eşlik (Parity) Biti Kullanımı
  - Çevrimli Fazlalık Sınaması (Cyclic Redundancy Check)
  - Kontrol Toplamı (Checksum)
- Hata Düzeltme Tekniği
  - Hamming Kodlama

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

289

---

---

---

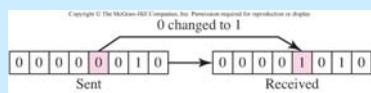
---

---

---

### Giriş

- Veri paketleri iletilirken bazı bitler, rastgele hatalar veya patlama hataları nedeniyle bozulabilir.
- Rastgele hatalar: iletim ortamından iletilen bilgedeki bir veya birkaç bitin özellikle gürültü nedeni ile bozulmasıdır (değer değiştirmesidir). Genellikle sadece 1 bitin değeri değişir.
- Veri paketleri içerisinde 1 bit bozulmuş olsa bile, tüm verinin yanlış anlaşılmasıına neden olabilir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

290

---

---

---

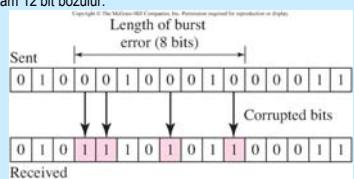
---

---

---

### Giriş – Patlama Hataları

- Patlama hataları (burst error): Kısa süreli güçlü elektromanyetik ortamlarda oluşan darbe gürültülerinde veya yıldırım olması gibi atmosferik olaylarda iletlenen bilginin / bitlerin bir kısmı (iki veya daha fazlası) değer değiştirilebilir.
- Bu hatalar, birbirine yakın konumdaki çok sayıda bitin bozulması şeklinde sonuçlanır.
- 1200 bps hızında iletişim yapılrken eğer 0,01 sn patlama hatası ya da gürültü oluşursa, toplam 12 bit bozulur.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri

291

---

---

---

---

---

---

## Giriş - Yedekleme

- İletişim sistemlerinde hata sezme ve düzeltme teknikleri (İleri Hata Düzeltimi-Forward Error Correction - FEC), yedekleme (redundancy) yaklaşımı ile sağlanır.
- Yedekleme bitleri gönderici tarafında eklenir, iletişim ortamından veri ile birlikte gönderilir ve alıcı tarafında da çıkarılır. Yedekleme, farklı kodlama yöntemleri kullanılarak oluşturulur.
- Hata sezme tekniklerinde sadece hata olup olmadığına bakılır, hatanın boyutuya ilgilenmez.
- Hata düzeltme tekniğinde hata varsa düzeltme işlemi yapılır. Önce kaç bitte bozulma olduğu bulunur.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission granted for reproduction at dollar cost.

Hata Sezme ve Düzelme Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK 292

## Parity (Eşlik) Biti - Hata Sezme Tekniği

- Bir veri bloğu içerisindeki tek sayıdaki hatayı sezmek için kullanılan. Bu amaçla, veri bloğuna eşlik biti eklendir.
- Odd (Tek) yada even (çift) olarak adlandırılan iki uygulaması vardır
- Çift eşlikte eşlik bitiyle beraber birlerin sayısı çift, tek eşlikte ise birlerin sayısı tek olur
- Bu teknik, daha çok boyu 7 ya da 8 bit gibi kısa olan veri bloklarının aktarılmasında kullanılır
- Vericinin ve alıcının başlangıçta, hangi eşlik bitini kullanacağı belirlenir. Aşağıdaki örnekte verici ve alıcının tek eşlik bitine kurulduğu kabul edilerek inceleme yapılmıştır.

Gönderilen	Alınan	
10110110	0 → 10010110	0 Çift Eşlik, Hata Algılanır
10110110	0 → 11010110	0 Tek Eşlik, Hata Algılanamaz
10010110	1 → 10010110	0 Çift Eşlik, Hata Algılanır

Hata Sezme ve Düzelme Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK 293

## Eşlik (Parity) biti üretimi - devamı

Bütlen karakter / bilgi Zaman

LSB MSB

Bütlen biti / bitleri  
Eşlik biti  
Başlangıç biti

A	B	Cıktı
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Bit 1 Bit 2 → Cıktı

1101001 1 (Tek Eşlik)  
1011001 0 (Çift Eşlik)

Hata Sezme ve Düzelme Teknikleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK 294

## Cevrimli Fazlalık Sınaması (CRC) – Hata sezme Tekniği

- Çevrimli Fazlalık Sınaması (Cyclic Redundancy Check –CRC)
- Gönderilen veri bitlerinden hesaplanan bir sınamı kodu, gönderilecek veri bitlerinin sonuna eklenir.
- CRC kodunu hesaplamak için donanım desteği veren iletişim yongaları mevcuttur.
- Üreteç fonksiyonu, CRC yönteminde anahtar kelimedir.
- Ethernet, 802.11 (WiFi), Token Ring, ATM gibi protokoller bu teknigi kullanırlar.
- Ethernet, Token Ring ve Token Bus protokollerinde kullanılan üreteç fonksiyonu:
  - $U(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
- ATM başlığı içerisinde kullanılan üreteç fonksiyonu:
  - $U(x) = X^8 + X^2 + X + 1$

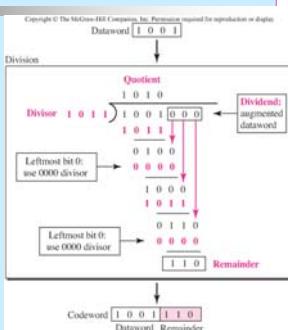
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

295

## CRC – İkili Aritmetik İşlemleri – Gönderici Tarafı

- Gönderici tarafı gönderilecek veriye (1001) 3 sıfır biti ekler
- Elde edilen 7-bit (böülünen), bölen (1011) ile bölünür.
- Toplama ve çıkarma işlemleri XOR ile yapılır.
- Her aşamada bölünen ile bölen XOR'lanır.
- Sonucta kalan 3-bit, gönderilecek veriye eklenerek iletim ortamına verilir.



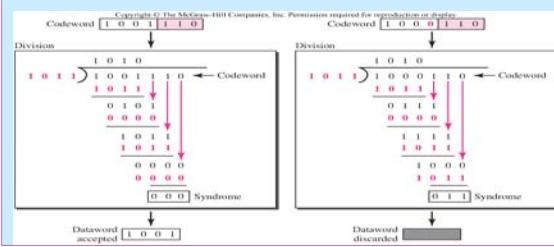
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

296

## CRC – İkili Aritmetik İşlemleri – Alıcı Tarafı

- Alici taraf gönderici tarafta yapılan işlemin aynısını yapar.
- Bölme işlemi sonucu 000 ise hata yoktur. Sıfırdan farklı ise hata vardır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

297

### CRC – İkili Aritmetik İşlemi – Örnek

Frame : 1101011011  
Generator: 10011  
Message after 4 zero bits are appended: 11010110110000

Transmitted frame: 11010110111110

Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri 298

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

### CRC – Polinomlarla İşlem - Tanım

- Bir patern 0 ve 1 lere birlitke polinom halinde gösterilerbilir. Şekilde 7-bit patern 3 terimle gösterilebilmiştir. Dolayısıyla veri bitleri polinom haline dönüştürülür.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

a. Binary pattern and polynomial

$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	0	0	0	0	1	1

$$1x^6 + 0x^5 + 0x^4 + 0x^3 + 0x^2 + 1x^1 + 1x^0$$

b. Short form

$$x^6 + x + 1$$

Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri 299

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

### CRC – Polinomlarla İşlem - Gönderici

Yandaki örnekte:

- $x^3+1$  : gönderilecek veri bitleri (dataword)
- $x^3+x+1$ : üreteç fonksiyonu.
- Üreteç fonksiyonunun en yüksek derecesi  $x^3$ , gönderilecek veri bitleri  $x^3$  ile çarpılarak gönderilecek veri bitlerine 3 tane sıfır eklenmiş olur
- Çıkar sonuc üreteç fonksiyonuna bölünür
- Bölüm sonucu elde edilen kalan bulunur, bu değer gönderilecek veri bitlerinin sağına eklenir.
- Nihai olarak bulunan bit dizisi iletim ortamından alıcısına gönderilir.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Dataword:  $x^3 + 1$

Divisor:  $x^3 + x + 1$

Dividend: augmented dataword

$x^3 + x + 1 \overline{)x^6 + x^4 + x^3}$

$x^6 + x^4 + x^3$

$x^4 + x^2 + x$

$x^2 + x$  Remainder

Codeword:  $x^6 + x^3 | x^2 + x$

Dataword: Remainder

Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri 300

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

## CRC – Polinomlarla İşlem - Alıcı

- Alıcı kendisine gelen bit dizisine karşılık düşen polinomu üretেç fonksiyonuna,  $U(x)$ , böler
- Bölme işleminin sonucu sıfır eşitse hatasız iletim olduğuna karar verir
  - Gelen bit dizisinin sonundaki 3 tane bit (bir önceki örnekte 3 tane bit eklenmiştir) atar ve geriye kalan bit dizisini bir üst katmana (servise) ileter.
- Eğer alıcı hatalı bit iletimi sezervesse, yani bölüm sonucunda kalan sıfır eşit değilse, veri göndericiden tekrar istenir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

301

---

---

---

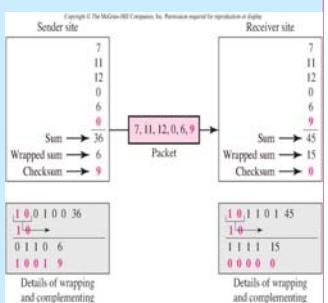
---

---

---

## Kontrol Toplamı (Checksum) – Hata Sezme Tekniği

- Checksum (kontrol toplamı), TCP/IP yığınındaki protokollerde (TCP, UDP, IP, vb.) başlık ya da başlıklı beraber verinin iletiminde bir hatanın olup olmadığını anlamada kullanılır.
- Gönderilecek veri bitlerinin toplamı alınır ve sonra bulunan toplam veri bitlerine eklerek öyle gönderilir
- Toplamlar tümleyen aritmetigine göre yapılır
- Alıcı gelen sayıları toplar ve sonra tümleyenini alır, sonuç sıfırsa hata yoktur, sıfırdan farklılsa yeniden iletim yapılır



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

302

---

---

---

---

---

---

## Kontrol Toplamı – İkiili İşlemli Örnek

- 4500 0095 0000 4000 3f11 **be40** ce37 ed04 c0a8 0133 bit dizisi için kontrol toplamını hesaplayınız. Bu bit dizisi bir IP başlık örneğini göstermektedir.

1. 16 bitlik alanlar şekilde ayrılr:

4500  
0095  
0000  
4000  
3f11  
**0000 → be40**  
ce37  
ed04  
c0a8  
0133

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

303

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Kontrol Toplamları – İkili İşlemli Örnek**

2. 16 bitlik alanlar ikili değerlere dönüştürülür ve sonra 1'e tümleyeni alınır (1'e tümleyen en son toplamlar yapıldıktan sonra da alınabilir):

Hex	Binary	1's Complement
4500	0100 0101 0000 0000	1011 1010 1111 1111
0095	0000 0000 1001 0101	1111 1111 0110 1010
0000	0000 0000 0000 0000	1111 1111 1111 1111
4000	0100 0000 0000 0000	1011 1111 1111 1111
3f11	0011 1111 0001 0001	1100 0000 1110 1110
ce37	1100 1110 0011 0111	0011 0001 1100 1000
ed04	1110 1101 0000 0100	0001 0010 1111 1011
c0a8	1100 0000 1010 1000	0011 1111 0101 0111
0133	0000 0001 0011 0011	1111 1110 1100 1100

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri      304

**Kontrol Toplamları – İkili İşlemli Örnek**

3. 16 bitlik 1'e tümleyen alınan haneler ikili aritmetiği göre satır satır toplanır

Hex	Binary	1's Complement	Result
4500	0100 0101 0000 0000	1011 1010 1111 1111	0110 1101 0010 0001
0095	0000 0000 1001 0101	1111 1111 0110 1010	0110 1110 1101 0011
	1011 1010 0110 1001	→ 1	1000 0000 0001 1100
0000	0000 0000 0000 0000	1111 1111 1111 1111	c0a8 1100 0000 1010 1000 0011 1111 0101 0111
	1011 1010 0110 1001	→ 1	1011 1111 0111 0011
4000	0100 0000 0000 0000	1011 1111 1111 1111	0133 0000 0001 0011 0011 1111 1110 1100
	0111 1010 0110 1001	→ 1	1011 1111 0111 0011
3f11	0011 1111 0001 0001	1100 0000 1110 1110	Checksum → 1011 1110 0100 0000
	0011 1011 0101 1000	→ 1	

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri      305

**UDP Kontrol Toplamları - Örnek**

153.18.8.105			
171.2.14.10			
All 0s	17	15	
1087		13	
15	All 0s		
T	E	S	T
I	N	G	All 0s

Source IP address  
Destination IP address  
Zero      Protocol      UDP Length

10010101 00010010 → 153.18  
00001000 01101001 → 8.105  
10101011 00000010 → 171.2  
00001110 00000101 → 14.10  
00000000 00010001 → 0 and 17  
00000000 00001111 → 15  
00000100 01111111 → 1087  
00000000 00001101 → 13  
00000000 00001111 → 15  
00000000 00000000 → 0 (checksum)  
01010100 01000101 → T and E  
01010011 01010100 → S and T  
01001001 01001110 → I and N  
01000111 00000000 → G and P (padding)  
10010110 11101011 → Sum  
01101001 00010100 → Checksum

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri      306

## Hata Düzeltme Tekniği

- Göndericinin bilgisi bozulma durumunda tekrar göndernmesinin güç olduğu bazı uygulamalarda uygun kodlama ile hatanın alicıda düzeltimesine çalışılır
- İletim ortamında bozulabilecek bit sayısının üst sınırının bilindiği varsayırlar
- Bu durum; alicının, gönderilen veriyi, belirli bir bozulma ölçüsüne kadar düzeltebileceğini ifade eder
- Bu tür yöntem, iletişim yolu çok pahalı ise yada yeniden iletişim büyük bir gecikme oluşturuyorsa kullanılır
- Kullanılan teknikler
  - Hamming Kodlaması

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

307

---

---

---

---

---

---

---

## Hamming Kodlaması – Hata Düzeltme Tekniği

- Alicuya ulaşan ve belirli simeğe karşılık düşen ikili kod, yolda bir ölçüde bozulmuş olsa bile, alicıda asıl gönderilen kod elde edilebilir
- Hamming tekniği, mesafe (distance) özelliği ile beraber kullanılır. Örneğin mesafe değeri 2 ise, alicıda 1 bitlik hatalar sezikir ve düzelttilir, 2 bitlik hatalar sadece sezikir. Bu literatürde HD,2 olarak isimlendirilir
- PROFIBUS endüstriyel iletişim protokolü Hamming kodlamasını kullanır ve mesafe değeri 4'tür. Hamming kodlaması HD,4 olarak ifade edilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

308

---

---

---

---

---

---

---

## Hamming Kodlaması – devam

- Tek bitlik hatayı düzeltmek için test bitlerinin veri bitlerinden elde edilmesi

Bit Konumu	Konun Numarası	Test Biti	Data Biti
12	1100	-	M8
11	1011	-	M7
10	1010	-	M6
9	1001	-	M5
8	1000	C4	
7	0111	-	M4
6	0110	-	M3
5	0101	-	M2
4	0100	C3	
3	0011	-	M1
2	0010	C2	
1	0001	C1	

$$C1 = M1 \oplus M2 \oplus M4 \oplus M5 \oplus M7$$

$$C2 = M1 \oplus M3 \oplus M4 \oplus M6 \oplus M7$$

$$C3 = M2 \oplus M3 \oplus M4 \oplus M8$$

$$C4 = M5 \oplus M6 \oplus M7 \oplus M8$$

- Test bitleri (C) ile veri bitleri (M) arasındaki ilişki

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

Hata Sezme ve Düzeltme  
Teknikleri

309

---

---

---

---

---

---

---

 **Hamming Kodlaması – Önek**

- 00111001 bilgisi gönderilmek istensin. Bu bilgi bitlerine karşılık test bitlerini bulunuz.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri      310

---

---

---

---

---

---

---

 **Bölüm5 İçin Ek Okuma ve Kaynak**

- Data Communications and Networking, 4/e, Behrouz A. Forouzan, DeAnza College, Mcgraw-Hill.
  - Chapter 10 Error Detection and Correction
- Data and Computer Communicatons, William Stallings, Pearson Higher Education.
  - Chapter 6: Digital Data Communication Techniques

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      Hata Sezme ve Düzeltme Teknikleri      311

---

---

---

---

---

---

---

**BSM315 VERİ İLETİŞİMİ**

**BÖLÜM6: RS-232 VE ASENKRON SERİ İLETİM**

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK  
[ozcelik@sakarya.edu.tr](mailto:ozcelik@sakarya.edu.tr)  
<http://www.ozcelik.sakarya.edu.tr>  
Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

---

---

---

---

---

---

---

## BÖLÜM6: KONU BAŞLIKLIARI

- Bağlantı Arayüz Standartları
- DTE-DCE Standartları
- RS-232 Bağlantı Arayüz Standardı
- RS-232 ile Asenkron Seri İletimi
- Akış Kontrolü

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

313

---

---

---

---

---

---

---

### Bağlantı Arayüz Standardları

- Sayısal bilgiyi iletişim ortamından gönderebilmek için gerekli işlemleri bütün olarak üzerinde bulunan 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 Mikrodalgı sistemleri
  - LAN Bağlantı Arayüz Standartları (Ethernet, Token Ring, ATM, PROFIBUS, CAN)
    - Ethernet Manchester kodlama ve RJ45 konnektörünü kullanır.
    - Token Ring (RJ45, DB-9), Farksal manchester kodlama
    - ATM (Fiber: SONET STS-3c/12c), (UTP: Cat3, Cat5) (Koaksiel: DS3)
    - PROFIBUS ve CAN RS-485 standardını kullanır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

314

---

---

---

---

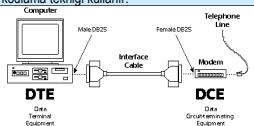
---

---

---

### DTE-DCE Standartları

- Genel olarak terminal gibi cihazların sahip oldukları standart portlar üzerinden yapılacak ağ bağlantısını tanımlamaktadır. Bu standartlar özellikle WAN ağ cihazlarında yoğun olarak kullanılmaktadır.
- DCE (Data Circuit Terminating Equipment, Veri Devresi Sonlandırma Cihazı): İletişim kanalının bağlandığı donanımdır. Modem ucudur. Modem seri portları DCE olarak yapılandırılmıştır.
- DTE (Data Terminal Equipment, Veri Terminal Cihazı): Uç düğümlerdir. PC seri portları DTE olarak yapılandırılmıştır.
- DTE-DCE arasındaki fizikal protokolü, lojik işaretlerin elektriksel işaretlere dönüştürülmesinde, yaygın olarak NRZ-L kodlama teknigi kullanılır.
- Bağlantı Arayüz Standartları
  - RS-232 (20-40 m, 9.6-19.2 kbps),
  - RS-423 (20-40 m, 100 kbps)
  - RS-562 (10m, 64 kbps)



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

315

---

---

---

---

---

---

---

## RS-232 Bağlantı Arayüz Standardı

- Genel Bilgi
- RS-232 standardının tanımladığı konular
  - Linkteki sinyallerin fonksiyonları ve isimleri
  - Elektriksel karakteristikler
  - Arabirimin mekanik yönleri
- RS-232 bağlantısında elsılışma (handshaking)
- Bağlantı şekilleri
- RS-232 ile Asenkron Seri İletişim

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

316

---

---

---

---

---

---

---

## RS-232 - Genel Bilgi

- RS: Recommended Standard
- EIA'nın bilgisayar, terminal ve modem arabağışı için önerdiği bir standarttır.
- RS-232 iki cihaz arasında bilgi transferine yönelik tasarlanmıştır.
- Mesafe, kablo tipi ve bit hızına göre 20 ile 40m arasında değişir. Belirtilen mesafelerde 9600 bps ve 19200 bps'lik iletişim hızları kullanılır.
- Dengesiz hatalar sınıfında bir arayüz standartıdır.
- Kullanıldığı alanlar:
  - Modem bağlantısında
  - Veri toplama modüllerinde
  - Test cihazlarında
  - Kontrol deverelelerinde
  - İki bilgisayar arası basit bir link için

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

317

---

---

---

---

---

---

---

## RS-232 – Linkteki sinyallerin isimleri

Kategori	9-Pin Konnektör	25-Pin Konnektör	Sinyal İsmi	Eksaltma
Data	3	2	Gönderilen data Alınan data	TD RD
Kontrol	7	4	Ven Göndeme İsteği	RTS
	8	5	Ven Göndelen Hat Açık	CTS
	6	6	Ven Düzençi Hazır	DSR
	1	8	Ven Tippyeci	DCD
	4	20	Ven Terminal Hazır	DTR
	9	22	Ring Indicator	RI
Elektrik	5	7	Sinyal Toprak	SG

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

318

---

---

---

---

---

---

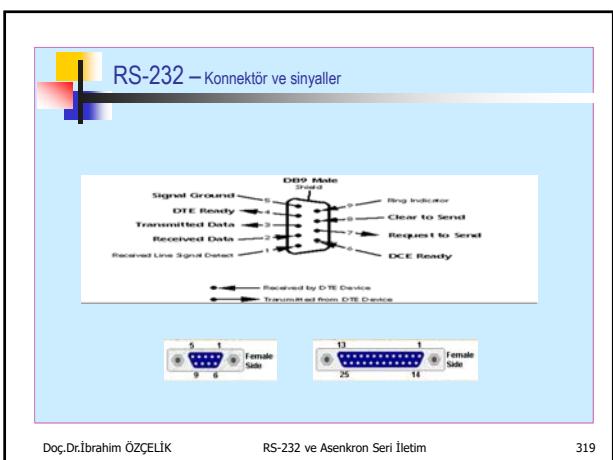
---

---

---

---

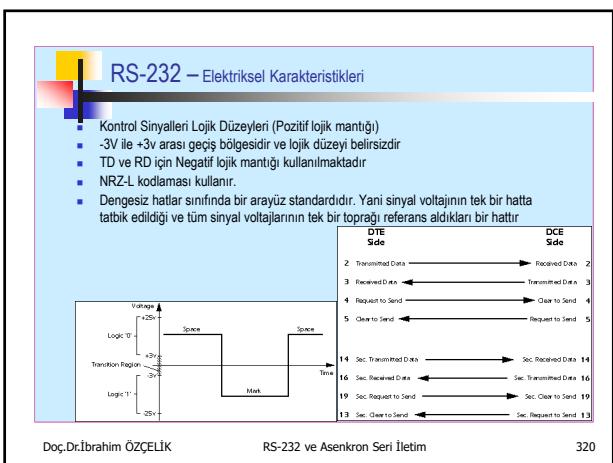
---



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

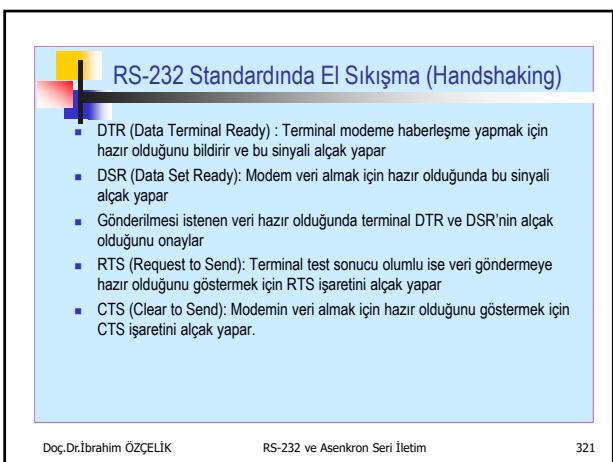
319



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

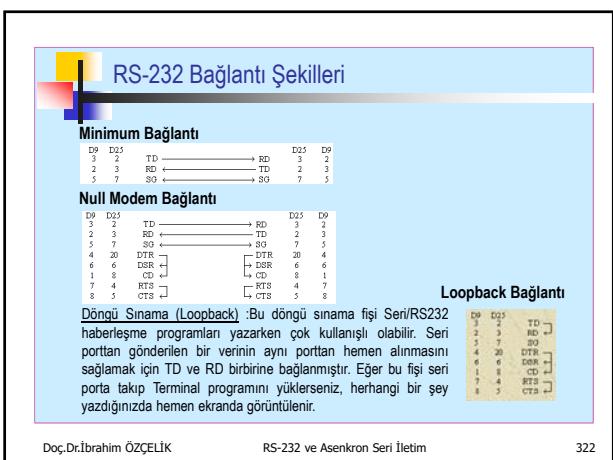
320



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

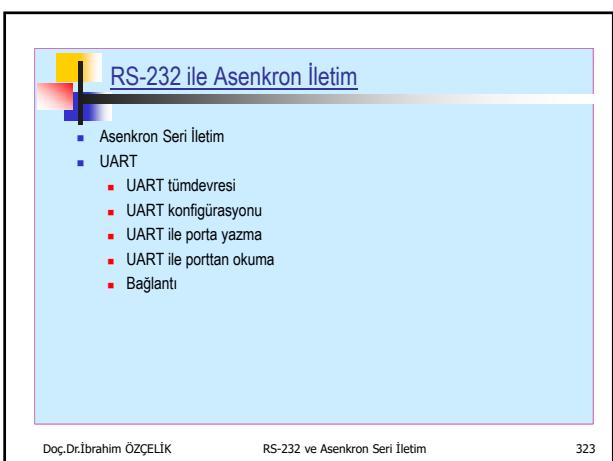
321



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

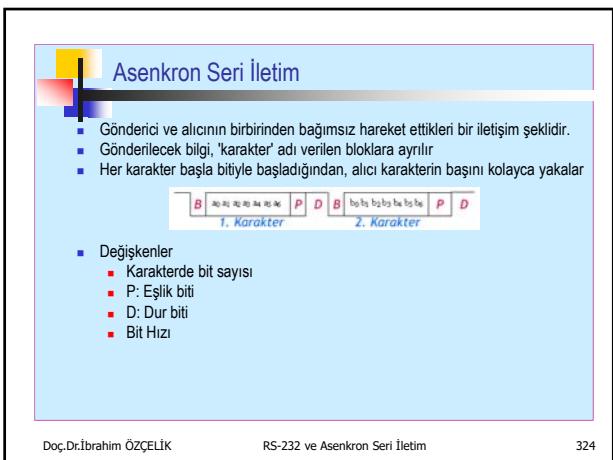
322



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

323



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

324

## UART- Universal Asynchronous Receiver Transmitter

- Kişiisel bilgisayarlar, seri portları için UART isminde bir asenkron alıcı-verici tümdevresi içerirler.
- RS-232 arabirim:
  - İlk IBM-PC'lerde, 8250 olarak bilinen bir UART tümdevresi tarafından yönetiliyordu
  - 486 tabanlı bilgisayarlar ise daha yeni bir model olan 16450 türü bir UART kullanır. Bu model 8250'den daha hızlı bir modeldir.
  - Günümüzde tüm Pentium tabanlı bilgisayarlarda daha yeni bir model olan 16550 tipi UART kullanılmaktadır.
- UART, alma ve gönderme gibi kendisine atanmış işlevleri yerine getirmek, gerekli denetim işlevlerini üretmek ve aktarımın ne aşamada olduğunu gösteren durum bilgilerini tutmak için çeşitli saklayıcılara sahiptir.
- 8250 ve 16450 türü UART'lar ise sadece 1 byte tampon belleğe sahiptirler. 16550 modeli, diğer 8250 ve 16450 modellerine göre oldukça gelişmiş bir modeldir, çünkü 16 byte'lık FIFO (İlk Giren İlk Çıkar - First In First Out) tampon belleği içermektedir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

325

## UART Tümdevresi

- UART, bilgisayarın işlemcisi ile seri portun dışarıdan görünen fizikal arayüzü arasında bir köprü ve aracılık görevi görür.
- COM1 ve COM2 seri portları sırasıyla 0x3F8 ve 0x2F8 adreslerine sahiptir
- UART Kaydedicileri (I/O Map)

Tanım Adres	DLAB	Read/Write	Kisi	Register Adres
+0	=0	Write	-	Transmitter Holding Buffer
	=0	Read	-	Receiver Buffer
	=1	ReadWrite	-	Divisor Latch Low Byte
+1	=0	ReadWrite	IER	Interrupt Enable Register
	=1	ReadWrite	-	Divisor Latch High Byte
+2	-	Read	IIR	Interrupt Identification Register
-	-	Write	FCR	FIFO Control Register
+3	-	ReadWrite	LCR	Line Control Register
+4	-	ReadWrite	MCR	Modem Control Register
+5	-	Read	LSR	Line Status Register
+6	-	Read	MSR	Modem Status Register
+7	-	ReadWrite	-	Scratch Register

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

326

## UART Konfigürasyonu

- UART iletişim yapılmadan önce çalışma şeklini belirleyecek şekilde koşullanmalıdır.
- İlk olarak iletişim parametreleri belirlenir
- Daha sonra çalışma şekline göre yapılandırılır. UART iki çalışma modu desteklemektedir.
  - Yoklamalı (Polling) : Mikroişlemci belirli zaman aralıklarıyla UART'ı yoklar. Yeni bir karakter alımıssa, onu okur veya gönderme tamponu boşalmışsa belleğinde bekleyen bir karakteri dışarı çıkarılmak üzere bu tampona yazılır. İşlemci çok fazla iş yüklediği için yavaşır.
  - Kesmeli (Interrupt) : UART, kendi üzerinde değişme olduğunda mikroişlemciye kesme iletisi gönderir. Mikroişlemci, UART'ın içindeki kesme durum saklayıcısı içindeki bitleri inceleyerek kesmenin nedenini öğrenir (Veri hazır, Gönderme tamponu boş, Alış hatası, Overrun hatası, Eşlik hatası, Çerçeve hatası). Kullanıcı bu her bir durum için bir interrupt servis rutini yazar.
- Normal bir PC, 16 kesme hattını destekler. Donanım kesmelerine başvuran bir programda kesme servis rutinleri (ISR) olmak durumundadır. Bu rutiner, bir kesme meydana geldiğinde gerekli fonksiyonu yerine getirirler. Cihaz, kesme yapmak için, IRQ hattını bir darbe ile uyarır. Sistemi kesme kontrolü bu isteği algılar ve durumu CPU ya bildir. CPU o anda yaptığı işi durdurarak ISR'yi devreye sokar. ISR'ın devreye girişi ile birlikte CPU kaldığı yerden devam etmek üzere işine döner.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

327

**UART Konfigürasyonu - İletişim parametreleri**

Karakterde bit sayısı (5,6,7 yada 8 bit)  
D: Dur biti (1, 1,5 yada 2 bit)

P: Eşlik biti (tek yada çift)  
Hiz (9600, 19200, ..)

**Line Control Register (LCR – Hat Kontrol Kaydedildi)**

Bit 7	1	Divisor Latch Access Bit	Açıklama	
Bit 6	0	Access to Receiver Buffer, Transmitter Hold & Interrupt Enable Registers		
Görünüm Bayrakları				
Bit 5 - 4	Bit 3	Bit 4	Bit 3	Parity Select
X	X	0	0	No Parity
0	0	1	1	Odd Parity
0	1	1	1	Even Parity
1	0	1	1	High Parity (sticky)
1	1	1	1	Low Parity (sticky)
Length of Stop Bit				
0	Clear Stop Bit			
1	2 Stop bit for words of length 6,7 or 8 bits or 1,5 Stop Bits for Word lengths of 5 bits			
Bit 0 - 1				
Bit 1	Bit 0	Word Length		
0	0	5 Bits		
0	1	6 Bits		
1	0	7 Bits		
1	1	8 Bits		

**İletişim Bağlantı Noktası (COM1) Özellikleri**

Genel	Bağlantı Noktası Ayarları	Statü	Ayarla	Eşleştirme
Sayıdelenme hızı: 9600	Ven bilimi: 8	Eşlik: Yök	Dur bitesi: 1	Aşağı dönerimi: Yök Xon / Yon Dosenam Gelen

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      RS-232 ve Asenkron Seri İletim      328

**UART Konfigürasyonu - devam**

- Port Adresi tanımlanır: #define COM1 0x3F8
- COM1 için iletişim hızı, başlangıç ve bitis bitleri ile ilgili ayarlamalar yapılacağından COM1'in kesmeleri kapatılması gereklidir. Bunun için IER'nin 0. biti '0' durumuna getirilir. outportb(COM1 + 1, 0);
- COM1'deki iletişim hızını ayarlamak için LCR'nin 7. biti '1' durumuna getirilir. outportb(COM1 + 3, 0x80);
- DLAB kullanılmış olduğunda hızı ayarlamak için Divisor Latch High Byte ve Divisor Latch Low Byte yazmacalarına daha önce belirtilen tablodan 9600bps iletişim hızını sağlamak için gerekli değerler (0x0C ve 0x00) yazılır. outportb(COM1 + 0, 0x0C); outportb(COM1 + 1, 0x00);
- Daha sonra gönderilecek karakterin kaç bitesi olacağının, eşlik biti kullanılıp kullanılmayacağı başlangıç ve bitis bitlerinin özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. LCR'nin bitin özelliklerini incelemek bu ayarlama yapılabılır. outportb(COM1 + 3, 0x03);
- Böylece COM1 portu 8 bitlik karakter uzunluğuna sahip, eşlik biti bulunmayan, 1 dur biti olan 9600 bps hızında bir iletişim için kurulmuş olur

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      RS-232 ve Asenkron Seri İletim      329

**UART ile Porta Yazma**

- İtilecek karakterin 0x3F8 (COM1 için) adresindeki gönderme tamponuna yüklenmesi gereklidir.
- outport komutu (C), belirtilen port adresine parametre olarak verilen bir byte'i yazmak için kullanılır void outportb(int portid, unsigned char value);
- Göndermede outportb komutu, sınıma yapılmadan tek başına kullanılsa veri kaybı olabilir, gönderme tamponu boş olmamalıdır. Bu yüzden tamponun önceden sıvanması gereklidir. Bu işlem Hat Durum Saklayıcısının (LSR) 5 bitinin sıvanması ile yapılır.(Bit 5 Empty Transmitter Holding Register )
- char kr= .../\* karakter bir yerden okunuyor  
While (inportb(0x3FD) & 0x20 == 0); /\*LSR: Hat Durum Saklayıcısı  
Outportb(0x3F8, kr) /\*Gönderme Tamponu

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      RS-232 ve Asenkron Seri İletim      330

## UART ile Porttan Okuma

- 0x3F8 adresindeki alma tamponu okunmalıdır (aynı adrese yazma yapıldığında gönderme tamponuna erişilir.).
  - inportb komutu (C) belirtilen port adresinden bir byte okumak için kullanılır  
unsigned char inportb(int portid);
  - Tampon okunmadan önce karakterin gerçekten hazır olup olmadığını belirlemek gereklidir; hazır değilse beklenmelidir. Bunun için 0x3FD adresindeki hat durum saklayıcısının (LSR) 0.bit okunmalıdır.
  - char kr= .../ karakter bir yerden okunuyor
- ```
While (inportb(0x3FD) & 0x01 == 0); /*LSR: Hat Durum Saklayıcısı  
kr=inportb(0x3F8) /*Alma Tamponu
```

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

331

---

---

---

---

---

---

---

## Akış Kontrolü

- Veri传递 sırasında tampon bekleme zamanlarından dolayı oluşan veri kaybını engellemek için akış kontrolü kullanılır. Akış kontrolü iki yolla yapılır, Yazılım ve Donanım.
- Akış kontrol yazılımı Xon ve Xoff olmak üzere iki karakter kullanır. Xon genelde ASCII 17 karakteri ile belirtilirken, Xoff ASCII 19 karakteri ile belirtilir. Modeme ait tampon bellek dolduğunda bilgisayarın daha fazla veri göndermemesi için modem Xoff sinyali üretir. Modeme daha fazla veri için bellek varsa veri gönderilmesi için Xon sinyali üretir. Bu tip akış kontrolünün avantajı karakterlerini RD ve TD hallerinden gönderilmesi ve fazladan kablo bağlantısına ihtiyaç duyulmamasıdır. Bununla birlikte her karakter 10 bitlik bir iletim gerektirdiğinden bağlantıyı yavaşlatır.
- Akış kontrol donanımı RTS/CTS akış kontrolü olarak da bilinir. Bu yöntemde veri hatlarının karakter iletimi ile mesgul edilmesi yerine iki adet seri kablo bağları. Bu şekilde akış kontrol donanımı veri iletmini yavaşlatmaz. Bilgisayar veri göndermesi istediği zaman Request To Send (Gönderme İsteği) sinyali üretir. Modem bu veriyi kabul edebilecek durumda ise Clear To Send sinyali üretir ve bilgisayar veriyi göndermeye başlar. (Bu sinyaller modem status registerde tanımlıdır)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

332

---

---

---

---

---

---

---

## Yararlanılan Kaynaklar ve Ek Okuma Kaynakları

- Data and Computer Communications, William Stallings, Pearson Higher Education.
  - Chapter 6: Digital Data Communication Techniques
- Her Yönüyle Seri Port - Jan Axelson - Infogate, Bileşim yayınları
- Mikroişlemciler ve Bilgisayarlar - Dr. Haluk Gümüşkaya - Alfa yayınları
- Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri, Dr.Rifat Çolkesen, Doç.Dr. Bülent Örencik
- Elektronik Hobi, Alfa Yayınları
- Çeşitli internet siteleri

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

333

---

---

---

---

---

---

---

## RS-485 – LAN Bağlantı Standardı

- RS-232'nin çıkabileceğinden yüksek hızlarda ve uzak mesafelerde veri transferi gerçekleştirir
- 2, 32 yada 256 düğüm içerebilir
- Bit hızları 300 bps ile 10 Mbps arasında değişebilir
- Mesafe birkaç metreden 1.2 km'ye kadar gidebilir
- Endüstriyel iletişim tanımı içerisinde her yerde kullanım alanına sahiptir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

RS-232 ve Asenkron Seri İletim

334

---

---

---

---

---

---

---

## BSM315 Veri İletişimi

### BÖLÜM7: ADSL VE DSL TEKNOLOJİLERİ

Doç.Dr. İbrahim ÖZCELİK

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

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

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği

---

---

---

---

---

---

---

### BÖLÜM7 KONU BAŞLIKları

- Giriş
- PSTN ve Çevirmeli Ağ (DIAL-UP) Bağlantısı
- ADSL
  - ADSL Modülasyon Teknikleri
  - ADSL Standartları / Çeşitleri
  - ADSL Erişimi ve Bağlantı Mimarisi
  - ADSL Kapısurelleme
- xDSL Teknolojileri
- Özeti
- Kaynaklar

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

336

---

---

---

---

---

---

---

## Giriş

- POTS (Plain old telephone service) standart telefon hizmetine (ses iletişime) karşılık gelir
- POTS ağı, aynı zamanda public switched telephone network (PSTN) olarak isimlendirilir.
- Sonrasında telefon hatlarından veri iletişim yapmak için çevirmeli ağ (dial-up) modemler geliştirilmiştir. Bu modemlerle erişilebilecek veri hızları 64 kbps ile sınırlıdır. Bu hızlar, internet bağlantısı için yeterli değildir.
- Ev kullanıcılarına daha hızlı internet erişimi sağlamak için DSL (Digital Subscriber Line – Sayısal Abone Hattı) teknolojisi geliştirilmiştir.
- Ayrıca, TV programlarının ev kullanıcılarına iletimi için geliştirilen Kablo TV ağları da hızlı internet erişimi için DSL teknolojilerine alternatif olarak sunulmaktadır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

337

---

---

---

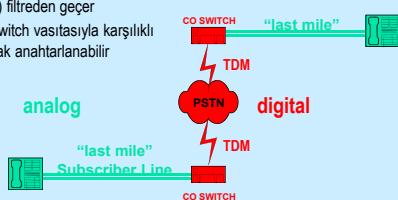
---

---

---

## PSTN ve Çevirmeli Ağ (Dial-Up) Bağlantısı

- Manuel PSTN, Analog Anahtarlamalı PSTN ve Sayısal PSTN şeklinde bir gelişim göstermiştir
- Abone hattından gelen sinyal, CO switch'e girdiğinde A/D dönüştürmeden önce 4 kHz'lik LP (alçak geçiren) filtreden geçer
- Birçok kanal switch vasıtasyyla karşılıklı bağlantı kurak anahtarlanabilir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

338

---

---

---

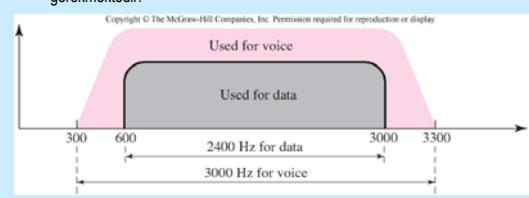
---

---

---

## PSTN ve Dial-Up Modem Frekans Spektrumu

- Geleneksel telefon hatları 300 Hz ile 3300 Hz arasında bir bandgenişliğine sahiptir. Bu aralık ses传递i için kullanılır.
- Telefon hatları üzerinden veri transferi yapılmak istendiğinde ise bandgenişliği 600 Hz ile 3000 Hz arasında olmaktadır. Bunun için bir modem kullanılması gerekmektedir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

339

---

---

---

---

---

---

### Çevirmeli Ağ Modem – Dial-Up Modem

Dial-Up modem, veri aktarımı için ses hatları üzerinden 600 Hz ile 3000 Hz arasındaki frekans bandını kullanarak modülasyon ve demodülasyon işlemlerini yapar.

- PC'deki sayısal veri modem vasıtasyyla analog sinyal haline dönüştürülür.
- Bu analog sinyal, TELCO (Telephone Company) anahtar cihazı içerisinde PCM (Darbe Kod Modülasyonu) vasıtasyyla PSTN ağ için tekrar sayısal hale getirilir.
- Diger tarafta tersi işlemler yapılarak iki uc düğüm arasında bir veri aktarımı yapılır.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Quantization noise limits

PCM

Modem

Telephone network

ISP server

A

Uploading, quantization noise

Inverse PCM

Modem

Telephone network

ISP server

A

Downloading, no quantization noise

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK ADSL ve DSL Teknolojileri 340

### Modem Standartları

ITU-T, telefon hatları üzerinden veri iletişimini için bir çok modem standarı yayımlamıştır.

| ITU-T standard                          | Mode       | Downlink          | Uplink       |
|-----------------------------------------|------------|-------------------|--------------|
| V.21 (FSK, 4 frequencies)               | duplex     | 300 Bit/s each    |              |
| V.22 (QPSK, 2 frequencies)              | duplex     | 1.200 Bit/s each  |              |
| V.22bis (16-QAM 4 phases, 2 amplitudes) | duplex     | 2.400 Bit/s each  |              |
| V.23 (FSK, more frequencies)            | halfduplex |                   | 1.200 Bit/s  |
| V.32 (32-QAM)                           | duplex     | 1.200 Bit/s       | 75 Bit/s     |
| V.32bis (128-QAM)                       | duplex     | 75 Bit/s          | 1.200 Bit/s  |
| V.34 (960-QAM)                          | duplex     | 9.600 Bit/s each  |              |
| V.34bis                                 | duplex     | 14.400 Bit/s each |              |
| V.90 (128-PAM)                          | duplex     | 28.800 Bit/s each |              |
|                                         |            | 33.600 Bit/s each |              |
|                                         |            | 56.000 Bit/s      | 33.600 Bit/s |

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK ADSL ve DSL Teknolojileri 341

### Modem Standartları – V.32 ve V.32bis

- V.32 ve V.32bis için constellation (takım yıldızı) diyagramları ve bandgenişlikleri yandaki şekillerde gösterilmiştir
- V.32 modeminde veri akışı 4 bitlik bloklara ayrılır ve her 4 bit de 1 bit hata denetimi eklenerek 5 bit gönderilir
  - V.32 modem'in simbol hızı (baud rate) 2400 baud/sn'dır ve 32-QAM teknigi ile kodlama yapar.
  - Veri hızı  $2400 \times 4 = 9600$  bps
- V.32bis modem 128 QAM kullanır. İşaret başına 7 veri biti ve 1 hata denetim biti kullanılır.
  - Sembol hızı = 2400 baud/s
  - Veri hızı =  $2400 \times 7 = 14.400$  bps

a. Constellation and bandwidth for V.32

b. Constellation and bandwidth for V.32bis

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK ADSL ve DSL Teknolojileri 342

## ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line

- Çok uzun yıllar telefon ağlarında 4 kHz'den yukarısı kullanılmıştı.
- Bu durum mevcut yerel çevrim kabloların 4 kHz üstü frekans spektrumunu daha etkin kullanmak ADSL teknolojilerini ortaya çıkarttı.
- ADSL günümüzde bakır telefon kabloları üzerinden 4 kHz'den 1.1 MHz arası bandgenişliğini yüksek hızlı veri servisleri için etkin bir şekilde kullanır.
- Bu frekans bandı POTS için kullanılan band ile örtüşmez böylece aynı anda hem telefon hem de internet hizmeti alınabilir.
- Asymmetric – bir yöndeki veri akışının diğer yöndekinden daha hızlı olmasıdır. Upstream'den daha hızlı bir downstream hızını tanımlar. Örnek 1024/256 kbps.
- Digital – Veri tamamen sayısaldır ve sadece uça yerel çevrim hattı üzerinden taşınabilecek için module edilir.
- Subscriber Line – Veri aboneye tek bir burulmuş çift bakır kablo çevrimi üzerinden taşınır.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

343

## ADSL Hız Karşılaştırması



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

344

## ADSL Mesafe – Hız Faktörleri

- Genelde DSL için tekrarlayıcı kullanmadan maksimum mesafe 5.5 km'dir.
- Telefon şirketinin ofisine olan mesafe azaldığında veri hızı artar.
- Daha uzun mesafeler için fiber optik kablo ile genişletilmiş bir DSL hattına sahip olmanız gereklidir.
- Adaptif (uyarlamalı) bir teknolojidir. Sistem abone hattının durumuna bağlı olarak uygun bir veri hızı kullanır.
- ADSL sinyali dolayısıyla hızı aşağıdaki faktörlerden etkilenir:
  - Yerel merkezden uzaklık,
  - Kablonun tipi ve kalınlığı,
  - Kablonaki ek sayısı ve çeşidi,
  - ADSL, ISDN ve ses harici sinyalleri taşıyan diğer kablolarla olan yakınlığı
  - Radyo vericilerine yakınlığı

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

345

## ADSL Modülasyon Teknikleri

- Modülasyon bilginin (yada sinyalin) bir elektronik veya optik taşıyıcı dalgaformu üzerine bindirilmesidir.
- ADSL sinyalinin modülasyonu için iki farklı standart vardır. Bunlar:
  - Carrierless Amplitude and Phase (CAP)
  - Discrete Multi-Tone (DMT)
- QAM her iki modülasyon çeşidinin temelidir. (Hatırlatma: QAM'de veri bitleri faz kayması ve genlik kombinasyonu bağlı olarak analog sinyale dönüştürülür ve sonra iletilir.)
- DMT modülasyonu, CAP modülasyonundan çok daha karmaşıktır
- CAP, DSL gerçeklemelerinde ilk kullanılan teknolojidir, fakat şu anda yaygın kullanılan metod DMT'dir.
- Bu modülasyon teknikleri sayısal bir sinyalin nasıl gönderileceğini ve hattan nasıl alınacağını belirler

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

346

---

---

---

---

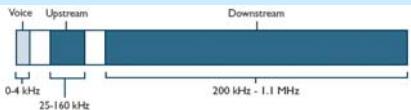
---

---

---

## CAP - Carrierless Amplitude and Phase

- Carrierless Amplitude/Phase modulation (CAP) - Taşıyıcısız Genlik ve Faz Modülasyonu QAM'in bir sürümünü tanımlar ve tek taşıyıcılı bir modülasyon teknigidir.
- CAP, sinyali iki farklı banda ayıran bir kodlama metodudur.
  - Upstream veri kanalı, kullanıcıdan servis sağlayıcıya doğru olan yönü tanımlar ve 25 ile 160 KHz'lık frekans bandını kullanır.
  - Downstream veri kanalı, servis sağlayıcıdan kullanıcıya doğru olan yönü tanımlar ve 200 KHz'den başlar ve hat uzunluğu ve hat gürültüsü gibi faktörlere bağlı olarak değişen bir noktaya kadar devam eder, fakat maksimum değeri 1.1 MHz'dır.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

347

---

---

---

---

---

---

---

## CAP - Carrierless Amplitude and Phase

- Bu modülasyonda downstream ve upstream için tek bir taşıyıcı frekansı kullanılarak modül edilir ve sonra telefon hattına verilir.
- Bu taşıyıcı herhangi bir bilgi içermez ve alıcıda yeniden oluşturulabilir.
- Taşıyıcı kendisini iletimden önce bastırır, yani CAP taşıyıcı frekansını filtreleyen bir sinyal üretir. Bundan dolayı bu metoda taşıyıcısız sifati kullanılır.
- Ses, Upstream ve Downstream kanalları, kanallar arası girişim (enterferans) olasılığını minimuma indirmek için birbirinden ayrılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

348

---

---

---

---

---

---

---

## DMT – Discrete Multi-Tone

- Discrete Multi-Tone (DMT) yaygın kullanılan ve çok taşıyıcılı bir modülasyon metodudur.
- DMT teknik spesifikasyonu ANSI T1.413 standarı ile tanımlanmıştır.
- Hem ITU 992.1 (G.dmt) ve ITU 992.2 (G.lite), veri iletimi için DMT modülasyonun bir büçümünü kullanır.
- Bir hat üzerinde yüksek hızda bir veri gönderebilmek amacıyla paralel olarak çalışan N tane göreceli düşük hızlı verici-alıcı (transceiver) kullanma fikri, DMT modülasyon çeşidini ortaya çıkartmıştır.
- N tane düşük hızlı bilgi akışı, birbirinden farklı N tane alt frekans bandı (alt kanallar, alt taşıyıcılar) kullanılarak ayrı tutulmuştur.
- DMT bu kanalları, Ayrık Hızlı Fourier Dönüşümü (Discrete Fast-Fourier Transform) olarak bilinen bir sayısal teknik kullanarak oluşturur.

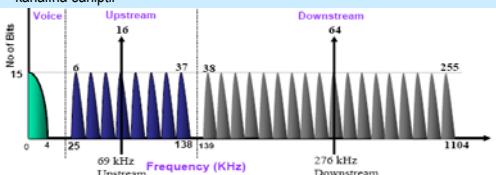
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

349

## ADSL DMT Frekans Spektrumu

- DMT, kullanılabilecek frekans aralığını her biri 4.3125kHz'lık 256 kanala ayırması için DSL sinyalini bölmeler
- İlk 6 taşıyıcı ses ve koruma bandı olarak kullanılır.
- DMT, 32 adet upstream frekans kanalı ve 218 adet downstream frekans kanalına sahiptir



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

350

## DMT Modülasyonunda SNR-Hız İlişkisi - 1

- DMT teknlığında gelen veri toplanır ve sonra birçok küçük farklı taşıyıcılar üzerinden dağıtilır.
- Bu taşıyıcıların her biri QAM modülasyonunun bir çeşidini kullanır (QPSK, 8-QAM, 64 QAM, vb.).
  - Modülasyon metodu sinyal kalitesine bağlıdır.
  - Yüksek frekans aralığındaki kanallar, genellikle düşük kalitede sahiptir (daha hızlı sinyal mesafeye bağlı olarak zayıflar)
  - 1 MHz'den daha yüksek frekanslar bozulmalardan daha fazla etkilenir
  - Her bir kanal uygun (optimum) bir modülasyon metodu kullanır
  - En kolay kullanım, her bir taşıyıcı üzerinde aynı metodun kullanılmasıdır.

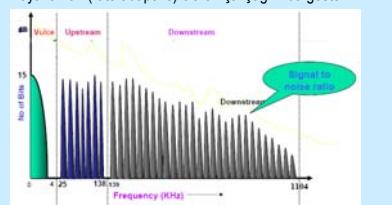
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

351

## DMT Modülasyonunda SNR-Hız İlişkisi - 2

- Her bir alt taşıyıcı, Sinyal Gürlü oranına (sinyal kalitesine) bağlı olarak kaç bit kullanılacağına karar verir. Bu değer maksimum 15 bit/Hz olabilir.
- Bir kanal içerisindeki simbol başına düşen bitlerin sayısının değiştirilmesi, DMT'nin hız-uyarlamalı (rate-adaptive) olarak çalıştığını da gösterir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

352

## DMT Downstream Bit ve Veri Hızı Hesabı

- 256.alt taşıyıcı downstream Nyquist freksansını, 64.alt taşıyıcı downstream pilot frekansını temsil eder. Bu altaşıcıılarda herhangi bir bilgi taşınmaz.
- Böylece 254 alt taşıyıcı üzerinden modülasyon desteği verilebilir. Her alt taşıyıcı üzerinden de maksimum 15 bit iletilebilir
- ADSL DMT simbol hızı 4000 baud (4000 simbol/sn)'dır.
- ADSL sisteminin maksimum teorik veri hızı =  $254 \times 15 \times 4000 = 15.24\text{Mbps}$ 'dir.
- Sistem mimarisindeki sınırlamalardan dolayı - özellikle maksimum izin verilen Reed-Solomon kod kelimesi boyutu - maksimum erişilebilir downstream veri hızı  $8.16\text{Mbps}$ 'dır.

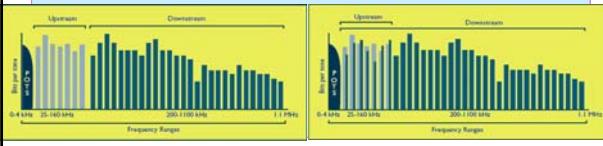
Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

353

## DMT Upstream Veri Hızı Hesabı

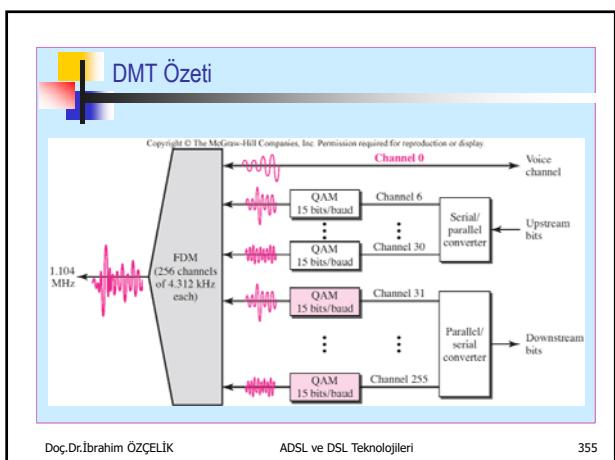
- 32.alt taşıyıcı upstream Nyquist freksansını, 16.alt taşıyıcı upstream pilot frekansını temsil eder. 30 alt taşıyıcı üzerinden modülasyon desteği verilebilir.
- ADSL sisteminin maksimum teorik veri hızı =  $30 \times 15 \times 4000 = 1.8\text{Mbps}$ 'dir.
- Sistem mimarisindeki sınırlamalardan dolayı, özellikle POTS splitter kesme (cut-off) freksansları ve kullanılan dublexing metodlarından (FDM (sol şekil) veya echo cancellation (sağ şekil)) dolayı, maksimum erişilebilir upstream veri hızı yaklaşık 1 Mbps civarındadır.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

354

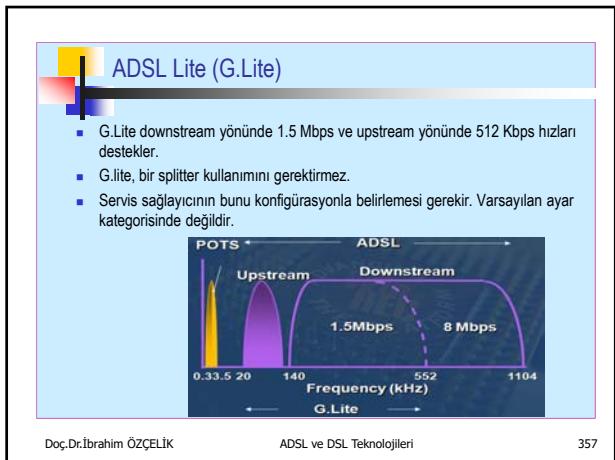


### ADSL Standartları / Çeşitleri

- İletim sırasında kullanılacak frekanslar bantları ITU-T, ANSI, ETSI gibi standart kuruluşlar tarafından belirlenir.

| Standart İsmi         | Yayın Kullanılan İsim | Downstream hızı | Upstream hızı |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| ITU G.992.1           | ADSL (G.DMT)          | 8 Mbit/s        | 1.0 Mbit/s    |
| ITU G.992.2           | ADSL Lite (G.Lite)    | 1.5 Mbit/s      | 0.5 Mbit/s    |
| ITU G.992.3/4         | ADSL2                 | 12 Mbit/s       | 1.0 Mbit/s    |
| ITU G.992.3/4 Annex J | ADSL2                 | 12 Mbit/s       | 3.5 Mbit/s    |
| ITU G.992.3/4 Annex L | RE-ADSL2              | 5 Mbit/s        | 0.8 Mbit/s    |
| ITU G.992.5           | ADSL2+                | 24 Mbit/s       | 1.0 Mbit/s    |
| ITU G.992.5 Annex L   | RE-ADSL2+             | 24 Mbit/s       | 1.0 Mbit/s    |

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK      ADSL ve DSL Teknolojileri      356



## ADSL2

- ADSL 2/2+, ADSL üzerinden yapılan geliştirmelerdir ve daha yüksek download hızı destekler.
- ADSL2, ADSL ile aynı bandgenişliğini kullanır, fakat download yönünde daha yüksek hız için veri sıkıştırma teknikleri kullanır.
- ADSL2, Ek J (Annex J) ile upstream frekans bandının son değerini 138 kHz'den 276 kHz'e taşımıştır. BUNDAN DOLAYI 3.5Mbps hızlara kadar upstream hızı elde edilebilir
- ADSL 2, hançiri girişimlerden (enterferans) dolayı SNR değişse bile iletişim kesilmeden hattı farklı hızlarda yeniden senkronize edebilir. Bu özellik ADSL'de mevcut değildir
- ADSL 2'da hiçbir iletişim yokken, uyku/güç koruma moduna girebilir ve veri iletimi başladığında otomatik olarak aktarım moduna (live mod) geri dönebilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

358

---

---

---

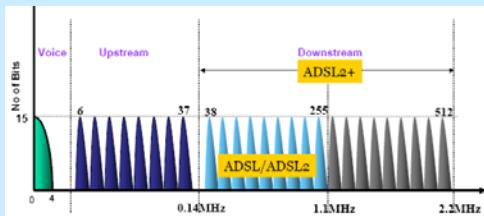
---

---

---

## ADSL2+ DMT Frekans Spektrumu

- ADSL2+, ADSL/ADSL2'nin downstream frekansını iki katına çıkartmıştır.
- BUNDAN DOLAYI downstream hızı 24 Mbps olmuştur.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

359

---

---

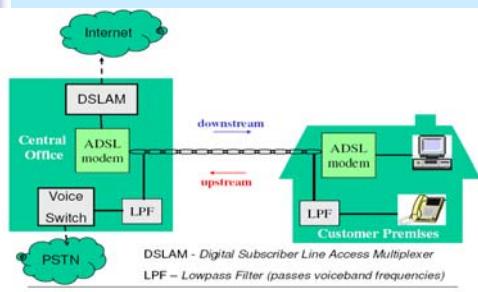
---

---

---

---

## ADSL Erişimi ve Bağlantı Mimarisi



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

360

---

---

---

---

---

---

## ADSL Bağlantı Mimarisi Bileşenleri

- Subscriber (DSL kullanıcısı): PC'ye, xDSL modeme ve bridge/router'a sahip olan abone (ADSL Transmission Unit-Remote -ATU-R)
- Network Access Provider – NAP – Ağ Erişim Sağlayıcısı:
  - Tüm aboneleri (yerel çevrimleri) yönetir ve kullanıcıları farklı servis sağlayıcılarına bağlar
  - DSLAM, BBRAS, Radius sunucusu ve CPE'den sorumludur
- Network Service Provider – NSP – Ağ Servis Sağlayıcısı:
  - Kullanıcıları internet'e çıkartmakla sorumludur. Aynı zamanda katma değerli servislerde sunabilir
  - Kenar (edge) yönlendiriciden sorumludur



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

361

## ADSL Bağlantı Mimarisi Bileşenleri

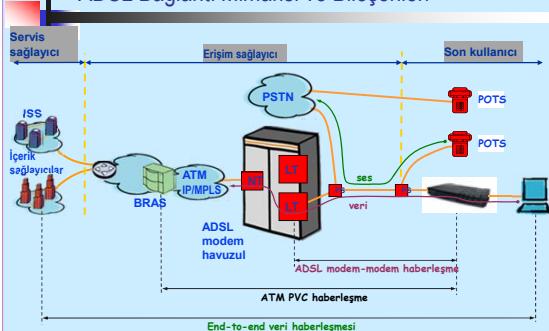
- NAP ve NSP aynı organizasyonun bölümü olabilirler
- xDSL modem: Abonenin trafğini ATM hücreleri ile kapsüller, sinyali modüle yada demodüle eder (ATU-R)
- Splitter : ADSL veri frekanslarından gelen analog ses ya da ISDN sinyalini ayıran elektronik alçak geçiren bir filtredir.
- DSL Access Multiplexer (DSLAM): Sinyali modüle ya da demodüle eder, ATM hatları üzerindeki trafiği toplar (birleştirir). ATU-C olarak da tanımlanır.
- Broadband Remote Access Concentrator (BBRAS): Abonenin ATM bağlantılarını sonlandırır, gelen bağlantıları yetkilendirir, abonenin PPP oturumlarını sonlandırır
- Radius Server: Abonenin konfigürasyon şablonlarını içerir
- Edge router: internet'e geçiş için kullanılır

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

362

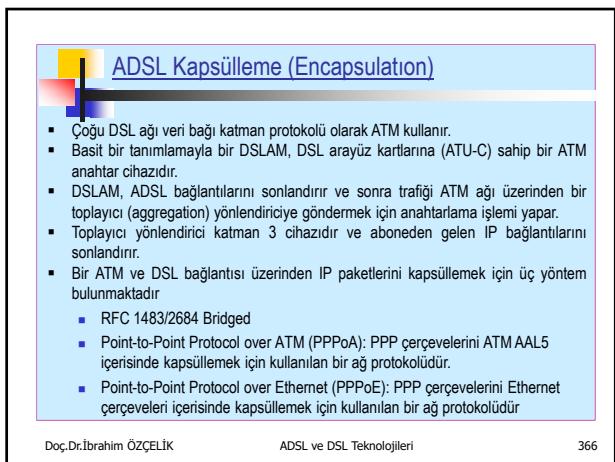
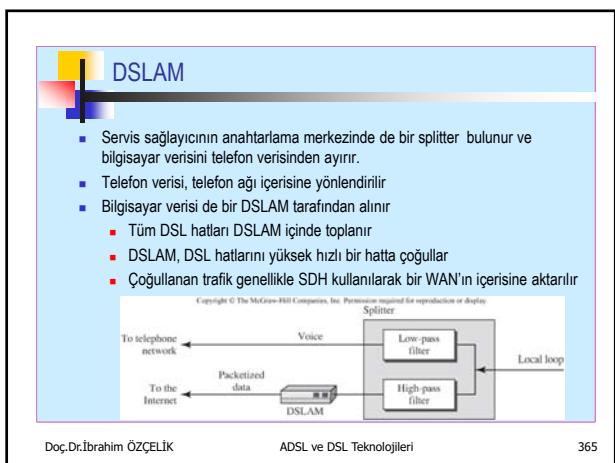
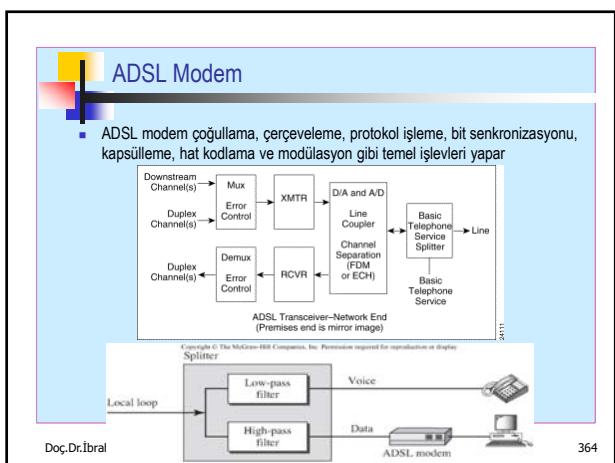
## ADSL Bağlantı Mimarisi ve Bileşenleri



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

363



## DSL Teknolojileri

- DSL (Digital Subscriber Line-Sayısal Abone Hattı), evlere ve iş yerlerine giden bakır telefon hatları üzerinden sayısal veri transferi sağlamaya yarayan bir teknoloji ailesidir.
- DSL servislerinde 128 kbps den 100 Mbps hızlara varan hız yelpazesi mevcuttur.
- Tüm DSL tipleri mesafe ve hızla sınırlıdır. Hız mesafeye ters orantılıdır
- DSL teknolojileri 3 grupta toplanır:
  - Simetrik DSL: Upstream ve downstream'de aynı veri hızlarında veri gönderir.
  - Asimetrik DSL: Downstream yönünde upstream yönünden daha hızlı veri gönderir
  - Simetrik ve Asimetrik DSL: Hem simetrik hem de asimetrik olarak veri gönderebilir

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

367

---

---

---

---

---

---

## Simetrik DSL Çeşitleri

| DSL Type                                                       | Maximum Downstream Data Rate      | Maximum Upstream Data Rate       | Maximum Wire Length (Approx.)                                       | Customer Applications                                                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Symmetric</b>                                               |                                   |                                  |                                                                     |                                                                                         |
| HDSL<br>High data rate<br>Digital Subscriber Line              | 1.544Mbps (T1)<br>2.048 Mbps (E1) | 1.544Mbps (T1)<br>2.048Mbps (E1) | 3.7km (12,000ft)<br>with two lines for T1 and three<br>lines for E1 | HDSL is for data only. It does<br>not allow telephone connection<br>over the same line. |
| SDSL<br>Symmetric Digital<br>Subscriber Line                   | 2.3Mbps                           | 2.3Mbps                          | 3km<br>(10,000ft.)                                                  | Individual subscriber premises<br>with a single telephone line.                         |
| SHDSL<br>Symmetric High bit<br>rate Digital<br>Subscriber Line | 2.3Mbps<br>(Single wire pair)     | 2.3Mbps<br>(Single wire pair)    | 3km<br>(9,800ft.)<br>at 2.3Mbps                                     | Business applications requiring<br>greater bandwidth in both<br>directions.             |
|                                                                | 4.6Mbps<br>(Two wire pairs)       | 4.6Mbps<br>(Two wire pairs)      | 5km<br>(16,400ft.)<br>at 2.3Mbps                                    |                                                                                         |

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

368

---

---

---

---

---

---

## VDSL Teknolojisi ve Frekans Spektrumu

- VDSL2 (Very High Speed Digital Subscriber Line 2) (Çok Yüksek Hızlı Sayısal Abone Hattı 2)
- VDSL hem simetrik hem de asimetrik veri iletim hizmeti sunar.
- VDSL2 hizmeti ile teorik olarak 100 Mbps hızını vermek mümkündür.
- VDSL2 hizmetini alabilmek için VDSL2 destekli modem alma gerekliliği vardır. Mevcut ADSL modemler ile kullanmak mümkün değildir.



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

369

---

---

---

---

---

---

## VDSL Teknolojisi Uygulamaları

- VDSL2, DSL ailesinin en yeni ve en avantajlı üyesidir. Triple Play denilen ses, görüntü ve veri uygulamalarının sunulması için tasarlanmıştır.
- VDSL teknolojisinin sağılmış olduğu yüksek hızlar ile
  - IPTV (internet televizyonu yayını)
  - HDTV (yüksek çözünürlükli televizyon yayını)
  - VoD (Video On Demand) (isteğe göre video izleme)
  - İnteraktif oyun oynaması
  - Interaktif oyamalara katılma
  - VoIP (ses görüşmeleri)gibi katma değerli hizmetler alınabilecektir.

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

370

---

---

---

---

---

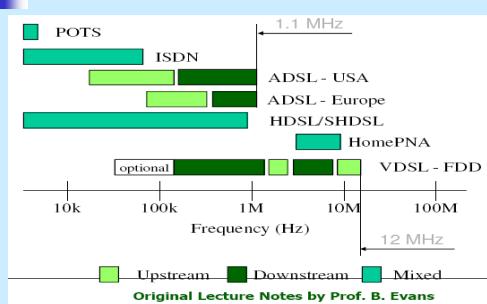
---

---

---

---

## xDSL Teknolojilerinin Spektral Uyumluluğu



Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

371

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ADSL ve VDSL Karşılaştırması

| Technology | Upstream capacity | Downstream capacity | Maximum distance | BW        | Tone spacing | Type                    | Standard |
|------------|-------------------|---------------------|------------------|-----------|--------------|-------------------------|----------|
| ADSL       | 640 Kb/s          | 8 Mb/s              | 6 km             | 1.104 MHz | 4.3125 kHz   | asymmetric              | G.992.1  |
| ADSL2      | 1 Mb/s            | 12 Mb/s             | 3 km             | 1.104 MHz | 4.3125 kHz   | asymmetric              | G.992.3  |
| ADSL 2+    | 1 Mb/s            | 24 Mb/s             | 4.3 km           | 2.208 MHz | 4.3125 kHz   | asymmetric              | G.992.5  |
| VDSL       | 15 Mb/s           | 55 Mb/s             | 1.3 km           | 12 MHz    | 4.3125 kHz   | asymmetric or symmetric | G.993.1  |
| VDSL 2     | 100 Mb/s          | 100 Mb/s            | 0.6 km           | 30 MHz    | 8.625 kHz    | asymmetric or symmetric | G.993.2  |

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

372

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Özet

- ADSL, ev kullanıcıları için tasarlanmıştır. Ticari kullanımlar için uygun değildir.
- ADSL, dünyanın hemen hemen her bölgesinde kullanılan ve %60 market payıyla dünyada 1. genişband erişim teknolojisidir.
- ADSL, buralıms çift telefon hattında POTS hizmeti ile beraber çalışır
- ADSL iki çeşit modülasyon teknigi kullanır: tek taşıyıcı CAP, çok taşıyıcı DMT
- ADSL asimetrik veri hızlarına sahiptir. Downstream hızı daha büyütür.
- Bir ATM ve DSL bağlantıları üzerinden IP paketlerini kapsülemeenin üç çeşidi vardır: RFC 1483/2684 Bridged, PPP over Ethernet (PPPoE), PPP over ATM (PPPoA).

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

373

---

---

---

---

---

---

---

## Bölüm7 İçin Ek Okuma ve Kaynaklar

- Forouzan, Data Communication and Networking, Fourth Edition, The McGraw-Hill Companies
  - Chapter 9 Using Telephone and Cable Networks for Data Transmission
- Cisco Teleworker Connectivity, ISCW Module 2 Lesson 2: <http://xn--cisconet-b5a.dk/CCNP/CCNP%20ISCW/Power%20Points/ISCW%20Module%202.ppt>
- Cisco Technology Support İnternet Sitesi:  
[http://www.cisco.com/en/US/tech/tk175/tk15/tsd\\_technology\\_support\\_protocol\\_home.html](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk175/tk15/tsd_technology_support_protocol_home.html)
- ADSL Tutorial:  
[http://www.iol.unh.edu/services/testing/dsl/training/ADSL\\_Tutorial.pdf](http://www.iol.unh.edu/services/testing/dsl/training/ADSL_Tutorial.pdf)

Doç.Dr.İbrahim ÖZCELİK

ADSL ve DSL Teknolojileri

374

---

---

---

---

---

---

---