

## Değişim parametreleri

Doğruluk (Kesin)

Zaman (Daha Hızlı)

Boyut (Daha Büyük)

Erişilebilirlik (daha kolay).

## Hat konfigürasyonu

Point to Point (Noktadan noktaya)

Multipoint (İkiden daha fazla hattı taşır)

## TEMEL TOPOLİJİLER

### Yol Topoloji

**Faydası:** anahtarlama gerektirmez.

**Mahsuru:** hattın bir yerinde oluşacak arıza bütün haberleşmeyi durdurur.

**İletim ortamı:** kalın koaksiyel, ince koaksiyel, utp

**Protokol:** 802.3-Ethernet, 802.4-token BUS

### Yıldız Topolojisi

**Faydası:** Bir uç birim hattının arızalanması diğerlerinin iletişimine engel olmaz

**Mahsuru:** merkezi cihaza bağımlılık.

**İletim ortamı:** UTP, F/O

**Protokol:** 802.3-Ethernet, ATM

### Halka Topolojisi

**Faydası:** yoğun iletişim ortamında dahi başarımlı yüksektir

**Mahsuru:** hatta yeni uc birim eklemek zahmetlidir.

**İletim ortamı:** UTP, F/O

**Protokol:** 802.5 Token Ring, FDDI

## İletim Modları

### Simplex (Tek Yön)

**Half Duplex** (her iki yönde fakat bir anda sadece tek yönde çalışır)

**Full Duplex** (aynı anda her iki yönde)

## Coğrafi yapılarına göre ağ kategorileri

**BAN** Vücut alan ağı

(IEEE 802.15.3 - 1Metre)

**PAN** Kişisel alan ağı

(Bluetooth - 10 Metre)

**LAN** Yerel alan ağı

(Ethernet, IEEE 802.11, Token Ring, Token Bus, FDDI, ATM - 500 Metre)

**MAN** Şehirler arası ağı

(IEEE 802.16, DSL erişimi - 3.25 Metre)

**WAN** Geniş alan ağı

(Mesafe sınır yok, kiralık telefon hatları, x25 frame relay, ISDN, ATM, GSM, TCP/IP—10 Km den daha büyük)

## OSI

**7. Uygulama katmanı:** Uygulamalara ağ servisleri sunar.

**6. Sunum katmanı:** Alıcı sistem tarafından verinin okunabilir olmasını garanti altına alır, syntax ve semantic özelliklerini belirler.

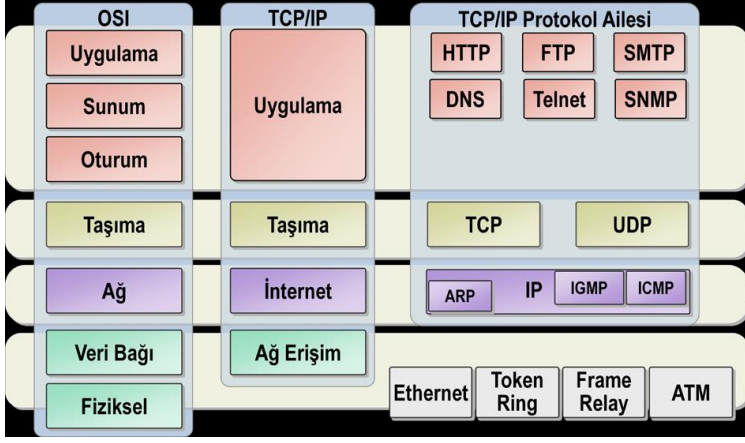
**5. Oturum katmanı:** Uygulamalar arasında oturum kurar, yönetir ve sonlandırır.

**4. Taşıma katmanı:** Uç birimler arasındaki taşıma işlerini kotarır.

**3. Ağ katmanı:** Kaynak ve hedef arasında en uygun yolu belirler.

**2. Veri bağı katmanı:** İletim ortamına erişim sağlar.

**1. Fiziksel katman:** Uygulama katmanından veri bağı katmanına kadar oluşan tüm çerçeve yapısı ikilik formattadır. İkili sayılar elektriksel gerilim ya da elektromanyetik dalga haline dönüştürülerek fiziksel bir iletim ortamı üzerinden kablo ve konektörler vasıtasıyla aktarılır.



- Koaksiyel kablo, analog telefon ağlarında kullanılır (bir coax kablo 10.000 ses sinyali taşır).
- Sayısal telefon ağlarında kullanılır bir coax kablo 600 Mbps sayısal veri taşır).
- Kablo TV ağlarında coax kablo (RG-59) kullanılır.
- Ethernet ağlarda kullanılır (10Ba-s2e ve thin ethernet RG-58 kullanır (10Mbps, 185m), 10Base-5 ve thick ethernet RG-11 kullanır (10Mbps, 5.000m)).

### 3.5 FREKANS SPEKTRUMU VE BANDGENİŞLİĞİ

Örnek bandgenişliği

**Speech (Konuşma) bandgenişliği** 100Hz - 7kHz

**Telefon bandgenişliği** 300Hz - 3400Hz

**Video bandgenişliği** 4MHz

### 3.6 SAYISAL SİNYAL İLETİMİ

Sayısal sinyal iletimi **baseband (temelband)** veya **broadband (genişband)** modülasyon tekniklerinden biri kullanılarak yapılabilir.

Baseband iletimde sayısal sinyal analog sinyale çevrilmeden gönderilir. Bu işlem, baseband modülasyonu ya da hat kodlama olarak tanımlanır.

#### Baseband (Temelband) İletimi:

Baseband iletimde **low-pass (alçak geçiren)** bir iletişim kanalı kullanılır. İletim ortamı sadece bir kanal oluşturur.

#### 4.4.1 Kablolu (Kılavuzlu) İletim Ortamları

Dalgalar katı bir ortam boyunca hareket eder. Üç çeşit kablolu iletim ortamı vardır:

##### 1. Eş Eksenli (koaksiyel) Kablo

- Analog ve Sayısal sinyallerin iletimlerinde kullanılır.

Koaksiyel kablo merkezde bir iletken bulundurur

- Burulmuş çift kablodan daha yüksek frekans aralığındaki sinyalleri taşır.

## 2. Burulmuş Çift Kablo

### • Avantaj ve Dezavantajları

Çok yaygın olarak kullanılan bir iletim ortamıdır ve burulmuş bir kablo yapısındadır. Telefon hatlarında ses ve veri iletişimiinde ve yerel alan ağ bağlantıları (10Base-T, 100Base-Tx, 1000Base-T) kullanılır.

- Diğer iletim ortamlarına göre ucuz
- Çalışılması kolay
- Kısa mesafe

### • İletim Karakteristikleri

- Analog ve Sayısal sinyallerin iletiminde kullanılabilir
- Mesafeye uzatmak için yükselteç ya da tekrarlayıcı kullanılır
- Gürültü büküm içerisindeki kabloları aynı oranda etkiler. Alıcı iki tel arasındaki farkı değerlendirir.

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

## 3. Fiber Optik Kablo:

Işığın iletimi esası üzerine dayalıdır. Daha yüksek iletim hızları sağlar. Boyut ve ağırlık diğer kablolu iletim ortamlarına göre çok azdır. Zayıflama daha azdır ve daha uzak tekrarlayıcı mesafesi sağlar.

### • İletim karakteristikleri

- Diğer iletim ortamlarına göre çok yüksek frekansa sahiptir - 1014 to 1015 Hz
- Cam ya da plastikten yapılırlar

### • Fiber optik kablo Kullanım Alanları

- Geniş bant genişliğinden dolayı backbone ağlarda kullanılır.

- WDM ile 1600 Gbps(1,6 Tbps) hızında iletişim yapılabilir.

- SONET(Synchronous Optical NETwork) ağlarda kullanılır.

- Yerel alan ağlarında (100Base-FX ve 1000Base-X) fiber optik kablo kullanılır

#### • Fiber optik kablo – avantajları

- Yüksek bantgenişliği

- Düşük sinyal attenuation

- Elektromanyetik gürültüden etkilenmez

- Korozyona karşı daha dirençlidir.

- Ağırlığı hafiftir.

- Bağlantı noktalarında, bakır kablolardaki gibi anten etkisi oluşturmaz.

#### • Fiber optik kablo – dezavantajları

- Kurulum ve işletim için uzman personel gerekir.

- Işık tek yönlüdür, iki yönlü iletişim için iki fiber optik kablo gerekir.

- Maliyet yüksektir.

#### Kablosuz sinyallerin frekans spektrumları aşağıdaki gibidir:

##### • Radyo Dalga Frekans Aralığı: 3 kHz - 1 GHz

- Çok yönlü uygulamalar için uygundur

##### • Mikrodalga Frekans Aralığı: 1 GHz - 300 GHz

- Tekyönlü ışınlar mümkündür

- Noktadan noktaya iletişim için uygundur

##### • Infrared Frekans Aralığı: $3 \times 10^{11}$ - $4 \times 10^{14}$

- Kısıtlı alan içerisinde noktadan noktaya ve çoklu nokta uygulamalar için kullanılışıdır

#### Kablosuz iletişim ortamları, iletişim bozulmaları bölümünde (4.1) anılan bozulma çeşitlerine ek olarak bozulmalara maruz kalabilir. Bunları çeşitleri aşağıda sıralanmıştır:

• Serbest Uzay Kaybolması – Free Space Loss

• Atmosferik Emme – Atmosphere Absorbe

• Çoklu Yol - Multipath

• Kırılma – Refraction

#### Klavuzsuz (Kablosuz) İletim ortamları

- Kablosuz iletişim için konfigürasyonlar

- tek yönlü sinyal gönderme (directional)

- çok yönlü sinyal gönderme (omnidirectional)

- Kılavuzlanmamış iletişim ortamları

- Radyo iletişimi

- Radyo Dalga

- Mikrodalga

- Karasal mikrodalga

- Uydu mikrodalga

- infrared

#### Kablosuz ortamda sinyaller

##### - Yer Dalgası Yayılımı

2 MHz'e kadar sinyallerin bu şekilde yayım gösterirler.

##### - Gök Dalgası Yayılımı

Sinyal atmosferin en üst katmanı olan iyonosferden dünyaya geri yansıtılır.

AM radyo, navigasyon cihazları, deniz ve hava haberleşme

##### - Görüş Açısı Yayılımı

30 Mhz'nin üzerindeki tüm frekanslarda 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 yansıtılır.

- **Yer iletişimi:** Antenlerin birbirlerinin efektif alanı içerisinde olması gerekmektedir.

**Radyo dalga iletimi:** radyo yayını ile mikrodalga iletimi arasındaki temel fark, radyo yayının çok yönlü ve mikrodalga iletiminin ise tek yönlü olmasıdır.

**Hücresel yapı:** Daha geniş bir kapsama alanı veya daha fazla kullanıcı gerektiren uygulamalar için çok sayıda ana istasyon kullanılması gerekir.

Her bir ana istasyon komşularından farklı frekans bandı kullanır, fakat, bu frekans bandları her ana istasyonun kapsama alanının sınırlı olması nedeniyle ağın diğer kısımlarında tekrar kullanılabilir.

### **Mikrodalga iletimi:**

- Elektromanyetik spektrumun (1GHz- 300Ghz) önemli bir kısmını kapsar.

- Band genişliğinin büyük olması nedeniyle bilgiyi gönderim hızı yüksektir.

- Alıcı 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 ışıarete zayıflamaya neden olur.

### **Karasal (terrestrial) mikrodalga iletimi**

- Hem ses hem de televizyon iletiminde kullanılır.

- Son zamanlarda binalar arasında kısa mesafeli noktadan noktaya hatlar arasındaki iletişim için de kullanılmaya başlanmıştır.

### **Uydu Mikrodalga iletimi**

- Bir iletişim uydusu bir mikrodalga aktarma istasyonudur.

- İki veya daha fazla yerüstü mikrodalga verici / alıcıları bağlamak için kullanılır.

- Uydu bir frekans üzerinden alır, sinyali yükseltir veya tekrar ve daha sonra diğer bir frekans üzerinden gönderir.

- Tek bir yörüngeye sahip olan uydu, birçok frekans bandı (transponder kanal) üzerinden çalışır.

- Televizyon yayını, uzun mesafeli telefon iletimi, özel ticari ağlar gibi uygulamalarda kullanılır.

### **Infrared (kızılötesi) iletimi**

- 300 GHz – 400 Thz arasında frekans bandlarına sahiptir.

- Alıcı ile verici cihaz arasında açık görüş hattının bulunduğu ortamlarda ve kısa mesafeler için çok uygundur.

- İki tür var:

1. Görüş hattı
2. Yansıma

- Infrared ve Mikrodalga arasındaki önemli bir fark, kızılötesi sinyalleri duvarlar tarafından bloke edilir. Böylece mikrodalga iletiminde karşılaşılan güvenlik ve girişim problemleri ile karşılaşmaz.

### **Kablosuz iletim bozulmaları**

- Serbest Uzay Kaybolması

- Atmosferik Emme

- Çoklu yol

- Kırılma

### **Serbest Uzay Kaybolması**

- Bozulma ve diğer bozulma kaynaklarının hiçbirinin olmadığı varsayılrsa bile, sinyalin daha geniş bir alan içerisinde yayılmasından dolayı, iletilen bir sinyal mesafe ile birlikte zayıflar. Zayıflamanın bu biçimi serbest uzay kaybolması olarak bilinir.

- Serbest uzay kaybolması anten tarafından yayılan gücün alınan güce oranını logaritma 10 tabanına göre desibel olarak ifade edilmesidir.

### **Atmosferik Emme**

- 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 çıkarken, 30 GHz’in altındaki frekanslarda fazla etkisi yoktur.

### **Çoklu Yol**

- Engeller sinyalleri geri yansıttığından dolayı, sinyallerin farklı gecikmelere sahip birçok kopyası alınır.

### **Kırılma**

- Elektromanyetik dalganın hızı iletim ortamının yoğunluğunun bir fonksiyonudur. (Boşluk içerisinde  $3 \times 10^8$  m/s, diğer durumlarda daha az)

## Multilevel kodlama yöntemleri

- 2B1Q, 8B6T, 4D, 4D-PAM5 yöntemleri, multilevel kodlama yöntemleri içerisinde yer alır.
- İkili veri sadece 0 ve 1 değerlerine sahip olacağından m adet veriyi  $2^m$  farklı sinyalle gösterebiliriz.

### 2B1Q (Two-Binary-One-Quaternary)

- 2B1Q, DSL teknolojilerinde (IDSL, HDSL, SDSL) hat kodlama tekniği olarak kullanılmaktadır.

### 8B6T (Eight-binary-six-ternary)

- Sinyallerin bir kısmı senkronizasyon ve hata denetimi için kullanılır.
- 100Base-T4 ethernet çeşidinde 8B6T kodlama yöntemi kullanılır.

### 4D-PAM5

- Gigabit-LAN ağlarında kullanılır.

## Blok kodlama

- 4B/5B'de orijinal bitler 4-bit gruplara ayrılır ve her 4 bitin yerine bitlik karşılıkları yazılır.

### 4B/5B Blok kodlama

- Alıcı taraf, NRZ-I ile bitleri algılar, scrambling varsa elimine edilir, sonra fazlalık olan 1 bit atılır.
- 4B/5b bit hızını 1.25 Mbps olarak aktarır.
- NRZ-I kodlama N/2 bantgenişliği gerektirdiğinden 625 Khz gerekir.
- Manchester kodlama 1 MHz bant genişliği gerektirir.
- 4B/5B blok kodlama yöntemi FDDI ve 100BaseTx Ethernet çeşidinde kullanılır.

Kategori	Şema	Bant genişliği	Karakteristik
Unipolar	NRZ	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yoktur</li><li>• DC bileşen vardır</li></ul>
Polar	NRZ-L	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uzun 1 ve 0 larda senkronizasyon yoktur</li><li>• DC bileşen vardır</li></ul>
	NRZ-I	$BW = N/2$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uzun 0 larda 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>
Multilevel	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>
Multiline	MLT-3	$BW = N/3$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uzun 0 lar için senkronizasyon yoktur</li></ul>

## Analog Sinyal, Sayısal Sinyal

- Analog sinyalden sayısal bir sinyal haline dönüşüm bir codec ile yapılır
- Kullanılan Modülasyon Teknikleri
  - Darbe Kod Modülasyonu ve Delta Modülasyonu

### Darbe Kod Modülasyonu

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

## Örnekleme

Darbe kod modülasyonunun ilk aşamasıdır.

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

### Örnekleme hızı

İnsan sesi normal olarak 0'dan 4000 Hz'e kadar frekansları içerir (telefon hatları dikkate alınarak.)

### Sayısallaştırma (Kuantalama)

- Darbe kod modülasyonunun ikinci aşamasıdır
- Her bir analog örneğe, ikili bir koda tahsis edilir.
  - Analog örnekler, darbe genlik modülasyonu (PAM) örnekleri olarak elde edilir.

### Kodlama (Encoding)

Sayısal sinyal, bir PCM darbesinin genliğini tanımlayan n bit uzunluğunda sayısal veri bloğuna kodlanır.

### Seri iletişim tekniği

- Gönderilecek bilginin tek bir iletim yolu üzerinden sıra ile aktarıldığı iletim şeklidir.
- Sayısal formattaki bilginin aktarım hızı, "baud" birimiyle ölçülür.
- PC'lerdeki seri portlar, seri iletişim tekniğini kullanırlar.

### Asenkron Seri İletişim Tekniği

- Gönderici ve alıcı birbirinden bağımsız hareket eder

- Gönderilecek bilgi “karakter” adı verilen bloklara ayrılır. Sonra iletim ortamına seri olarak verilir.
- Bir blokta genellikle 7 yada 8 bit bulunur.
- Her veri bloğu başla bitiyle başlar ve dur biti ile sonlar. Alıcı bu bitler vasıtasıyla gelen veriyi anlar/yakalar

### Senkron Seri İletişim Tekniği

- Gönderi, saat işaretini modüle ederek alıcıya gönderir. Alıcı, vericinin gönderdiği işaret dizisini kullanarak (uygun devreler yardımıyla) vericinin frekansı ile eşit frekanslı bir senkronizasyon işareti elde eder.
- Senkronizasyon işlemi için modülasyon gerektirmeyen ikinci bir yol, verici ve alıcı arasında bulunan bir hat üzerinden saat işaretinin gönderilmesidir.
- Uzunluğu kullanılan protokole göre değişen bilgi bit katarına ön ve son ekler konularak alıcının bilginin başlangıç ve sonunu belirlemesi sağlanır. (Eklenen ön ve son eklerin uzunlukları, kullanılan protokole bağımlı olarak belirlenir\*)

### Isenkron Seri İletişim Tekniği

- uç sistemlerin birbirleriyle olan haberleşme gereksinimi periyodik olarak karşılanır.
- sabit hızda verinin iletimi sağlanır.
- bu tür iletişim özellikle gerçek zamanlı ses video aktarım uygulamalarında yada kritik veri transferi gerektiren endüstriyel otomasyon/kontrol sistemlerinde kullanılır.

### Paralel İletişim Tekniği

- gönderilecek bilginin her bir bitinin ayrı bir iletim yolundan aktarıldığı iletim şeklidir.
- Aktarma anında, vericinin yola bilgi bitleri çıkardığını belirtmek için vericiden alıcıya veri hazır (data ready) ve alıcıdan vericiye veri alabileceğini belirten istek belirtme (request) hatlarına gereksinim vardır.
- Maliyetlidir ve genellikle birbirine yakın cihazlar arasında kullanılır.
- PC’lerdeki paralel portlar, paralel iletişim tekniğini kullanırlar.

### Analog İletim ile Alakalı Temel Kavramlar

**bit hızı:** saniyede transfer edilen bit sayısı, gönderme zamanı

**baud hızı:** her saniyedeki işaretin sayısı

Sayısal iletimde:  $\frac{1}{2} \times N \times 1/r$

Analog iletimde:  $N \times 1/r$

Taşıyıcı sinyal (taşıyıcı frekans)

- bilginin iletimi için yüksek frekans kullanılır.
- gönderici ve alıcı aynı frekans üzerinden anlaşır
- sayısal veri taşıyıcı karakteristiklerini değiştirerek taşıyıcı üzerinden (kaydırmalı kaydedici) modüle edilir.

Taşıyıcı sinyalinin 3 karakteristiği

Genlik, Frekans, Faz

### Sayısal Veri, Analog Sinyal

- genel telefon sistemi bu dönüşüme bir en temel bir örnektir.
- bilgisayar verisi modem vasıtasıyla analog sinyal haline dönüştürülüp telefon hattı üzerinden gönderilir.

### Sayısal Veriden Analog Sinyale Kodlama Yöntemleri

ASK, FSK, PSK, QAM

#### ASK – Amplitude Shift Keying

- taşıyıcı sinyalin genliği değiştirilir
- genellikle taşıyıcının varlığı ve yokluğu ifade edilir. (on-off keying)
- genlik seviyesi de oluşturabilir.

#### FSK – Frequency Shift Keying

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

#### PSK – Phase Shift Keying

- taşıyıcı sinyalin fazı değiştirilir
- Binary PSK’da denir.
- PSK sadece bi tane taşıyıcı frekans gerektirir, FSK seviye sayısı kadar gerektirir.

#### Takımyıldızı (constellation) diyagramı

- Sinyalin genlik ve faz değerlerini göstermek için kullanılır.

- ASK, PSK ve QAM için kullanılır. Her nokta faz ve genlik değerlerini gösterir.
- Bir sinyalle iki bit gönderilir.
- Her iki bit'e iki ayrı multiplier tarafından işlem yapılır.

### 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.

### 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

### Çoğullama

- İletim ortamının kapasitesi tek bir sinyalin iletimi için gerekli olan kapasiteden genellikle büyüktür.
- Çoğullama, birden fazla sinyalin tek bir iletim ortamı üzerinden tek bir sinyal halinde birleştirilerek taşınmasını tanımlar.
- Yüksek hızlı telekomünikasyon hatlarının (Koaksiyel, fiber optik) etkili kullanımı için bazı çoğullama teknikleri kullanılır.

### Çoğullama Teknikleri

- Çoğullama teknikleri, birden fazla kullanıcının aynı ortamı birbirlerini etkilemeden nasıl paylaşacaklarını belirler.
- Çoğullama iletim ortamının kapasitesini farklı iletim kaynaklarına paylaştırmaya izin veren bir kavramdır ve üç çeşit kullanımı vardır:
  - Frekans Bölmeli Çoğullama (FDM)
  - Zaman Bölmeli Çoğullama (TDM)
  - Kod Bölmeli Çoğullama (CDM)

### Frekans Bölmeli Çoğullama

- iletişim kanallarında frekans paylaşımını öngörmektedir. Her bir sinyal farklı bir taşıyıcı frekansı ile modüle edilir.
- Her sinyalin iletimi için farklı bir frekans bandı kullanılarak sinyallerin birbirine karışması önlenirken (koruma bandları ile birlikte), aynı zamanda birden fazla analog sinyalin birleştirilerek aynı kanaldan iletilmesini de mümkün kılınmaktadır.
- Veri olmasa bile kanal tahsis edilir.
- FDM analog işaretlerin çoğullanmasında kullanılır. Örnek: Radyo ve TV yayınları.

### Frekans Bölmeli Çoğullama Diyagramı

- belirli sayıdaki frekans bandına bölünerek, kullanıcıların iletim ihtiyacına göre frekans bantları atanmaktadır.
- Her bir çağrı için frekansı ayrı bir taşıyıcı işaret bulunacaktır.
- Frekans bantları kullanıcı ihtiyacına göre genelde uzun süreli veya kalıcı olarak ayrılmaktadır.

### FDM Sistemi – Verici ve Modüle Edilen Sinyal

- Her bir sinyalin gerekli frekans bandına taşınabilmesi için ilk önce ayrı ayrı taşıyıcı frekanslarla modüle edilmesi, sonra da modüle edilen sinyalleri birleştirmek için de çoğullama cihazlarının (multiplexer) kullanılması gerekir

### FDM Sistemi - Alıcı

- Her alıcı kendisine gönderilen sinyalin hangi frekans bandından geleceğini bilmesi gerekir. Bu, hangi frekansları geçireceği belli olan bant geçiren filtre ile sağlanır. Band geçiren bir filtre, ilgilendiği işareti diğer işaretlerden ayırıştırır.

- Filtreleme işleminin ardından demodülasyon işlemi ile orijinal sinyal geri elde edilir.

--- Uydu kanalı (1MHz) Analogtur.

### Dalga Uzunluğu Bölmeli Çoğullama (Wavelength Division Modulation)

- WDM, fiber optik kablonun yüksek bant genişliğini kullanmak için tasarlanmıştır.



- WDM, optik sinyalleri birleştiren bir multiplexing tekniğidir.

- Işığın her bir rengi (dalga uzunluğu) ayrı veri kanalı üzerinden taşınır.

### WDM Çalışma Prensipleri

- FDM'e benzer, fakat daha yüksek frekanslara sahiptir. Çoğu 1550 nm dalga uzunluğu aralığında (~194 THz)

- Birçok kaynaktan farklı frekanslarda laser ışını üretilir

- Çoğullayıcı kaynakları tek bir fiber üzerinden iletim için birleştirir.

- Optik yükselteçler tüm dalga uzunluklarını güçlendirir (tipik olarak 10km uzağa gidebilecek şekilde)

- Demux hedefte kanalları ayırıştırır

- WDM'de her kanal için 50 GHz

- Dense WDM – yaklaşık 200 GHz

### Senkron TDM-1

- Zaman aralıkları kaynaklara önceden tahsis edilir ve sabittir

- Veri olmasa bile zaman aralıkları tahsis edilir

- Zaman aralıkları kaynaklar arasında bir girişim oluşturmaz.

- TDM'de frekans bandında bir çoğullama yapılmamakta, her işaret için mevcut frekans spektrumunun tamamı kullanıma sunulmaktadır.

- İşaretlerin TDM ile çoğullanması sırasında zaman uzayında bir çakışma olmaması için işaretlerin örnekleme frekanslarının birbirine eşit veya birbirinin tamsayı katı olması gerektirir.

### Senkron TDM Çerçevesi

- 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.

### Senkron TDM Sistemi – Verici ve Alıcı

- TDM, switch cihazları kullanılarak gerçekleştirilir. Bu cihazlar arasında da bir senkronizasyon gerekir.

### TDM Senkronizasyonu

- Multiplexer ve demultiplexer arasında frame bazında senkronizasyon yapılmalıdır.

- Her çerçevenin başına senkronizasyon bitleri konur (framing bits).

- Genellikle her çerçeve başına 1 ve 0 değişimi yapan 1 bit konur.

- Kaynakların gönderecek verisi olmayabilir. Bu durumda kaynak için atanan zaman aralığı boş kalır. Diğer kaynaklar kullanamaz.

### Asenkron TDM

- Senkron TDM'de bir çok zaman aralığı (slot) kullanılamamaktadır.

- İstatistiksel TDM'de veri ile birlikte adres bilgisi de gönderilir. Bundan dolayı senkronizasyon bitlerine ihtiyaç yoktur.

### Dar (Narrow) Band Tekniği

- RF sinyallerinin mümkün olan en dar frekans aralığında gönderilmesi ve alınması esasına dayanır.

- Veri hızı düşük fakat iletişim mesafesi uzundur. Sistem enterferansa duyarlıdır.

- Her kullanıcının farklı frekans kanalı kullanması gerekir.

- Aksi durumda enterferans oluşur ve iletişimde bozulma veya kesilme meydana gelir.

- Dar bant tekniği ile kıt kaynak olan frekans spektrumu verimli kullanılamaz.

- WLAN sistemlerinde kullanılmamaktadır.

- TV ve AM/FM Radyo örnek olarak verilebilir.

### Yayıllı Spektrum

- İlk olarak kritik, güvenli ve gizli askeri haberleşme sistemleri için yaklaşık 50 yıl önce geliştirilmiş bir geniş bant kablosuz RF iletişim tekniğidir.

- Şu anda; WLAN sistemlerinde yaygın olarak FHSS ve DSSS olmak üzere iki teknik kullanılmaktadır. Her iki teknik için, 2.4 GHz frekans bandında 2400 MHz - 2483,5 MHz frekans aralığı ve 83.5 MHz bant genişliği kullanılmaktadır.



- Güvenlik dikkate alınarak, hem izinsiz erişimi hem de veri çalınmasını önlemek için veri kodlama metodu kullanılmaktadır

### Frekans Genlik Görünümü

- Farklı türdeki gürültü ve çoklu yol bozulmalarına bağışıklık.

-Sinyallerin gizlenmesi ve kriptolanması için kullanılabilir.

- Farklı kullanıcılar daha az girişimle aynı değere sahip daha yüksek bandgenişliğini bağımsız olarak kullanabilirler.

### Yayılı Spektrumun Genel Mimarisi

- Dar bandgenişlikli analog sinyal üretilir.

### Yalancı Rasgele Sayılar

Pseudo-random kavramı: Bu sistemle yollanan işaret yabancılar tarafından rastgele, hiçbir değeri olmayan bir gürültüymüş gibi algılanır, aslında tüm bilgi sinyalde mevcuttur

### 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)

- Başlatma Denetimi, Çerçeve Kurma, Hat Denetimi, Akış Denetimi, Hata Denetimi ve Zaman Aşımı gibi hizmetler bu katmanın hizmetleri içerisinde.

### Veri Bağı Katmanı Tanımı ve Hizmetleri

- **Başlatma Denetimi:** İletişimin başlatılması için protokol parametrelerine başlangıç değerlerinin verilmesi.

- **Çerçeve Kurma:** çerçevenin başına ve sonuna gerekli karakterlerin veya denetim bilgilerinin yerleştirilmesi.

- **Hat Denetimi:** Yarı çift yönlü bağlantılarda iletim sırasını karşı tarafa vermek için gerekli denetimin yapılması.

- **Akış Denetimi:** Gönderici ve alıcı arasındaki çerçeve akışının alıcı işlem hızına göre ayarlanmasını sağlar.

- **Hata Denetimi:** Alınan çerçevenin hatalı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılır.

- **Zaman Aşımı:** ACK mesajları tanımlanan zaman içerisinde ulaşp ulaşmadığını kontrol eder.

### Rastgele-Erişimli Protokoller

- Düşüm bir paket göndermek istediğinde

- Kanalin veri hızı olan R hızında gönderim yapar
- Bir düşümün diğer bir düşüm üzerinde üstünlüğü yoktur. Yani, düşümler arasında bir öncelik koordinasyonu yoktur

- İki veya daha fazla düşüm göndermek istediğinde bir çarpışma olur

- Rasgele erişim MAC protokolü aşağıdaki durumları çözüme kavuşturması gerekir:

- Çarpışmaların nasıl sezileceğini

- Çarpışmalardan ne tür bir algoritma ile nasıl kurtulacağını (örnek, geciktirilen yeniden iletim)

- Rasgele erişim protokolleri:

- slotted ALOHA
- ALOHA
- CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

### 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)
- Yoklamalı (Polling): Master düşüm slave düşümleri sürekli kontrol eder
- Rezervasyon tabanlı (reservation)

### Kanalin Bölümlere Ayrılması

- Kanallara ayırma (Channelization), bir hattın bandgenişliğini farklı istasyonlar arasında zaman, frekans ve kod vasıtasıyla paylaşırma işlemi yapan bir çoklu erişim metodudur.

- Üç farklı teknik kullanılır:

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

## **FDMA: Frekans Bölmeli Çoklu Erişim**

- FDM üzerine dayalıdır.
- Her bir kullanıcı ayrı frekans bandını kullanarak iletim ortamına erişim yapar.
- Frekans bantları arasında koruma bantları da bulunabilir

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

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

## **TDMA: Zaman Bölmeli Çoklu Erişim**

- TDM Tekniği üzerine dayalıdır.
- Zaman bölmeli çoklu erişim sistemlerinde, farklı kullanıcılar ortak bir iletişim kanalını zaman düzleminde paylaşırlar.

## **TDMA Sistemi-1: Sayısal Taşıyıcı Sistemler**

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

## **TDMA ve FDMA Sistemi-1: IS-136 -> D-AMPS**

- D-AMPS, TDMA ve FDMA'yı birlikte kullanan sayısal bir hücresel telefon sistemidir

- 3 Khz'lik kullanıcı ses sinyali ilk önce PCM (analogdan sayısala dönüşüm) teknikleri ile sayısallaştırılır ve 7.95 kbps'lık bir veri hızı elde edilir.

- Her kullanıcının konuşma anından alınan sayısal örnek(ler), TDM çerçevesi içerisindeki bir ya da birkaç zaman aralığına yerleştirilir. Bu işlem zaman düzleminde bir çoklu erişimi gösterir.

- 6 tane zaman aralığına sahip TDM çerçevesi, QPSK modülasyon tekniği ile analog bir sinyal haline dönüştürülür.

- Dönüştürme esnasında taşıyıcı frekansı kullanılarak sinyal, ilgili kanal için belirlenen frekans bandına taşınmış olur.

- Her kanal, kendine ait bir frekans bandı kullandığından dolayı frekans düzleminde bir çoklu erişim sağlanmış olur.

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

## **CDMA: Kod Bölmeli Çoklu Erişim**

- Her bir kullanıcıya ait tek bir kod tahsis edilir. Bu kod ortamın paylaşılması işlemini (bölüm işlemi) yapan koddur.

- Sadece kodu bilen alıcı sinyali ortamdaki doğru bir şekilde alabilir.

- Birden fazla kullanıcı daha az girişimle aynı yüksek bandgenişliğini paylaşabilirler

- Çoğunlukla kablosuz yayın kanallarında kullanılır (hücresel, uydu)

## **CDMA Sistemi-1: Kablosuz LAN – IEEE 802.11**

- Frequency Hopping CDMA: IEEE 802.11 FHSS: Her bir kullanıcı tek bir yalancı-rasgele (pseudorandom) örüntü içerisinde (atlama dizisi) farklı frekans bantları arasında atlama yapar

- Direct Sequence CDMA: IEEE 802.11 DSSS / IEEE 802.11b: Tüm kullanıcılar aynı frekansı paylaşırlar, fakat her bir kullanıcı verisini kodlamak için kendi chipping (kod) dizisine sahiptir

- Kodlanmış sinyal: (Orijinal veri) x (Chipping dizisi)
- Kod çözme: Kodlanmış sinyal ile chipping dizisinin çarpımı
- Yeni kanal, saniye başına kD kodu (chip) olan kod veri hızına sahiptir.

### **CDMA ve FDMA Sistemi: IS-95 -> CDMAOne**

- IS-95, CDMA/DSSS ve FDMA kullanan sayısal bir hücreli telefon sistemidir.

### **Hata sezme ve düzeltme teknikleri**

**Rasgele hatalar** iletim ortamından iletilen bilgideki bir veya birkaç bitin gürültü ile bozulmasıdır

**Patlama hataları** atmosferik olaylarda iletilen bilgideki değişimler.

**Yedekleme** hata sezme ve düzeltme tekniklerinde kullanılır. Sadece hata olup olmadığına bakılır.

### **Parity (eşlik )biti**

Bir veri bloğu içerisindeki tek sayıdaki hatayı sezmek için kullanılır.

Veri bloğuna eşlik biti eklenir.

Tek eşlikte 1 lerin sayısı tek olur

7 yada 8 bitliklik verilerde kullanılır.

### **CRC(çevrimli fazlalık sınaması)**

Gönderilen veri bitlerinden hesaplanan bir sınamaya kodu gönderilecek veri bitinin sonuna eklenir.

Üretici fonksiyonu CRC yönteminde anahtar kelimedir

Ethernet token ring Atm bu protokolü kullanır.

### **CRC ikili aritmetik işlemli gönderici tarafı**

3 sıfır biti eklenir.

Her aşamada bölünen ile bölen xorlanır.

Sonuçta kalan 3 bit gönderilecek veriye eklenir.

### **Alıcı tarafı**

Bölme işlemi sonucu 000 ise hata yoktur.

### **Kontrol toplamı (checksum)**

Tcp/ip

Yığınındaki protokollerde(tcp udp ip) verinin iletiminde hata olup olmadığına bakılır.

### **Hata düzeltme tekniği**

Hatanın alıcıda düzeltilmesine çalışılır.

Hamming kodlaması ile

### **RS-232 ve asenkron seri iletim**

### **Bağlantı arayüz standartları**

3 ana kategoride

Dte-dce (rs232 rs 423 rs 562)

Dce-dce(kablolu kablosuz)

Lan bağlantı

### **Dte-Dce standartları**

Terminal gibi cihazların sahip oldukları standart portlar üzerinden yapılacak ağ bağlantısını tanımlamaktadır WAN ağ cihazında yoğun olarak kullanılır.

DCE iletişim kanalının bağlantı donanımıdır. Modem ucudur. Modem seri portları DCE olarak yapılandırılmıştır.

DTE pc seri portları Dte olarak yapılandırılmıştır

Rs 232 rs 423 rs 562

### **RS-232 bağlantı arayuzu**

İki cihaz arasında bilgi transferine yönelik tasarlanmıştır.

Mesafe kablo tipine göre 20-40 m arasında değişir.

Bu mesafelerde 9600 19200 bps lik hızlar kullanılır.

Kullanıldığı alanlar- modem bağlantısında veri toplama modüllerinde test cihazlarında kontrol devrelerinde

### **Rs 232 elektrikli karakteristikleri**

-3v +3v arasında

TD ve RD için negatif lojik mantık kullanılır.

NRZ L kodlama

### **RS 231 standartlarında el sıkışma (handshaking)**

Dtr terminal modeme haberleşme yapmak için hazır olduğunu bildirir.

DSR modem veri almak için bu sinyali alçak yapar.

Rts test sonucu olumlu iste veriyi göndermeye hazır olduğunu göstermek için rts sinyalini alçak yapar.

Cts modem veri almak için bu sinyali alçak yapar.

### **Rs 232 bağlantı sekli**

Porttan gönderilen bir verinin aynı porttan hemen alınması için Td ve Rd birbirine bağlanmıştır.

### **RS 232 ile asenkron iletim**

#### **UART**

Kişisel bilgisayarlarda kullanılır

Günümüzde Pentium tabanlı bilgisayarlarda 16500 tipi uart kullanılır.

**Uart** alma ve gönderme gibi kendisine atanmış işlevleri yerine getirmek için gerekli denetim işaretlerini üretmek için ve aktarımın ne aşamada olduğunu gösteren durum bilgileri için çeşitli saklayıcılara sahiptir.

#### **Uart konfigürasyonu**

Yoklamalı, kesmeli

Normal bir pc 16 kesme hattını destekler.

### **ADSL ve DSL TEKNOLOJİLERİ**

- POTS (Plain old telephone service) standart telefon hizmetine (ses iletişimine) 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 erişimini sağlayabilmek için DSL (Digital Subscriber Line – Sayısal Abone Hattı) teknolojisi geliştirmiştir.

- Ayrıca, TV programlarının ev kullanıcılarına iletimi için geliştirilen Kablo TV ağları da hızlı internet erişimi için DSL teknolojilerine alternatif olarak sunulmaktadır.

### **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 dönüşümünden önce 4 KHz'lik LP (alçak geçiren) filtreden geçer.

- Birçok kanal switch vasıtasıyla karşılıklı bağlantı kurarak anahtarlanabilir.

### **PSTN ve Dial-Up Modem Frekans Spektrumu**

- Geleneksel telefon hatları 300 Hz ile 3300 Hz arasında bir bandgenişliğine sahiptir. Bu aralık ses iletimi için kullanılır.

- Telefon hatları üzerinden veri transferi yapılmak istendiğinde ise bandgenişliği 600 Hz ile 3000 Hz arasında olmaktadır. Bunun için bir modem kullanılması gerekmektedir.

### **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 vasıtasıyla analog sinyal haline dönüştürülür.

- Bu analog sinyal, TELCO (Telephone Company) anahtar cihazı içerisinde PCM (Darbe Kod Modülasyonu) vasıtasıyla PSTN ağı için tekrar sayısal hale getirilir.

- Diğer tarafta tersi işlemler yapılarak iki uç düğüm arasında bir veri aktarımı yapılır

### **Modem Standartları**

- V.32 modeminde veri akışı 4 bitlik bloklara ayrılır ve her 4 bite de 1 bit hata denetimi eklenerek 5 bit gönderilir.

- V.32 modemin sembol hızı (baud rate) 2400 baud/sn'dir ve 32-QAM tekniği ile kodlama yapar.

- Veri hızı  $2400 \times 4 = 9600$  bps

- V.32bis modem 128-QAM kullanılır. İşaret başına 7 veri biti ve 1 hata denetim biti kullanılır.

- sembol hızı = 2400 baud/s

- Veri hızı =  $2400 \times 6 = 14,400$  bps

### **ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line**

- Çok uzun yıllar telefon ağlarında 4 kHz'den yukarısı kullanılmadı

- 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 uçta yerel çevrim hattı üzerinden taşınabilmek için modüle edilir

- Subscriber Line – Veri aboneye tek bir burulmuş çift bakır kablo çevrimi üzerinden taşınır

### **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 gerekir

- 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
- Kablodaki ek sayısı ve çeşidi
- ADSL, ISDN ve ses harici sinyalleri taşıyan kablolarla olan yakınlığı
- Radyo verilerine yakınlığı

### **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 gerçeklemlerinde ilk kullanılan teknolojidir, fakat şu anda yaygın kullanılan metot DMT'dir

- Bu modülasyon teknikleri sayısal bir sinyalin nasıl gönderileceğini ve hattan nasıl alınacağını belirler.

### **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 tekniğidir

- CAP, sinyali iki farklı banda ayıran bir kodlama metodudur

- Upstream veri kanalı, kullanıcıdan servis sağlayıcıya doğru olan yönü tanımlar ve 25 ile 160 KHz'lik 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'dir

- Bu modülasyonda downstream ve upstream için tek bir taşıyıcı frekansı kullanılarak modüle 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 sıfatı kullanılır

- Ses, Upstream ve Downstream kanalları, kanallar arası girişim (enterferans) olasılığını minimuma indirmek için birbirinden ayrılır

### **DMT – Discrete Multi-Tone**

- Discrete Multi-Tone (DMT) yaygın kullanılan ve çok taşıyıcılı bir modülasyon metodudur
- DMT teknik spesifikasyonu ANSI T1.413 standardı ile tanımlanmıştır
- Hem ITU 992.1 (G.dmt) ve ITU 992.2 (G.lite), veri iletimi için DMT modülasyonun bir biçimini kullanır
- Bir hat üzerinden 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, Ayırık Hızlı Fourier Dönüşümü (Discrete Fast-Fourier Transform) olarak bilinen bir sayısal teknik kullanarak oluşturur

### ADSL DMT Frekans Spektrumu

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

### DMT Modülasyonunda SNR-Hız İlişkisi -1

- DMT tekniğinde gelen veri toplanır ve sonra birçok küçük farklı taşıyıcılar üzerinden dağıtılır
- 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 kaliteye 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 metodunu kullanır
    - En kolay kullanım, her bir taşıyıcı üzerinde aynı metodun kullanılmasıdır

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

### DMT Downstream Bit ve Veri Hızı Hesabı

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

### DMT Upstream Veri Hızı Hesabı

- 32.alt taşıyıcı upstream Nyquist frekansını, 16.alttaşıyıcı upstream pilot frekansını temsil eder. 30 alttaşıyıcı üzerinden modülasyon desteği verilebilir
- ADSL sisteminin maksimum teorik veri hızı =  $30 \times 15 \times 4000 = 1.8 \text{ Mbps}$ 'dır
- Sistem mimarisindeki sınırlamalardan dolayı, özellikle POTS splitter kesme (cut-off) frekansları ve kullanılan duplexing metodlarından dolayı, maksimum erişilebilir upstream veri hızı yaklaşık 1 Mbps civarındadır

### ADSL Lite (G.Lite)

- G.Lite downstream yönünde 1.5 Mbps ve upstream yönünde 512 Kbps hızları destekler
- G.lite, bir splitter kullanımını gerektirmez
- Servis sağlayıcının bunu konfigürasyonla belirlemesi gerekir. Varsayılan ayar kategorisinde değildir

## ADSL2

- 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 dolayı 3.5Mbps hızlara kadar upstream hızı elde edilebilir
- ADSL 2, harici 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
- ADSL2+, ADSL/ADSL2'nin downstream frekansını iki katına çıkartmıştır
- Bundan dolayı downstream hızı 24 Mbps olmuştur

## 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 sağlayıcılara 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
- NAP ve NSP aynı organizasyonun bölümü olabilirler
- xDSL modem: Abonenin trafiğini ATM hücreleri ile kapsüller, sinyali modüle yada demodüle eder (ATU-R). Bir başka ifadeyle ADSL modem çoğullama, çerçeveleme, protokol işleme, bit senkronizasyonu, kapsülleme, hat kodlama ve modülasyon gibi temel işlevleri yapar

- 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.
  - Servis sağlayıcının anahtarlama merkezinde de bir splitter bulunur ve bilgisayar verisini telefon verisinden ayırır
  - Telefon verisi, telefon ağı içerisine yönlendirilir
  - Bilgisayar verisi de bir DSLAM tarafından alınır
  - Tüm DSL hatları DSLAM içinde toplanır
  - DSLAM, DSL hatlarını yüksek hızlı bir hatta çoğullar
  - Çoğullanan trafik genellikle SDH kullanılarak bir WAN'ın içerisine aktarılır
  - 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

## ADSL Modem

- ADSL modem çoğullama, çerçeveleme, protokol işleme, bit senkronizasyonu, kapsülleme, hat kodlama ve modülasyon gibi temel işlevleri yapar.

## DSLAM

- Servis sağlayıcının anahtarlama merkezinde de bir splitter bulunur ve bilgisayar verisini telefon verisinden ayırır.
- Telefon verisi, telefon ağı içerisine yönlendirilir.
- Bilgisayar verisi de bir DSLAM tarafından alınır.
  - Tüm DSL hatları DSLAM içinde toplanır.
  - DSLAM, DSL hatlarını yüksek hızlı bir hatta çoğullar
  - Çoğullanan trafik genellikle SDH kullanılarak bir WAN'ın içerisine aktarılır.

## ADSL Kapsülleme (Encapsulation)

- Çoğu DSL ağı veri bağı katman protokolü olarak ATM kullanır.
- Basit bir tanımlamayla bir DSLAM, DSL arayüz kartlarına (ATU-C) sahip bir ATM anahtar cihazıdır.



- DSLAM, ADSL bağlantılarını sonlandırır ve sonra trafiği ATM ağı üzerinden bir toplayıcı (aggregation) yönlendiriciye göndermek için anahtarlama işlemi yapar.

- Toplayıcı yönlendirici katman 3 cihazdır ve aboneden gelen IP bağlantılarını sonlandırır.

- Bir ATM ve DSL bağlantısı üzerinden IP paketlerini kapsüllemek için üç yöntem bulunmaktadır.

- RFC 1483/2684 Bridged

- Point-to-Point Protocol over ATM (PPPoA): PPP çerçevelerini ATM AAL5 içerisinde kapsüllemek için kullanılan bir protokoldür

- Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE):

PPP çerçevelerini Ethernet çerçeveleri içerisinde kapsüllemek için kullanılan bir ağ protokolüdür.

### **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 Kpbs'den 1000 Mbps hızlara varan hız yelpazesi mevcuttur

- Tüm DSL tipleri mesafe ve hızla sınırlıdır. Hız mesafeyle 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

### **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.

### **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 sağlamış olduğu yüksek hızlar ile
  - IPTV (internet televizyonu yayını)
  - HDTV (yüksek çözünürlüklü televizyon yayını)
  - VoD (Video on Demand) (isteğe göre video izleme)
  - İnteraktif oyun oynama
  - İnteraktif oylamalara katılma
  - VoIP (ses görüşmeleri)

Gibi katma değerli hizmetler alabileceklerdir