

## 2.0 İŞARETLER

Veri ve sinyalin temelleri,

Veri ve sinyal türleri,

Analog ve sayısal sinyalin özellikleri ve doğası,

Sinyalin temsili,

Sayısal sinyallerin iletimi

## 2.1 GİRİŞ

Bilgisayar ağları, verileri bir noktadan diğerine aktarmak için tasarlanmıştır. Geçiş sırasında veriler elektromanyetik sinyaller biçimindedir. Bu nedenle, veri iletişimde daha ileri kavramlara geçmeden önce veri ve sinyalleri incelemek önemlidir.

## 2.2 VERİ VE SİNYALLER

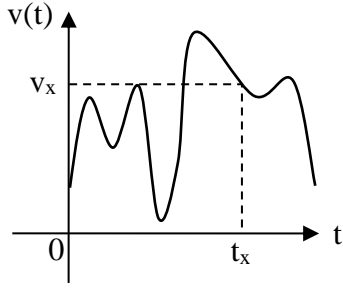
Aktarılabilmesi için verilerin elektromanyetik sinyallere dönüştürülmesi gerekir.

### 2.2.1. Veriler Analog veya Dijital olabilir.

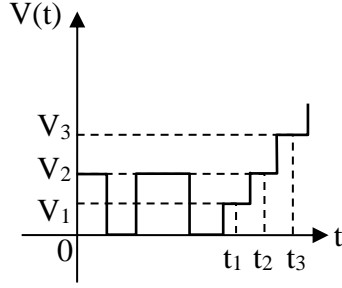
1. Analog veriler sürekli olan bilgileri ifade eder; Ör.: İnsanların çıkardığı sesler
2. Dijital veriler, ayrı durumları olan bilgileri ifade eder. Dijital veriler ayrık değerler alır.
3. Örneğin veriler bilgisayar belleğinde 0 ve 1'ler şeklinde saklanır

### 2.2.2. Sinyaller iki tipte olabilir:

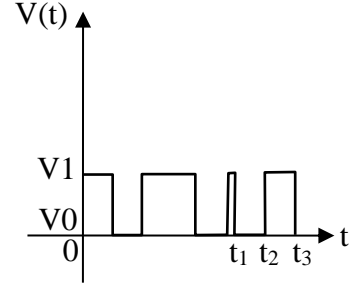
1. Analog Sinyal: Bir aralıkta sonsuz değere sahiptirler.
2. Dijital Sinyal: Sınırlı sayıda tanımlanmış değere sahiptirler.



a) analog işaret



b) sayısal işaret



c) ikili sayısal işaret

### 2.2.3. Periyodik ve Periyodik Olmayan Sinyaller

Belirli bir süre sonra tekrarlanan sinyallere Periyodik Sinyaller denir.

Belirli bir süre sonunda tekrarlanmayan sinyallere Periyodik Olmayan Sinyaller denir.

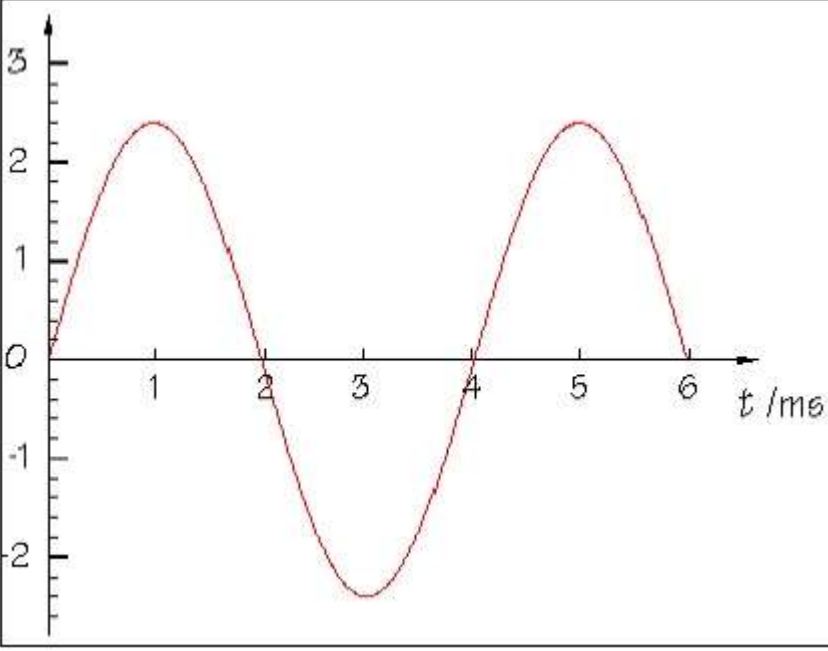
Veri iletişimde genellikle periyodik analog sinyaller ve periyodik olmayan dijital sinyaller kullanırız.

### 2.3 ANALOG SİNYAL

Analog bir sinyalin belirli bir süre boyunca sonsuz sayıda yoğunluk seviyesi vardır.

Dalga, A değerinden B değerine doğru ilerlerken, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi içinden geçtiği yol boyunca sonsuz sayıda değer içerir.

Basit bir analog sinyal, daha basit sinyallere ayrıştırılamayan bir sinüs dalgasıdır.



Şekil Sinüs dalgası

Bir sinüs dalgası üç parametreyle karakterize edilir:

1. Tepe Genliği
2. Frekans
3. Faz

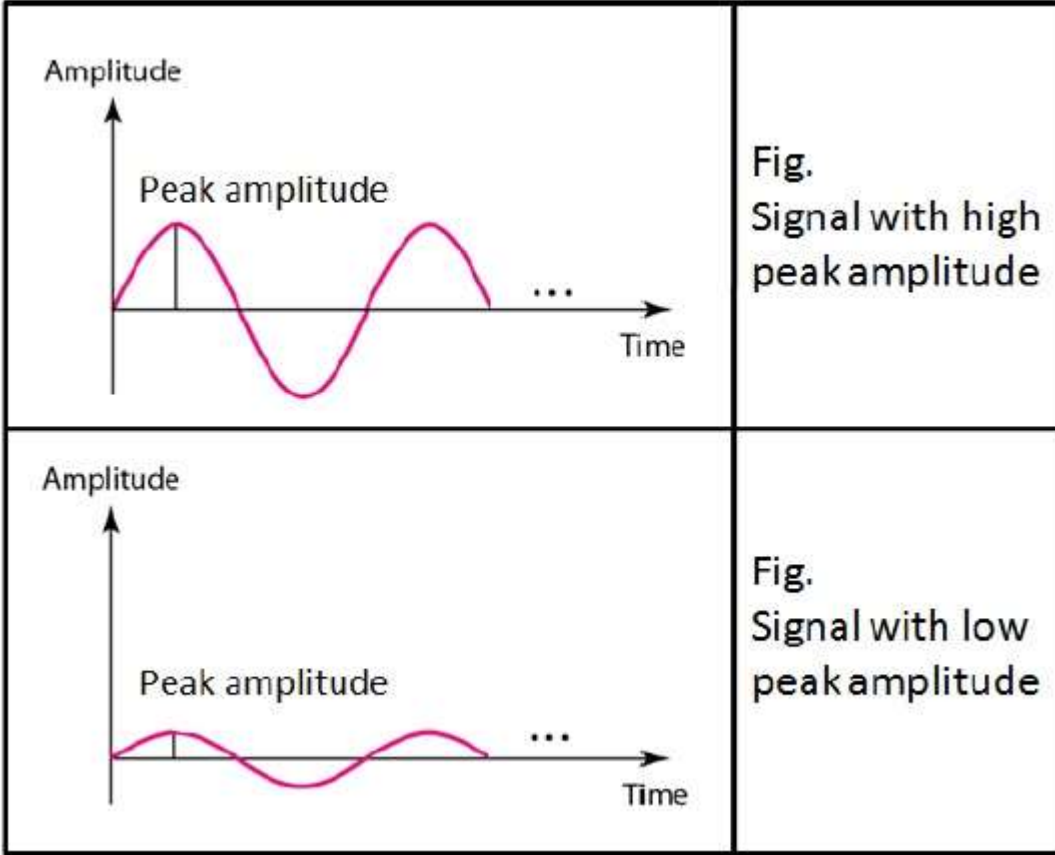
### 2.3.1 Analog Sinyalin Özellikleri

#### 2.3.1.1 Tepe Genliği

Bir sinyalin genliği,  $t$  zamanındaki yoğunluğunun mutlak değeridir.

Bir sinyalin tepe genliği, en yüksek yoğunluğun mutlak değeridir.

Bir sinyalin genliği, sinyalin taşıdığı enerjiyle orantılıdır.

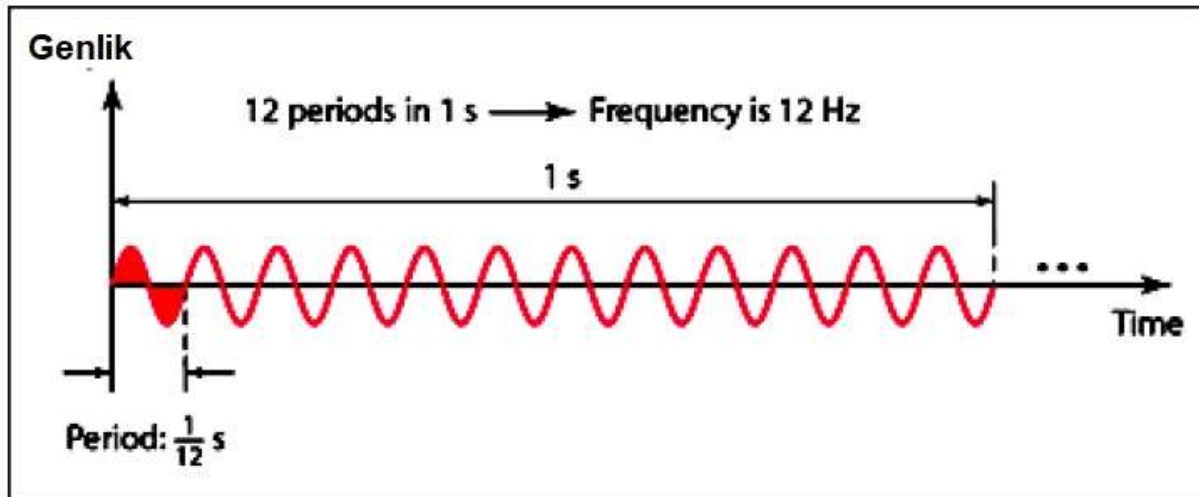


Şekil: Sinüs dalgasının genliği

### 2.3.1.2. Frekans

Frekans, dalganın bir saniyede tamamladığı döngü sayısını ifade eder.

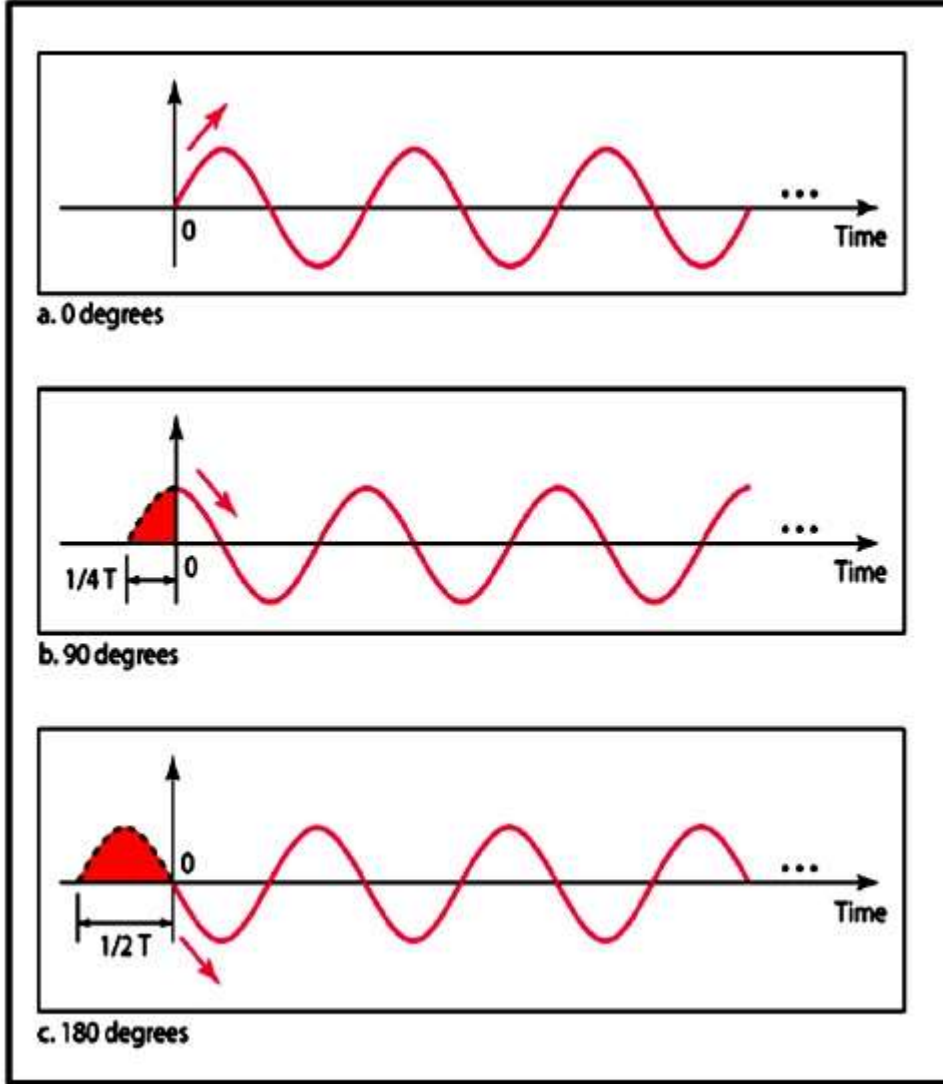
Periyot, dalganın bir döngüyü tamamlaması için geçen süreyi ifade eder.



Şekil: Sinüs dalgasının frekansı ve periyodu

### 2.3.1.3. Faz

Faz, dalga şeklinin zamana göre konumunu tanımlar (özellikle 0 zamanına göre).



Şekil: Sinüs dalgasının fazı\*

Faz, dalga şeklinin eksenden ileri veya geri kaymasını gösterir.

Derece veya radyan cinsinden ölçülür.

Yukarıdaki şekil aynı genlik ve frekansa sahip fakat farklı fazlara sahip sinüs dalgalarını göstermektedir.

### 2.3.2 Frekans ve Periyot Arasındaki İlişki

Frekans ve Periyot birbirinin tersidir.

Aşağıdaki formülle gösterilir:

$$T = 1/f \text{ veya } f = 1/T$$

Örnek 1. Bir dalganın frekansı 100Hz'dir. Periyodu(T) ise aşağıda verilmiştir.

$$T = 1/f = 1/100 = 0,01 \text{ sn}$$

Örnek 2. Bir dalga bir döngüsünü 0,25 saniyede tamamlar. Frekansı aşağıda verilmiştir:

$$f = 1/T = 1/0,25 = 4 \text{ Hz}$$

### 2.3.3 Dalga Boyu

Bir sinyalin dalga boyu, frekans (veya periyot) ile dalganın bir ortamdaki yayılma hızı arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Dalga boyu, bir sinyalin bir periyotta kat ettiği mesafedir.

Tarafından verilir

$$\text{Dalga boyu} = \text{Yayılma Hızı} \times \text{Periyodu}$$

veya

$$\text{Dalga boyu} = \text{Yayılma Hızı} / \text{frekans}$$

Şu sembolle temsil edilir:  $\lambda$  (lamda olarak telaffuz edilir)

Mikrometre cinsinden ölçülür. Bir ortamdan diğerine değişir.

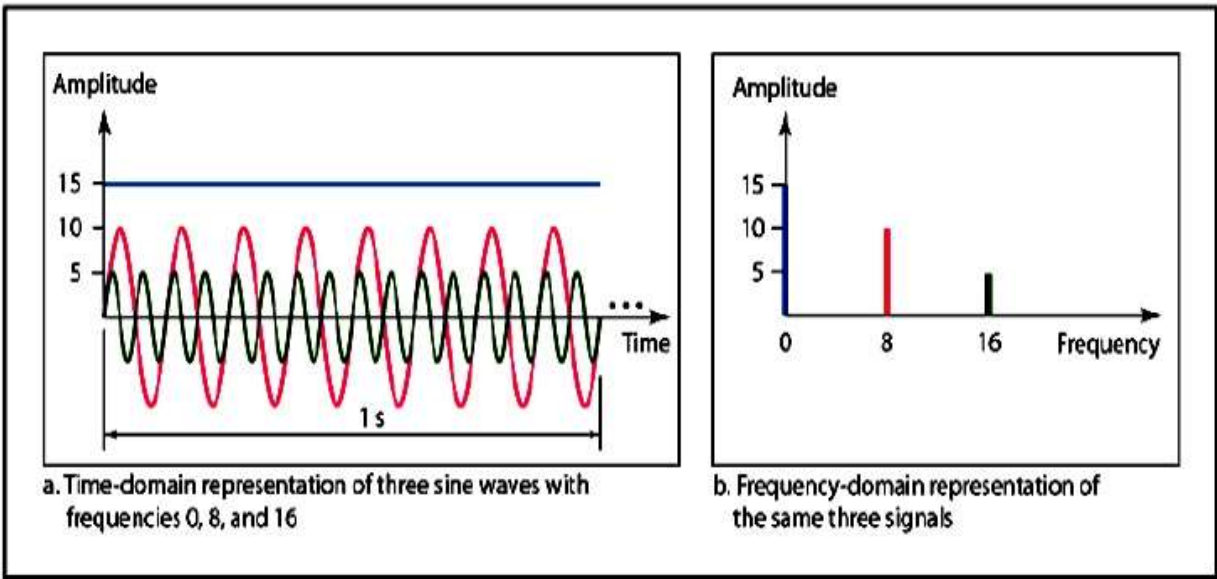
### 2.3.4. İşaretlerin Zaman Alanı ve Frekans Alanı gösterimi

Bir sinüs dalgası, zaman alanında veya frekans alanında temsil edilebilir.

Zaman alanı grafiği, zamana göre sinyal genliğindeki değişiklikleri gösterir. Bir sinyalin zaman ve genlik ilişkisini gösterir.

Frekans alanı grafiği sinyal frekansını ve tepe genliğini gösterir.

Aşağıdaki şekil üç sinüs dalgasının zaman ve frekans bölgesi çizimlerini göstermektedir.



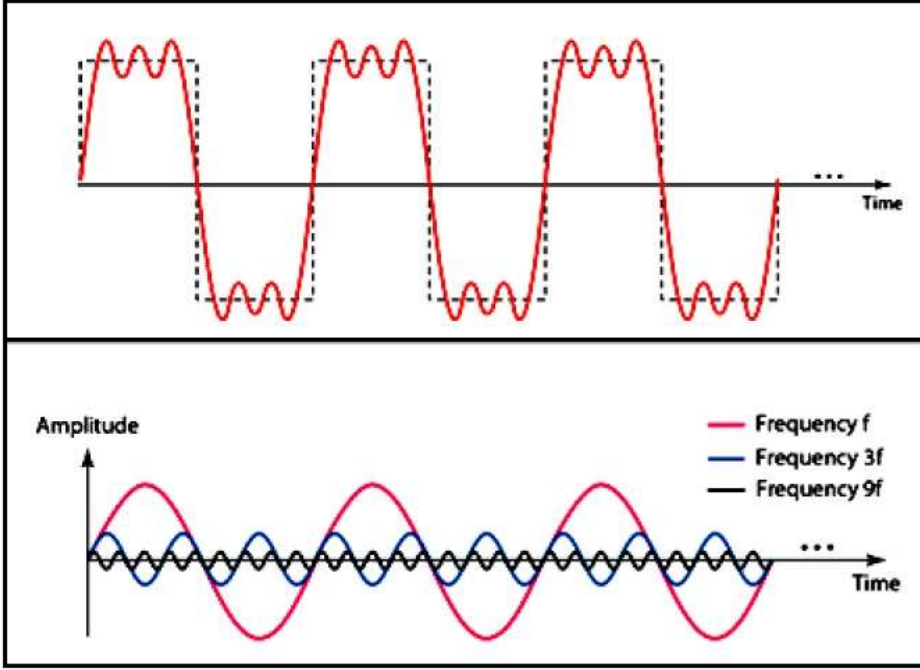
Şekil: Üç sinüs dalgasının zaman alanı ve frekans alanı grafikleri

Zaman alanındaki tam bir sinüs dalgası, frekans alanındaki tek bir artışla temsil edilebilir

### 2.3.5. Bileşik Sinyal

Bileşik (Composite) sinyal, farklı frekans, faz ve genliğe sahip iki veya daha fazla basit sinüs dalgasının birleşimidir.

Bileşik sinyal periyodik ise, ayrıştırma ayrı frekanslara sahip bir dizi sinyal verir; bileşik sinyal periyodik değilse, ayrıştırma sinüs dalgalarının sürekli frekanslarla bir kombinasyonunu verir.



Şekil: Üç bileşenli sinyallere sahip bir Bileşik sinyal

Veri iletişimi için basit bir sinüs dalgası kullanışlı değildir; birçok basit sinüs dalgasının birleşiminden oluşan bileşik bir sinyal kullanılır.

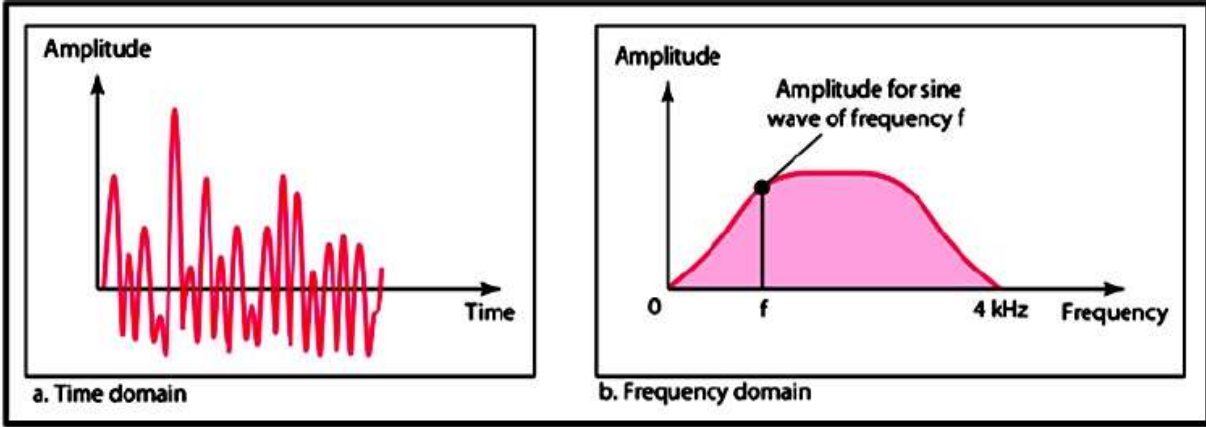
Fransız Matematikçi Jean Baptist'e göre herhangi bir bileşik sinyal, farklı genlik, frekans ve faza sahip basit sinüs dalgalarının birleşimidir.

Bileşik sinyaller periyodik olabilir veya periyodik olmayabilir.

Periyodik bir bileşik sinyal, ayrı frekanslara sahip bir dizi sinyale ayrıştırılabilir.

Periyodik olmayan bir sinyal ayrıştırıldığında sinüs dalgalarının sürekli frekanslarla bir kombinasyonunu verir.





Periyodik olmayan bileşik analog sinyalin zaman ve frekans alanları.

## 2.4 Dijital Sinyal

Bilgi aynı zamanda dijital sinyal biçiminde de açıklanabilir.

Bir dijital sinyal aşağıdaki noktaların yardımıyla açıklanabilir:

### 2.4.1 Tanım

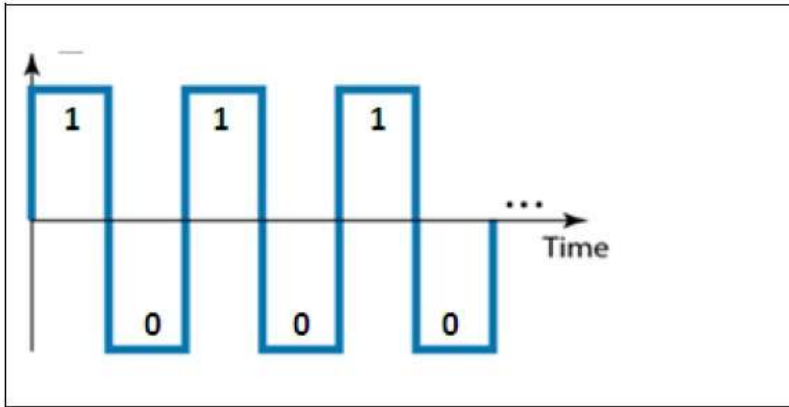
Dijital, ayrı değerleri olan bir sinyaldir.

Sinyal sürekli olmayan bir değere sahip olacaktır.

### 2.4.2 Seviye

Dijital bir sinyaldeki bilgiler voltaj seviyeleri şeklinde temsil edilebilir.

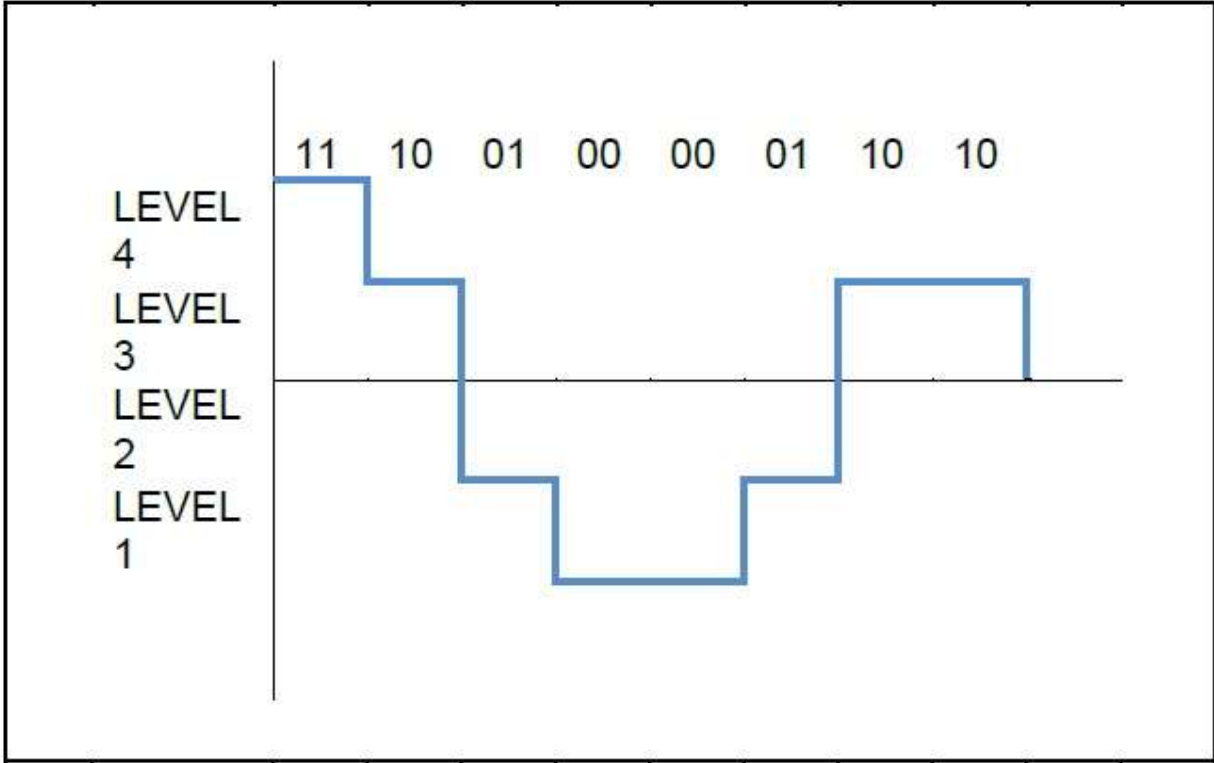
Ör: Aşağıda gösterilen sinyalde, '1' pozitif voltajla ve '0' ise sıfır voltajıyla temsil edilir.



Şekil: İki seviyeli bir dijital sinyal.

"1" pozitif voltajla temsil edilir ve "0" negatif voltajla temsil edilir.

Bir Sinyalin ikiden fazla seviyesi olabilir.



Şekil: Dört seviyeli bir dijital sinyal

Genel olarak, eğer bir sinyal L seviyelerine sahipse, her bir seviye  $\log_2 L$  bit gerekir.

Örnek: Dört seviyeli bir dijital sinyal düşünün, seviye başına kaç bit gereklidir?

Cevap: Seviye başına bit sayısı =  $\log_2 L = \log_2 4 = 2$

Dolayısıyla dört seviyeli bir sinyal için seviye başına 2 bit gereklidir.

### 2.4.3 Bit Uzunluğu veya Bit Aralığı ( $T_b$ )

Bir bit göndermek için gereken süredir. Saniye cinsinden ölçülür.

### 2.4.4 Bit Hızı

Bir saniyede iletilen bit sayısıdır.

Saniye başına bit (bps) olarak ifade edilir.

Bit hızı ile bit aralığı arasındaki ilişki aşağıdaki gibi olabilir

Bit hızı =  $1 / \text{Bit aralığı}$

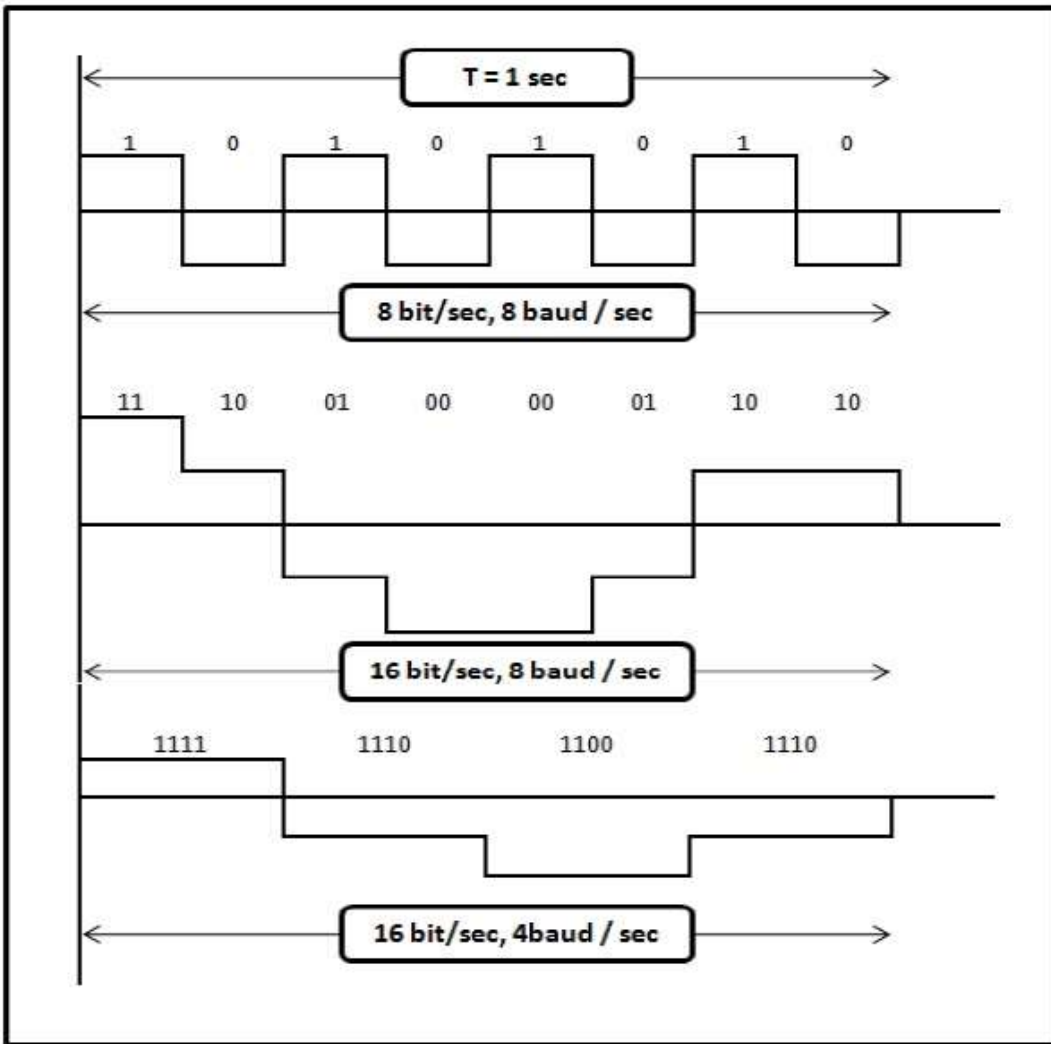
## 2.4.5 Baud Hızı

Sinyal Hızının oranı yani sinyalin değışme hızıdır.

'0' ve '1' olmak üzere iki seviyeye sahip bir dijital sinyal aynı baud hızına, bit hızına ve bit hızına sahip olacaktır.

Aşağıdaki şemada (T) 1 saniye periyoduna sahip üç sinyal gösterilmektedir

- Bit hızı 8 bit/sn ve baud hızı 8 baud/sn olan sinyal
- Bit hızı 16 bit/sn ve baud hızı 8 baud/sn olan sinyal
- Bit hızı 16 bit/sn ve baud hızı 4 baud/sn olan sinyal



Şekil: Farklı bit hızlarına ve baud hızlarına sahip üç sinyal

## 2.5 KANAL TÜRLERİ:

Her bileşik sinyalin mümkün olan en düşük (minimum) frekansı ve mümkün olan en yüksek (maksimum) frekansı vardır.

İletim açısından iki tür kanal vardır:

### 2.5.1 Alçak Geçiş Kanalı

Bu kanal "0" olarak en düşük frekansa ve en yüksek frekansa sahiptir.

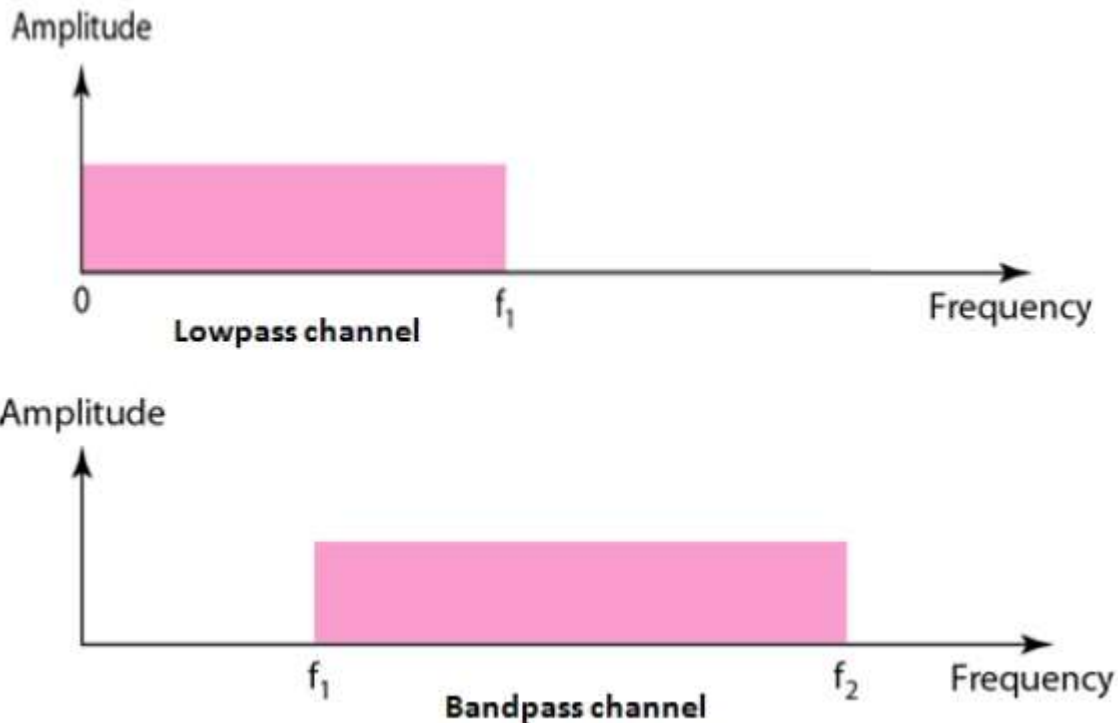
frekansı sıfır olmayan bir frekans olan " $f_1$ " olarak gösterir.

Bu kanal 0 ile  $f_1$  aralığındaki tüm frekansları geçirebilmektedir.

### 2.5.2 Bant geçiş kanalı

Bu kanal, sıfır olmayan bir frekans olan " $f_1$ " olarak en düşük frekansa ve sıfır olmayan bir frekans olan " $f_2$ " olarak en yüksek frekansa sahiptir.

Bu kanal  $f_1$  ile  $f_2$  aralığındaki tüm frekansları geçirebilir.



Şekil: Alçak Geçişli Kanal ve Bant Geçişli Kanal

## 2.6 Dijital Sinyalin İletimi

Dijital sinyal aşağıdaki iki yolla iletilebilir:

### 2.6.1 Temel Bant (Baseband) İletimi

Sinyal hiçbir değişiklik yapılmadan iletilir (yani modülasyon olmadan)

Temel bant iletiminde iletilecek sinyalin bant genişliği, kanalın bant genişliğinden daha az olmalıdır.

Ör.: Düşük frekansı 0Hz ve yüksek frekansı 100Hz olan bir Temel bant kanalını düşünün, dolayısıyla bant genişliği 100'dür (Bant genişliği, en yüksek ve en düşük frekans arasındaki fark alınarak hesaplanır).

Frekansı 100Hz'in altında olan bir sinyali rahatlıkla iletibiliriz, bant genişliği sinyalin bant genişliğinden daha fazla olan bir kanala Geniş Bant kanalı denir. Mantıksal olarak frekansı 120Hz olan bir sinyal bloke edilecek ve bu da bilgi kaybına neden olacaktır; bant genişliği sinyalin bant genişliğinden daha az olan bir kanala Dar bant kanalı adı verilir.

### 2.6.2 Geniş Bant (Broadband) İletimi

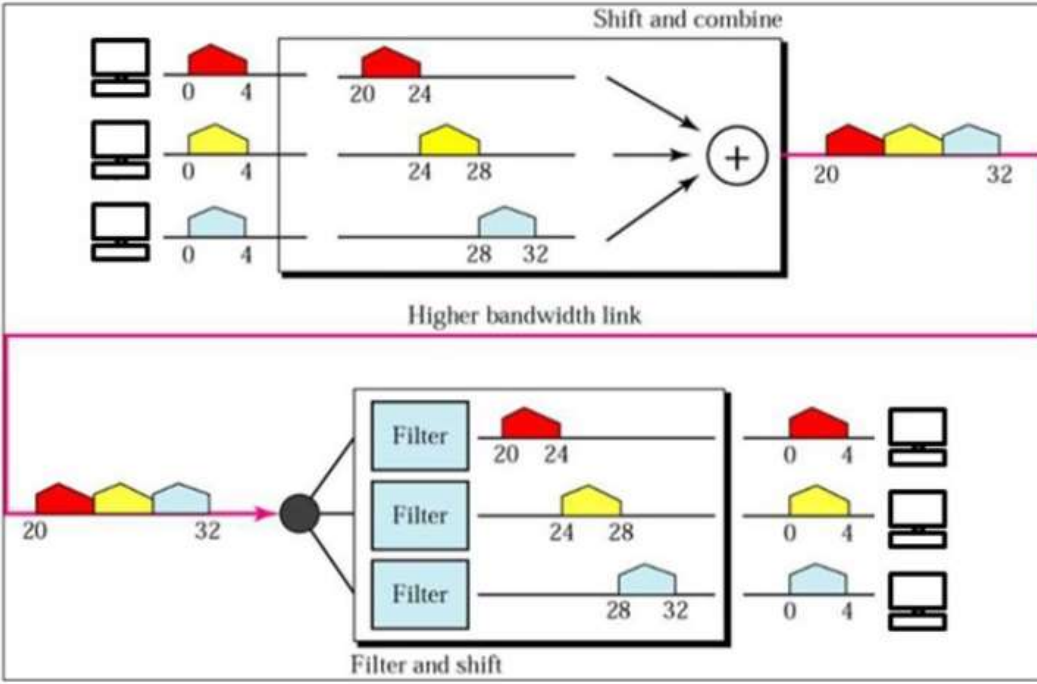
Bant geçiren bir kanal verildiğinde, dijital bir sinyal doğrudan bu kanal üzerinden iletilemez.

Geniş bant aktarımında modülasyon kullanıyoruz, yani sinyali iletmeden önce analog sinyale dönüştürüyoruz.

Dijital sinyal önce analog sinyale dönüştürülür, bant geçiren bir kanalımız olduğundan bu sinyali mevcut kanal üzerinden doğrudan gönderemiyoruz. Ör.: Düşük frekansı 50Hz ve yüksek frekansı 80Hz olan bant geçiren kanalı düşünün ve iletilecek sinyalin frekansı 10Hz'dir.

Analog sinyali bant geçiren kanaldan geçirmek için sinyal bir taşıyıcı frekans kullanılarak modüle edilir. Ör.: Analog sinyal (10Hz), 50Hz'lik bir taşıyıcı frekans tarafından modüle edilir ve bant geçiren kanalımızdan geçebilen 60Hz frekanslı bir sinyal elde edilir.

Sinyal demodüle edilir ve diğer uçta aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi tekrar dijital sinyale dönüştürülür.



Şekil: Modülasyon ve Demodülasyonu İçeren Geniş Bant İletimi

## SORULAR

1. Analog ve dijital sinyal nedir, tanımlayın?
2. Birleşik analog sinyalleri kısaca açıklayınız.
3. Sinyallerin zaman ve frekans alanı gösterimini açıklayınız.
4. Analog sinyalin özelliklerini açıklayınız.
5. Dijital sinyalin özelliklerini açıklayınız.
6. Alçak geçiş ve Bant geçiş kanalı arasındaki farkı açıklayınız.
7. Dar bant ve geniş bant kanalı arasındaki farkı açıklayınız.
8. Dijital bir sinyalin bant geçiren bir kanal aracılığıyla iletilmeden önce neden bir değişikliğe uğraması gerektiğini açıklayınız.

## KAYNAKLAR

1. Data and Computer Communications, Eighth Edition, William Stallings 2007.
2. Computer networks and internets, Sixth edition, Douglas E. Comer, Pearson Education Limited, 2015.
3. Digital Communication Systems, Simon Haykin, John Wiley & Sons, 2014.
4. Fundamentals of Telecommunications. Roger L. Freeman, John Wiley & Sons, Inc., 1999.
5. Data Communications and Networking, Behrouz A Forouzan, McGraw-Hill, 2006.
6. Mikroişlemci Sistemleri, Tuncay UZUN, Nobel Yayın., 2022.