

# VERİ SIKIŞTIRMA

Hata Bulma Ve Düzeltme-2

- Veri iletilirken bazı bitlerde bozulmalar olabilir. Bu bozulmalara **hata** denir.
- Ortama bağlı olarak bu hataların oluşma olasılığı değişiklik gösterir.
- Atmosferik olaylar (yıldırım, vs.) telli ve telsiz ortamlarda hataya sebep olurlar.
- Meydana gelen bozulmalar çoğu uygulama tarafından kabul edilmez.
- Veri içerisindeki 1 bitlik bozulma tüm verinin yanlış anlaşılmasına neden olabilir. Bu sebeple iletişim sırasında veri içerisinde bir bozulmanın olup olmadığının anlaşılması gerekir.
- Bu sebeple hata sezme ve düzeltme teknikleri kullanılır. Hatayı sezme işlemi hatayı düzeltmeye göre daha kolaydır.
- Bazen hatayı sezebilir ama düzeltemeyiz.
- Bir bitlik bozulmaları sezmek ve düzeltmek kolaydır, ancak bir bit üzeri bozulmaları sezsek bile düzeltemeyiz, verinin yeniden gönderilmesi gerekir.

Veri iletiminde iki çeşit hata söz konusudur.

**1-Patlama hatası (burst error):** Çevre koşulları nedeniyle alıcıya gerçek olmayan anlamsız bilgiler gelir. (yıldırım v.s 1-100 ms)

**2-Rasgele hata (random error):** İletim yolundaki elektriksel gürültü nedeniyle bilgi bloğu içinde rastgele bir bitin bozulması söz konusudur.

### İletim hatalarının veriye olan etkisi

- Çok kısa süren girişim, **spike** olarak adlandırılır.  
Tek bitlik hataya sebep olur.

- Uzun süren girişim veya bozulma **burst** (birden fazla bitlik) hatalara neden olur.  
Sinyal açık olarak 1 veya 0 değildir. Öyle belirsiz bir alana düşer ki bu **erasure** (silinmiş yer) olarak adlandırılır.

## En çok kullanılan hata denetim metotları

### 1- FEC (Error Correction Code - Forward Error Correction-İleri Yönlü Hata Denetimi)

- Hata denetimi için gönderilen veri kümesine ek bitler ekler
- Hatayı bulur ve gerekirse alıcıda düzeltmeye çalışır
- Hız kaybı yaşanmaz
- Çok gürültülü ortamlarda kullanılamaz
- FEC metodu, yeniden iletimin zor veya imkansız olduğu bağlantılarda ve veri kümesinin küçük olduğu uygulamalarda kullanılır
- Katlamalı kodlar, BCH kodlar, **Hamming Kodlar**, Reed-Salamon kodları

### 2- ARQ (Automatic Repeat Request- Otomatik Tekrar İsteği)

- Hatayı bulma ve bozulan verinin yeniden iletilmesi için alıcı taraftan istekte bulunulması işlemidir
- Uygulamalarda bu teknik kullanılır, çünkü aynı hatayı tespit için gerekli bit sayısı, düzeltmek için kullanılan bit sayısından çok daha azdır.
- **CRC kodları**, Seri Eşlik (Parity), Blok Eşlik, Modül Toplamı

# Uygulama

**Gönderilen Veri :** 1 0 1 1 0 1 0 0 1 1 0 .....

**Alınan Veri** : 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 ..... Hata sezilemez

**Her bir biti çift sayıda yazalım**

**Gönderilen Veri :** 11 00 11 11 00 11 00 00 11 11 00 .....

**Alınan Veri** : 11 00 11 01 00 11 00 00 11 11 00.....

Hatayı sezeriz ama düzeltemeyiz

**Her bir biti iki kopya ile yazalım**

**Gönderilen Veri :** 111 000 111 111 000 111 000 000 111 111 000 .....

**Alınan Veri** : 111 000 111 011 000 111 000 000 111 111 010.....

Hatayı sezeriz bir bitlik bozulma var  
ise düzeltebiliriz aksi durumda  
düzeltemeyiz

Her iki bit için 5 bitlik bir kod kelimesi kullanırsak

00 → 00001

01 → 01010

10 → 10100

11 → 11111

Kod kelimeleri seçilirken en az 3 bitte değişiklik olacak şekilde seçilmiştir.

Orijinal mesaj

10 11 01 00 11... olsun

10100 11111 01010 00001 11111

Bir bitte oluşan bozulmalar kesinlikle düzeltilebilir

Bozulmamış Kod kelime	00001	01010	10100	11111
Mümkün olan bir bitteki bozulma	10001	11010	00100	01111
	01001	00010	11100	10111
	00101	01110	10000	11011
	00011	01000	10110	11101
	00000	01011	10101	11110

# Hamming Kodlama

4 bitlik verideki yer deęiřtirmeler ile 7 bitlik kod-kelimelerinin elde edildięi lineer bir kodlamadır. (1 bit  $\approx$  1,75 bit)

- Bütün kod kelimelerinde en az 3 bitte deęiřim vardır.
- Bir bitte oluşan bozulmaları düzeltebiliriz.

$\oplus$  parity addition işlemidir. (01/10)  $\rightarrow$  1 (00/11)  $\rightarrow$  0

mesaj	Kod-kelimesi
0000	0000000
0001	0001011
0010	0010111
0100	0100101
1000	1000110
1100	1100011
1010	1010001
1001	1001101
0110	0110010
0101	0101110
0011	0011100
1110	1110100
1101	1101000
1011	1011010
0111	0111001

$$b_1b_2b_3b_4(b_1\oplus b_2\oplus b_3)(b_1\oplus b_3\oplus b_4)(b_2\oplus b_3\oplus b_4)$$

Hamming Kodlamada 3 řart geçerlidir

$$b_1\oplus b_2\oplus b_3\oplus b_5 = 0$$

$$b_1\oplus b_3\oplus b_4\oplus b_6 = 0$$

$$b_2\oplus b_3\oplus b_4\oplus b_7 = 0$$

Kod çözme işleminde basit bir algoritma kullanılır.  
Bozulmuř kod kelimesinin  $\widetilde{b_1}\widetilde{b_2}\widetilde{b_3}\widetilde{b_4}\widetilde{b_5}\widetilde{b_6}\widetilde{b_7}$  olduęunu düşünelim  
ve 3 parity-check bilgisini kontrol edelim.

## Parity check kontrolü

$$P_1 = \widetilde{b_1} \oplus \widetilde{b_2} \oplus \widetilde{b_3} \oplus \widetilde{b_5}$$

$$P_2 = \widetilde{b_1} \oplus \widetilde{b_3} \oplus \widetilde{b_4} \oplus \widetilde{b_6}$$

$$P_3 = \widetilde{b_2} \oplus \widetilde{b_3} \oplus \widetilde{b_4} \oplus \widetilde{b_7}$$

Hesaplanan  $P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  farklı değerler aldığı görülmektedir. Hatayı düzeltmek için yapılması gerekenler.

❖  $P_1=P_2=P_3=0$  ise  $\widetilde{b_1}\widetilde{b_2}\widetilde{b_3}\widetilde{b_4}\widetilde{b_5}\widetilde{b_6}\widetilde{b_7}$  doğru kod kelimesidir. Dördüncü bitten sağa doğru giderek  $\widetilde{b_5}\widetilde{b_6}\widetilde{b_7}$  atılır.

❖ Eğer  $P_j$  lerden biri 1, diğer ikisi 0 ise;  $\widetilde{b_l}$  nin hangi  $P_j$  den geldiği bulunur. İlgili  $P_j$  de olup, diğerlerinde olmayan  $\widetilde{b_l}$  seçilir ve tersi alınır.

Örnek

$P_2=1$   $P_1=P_3=0$  ise  $P_2$  de olup,  $P_1$  ve  $P_3$  de olmayan  $\widetilde{b_6}$  bitinin tersi alınarak doğru kod kelimesi elde edilir.

❖ Eğer  $P_j$  lerden biri 0, diğer ikisi 1 ise; diğer ikisinde mevcut olup,  $P_j$  de olmayan  $\widetilde{b_l}$  bulunup, tersi alınır.

Örnek

$P_3=0$   $P_1=P_2=1$  ise  $P_3$  de olup,  $P_1$  ve  $P_2$  de olmayan  $\widetilde{b_1}$  bitinin tersi alınarak doğru kod kelimesi elde edilir.

❖  $P_1=P_2=P_3=1$  ise her üçünde olan  $\widetilde{b_l}$  ( $\widetilde{b_3}$ ) bitinin tersi alınarak doğru kod kelimesi elde edilir.



## Eşlik Sınaması

- Gönderilen veride oluşan tek sayıdaki hatayı sezmek için kullanılır.
- Verideki birlerin sayısını tek veya çift olarak düzenlemektir.
- Eşlik biti 1 veya 0 yapılarak tüm veri grubunun içindeki birlerin sayısının çift veya tek olması sağlanır.
- **Tek Eşlik** yönteminde veri içerisindeki 1'lerin sayısı tek ise **eşlik biti 0** olur.
- **Çift Eşlik** yönteminde veri içerisindeki 1'lerin sayısı tek ise **eşlik biti 1** olur.

### Tek eşlik

Veri:

0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \\ \boxed{1} \quad + \quad \boxed{1} \quad + \quad \boxed{1} = 3 \rightarrow \text{tek} \end{array}$$

Eşlik biti 0 olmalı

Veri + eşlik biti:

0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Çift eşlik

Veri:

0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \\ \boxed{1} \quad + \quad \boxed{1} \quad + \quad \boxed{1} = 3 \rightarrow \text{tek} \end{array}$$

Eşlik biti 1 olmalı

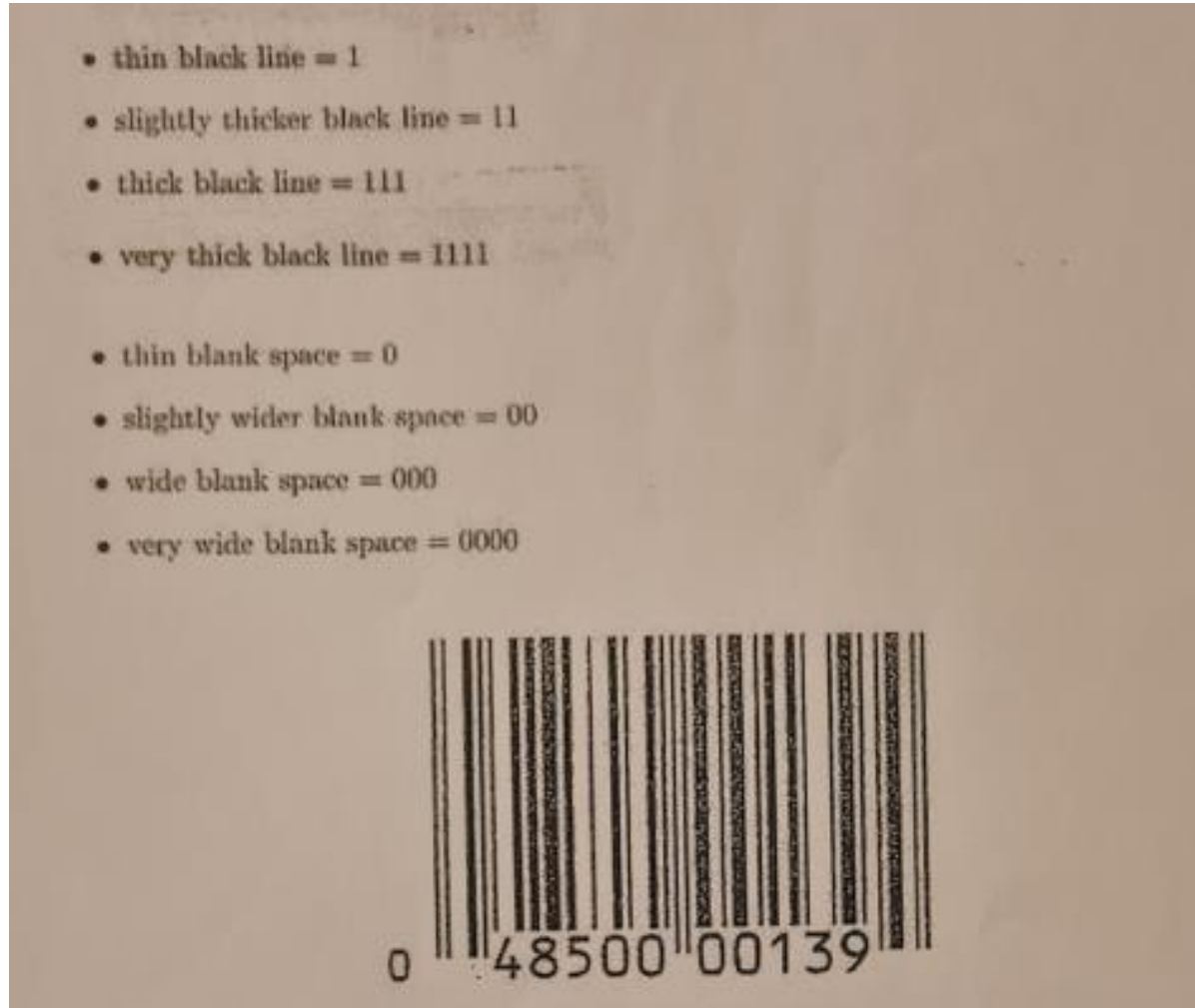
Veri + eşlik biti:

0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- 1, 3, 5... gibi tek sayıda hatayı sezer. Genellikle yedi, sekiz bit gibi kısa verilerin aktarımında kullanılır.

# Universal Product Code (UPC)

- Kod üzerinde bar kodun kendisi ve dijitleri olmak üzere iki farklı kısım yer alır.
- Her decimal dijit, 7 binary dijit ile kodlanır
- Kodun sol, sağ yanlarında ve ortasında separatörler vardır.



	left	right
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

Yukarıda bahsettiğimiz ürünün barkodu 048500 001394 olsun.  
Bu sayı UPC bar code ile 6+6 digit olarak kodlanmıştır.

1 + 5 + 5 + 1 digit

↑  
? ürün ne tip ürün olduğu

↓  
üreticinin kodu

↓  
ürünün kodu

↓  
kontrol digit (Barcode da olmasına rağmen decimal sayı değeri rakam ile yazılmaz)

Kollar:

- \* Sol taraftaki her 7'li grup 0 ile başlar 1 ile biter.
- \* Sağ taraftaki her 7'li grup 1 ile başlar 0 ile biter.
- \* Sol taraftaki her 7'li grup içerisinde birlerin sayısı tek tir.
- \* Sağ taraftaki her 7'li grup içerisinde birlerin sayısı çift tir.

	left	right
0	0001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

Kontrol digit

ilk 11 digiti alıp hesaplayalım

$$3a_1 + a_2 + 3a_3 + a_4 + 3a_5 + a_6 + 3a_7 + a_8 + 3a_9 + a_{10} + 3a_{11} \equiv A \pmod{10}$$

Kontrol digiti C veya  $a_{12}$  ise  $a_{12} = C = 10 - A \pmod{10}$ .

$$3a_1 + a_2 + 3a_3 + a_4 + 3a_5 + a_6 + 3a_7 + a_8 + 3a_9 + a_{10} + 3a_{11}$$

$$4 + 24 + 5 + 3 + 3 + 27 = 66 \Rightarrow A = 6 \Rightarrow a_{12} = C = 4$$

# BUSINESS REPLY MAIL

First Class

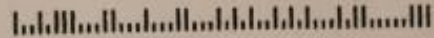
Permit No. 10207

Washington, D.C.

Postage will be paid by addressee

## ISSUES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

National Academy of Sciences  
2101 Constitution Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20077-5576



The dictionary to read these is the following:

- initial and final long bars are just guard lines
- every group of five lines encodes one digit, according to the following correspondence:

Decimal Digit	Bar Code	Binary Code
1		00011
2		00101
3		00110
4		01001
5		01010
6		01100
7		10001
8		10010
9		10100
0		11000

The Postnet bar code

The number above is therefore 2007755761. This corresponds to the ZIP+4 code 20077-5576; 1 is a check digit. How does one construct the check digit?

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10}$$

↑  
check digit

Her grup 2 uzun, 3 kısa çubuktan oluşur. Kısa yerine uzun ve tam tersi durum olduğunda hata oluşur.

Oluşan bir bitlik hata düzeltilebilir mi ?

2007 ? 55761 Beşinci digit hatalı olsun.

$$2+0+0+7+?+5+5+7+6+1 = (33+?) \bmod 10$$

Kontrol digit nasıl bulunur ?

Digitler toplamı 10'un katı olmalıdır.

$$2+0+0+7+7+5+5+7+6+1 = (40 \bmod 10)=0$$



# CRC (Cyclic Redundancy Check)

- Gönderilecek mesaj 0111101

Handwritten calculation of CRC for the message 0111101 using the generator polynomial  $G(x) = x^3 + x^2 + 1$ .

Message: 0111101

XOR

CRC kodu

0000

010101000

0000

10101000

1101

1111000

1101

0100000

0000

100000

1101

1010

1101

111

CRC

Annotations:

- Soldaki bit iptal ediliyor
- 0 ise uretec fonk. yerine 0 yaziliyor.
- 1 ise uretec fonk. yaziliyor.

Üreteç Fonksiyonu

$$G(x) = x^3 + x^2 + 1 \text{ olsun}$$
$$G(x) = 1101$$

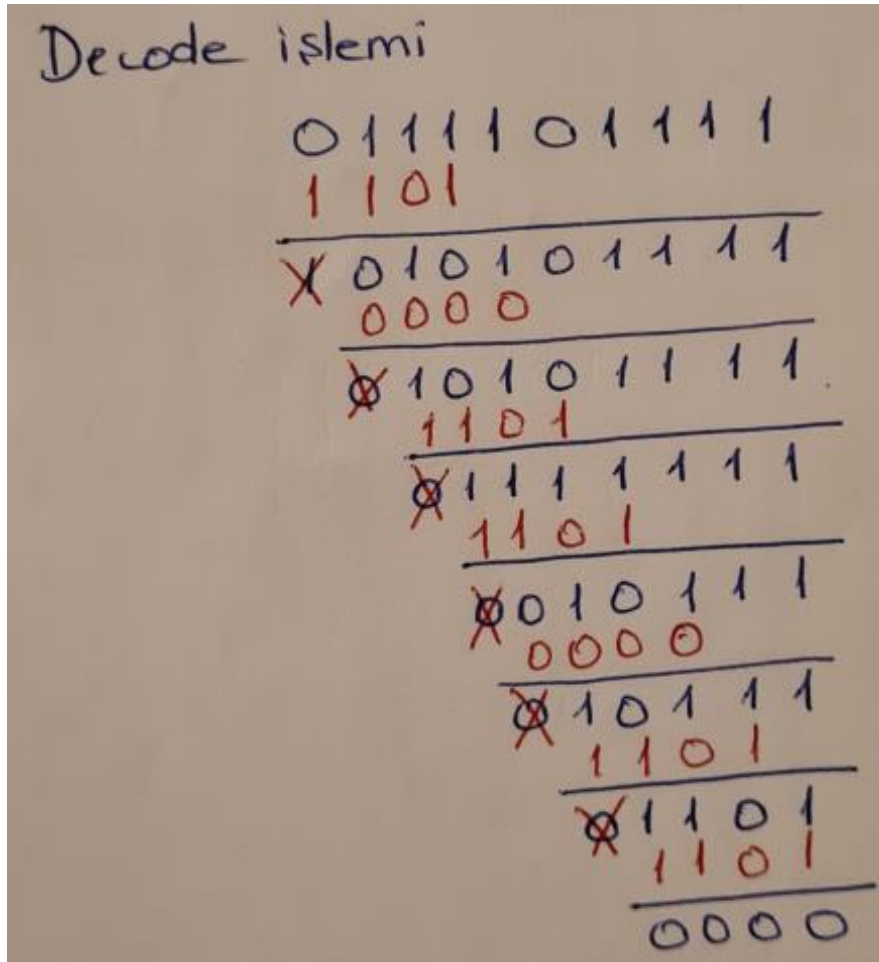
derece 3 ise CRC kodum 3 bitlik

- $G(x)$  : Üreteç fonksiyonumuz
- Üreteç fonksiyonunun derecesi CRC kodunun bit uzunluğunu verir ve başlangıçta değeri 0 dır.
- Encode edilmiş mesaj

0111101111

- Encode edilmiş mesaj 0111101**111**

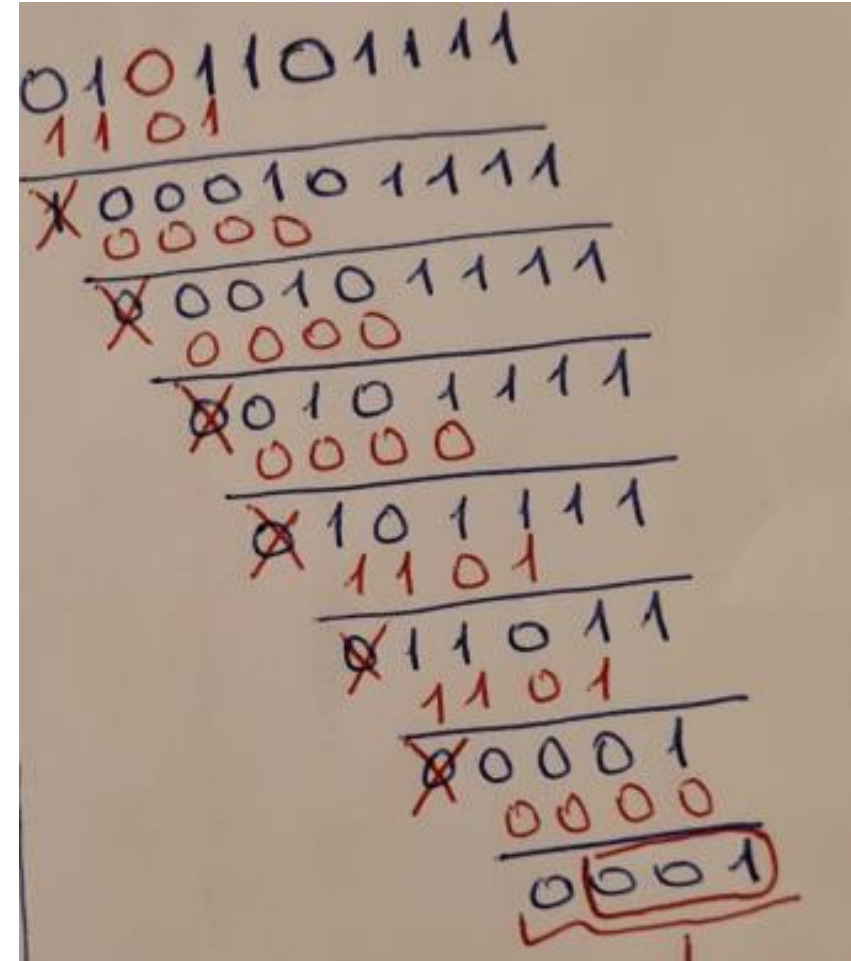
Hatalı mı gitti ? Yoksa doğru mu?



Bozulma YOK

- Encode edilmiş mesaj 01**1**1101**111**

Üçüncü bit hatalı alınmış olsaydı, anlaşılacak mıy?



Bozulma VAR

# MD5 (Message Digest)

Bir internet standartı olup, veri güvenliğinde de kullanılır

- Veri güvenliği ve bütünlüğünde kullanılır.
- Büyük bir veriden küçük bir özet oluşturulur ve bu özet bilgiden orijinal veriye dönülür.
- Tam güvenli bir algoritma değildir, ama hızlı çalışan bir algoritma olduğu için tercih edilir.
- İstenilen her boyuttaki veriden 128 bitlik bir özet elde eder. Bu özet bilgiyi de 32 bitlik 4 eşit parçaya böler.
- MD5'in sıkıştırma fonksiyonunda bir çakışma bulunmasından yola çıkarak SHA (Secure Hashing Algorithm) gibi algoritmalara yönelinse de MD5'in kırılabilirliği ispat edilmediğinden günümüzde halen veri güvenliği için tercih edilir.
- SHA1 ( $2^{64}-1$ ) bitlik mesajdan 160 bitlik özetleme değeri (hash fonksiyonu) üretir.
- MD5 tek yönlü bir algoritmadır. Geri dönüşümü yoktur. Örneğin : Kullanıcı şifresini unutursa sistem kullanıcıya şifresini veremez. Yeniden şifre oluşturması istenir.
- Eldeki veri 512 bitlik bloklara ayrılır ve her birine aynı işlem uygulanır. Veri 512'in katı değilse padding işlemi uygulanır.