

Bölüm Rehberi

Sayı Sistemleri: Dönüşümler, Tümlleyenler, BCD ve Gray Kodu

Sayı sistemleri konu anlatımı: ikili, sekizli, on altılı dönüşümler, ikili toplama ve çıkarma, bire ve ikiye tümlleme, BCD, Gray ve ASCII kodları, çözümlü örnekler.

Bölüm Rehberi

Sayı Sistemleri: Dönüşümler, Tümlleyenler, BCD ve Gray Kodu

bote.web.tr

BELGE BİLGİLERİ

Belge kodu	BT-067
Yazı no	67
Sürüm	1.0
Sürüm tarihi	28 Eylül 2026
İçerik izi	9EAB 82B6 F52C
Yayımlayan	bote.web.tr

GÜNCELLEK KONTROLÜ

Bu belgeyi kullanmadan veya paylaşmadan önce güncelliğinden emin olunuz. QR kodu okutun ya da adrese girin: elinizdeki sürümün güncel olup olmadığını ve sonradan düzeltilen bir hata bulunup bulunmadığını gösterir.

bote.web.tr/d/bt-067/1-0

Hatalar düzeltildikçe yeni sürüm yayımlanır; bütün değişiklikler sitede sürüm geçmişinde listelenir.

Bu belge tamamen ücretsizdir. Size satmaya çalışanlara itibar etmeyiniz.



Güncelliği kontrol et

İÇİNDEKİLER

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Sayı sistemi ve taban | 9. Alıştırmalar |
| 2. Onluktan başka tabanlara | 10. Cevaplar |
| 3. Başka tabanlardan onluğa | 11. Terim tablosu |
| 4. İkili, sekizli ve on altılı arasında | 12. Sonuç |
| 5. İkili toplama ve çıkarma | 13. Özet |
| 6. Negatif sayılar ve tümleyenler | 14. Sık sorulan sorular |
| 7. Sayısal kodlar: BCD, Gray, ASCII | 15. Kaynaklar |
| 8. Sık yapılan hatalar | 16. Atıf |

Bu yazı, [Elektronik Devre Elemanları dersi](#) rehberinin sayı sistemleri bölümüdür. Örnek bir izlencede dersin ilk iki haftası bu konuya ayrılır: birinci hafta sayı sistemleri ve dönüşümler, ikinci hafta negatif sayılar, tümleyenler ve sayısal kodlar.^[1] YÖK'ün ders tanımı da sayı sistemlerini dersin konuları arasında sayar.^[2] Sonraki bütün konular, özellikle [mantık kapıları ve Boole cebiri](#), bu temelin üzerine kurulur.

Sayı sistemi ve taban

Sayısal devreler bilgiyi yalnız iki değerle tutar. Shannon'ın anahtarlama devreleri çözümlemesinde de her değişken, herhangi bir anda ya 0 ya da 1 değerini alır.^[3] Bu yüzden sayısal elektronikte ikili sistem esastır. İkili sayılar uzun olduğu için sekizli ve on altılı sistemler de kullanılır. MEB'in modülüne göre sayısal elektronikte dört sayı sistemi vardır:^[4]

- **İkili (binary), taban 2:** rakamlar 0 ve 1. Örnek: $(1011)_2$
- **Sekizli (oktal), taban 8:** rakamlar 0-7. Örnek: $(125)_8$
- **Onlu (desimal), taban 10:** rakamlar 0-9. Günlük hayatta kullandığımız sistem.
- **On altılı (heksadesimal), taban 16:** rakamlar 0-9 ve A-F; A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15. Örnek: $(1B3A)_{16}$

Bütün bu sistemler **basamak değerlidir**: her basamağın ağırlığı, tabanın o basamağın sırasına karşılık gelen kuvvetidir. Dört bitlik bir ikili sayının bit ağırlıkları sırasıyla 2^3 , 2^2 , 2^1 , 2^0 'dır. Ağırlığı en büyük olan bite **en yüksek değerlikli bit (MSB)**, en küçük olana **en düşük değerlikli bit (LSB)** denir.^[4]

İlk 16 sayının dört sistemdeki karşılıkları sınavlarda sık kullanılır; bu tabloyu ezbere bilmek dönüşümleri hızlandırır:^[4]

Onlu	İkili	Sekizli	On altılı
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Onluktan başka tabanlara

Onluk bir tam sayı, hedef tabana art arda bölünür. Her bölmenin kalanı bir kenara yazılır ve kalanlar **sondan başa** okunur.^[4]

Örnek 1: $(45)_{10}$ sayısını ikiliye çevirelim.

Bölme	Bölüm	Kalan
45 / 2	22	1
22 / 2	11	0
11 / 2	5	1
5 / 2	2	1
2 / 2	1	0
1 / 2	0	1

Kalanlar aşağıdan yukarı okunur: $(45)_{10} = (101101)_2$. Denetim: $32 + 8 + 4 + 1 = 45$.

Örnek 2: $(955)_{10}$ sayısını on altılıya çevirelim. $955 / 16 = 59$, kalan 11 (B); $59 / 16 = 3$, kalan 11 (B); $3 / 16 = 0$, kalan 3. Sondan başa: $(3BB)_{16}$. MEB modülü aynı sonucu verir.^[4] Denetim: $3 \times 256 + 11 \times 16 + 11 = 768 + 176 + 11 = 955$.

Kesirli sayılar. Kesirli kısım ikiliye çevrilirken bu kez art arda **2 ile çarpılır**. Her çarpımın tam kısmı (0 ya da 1) bir bit olur ve bitler **baştan sona** okunur. Örnek: $0,625 \times 2 = 1,25$ (bit 1); $0,25 \times 2 = 0,5$ (bit 0); $0,5 \times 2 = 1,0$ (bit 1). Sonuç **(0,101)₂**'dir. Denetim: $0,5 + 0,125 = 0,625$. Bazı kesirler ikili sistemde sonlu yazılamaz; bu durumda istenen basamak sayısında durulur.

Başka tabanlardan onluğa

Her basamak, kendi ağırlığıyla çarpılır ve çarpımlar toplanır.^[4]

- $(101101)_2 = 1 \times 32 + 0 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 45$
- $(147)_8 = 1 \times 64 + 4 \times 8 + 7 \times 1 = 103$
- $(4F8)_{16} = 4 \times 256 + 15 \times 16 + 8 \times 1 = 1024 + 240 + 8 = 1272$

On altılı sayılarla hesap yaparken harfleri önce onluk karşılıklarına çevirmek hatayı azaltır.^[4]

İkili, sekizli ve on altılı arasında

On altı, 2'nin dördüncü kuvveti (2^4) olduğu için her on altılı rakam tam dört bite karşılık gelir. Bu yüzden ikili ile on altılı arasındaki dönüşüm, her dört bitlik grubu bir rakama çevirmekten ibarettir.^[5] Sekiz de 2^3 olduğundan sekizliye üçerli gruplarla geçilir.^[4]

- İkiliden on altılıya:** sağdan başlayarak dörderli gruplayın. $(01011101)_2 = 0101\ 1101 = (5D)_{16}$
- İkiliden sekizliye:** sağdan başlayarak üçerli gruplayın. $(01011101)_2 = 01\ 011\ 101 = (135)_8$
- On altılıdan ikiliye:** her rakamı dört bite açın. $(AF8)_{16} = 1010\ 1111\ 1000$
- Sekizliden ikiliye:** her rakamı üç bite açın. $(432)_8 = 100\ 011\ 010$

Sekizli ile on altılı arasında doğrudan geçiş yerine **ikili üzerinden** geçmek en güvenli yoldur: $(5D)_{16} = 0101\ 1101 \rightarrow 001\ 011\ 101 \rightarrow (135)_8$.

Gruplamaya **sağdan**, yani LSB tarafından başlanır. Soldaki eksik bitler 0 ile tamamlanır: $(1010111)_2$ sekizliye çevrilirken 1 010 111 olarak gruplanır ve $(127)_8$ bulunur.^[4]

İkili toplama ve çıkarma

İkili toplamada dört kural vardır: $0 + 0 = 0$, $0 + 1 = 1$, $1 + 0 = 1$, $1 + 1 = 0$ ve elde 1.^[4] Üç bir toplandığında (iki bit ve önceki elde) sonuç 1, elde 1 olur.

Örnek 3. $1011 + 1010$ işleminde sağdan başlayalım: $1 + 0 = 1$; $1 + 1 = 0$ (elde 1); $0 + 0 + 1 = 1$; $1 + 1 = 0$ (elde 1); en sona elde yazılır. Sonuç **10101**'dir. Onluk denetim: $11 + 10 = 21$.

İkili çıkarmada $0 - 1$ durumunda soldaki sütundan borç alınır; borç alınan sütun bu sütuna 2 olarak geçer.^[4] Örnek: $10110 - 01010 = 01100$, yani $22 - 10 = 12$.^[4]

Negatif sayılar ve tümleyenler

Tümleyenler sayesinde çıkarma **toplamaya dönüştürülür**; ikiye tümleyende aynı toplayıcı devre işaretli ve işaretsiz sayılar için birlikte kullanılabilir.^[5] MEB modüllerinde bu yöntem tümleme (komplement) yöntemiyle çıkarma adıyla anlatılır.^{[4][6]}

Birler tümleyeni. Bir ikili sayının birler tümleyeni, bütün bitlerinin tersidir: 0'lar 1, 1'ler 0 yapılır. Örneğin 0111 'in birler tümleyeni 1000 'dir.^[6]

Birler tümleyeniyle çıkarma (MEB yöntemi). Çıkan sayının birler tümleyeni alınır ve eksilen sayıyla toplanır. En soldan bir elde taşarsa sonuç pozitifdir; taşan elde en sağdaki bite (LSB) eklenir. Elde taşmazsa sonuç negatifdir; sonucun tersi alınarak büyüklüğü bulunur.^[4]

- **Örnek 4: 25 – 19.** 11001 – 10011. Çıkanın birler tümleyeni 01100. Toplam 11001 + 01100 = 1 00101. Elde taşı, sonuç pozitif; elde LSB'ye eklenir: 00101 + 1 = **00110 = 6**.
- **Örnek 5: 6 – 13.** 0110 – 1101. Çıkanın birler tümleyeni 0010. Toplam 0110 + 0010 = 1000. Elde taşmadı, sonuç negatif; tersi 0111 = 7, yani sonuç **-7**.

İkiler tümleyeni. İkiler tümleyeni, birler tümleyenine 1 eklenerek bulunur.^[6] k bitlik ikiye tümleyen gösteriminde en yüksek bitin ağırlığı $+2^{(k-1)}$ değil **$-2^{(k-1)}$** 'dir. Bu gösterimin özellikleri şunlardır:^[5]

- Negatif sayıların en yüksek biti 1'dir; bu bite **işaret biti** denir.
- k bit, **$-2^{(k-1)}$ ile $2^{(k-1)} - 1$** arasındaki her tam sayıyı tek bir biçimde gösterir. 4 bitte -8 ile 7, 8 bitte -128 ile 127 arası.
- Sıfırın tek bir gösterimi vardır (bütün bitler 0); bütün bitleri 1 olan sayı -1'dir.
- Bir sayının negatifi, bitleri ters çevrilip 1 eklenerek bulunur: $-A = A' + 1$.
- İşaretsiz ve işaretli sayılar **aynı toplayıcıyla** toplanır.
- Aralık simetrik değildir: $-2^{(k-1)}$ gösterilebilir ama $+2^{(k-1)}$ gösterilemez.

Örnek 6: 8 bitte -45. 45 = 00101101. Bitler ters çevrilir: 11010010. 1 eklenir: **11010011**. Denetim ağırlıklarıyla: $-128 + 64 + 16 + 2 + 1 = -45$.

İkiler tümleyeniyle çıkarma. $A - B$ yerine $A + (-B)$ hesaplanır. Sonuç yine k bitte okunur; en soldan taşan elde atılır.^{[6][5]}

- **Örnek 7: 25 – 19 (8 bit).** 25 = 00011001; -19 = 11101101. Toplam 1 00000110; taşan elde atılır: **00000110 = 6**.
- **Örnek 8: 6 – 13 (8 bit).** 6 = 00000110; -13 = 11110011. Toplam **11111001**. İşaret biti 1, sonuç negatif: $-128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 1 = -7$.

Taşma (overflow). Sonuç gösterilebilir aralığın dışına çıkarsa yanlış çıkar. 4 bitte $7 + 1 = 0111 + 0001 = 1000$ 'dır; bu, ikiye tümleyende **-8** demektir. İki pozitif sayının toplamı negatif görünüyorsa taşma olmuştur. Bu, aralığın -8 ile 7 arasında olmasının doğrudan sonucudur.^[5]

Sayısal kodlar: BCD, Gray, ASCII

Örnek izlencenin ikinci haftası sayıları ve karakterleri temsil eden kodları da kapsar: BCD, Gray, ASCII ve EBCDIC.^[1]

BCD (ikili kodlanmış onluk). Onluk rakamları tek tek, her birine sabit uzunlukta 4 bitlik bir kod vererek yazar. 16 olası 4 bitlik kodun yalnız 10'u kullanılır.^[5] MIT ders notlarındaki tabloda her rakam kendi 4 bitlik ikili karşılığıyla yazılır (ağırlıklar 8-4-2-1): 0 = 0000, ..., 9 = 1001.^[5] 1010 ile 1111 arasındaki kodlar BCD'de geçersizdir.

- **Örnek 9.** 93 sayısı BCD'de **1001 0011**'dir (9 ve 3 ayrı ayrı). Oysa 93'ün ikili karşılığı **1011101**'dir. BCD ile ikili karşılığı karıştırmak en sık yapılan hatalardan biridir.

Gray kodu. Frank Gray'in 1947'de başvurup 1953'te patentini aldığı kodda, her sayının kodu bir alttaki ve bir üstteki sayının kodundan **yalnız bir basamakta** farklıdır. Kod sıradan ikili koddan bir tür yansıtma işlemiyle türetildiği için **yansıtılmış ikili kod** diye adlandırılır.^[7] Üç bitlik Gray kodu sırası şöyledir:

Onlu	İkili	Gray
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100

Ardışık her satırda Gray sütununda yalnız bir bit değişir; 7'den 0'a dönüşte bile (100 → 000). Oysa ikili sütunda 3'ten 4'e geçerken üç bit birden değişir.

- **İkiliden Gray'e:** en soldaki bit aynen yazılır; sonraki her Gray biti, ikili sayıdaki kendi biti ile solundaki bitin ÖZEL VEYA'sıdır. Örnek: 1011 → 1, $1 \oplus 0 = 1$, $0 \oplus 1 = 1$, $1 \oplus 1 = 0 \rightarrow \mathbf{1110}$.
- **Gray'den ikiliye:** en soldaki bit aynen yazılır; sonraki her ikili bit, bir önce bulunan ikili bit ile o sıradaki Gray bitinin ÖZEL VEYA'sıdır. Örnek: 1110 → 1, $1 \oplus 1 = 0$, $0 \oplus 1 = 1$, $1 \oplus 0 = 1 \rightarrow \mathbf{1011}$.

ÖZEL VEYA işlemi için [mantık kapıları ve Boole cebiri](#) yazısına bakabilirsiniz.

ASCII. ASCII, karakterleri 7 bitle kodlayan standarttır. RFC 20, ağ üzerinden iletimde standart 7 bitlik ASCII'nin, en yüksek biti her zaman 0 olan 8 bitlik bir bayta yerleştirilmesini önerir; kod tablosu 1968 tarihli ABD standardından alınmıştır.^[8] Tablodaki her karakter, üç yüksek bit (b7-b5) ile belirlenen sütun ve dört düşük bit (b4-b1) ile belirlenen satırla gösterilir.^[8] Sınavda işe yarayan birkaç karşılık:

Karakter	İkili (7 bit)	Onlu	On altılı
Boşluk	010 0000	32	20
0 rakamı	011 0000	48	30
A	100 0001	65	41
a	110 0001	97	61

Büyük ve küçük harfler yalnız bir bitte ayrılır (A = 100 0001, a = 110 0001); aradaki fark 32'dir. Rakam karakterlerinin kodu 48'den başlar; yani "7" karakteri 7 sayısı değil, 55 kodlu bir karakterdir.

EBCDIC, izlencede adı geçen öteki karakter kodudur ve ASCII'den ayrı bir kodlamadır.^[1] Bu yazı ASCII'yi ayrıntılı ele alıyor.

Sık yapılan hatalar

- **Kalanları yukarıdan aşağı okumak.** Bölme yönteminde kalanlar sondan başa okunur. Kesirli kısımda ise çarpımın tam kısımları baştan sona okunur.
- **Gruplamaya soldan başlamak.** İkiden sekizliye ve on altılıya geçerken gruplar sağdan (LSB) başlar; eksik bitler solda 0 ile tamamlanır.^[4]
- **Bit sayısını sabit tutmamak.** İkiye tümleyen belirli bir bit sayısında tanımlıdır. 8 bitlik -45 ile 16 bitlik -45 farklı bit dizileridir.^[5]
- **Birler tümleyeniyle ikiler tümleyeni karıştırmak.** Birler tümleyeni yalnız ters çevirmedir; ikiler tümleyeni ters çevirip 1 eklemektir.^[6]
- **BCD ile ikiliyi karıştırmak.** 93 BCD'de 1001 0011, ikilide 1011101'dir.
- **Taşmayı gözden kaçırmak.** Aralık dışına çıkan sonuç işaret bitini bozar.

Alıştırmalar

Alıştırmalar, örnek izlencenin 1. ve 2. haftalarını kapsar.^[1]

1. $(156)_{10}$ sayısını ikili, sekizli ve on altılı sisteme çeviriniz.
2. $(1101101)_2$ sayısının onluk karşılığı nedir?
3. $(7B)_{16}$ sayısını onlu, ikili ve sekizli sisteme çeviriniz.
4. $(0,375)_{10}$ sayısını ikiliye çeviriniz.
5. $11011 + 10110$ işlemini ikili olarak yapınız.
6. $10110 - 01101$ işlemini birler tümleyeni yöntemiyle yapınız.
7. -20 sayısının 8 bitlik ikiye tümleyen gösterimi nedir?
8. 8 bitlik ikiye tümleyen gösterimindeki 11110110 hangi sayıdır?
9. $18 - 25$ işlemini 8 bitlik ikiye tümleyenle yapınız.
10. 47 sayısını BCD ve ikili olarak yazınız.
11. İkili 0110 sayısını Gray koduna, Gray kodundaki 0110'ı ikiliye çeviriniz.
12. ASCII'de 1000011 hangi karakterdir? Küçük "c" harfinin kodu nedir?
13. 6 bitlik ikiye tümleyen hangi aralıktaki sayıları gösterebilir?

Cevaplar

Bütün sonuçlar programla denetlenmiştir; yöntemler yukarıdaki bölümlerdedir.^{[4][5]}

1. $(156)_{10} = (10011100)_2 = (234)_8 = (9C)_{16}$.
2. $64 + 32 + 8 + 4 + 1 = 109$.
3. $7 \times 16 + 11 = 123$; ikili **1111011**; sekizli $1\ 111\ 011 \rightarrow 173$.
4. $0,375 \times 2 = 0,75\ (0)$; $0,75 \times 2 = 1,5\ (1)$; $0,5 \times 2 = 1,0\ (1) \rightarrow (0,011)_2$.
5. **110001** ($27 + 22 = 49$).
6. 01101'in birler tümleyeni 10010; $10110 + 10010 = 1\ 01000$; elde LSB'ye eklenir: $01000 + 1 = 01001 = 9$ ($22 - 13 = 9$).
7. $20 = 00010100$; ters 11101011; $+1 \rightarrow 11101100$.
8. $-128 + 64 + 32 + 16 + 4 + 2 = -10$.

9. $18 = 00010010$; $-25 = 11100111$; toplam **11111001** = **-7**.
10. BCD **0100 0111**; ikili **101111**.
11. $0110 \rightarrow$ Gray **0101**; Gray $0110 \rightarrow$ ikili **0100**.
12. $1000011 =$ sütun 4, satır 3 = **C** (onlu 67); "c" = **110 0011** (onlu 99).
13. -2^5 ile $2^5 - 1$ arası: **-32 ile 31**.

Terim tablosu

Türkçe	İngilizce	Diğer kullanımlar
İkili sayı sistemi	Binary number system	İkilik, binary
Sekizli sayı sistemi	Octal	Sekizlik, oktal
Onlu sayı sistemi	Decimal	Onluk, desimal
On altılı sayı sistemi	Hexadecimal	On altılık, heksadesimal
En yüksek değerlikli bit	Most significant bit (MSB)	En ağırlıklı bit
En düşük değerlikli bit	Least significant bit (LSB)	En küçük değerlikli bit
Birler tümleyeni	One's complement	1'e tümleyen, evrik
İkiler tümleyeni	Two's complement	2'ye tümleyen
İşaret biti	Sign bit	
Taşma	Overflow	
İkili kodlanmış onluk	Binary coded decimal (BCD)	
Yansıtılmış ikili kod	Reflected binary code	Gray kodu

Türkçe terimler MEB modüllerinden, İngilizce karşılıklar MIT ders notlarından ve Gray'in patentinden alınmıştır.^{[4][6][5][7]}

Sonuç

Sayı sistemleri konusu birkaç yöntemin sağlam uygulanmasından ibarettir: bölerek onluktan başka tabana, ağırlıklarla toplayarak başka tabandan onluğa geçmek; ikili, sekizli ve on altılı arasında üçerli ve dörderli gruplamak.^{[4][5]} Negatif sayılar ikiye tümleyenle gösterilir ve çıkarma toplamaya dönüşür; bunun için bit sayısını sabit tutmak ve aralığı bilmek gerekir.^{[5][6]} BCD, Gray ve ASCII kodları ise aynı bitlerin farklı amaçlarla nasıl yorumlanabileceğini gösterir.^{[7][8]} Bu konu, mantık kapılarından toplayıcılara kadar dersin bütün sayısal yarısının temelidir.^[1]

Özet

- Sayısal elektronikte dört sayı sistemi kullanılır: **ikili (2)**, **sekizli (8)**, **onlu (10)** ve **on altılı (16)**. Her basamağın değeri, tabanın o basamağa karşılık gelen kuvvetidir.
- Onluktan başka tabana geçmek için sayı art arda tabana bölünür ve kalanlar **sondan başa** yazılır. İkiliden sekizliye **üçerli**, on altılıya **dörderli** gruplanır.

- Bir sayının birler tümleyeni bütün bitlerinin tersidir; **ikiler tümleyeni birler tümleyene 1 eklenerek** bulunur. k bitlik ikiye tümleyen $-2^{(k-1)}$ ile $2^{(k-1)} - 1$ arasındaki sayıları gösterir.
- **BCD** her onluk rakamı ayrı bir 4 bitle yazar. **Gray kodunda** ardışık iki sayı yalnız bir bitte farklıdır. **ASCII** her karakteri 7 bitle gösterir: A = 65, a = 97, 0 rakamı = 48.
- En sık hatalar: kalanları yukarıdan aşağı okumak, gruplamaya soldan başlamak ve ikiye tümleyende bit sayısını sabit tutmayı unutmak.

Sık sorulan sorular

Sayı sistemleri nelerdir?

Sayısal elektronikte dört sayı sistemi kullanılır: tabanı 2 olan ikili (binary), tabanı 8 olan sekizli (oktal), tabanı 10 olan onlu (desimal) ve tabanı 16 olan on altılı (heksadesimal) sistem. İkili sistemde yalnız 0 ve 1, on altılı sistemde 0-9 rakamları ile A-F harfleri kullanılır; A = 10, F = 15'tir.

Onluk sayı ikilik sayıya nasıl çevrilir?

Onluk sayı art arda 2'ye bölünür, her bölmenin kalanı yazılır ve kalanlar sondan başa doğru okunur. Örneğin 45 sayısı için kalanlar sırasıyla 1, 0, 1, 1, 0, 1 çıkar; sondan başa okununca 101101 elde edilir. Sonucu denetlemek için basamak değerleri toplanır: $32 + 8 + 4 + 1 = 45$.

İkili sayı on altılık sayıya nasıl çevrilir?

İkili sayı sağdan başlayarak dörderli gruplara ayrılır ve her grubun on altılık karşılığı yazılır. Örneğin 01011101 sayısı 0101 ve 1101 gruplarına ayrılır; bunlar 5 ve D'dir, sonuç 5D olur. Sekizliye çevirirken aynı işlem üçerli gruplarla yapılır.

İkiye tümeleme nasıl yapılır?

Önce sayının bütün bitleri ters çevrilir (birler tümleyeni), sonra sonuca 1 eklenir. Örneğin 8 bitlik 45 sayısı 00101101'dir; bitler ters çevrilince 11010010, 1 eklenince 11010011 olur. Bu, -45 'in 8 bitlik ikiye tümleyen gösterimidir.

BCD kodu nedir?

BCD (ikili kodlanmış onluk), onluk sayının her rakamını ayrı ayrı 4 bitlik ikili karşılığıyla yazan koddur. Örneğin 93 sayısı BCD'de 1001 0011 olarak yazılır; oysa 93'ün ikili karşılığı 1011101'dir. BCD, 16 olası 4 bitlik kodun yalnız 10'unu kullanır; 1010 ile 1111 arasındaki kodlar geçersizdir.

Gray kodu nedir?

Gray kodu, ardışık iki sayının kodlarının yalnız bir bitte farklı olduğu ikili koddur. Frank Gray'ın 1953'te patentini aldığı bu kod, sıradan ikili koddan bir tür yansıtma işlemiyle türetildiği için yansıtılmış ikili kod olarak da anılır. İkiliden Gray'e geçerken en soldaki bit aynen yazılır, sonraki her bit komşu iki ikili bitin **ÖZEL VEYA**'sıdır.

Kaynaklar

- 1 Hacettepe Üniversitesi (2024). BTE114 Elektronik Devre Elemanları ders bilgi paketi (Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği). Hacettepe Üniversitesi Bologna Bilgi Sistemi.

- 2 Yükseköğretim Kurulu (2018). Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği lisans programı. YÖK, Öğretmen Yetiştirme Lisans Programları.
- 3 Shannon, C. E. (1940). A symbolic analysis of relay and switching circuits. Yüksek lisans tezi, Massachusetts Institute of Technology.
- 4 Millî Eğitim Bakanlığı (2012). Elektrik-elektronik teknolojisi: Temel mantık devreleri (522EE0245). MEB, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP) modülü, Ankara.
- 5 Ward, S. (2017). Information (Computation Structures ders notları, bölüm 3). Massachusetts Institute of Technology, 6.004 Computation Structures.
- 6 Millî Eğitim Bakanlığı (2017). Denizcilik: Sayısal elektronik temelleri. MEB, mesleki ve teknik eğitim modülü, Ankara.
- 7 Gray, F. (1953). Pulse code communication (ABD patenti 2,632,058). United States Patent Office; başvuru 13 Kasım 1947, Bell Telephone Laboratories.
- 8 Cerf, V. (1969). ASCII format for network interchange (RFC 20). Network Working Group, Request for Comments 20.

Atıf

BÖTE Editör Ekibi. (2026, 28 Eylül). Sayı sistemleri: Dönüşümler, tümleyenler, BCD ve Gray kodu. *BÖTE Blog*. <https://bote.web.tr/blog/sayi-sistemleri>

Bu belge hakkında. Bu PDF, bote.web.tr'deki [Sayı Sistemleri: Dönüşümler, Tümleyenler, BCD ve Gray Kodu](#) yazısının BT-067 kodlu belgesinin 1.0 sürümüdür.

Sürüm geçmişi ve değişiklikler: bote.web.tr/d/bt-067. Güncel sürümü ve bütün yazıların PDF'lerini bote.web.tr/pdf adresinde bulabilirsiniz. Elinizdeki dosyanın bizim yayımladığımız sürümle birebir aynı olup olmadığını bote.web.tr/d adresinde denetleyebilirsiniz; dosya cihazınızdan dışarı gönderilmez.

© 2026 bote.web.tr · Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi



PDF merkezi

BÖTE bölümü, eğitim fakültesi ve öğretmenlik üzerine ücretsiz, kaynaklı yazılar. Bu belgenin güncel hâli ve çok daha fazlası sitede.

Blog yazıları

Eğitim teknolojileri, kuramlar ve öğretmenlik

bote.web.tr/blog

PDF merkezi

Güncel PDF'ler, sürüm geçmişi ve doğrulama

bote.web.tr/pdf

BÖTE hakkında

Bölümün tarihi, amacı ve fakültedeki yeri

bote.web.tr/about

Müfredat

Dört yıllık ders programı ve dersler

bote.web.tr/curriculum

Mezunlar ve meslek

Mezunların çalıştığı alanlar ve unvanlar

bote.web.tr/graduation

Belge doğrulama

PDF'inizin güncel ve özgün olduğunu denetleyin

bote.web.tr/d



Üniversite topluluklarını, etkinlikleri ve şirketleri tek uygulamada buluşturan ücretsiz kampüs platformu.

- **Dijital portföy**
Katıldığınız etkinlikleri ve sertifikalarını uniconnectly.com/@kullaniciadi adresinde herkese açık sergile
- **Sertifikalar**
Platformda verilen sertifikalar doğrulanmış işaretli, edu.tr e-postan onaylı
- **Topluluklar ve etkinlikler**
Üniversitelerdeki toplulukları ve takvimi tek ekranda gör, başvuru etkinliklere katıl
- **Doğrulanabilir katılım**
QR ile giriş yaptığınız etkinlikler portföyünde doğrulanmış listelenir
- **Anlık fırsatlar**
Staj, iş ve burs duyuruları akışına düşer
- **Üye kartı indirimleri**
Takip ettiğiniz toplulukların anlaşmalı işletme indirimlerinden yararlan



Ücretsiz keşfet

QR kodu okutun ya da uniconnectly.com adresine girin.



Diğer yapımlarımız

UniConnectly gibi bunlar da bizim yapımlarımız. Bu belgeyi ücretsiz sunuyoruz; yapımlarımızı keşfetmeniz ve çevrenizle paylaşmanız, bu çalışmalarını sürdürmemiz için en büyük destektir.

ahmetcelen.com.tr

Üniversite ve kamu sınavlarına ücretsiz matematik: konu anlatımları ve PDF'leri, çıkmış sorular ve sınav geri sayımları.

ahmetcelen.com.tr



Hayvanseverlerin sosyal medyası ve veteriner akıllı klinik yönetim uygulaması.

veterito.com