

# Sayısal Sistemler-H6CD1

## Kombinasyonel Devreler-3

Dr. Meriç Çetin  
versiyon031124

# Bu derste öğreneceklerimiz

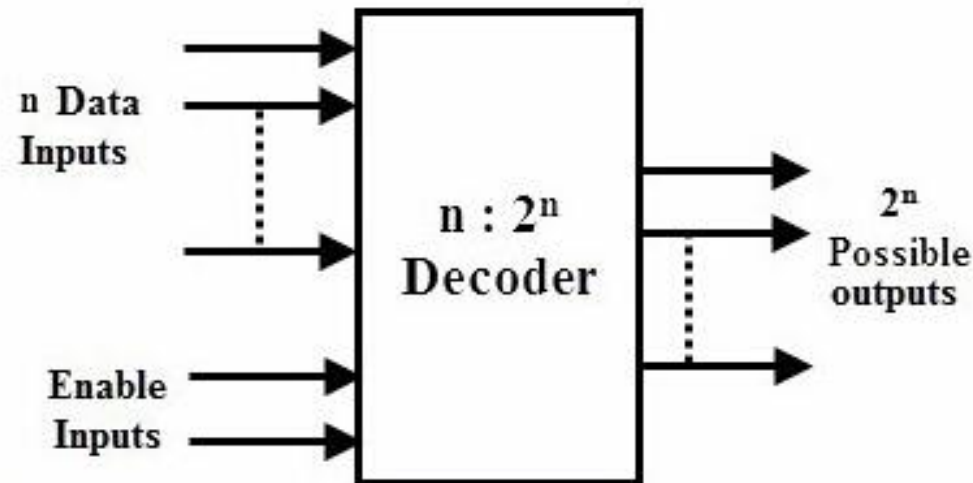
## 4 Combinational Logic

---

4.1	Introduction	125
4.2	Combinational Circuits	125
4.3	Analysis Procedure	126
4.4	Design Procedure	129
4.5	Binary Adder–Subtractor	133
4.6	Decimal Adder	144
4.7	Binary Multiplier	146
4.8	Magnitude Comparator	148
[ 4.9	Decoders	150
4.10	Encoders	155
4.11	Multiplexers	158
4.12	HDL Models of Combinational Circuits	164

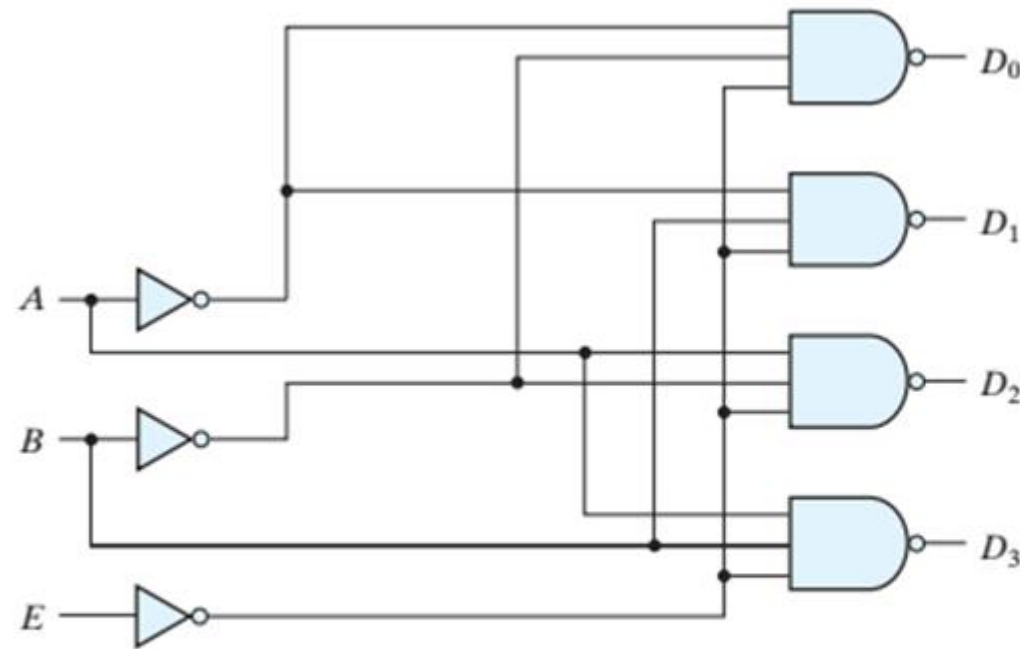
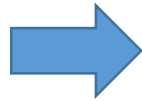
# Kod çözücüler (Decoders)

- Sayısal sistemlerde ayrık bilgiler ikili kodlarla temsil edilir.
- $n$  bitlik bir ikili kod, kodlanmış bilginin en fazla  $2^n$  farklı elemanını temsil edebilir.
- Bir kod çözücü, ikili bilgileri  $n$  giriş hattından maksimum  $2^n$  benzersiz çıkış hattına dönüştüren kombinasyonel bir devredir.
- $n$ -bit kodlu bilginin kullanılmayan kombinasyonları varsa, kod çözücü  $2^n$  den daha az çıktıya sahip olabilir.



- Burada sunulan kod çözücülere **nxm** kod çözücüler denir ( $m \leq 2^n$ ). Örneğin 2x4, 3x8, 4x16,... kod çözücüler.
- Amaç; n giriş değişkeninin  $2^n$  (veya daha az) mintermlerini oluşturmaktır.
- Kod çözücü tasarımları «**active low**» ya da «**active high**» mantığına göre yapılabilir.

**active low  
decoder design**



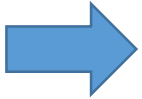
(a) Logic diagram

<i>E</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i> <sub>0</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>	<i>D</i> <sub>3</sub>
1	<i>X</i>	<i>X</i>	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0

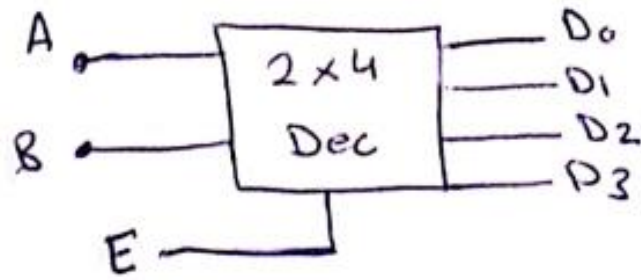
(b) Truth table

**FIGURE 4.19**

Two-to-four-line decoder with enable input



## active high decoder design



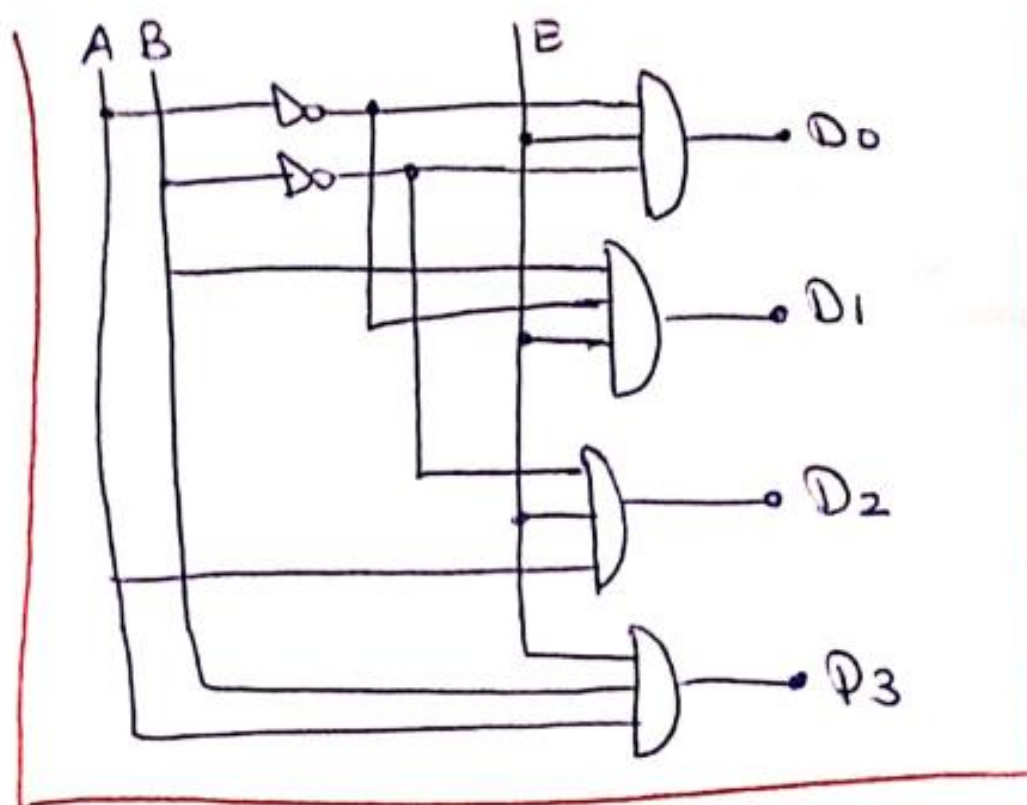
<i>EN</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
0	X	X	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

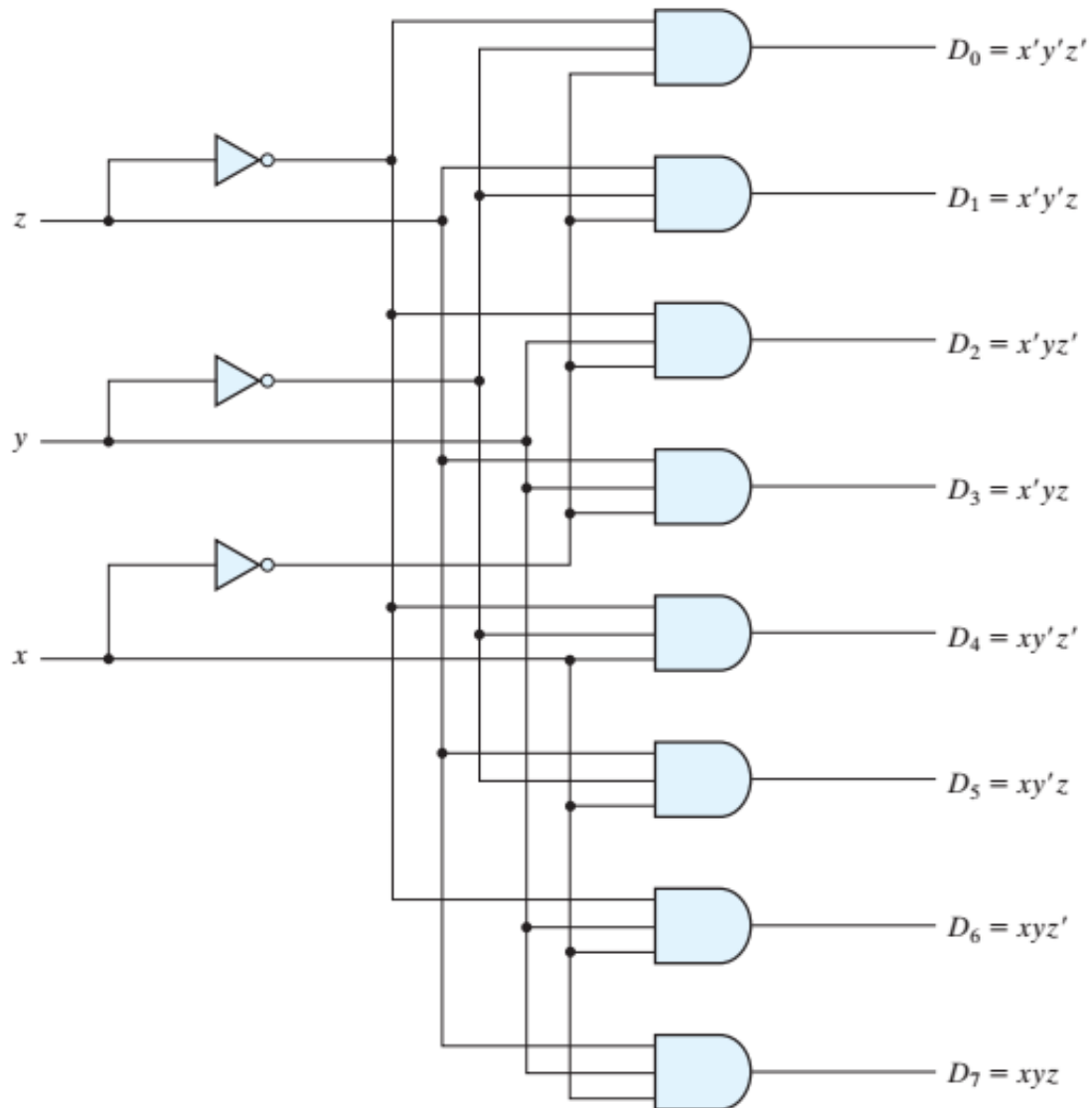
$$D_0 = E \bar{A} \bar{B}$$

$$D_1 = E \bar{A} B$$

$$D_2 = E A \bar{B}$$

$$D_3 = E A B$$





- Şekil 4.18'deki **3x8 hatlı kod çözücü** devresini düşünün. Üç girişin kodu, her biri üç giriş değişkeninin mintermlerinden birini temsil eden sekiz çıkışa çözülür.

**Table 4.6**  
*Truth Table of a Three-to-Eight-Line Decoder*

Inputs			Outputs							
$x$	$y$	$z$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

**FIGURE 4.18**  
Three-to-eight-line decoder

# Çoğunluk Kod Çözümler

- Bu devrede çıkış üç girişten en az ikisi doğru ise doğrudur. Eğer iki veya daha fazla giriş yanlış ise çıkış yanlıştır.

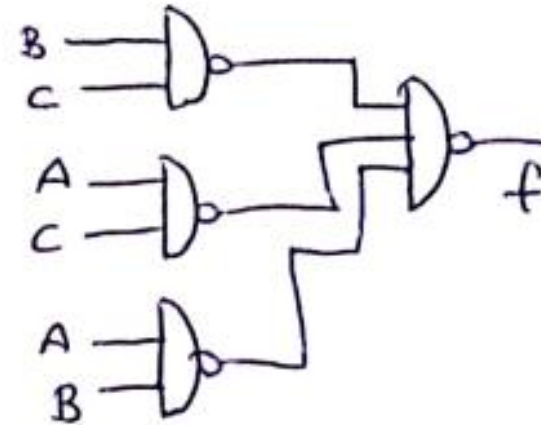
A	B	C	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

BC	00	01	11	10
A=0			1	
A=1		1	1	1

$$f = BC + AC + AB$$

$$f = \overline{\overline{f}} = \overline{\overline{BC + AC + AB}}$$

$$f = \overline{\overline{BC} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AB}}$$



# Azınlık Kod Çözücüler

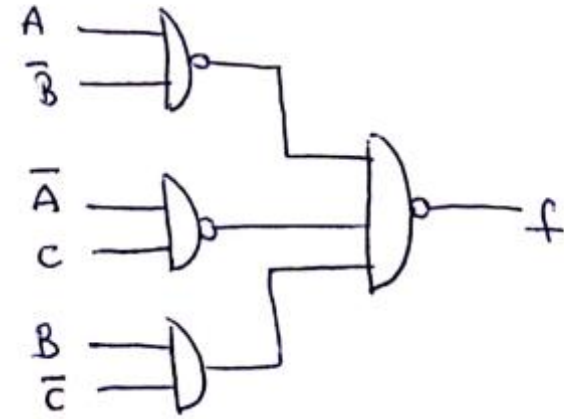
A	B	C	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

A	BC			
	00	01	11	10
0		1	1	1
1	1	1		1

$$f = A\bar{B} + \bar{A}C + B\bar{C}$$

$$f = \bar{f} = \overline{A\bar{B} + \bar{A}C + B\bar{C}}$$

$$f = \overline{A\bar{B}} \cdot \overline{\bar{A}C} \cdot \overline{B\bar{C}}$$

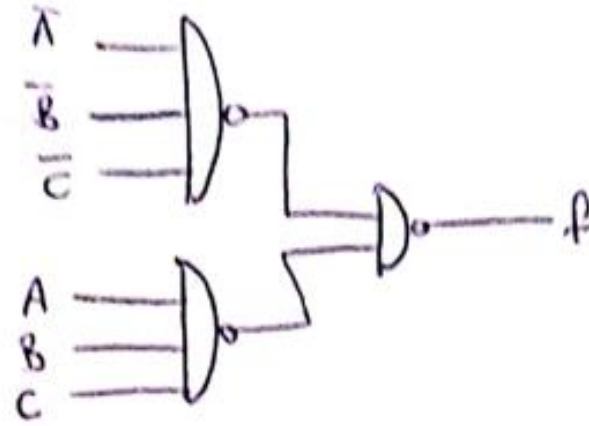


A	B	C	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

$$f = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC$$

$$f = \bar{f} = \overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC}$$

$$f = \overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C}} \cdot \overline{ABC}$$





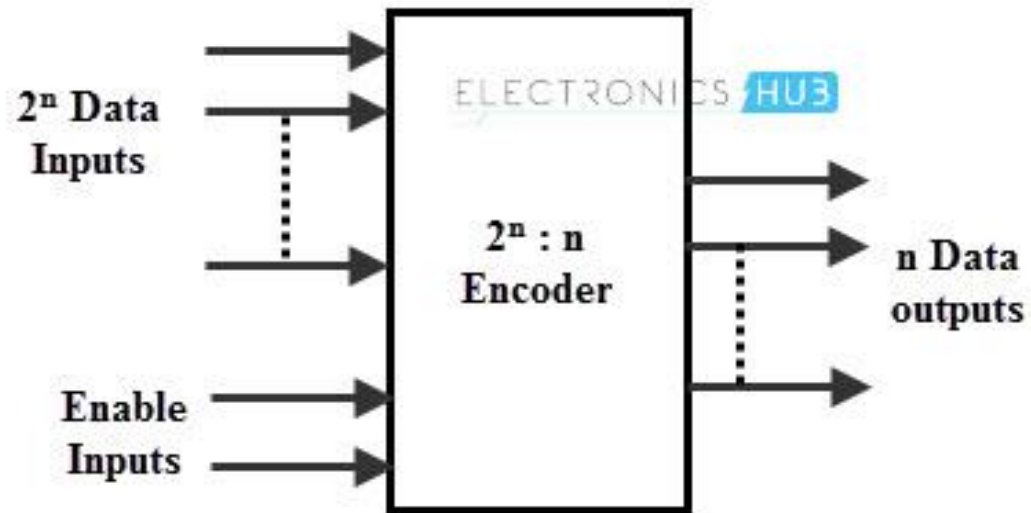
# BCD Kod Çözücüler

- BCD kod çözücü devre; onluk (decimal) sistemi ikilik (binary) sisteme kodlayıcı devresinin tersini yapar. İkili olarak kodlanmış bilginin çözülerek çıkışlardan hangisinin aktif olacağını belirler. BCD kod çözücü 4 giriş 10 çıkışlı olup her seferinde tek bir çıkış 1 olmalıdır ki ilgili çıkışın aktif olacağı anlaşılabilir.

D C B A	$Q_9$	$Q_8$	$Q_7$	$Q_6$	$Q_5$	$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	Çıkış	İfade
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	$Q_0$	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
0 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	$Q_1$	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
0 0 1 0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	$Q_2$	$\bar{A}\bar{B}C\bar{D}$
0 0 1 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	$Q_3$	$\bar{A}\bar{B}CD$
0 1 0 0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	$Q_4$	$\bar{A}B\bar{C}\bar{D}$
0 1 0 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	$Q_5$	$\bar{A}B\bar{C}D$
0 1 1 0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	$Q_6$	$\bar{A}BC\bar{D}$
0 1 1 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	$Q_7$	$\bar{A}BCD$
1 0 0 0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$Q_8$	$A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
1 0 0 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$Q_9$	$A\bar{B}\bar{C}D$

# Kodlayıcılar (Encoders)

- Birleşik mantık devrelerinin en önemli uygulamalarından biri olan kodlayıcılar, bir kod çözücünün ters işlemini gerçekleştiren sayısal devrelerdir.
- Bir kodlayıcının  $2^n$  (veya daha az) giriş hattı ve  $n$  çıkış hattı vardır.
- Kodlayıcılar türleri 4x2, 8x3, 16x4,.. şeklinde ifade edilir.



# Kodlayıcılar (Encoders)

- 4x2'li bir kodlayıcıda

$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	$Q_1$	$Q_0$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

$Q_1$  için iki tane minterm vardır bu durumda;

$$Q_1 = \bar{D}_3 D_2 \bar{D}_1 \bar{D}_0 + D_3 \bar{D}_2 \bar{D}_1 \bar{D}_0 \text{ olur.}$$
$$= \bar{D}_1 \bar{D}_0 (\bar{D}_3 D_2 + D_3 \bar{D}_2) \Rightarrow \boxed{Q_1 = \bar{D}_1 \bar{D}_0 (D_2 \oplus D_3)}$$

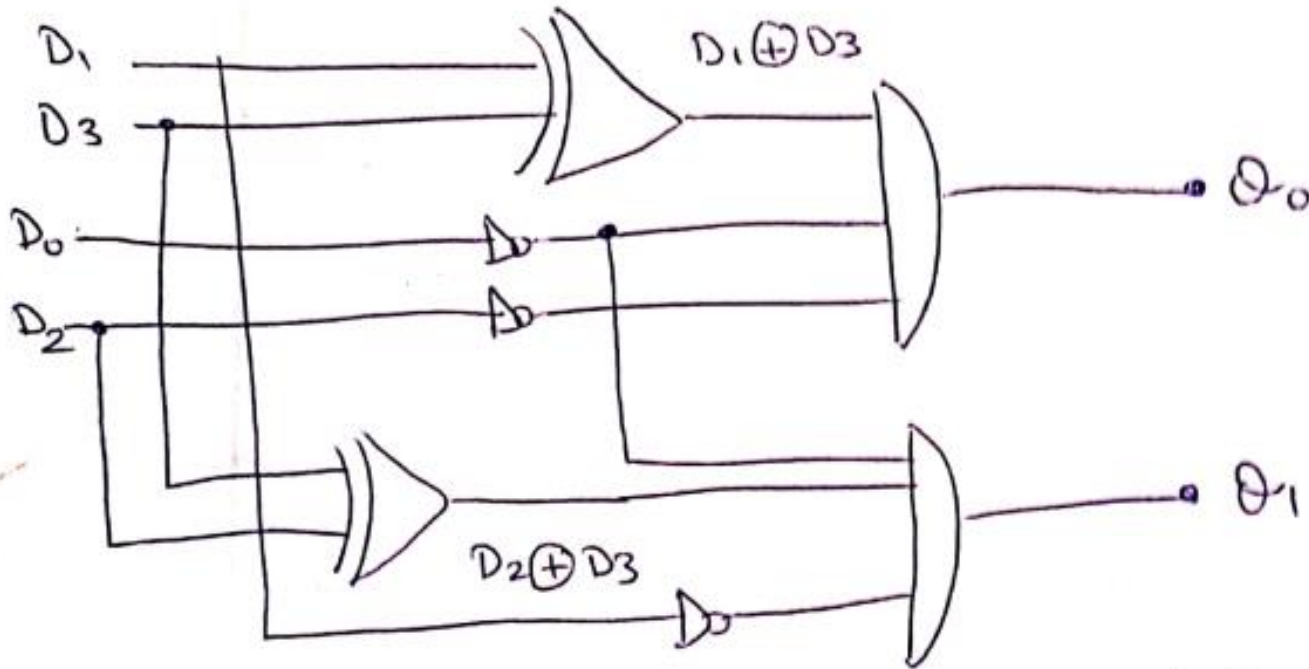
Benzer şekilde;

$$Q_0 = \bar{D}_3 \bar{D}_2 D_1 \bar{D}_0 + D_3 \bar{D}_2 \bar{D}_1 \bar{D}_0 \text{ olur. Her iki ifade de } \bar{D}_2 \bar{D}_0 \text{ ortak}$$
$$= \bar{D}_2 \bar{D}_0 (\bar{D}_3 D_1 + D_3 \bar{D}_1) \text{ olur} \Rightarrow \boxed{Q_0 = \bar{D}_2 \bar{D}_0 (D_1 \oplus D_3)}$$

# Kodlayıcılar (Encoders)

- 4x2'li bir kodlayıcıda

$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	$Q_1$	$Q_0$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1



4x2 kodlayıcının kapılarla gerçekleştirilmesi

# Kodlayıcılar (Encoders)

- 8x3'lü bir kodlayıcı için doğruluk tablosu Tablo 4.7'deki gibidir.

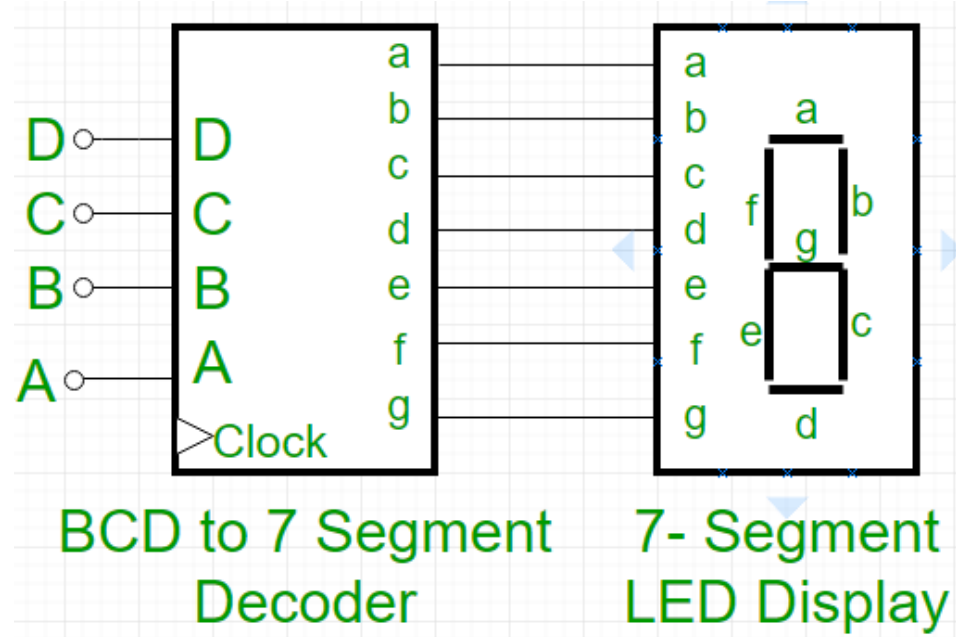
**Table 4.7**  
*Truth Table of an Octal-to-Binary Encoder*

Inputs								Outputs		
$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$x$	$y$	$z$
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

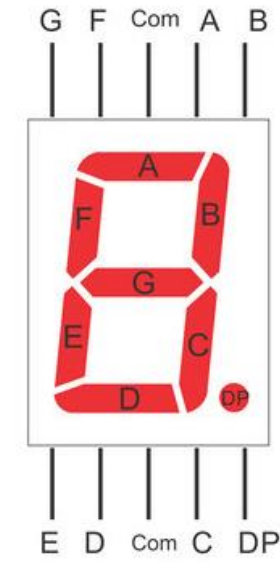
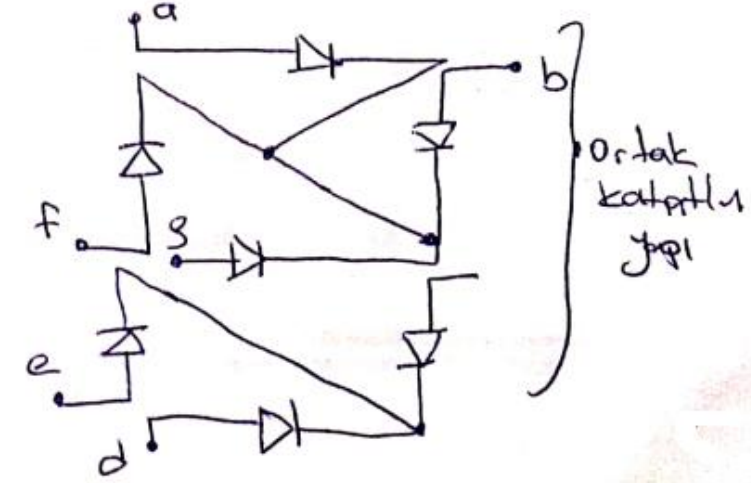
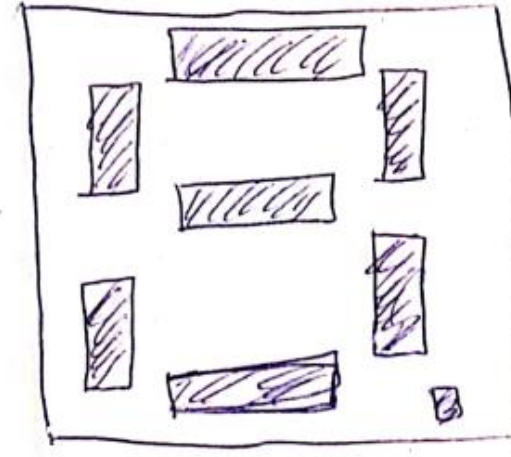
# Kod Çeviriciler (Code Converters)

- Farklı ikili sistemde kodlanmış sistemlerin birbirine dönüştürülmesi için kullanılırlar.
  - Örneğin gray koddan BCD koda çeviren devre, BCD'den 7 parçalı göstergeye (seven segment display) çeviren devre, ikili koddan gray koda çeviren devre, gray koddan ikili koda çeviren devre vb.
- Hesap makinelerinde basılan rakamın ekranda 7 parçalı göstergede görünmesi, bilgisayarlarda klavyeden veri girilmesi gibi işlemlerde bu tür kod çeviriciler kullanılır.
- Çevirici hangi iki sistem için tasarlanacak ise ona göre giriş/çıkış sayıları belirlenmelidir.
  - Örneğin BCD'den 7 parçalı göstergeye çevrim yapılacaksa BCD'den giriş yapılabilmesi için girişte 4 değişken olması gerekirken, çıkışta 7 değişken bulunmalıdır.





## BCD'den Yedi Parçalı Göstergeye Çevirici



BCD yedi parçalı kod çözücünde negatif diyot ucu kullanıldığında ortak anotlu, pozitif diyot ucu kullanıldığında ortak katotlu yapıdan söz edilir.

Onluk	BCD				Yedi Parçalı Gösterge						
	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

Her bir çıkış Karnaugh diyagramları ile sadeleştirilirse;

$f_a$  için

BA	DC			
	00	01	11	10
00	1		1	1
01		1	1	1
11	x	x	x	x
10	1	1	x	x

$$f_a = B + D + AC + \overline{A}\overline{C}$$

$$= B + D + \overline{A \oplus C}$$

$f_b$  için

BA	DC			
	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1		1	
11	x	x	x	x
10	1	1	x	x

$$f_b = \overline{C} + AB + \overline{A}\overline{B}$$

$$= \overline{C} + \overline{A \oplus B}$$

Her çıkış için (a,b,c,d,e,f,g) ayrı ayrı Karnaugh diyagramı düzenlenip çıkışların ifadeleri belirlenmelidir.