

Mantıksal Sistem Tasarımı – BLM 201

Hafta 7: Veriyolu Elemanları



Fenerbahçe Üniversitesi

Öğretim Elemanları

Öğretim Üyesi: Dr. Vecdi Emre Levent

Ofis: 311

Email: emre.levent@fbu.edu.tr

Asistan: Arş. Gör. Uğur Özbalkan

Ofis: 311

Email: ugur.ozbalkan@fbu.edu.tr

Ders Planı

- Veriyolu Elemanları
 - Shift Register
 - Rotate Register
 - Adder
 - Half Adder
 - Full Adder
 - Carry Ripple Adder
 - Shifter
 - Karşılaştırıcı (Comparator)
 - Sayaçlar (Counters)
 - Çarpıcı
 - ALU

Veriyolu Elemanları

Veriyolu Elemanları

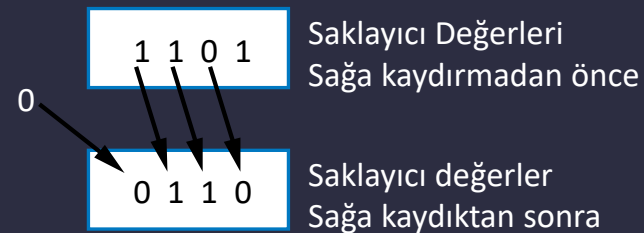
Kombinasyonel veya ardışık devreler ile tasarlanmış çeşitli işlevleri olan devrelerdir.

Shift Register

Shift Register

Shift Register

- Sağa kaydırma
 - Her bir bit'ini sağa kaydırır
 - En sol taraftan yeni giriş eklenir



1001 (Başlangıç)

0100

0010

0001

0000

Flip-flop'lar ardışık olarak bağlanır

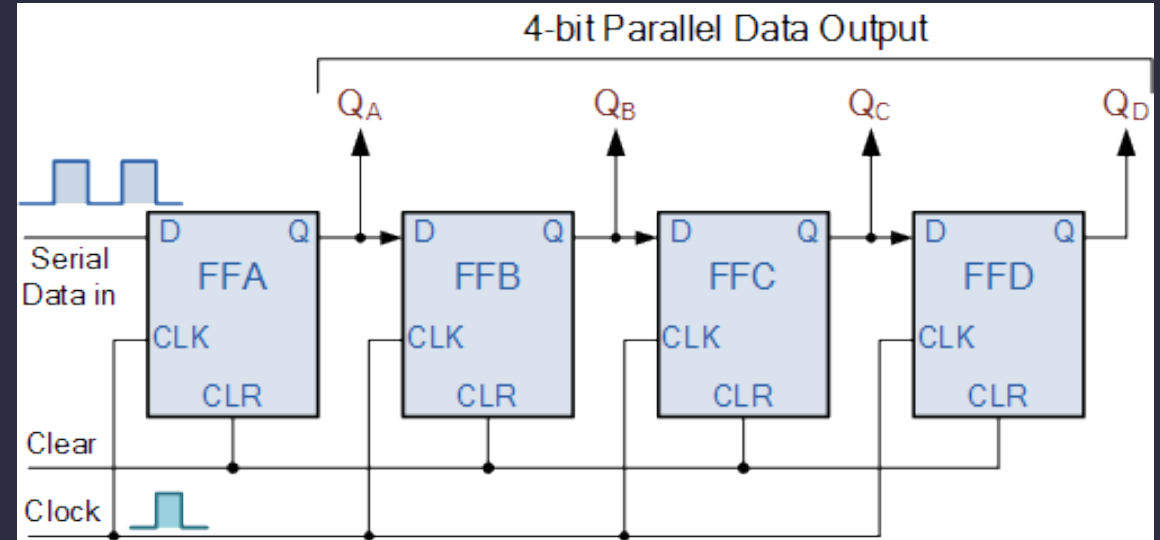


Shift Register

- İki türlü giriş alabilir.

Seri giriş

- Ardışık olarak flip flop'lar bağlanır ve ilk flip flop'un girişinden veri beslenir.

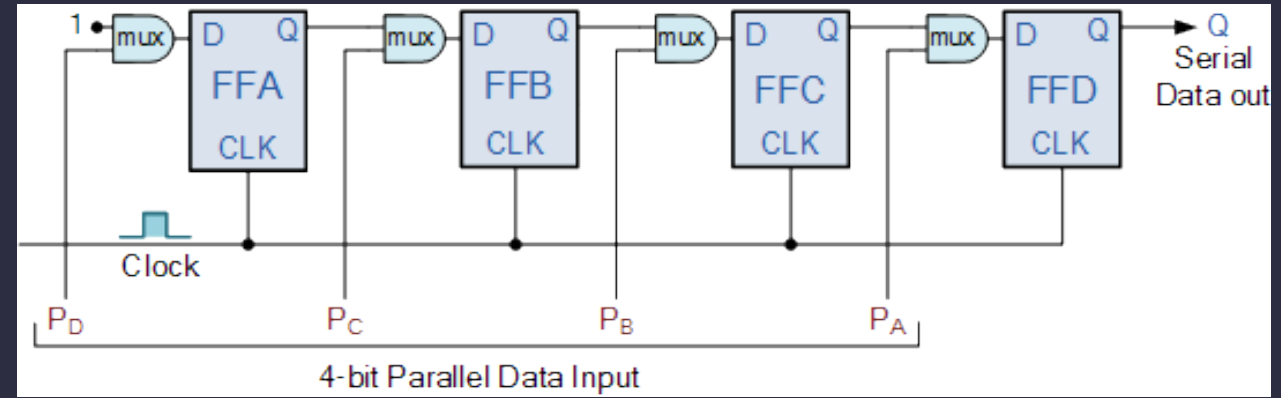


Shift Register

- İki türlü giriş olabilir.

Paralel giriş

- Ardışık olarak bağlanmış flip flop'ların girişlerine MUX'lar bağlanır. Paralel giriş yapılmak istendiğinde MUX'ların select bit'i 1 yapılarak, paralel giriş yapılabilir.

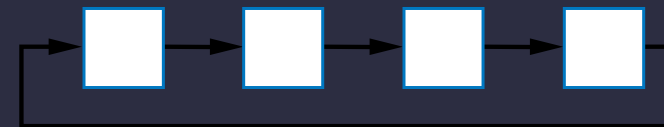
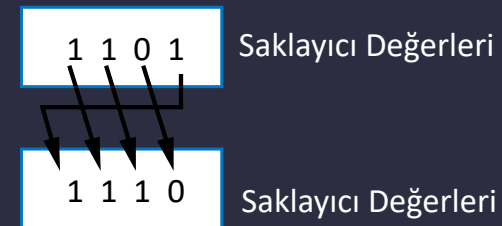


Rotate Register

Rotate Register

Rotate Register

- Sağa veya sola doğru değerler döndürülür
- Sağa doğru hareket ederken, en sağdaki bit, en sola taşınır.
- Sola doğru hareket ederken ise, en sağdaki bit sola taşınır



Adder

Adder

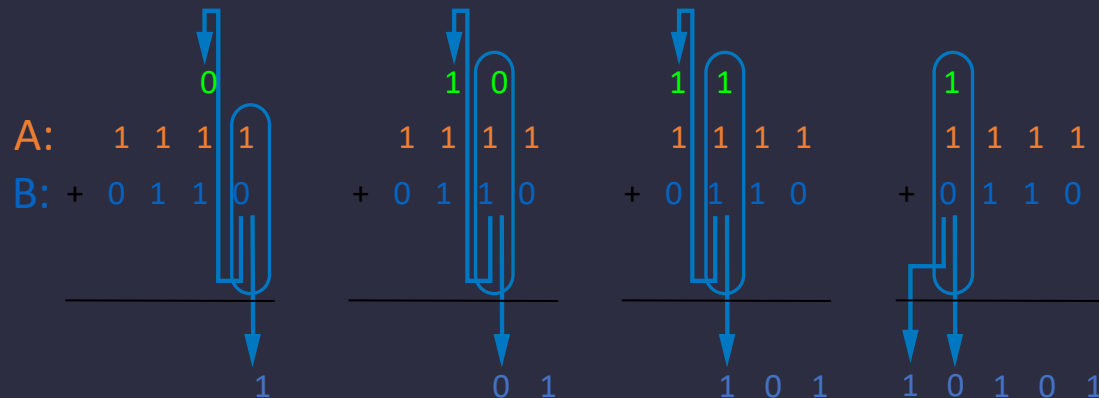
Adder

- İki N-Bitlik sayıyı toplar
 - 2-bit toplama: 2 bitlik 2 sayıyı toplayıp 3 bitlik sonuç üretir.
 - Örn. $01 + 11 = 100$ ($1 + 3 = 4$)

Girişler				Çıkışlar		
a1	a0	b1	b0	c	s1	s0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	0

Toplama Devresi

- Toplam değeri hesaplanır, elde sonraki sütun'a aktarılır



Half-Adder

- **Half-adder:** 2 bit'i toplar, toplam ve elde bitleri üretir

Adım 1: Fonksiyonu oluştur

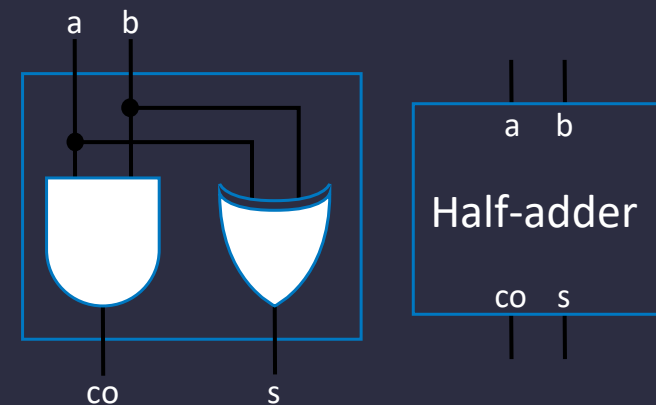
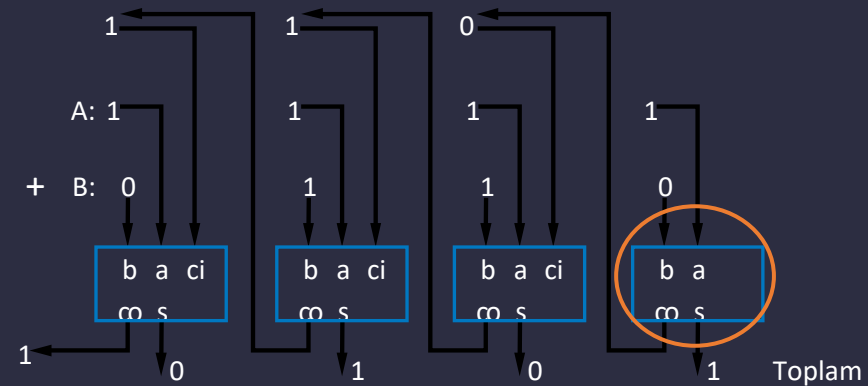
Girişler		Çıktılar	
a	b	co	s
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Adım 2: Denkleme dönüştür

$$co = ab$$

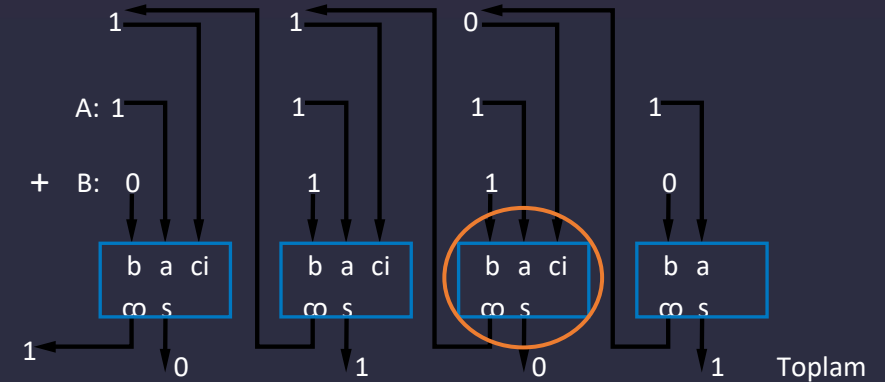
$$s = a'b + ab' \quad (s = a \text{ xor } b)$$

Adım 3: Devreyi oluştur



Full-Adder

Full-adder: 2 bit ve elde bitini toplar,
toplam ve elde bitlerini üretir



Adım 1: Fonksiyonu oluştur

Inputs			Outputs	
a	b	ci	co	s
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Adım 2: Denkleme dönüştür

$$co = a'bc + ab'c + abc' + abc$$

$$co = a'bc + abc + ab'c + abc + abc' + abc$$

$$co = (a'+a)bc + (b'+b)ac + (c'+c)ab$$

$$co = bc + ac + ab$$

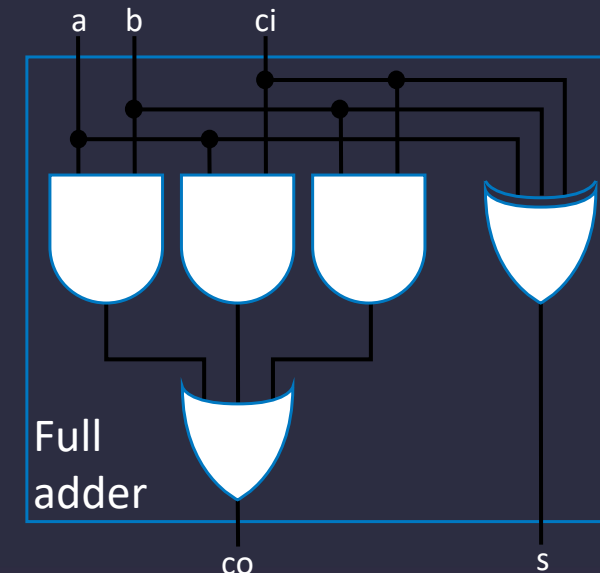
$$s = a'b'c + a'bc' + ab'c' + abc$$

$$s = a'(b'c + bc') + a(b'c' + bc)$$

$$s = a'(b \text{ xor } c)' + a(b \text{ xor } c)$$

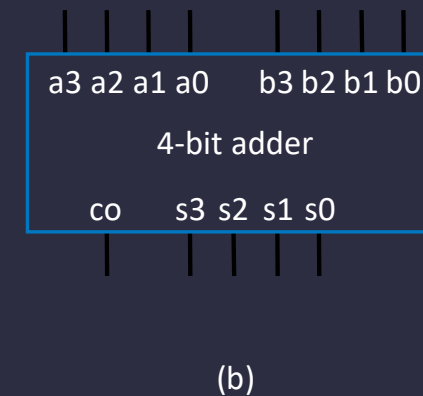
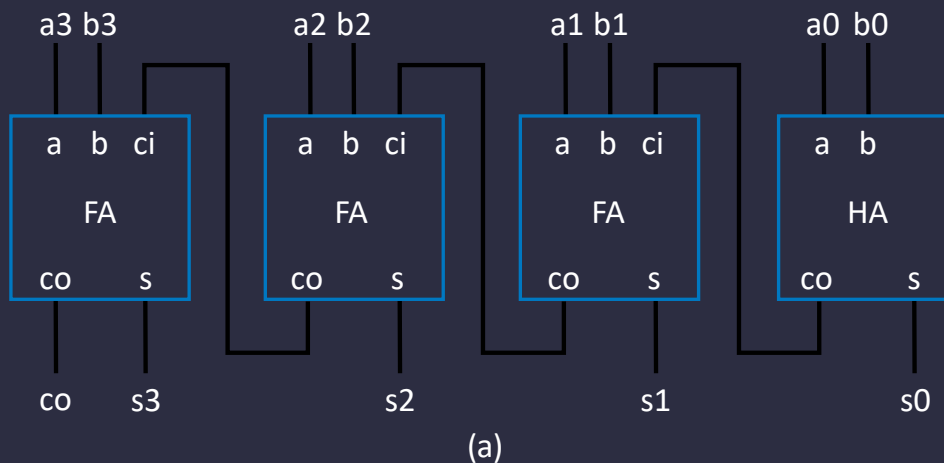
$$s = a \text{ xor } b \text{ xor } c$$

Adım 3: Devreyi oluştur



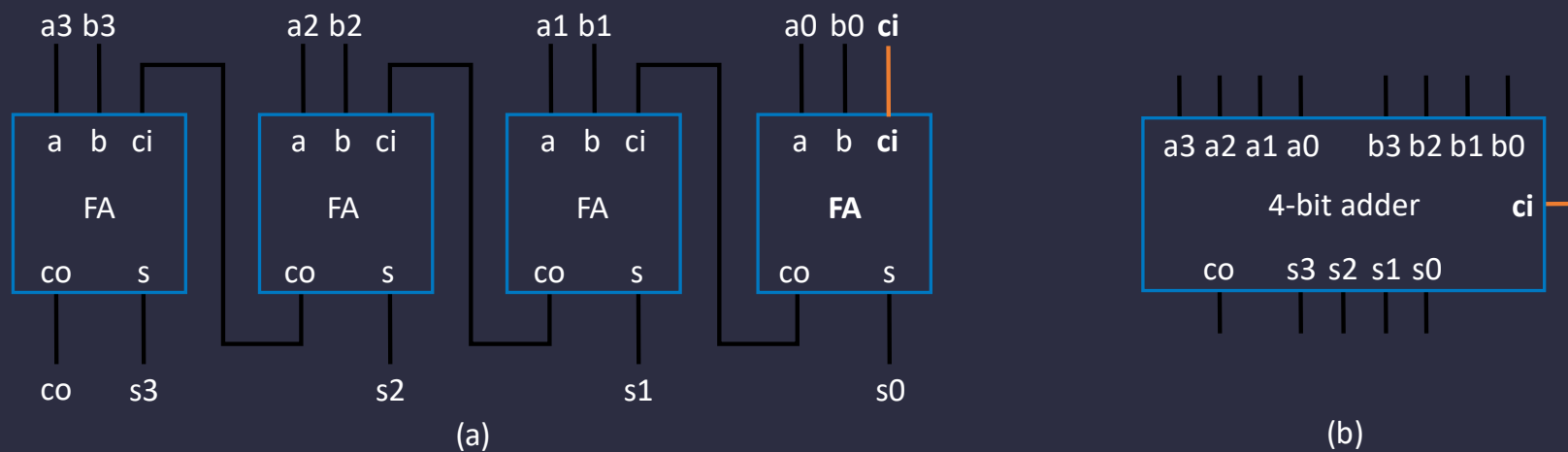
Carry-Ripple Adder

- Half Adder ve Full Adder'lar kullanarak toplama devresi yapılabilir.
- Bu devreye *carry-ripple adder* denir.
 - 4-bit iki sayının toplamını veren devre gösterilmektedir. 5 Bitlik sayı üretmektedir (Elde biti ile birlikte).
 - Herhangi bir bit genişliği için tasarlanabilir



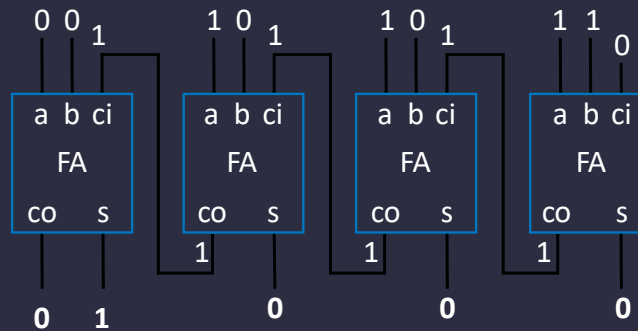
Carry-Ripple Adder

- İlk giriş bitlerindeki hesaplamayı yapan Half Adder yerine Full Adder bağlayarak, carry-in girişi elde edilebilir.
- Bu yaklaşım, bu devre'den kopyalar yaparak bir araya bağlanabilmesini sağlamaktadır.

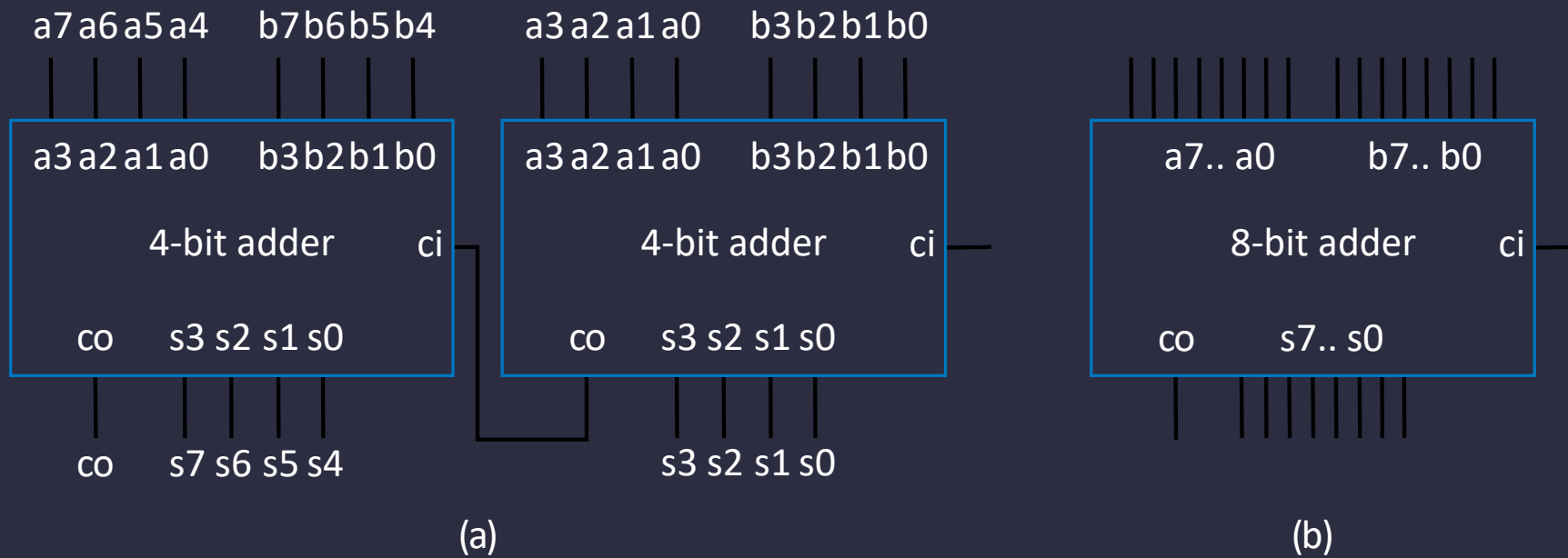


Carry-Ripple Adder Örneği

$$\begin{array}{r}
 a \quad b \\
 0111 + 0001 = 01000
 \end{array}$$



Adder'ları Bağlama

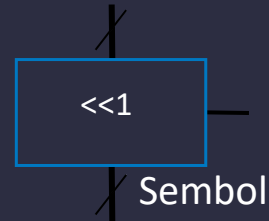


Shifter

Shifter

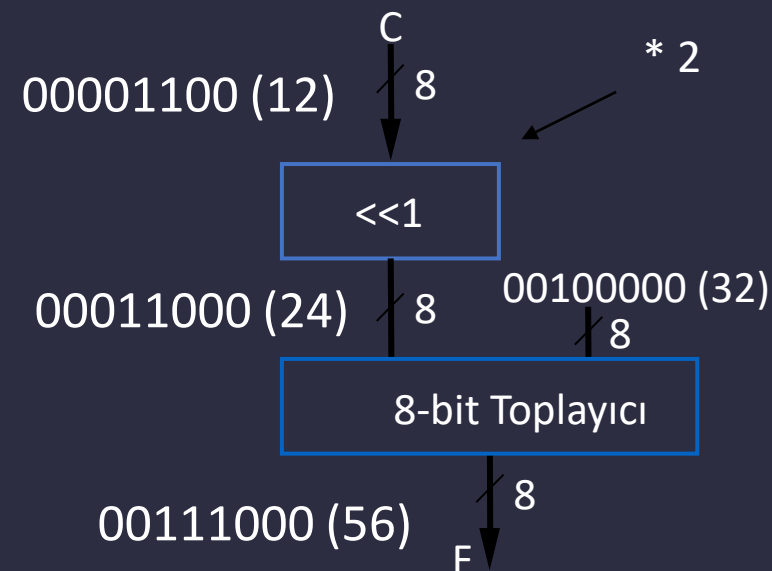
Shifter

- Kaydırma (Örneğin, 0011 sayısının sola bir kaymış hali, 0110):
 - 2 ile çarpma ve bölme işlemlerinde
 - Paralel veriyi seriye dönüştürmede yararlıdır.



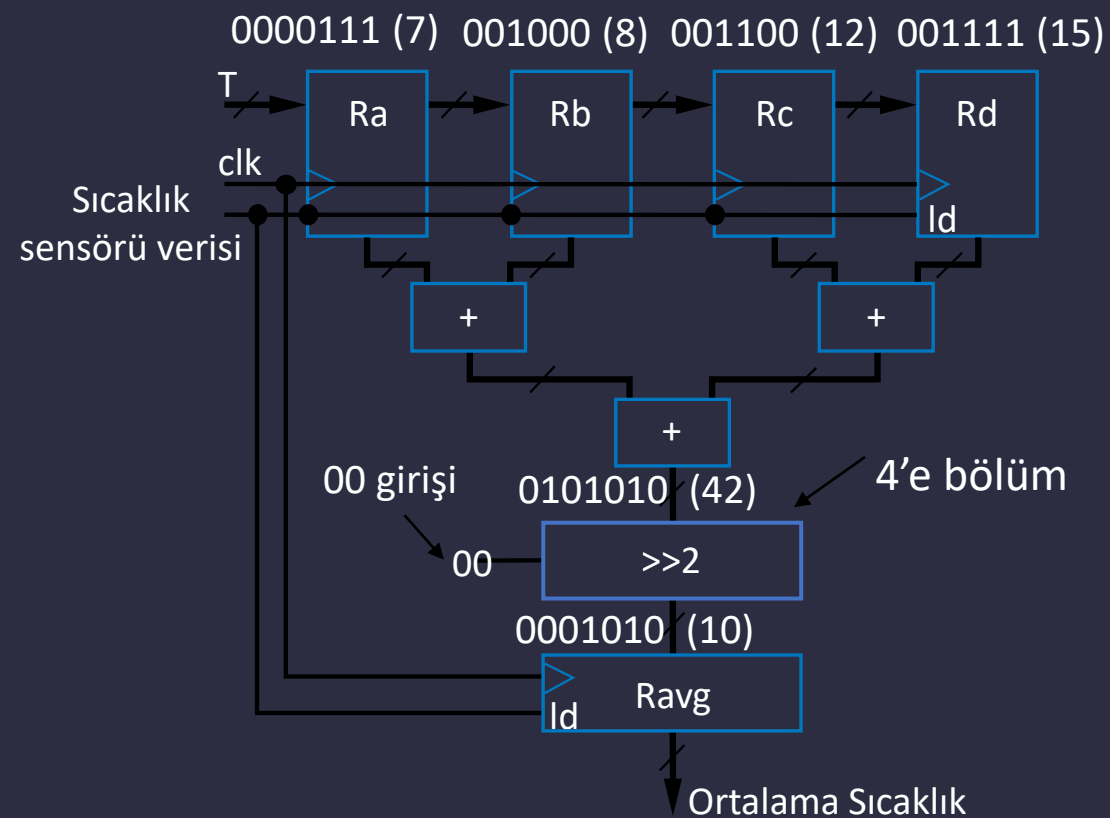
Kaydırma Örneği, Celsius -> Fahrenheit dönüşümü

- 8-bit Celsius girişini, 8-bit Fahrenheit'a dönüştürün
 - $F = C * 9/5 + 32$
 - Yaklaşık olarak: $F = C * 2 + 32$
 - Sola kayma kullanılabilir: $F = 1 \text{ sola kaydır } (C) + 32$



Kayıdırma Örneği, Sıcaklık Ortalaması

- 4 saklayıcı birbirlerine seri olarak bağlanmıştır.
- Bu saklayıcılarda t , $t+1$, $t+2$, $t+3$ anlarına ait sıcaklık değerleri bulunmaktadır.
- Bu saklayıcılarda bulunan sıcaklık değerlerinin ortalamasını alan devre yandadır.
- Tüm değerler toplamı 4'e bölünmelidir.
 - 4'e bölmek 2 defa sağa doğru kaydırma işlemi ile aynıdır.

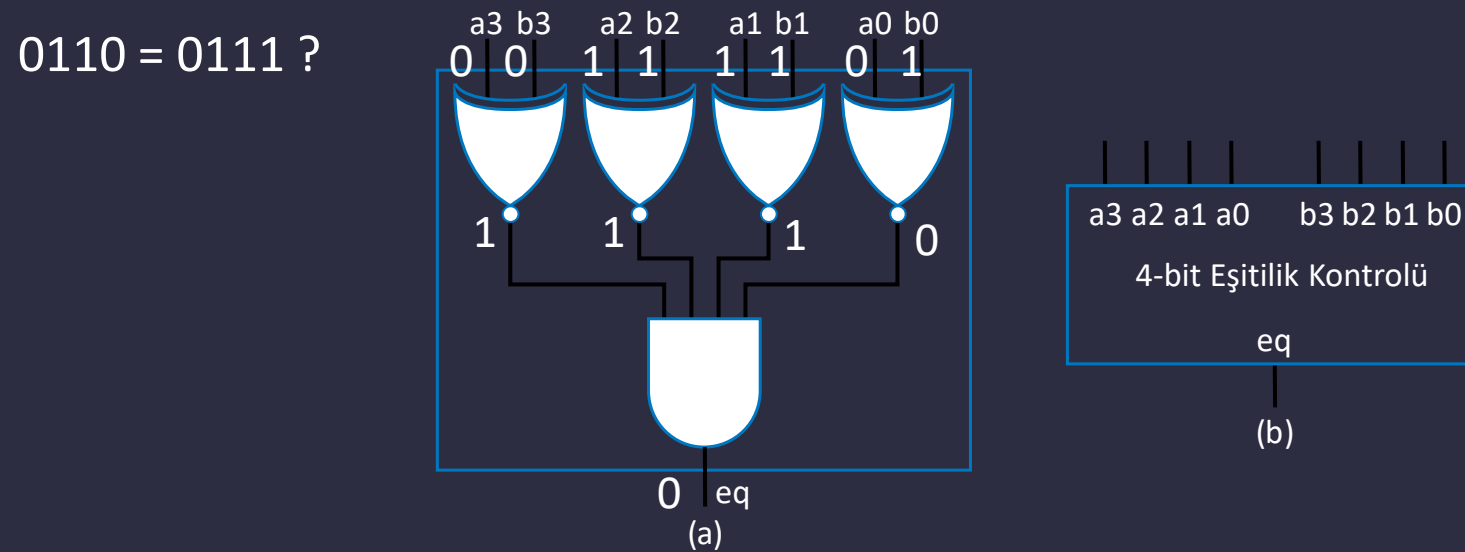


Karşılaştırıcı (Comparator)

Karşılaştırıcı (Comparator)

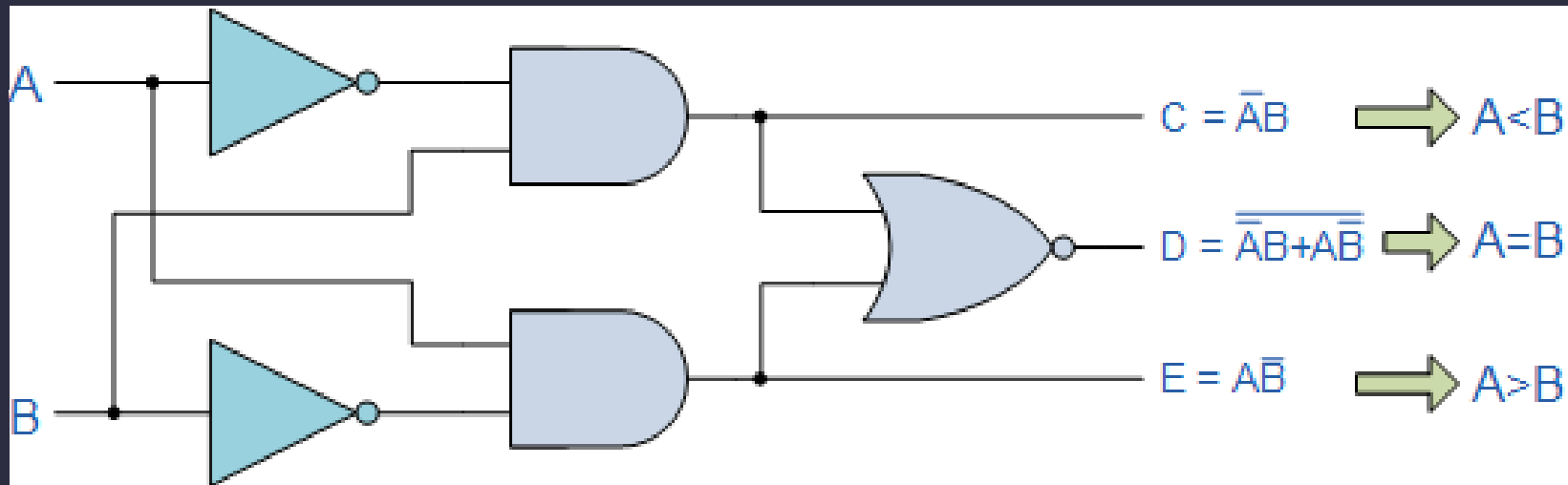
Comparator

- ***N-bit Eşitlik Kontrolörü***: Verilen N bitlik 2 sayı aynı ise 1 çıktısı veren bir devredir.



Comparator

- ***N-bit Eşitlik Kontrolörü:*** Verilen N bitlik 2 sayı aynı ise 1 çıktısı veren bir devredir.



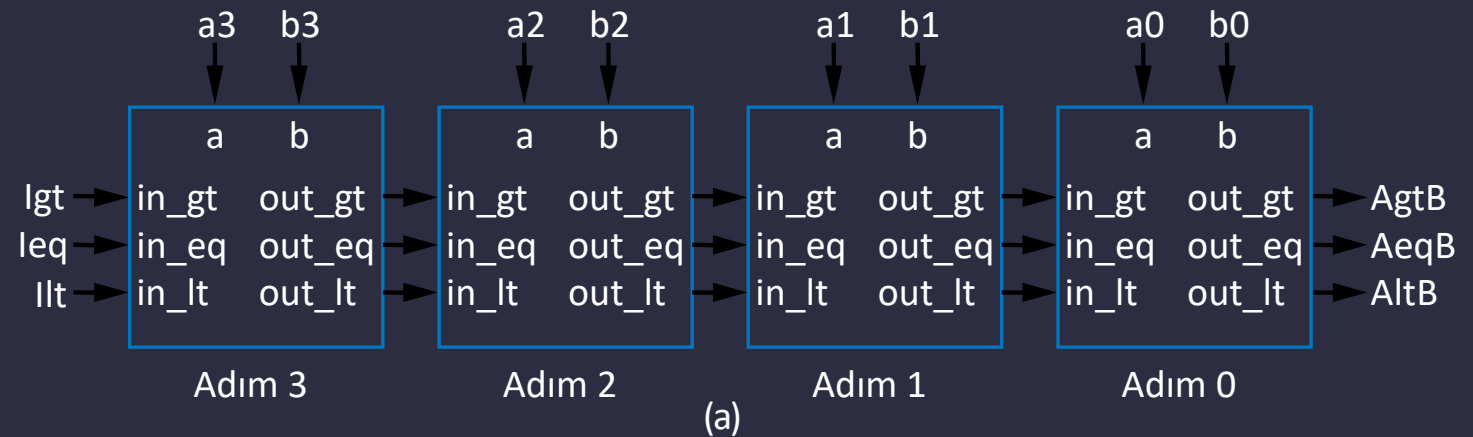
Comparator

- ***N-bit Büyüklük Karşılaştırıcısı:***
 - N-Bit'lik bir karşılaştırıcının en büyük bitlerinden başlayarak karar veren bir tasarım yapılır.

A=1011	B=1001	
1011	1001	Eşit
1011	1001	Eşit
1011	1001	A > B

Comparator

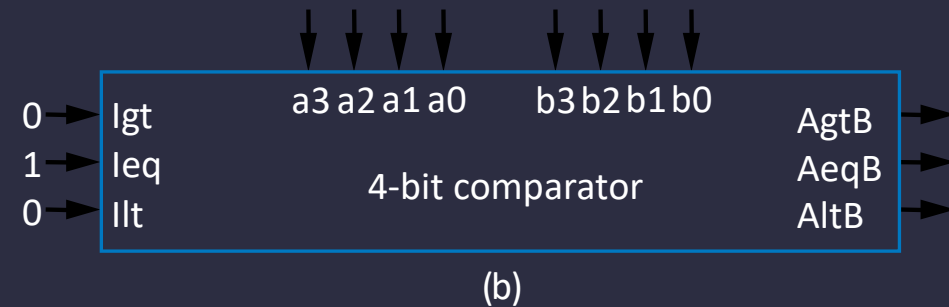
- Elle yapılan hesaplama gibi hesaplama yapan devre
 - En soldan başlayıp sonucu sağdaki karşılaştırıcıya ilet



gt = greater than

eq = equal

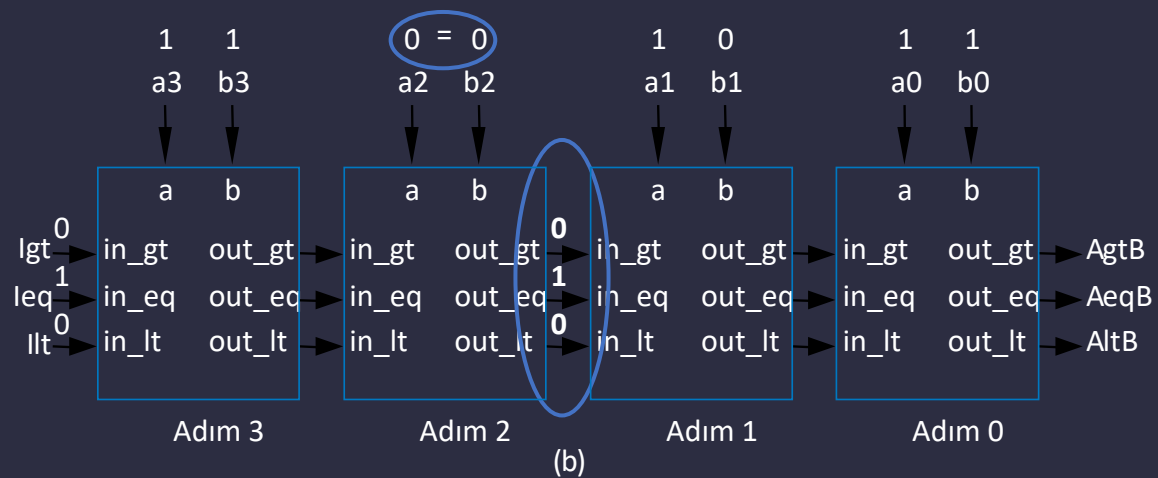
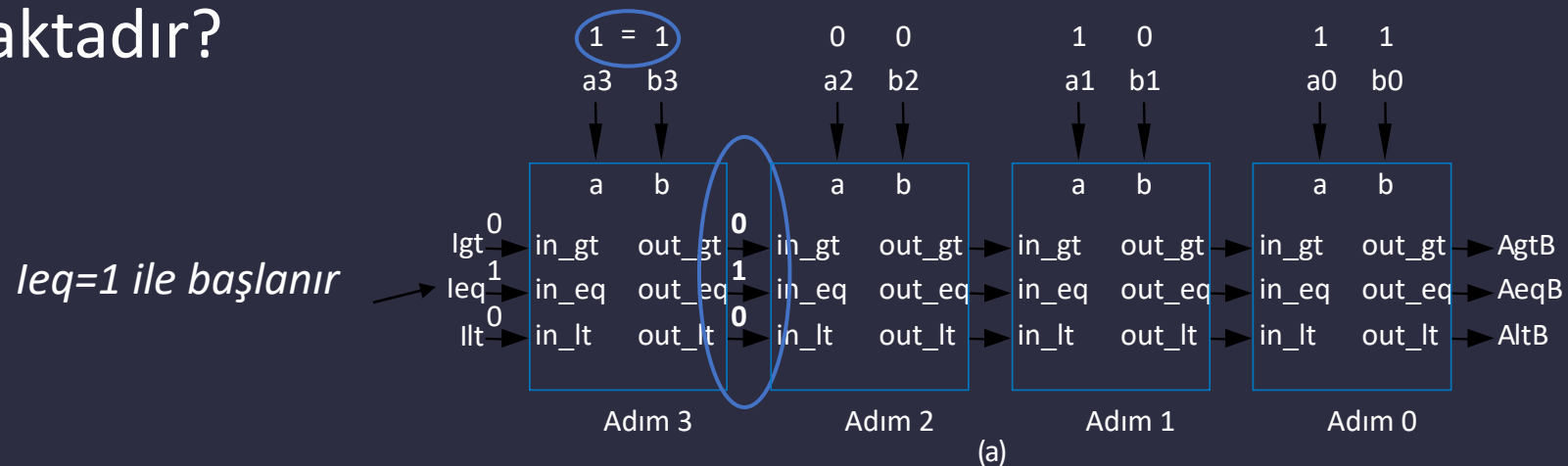
lt = less than



Comparator

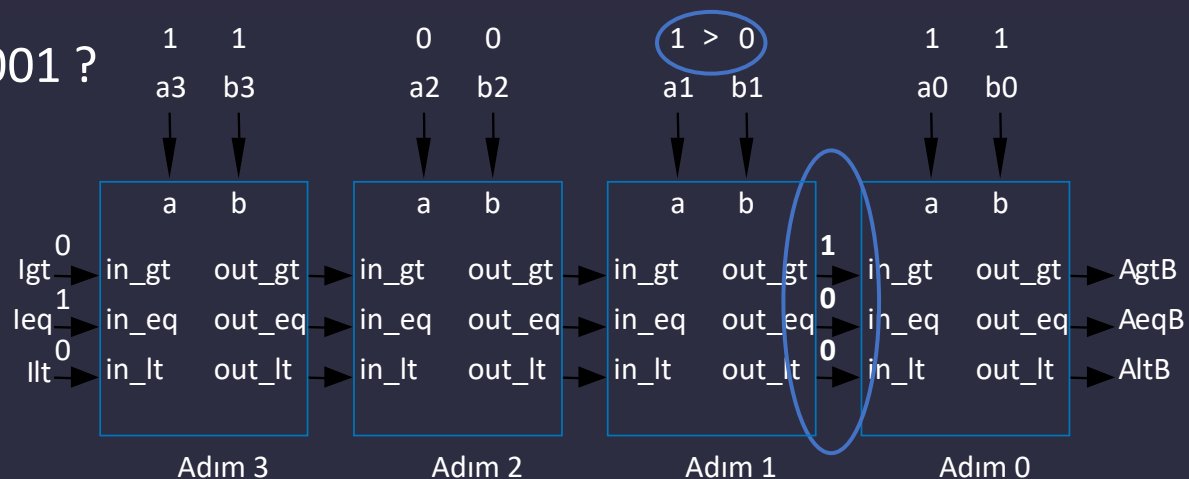
- Nasıl çalışmaktadır?

1011 = 1001 ?



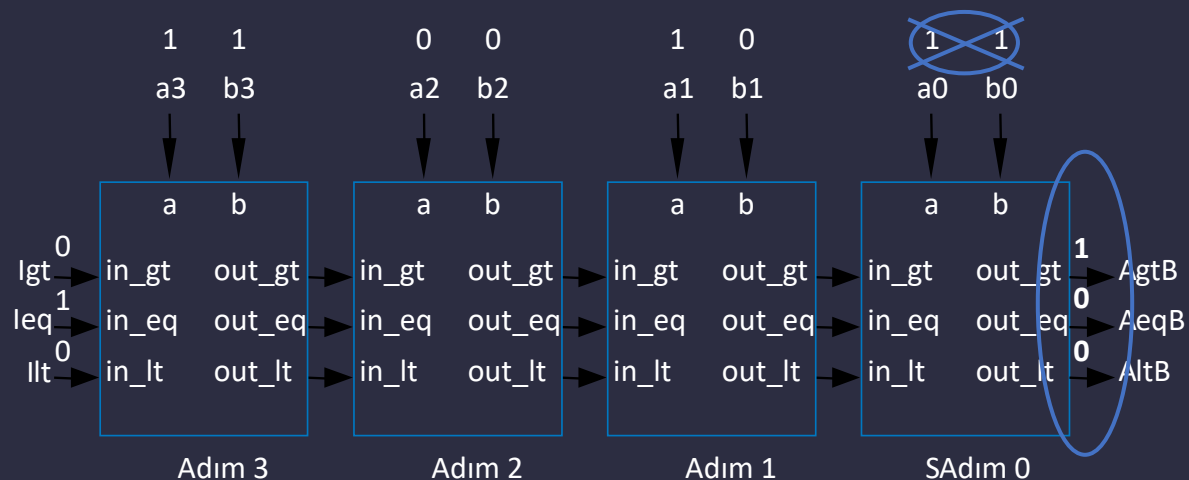
Comparator

1011 = 1001 ?



(c)

Sonuç en sağ taraftan çıkmaktadır.

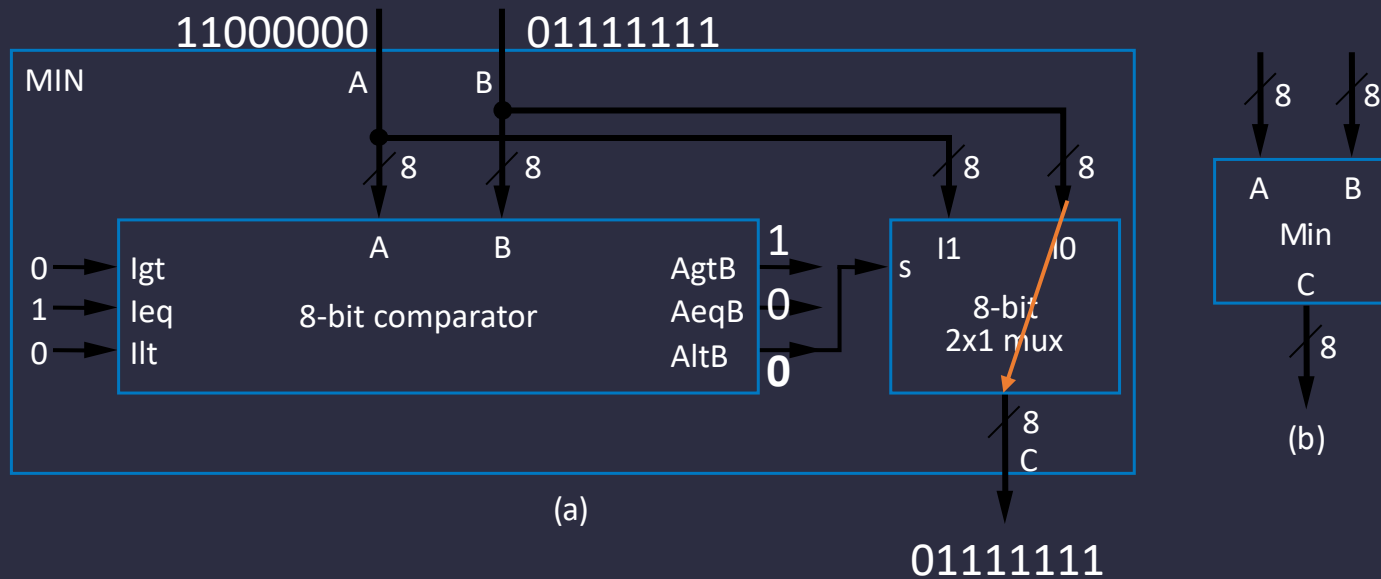


(d)

Ara sonuç girdi bölümünden eşit olmayan bir giriş girdiğinde, devre girdiyi doğrudan çıktıya götürmektedir.

Comparator Örneği: Küçük Sayı Devresi

- 8 bitlik A ve B sayılarının küçük olanını çıktı veren devreyi gerçekleyiniz.
- Çözüm: 8-bit comparator ve 8-bit 2x1 mux kullanınız
 - Eğer $A < B$ ise, MUX aracılığı ile A çıktısı ver, değilse B çıktısı ver.

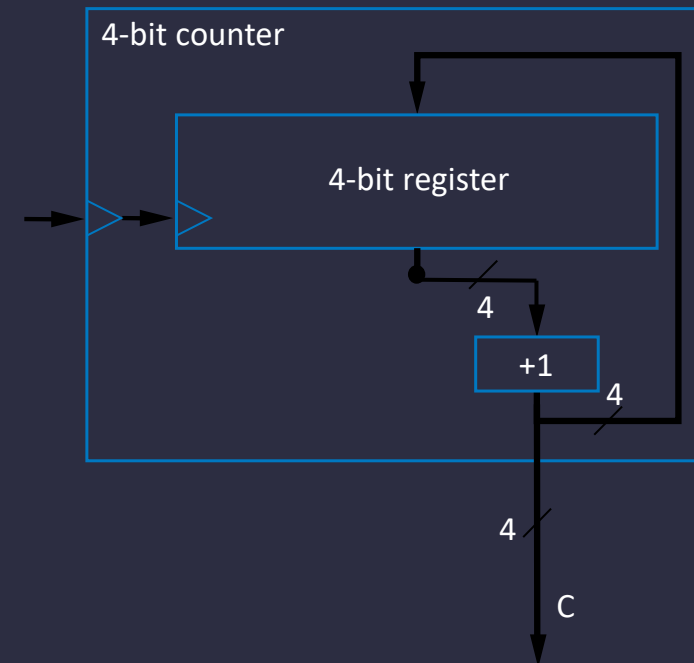


Sayaçlar (Counters)

Sayaçlar (Counters)

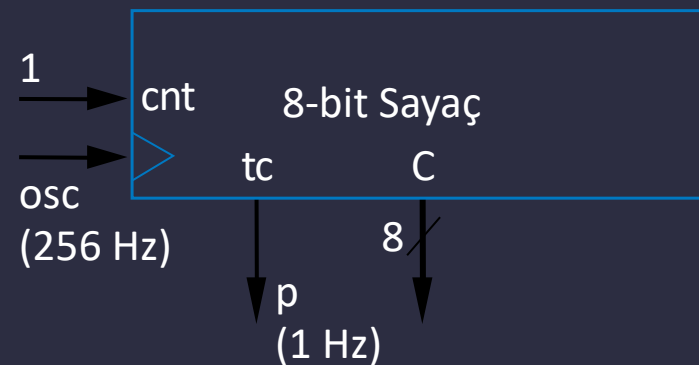
Counter

- ***N-bit counter***: N-bit saklayıcının üzerindeki sayıyı ardışık olarak 1'er arttırmaktadır.
 - 0000, 0001, 0010, 0011, ..., 1110, 1111, 0000
 - Sayı 1111 olduğunda 0000 'a dönmektedir.



Counter Örneği: 256Hz'lik Clock ile 1 Hz Pulse Üretimi

- 256Hz'lik bir clock üretici kristal olsun
 - 1 Hz, saniyede 1 pulse üretimi yapılmak isteniyor.
 - 256 Hz'lik bir clock saniyede 256 defa posedge üretir.
 - Dolayısıyla 256 Hz'lik bir clock'un sadece 1 cycle'ında dışarıya 1, diğer 255 cycle'ında 0 verilerek elde edilebilir.



Çarpıcı (Multiplier)

Çarpıcı (Multiplier)

Multiplier – Dizi Stili

- Genel elle çarpım gösterimi aşağıda verilmektedir.

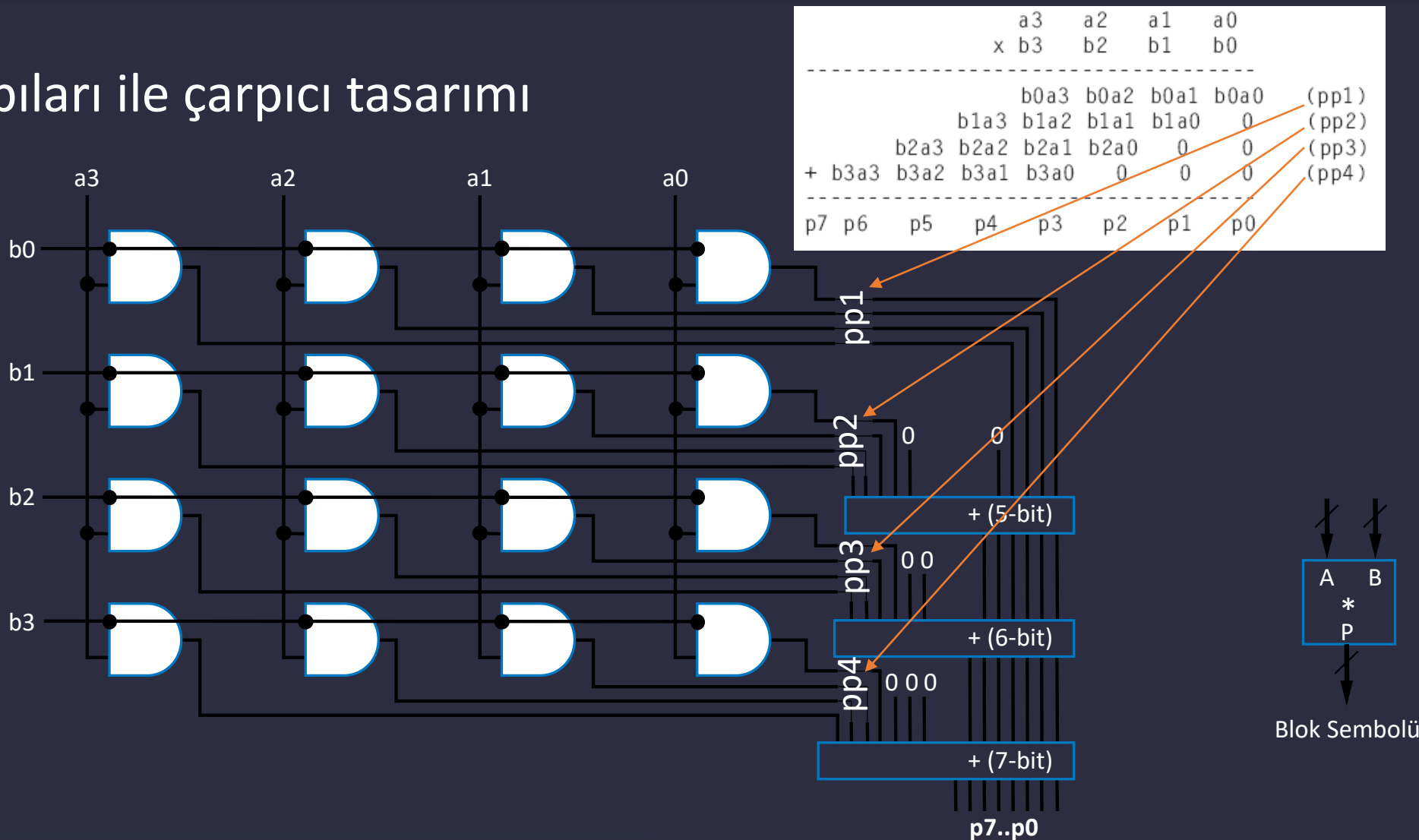
				a3	a2	a1	a0	
			x	b3	b2	b1	b0	

				b0a3	b0a2	b0a1	b0a0	(pp1)
				b1a3	b1a2	b1a1	b1a0	0 (pp2)
				b2a3	b2a2	b2a1	b2a0	0 0 (pp3)
				+ b3a3	b3a2	b3a1	b3a0	0 0 0 (pp4)

p7	p6	p5	p4	p3	p2	p1	p0	

Multiplier – Dizi Stili

- AND kapıları ile çarpıcı tasarımı

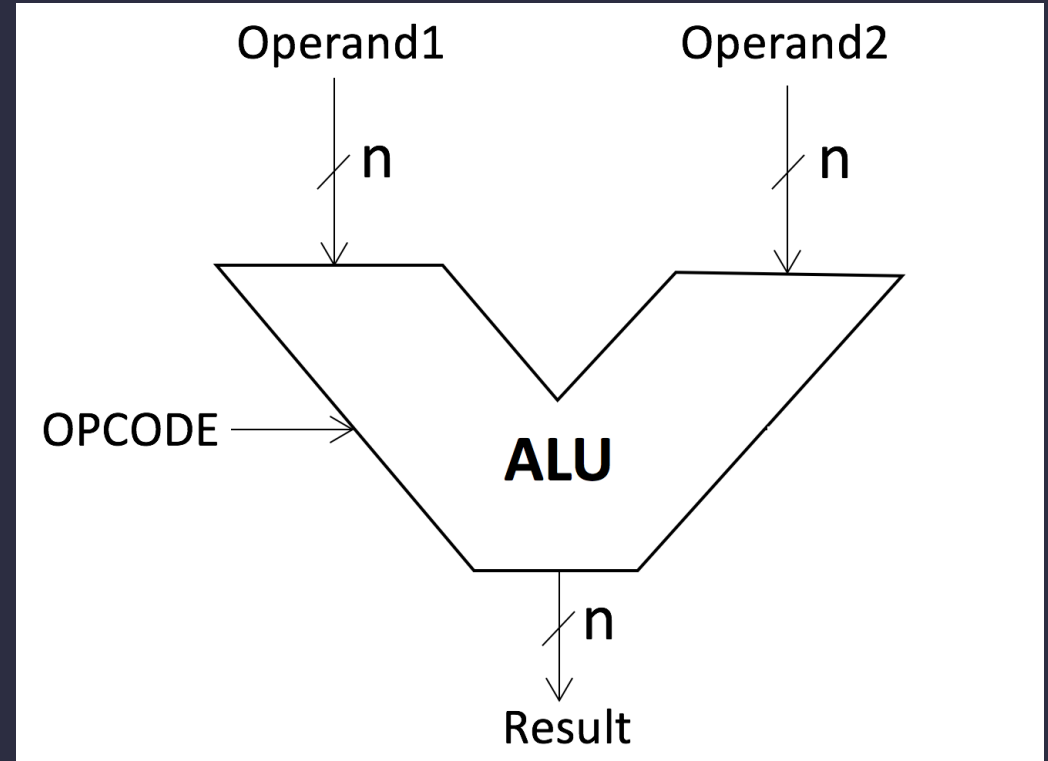


ALU (Arithmetic Logic Unit)

ALU (Arithmetic Logic Unit)

Arithmetic-Logic Unit: ALU

- **ALU**: Çeşitli aritmetik işlemleri gerçekleştirebilen bir ünedir.
- Hangi işlemi gerçekleştireceğine kontrol girişleri ile karar verir.



ALU

- Bir ALU'da genellikle bulunabilecek aritmetik işlemler
 - Toplama
 - Çıkarma
 - AND
 - OR
 - XOR
 - NOT
 - Sağa kaydırma
 - Sola kaydırma