

İsim Soyisim/Öğrenci No:

Ders Kodu (265 mi 264 mü):

1) **[12 puan]** Aşağıdaki taban dönüşümlerini gerçekleştiriniz.

a) $(10011)_3 = (85)_{10}$

b) $(A38D)_{16} = (1010001110001101)_2$

c) $(203)_{10} = (11001011)_2$

d) $(1010010011000111)_2 = (A4C7)_{16}$

a) $1 \times 3^0 + 1 \times 3^1 + 1 \times 3^4 = 1 + 3 + 81 = 85$

b) $A = 1010, 3 = 0011, 8 = 1000, D = 1101 \rightarrow 1010001110001101$

c) $203 = 128 + 64 + 8 + 2 + 1 = 11001011$

d) $1010 = A, 0100 = 4, 1100 = C, 0111 = 7 \rightarrow A4C7$

2) **[8 puan]** $(0.623)_{10}$ sayısını 2'lik tabanda, virgülden (ya da noktadan) sonra toplamda 8 bit ile ifade etmek istiyoruz.a) $(0.623)_{10} = (0.______)_2$ Onluk tabanda verilen 0.623 sayısını 2'lik tabanda virgülden sonra 8 bit olacak şekilde hesaplayıp yazınız.

Sayı	Çarpım	Elde	Bit Değer	Bit Sıra
0.623	0.246	1	1	-1
0.246	0.492	0	0	-2
0.492	0.984	0	0	-3
0.984	0.968	1	1	-4
0.968	0.936	1	1	-5
0.936	0.872	1	1	-6
0.872	0.744	1	1	-7
0.744	0.488	1	1	-8

0.10011111

b) a şıkında virgülden sonra 8-bit ile ifade ettiğiniz ve 2'lik tabanda hesapladığınız sayıyı 10'luk tabana geri dönüştürünüz. 10'luk tabana geri dönüştürüldüğünde bilgi kaybı yaşıyor mu?

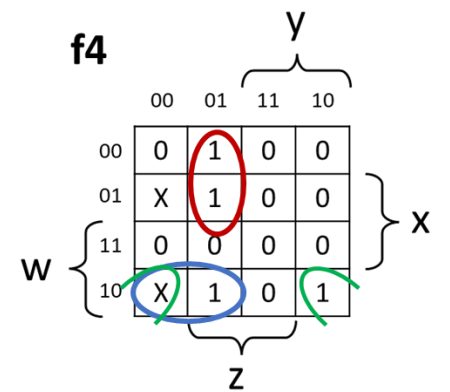
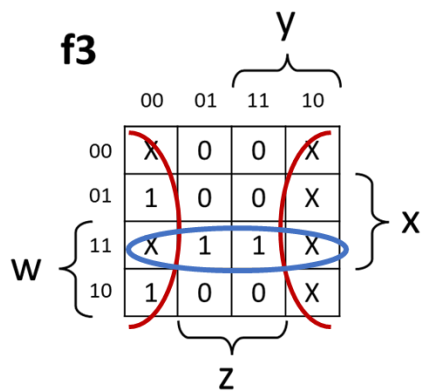
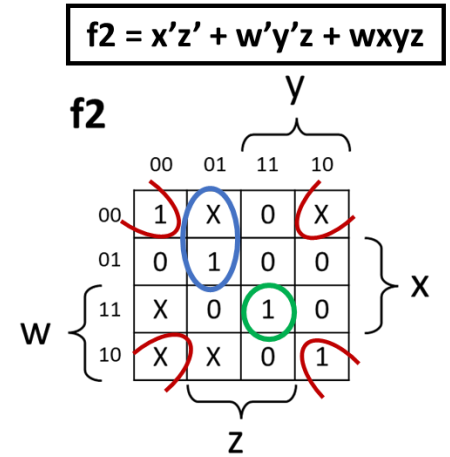
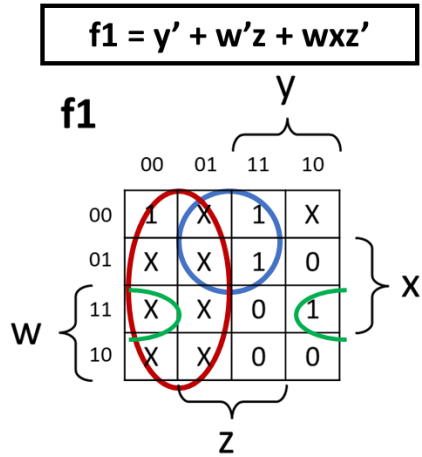
0.10011111 = $2^{-1} + 2^{-4} + 2^{-5} + 2^{-6} + 2^{-7} + 2^{-8} = 0.62109375$

Bilgi kaybı yaşandı $\rightarrow 0.623 \neq 0.62109375 \rightarrow 0.623 - 0.62109375 = 0.00190625$

İsim Soyisim/Öğrenci No:

Ders Kodu (265 mi 264 mü):

3) [20 puan] Aşağıda verilen fonksiyonlar için Karnaugh haritalarını en sade olacak şekilde gruplamaları gerçekleştirerek sadeleştiriniz ve fonksiyonları yazınız. Gruplamaları Karnaugh üzerinde anlaşılır şekilde gösteriniz!



f3 = $z' + wx$

f4 = $w'y'z + wx'y' + wx'z'$

4) [20 puan] Aşağıda verilen Verilog kodu için

a) Kodun üreteceği devreyi kapı seviyesinde çiziniz.

b) Devrenin doğruluk tablosunu 3 giriş 2 çıkış için çiziniz.

```
module my_module
(
  input a,b,c,
  output d,e
)
  wire wire1, wire2, wire3;
  xor G1 (d,a,b,c);
  and G2 (wire1,a,b);
  and G3 (wire2,a,c);
  and G4 (wire3,b,c);
  or G5 (e,wire1,wire2,wire3);
endmodule
```

```

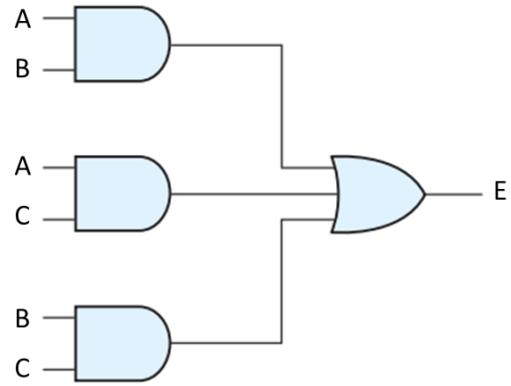
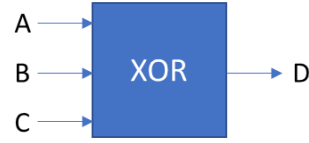
module full_adder
(
  input a_i,
  input b_i,
  input cin_i,
  output s_o,
  output cout_o
);

  wire and1, and2, and3;

  xor G1 (s_o,a_i,b_i,cin_i);
  and G2 (and1,a_i,b_i);
  and G3 (and2,a_i,cin_i);
  and G4 (and3,b_i,cin_i);
  or G5 (cout_o,and1,and2,and3);

endmodule

```



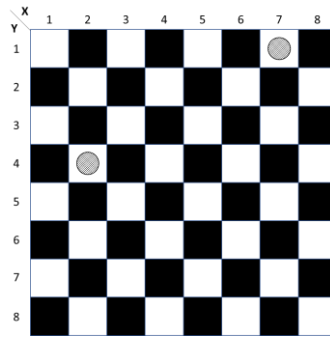
Giriş			Çıkış	
A	B	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

İsim Soyisim/Öğrenci No:

Ders Kodu (265 mi 264 mü):

5) **[40 puan]** 8x8 siyah beyaz dama tahtasında oynanacak olan bir oyunda yapay zeka eğitimi için bir sayısal tasarım gerçekleştirilecektir. Oyunun kuralları aşağıdaki gibidir:

- Oyunda bir taş, her elde sırasıyla DÜZ veya ÇAPRAZ, 1 komşuluk kadar hareket edilecektir.
- Oyuna DÜZ hareket ile başlanacaktır. Örnek olarak, taş ilk elde DÜZ, ikinci elde ÇAPRAZ, üçüncü elde DÜZ, dördüncü elde ÇAPRAZ olarak hareket edebilecektir.
- DÜZ hareket, DOĞU,BATI,KUZEY,GÜNEY yönlerde 1 kare mesafede hareket edebilmek demektir. ÇAPRAZ hareket, KUZEYDOĞU,KUZEYBATI,GÜNEYDOĞU,GÜNEYBATI yönlerinde 1 kare mesafede hareket edebilmek demektir. Örnek olarak ilk konumu $(X,Y) = (2,4)$ olan bir taş, 1. elde DOĞU'ya giderse $(3,4)$ konumuna gidecektir. 2. elde GÜNEYBATI'ya giderse konumu $(2,5)$ olacaktır.
- Yapay zeka algoritması eğitimi amacıyla, tasarıma mevcut bulunduğu ele göre DÜZ_HAREKET veya ÇAPRAZ_HAREKET girişi uygulanabilecektir. Tasarımın çıkışı taşın bulunduğu konumun X ve Y koordinatlarıdır. Giriş ve çıkış sinyallerinin bit genişliği ve alabileceği değerler hakkında fikir yürütmeniz beklenmektedir.
- Oyunda taşın ilk konumu rastgele atanacaktır. Konum X ve Y koordinatlarında 1'den başlayarak 8'e kadar olan sayılardır. Örnek olarak aşağıda $(X,Y) = (2,4)$ ve $(X,Y) = (7,1)$ konumlarında 2 adet taş gösterilmiştir:

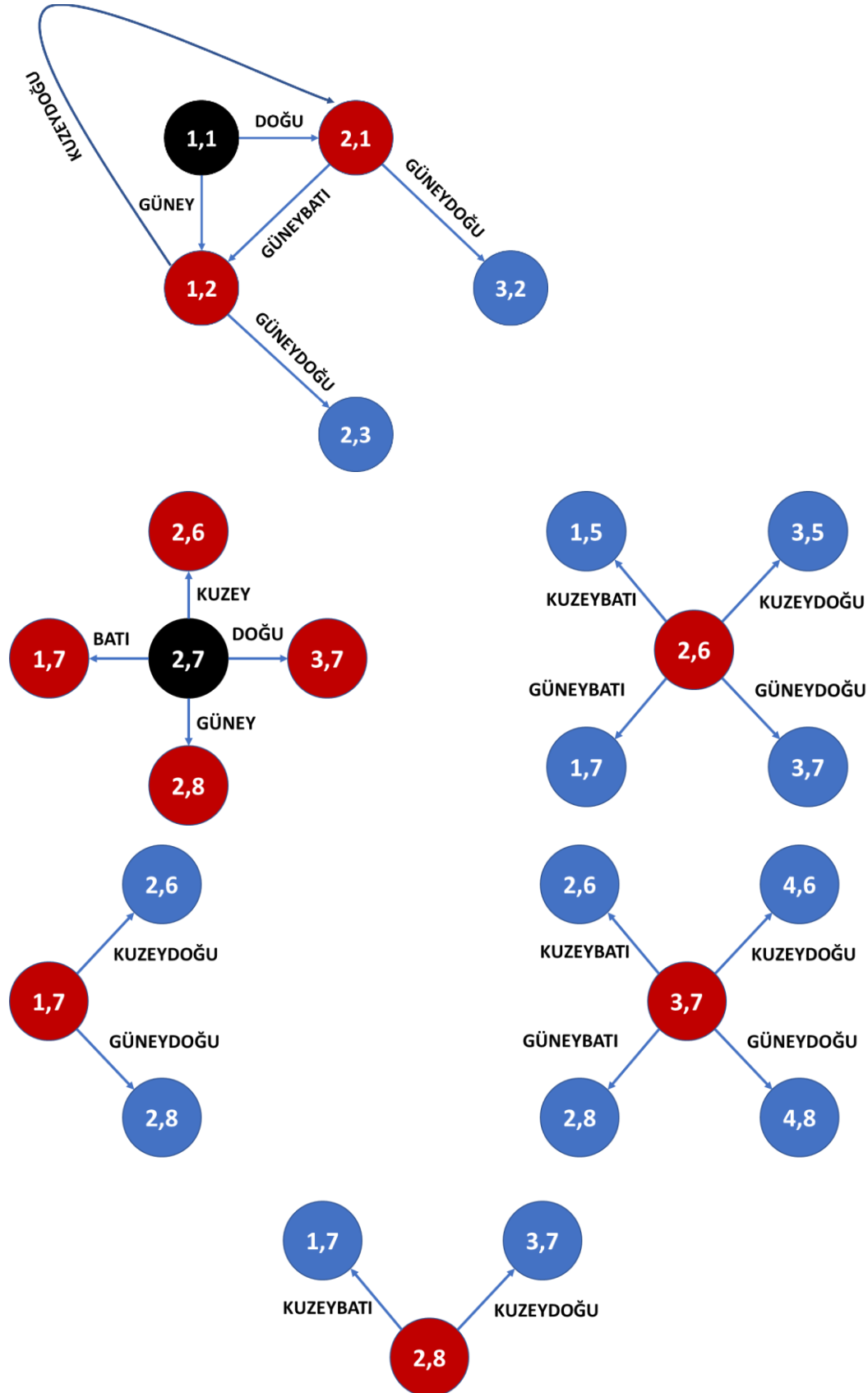


- (1,1) konumunda oyuna başlanıldığı durumda, toplamda 2 el oyun için (1. ve 2. el), tasarımın durum geçiş diyagramını (dairelerle gösterin, tablo oluşturarak değil) çiziniz.
- (2,7) konumunda oyuna başlanıldığı durumda, toplamda 2 el oyun için (1. ve 2. el), tasarımın durum geçiş diyagramını (dairelerle gösterin, tablo oluşturarak değil) çiziniz.
- Devrenin giriş sinyallerini kaç bitle ifade edebilirsiniz? Neden?
- Devrenin çıkış sinyallerini kaç bitle ifade edebilirsiniz? Neden?

İPUCU: Derste daireler çizerek giriş sinyallerinin değerine göre durumlar arası geçişler ve çıkış sinyallerinin değerleri gösterildiği şekilde yapınız. Aşağıda durum geçiş diyagramını göstermek amacıyla derste kullanılan bir örnek verilmiştir:

İsim Soyisim/Öğrenci No:

Ders Kodu (265 mi 264 mü):



İsim Soyisim/Öğrenci No:

Ders Kodu (265 mi 264 mü):

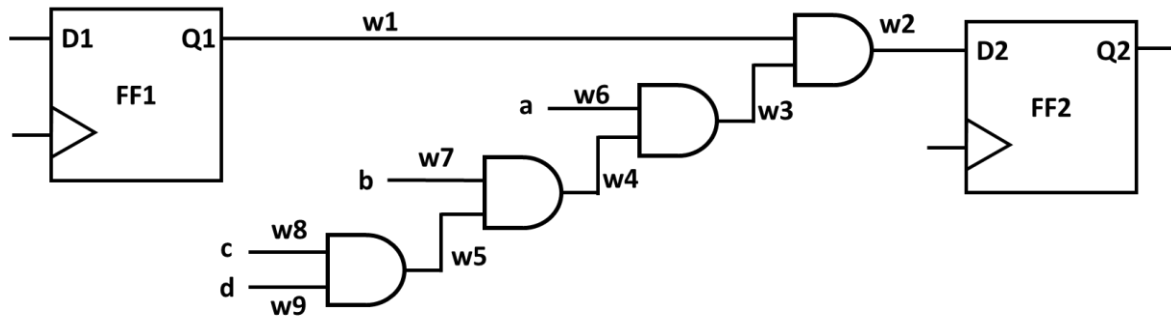
c) Giriş Sinyalleri: DÜZ_HAREKET → 2-bit → 00: DOĞU, 01: GÜNEY, 10: BATI, 11: KUZAY

ÇAPRAZ_HAREKET → 2-bit → 00: KUZAYDOĞU, 01: GÜNEYDOĞU, 10: GÜNEYBATI, 11: KUZAYBATI

d) Çıkış Sinyalleri: KONUM_X → 3-bit → 000: (1), 001: (2), ... , 111 (8)

KONUM_Y → 3-bit → 000: (1), 001: (2), ... , 111 (8)

6) [15 puan] Aşağıda verilen sayısal devre için w1,w2 ... w9 kablo bağlantı (routing) gecikmelerini ifade etmektedir, bütün kablo gecikme değerleri eşit ve 0.5 ns'dir. Bir VE (AND) kapısının gecikmesi 1 ns'dir. a,b,c,d sinyalleri başka FF'ların çıkışlarıdır (FF'lar resimde fazlalık olmaması adına gösterilmemiştir ama mevcuttur) ve FF çıkışından doğrudan gösterilen yerlere bağlıdır. Sistemdeki bütün FF'lar aynı saat (clock) sinyali ile beslenmektedir ve saat sinyali bütün FF'lara tam aynı anda varmaktadır. Her bir FF için clock-to-q gecikmesi (Tcq) 0.3 ns, setup bekleme süresi (Tsetup) 0.2 ns ve hold bekleme süresi (Thold) 0.5 ns'dir. Verilenler ışığında sistemin minimum periyot ve maksimum frekans değerlerini hesaplayınız.



Critical Path: w9 + and2 + w5 + and2 + w4 + and2 + w3 + and2 + w2 = 2.5 + 4 = 6.5 ns

Tsetup = 0.2 ns

Tcq = 0.3 ns

Tperiod (min) = Tsetup + Tcq + Tcomb (max) = 7 ns

Fmax = 1/Tperiod = 1/7ns = 142.857 MHz