



T.C.

GAZI ÜNİVERSİTESİ

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

EE – 303

SAYISAL TASARIM LABORATUVARI

DENEY FÖYÜ

HAZIRLAYANLAR

Arş. Gör. Aynur KOÇAK

Arş. Gör. Kezban KOÇ



### DENEY 3.1. MİNTERM VE MAXTERM İFADELERİ

#### Teorik Bilgi:

Değişkenler fonksiyon halini aldıktan sonra Minterm veya Maxterm modellerinden biri ile ifade edilir. Bu ifadeler doğruluk tablosundan elde edilir.

#### Minterm (Çarpımların Toplamı)

Doğruluk tablosunda her satır, o satır için **DOĞRU** olan bir minterm ile ilişkilendirilir. Yani doğruluk tablosunda çıkışın '1' olduğu ifadelerin toplamı şeklinde yazılır. Giriş değişkenin değeri '0' ise minterm ifadesi o değişkenin tersi (değili) şeklinde olur. Örneğin A giriş değişkeninin değeri '0' ise minterm karşılığı  $\bar{A}$  şeklinde yazılır. Giriş değişkenin değeri '1' ise minterm ifadesi A olarak yazılır.

Tablo 1. İki girişli bir fonksiyonun mintermler ile ifade edilişi

| Doğruluk Tablosu |   |   | MİNTERM İFADELER | MİNTERM İSİMLERİ | ÇIKIŞIN BOOLE İFADESİ                       | VHDL KOD KARŞILIĞI              |
|------------------|---|---|------------------|------------------|---|---------------------------------|
| A                | B | F |                  |                  |   |                                 |
| 0                | 0 | 0 | $\bar{A}\bar{B}$ | $m_0$            | $F(A,B) = m_1 + m_3$<br>$F = \bar{A}B + AB$ | F<= (NOT A AND B) OR (A AND B); |
| 0                | 1 | 1 | $\bar{A}B$       | $m_1$            |   |                                 |
| 1                | 0 | 0 | $A\bar{B}$       | $m_2$            |   |                                 |
| 1                | 1 | 1 | $AB$             | $m_3$            |   |                                 |

Tablo 2. Üç girişli bir fonksiyonun mintermler ile ifade edilişi

| Doğruluk Tablosu |   |   |   | MİNTERM İFADELER        | MİNTERM İSİMLERİ | ÇIKIŞIN BOOLE İFADESİ   |
|------------------|---|---|---|-------------------------|------------------|---|
| A                | B | C | F |                         |                  |   |
| 0                | 0 | 0 | 0 | $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ | $m_0$            | $F(A,B,C) = m_2 + m_3 + m_5 + m_7$<br>$F = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$ |
| 0                | 0 | 1 | 0 | $\bar{A}\bar{B}C$       | $m_1$            |   |
| 0                | 1 | 0 | 1 | $\bar{A}B\bar{C}$       | $m_2$            |   |
| 0                | 1 | 1 | 1 | $\bar{A}BC$             | $m_3$            | <b>VHDL KOD KARŞILIĞI</b>   |
| 1                | 0 | 0 | 0 | $A\bar{B}\bar{C}$       | $m_4$            | F<= (NOT A AND B AND NOT C) OR (NOT A AND B AND C) OR (A AND NOT B AND C) OR (A AND B AND C);         |
| 1                | 0 | 1 | 1 | $A\bar{B}C$             | $m_5$            |   |
| 1                | 1 | 0 | 0 | $AB\bar{C}$             | $m_6$            |   |
| 1                | 1 | 1 | 1 | $ABC$                   | $m_7$            |   |

#### Maxterm (Toplamların Çarpımı)

Doğruluk tablosunda her satır, o satır için **YANLIŞ** olan bir maxterm ile ilişkilendirilir. Yani doğruluk tablosunda çıkışın '0' olduğu ifadelerin çarpımı şeklinde yazılır. Giriş değişkenin değeri '1' ise minterm ifadesi o değişkenin

tersi şeklinde olur. Örneğin A giriş değişkeninin değeri '1' ise minterm karşılığı  $\bar{A}$  şeklinde yazılır. Giriş değişkenin değeri '0' ise minterm ifadesi A olarak yazılır.

**Tablo 3.** İki girişli bir fonksiyonun maxtermler ile ifade edilişi

| Doğruluk Tablosu |   |   | <u>MAXTERM İFADELER</u> | <u>MAXTERM İSİMLERİ</u> | <u>ÇIKIŞIN BOOLE İFADESİ</u>                            | <u>VHDL KOD KARSILIĞI</u>                                      |
|------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|---|--|
| A                | B | F |                         |                         |   |  |
| 0                | 0 | 1 | $A + B$                 | $M_0$                   | $F(A, B) = M_1 \cdot M_3$<br>$F = (A + \bar{B})(A + B)$ | $F \leq (A \text{ OR NOT } B) \text{ AND } (A \text{ OR } B);$ |
| 0                | 1 | 0 | $A + \bar{B}$           | $M_1$                   |   |  |
| 1                | 0 | 1 | $\bar{A} + B$           | $M_2$                   |   |  |
| 1                | 1 | 0 | $A + B$                 | $M_3$                   |   |  |

**Tablo 4.** Üç girişli bir fonksiyonun maxtermler ile ifade edilişi

| Doğruluk Tablosu |   |   |   | <u>MAXTERM İFADELER</u>       | <u>MAXTERM İSİMLERİ</u> | <u>ÇIKIŞIN BOOLE İFADESİ</u>   |
|------------------|---|---|---|-------------------------------|-------------------------|--|
| A                | B | C | F |                               |                         |  |
| 0                | 0 | 0 | 1 | $A + B + C$                   | $M_0$                   | $F(A, B, C) = M_2 \cdot M_3 \cdot M_5 \cdot M_7$<br>$F = (A + \bar{B} + C)(A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + B + \bar{C})(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$   |
| 0                | 0 | 1 | 1 | $A + B + \bar{C}$             | $M_1$                   |  |
| 0                | 1 | 0 | 0 | $A + \bar{B} + C$             | $M_2$                   | <u>VHDL KOD KARSILIĞI</u>  |
| 0                | 1 | 1 | 0 | $A + \bar{B} + \bar{C}$       | $M_3$                   |  |
| 1                | 0 | 0 | 1 | $\bar{A} + B + C$             | $M_4$                   | $F \leq (A \text{ OR NOT } B \text{ OR } C) \text{ AND } (A \text{ OR NOT } B \text{ OR NOT } C) \text{ AND } (\text{NOT } A \text{ OR } B \text{ OR NOT } C) \text{ AND } (\text{NOT } A \text{ OR NOT } B \text{ OR NOT } C);$ |
| 1                | 0 | 1 | 0 | $\bar{A} + B + \bar{C}$       | $M_5$                   |  |
| 1                | 1 | 0 | 1 | $\bar{A} + \bar{B} + C$       | $M_6$                   |  |
| 1                | 1 | 1 | 0 | $\bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$ | $M_7$                   |  |

**Notlar:**

- Bir ifadenin minterm veya maxterm olabilmesi için tüm giriş değişkenlerini içermelidir. Örneğin üç girişli (A, B, C) bir fonksiyonun A.B terimi C girişini içermediği için minterm değildir.
- Sadeleştirilmiş olarak verilen bir fonksiyon, mintermlerin toplamı veya maxtermlerin çarpımı şeklinde genişletilebilir.
- Mintermlerin toplamı şeklinde genişletebilmek için; Kombinasyonda bulunmayan değişkenler eklenir. Yani bir kombinasyonda sadece "x" değişkeninin olmadığını varsayarsak, kombinasyon (x+x') terimi ile AND işlemine tabi tutulur.
- Maxtermlerin çarpımı şeklinde genişletebilmek için; kombinasyonda bulunmayan değişkeni hem kendisi ile hem de tersi ile OR işlemine alınır.

### Deney 3.1.1. Minterm ve Maxterm ile ilgili Çalışma soruları

1. Aşağıda verilen doğruluk tablosunda f1, f2 ve f3 fonksiyonlarının maxterm ve minterm ifadelerini yazınız.

| A | B | C | f1 | f2 | f3 | Mintermler | Maxtermler |
|---|---|---|----|----|----|------------|------------|
| 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 1  | f1 için;   | F1 için;   |
| 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 1  |            |            |
| 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | f2 için;   | F2 için;   |
| 0 | 1 | 1 | 0  | 1  | 0  |            |            |
| 1 | 0 | 0 | 1  | 1  | 1  |            |            |
| 1 | 0 | 1 | 1  | 0  | 1  | f3 için;   | F2 için;   |
| 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 1  |            |            |
| 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  |            |            |

2. Sadeleştirilmiş hali verilen f fonksiyonunu mintermlerin toplamı şeklinde ifade ediniz. Sadeleştirilmiş hali (f1 olsun) ve mintermlerin toplamı şeklinde ifade edilen (f2 olsun) iki çıktının VHDL kodunu yazınız ve sinyal çıktılarını çiziniz. Gözlemediğiniz sinyal çıktılarını birkaç cümle ile yorumlayınız.

$$f1(A, B, C, D) = \bar{B}D + \bar{A}D + BD$$

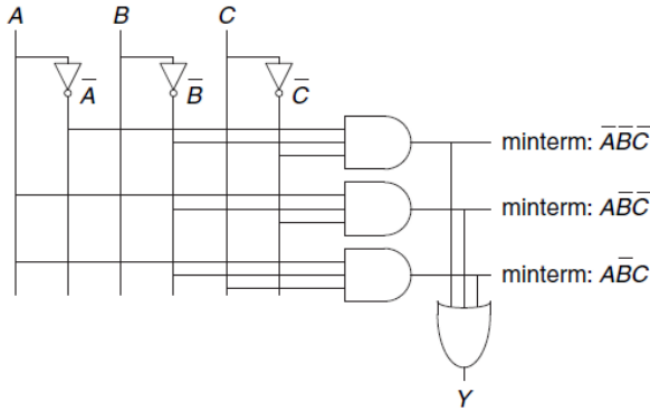
## DENEY 3.2. LOJİK İFADELERİN LOJİK KAPILARLA GÖSTERİMİ

### Teorik Bilgi:

Lojik ifadeleri lojik kapılar ile göstermek için aşağıda verilen kurallar göz önüne alınmalıdır.

- Girdiler şematiğin solunda ya da üstünde, çıktılar ise şematiğin sağında ya da altındadır.
- Düz kablolar (çizgiler) çok sayıda köşesi olanlara göre tercih edilir.
- Kablo bağlantı noktaları her zaman işaretlenmelidir.
- Kabloların kesiştiği yerdeki bir nokta kablolar arasındaki bir bağlantıyı temsil eder. Nokta olmadan kesişen kablolar arasında bir bağlantı yoktur.
- Herhangi bir Boole eşitliği sistematik bir şekilde çarpımların toplamı şeklinde çizilebilir.
- Her bir minterm için bir VE kapısı, maksterm içinde VEYA kapısı yerleştirilir.
- Sistem eğer tek çıkışlı ise çıkış için ilişkili mintermlerin veya makstermlerin bağlantıları yapılır.
- Sistemde birden fazla çıkış bulunuyorsa herbir çıkış için ayrı ayrı ifadelerin birleşimleri çizilir.
- Bu stile programlanabilir mantık dizisi (PLA) adı verilir, çünkü DEĞİL VE ve VEYA kapıları sistematik bir şekilde dizilir.

$Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C$  Fonksiyonun lojik kapılar ile gösterimi aşağıdaki gibidir.



### Lojik Devre Tasarımı

Lojik devrelerin tasarımında yapılacak işleme karar verildikten sonra işlemin lojik prensipler ve eşitlikler kullanılarak fonksiyon şekline dönüştürülmesi ve daha sonra kapılar ile gerçekleştirilmesi sırası takip edilir.

#### Lojik devre tasarımında yapılacak işlemler:

1. Yapılmak istenen işlem ayrıntıları ile açıklanır.
2. Lojik işlemin detayları belirlenir ve doğruluk tablosu haline dönüştürülür.
3. Doğruluk tablosu lojik eşitlik (fonksiyon) şeklinde yazılır.
4. Eşitlik mümkünse sadeleştirme işlemine tabi tutulur.
5. Sadeleştirilen lojik ifadeyi gerçekleştirecek lojik devre oluşturulur.

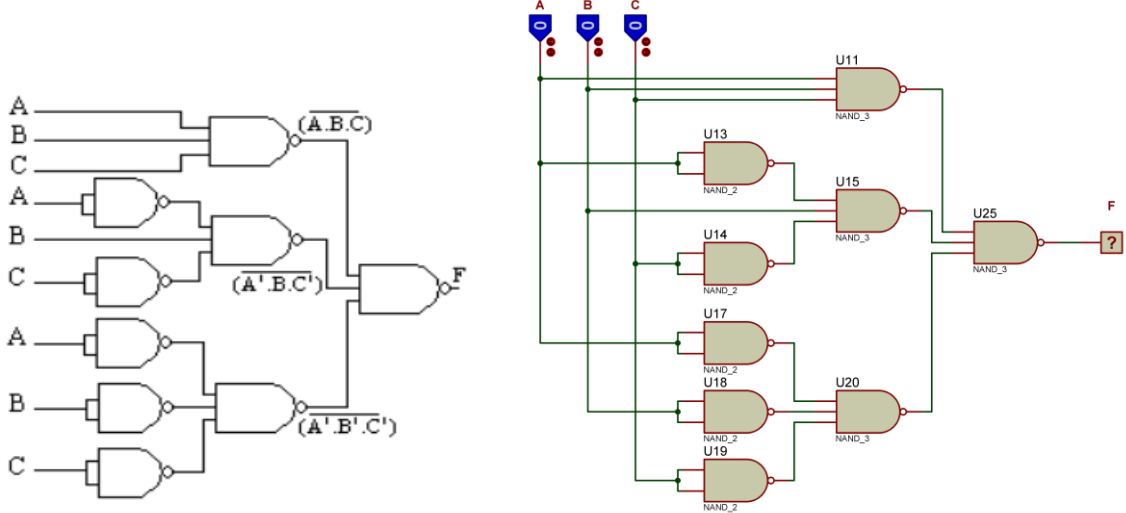
### Kapı Entegrelerinin ve Elemanların VEDEĞİL/ VEYADEĞİL Kapıları İle Oluşturulması

NAND ve NOR kapılarının elektronik elemanlar ile üretilmesi daha kolaydır. Bu nedenle AND ve OR kapıları yerine NAND ve NOR ile devre tasarımı yapmak daha uygundur. Devrede bulunan AND, OR ve NOT kapıları NOR veya NAND eşlenikleri şeklinde ifade edilmelidir.

**Örnek Soru:**

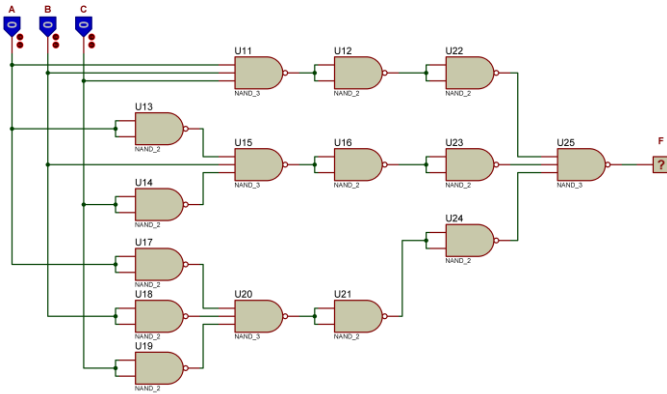
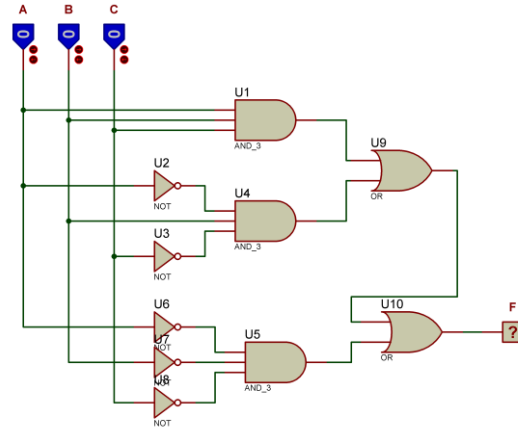
$F = A.B.C + A'.B.C' + A'.B'.C'$  Fonksiyonunu sadece NAND kapıları ile gerçekleyiniz.

$$F = A.B.C + A'.B.C' + A'.B'.C' = \overline{\overline{A.B.C} \cdot \overline{A'.B.C'} \cdot \overline{A'.B'.C'}} = \overline{(A.B.C).(A'.B.C').(A'.B'.C')}$$

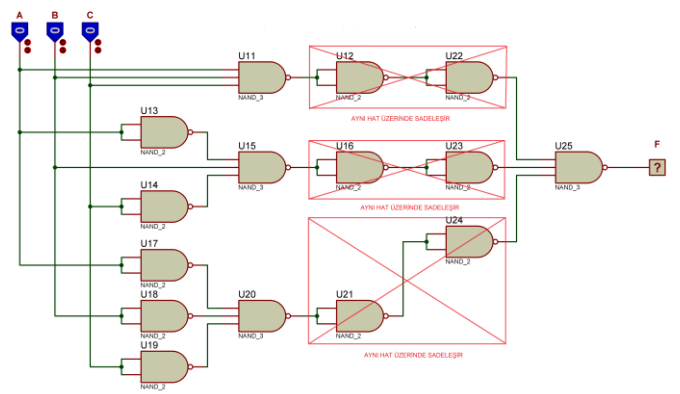


**Örnek Soru Uygulama:**

$F = A.B.C + A'.B.C' + A'.B'.C'$  Fonksiyonunu önce mintermler ve makstermler ile ifade edilecek biçimde çözüünüz, daha sonra sadece NAND kapıları ile gerçekleyecek devreye dönüştürerek sadeleştiriniz?



Sadeleştirilmeden önceki çizim



Sadeleştirme işlemi yapılmış çizim

### **Deney 3.2.1. Lojik Kapılar ile ilgili Çalışma soruları**

1. Deney 3.1.1. çalışma sorularında verilen 2. Sorunun sadeleştirilmiş hali olan  $f_1$  fonksiyonu ile mintermlerin toplamı şeklinde yazılan  $f_2$  fonksiyonunu lojik kapılar ile gösteriniz.

2.  $F = (A + B)(\bar{A} + C)(\bar{B} + A)$  Fonksiyonunu önce mintermler ve makstermler ile ifade edilecek biçimde çiziniz, daha sonra sadece NOR kapıları ile gerçekleyecek devreye dönüştürerek sadeleştiriniz?.

## ÖDEV

1. Sadeleştirilmiş hali verilen F fonksiyonunu maxtermlerin çarpımı şeklinde ifade ediniz. Sadeleştirilmiş hali (f3 olsun) ve maxtermlerin çarpımı şeklinde ifade edilen (f4 olsun) iki çıktının VHDL kodunu yazınız ve sinyal çıktılarını çiziniz. Gözlemlediğiniz sinyal çıktılarını birkaç cümle ile yorumlayınız.

$$F(x, y, z) = (x + z)(x + y)(\bar{y} + z)$$

2. 5 adet yanyana dizilen sandalyelerin her birinin boş olup olmadığını algılamak için birer sensör bağlanmıştır. Sistemde giriş olarak kullanılan sensörler; sandalye boş ise lojik 0; dolu ise lojik 1 değerini vermektedir. İstenilen devre çalışmasında yan yana iki veya daha fazla boş sandalye varsa çıkış lojik 1; diğer durumlarda lojik 0 yapan sayısal devrenin;
  - I. Doğruluk tablosunu oluşturunuz.
  - II. Bu sayısal devreyi mintermlerin toplamı şeklinde ifade ediniz.
  - III. Bu sayısal devreyi maxtermlerin çarpımı şeklinde ifade ediniz.
  - IV. Bu sayısal devreyi lojik kapılar ile gösteriniz. (En sade halini)
  - V. Bu sayısal devreyi NOR kapılarından oluşmuş şekilde çiziniz.
3.  $F(A, B, C) = \Sigma(1,3,6,7)$  Şeklinde verilen lojik fonksiyonu önce minterm ve makstermlerden oluşmuş ifade olarak, sonrasında da sadece iki girişli NAND lojik kapı elemanları ile çiziniz.