



# ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY

---

## Uygulama-7

---

### Çarpıcı Devresi Tasarımı

01.07.2022

#### 8 bitlik Çarpıcı Devresi

1. İkili sistemde çarpma işlemi aşağıda gösterildiği gibi olmaktadır.
2. İki tane 8-bitlik sayıyı çarpan bir devre tasarımı yapmanız ve tasarımınızın doğru çalıştığını ispatlayan test ortamı oluşturmanız beklenmektedir.
3. Devrenizin en üst modülünün giriş ve çıkışları aşağıda gösterilmiştir.
4. Çarpıcı Modülü Giriş-Çıkış Bilgileri
  - a) **Clk**: Sistemi senkronize etmek için kullanılan saat sinyali
  - b) **Reset**: Sistemi başlangıç durumuna getiren asenkron reset sinyali
  - c) **Start**: Çarpma işleminin başlaması gerektiğini belirten sinyal (saatin yükselen kenarında, start 1 ise çarpma işlemine başlanır).

$$\begin{array}{r}
 0101 \\
 \times 0111 \\
 \hline
 0101 \\
 0101 \\
 0101 \\
 + 0000 \\
 \hline
 0100011 \\
 \\
 5 \times 7 = 35
 \end{array}$$

Figure 1: Çarpma İşlemi Örneği

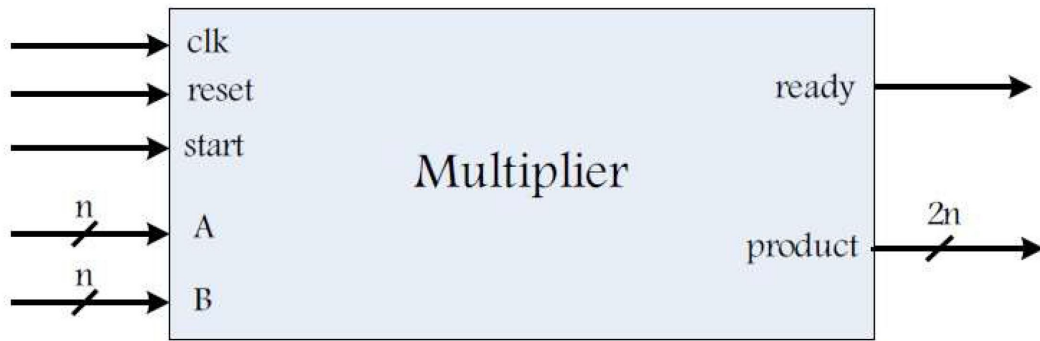


Figure 2: Çarpıcı Modülü Girişleri ve Çıkışları

- d) **Ready:** işlem sonucunun hazır olduğunu, 1 saat periyodu boyunca 1 durumunda kalarak işlemin bittiğini belirten çıkış sinyali
  - e) **A:** 8-bitlik çarpan
  - f) **B:** 8-bitlik çarpılan
  - g) **Product:** 16-bitlik sonuç
5. Şekil-3'te Çarpıcı(**Multiplier**) devresinin iç mimarisi gösterilmiştir. Ayrıca tasarımdaki diğer modüllerin açıklamaları yapılmıştır.
- a) **8-bit register Multiplicand:** 8-bitlik B girişi load sinyali 1 olduğunda, multiplicand modülüne yüklenir.
  - b) **8-bit shift register Multiplier:**
    - i. 8-bitlik A girişi load sinyali 1 olduğunda, multiplier modülüne yüklenir.
    - ii. A'nın değerini tutan register **shift\_right** sinyali 1 olduğunda 1-bit sağa kaydırılır.
    - iii. Dataout çıkışına, A'nın değerini tutan registerın LSB si verilir.

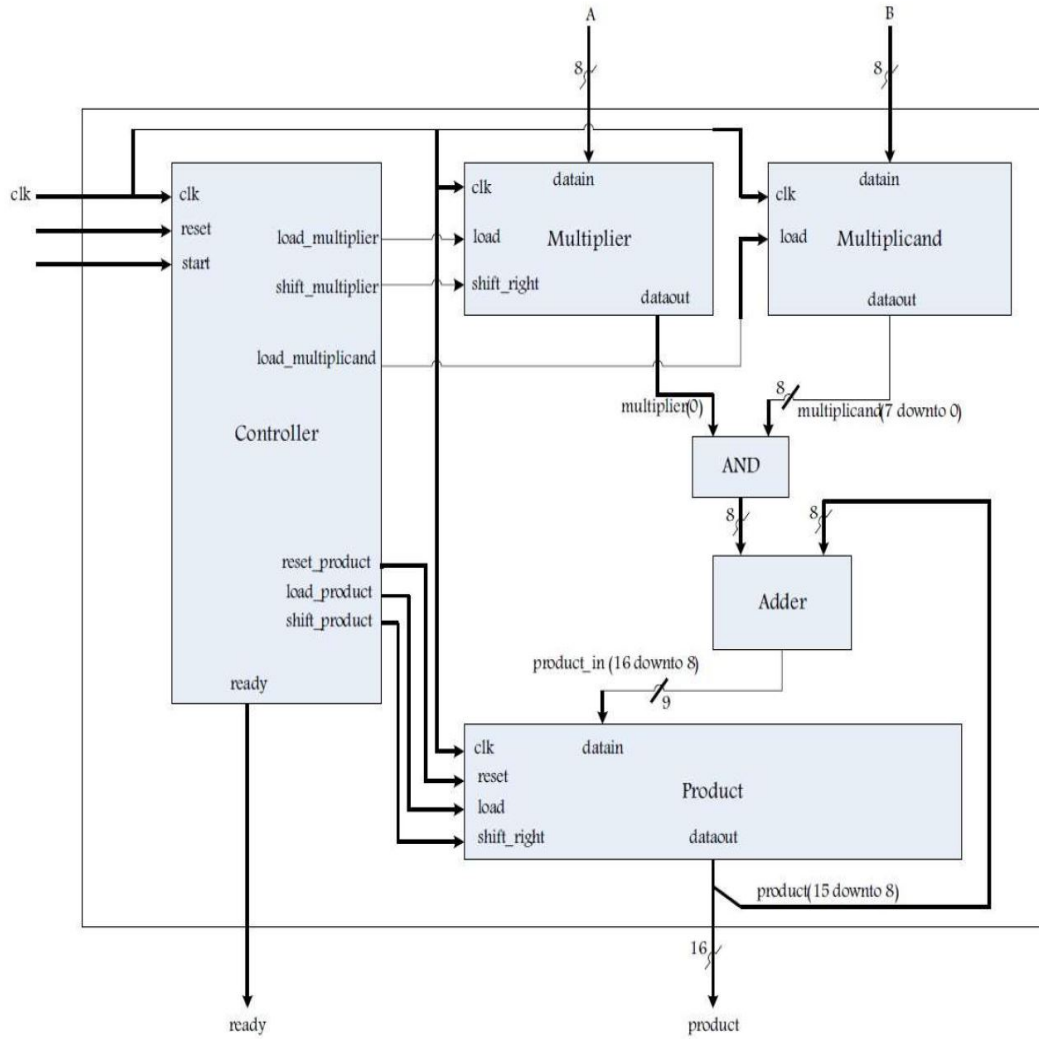


Figure 3: Çarpıcı Modülü Mimarisi

c) **17-bit shift register Product:**

- i. Product registerı reset sinyali sıfır olduğunda sıfırlanır.
- ii. Adderın sonucunu, load sinyali 1 olduğunda en önemli bitlerine yazar.
- iii. Shift\_right sinyali 1 olduğunda, resgisterı 1-bit sağa kaydırır.
- iv. Dataout çıkışına, registerın ilk 16-biti yazılır.

d) **AND:**

- i. Multiplicandın tüm bitlerini, multiplier(0) arasında ve işlemini gerçekleştirir.

e) **8-bit Adder:**

- i. AND modülünün sonucu ile product modülünün en önemli 8-bitini toplar.

f) **Controller:**

- i. Tüm modüllerin kontrol sinyallerini üretir.

6. Şekil-4'te **controller** modülünün durum şeması verilmiştir.

a) **S0:**

- Start sinyali 1 olduğunda s1 durumuna geçer.
- Multiplier ve multiplicand modülleri giriş değerlerini okur.
- Product register ve loop counter sıfırlanır.

b) **S1:**

- Bir sonraki durum her zaman s2 durumudur.
- Adderın sonucu product registerına yüklenir.
- Loop counter 1 arttırılır.

c) **S2:**

- Loop counter son değerine ulaşmışsa s3 durumuna geçilir, aksi halde s1 durumuna dönlür.
- Multiplier ve product registerları 1-bit kaydırılır.

d) **S3:**

- Bir sonraki durum her zaman s0 dır.
- Bu duruma gelindiğinde çarpma işlemi bitmiştir ve ready sinyali 1 durumuna getirilir.

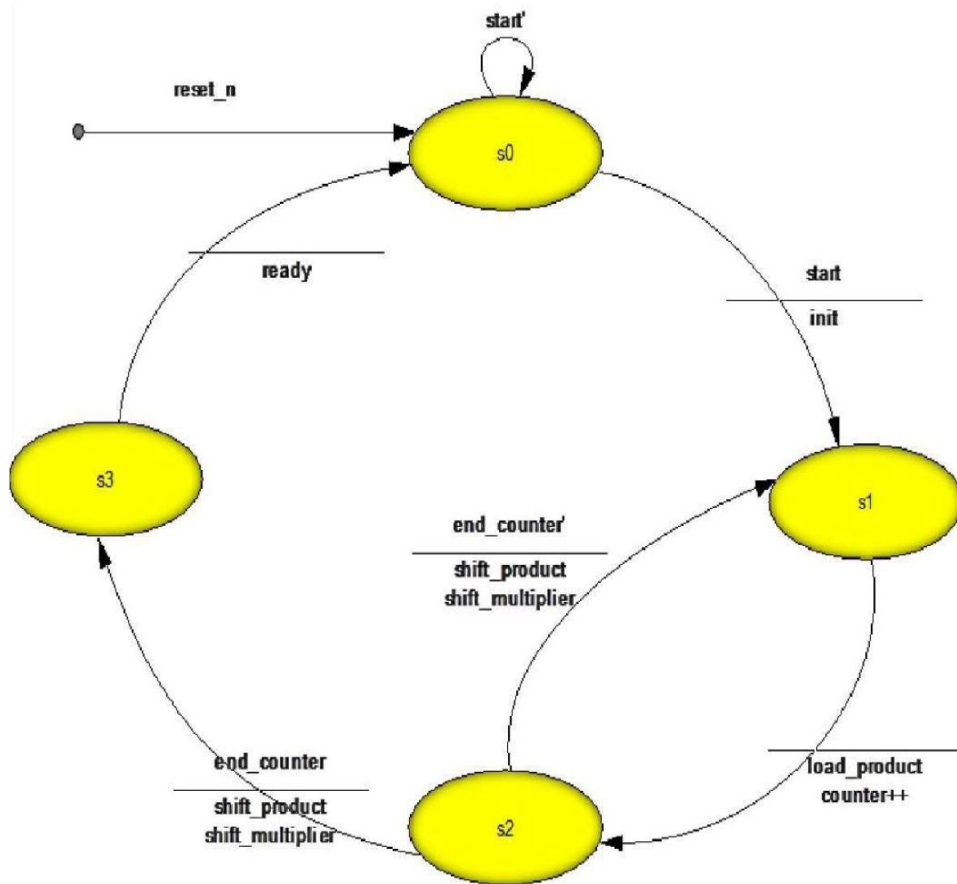


Figure 4: Controller Durum Diyagramı