



## **BASİT SAYISAL İŞLEM BİRİMİ**

### **1. Giriş**

Bu laboratuvar dersinde basit sayısal işlemleri yerine getiren bir modül tasarlayıp, bu modülü Verilog dili ile Davranışsal Modelleme (Behavioral Modeling) yaparak gerçekleştirmeniz istenmektedir.

Gerçekleştireceğiniz işlem birimi toplam 8 adet farklı işlem yapabilecektir. Bu işlemler:

1. Topla: Verilen iki sayının toplamını hesaplar
2. Çıkar: Verilen iki sayının ilkinden ikincisini çıkarır
3. Bitwise-AND: Verilen iki sayının karşılıklı bitlerine AND işlemini uygular
4. Bitwise-OR: Verilen iki sayının karşılıklı bitlerine OR işlemini uygular
5. AND\_R: Tek bir sayının tüm bitlerine kendi aralarında AND işlemi uygular
6. OR\_R: Tek bir sayının tüm bitlerine kendi aralarında OR işlemi uygular
7. Çift Eşlik: Verilen bir sayının çift eşlik bitini hesaplar
8. Tek Eşlik: Verilen bir sayının tek eşlik bitini hesaplar

**Not:** Bir sayının çift eşlik biti, o sayıdaki mantık-1 sayısını çift bir sayıya tamamlayacak şekilde hesaplanır. Örneğin; sayı 5'b10010 ise, bu sayıdaki 1 sayısı çift bir sayı (2) olduğundan çift eşlik biti 1'b0 olur. Fakat, sayı 5'b11111 olursa, bu durumda çift eşlik biti 1'b1 olur. Tek eşlik biti de çift eşliğin değili (NOT) durumundadır.

### **2. 3 BİTLİK BASİT İŞLEM BİRİMİ**

Bu bölümde 3 bitlik sayılar üzerinde, yukarıda verilen 8 adet işlemi yapabilen bir basit işlem modülü gerçekleştirmeniz istenmektedir.

- **[Gerçekleştirme]** Verilog ile Davranışsal Modelleme yaparak gerçekleştireceğiniz basit işlem modülünün ismi "bib3" olmalıdır. Bu modülün, 9 bitlik "buyruk" isminde girişi ve 4 bitlik "sonuc" isminde çıkışı olacaktır. "buyruk" sinyalinin en anlamlı 3 biti işlem türünü belirtecek olup, iki adet 3 bitlik sayıyı ise geri kalan bitlerden istediğiniz gibi oluşturabilirsiniz. "sonuc" çıkışının tüm bitlerini kullanmayan işlemler için (AND\_R, OR\_R, Çift Eşlik, Tek Eşlik) en anlamsız bit kullanın.
- **[Simülasyon]** Gerçekleştirmiş olduğunuz "bib3" modülünün istenildiği gibi çalıştığından emin olmak için, bu modülü test eden testbench kodunu yazın. Vivado yazılımını kullanarak modülün simülasyonunu yapıp, karedalga görünümünden (Waveform) modülün doğru çalıştığını kontrol edin.
- **[FPGA Kartı ile Deneme]** Simülasyon yaparak doğru çalıştığından emin olduğunuz "bib3" modülünü kullanarak aşağıda belirtilen maddeleri sağlayan "FPGAbib3" isimli bir uygulama yazınız. Uygulamanızda aynı anda iki işlem yapılması istenmektedir, bunun için iki farklı bib3 modülü örneği (instance) kullanın.



## BİL264L - Mantıksal Devre Tasarımı Laboratuvarı ELE263L - Sayısal Sistem Tasarımı Laboratuvarı

- İlk 3 bitlik sayı solda bulunan 3 Switch ile ikinci 3 bitlik sayı ise sağda bulunan 3 Switch kullanılarak belirlenecektir.

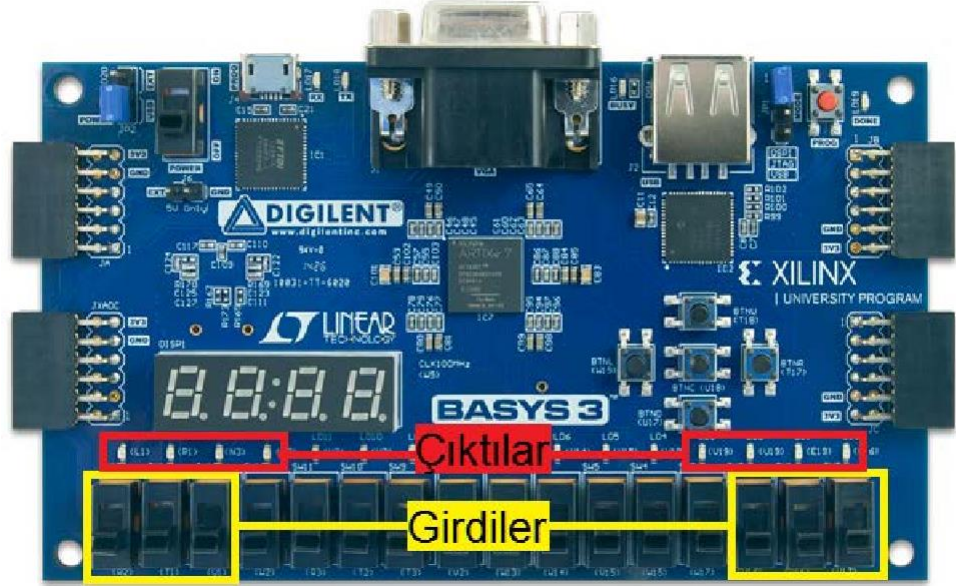


Figure 1 FPGA Kartı ile Deneme için kullanılması beklenen Girdiler ve Çıktılar

- Buyrukların işlem bitleri butonlar aracılığı ile değiştirilecektir.
  - Sol Buton: Toplama ve Çıkarma
  - Sağ Buton: Bitwise-AND ve Bitwise-OR
  - Yukarı Butonu: AND\_R ve OR\_R (En sağdaki üç Switch ile belirlenmelidir)
  - Aşağı Butonu: Çift Eşlik ve Tek Eşlik (En sağdaki üç Switch ile belirlenmelidir ve Default olarak bu işlem yapılmalıdır)
- İlk işlemin sonucunu sol tarafta bulunan 4 LED'i, ikinci işlemin sonucunu ise sağ tarafta bulunan 4 LED'i binary formatında yakarak gösteriniz.

Uygulamanız için bir Bitstream üretin. FPGA'in Switch'leri yardımıyla istediğiniz değerleri verin, işlemi seçmek için uygun butona basılı tutun. LED'lerin seçtiğiniz değer ve işlemler sonucunda doğru bir şekilde ikilik tabanda yandığını gözlemleyin.