

# Otomata Teorisi (BİL 2114)

Fırat İsmailoğlu

Hafta 10:  
Turing Makinesi (Bölüm 1.5)



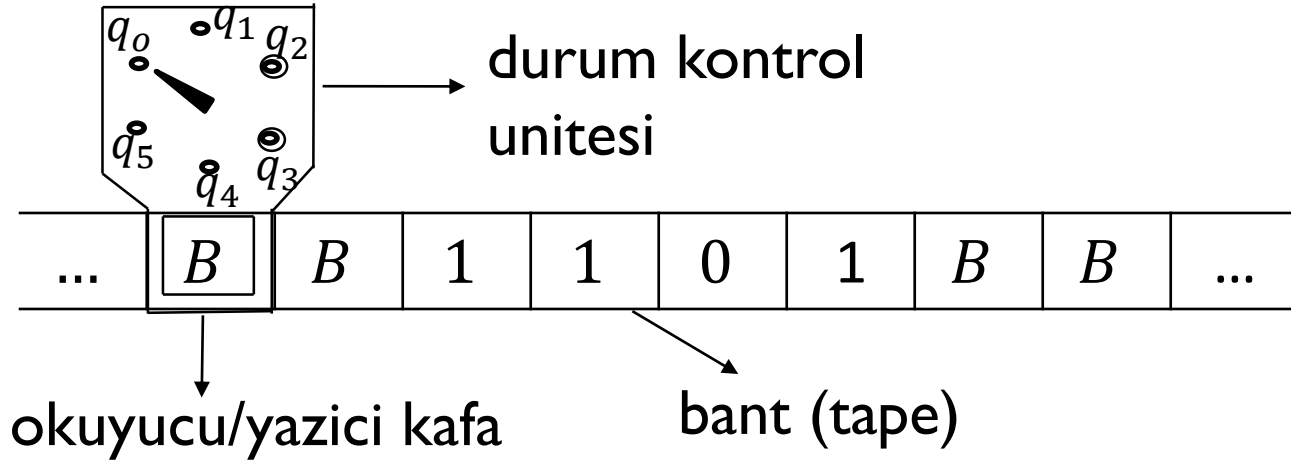
# Hafta 10

## Plan

1. Turing Makinesini Ziyaret
2. Turing Makinesi ile Hesaplama



# Turing Makinesinin Bileşenleri



Bir Turing makinesi, bir durum kontrol unitesi , bir okuyucu/yazıcı kafa (head) ve bir banttandır. Olustugunu gecen hafta belirtmistik.

Ayrıca kafanın sağa-sola hareket edebileceğini, bantdan harf okuyup-yazabileceğini,

bantın hücrelerden oluştuğunu ve sonsuz uzunlukta olduğunu,

durum kontrol unitesinde final durumlarından birine geldiğimizde kelimenin kabul edileceğini görmüştük.

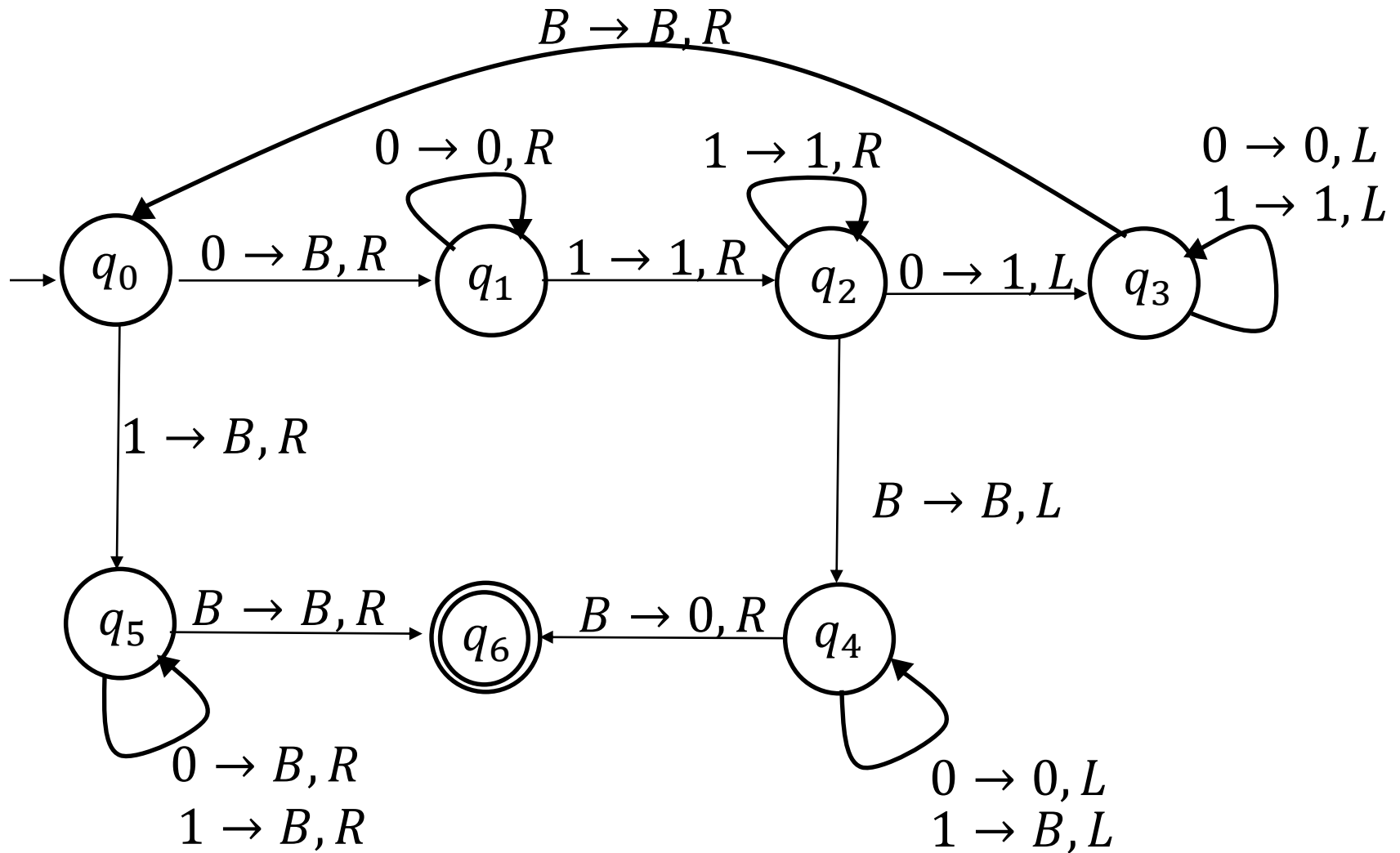
## Turing Makinesi ile Hesaplama

Turing makinesi ile  $f(m, n) = \max(m - n, 0)$  ( $m, n$  pozitif tamsayılar) fonksiyonunu hesaplayan bir TM inşa edelim.

$f(m, n)$  fonksiyonunu hesaplamak için bu fonksiyonu önce  $w = 0^m 10^n$  kelimesine çevireceğiz daha sonra bu kelimeyi aşağıda sonlu durum ünitesi verilen TM'nin bantına yerleştirip okuyacağız.



# Turing Makinesi ile Hesaplama



# Turing Makinesi ile Hesaplama

- $q_0$ : Döngüyü başlatan durum.  $q_0$ 'da 0 geldikçe döngü devam eder.  $q_0$ 'da bir kere 1 gelirse bantın sağ taraftaki harflerinin tamamı  $B$  yapılarak  $q_6$  durumuna gidilir.
- $q_1$ : Bu durumda makine bant üzerindeki 0 bloğu boyunca sağa ilerleyerek en soldaki ilk 1 harfine gider,  $q_6$  durumuna geçer.
- $q_2$ : Bu durumda makine 1 harfini okudukça 0 harfini okuyana kadar sağa ilerler. Eğer 1'ler bloğundan sonra 0 gelmez ise  $B$  bulunugunda  $q_4$  durumuna gecilir.
- $q_3$ : Bu durumda  $B$  bulunana kadar makine sola hareket eder,  $B$  bulunduğunda sağa hareket eder ve  $q_0$  durumuna geçer, böylece döngü yeniden başlatılır.
- $q_4$ : Bu durumda  $B$  bulunana kadar makine sola hareket eder. Bu arada 1 harfi bulunursa  $B$  yapılır.



## Turing Makinesi ile Hesaplama

$q_5$ : Bu durumda banttaki 0 ve 1 bantın sağ taraftaki harflerinin tamamı  $B$  yapılır ve  $q_6$  durumuna geçilir. Özel olarak  $q_5$  durumuna varılması durumunda çıkarma işleminin sonucu 0 olur.

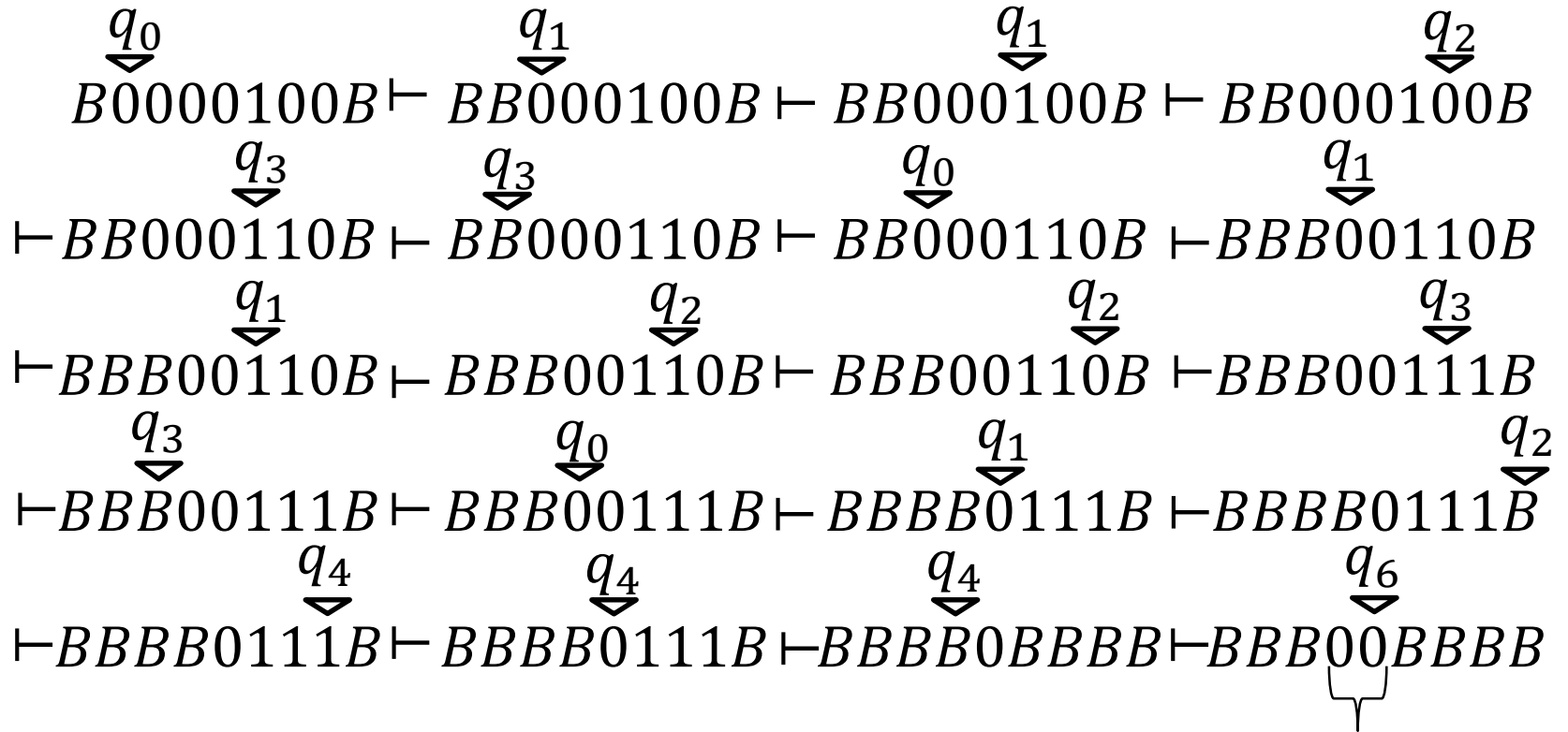
$q_6$ : durumunda çıkarma işlemi tamamlanlanır ve makine durur. Final durumudur. Bu durumda hiç bir geçiş yoktur.

Sonuc olarak  $q_6$  durumunda iken banttaki toplam 0 sayısı çıkarma işleminin sonucudur.

ör.  $f(4,2) = 4 - 2 = 2$  çıkarma işlemini gösterilen TM de yapalım.

Bu işlem için banta yazılacak kelime 0000100 dır.





sonuç olarak  
2 adet 0 kaldı





# Turing Makinesi ile Hesaplama

ör. Verilen iki tamsayı için turing makinesiyle toplama yapalım.

$x$  ve  $y$  iki tamsayı olsun. Ve bu sayıları tekli ifadeye dönüştürelim:

$$x \rightarrow w(x) \in \{0\}^x \quad (x \rightarrow \underbrace{00 \dots 0}_{x \text{ tane}}); \quad y \rightarrow w(y) \in \{0\}^y \quad (y \rightarrow \underbrace{00 \dots 0}_{y \text{ tane}})$$

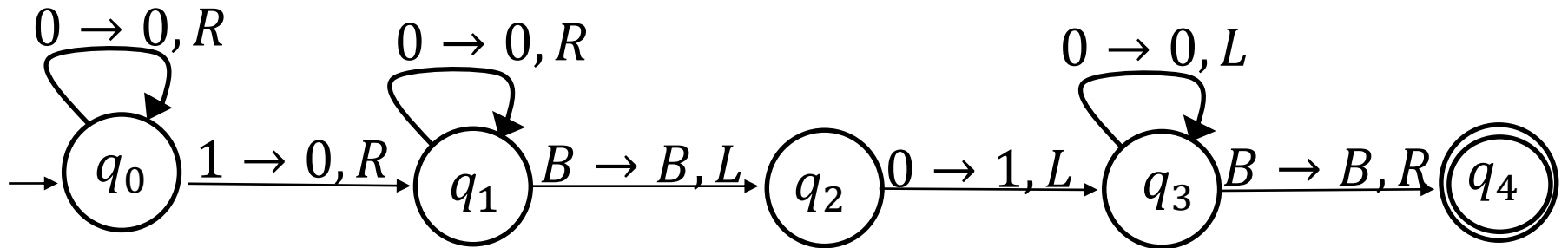
Banta  $w(x)1w(y)$  yazalım. Turing makinesi formal olarak şu şekilde verilmiş olsun.

$$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}, \Sigma = \{0, 1\}, \Gamma = \{0, 1, B\}, F = \{q_4\}$$

$\delta$	0	1	B
$q_0$	$(q_0, 0, R)$	$(q_1, 0, R)$	-
$q_1$	$(q_1, 0, R)$	-	$(q_2, B, L)$
$q_2$	$(q_3, 1, L)$	-	-
$q_3$	$(q_3, 0, L)$	-	$(q_4, B, R)$
$q_4$	-	-	-



# Turing Makinesi ile Hesaplama



Kabul durumu  $q_4$ 'e vardığımızda banttaki toplam 0 sayısı, toplama işlemimin cevabını verir. Örnek olarak 2 ile 1 i toplayalım. Bu durumda banta yazılacak kelime 0010 olur.

