

Bölüm 6 : Turing Makineleri

Özdevinirler Kuramı ve Biçimsel Diller

Bölüm 6 : Turing Makineleri

Turing Makinelerinin Temel Modeli

➤ $M = \langle Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F \rangle$

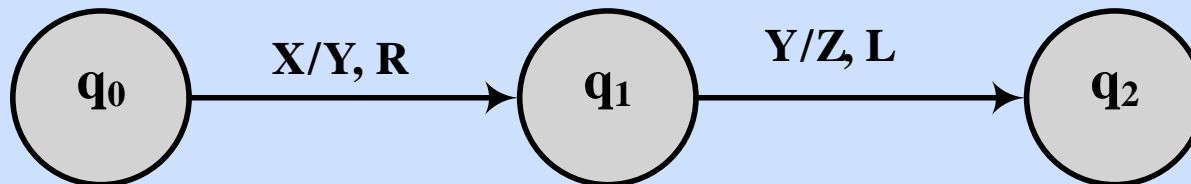
Γ : Şerit Alfabeti: giriş alfabesinin tüm simgelerini de içeren sonlu bir kümedir: $\Gamma \supseteq \Sigma$

B : *Blank* olarak adlandırılan özel bir şerit alfabesi simgesi simge. $B \in \Gamma$, $B \notin \Sigma$

δ : Geçiş ya da hareket işlevi (*transition or move function*). Temel modelde, hareket işlevi $[Q \times \Gamma]$ 'dan $[Q \times \Gamma \times \{L, R\}]$ 'ye bir eşleme oluşturur.

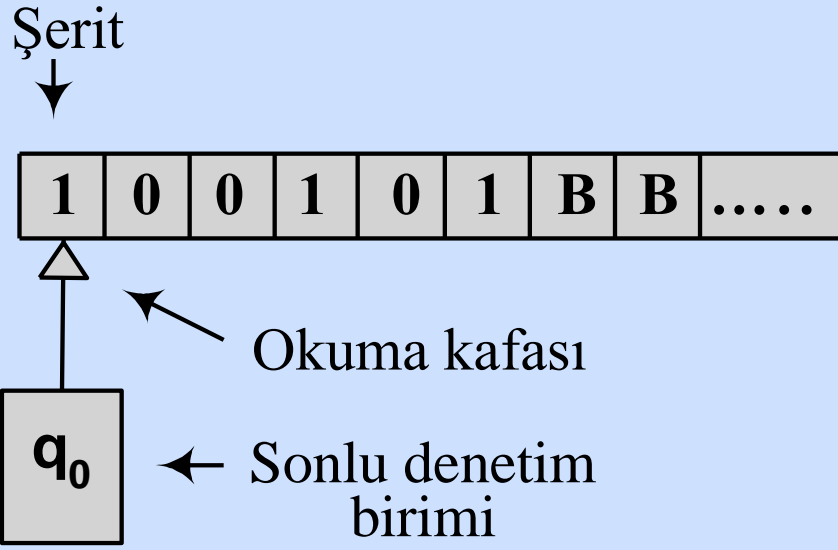
➤ Turing makinesi hareketlerinin çizenekle gösterilmesi:

$$\begin{aligned}\delta(q_0, X) &= (q_1, Y, R) & q_0, q_1, q_2 &\in Q \\ \delta(q_1, Y) &= (q_2, Z, L)\end{aligned}$$

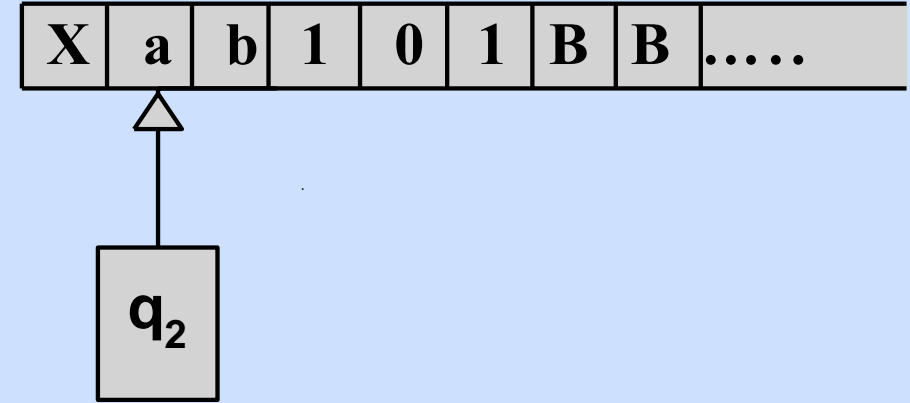


Bölüm 6 : Turing Makineleri

Soyut Makine Görünümü



a) Başlangıç Görünümü



a) Birkaç Hareket Sonraki Görünüm

Bölüm 6 : Turing Makineleri

Anlık Tanımlar (*Instantaneous Descriptions*)

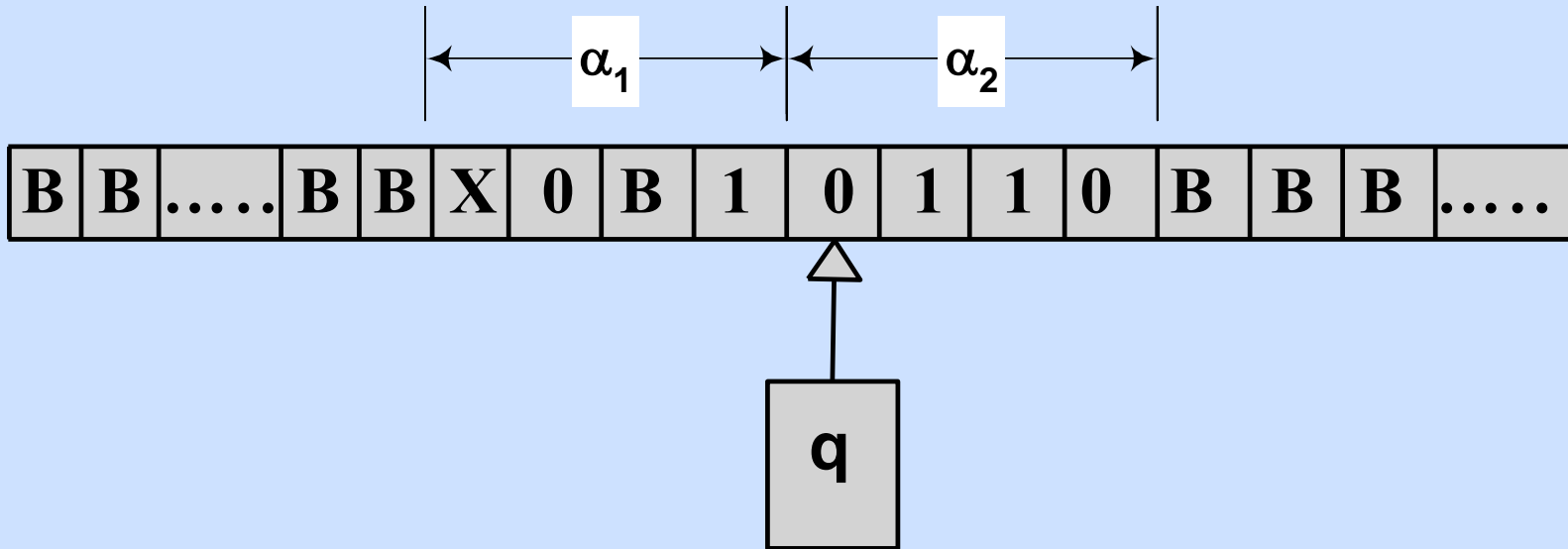
➤ Anlık tanım (ID) = (α_1, q, α_2)

q : makinenin durumu

α_1 : okuma kafasının solundaki dizgi

α_2 : okuma kafasının sağındaki dizgi

(okuma kafası α_2 'nin en solundaki simge üzerinde bulunur)



Bölüm 6 : Turing Makineleri

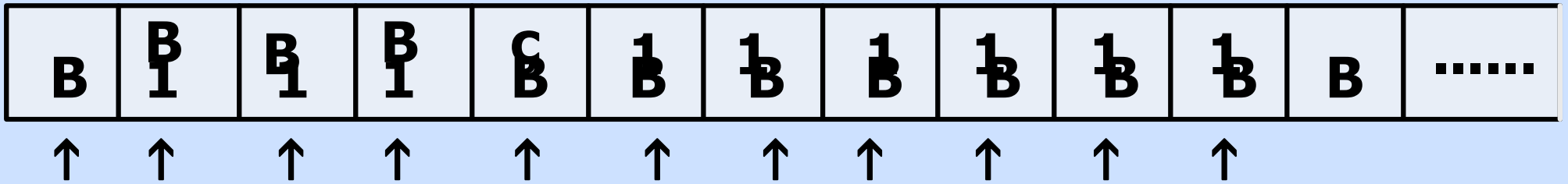
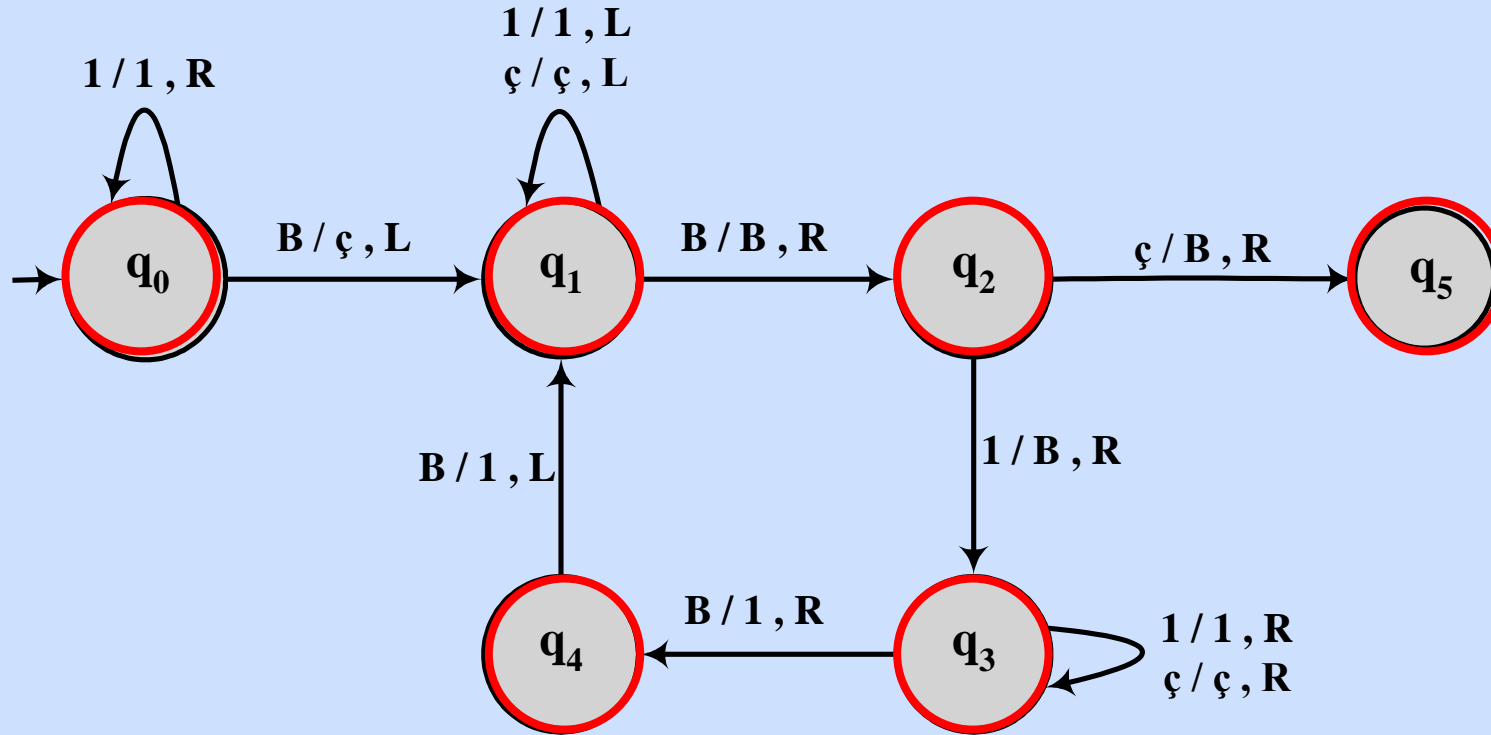
Turing Makinesinin Tanıdığı Dil

$$T(M) = \{ w \mid w \in V_T^* , (q_0, w) \vdash^* (\alpha_1, p, \alpha_2) , \alpha_1, \alpha_2 \in \Gamma^* , p \in F \}$$

Turing Makinesi Örnekleri

- **Örnek 6.1.** n sıfırdan büyük (pozitif) bir tamsayı veya sıfır olmak üzere
- $$f(n) = 2n$$
- değerini hesaplayan Turing makinesi.

Bölüm 6 : Turing Makineleri

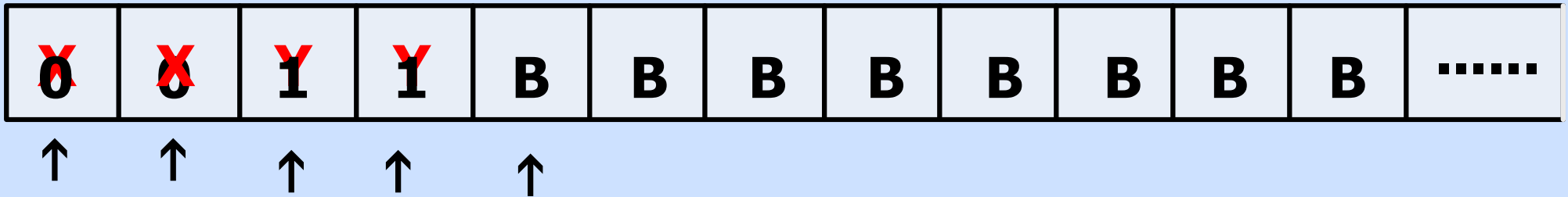
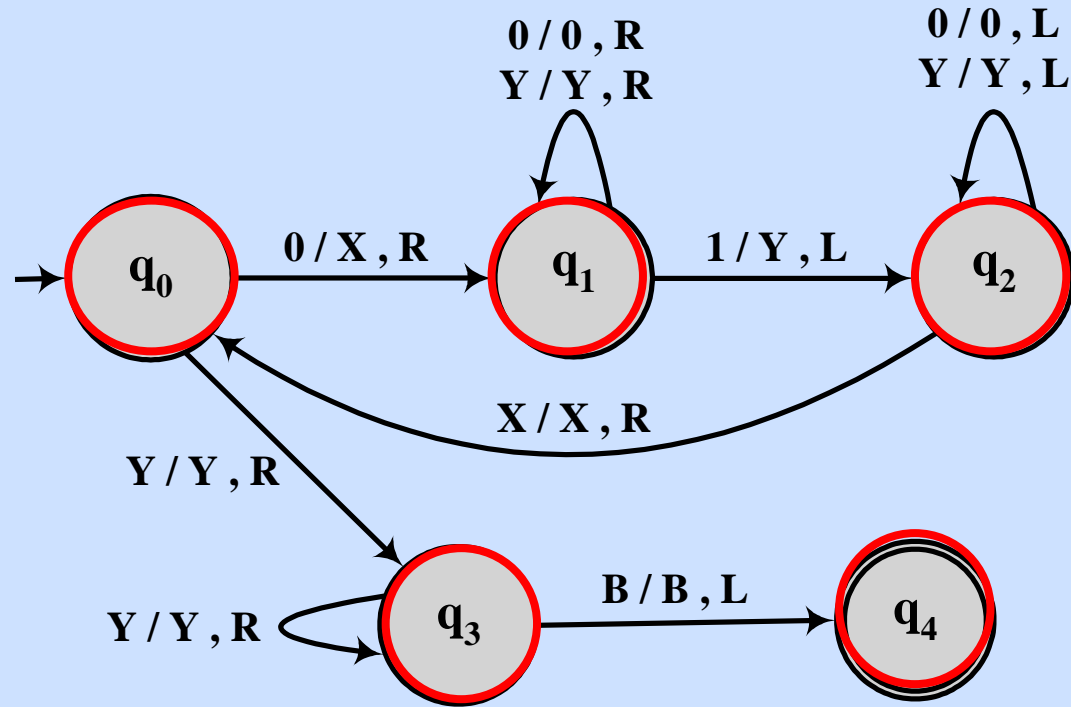


Bölüm 6 : Turing Makineleri

➤ **Örnek 6.2.** Bağlamdan-bağımsız $L_{6.2}$ dilini tanıyan Turing makinesi:

$$L_{6.2} = \{ 0^n 1^n \mid n \geq 1 \}$$

Bölüm 6 : Turing Makineleri



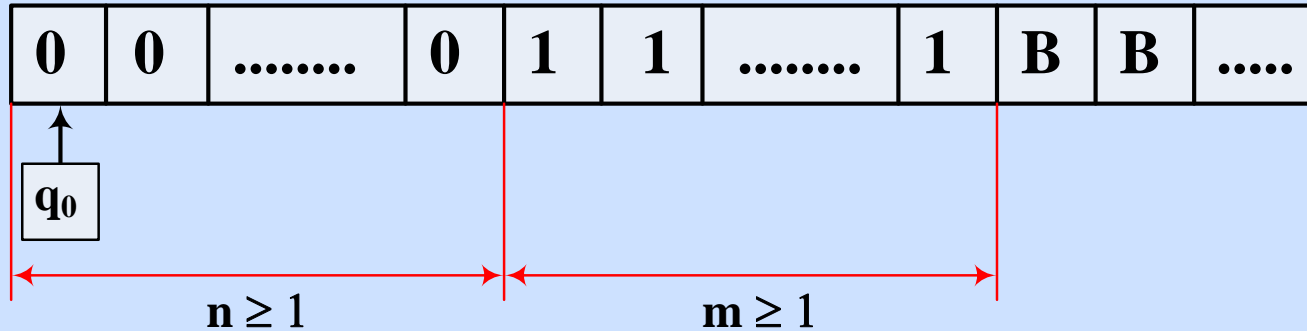
Bölüm 6 : Turing Makineleri

➤ **Örnek 6.3.** n ve m sıfırdan büyük (pozitif) birer tamsayı olmak üzere

$$f(n, m) = n \times m$$

değerini hesaplayan Turing makinesini.

♦ Başlangıç konfigürasyonu:



♦ Çalışma yöntemi:

Çarpma işlemi m nin n kere toplanması (kopyalanması) ile elde edilecek.

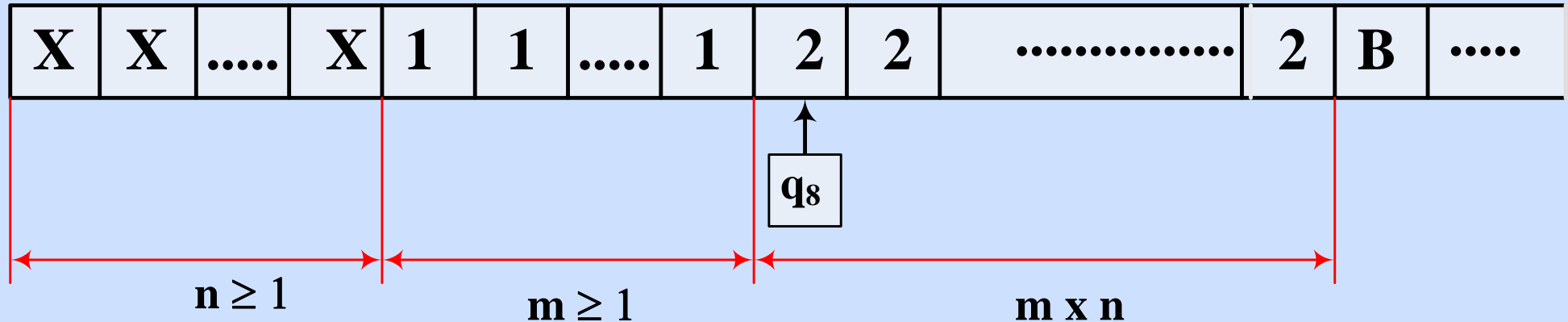
n yi oluşturan her 0 X yapılacak ve 1 ler öbeği kopyalanacak.

Kopyalama sırasında her 1 Y yapılacak.

Kopylama bittikten sonra tüm Y ler yeniden 1 yapılacak

Bölüm 6 : Turing Makineleri

♦ Bitiş konfigürasyonu:



♦ Makinenin biçimsel tanımı:

$$M_{6.3} = \langle Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F \rangle$$

$$Q = \{ q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8 \}$$

$$\Sigma = \{ 0, 1 \}$$

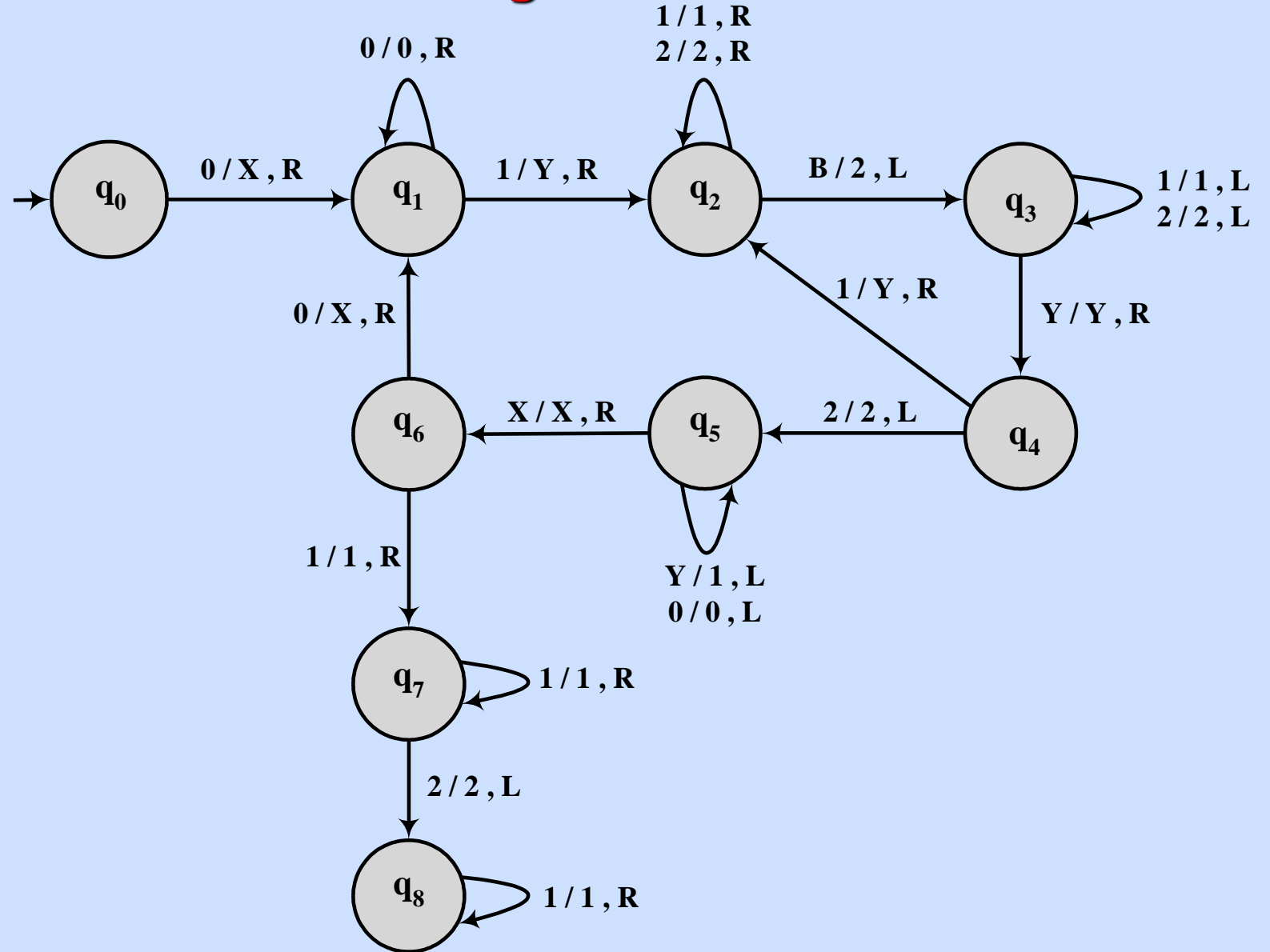
$$\Gamma = \{ B, 0, 1, 2, X, Y \}$$

q_0 : Başlangıç durumu

$$F = \Phi$$

Bölüm 6 : Turing Makineleri

◆ Hareket çizeneği:



Bölüm 6 : Turing Makineleri

6.3. Turing Makinesi Modelinde Değişiklikler

➤ Turing makinesi modelinde bir dizi değişiklik yapılabilir. Bu değişiklikler modelin kullanımında esneklik ve kolaylıklar sağlar. Ancak modelin gücünde hiçbir değişiklik yapmaz. Hangi değişik model kullanılırsa kullanılsın, yapılan hesaplamayı ya da tanımayı temel model bir Turing makinesi ile yapmak mümkündür. Turing makinesi modelinde yapılabilecek değişikliklerden başlıcaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. İki yönlü sonsuz şerit kullanan Turing makinesi
2. Çok şeritli Turing makinesi
3. Çok izli Turing makinesi
4. Birden çok okuma kafası bulunan Turing makinesi
5. Çok boyutlu Turing makinesi
6. *Off-line* Turing makinesi
7. Deterministik olmayan Turing makinesi

Bölüm 6 : Turing Makineleri

6.4. Chomsky Sıradüzeni

- Biçimsel diller ve biçimsel dillere karşı gelen makine modellerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz :

Biçimsel Dil Sınıfı	Makine Modeli
Tür-3 ya da düzgün diller	Sonlu Özdevinirler (FA)
Tür-2 ya da bağlamdan-bağımsız diller	Yığıtlı Özdevinirler (PDA)
Tür-1 ya da bağlama-bağımlı diller	Doğrusal-Sınırlı Özdevinirler (LBA)
Tür-0 ya da kısıtlamasız diller	Turing makinesi (TM)

- Ders kapsamında yer almayan LBA modeli çok kısa olarak, Turing makinesi modelinin şerit kapasitesi sınırlı bir biçimdir ve şerit kapasitesindeki sınırlama giriş dizgisi tarafından belirlenir.

Bölüm 6 : Turing Makineleri

- Biçimsel dil ve makine sınıfları arasındaki ilişki ise aşağıdaki gibi özetlenebilir :
 1. Sonlu özdevinirler düzgün dilleri tanıyan makinelerdir.
 2. Yığıtlı özdevinirler bağlamdan-bağımsız dilleri tanıyan makinelerdir.
 3. Doğrusal-sınırlı özdevinirler bağlama-bağımlı dilleri tanıyan makinelerdir.
 4. Turing makineleri ise kısıtlamasız dilleri tanıyan makinelerdir.
- Yukarıda sıralanan dil sınıfları birbirinden bağımsız değildir. Biçimsel dil sınıfları arasındaki sıradüzen Chomsky sıradüzeni (*Chomsky hierarchy*) olarak bilinir ve kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir (bakınız bir sonraki *Slide*):
 1. Her bağlama-bağımlı dil aynı zamanda bir kısıtlamasız dildir. Başka bir deyişle bağlama-bağımlı dil sınıfı kısıtlamasız dil sınıfının bir altsınıfıdır.
 2. Her bağlamdan-bağımsız dil aynı zamanda bir bağlama-bağımlı dildir. Başka bir deyişle bağlamdan-bağımsız dil sınıfı, bağlama-bağımlı dil sınıfının bir altsınıfıdır.
 3. Her Düzgün dil aynı zamanda bir bağlamdan-bağımsız dildir. Başka bir deyişle düzgün diller sınıfı, bağlamdan bağımsız diller sınıfının bir altsınıfıdır.

Bölüm 6 : Turing Makineleri

➤ Biçimsel Dil Sınıfları Sıradüzeni : Chomsky Sıradüzeni

Biçimsel olmayan Diller

