

# **CENG 306 Biçimsel Diller ve Otomatlar**

## **Formal Languages and Automata**

### **TURING MACHINE**

#### **(I)**

Hazırlayan: M.Ali Akçayol - Gazi Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

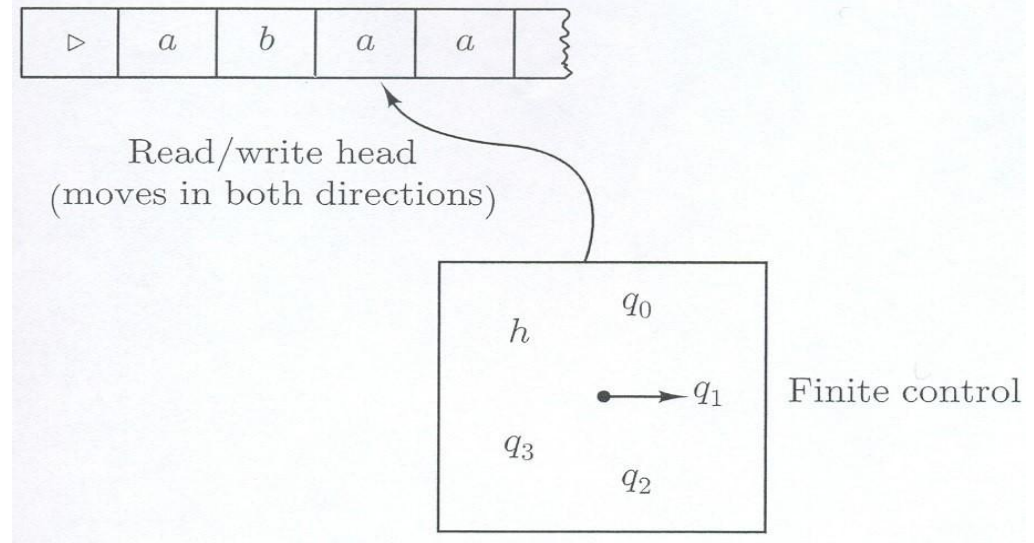
# Konular

- Turing Machine
- Computing with Turing Machines
- Recursive and Recursively Enumerable Languages
- Extensions of the Turing Machines

# Turing Machines

- Pushdown automata ve finite automata genel bilgisayar modelleridir.
- Ancak PDA ve FA,  $L = \{a^n b^n c^n : n \geq 0\}$  gibi basit bir dili tanıma kapasitesine sahip değildirler.
- Turing makinesi buna benzer ve daha karmaşık dilleri tanıyabilir.
- Turing makinesi, Alan Turing tarafından 1936 yılında ortaya atılmıştır.
- Turing makinesi
  - bir sonlu kontrol birimi (finite control unit),
  - bir şerit (tape) ve
  - tape üzerinde okuma/yazma için kullanılan bir kafa (R/W head) oluşmaktadır.

# Turing Machines



- Temel olarak bir Turing makinesi bir tape ve bir finite state control'dan oluşur.
- Finite state control ve tape arasında iletişim bir **okuma/yazma** kafası tarafından sağlanır.
- Control unit bulunulan durum ve okunan sembole bağlı olarak **her adımda iki farklı işlemi** gerçekleştirir;
  1. Control unit yeni bir duruma geçer (veya aynı durumda kalır).
  2. a. Tape üzerinde okunan alana yeni bir sembol yazar veya  
b. Okuma/yazma kafasını bir sağa veya sola hareket ettirir.

# Turing Machines

## Özellikler:

- Tape Ünitesinin sol kısmı sonludur. Sağ kısmı ise sonsuz uzunlukta olabilir.
  - Tape ünitesinin en solunda iken okuma/yazma kafasının sola hareketini önlemek için en sol kısımda  $\triangleright$  işaretçisi bulunmaktadır.
  - Okuma/yazma kafası  $\triangleright$  işaretini okuduğunda otomatik olarak hemen bir sağa geçer.
  - Kafanın sola ve sağa hareketini (farklı eylemler) sağlamak için  $\rightarrow$  ve  $\leftarrow$  sembolleri kullanılır.
- $\rightarrow$  ve  $\leftarrow$  sembolleri alfabeye ait değildir.
- Tape üzerindeki **input string**  $\triangleright$  işaretinden hemen sonra başlar ve string'ten sonraki kısmın tamamı başlangıçta boştur ve  $\sqcup$  sembolü ile gösterilir.

# Turing Machines

## **Tanım:**

Bir Turing Makinesi  $M = (K, \Sigma, \delta, s, H)$  şeklinde bir quintuple ile gösterilir.

**$K$**  Sonlu durumlar kümesi

**$\Sigma$**  Alfabe, boşluksembolü  $\sqcup$  ve en soldaki sonlandırma sembolü  $\triangleright$  elemanıdır, ancak sola  $\leftarrow$  ve sağa  $\rightarrow$  gidiş sembolleri elemanı değildir.

**$s$**  Başlangıç durumu

**$H \subseteq K$**  halting states (bitiş durumları)

**$\delta$**  geçiş fonksiyonu,  $(K - H) \times \Sigma$  dan  $K \times (\Sigma \cup \{\rightarrow, \leftarrow\})$  kümesinedir.

a) tüm  $q \in K - H$  için, eğer  $\delta(q, \triangleright) = (p, b)$  ise  $b = \rightarrow$  olur

b) tüm  $q \in K - H$  ve  $a \in \Sigma$  için, eğer  $\delta(q, a) = (p, b)$  ise  $b \neq \triangleright$  olur

a. Okuma kafası sol baştaki sembolü ( $\triangleright$ ) okursa otomatik olarak bir sağa geçer.

b. Okuma kafası alfabedeki bir sembolü okuduğunda yeni geçeceği durumda  $\triangleright$  sembolünün üzerinde duramaz ve üzerine birşey yazamaz.

**Turing Makinesinde halting state'ler için  $\delta$  geçiş fonksiyonu tanımlanmaz ve halting state'lerden birisine geçer geçmez makinenin çalışması sonlanır.**

# Turing Machines

**Örnek:** Bir Turing Makinesi  $M = (K, \Sigma, \delta, s, H)$

şeklinde tanımlanmıştır.

$K = \{q_0, q_1, h\}$ ,  $\Sigma = \{a, \triangleright, \sqcup\}$  ve  $s = q_0$  olsun.

Geçiş fonksiyonu  $\delta$  yandaki tabloda verildiği gibidir.

$q,$	$\sigma$	$\delta(q, \sigma)$
$q_0$	$a$	$(q_1, \sqcup)$
$q_0$	$\sqcup$	$(h, \sqcup)$
$q_0$	$\triangleright$	$(q_0, \rightarrow)$
$q_1$	$a$	$(q_0, a)$
$q_1$	$\sqcup$	$(q_0, \rightarrow)$
$q_1$	$\triangleright$	$(q_1, \rightarrow)$



- $M$  makinesi başlangıç durumu  $q_0$  dan çalışmaya başlar ve sağa doğru tüm  $a$  sembollerini  $\sqcup$  ile değiştirir.
- ilk  $\sqcup$  sembolünü bulduğunda halt durumuna geçerek çalışmasını sonlandırır.
- $M$  makinesi  $q_0$  ve  $q_1$  durumları arasında sürekli gidip gelir.
- Burada  $\delta(q_1, a)$  durumunda hiçbir zaman olamaz. Ancak  $\delta, (K - H) \times \Sigma$  üzerinde bir **fonksiyon** olduğu için tanımlanmalıdır.