

## BM 305 Biçimsel Diller ve Otomatlar (Formal Languages and Automata)

---

Hazırlayan: M.Ali Akcayol  
Gazi Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

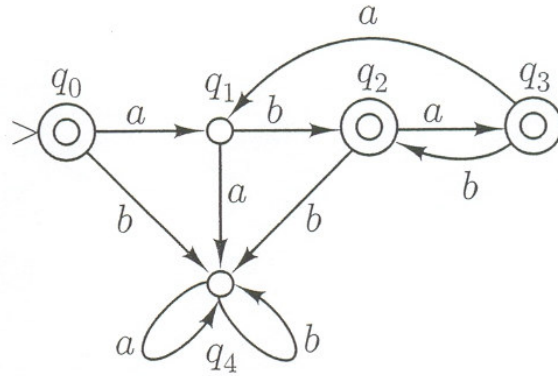
### Nondeterministic Finite Automata

- Nondeterministic finite automata durum geçişlerinde sadece mevcut durum ve giriş bilgilerini kullanmaz.
- Aynı giriş bilgisi ve aynı durum için birden fazla sonraki durum olabilir.
- Bu durumlardan herhangi birine geçebilir, bu yüzden **nondeterministic** olarak adlandırılır.
- Bilgisayarların gerçek modellenmesinde kullanılmazlar.
- Automata tanımlamasını basitleştirmek için kullanılır.
- Her nondeterministic automata'nın deterministic karşılığı vardır.



## Nondeterministic Finite Automata

$L = (ab \cup aba)^*$  dilini tanıyan deterministic automaton

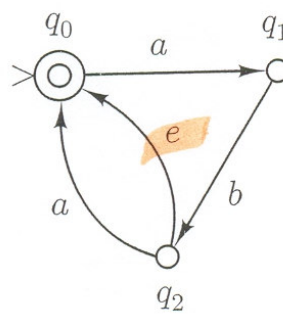
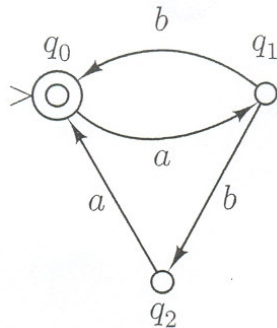


- Her node'dan  $a$  ve  $b$  olmak üzere iki çıkış vardır.



## Nondeterministic Finite Automata

Aynı dil  $L = (ab \cup aba)^*$ , aşağıdaki nondeterministic automata tarafından tanımlanabilir.



- Bir string başlangıç durumundan bir sonuç durumuna geçişi sağlayabiliyorsa kabul edilir.
- Nondeterministic automaton tarafından  $\epsilon$  string içinde geçiş tanımlanabilir.



## Nondeterministic Finite Automata

### Definition:

Bir NFA quintuple olarak tanımlanır.  $M = (K, \Sigma, \Delta, s, F)$

$K$  sonlu sayıda durumlar kümesi

$\Sigma$  alfabe

$\Delta$  transition relation (fonksiyon değil)  $K \times (\Sigma \cup \{e\})$  dan  $K$ 'ya

$s \in K$  başlangıç durumu (sadece bir tane)

$F \subseteq K$  final state(s) kümesi

- Her  $(q, u, p) \in \Delta$  üçlüsü  $M$ 'in geçişi olarak adlandırılır.



## Nondeterministic Finite Automata

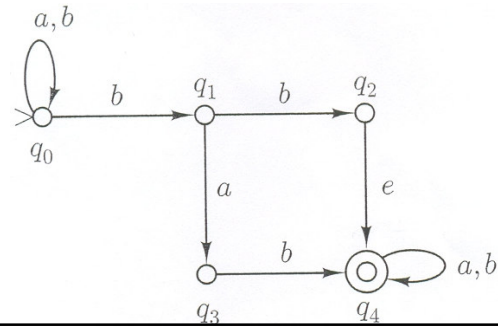
- $M$ 'nin configuration'ı  $K \times \Sigma^*$  dir.  $(q, w) \vdash_M (q', w')$  geçişi için  $w = uw'$ ,  $u \in \Sigma \cup \{e\}$  ve  $(q, u, q') \in \Delta$  olmak zorundadır.
- $\vdash_M$  bir fonksiyon değildir çünkü bir  $(q, w)$  konfigürasyonu için çok sayıda  $(q', w')$  konfigürasyonu olabilir.
- Bir string  $w \in \Sigma^*$  kabul edilir, eğer sadece ve sadece  $(s, w) \vdash_M^* (q, e)$  ve  $q \in F$  ise
- Sonuç olarak bir  $M$  otomatı tarafından tanınan dil  $L(M)$  şeklinde gösterilir ve tüm kabul edilen string'ler kümesidir.

## Nondeterministic Finite Automata

### Örnek:

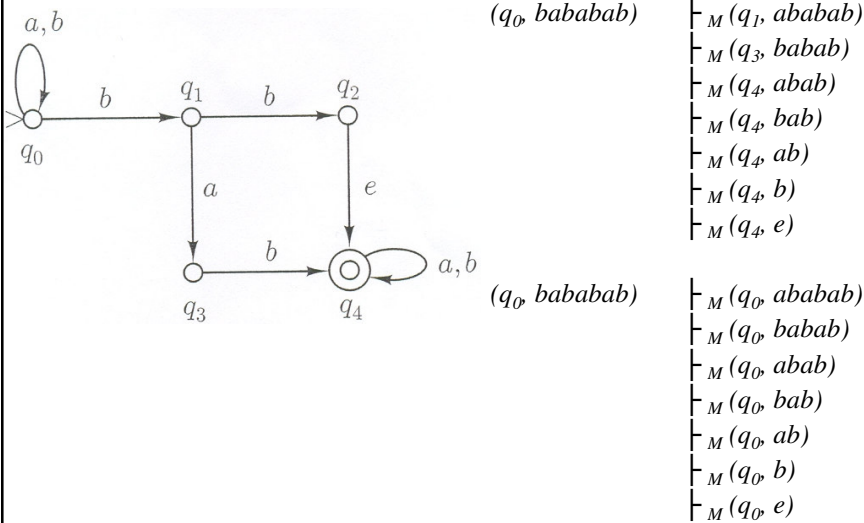
$M$  bir NFA ve  $M = (K, \Sigma, \Delta, s, F)$  şeklinde tanımlanmıştır ve içerisinde  $bb$  veya  $bab$  substring'ini bulunduran stringleri tanır.

$K = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$        $\Delta = \{(q_0, a, q_0), (q_0, b, q_0), (q_0, b, q_1),$   
 $\Sigma = \{a, b\},$        $(q_1, b, q_2), (q_1, a, q_3), (q_2, e, q_4),$   
 $s = q_0$        $(q_3, b, q_4), (q_4, a, q_4), (q_4, b, q_4)\}$   
 $F = \{q_4\}$



## Nondeterministic Finite Automata

### Örnek:(Devam) bababab string'ini tanır mı ?



## Nondeterministic Finite Automata

### Örnek:

$M$  bir NFA ve  $M = (K, \Sigma, \Delta, s, F)$  şeklinde tanımlanmıştır.  $M$  otomatu  $L(M) = \{w \in \Sigma^* : w \text{ string'i alfabadeki en az bir elemanı bulundurmaz}\}$  dilini tanıtır.

$$K = \{s, q_1, q_2, q_3\}$$

$$\Sigma = \{a_1, a_2, a_3\},$$

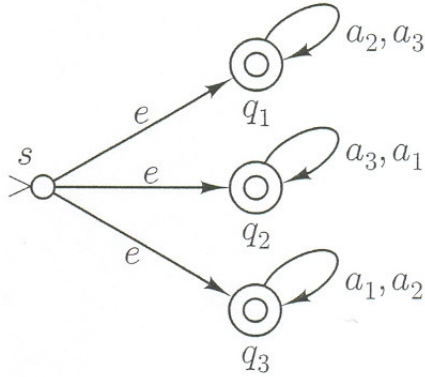
$$F = \{q_1, q_2, q_3\}$$

$(s, e, q_i)$  initial transitions

$(q_i, a_j, q_i)$  main transitions  $i \neq j$

$$e, a_1, a_2, a_1a_1a_3a_1 \in L$$

$$a_3a_1a_3a_1a_2 \notin L$$



## Nondeterministic Finite Automata

- Deterministic automata'da  $\delta$  transition  $K \times \Sigma$  'dan  $K$ 'ya bir fonksiyondur.
- Deterministic automata'da  $(q, e, p) \notin \delta$  ve her  $q \in K$  ve  $a \in \Sigma$  için sadece bir tane  $p \in K$  vardır ve  $(q, a, p) \in \delta$  'dır.
- Bir nondeterministic automata'nın kendisine eşit bir deterministic karşılığı bulunabilir.
- İki automata  $M_1$  ve  $M_2$  eşittir sadece ve sadece  $L(M_1) = L(M_2)$  ise



## Nondeterministic Finite Automata

### Örnek:

Aşağıdaki nondeterministic automaton hangi stringleri kabul eder.

*b*

*bab*

*e*

*aa*

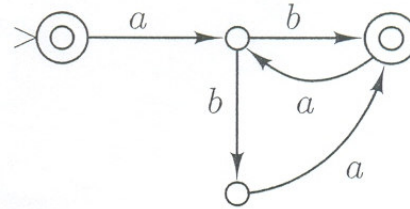
*abab*

*ab(aba)\**

*abaab*

*abaaa*

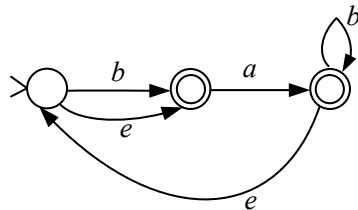
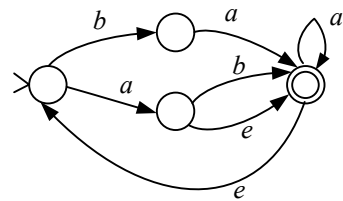
*abb*



## Nondeterministic Finite Automata

### Örnek:

$((ab)^*(ba)^*) \cup aa^*$  dilini tanıyan nondeterministic automata'nın state diagram'ını çiziniz.



Hangi girişler için hata oluşur?



## Ödev

---

- Problemleri çözünüz 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.6(a) (sayfa 73-63)