

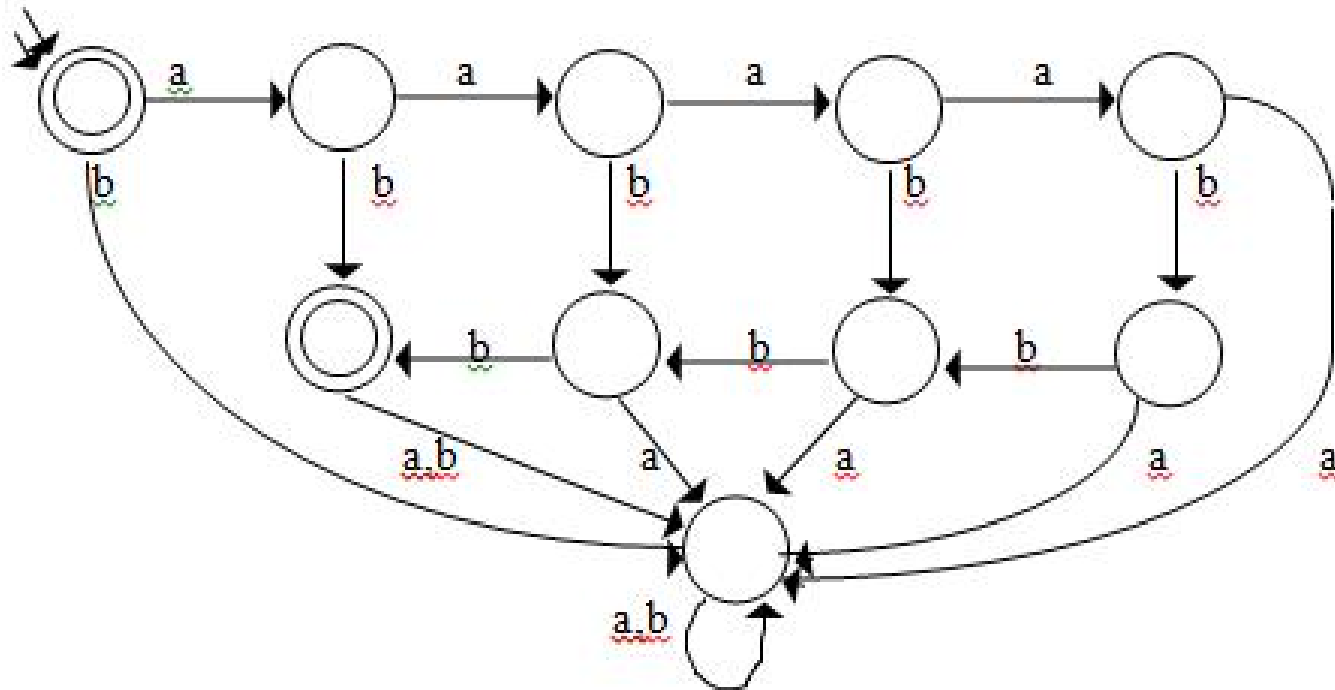
Exercise : DFA

$L = \{a^n b^n : 0 \leq n \leq 4\}$ verilmiş olsun:

L dilinin düzenli olduğunu ispatlayınız.

İspat-1

- Bir FA tasarlanabilirse RL'dir



İspat-2: Bir RE yazılabilirse RL'dir.

- $(e \cup ab \cup aabb \cup aaabbb \cup aaaabbbb)$

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
2021 BAHAR

Biçimsel Diller ve Otomata Teorisi

Formal languages and automata theory

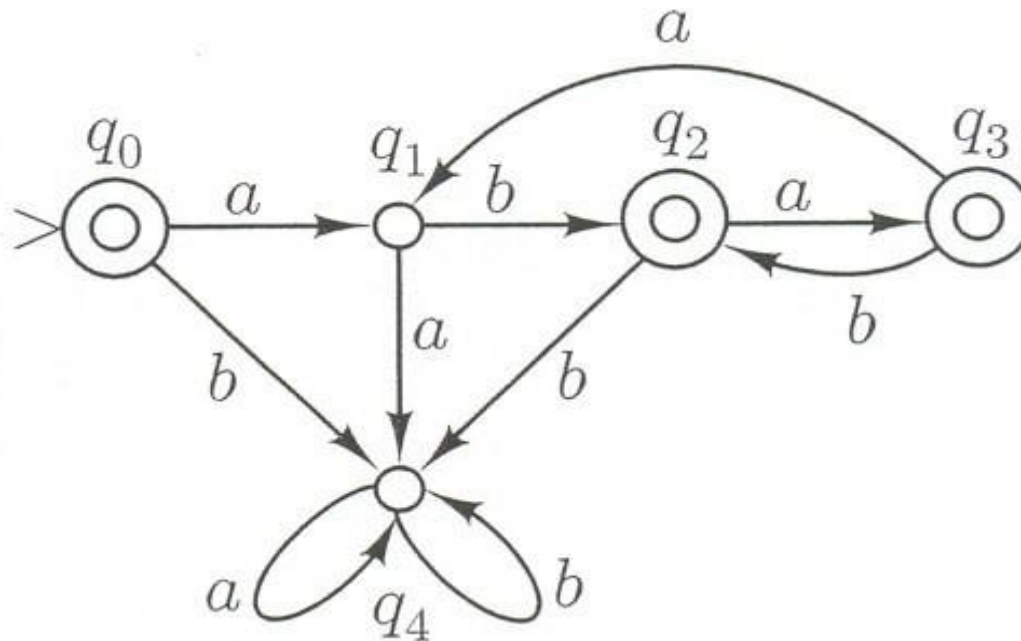
NFA- Nondeterministic Finite Automata

Nondeterministic Finite Automata

- 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, somut bir makine karşılığı yoktur.
- Automata problem tanımlamasını basitleştirmek için kullanılır.
- **Her NFA'nın DFA karşılığı vardır.**

Nondeterministic Finite Automata

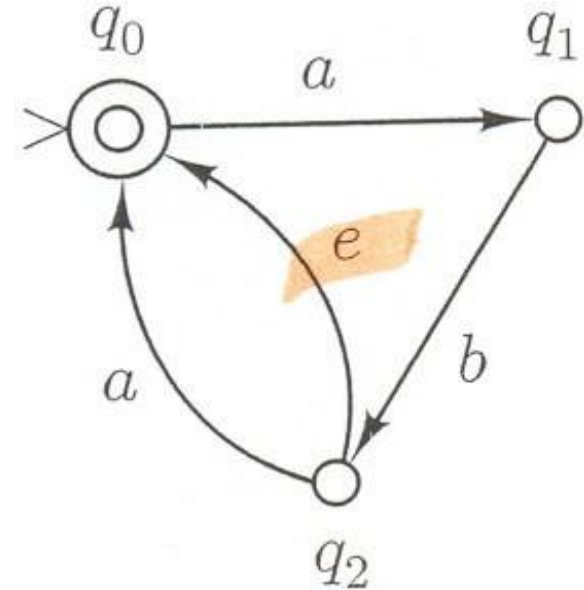
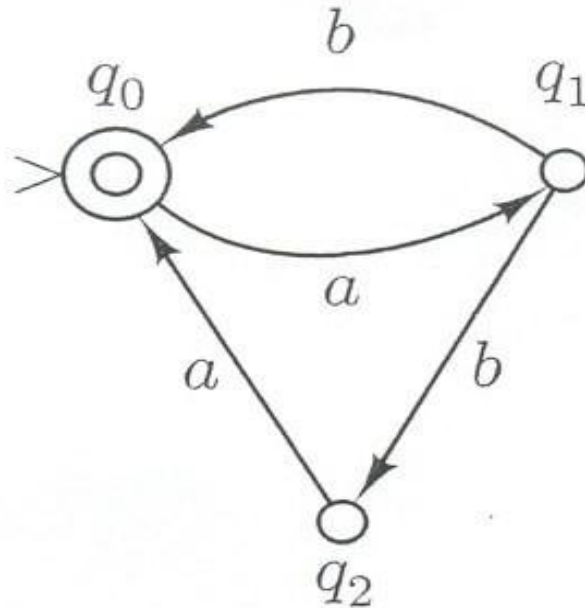
$L = (ab \cup aba)^*$ dilini tanıyan **deterministic automaton**



- 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 herhangi bir şekilde geçişi sağlayabiliyorsa kabul edilir.

- Nondeterministic automaton tarafından e string (okuma yapmadan durum değişikliği) için de geçiş tanımlanabilir.

Nondeterministic Finite Automata

Definition:

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

K sonlu sayıda durumlar kümesi

Σ alfabe

Δ transition relation (fonksiyon değil) $K \times (\Sigma \cup \{e\}) \rightarrow K$

$s \in K$ 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 $K \times \Sigma^*$ 'dır. $(q, w) \vdash_M (q', w')$ geçişi için

$$w = uw', \quad u \in I \cup \{e\} \quad \text{ve} \quad (q, u, q') \in L \text{ olmak}$$

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

$$(s, w) \vdash_M^* (q, e) \text{ ve } q \in F \text{ ise}$$

- 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'i bulunduran stringleri tanır.

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.

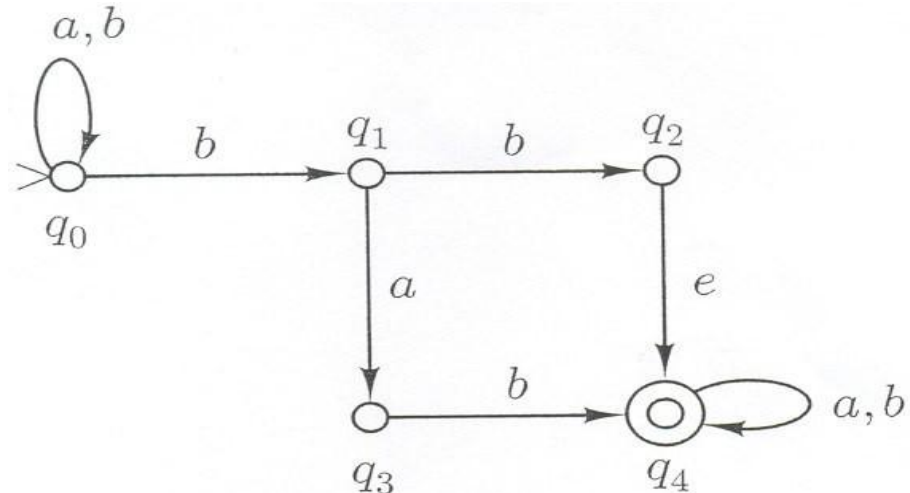
$$K = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$$

$$\Sigma = \{a, b\}$$

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

$$s = q_0$$

$$F = \{q_4\}$$



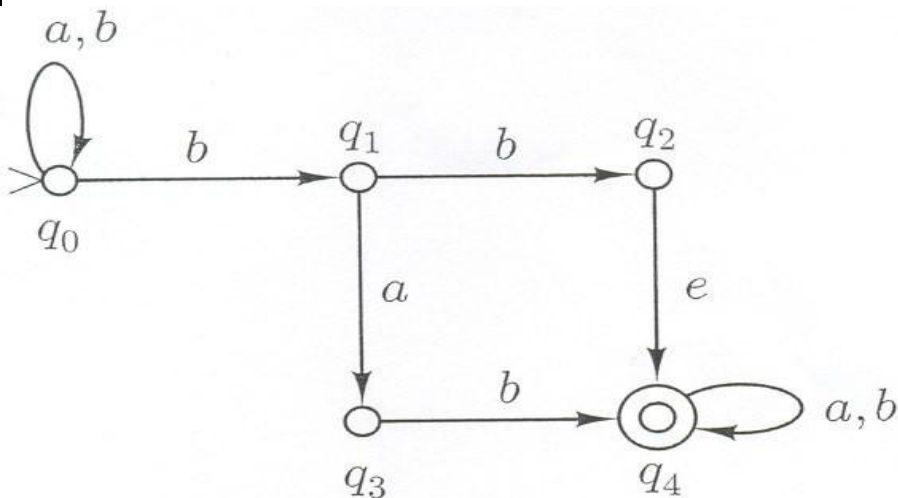
Nondeterministic Finite Automata

Örnek:(Devam) bababab string'ini tanırmı ?

$(q_0, bababab)$

$\vdash_M (q_1, ababab)$
 $\vdash_M (q_3, babab)$
 $\vdash_M (q_4, abab)$
 $\vdash_M (q_4, bab)$
 $\vdash_M (q_4, ab)$
 $\vdash_M (q_4, b)$
 $\vdash_M (q_4, e)$

$(q_0, bababab)$



$\vdash_M (q_0, ababab)$
 $\vdash_M (q_0, babab)$
 $\vdash_M (q_0, abab)$
 $\vdash_M (q_0, bab)$
 $\vdash_M (q_0, ab)$
 $\vdash_M (q_0, b)$
 $\vdash_M (q_0, e)$

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 tanır.

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

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

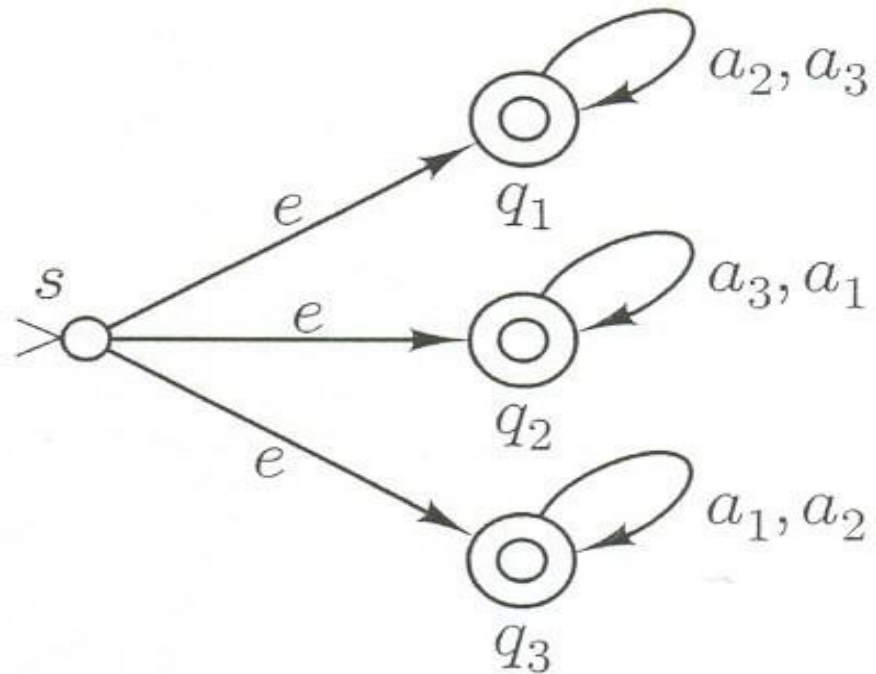
$$F = \{q_1, q_2, q_3\}$$

(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 δ transition $K \times \Sigma \rightarrow K$ 'ya bir fonksiyondur.
- Deterministic automata'da $(q, e, p) \notin \delta$ 'dır.
- Deterministic automata'da 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
her zaman bulunabilir (NFA to DFA conversion).
- iki automata M_1 ve M_2 eşittir sadece ve sadece

$$L(M_1) = L(M_2) \text{ ise}$$

Nondeterministic Finite Automata

Örnek:

Aşağıdaki nondeterministic finite automaton hangi stringleri kabul eder.

b

bab

e

aa

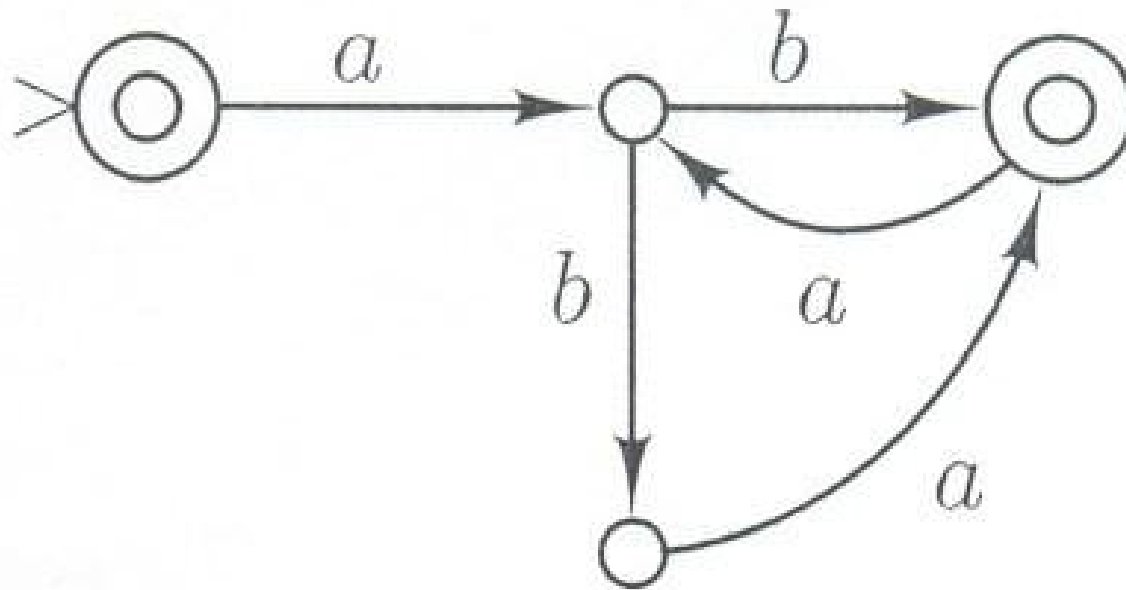
abab

*ab(aba)**

abaab

abaaa

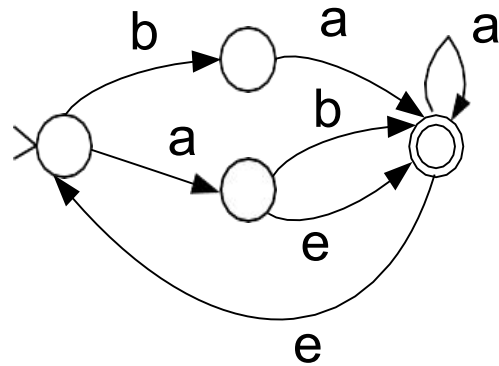
abb



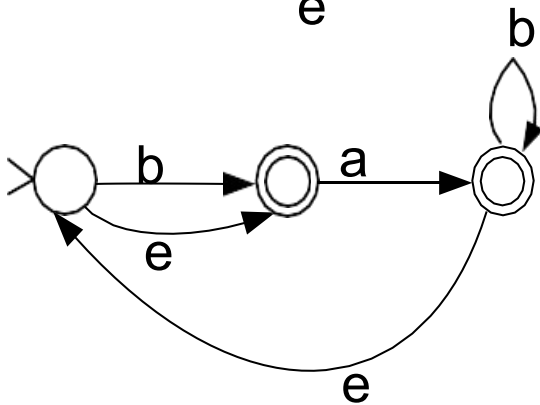
Nondeterministic Finite Automata

Örnek:

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

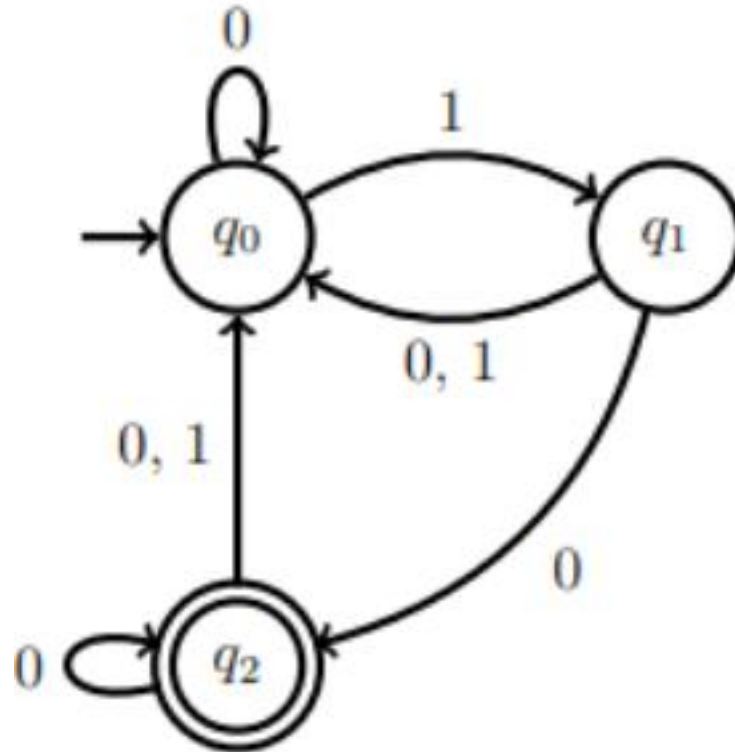


Hangi girişler için hata oluşur?



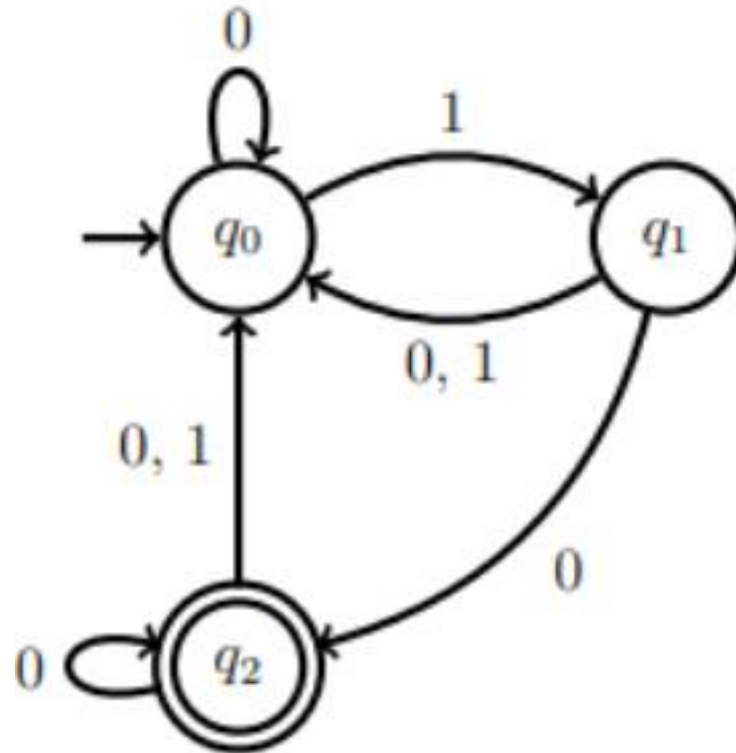
Exercise

Aşağıdaki NFA için 1011 girişi kabul edilir mi?



reachable states

- $\epsilon : \{q_0\}$
- $1 : \{q_1\}$
- $10 : \{q_0, q_2\}$
- $101 : \{q_0, q_1\}$
- $1011 : \{q_0, q_1\}$

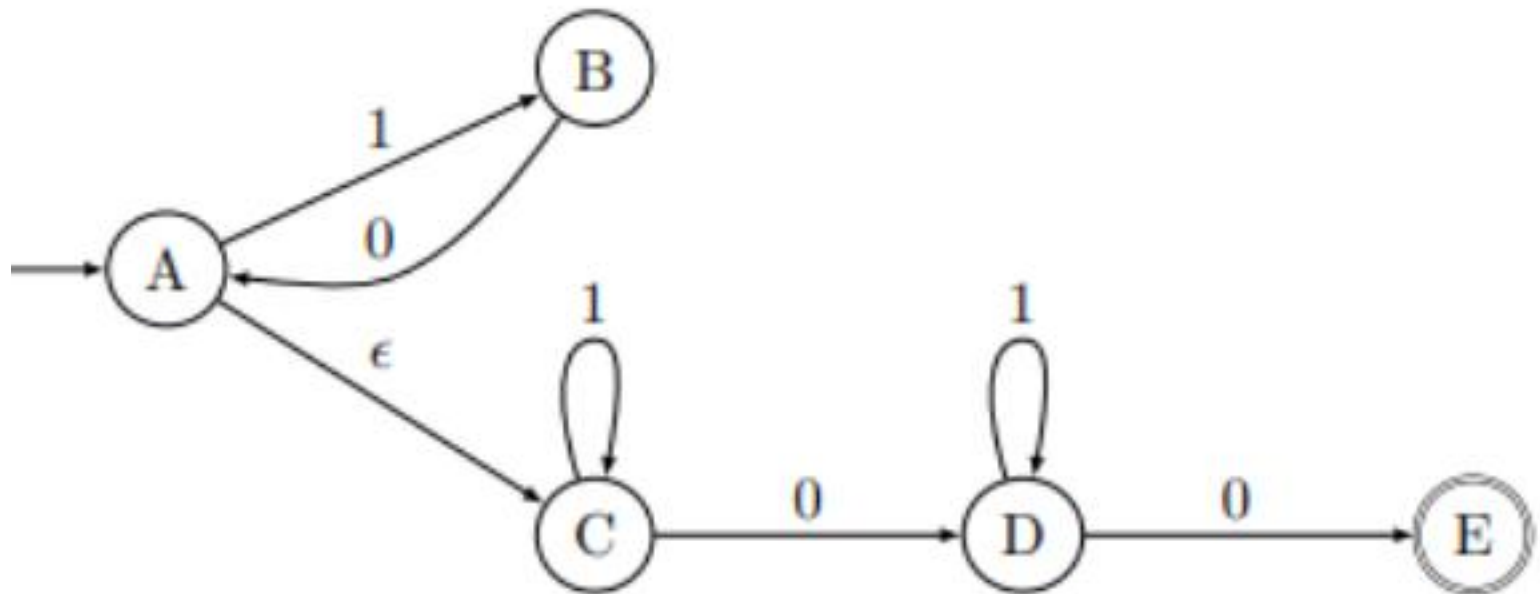


Exercise

Aşağıdaki dili kabul eden NFA için durum diyagramını çiziniz.

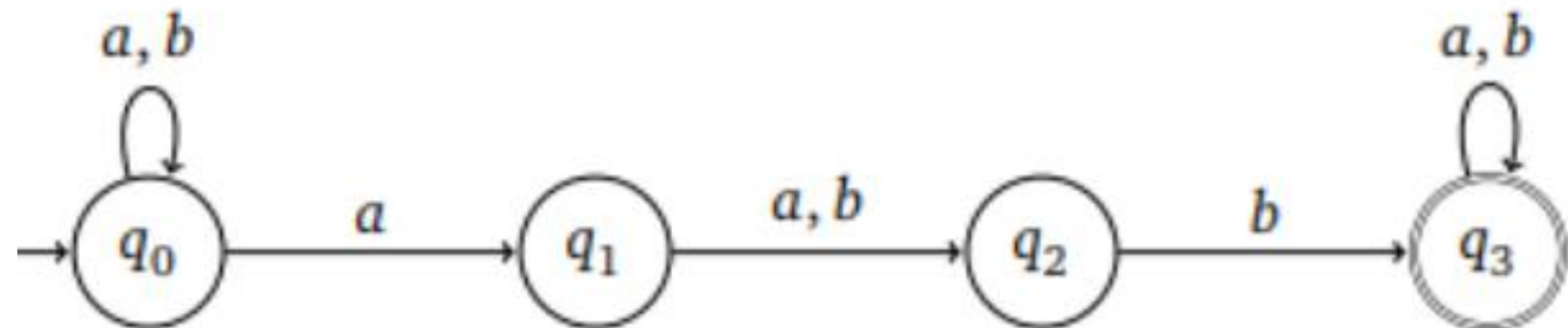
$(10)^*1^*01^*0$

$(10)^*1^*01^*0$



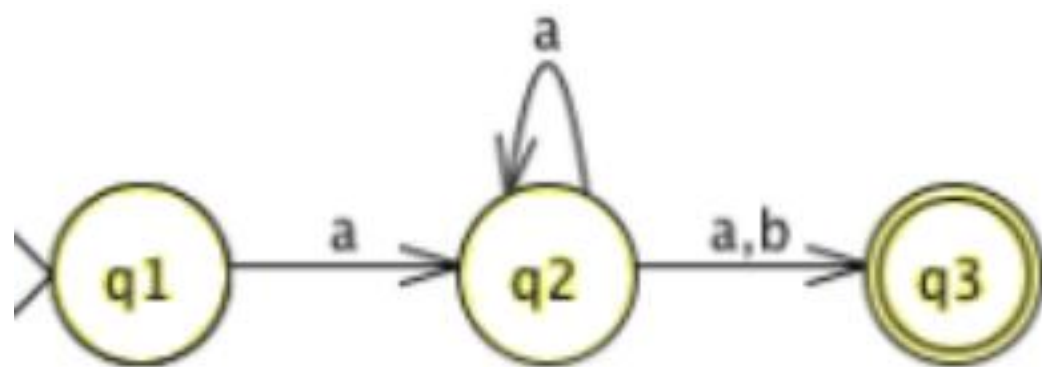
Exercise

$L = \{w \in \{a, b\}^* \mid \text{en az bir a sembolü } w \text{ katarının herhangi bir } i. \text{ konumunda oluşur ve bir } b \text{ de } i + 2. \text{ pozisyonunda oluşur}\}.$



Exercise

- $aa^* (a \cup b)$ RE tanıyan NFA çiziniz.



Ödev

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