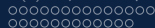


CENG 201 Veri Yapıları 8: Özetleme Fonksiyonları(Hash)

Öğr.Gör. Şevket Umut ÇAKIR

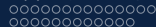
Pamukkale Üniversitesi

Hafta 8



Anahat

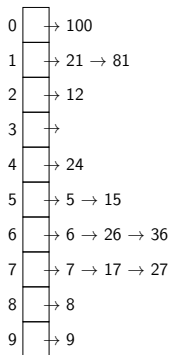
- 1 Bağlı Listesiz Özetleme
 - Doğrusal Sondalama
 - Karesel Sondalama
 - Çift Özetleme
 - Yeniden Özetleme
- 2 $O(1)$ Erişime Sahip Özetleme
 - Cuckoo Özetleme
 - Hopscotch Özetleme

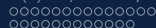


Özetleme Fonksiyonları

Ayrık Zincirleme/Seperate Chaining

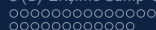
21, 7, 8, 9, 17, 6, 24, 26, 27, 81, 12, 36, 5, 15, 100 değerleri eklensin.





Doğrusal Sondalama(Deneme)/Linear Probing

- Bağlı listelerde yeni elemanlar için yer ayırma işlemi zaman alıcı olabildiği için ayrık zincirleme dezavantajlı olabilir
- Sırasıyla $h_0(x), h_1(x), h_2(x), \dots$ konumlarındaki ilk boş kısma yerleştirilir. $h_i(x) = (\text{hash}(x) + f(i)) \bmod \text{TabloBoyutu}$
- Özet fonksiyonu bir konum üretir
- Üretilen konum boş ise değer yerleştirilir
- Üretilen konum dolu ise boş bir konum bulunana kadar birer birer sonraki konumlara bakılır
- Doğrusal sondalama için $f(i) = i$

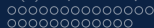


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo |
|---|-----------|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |

Table: $h(x) = x \bmod 10$



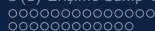
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası |
|---|-----------|------------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$



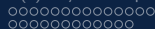


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|
| 0 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | 18 |
| 9 | | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

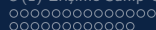


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

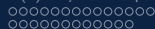


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 | 49 |
| 1 | | | | | 58 |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

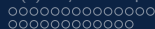


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası | 69 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 | 49 | 49 |
| 1 | | | | | 58 | 58 |
| 2 | | | | | | 69 |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

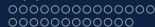


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

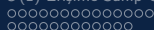
| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası | 69 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 | 49 | 49 |
| 1 | | | | | 58 | 58 |
| 2 | | | | | | 69 |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$



Karesel Sondalama(Deneme)/Quadratic Probing

- Sırasıyla $h_0(x)$, $h_1(x)$, $h_2(x)$, \dots konumlarındaki ilk boş kısma yerleştirilir. $h_i(x) = (\text{hash}(x) + f(i)) \bmod \text{TabloBoyutu}$
- Özet fonksiyonu bir konum üretir
- Üretilen konum boş ise değer yerleştirilir
- Üretilen konum dolu ise deneme sayısının karesi kadar ileri bakılır
- Karesel sondalama için $f(i) = i^2$

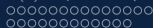


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo |
|---|-----------|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

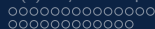


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası |
|---|-----------|------------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

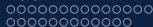


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|
| 0 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | 18 |
| 9 | | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

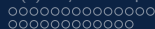


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

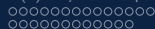


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 | 49 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | 58 |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

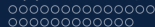


Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası | 69 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 | 49 | 49 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | 58 | 58 |
| 3 | | | | | | 69 |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$



Ekleme Örneği

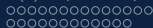
Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası | 69 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | 49 | 49 | 49 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | 58 | 58 |
| 3 | | | | | | 69 |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $h(x) = x \bmod 10$

Doğrusal Sondalama(Deneme)/Linear Probing

- Sırasıyla $h_0(x)$, $h_1(x)$, $h_2(x)$, \dots konumlarındaki ilk boş kısma yerleştirilir. $h_i(x) = (\text{hash}(x) + f(i)) \bmod \text{TabloBoyutu}$
- Çakışma durumunda ikinci bir özet fonksiyonu kullanılır
- Karesel sondalama için $f(i) = i \cdot \text{hash}_2(x)$
- $\text{hash}_2(x) = R - (x \bmod R)$
- R tablo boyutundan küçük bir asal sayıdır



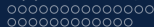
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo |
|---|-----------|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



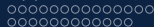
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası |
|---|-----------|------------|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | 89 |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



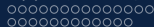
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|
| 0 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | 18 |
| 9 | | 89 | 89 |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



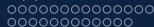
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | 49 |
| 7 | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



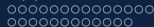
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | 58 |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | 49 | 49 |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



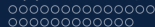
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası | 69 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | | | 69 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | 58 | 58 |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | 49 | 49 | 49 |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



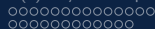
Ekleme Örneği

Table: Doğrusal Sondalama Ekleme Örneği
89, 18, 49, 58, 69 ekleme

| | Boş tablo | 89 sonrası | 18 sonrası | 49 sonrası | 58 sonrası | 69 sonrası |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | | | | | | 69 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | 58 | 58 |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | 49 | 49 | 49 |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |

Table: $hash_1(x) = x \bmod 10$

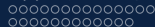
$hash_2(x) = 7 - (x \bmod 7)$



Silme İşlemi

- Düğüm yapısında `bool isActive` alanı tutulur. Bu alan `false` ise değer silinmiştir

```
1 private static class HashEntry<T>
2 {
3     public T element; // eleman
4     public bool isActive; // silinmişse değeri false olur
5     public HashEntry( T e )
6     { this( e, true ); }
7     public HashEntry( T e, bool i )
8     { element = e; isActive = i; }
9 }
```



Yeniden Özetleme

- Eğer tablo çok dolarsa ekleme işlemi daha çok zaman alacaktır ve karesel sondalamada uygun konum bulmak imkansız hale gelebilir
- Bu durumda mevcut tablonun en az iki katı büyüklüğünde yeni bir özet tablosu ve özetleme fonksiyonu oluşturulur ve tüm değerler(silinenler hariç) yeni tabloya eklenir

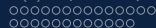
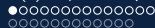


Table: 13, 15, 24, 6, 23 değerleri eklendikten sonra yeni özet tablosu

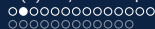
| | |
|---|----|
| 0 | 6 |
| 1 | 15 |
| 2 | 23 |
| 3 | 24 |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | 13 |

| | |
|----|----|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | 6 |
| 7 | 23 |
| 8 | 24 |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | 13 |
| 14 | |
| 15 | 15 |
| 16 | |



Cuckoo Özetleme

- Yarısından çoğu boş olan iki adet özet tablosu bulunur
- Her tablo için ayrı bir özetleme fonksiyonu bulunur
- Değerler bu iki tablodan birinde bulunur



Cuckoo Özetleme Örneği

Table: Cuckoo Özetleme Örneği

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | C |
| 2 | |
| 3 | E |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | D |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | F |

A: 0,2

B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4

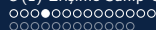
Ekleme Örneği

Table: A'nın eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | A |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|--|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

A: 0,2



Ekleme Örneği

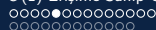
Table: B'nin eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | |

A: 0,2

B: 0,0



Ekleme Örneği

Table: C'nin eklenmesi

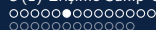
| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | C |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | |

A: 0,2

B: 0,0

C: 1,4



Ekleme Örneği

Table: D'nin eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0



Ekleme Örneği

Table: E'nin eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | E |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | C |

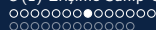
A: 0,2

B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2



Ekleme Örneği

Table: F'nin eklenmesi, $F \rightarrow E$

| Tablo 1 | |
|---------|----------|
| 0 | B |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | F |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

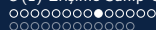
B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4



Ekleme Örneği

Table: F'nin eklenmesi, $E \rightarrow A$

| Tablo 1 | |
|---------|----------|
| 0 | B |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | F |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|----------|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | E |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

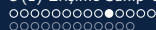
B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4



Ekleme Örneği

Table: F'nin eklenmesi, $A \rightarrow B$

| Tablo 1 | |
|---------|----------|
| 0 | A |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | F |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|----------|
| 0 | |
| 1 | |
| 2 | E |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

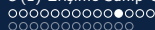
B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4



Ekleme Örneği

Table: F'nin eklenmesi, $B \rightarrow \text{Tablo2}[0]$

| Tablo 1 | |
|---------|----------|
| 0 | A |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | F |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|----------|
| 0 | B |
| 1 | |
| 2 | E |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

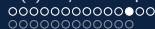
B: 0,0

C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4



Ekleme Örneği

Table: G'nin eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | A |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | F |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | |
| 2 | E |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

B: 0,0

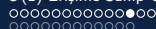
C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4

G: 1,2



Ekleme Örneği

Table: G'nin eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | A |
| 1 | D |
| 2 | |
| 3 | F |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | |
| 2 | E |
| 3 | |
| 4 | C |

A: 0,2

B: 0,0

C: 1,4

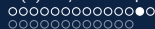
D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4

G: 1,2

Table: $G \rightarrow D, D \rightarrow B, B \rightarrow A, A \rightarrow E, E \rightarrow F, F \rightarrow C, C \rightarrow G$



Ekleme Örneği

Table: G'nin eklenmesi

| Tablo 1 | |
|---------|---|
| 0 | B |
| 1 | C |
| 2 | |
| 3 | E |
| 4 | |

| Tablo 2 | |
|---------|---|
| 0 | D |
| 1 | |
| 2 | A |
| 3 | |
| 4 | F |

A: 0,2

B: 0,0

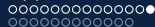
C: 1,4

D: 1,0

E: 3,2

F: 3,4

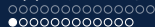
G: 1,2



En Fazla Doluluk Oranları

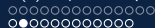
Table: Çeşitli varyasyonlara göre en fazla doluluk oranları

| | Her hücrede 1 eleman | Her hücrede 2 eleman | Her hücrede 4 eleman |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 2 Özetleme fonksiyonu | 0.49 | 0.86 | 0.93 |
| 3 Özetleme fonksiyonu | 0.91 | 0.97 | 0.98 |
| 4 Özetleme fonksiyonu | 0.97 | 0.99 | 0.999 |



Seksek(Hopscotch) Özetleme

- Klasik doğrusal sondalamayı geliştirmek için ortaya atılmıştır
- Amaç sondalama uzunluğunu kısıtlamaktır
- Bir eleman özgün konumundan en fazla belirli bir uzaklıkta yer alabilir(MAX_DIST)
- Eğer eleman özgün konumundan çok uzaksa geriye doğru giderek uygun elemanlar yer değiştirilir
- Hop(sıçrama) bilgisi bitlerden oluşur ve hangi uzaklıktaki elemanların mevcut özet değerine sahip olduğunu gösterir
- Örneğin MAX_DIST=4 için 5. konumdaki 1011 değeri 5,7 ve 8. konumdaki elemanların özet değerinin 5 olduğunu gösterir



Hopscotch Örneği

Table: Örnek Hopscotch Tablosu

| | Eleman | Hop |
|-----|--------|------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1000 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | G | 1000 |
| 12 | F | 1000 |
| 13 | | 0000 |
| 14 | | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

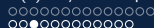
C: 6

D: 7

E: 8

F: 12

G: 11



Ekleme

- Eklenecek konum boş ise eklenir($hash(x)$)
- Eklenecek konum boş değilse doğrusal sondalama ile ilk boş konum bulunur:
 - Boş konum özgün konumdan MAX_DIST uzaklığından az ise eklenir
 - Aksi takdirde boş konum ile MAX_DIST-1 arasında yer değiştirilebilecek eleman aranır ve istenilen uzaklık değeri elde edilene kadar bu işlem tekrarlanır

Hopscotch Örneği

Table: H:9 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|--------|------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1000 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | G | 1000 |
| 12 | F | 1000 |
| 13 | | 0000 |
| 14 | | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

E: 8

F: 12

G: 11

H:9

Hopscotch Örneği

Table: H:9 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|----------|-------------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1000 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | | 0010 |
| 12 | F | 1000 |
| 13 | G | 0000 |
| 14 | | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

E: 8

F: 12

G: 11

H:9



Hopscotch Örneği

Table: H:9 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|----------|-------------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1010 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | H | 0010 |
| 12 | F | 1000 |
| 13 | G | 0000 |
| 14 | | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

E: 8

F: 12

G: 11

H:9



Hopscotch Örneği

Table: I:6 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|--------|------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1010 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | H | 0010 |
| 12 | F | 1000 |
| 13 | G | 0000 |
| 14 | | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

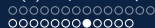
E: 8

F: 12

G: 11

H:9

I:6



Hopscotch Örneği

Table: I:6 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|----------|-------------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1010 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | H | 0001 |
| 12 | F | 1000 |
| 13 | | 0000 |
| 14 | G | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

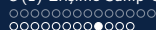
E: 8

F: 12

G: 11

H: 9

I: 6



Hopscotch Örneği

Table: I:6 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|----------|-------------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | B | 1010 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | H | 0001 |
| 12 | | 0100 |
| 13 | F | 0000 |
| 14 | G | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

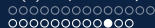
E: 8

F: 12

G: 11

H:9

I:6



Hopscotch Örneği

Table: I:6 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|----------|-------------|
| ... | | |
| 6 | C | 1000 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | | 0011 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | H | 0001 |
| 12 | B | 0100 |
| 13 | F | 0000 |
| 14 | G | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

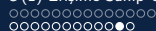
E: 8

F: 12

G: 11

H: 9

I: 6



Hopscotch Örneği

Table: I:6 değerinin eklenmesi(MAX_DIST=4)

| | Eleman | Hop |
|-----|--------|-------------|
| ... | | |
| 6 | C | 1001 |
| 7 | A | 1100 |
| 8 | D | 0010 |
| 9 | I | 0011 |
| 10 | E | 0000 |
| 11 | H | 0001 |
| 12 | B | 0100 |
| 13 | F | 0000 |
| 14 | G | 0000 |
| ... | | |

A: 7

B: 9

C: 6

D: 7

E: 8

F: 12

G: 11

H:9

I:6

