



SIRALAMA ALGORİTMALARI

SIRALAMA ALGORİTMALARI

- Sıralama ve arama tekniklerinden pek çok programda yararlanılmaktadır. Günlük yaşamımızda elemanların sıralı tutulduğu listeler yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Sıralama, sıralanacak elemanlar bellekte ise internal (içsel), kayıtların bazıları ikincil bellek ortamındaysa external (dışsal) sıralama olarak adlandırılır.

KABARCIK SIRALAMA (BUBBLE SORT) ALGORİTMASI

- Dizinin elemanları üzerinden ilk elemandan başlayarak ve her geçişte sadece yan yana bulunan iki eleman arasında sıralama yapılır.
- Dizinin başından sonuna kadar tüm elemanlar bir kez işleme tabi tutulduğunda dizinin son elemanı (küçükten büyüğe sıralandığında) en büyük eleman haline gelecektir.

BUBBLE SORT

- Bir sonraki tarama ise bu en sağdaki eleman dışarıda bırakılarak gerçekleştirilmektedir. Bu dışarıda bırakma işlemi de dış döngüdeki sayaç değişkeninin değerinin her işletimde bir azaltılmasıyla sağlanmaktadır. Sayaç değişkeninin değeri 1 değerine ulaştığında ise dizinin solunda kalan son iki eleman da sıralanmakta ve sıralama işlemi tamamlanmaktadır.
- Bubble sort, sıralama teknikleri içinde anlaşılması ve programlanması kolay olmasına rağmen etkinliği en az olan algoritmalardandır (n elemanlı x dizisi için).

BUBBLE SORT

- Örnek:
- 9, 5, 8, 3, 1. rakamlarının azalan şekilde sıralanmasını kabarcık algoritmasıyla gerçekleştirelim.

BUBBLE SORT

1.Tur:



- 1. tur tamamlandığında en büyük eleman olan 9 en sona yerleşmiş olur ve bir daha karşılaştırmaya gerek yoktur.

SIRALAMA ALGORİTMALARI-BUBBLE SORT

- 2.Tur:



SIRALAMA ALGORİTMALARI-BUBBLE SORT

- **3.Tur:**

5 3 1 8 9
3 5 1 8 9

3 5 1 8 9
3 1 5 8 9

- **4.Tur:**

- 3 1 5 8 9
1 3 5 8 9

BUBBLE SORT

- **En büyük elemanı sona taşıma**
- `public static void bubblesort(int [] x)`
- `{ int n = x.Length; int tut, j, i;`
- `bool sirali= false;`
- `for (i=0; (i<n-1) &&!sirali; i++)`
- `{ sirali=true;`
- `for(j=0; j<n-i-1; j++)`
- `{ if (x[j] > x[j+1])`
- `{ tut = x[j]; x[j] = x[j+1]; x[j+1] = tut;`
- `sirali=false;`
- `}`
- `}`
- `}`
- `}`

BUBBLE SORT

- **En küçük elamanı başa taşıma**
- `public static void bubbleSort(Item a[], int n)`
- `{ bool sorted = false; int last = n-1;`
- `for (int i = 0; (i < last) && !sorted; i++)`
- `{ sorted = true;`
- `for (int j=last; j > i; j--)`
- `if (a[j-1] > a[j])`
- `{ swap(a[j],a[j-1]);`
- `sorted = false; // signal exchange`
- `}`
- `}`
- `}`

BUBBLE SORT

- **Veriler** : 25 57 48 37 12 92 86 33
- **Tekrar 1** : 25 48 37 12 57 86 33 92
- **Tekrar 2** : 25 37 12 48 57 33 86 92
- **Tekrar 3** : 25 12 37 48 33 57 86 92
- **Tekrar 4** : 12 25 37 33 48 57 86 92
- **Tekrar 5** : 12 25 33 37 48 57 86 92
- **Tekrar 6** : 12 25 33 37 48 57 86 92
- **Tekrar 7** : 12 25 33 37 48 57 86 92

BUBBLE SORT

- Analizi kolaydır (iyileştirme yapılmamış algoritmada) :
- $(n-1)$ iterasyon ve her iterasyonda $(n-1)$ karşılaştırma.
- Toplam karşılaştırma sayısı : $(n-1)*(n-1) = n^2 - 2n + 1 = O(n^2)$
- (Yukarıdaki gibi iyileştirme yapılmış algoritmada etkinlik) :
- iterasyon i 'de, $(n-i)$ karşılaştırma yapılacaktır.
- Toplam karşılaştırma sayısı = $(n-1) + (n-2) + (n-3) + \dots + (n-k)$
 $= kn - k*(k+1)/2$
 $= (2kn - k^2 - k)/2$
- ortalama iterasyon sayısı, k , $O(k.n)$ olduğundan $= O(n^2)$
- **Performans:**
Kabarcık sıralama algoritması ortalama $N^2/2$ karşılaştırma ve $N^2/2$ yer değiştirme işlemi gerçekleştirir.

BUBBLE SORT

- **Best-case: $O(n)$**
 - – Dizi artan şekilde sıralı ise
 - – Sıfır yer değiştirme olur: $0 \rightarrow O(1)$
 - – Anahtarların karşılaştırılması: $(n-1) \rightarrow O(n)$
- **• Worst-case: $O(n^2)$**
 - – Dizi tersten sıralı ise:
 - – Dış döngü $n-1$ kez çalışır,
 - – Yer değiştirme: $3 * (1+2+\dots+n-1) = 3 * n * (n-1) / 2 \rightarrow O(n^2)$
 - – Karşılaştırma: $(1+2+\dots+n-1) = n * (n-1) / 2 \rightarrow O(n^2)$
- **• Average-case: $O(n^2)$**

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- Dizideki en küçük elemanı bul, bu elemanı dizinin son (yer olarak) elemanı ile yer değiştir.
- Daha sonra ikinci en küçük elemanı bul ve bu elemanı dizinin ikinci elemanı ile yer değiştir. Bu işlemi dizinin tüm elemanları sıralanıncaya kadar sonraki elemanlarla tekrar et.
- Elemanların seçilerek uygun yerlerine konulması ile gerçekleştirilen bir sıralamadır :

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- Örnek: 9, 5, 8, 3, 1. rakamlarının azalan şekilde sıralanmasını seçmeli sıralama algoritmasıyla gerçekleştirelim. (Küçük olanı bul)
- 1. Tur:
- 9 5 8 3 1 9 5 8 3 1 9 5 8 3 1 9 5 8 3 1
- 9 5 8 3 1 9 5 8 3 1 9 5 8 3 1 9 5 8 3 1
- 9 5 8 3 1
- 1 5 8 3 9

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- 2. Tur:
- 1 5 8 3 9 1 5 8 3 9 1 5 8 3 9
- 1 5 8 3 9 1 5 8 3 9 1 3 8 5 9
- 3. Tur:
- 1 3 8 5 9 1 3 8 5 9
- 1 3 8 5 9 1 3 5 8 9
- 4. Tur:
- Sıralama tamam

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)-java

```
○ public static int[] selectionsort(int[] A, int n)
○ {
○     int tmp; int min;
○     for (int i = 0; i < n - 1; i++)
○     {
○         min = i;
○         for (int j = i; j < n - 1; j++)
○         {
○             if (A[j] < A[min]) { min = j; }
○         }
○         tmp = A[i]; A[i] = A[min]; A[min] = tmp;
○     }
○     return A;
○ }
```

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT) -C

```
○ #include <stdio.h>
○ void selectsort(int x[], int n) {
○     int i, indx, j, large;
○     for(i=0; i<n; i++)    {
○         large = x[i];     indx = i;
○         for(j=i+1; j<n; j++)
○             if (x[j] < large)
○                 { large = x[j];     indx = j;     printf("a=%d \n ",x[j]);    }
○
○         x[indx] = x[i];
○         x[i] = large;      }
○     }
○ void main() {
○     int dizi[8] = {25, 57, 48, 37, 12, 92, 86, 33};
○     selectsort( &dizi[0], 8);
○     for(int i=0;i<8;i++) printf("%d\n ",dizi[i]);
○ }
```

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- En küçüğe göre sıralama

○ Veriler : **25** 57 48 37 **12** 92 86 33

○ Tekrar 1 : **12** 57 48 37 **25** 92 86 33

○ Tekrar 2 : 12 **25** 48 37 **57** 92 86 33

○ Tekrar 3 : 12 25 **33** 37 57 92 86 **48**

○ Tekrar 4 : 12 25 33 **37** 57 92 86 48

○ Tekrar 5 : 12 25 33 37 **48** 92 86 **57**

○ Tekrar 6 : 12 25 33 37 48 **57** 86 **92**

○ Tekrar 7 : 12 25 33 37 48 57 **86** 92

Tekrar 8 : 12 25 33 37 48 57 86 **92**

- Selection Sort'un analizi doğrudandır.

- turda (n-1),

- turda (n-2),

- ...

- (n-1). Turda 1, karşılaştırma yapılmaktadır.

- Toplam karşılaştırma sayısı $= (n-1)+(n-2)+\dots+1 = n*(n-1)/2$
- $= (1/2)n^2-(1/2)n = O(n^2)$

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- //Enbüyük elemanı bulup sona atarak selection sıralama
- `#include <stdio.h>`
- `void selectsort(int x[], int n) {`
- `int i, indx, j, large;`
- `for(i=0; i<n; i++) {`
- `large = x[n-i-1]; indx=n-i-1;`
- `for(j=0; j<n-i; j++)`
- `if(x[j]>large) { large = x[j]; indx = j; }`
- `x[indx] = x[n-i-1];`
- `x[n-i-1] = large;`
- `}`
- `}`
- `void main() {`
- `int dizi[8] = {25, 57, 48, 37, 12, 92, 86, 33};`
- `selectsort(&dizi[0], 8);`
- `for(int i=0;i<8;i++) printf("%d\n ",dizi[i]);`
- `}`
-

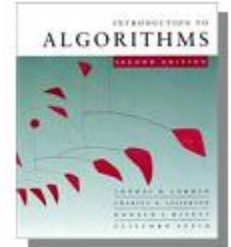
SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- En büyüğüne göre sıralama (en sondakini en büyük al)
- Veriler : 25 57 48 37 12 92 86 33
- Tekrar 1 : 25 57 48 37 12 33 86 92
- Tekrar 2 : 25 57 48 37 12 33 86 92
- Tekrar 3 : 25 33 48 37 12 57 86 92
- Tekrar 4 : 25 33 12 37 48 57 86 92
- Tekrar 5 : 25 33 12 37 48 57 86 92
- Tekrar 6 : 25 12 33 37 48 57 86 92
- Tekrar 7 : 12 25 33 37 48 57 86 92

SEÇMELİ SIRALAMA (SELECTION SORT)

- **Performans :**
 n elemanlı bir dizi için, seçerek sıralama algoritması yaklaşık $n^2/2$ karşılaştırma ve n yer değiştirme işlemi gerçekleştirmektedir. Bu özelliği seçerek sıralama işlevinin gerçekleştirminden çıkarmak mümkündür.
- Dış döngünün her işletiminde bir tek yer değiştirme işlemi gerçekleştirildiğinden, bu döngü n adet işletildiğinde (n =dizi boyutu) n tane yer değiştirme işlemi gerçekleştirilecektir.
- Bu döngünün her işletiminde ayrıca $N-i$ adet karşılaştırma gerçekleştirildiğini göz önüne alırsak toplam karşılaştırma sayısı $(n-1)+(n-2)+\dots+2+1 \rightarrow n^2/2$ olacaktır.

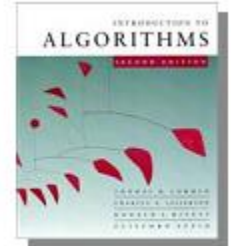
Çabuk sıralama (Quick Sort)



- C.A.R. Hoare tarafından 1962'de önerildi.
- Böl ve fethet algoritması.
- "Yerinde" sıralar (araya yerleştirme sıralamasında olduğu gibi; birleştirme sıralamasından farklı).

Çabuk sıralama (Quick Sort)

Böl ve fethet



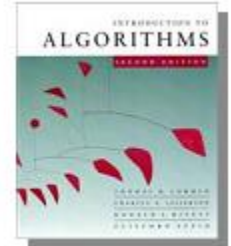
- n -elemanlı bir dizilimin çabuk sıralanması:
- **1. Böl:** Dizilimi **pivot (eksen sabit) x** 'in etrafında iki altdizilime bölüntüle; burada soldaki altdizilim elemanları $\leq x$ sağdaki altdizilim elemanları olsun.



- **2. Fethet:** İki altdizilimi özyinelemeli sırala.
 - **3. Birleştir:** Önemsiz (yerinde sıraladığı için)
- Anahtar:** Doğrusal-zamanlı ($\Theta(n)$)bölüntü altyordamı.

Çabuk sıralama (Quick Sort)

Böl ve fethet



- Quicksort algoritmasında yapılan ana iş öz yinelemede bölüntülere ayırma işlemidir. Bütün iş bölüntüleme de yapılmaktadır.
- Buradaki anahtar olay bölüntü alt yordamı doğrusal zamanda yani $\Theta(n)$ olması.
- Merge sort algoritmasında ana iş ise öz yinelemeli birleştirme yapmadır.

Çabuk sıralama (quicksort) için sözdekod

QUICKSORT(A, p, r)

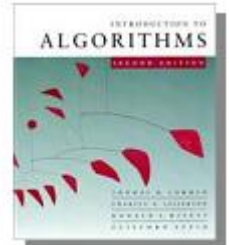
if $p < r$

then $q \leftarrow \text{PARTITION}(A, p, r)$

QUICKSORT($A, p, q-1$)

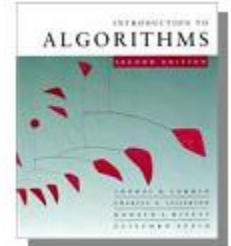
QUICKSORT($A, q+1, r$)

İlk arama: QUICKSORT($A, 1, n$)



Çabuk sıralama (Quick Sort)

Bölüntüleme örneği



PARTITION (Bölüntü) (A, p, q) $\triangleright A[p \dots q]$

$x \leftarrow A[p]$ \triangleright pivot = $A[p]$

$i \leftarrow p$ (eksen sabit)

for $j \leftarrow p + 1$ to q

do if $A[j] \leq x$ (öyleyse yap)

then $i \leftarrow i + 1$

exchange $A[i] \leftrightarrow A[j]$ (değiştir)

exchange $A[p] \leftrightarrow A[i]$ (değiştir)

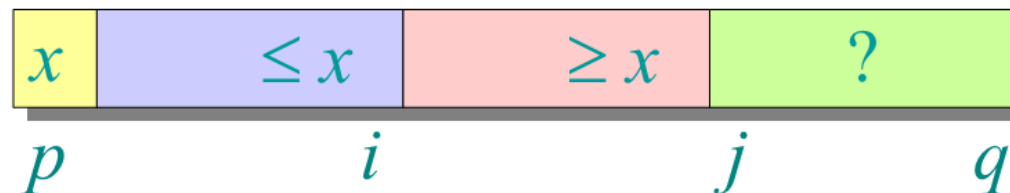
return i (dön)

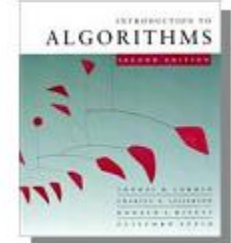
Koşma süresi

$= O(n)$

n eleman için

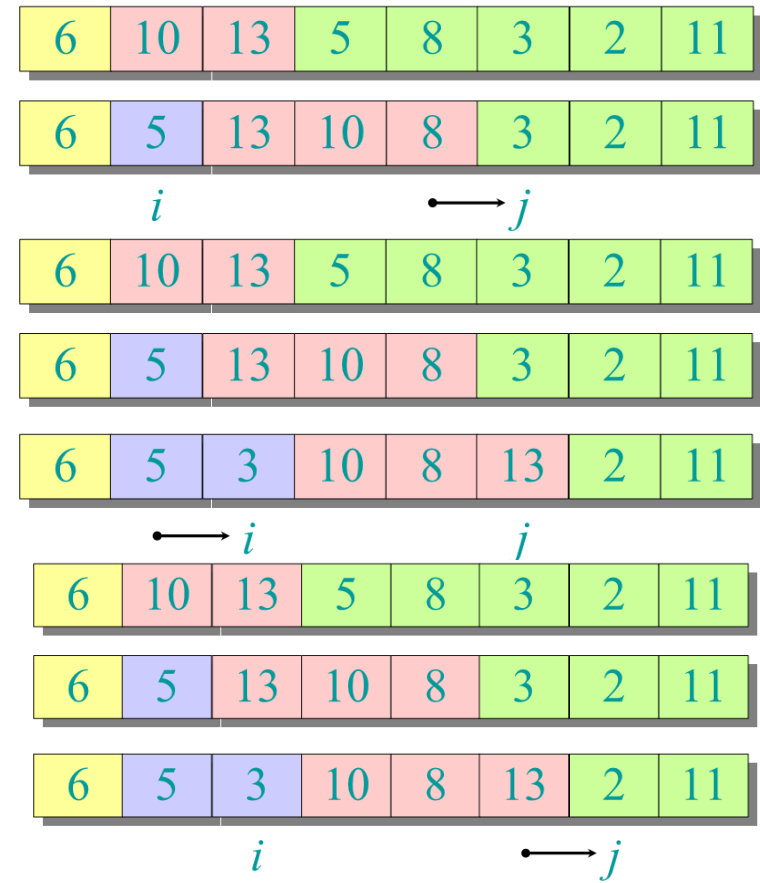
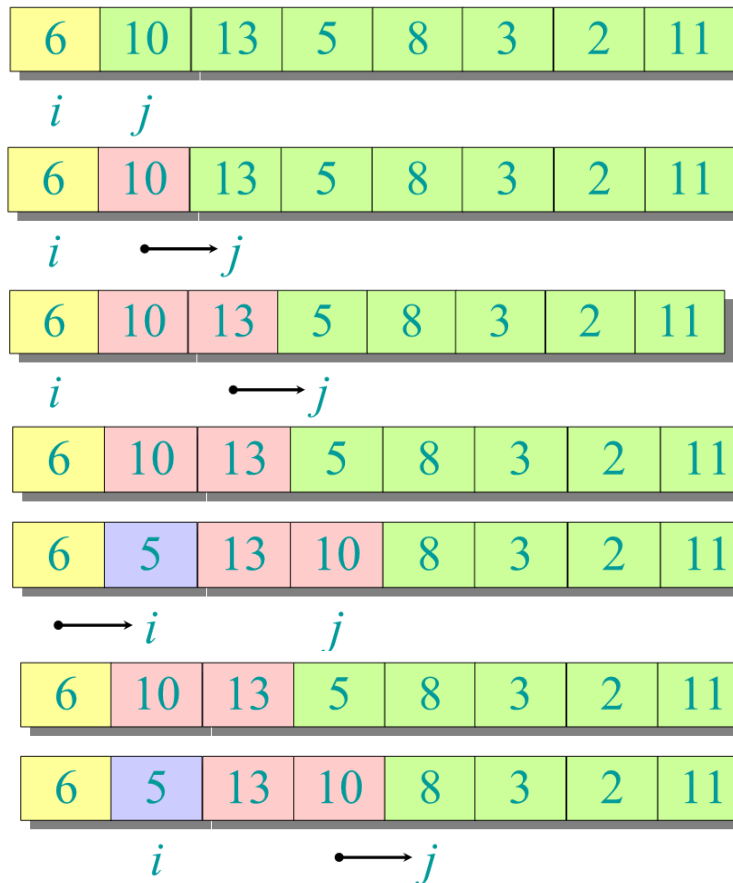
Değişmez:

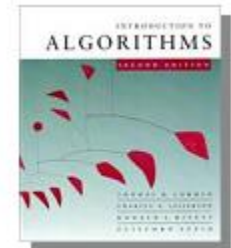




Çabuk sıralama (Quick Sort)

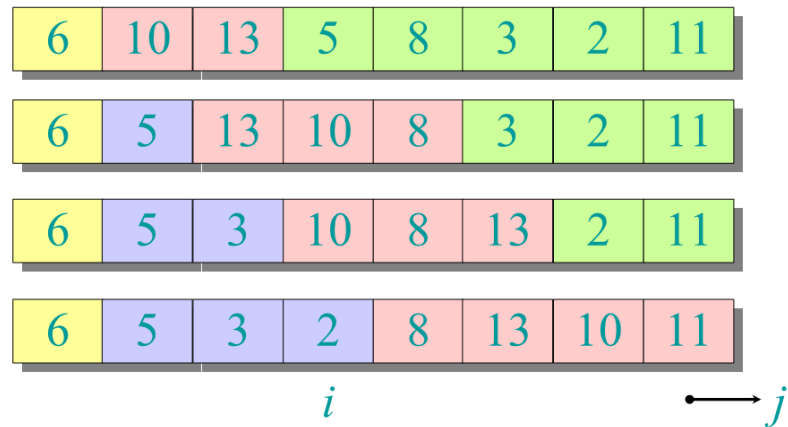
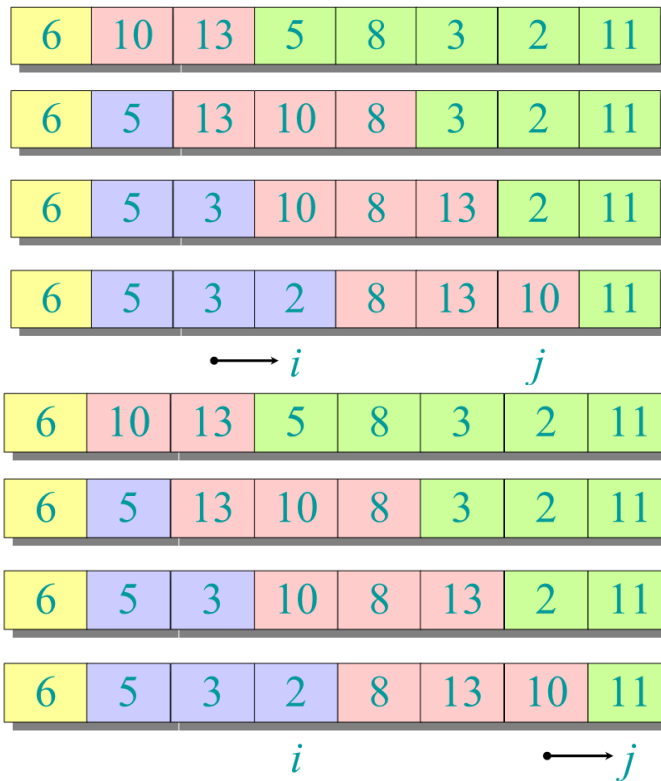
Bölüntüleme örneği





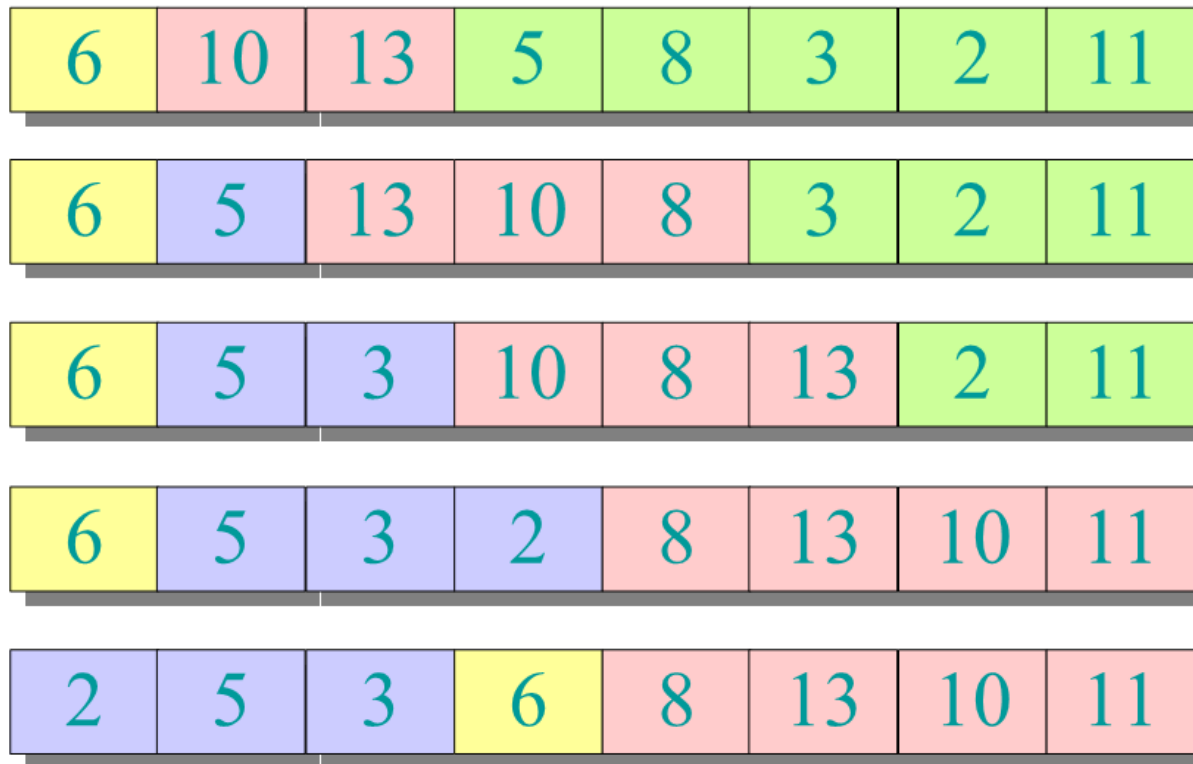
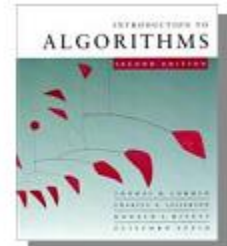
Çabuk sıralama (Quick Sort)

Bölüntüleme örneği



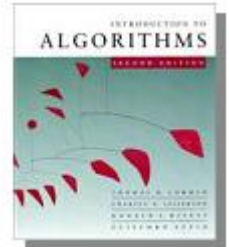
Çabuk sıralama (Quick Sort)

Bölüntüleme örneği



i

Çabuk sıralamanın en kötü ve ortalama durumu



- Girdiler sıralı ya da ters sıralı. (Ancak sıralı girişler insert sort için en iyi durum olur)
- En küçük yada en büyük elemanların etrafında bölüntüleme.
- Bölüntünün bir yanında hiç eleman yok veya parçalardan biri sadece bir elemana sahip;
- En kötü durum : $T(n) = O(n^2)$
- Ortalama Durum; $T(n) = O(n \log n)$ (Bölüntü var ise)

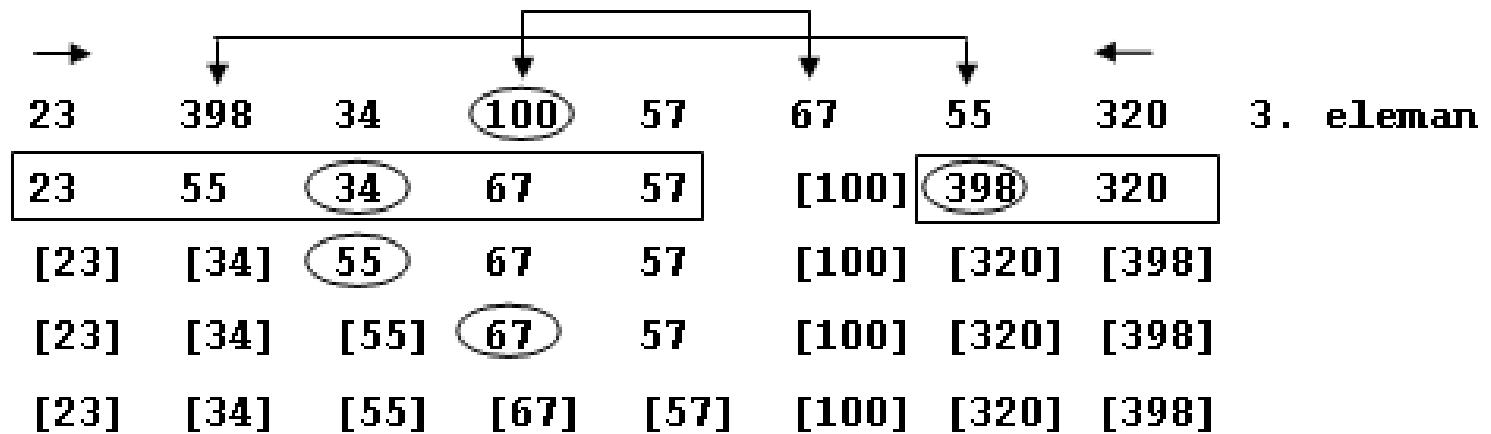
Rastgele çabuk sıralama

- Genelde şanslı olmak için
 - 1-Ortadaki elamanın yakınından ($n/2$) bölme yapılır
 - 2-Rastgele seçilen bir elamana göre bölme yapılır (Pratik daha iyi çalışır.)

Çabuk SIRALAMA (QUICKSORT)

- **1-Ortadaki elemanın yakınından ($n/2$) bölme yapılır.**
- **n** elemanlı bir dizi sıralanmak istendiğinde dizinin herhangi bir yerinden x elemanı seçilir (örnek olarak ortasındaki eleman). x elemanı j . yere yerleştiğinde 0 . ile $(j-1)$. yerler arasındaki elemanlar x 'den küçük, $j+1$ 'den $(n-1)$ 'e kadar olan elemanlar x 'den büyük olacaktır. Bu koşullar gerçekleştirildiğinde x , dizide en küçük j . elemandır. Aynı işlemler, $x[0]-x[j-1]$ ve $x[j+1]-x[n-1]$ alt dizileri (parçaları) için tekrarlanır. Sonuçta veri grubu sıralanır.

QUICKSORT



QUICKSORT

	p							q
	0	4	8	12	16	20	24	28
○	23	398	34	100	57	67	55	320
○	23	398	34	[100]	57	67	55	320
○	23	55	34	[100]	57	67	398	320
○	23	55	34	[100]	57	67	398	320
○	23	55	34	[100]	57	67	398	320
○	23	55	34	67	57	[100]	398	320

QUICKSORT

- | | | | | |
|---|---|---|----|----|
| 0 | 4 | 8 | 12 | 16 |
|---|---|---|----|----|

 20

24	28
----	----
- | | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 23 | 55 | 34 | 67 | 57 |
|----|----|----|----|----|

 100

398	320
-----	-----
- 23 [34] 55 67 57 100 320 [398]
- 23 34

55	67	57
----	----	----

 100 320 398
- 23 34 55 57 [67] 100 320 398
- 23 34 55 57 67 100 320 398

QUICKSORT

- Eğer şanslı isek, seçilen her eleman ortalanca değere yakınsa $\log_2 n$ iterasyon olacaktır = **$O(n \log_2 n)$** . Ortalama durumu işletim zamanı da hesaplandığında $O(n \log_2 n)$ 'dir, yani genelde böyle sonuç verir. En kötü durumda ise parçalama dengesiz olacak ve n iterasyonla sonuçlanacağında **$O(n^2)$** olacaktır (en kötü durum işletim zamanı).

QUICKSORT – C code

- Pivot orta elaman seçildi
- `#include <stdio.h>`
- `void qsort2 (double *left, double *right){`
- `double *p = left, *q = right, w, x=*(left+(right-left>>1));`
- `/* ilk aders ile son adres değerinin farkını alıp 2 ye böldükten sonra çıkan değeri
tekrar ilk adresle topluyor.adres değerlerini görmek için`
- `printf("%f ",*(left+(right-left>>1)));`
- `printf("r %d\n",right); printf("l %d\n",left);*/`
- `do {`
- `while(*p<x) p++;`
- `while(*q>x) q--;`
- `if(p>q) break;`
- `w = *p; *p = *q; *q = w;`
- `} while(++p <= --q);`
- `if(left<q) qsort2(left,q);`
- `if(p<right) qsort2(p,right); }`
- `void main(){`
- `double dizi[8] = { 23, 398, 34, 100, 57, 67, 55, 320 };`
- `qsort2 (&dizi[0], &dizi[7]);`
- `for(int i=0;i<8;i++) printf("%f ",dizi[i]);}`

Rastgele çabuk sıralama (Randomized Quicksort)

- 2-Rastgele seçilen bir elamana göre bölme yapılır.

Randomized-Partition (A, p, r)

```
01   $i \leftarrow \text{Random}(p, r)$   
02  exchange  $A[r] \leftrightarrow A[i]$   
03  return Partition( $A, p, r$ )
```

Randomized-Quicksort (A, p, r)

```
01  if  $p < r$  then  
02       $q \leftarrow \text{Randomized-Partition}(A, p, r)$   
03      Randomized-Quicksort( $A, p, q$ )  
04      Randomized-Quicksort( $A, q+1, r$ )
```

QUICKSORT – C# Code

- Başlangıçta Pivot en son elaman seçildi
- `class Program {`
- `public static void QuickSort(int[] input, int left, int right)`
- `{ if (left < right)`
- `{ int q = Partition(input, left, right);`
- `QuickSort(input, left, q - 1); QuickSort(input, q + 1, right);`
- `}`
- `}`
- `private static int Partition(int[] input, int left, int right)`
- `{ int pivot = input[right]; int temp; int i = left;`
- `for (int j = left; j < right; j++)`
- `{ if (input[j] <= pivot)`
- `{ temp = input[j]; input[j] = input[i]; input[i] = temp; i++; }`
- `}`
- `input[right] = input[i]; input[i] = pivot;`
- `return i;`
- `}`

QUICKSORT – C# Code

```
○ static void Main(string[] args)
○ {
○     int[] dizi = { 23, 398, 34, 100, 57, 67, 55, 320 };
○
○     QuickSort(dizi, 0, dizi.Length - 1);
○
○     for (int i = 0; i < 8; i++) Console.Write(" " + dizi[i]);
○ }
○ }
```

QUICKSORT – Java Code

- Pivot ilk elaman seçildi
- `import TerminalIO.*;`
- `class QuickSort{`
- `public static void main(String []args){`
- `KeyboardReader input=new KeyboardReader();`
- `int n=input.readInt("enter list size : ");`
- `int[] Arr=new int[n];`
- `for(int i=0;i<n;i++)`
- `Arr[i]=input.readInt("enter elements :");`
- `int pivot1;`
- `pivot1=partition(Arr,0, n-1);`
- `System.out.println("Pivot Value is "+pivot1);`
-
- `quicksort(Arr, 0, n-1);`
- `for(int j=0; j<Arr.length ; j++)`
- `System.out.println(Arr[j]);`
- `}`
- `}`

QUICKSORT – Java Code

```

○ public static void quicksort(int array[], int left,int right)
○ { int pivot =partition(array, left, right);
○   if (left<pivot)
○     quicksort(array, left, pivot-1);
○   if (right>pivot)
○     quicksort(array, pivot+1, right);
○ }
○ public static int partition(int numbers[],int left,int right)
○ { int l_hold,r_hold,i;   int pivot; l_hold=left;           r_hold=right;
○   pivot=numbers[left];
○   while(left<right){
○     while((numbers[right]>=pivot)&&(left<right)) right--;
○     if(left!=right) { numbers[left]=numbers[right]; left++; }
○     while((numbers[left]<=pivot)&&(left<right)) left++;
○     if(left!=right){ numbers[right]=numbers[left]; right--; }
○   }
○   numbers[left]=pivot;           pivot=left;           left=l_hold;
○   right=r_hold;                 return pivot;
○ } }

```

EKLEMELİ SIRALAMA (INSERTION SORT)

- Yerleştirerek sıralama işlevi belirli bir anda dizinin belirli bir kısmını sıralı tutarak ve bu kısmı her adımda biraz daha genişleterek çalışmaktadır. Sıralı kısım işlev son bulunca dizinin tamamına ulaşmaktadır.
- Elemanların sırasına uygun olarak listeye tek tek eklenmesi ile gerçekleştirilen sıralamadır :

INSERTION SORT

Veriler	25	57	48	37	12	92	86	33
Tekrar 1	25	57	48	37	12	92	86	33
Tekrar 2	25	48	57	37	12	92	86	33
Tekrar 3	25	37	48	57	12	92	86	33
Tekrar 4	12	25	37	48	57	92	86	33
Tekrar 5	12	25	37	48	57	92	86	33
Tekrar 6	12	25	37	48	57	86	92	33
Tekrar 7	12	25	33	37	48	57	86	92

INSERTION SORT

```
○ void insertsort(int x[], int n)
○ {
○   int i,k,y;
○   for(k=1; k<n; k++)
○   {
○     y=x[k];
○     for(i=k-1; i>=0 && y<x[i]; i--)
○       x[i+1]=x[i];
○     x[i+1]=y;
○   };
○ }
```

INSERTION SORT

- **Performans :**
- Eğer veriler sıralı ise her turda 1 karşılaştırma yapılacaktır ve $O(n)$ olacaktır.
- Veriler ters sıralı ise toplam karşılaştırma sayısı:
- $(n-1)+(n-2)+\dots+3+2+1 = n*(n+1)/2 = O(n^2)$ olacaktır.
- Simple Insertion Sort'un ortalama karşılaştırma sayısı ise $O(n^2)$ 'dir.
- Selection Sort ve Simple Insertion Sort, Bubble Sort'a göre daha etkindir. Selection Sort, Insertion Sort'tan daha az atama işlemi yaparken daha fazla karşılaştırma işlemi yapar.

INSERTION SORT

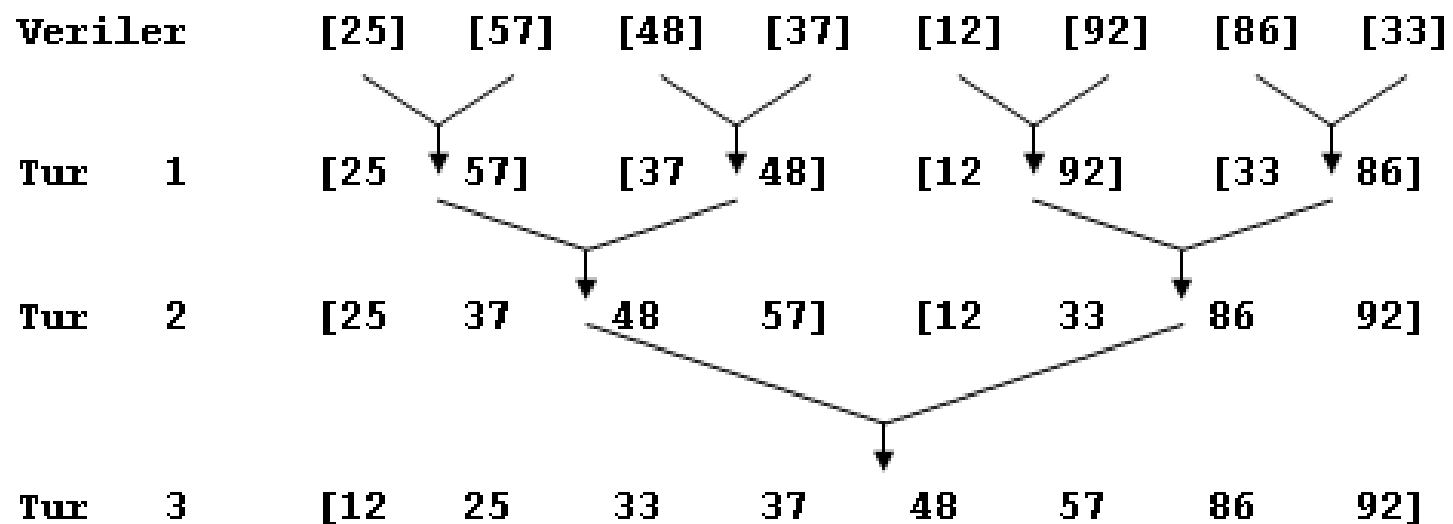
- Bu nedenle Selection Sort, az elemanlı veri grupları için (atamaların süresi çok fazla olmaz) ve karşılaştırmaların daha az yük getireceği basit anahtarlı durumlarda uygundur.
- Tam tersi için, insertion sort uygundur. Elemanlar bağlı listedelerse araya eleman eklemelerde veri kaydırma olmayacağından insertion sort mantığı uygundur.
- n 'in büyük değerleri için quicksort, insertion ve selection sort'tan daha etkindir. Quicksort'u kullanmaya başlama noktası yaklaşık 30 elemanlı durumlardır; daha az elemanın sıralanması gerektiğinde insertion sort kullanılabilir.

Birleştirmeli Sıralama (MERGE SORT)

- Verinin hafızada sıralı tutulması için geliştirilen sıralama algoritmalarından (sorting algorithms) bir tanesidir.
- Basitçe sıralanacak olan diziyi ikiye bölerek elemanı kalan parçalara inene kadar sürekli olarak ikiye böler. Sonra bu parçaları kendi içlerinde sıralayarak birleştirir.
- Sonuçta elde edilen dizi sıralı dizinin kendisidir. Bu açıdan bir parçala fethet (divide and conquer) yaklaşımıdır.

Birleştirmeli Sıralama (MERGE SORT)

- Sıralı iki veri grubunu birleştirerek üçüncü bir sıralı veri grubu elde etmeye dayanır.



Birleştirmeli Sıralama (MERGE SORT)

- Sıralanmak istenen verimiz:
- 5,7,2,9,6,1,3,7 olsun.
- Bu verilerin bir oluşumun (composition) belirleyici alanları olduğunu düşünebiliriz. Yani örneğin vatandaşlık numarası veya öğrenci numarası gibi. Dolayısıyla örneğin öğrencilerin numaralarına göre sıralanması durumunda kullanılabilir.
- Birleştirme sıralamasının çalışması yukarıdaki bu örnek dizi üzerinde adım adım gösterilmiştir. Öncelikle parçalama adımları gelir. Bu adımlar aşağıdadır.
- 1. adım diziyi ikiye böl:
- 5,7,2,9 ve 6,1,3,7
- 2. adım çıkan bu dizileri de ikiye böl:
- 5,7 ; 2,9 ; 6,1 ; 3,7

Birleştirmeli Sıralama (MERGE SORT)

- 3. adım elde edilen parçalar 2 veya daha küçük eleman sayısına ulaştığı için dur (aksi durumda bölme işlemi devam edecekti)
- 4. adım her parçayı kendi içinde sırala
- 5,7 ; 2,9 ; 1,6 ; 3,7
- 5. Her bölünmüş parçayı birleştir ve birleştirirken sıraya dikkat ederek birleştir (1. ve 2. parçalar ile 3. ve 4. parçalar aynı gruptan bölünmüştü)
- 2,5,7,9 ve 1,3,6,7
- 6. adım, tek bir bütün parça olmadığı için birleştirmeye devam et
- 1,2,3,5,6,7,7,9
- 7. adım sonuçta bir bütün birleşmiş parça olduğu için dur. İşte bu sonuç dizisi ilk dizinin sıralanmış halidir.

MERGE SORT- Java

- Öncelikle birleştirme sıralamasının ana fonksiyonu:
- `public class MergeSort {`
- `private int[] list;`
- `public MergeSort(int[] listToSort){list = listToSort; }`
- `public int[] getList() { return list; }`
- `// dışarıdan çağırılan sıralama fonksiyonu`
- `public void sort() { list = sort(list); }`
- `// Özyineli olarak çalışan ve her parça için kullanılan`
`sıralama fonksiyonu`
- `private int[] sort(int[] whole) {`
- `if (whole.length == 1) { return whole;}`
- `else {`
- `// diziyi ikiye bölüyoruz ve solu oluşturuyoruz`
- `int[] left = new int[whole.length/2];`
- `System.arraycopy(whole, 0, left, 0, left.length);`

MERGE SORT- Java

- //dizinin sağıını oluşturuyoruz ancak tek sayı ihtimali var
- `int[] right = new int[whole.length-left.length];`
- `System.arraycopy(whole, left.length, right, 0, right.length);`
- `// her iki tarafı ayrı ayrı sıralıyoruz`
- `left = sort(left);`
- `right = sort(right);`
- `// Sıralanmış dizileri birleştiriyoruz`
- `merge(left, right, whole);`
- `return whole;`
- `}`
- `}`

MERGE SORT- Java

```
○ // birleştirme fonksiyonu
○ private void merge(int[] left, int[] right, int[] result)
○ {
○     int x = 0; int y = 0; int k = 0;
○     // iki dizide de eleman varken
○     while (x < left.length && y < right.length)
○     {
○         if (left[x] < right[y]) { result[k] = left[x]; x++; }
○         else { result[k] = right[y]; y++; }
○         k++;
○     }
○     int[] rest; int restIndex;
○     if (x >= left.length) { rest = right; restIndex = y; }
○     else { rest = left; restIndex = x; }
○     for (int i = restIndex; i < rest.length; i++)
○     { result[k] = rest[i]; k++; }
○ }
```

MERGE SORT- Java

```
○ public static void main(String[] args)
○ {
○     int[] arrayToSort = {15, 19, 4, 3, 18, 6, 2, 12, 7, 9, 11, 16};
○     System.out.println("Unsorted:");
○     for(int i = 0; i < arrayToSort.length ; i++)
○     {         System.out.println(arrayToSort[i] + " ");         }

○     MergeSort sortObj = new MergeSort(arrayToSort);
○     sortObj.sort();
○     System.out.println("Sorted:");
○     int [] sirali = sortObj.getList();
○     for(int i = 0; i < sirali.length ; i++)
○     {         System.out.println(sirali[i] + " ");     }
○ }
○ }
```


MERGE SORT- C

```

○ #include <conio.h>
○ #define Boyut 8
○ void mergesort(int x[], int n) {
○     int aux[Boyut], i,j,k,L1,L2,size,u1,u2,tur=0;    size = 1;
○     while(size<n)
○     { L1 = 0; tur++;    k = 0; printf("Tur Sayısı:%d\n",tur);    getch();
○         while(L1+size<n)
○         { L2 = L1+size;    u1 = L2-1;    u2 = (L2+size-1<n) ? L2+size-1 : n-1;
○             for(i=L1,j=L2; i<=u1 && j<=u2; k++)
○             { if(x[i]<=x[j]) aux[k]=x[i++];                else aux[k]=x[j++];
○                 printf("aux[]={%d\n",aux[k]);
○             }
○             for(;i<=u1;k++) { aux[k] = x[i++]; printf("aux[]={%d\n",aux[k]);}
○             for(;j<=u2;k++) {aux[k] = x[j++]; printf("aux[]={%d\n",aux[k]);}
○             L1 = u2+1;
○         }
○         for(i=L1;k<n;i++){ aux[k++] = x[i]; printf("aux[]={%d\n",aux[k]);}
○         for(i=0;i<n;i++)    x[i]=aux[i];
○         size*=2;
○     }
○ }
○ void main() { int dizi[8] = { 25,57, 48, 37, 12, 33, 86,92 };
○ mergesort( &dizi[0], 8);    for(int i=0;i<8;i++) printf("%d\n ",dizi[i]); }

```

MERGE SORT

- Analiz : $\log_2 n$ tur ve her turda n veya daha az karşılaştırma = $O(n \log_2 n)$ karşılaştırma.
- Quicksort'ta en kötü durumda $O(n^2)$ karşılaştırma gerektiği düşünülürse daha avantajlı. Fakat mergesort'ta atama işlemleri fazla ve dizi için daha fazla yer gerekiyor.

Yığın Sıralaması (HEAP SORT)

- Her düğümün çocuk düğümlerinin kendisinden küçük veya eşit olma kuralını esas alır.
- Sıralama yapısı; dizinin ilk elemanı her zaman en büyük olacaktır.
- Dizi üzerinde i . elemanla, çocukları $2i$. ve $(2i+1)$ karşılaştırılıp büyük olan elemanlar yer değiştirilecektir.

HEAP SORT

- Dizinin son elamanları dizinin ortasındaki elamanların **çocuk düğümü** olacağından bu işlem dizinin yarısına kadar yapılır.
- Elde edilen diziye sıralamak için ise dizinin ilk elmanı en büyük olduğu bilindiğinden dizinin son elmanı ile ilk elemanı yer değiştirilerek büyük elaman sona atılır.
- Bozulan diziye yukarıdaki işlemler tekrar uygulanır. Dizi boyutu 1 oluncaya kadar işleme devam edilir.

HEAP SORT

- Bu algoritmanın çalışma zamanı, $O(n \log n)$ 'dir.
- En kötü durumda en iyi performansı garanti eder.
- Fakat karşılaştırma döngülerinden dolayı yavaş çalışacaktır.

HEAP SORT

- `heapify(x, i)`
- `{ L = Left(i); R = Right(i);`
- `if (L <= heapsize && x[L] > x[i])`
- `largest = L;`
- `else largest = i;`
- `if (R <= heapsize && x[R] > x[largest])`
- `largest = R;`
- `if (largest != i)`
- `{temp = x[largest]; x[largest] = x[i];`
- `x[i] = temp; heapify(x, largest);`
- `}`
- `}`

HEAP SORT

- BuildHeap(dizi)
- {
- heapsize = dizi.Length - 1;
- for (i = dizi.Length / 2; i >= 0; i--)
- heapify(dizi, i);
- }

- Left(i) { return 2 * (i + 1) - 1; }
- Right(i) { return 2*(i+1); }
- Parent(i){ return (i-1)/2;}

HEAP SORT

- Heap_Sort(dizi)
- {
- BuildHeap(dizi);
- **for** (i = heapsize; i >=0; i--)
- { temp = dizi[0];
- dizi[0] = dizi[i];
- dizi[i] = temp;
- heapsize--;
- heapify(dizi, 0);
- }
- }

SIRALAMA ALGORİTMALARI-SHELL SORT

- Shell algoritması etkin çalışması ve kısa bir program olmasından dolayı günümüzde en çok tercih edilen algoritmalarından olmuştur. **h** adım miktarını kullanarak her defasında dizi elemanlarını karşılaştırarak sıralar.
- **Insertion sort** sıralamanın geliştirilmesiyle elde edilmiştir.
- **Azalan artış sıralaması olarak da adlandırılır.** Insertion Sort'un aksine ters sıralı dizi dağılımından etkilenmemektedir. Algoritmanın analizi zor olduğundan çalışma zamanları net olarak çıkarılamamaktadır. Aşağıda verilen **h** dizisi için **$n^{1,5}$** karşılaştırmadan fazla karşılaştırma yapmayacağından dolayı **$\theta(n^{1,25})$, $O(n^{1,5})$** olarak belirlenmiştir.
- Pratikte en kötü durum: **$O(n \log^2 n)$**

Kabuk sıralaması(SHELL SORT)

```

○ void shellsort() {
○   int dizi[5] = {9, 5, 8, 3, 1 };   int n=5;   int h=1;
○   while ((h*3+1<n)) h=3*h+1;
○   while (h>0)
○   {
○     for(int i=h;i<n;i++)
○     {   int b=dizi[i];   int j;
○
○         for(j=i;(j>h-1)&&(dizi[j-h]>b);j-=h)
○             dizi[j]=dizi[j-h];
○         dizi[j]=b;
○     }
○     h/=3;
○   }
○   for(int i=0;i<5;i++)   printf("%d\n ",dizi[i]);
○ }
○ void main() { shellsort(); }

```

SIRALAMA ALGORİTMALARI-SHELL SORT

- 1.Tur, $h=4$, $i=4$
-
- 9 5 8 3 1
- 1 5 8 3 9
- 2.Tur $h=1$, $i=1$, $i=2$, $i=3$, $i=4$
- 1 5 8 3 9 1 5 3 8 9 1 3 5 8 9
- 1 5 3 8 9 1 3 5 8 9 1 3 5 8 9

Doğrusal Zamanda Sıralama Algoritmaları

- Şimdiye dek gördüğümüz sıralama algoritmalarının zamana göre etkinlikleri $O(n^2)$ ya da $O(n \log n)$ ile ölçülüyordu.
- **Counting Sort** ve **Radix Sort** ise çoğunlukla bu ikisi arasında bir etkinliğe sahiptir.

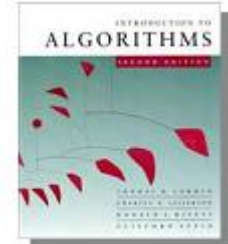
Sayma Sıralaması (Counting Sort)

- **Sayma sıralaması** algoritmasının en büyük özelliği, sıralama için elemanlar arası karşılaştırma yapılmamasıdır.
- **Giriş:** $A[1 \dots n]$, burada $A[j] \in \{1, 2, \dots, k\}$.
- k , küçük ise iyi bir algoritma olur, k , büyük ise çok kötü bir algoritma olur ($n \log n$ daha kötü)
- **Çıkış:** $B[1 \dots n]$, sıralı.
- **Yedek depolama:** $C[1 \dots k]$.

Sayma Sıralaması (Counting Sort)

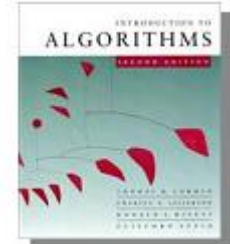
- Girişlerin **0** ile **k** arasında, **n** adet girişin tamsayı olduğu kabul edilir.
- Temel olarak bir **x** elamanı için kendisinden küçük elemanların sayısını bulmayı amaçlar.
- Girilen dizi boyutunda ve k boyutunda ek dizilere ihtiyaç vardır.

Sayma sıralaması



```
for  $i \leftarrow 1$  to  $k$ 
  do  $C[i] \leftarrow 0$ 
for  $j \leftarrow 1$  to  $n$ 
  do  $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1$   $\triangleright C[i] = |\{\text{key} = i\}|$ 
for  $i \leftarrow 2$  to  $k$ 
  do  $C[i] \leftarrow C[i] + C[i-1]$   $\triangleright C[i] = |\{\text{key} \leq i\}|$ 
for  $j \leftarrow n$  down to 1      (down to 1: 1'e inene kadar)
  do  $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$ 
     $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$ 
```

Sayma sıralaması



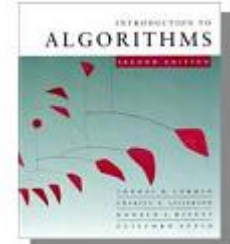
	1	2	3	4	5
<i>A:</i>	4	1	3	4	3

	1	2	3	4
<i>C:</i>				

<i>B:</i>					
-----------	--	--	--	--	--

- Dizi girişi 1 ile 4 arasındadır. O zaman **k=4** olur.

Döngü 1

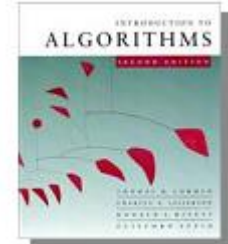


	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

	1	2	3	4
<i>C</i> :	0	0	0	0

```
for  $i \leftarrow 1$  to  $k$   
  do  $C[i] \leftarrow 0$ 
```



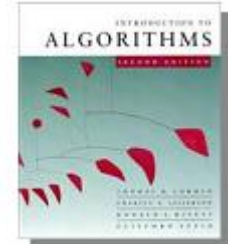
Döngü 2

	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

	1	2	3	4
<i>C</i> :	0	0	0	1

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

for $j \leftarrow 1$ **to** n
 do $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1$ $\triangleright C[i] = |\{\text{key} = i\}|$



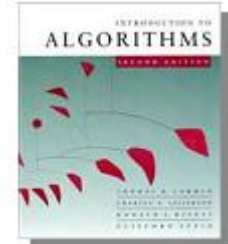
Döngü 2

	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	0	1

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

for $j \leftarrow 1$ **to** n
 do $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1$ $\triangleright C[i] = |\{\text{key} = i\}|$



Döngü 2

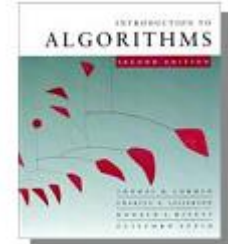
	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	1	1

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

```

for  $j \leftarrow 1$  to  $n$ 
  do  $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1$   $\triangleright C[i] = |\{\text{key} = i\}|$ 
  
```



Döngü 2

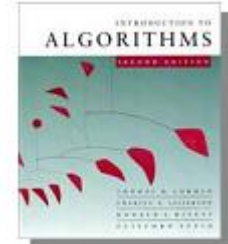
	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	1	2

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

for $j \leftarrow 1$ **to** n

do $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1 \quad \triangleright C[i] = |\{\text{key} = i\}|$



Döngü 2

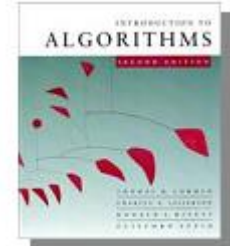
	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	2	2

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

```
for  $j \leftarrow 1$  to  $n$   
  do  $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1$   $\triangleright C[i] = |\{\text{key} = i\}|$ 
```

Döngü 3



	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

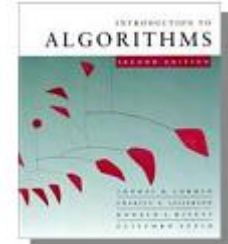
	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	2	2

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

<i>C'</i> :	1	1	2	2
-------------	---	---	---	---

for $i \leftarrow 2$ **to** k

do $C[i] \leftarrow C[i] + C[i-1]$ $\triangleright C[i] = |\{\text{key} \leq i\}|$



Döngü 3

	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

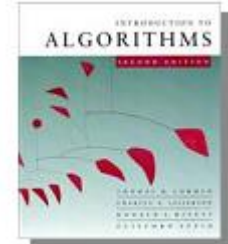
	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	2	2

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

<i>C'</i> :	1	1	3	2
-------------	---	---	---	---

for $i \leftarrow 2$ **to** k

do $C[i] \leftarrow C[i] + C[i-1]$ $\triangleright C[i] = |\{\text{key} \leq i\}|$



Döngü 3

	1	2	3	4	5
<i>A</i> :	4	1	3	4	3

<i>B</i> :					
------------	--	--	--	--	--

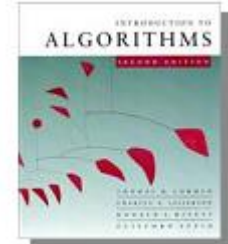
	1	2	3	4
<i>C</i> :	1	0	2	2

<i>C'</i> :	1	1	3	5
-------------	---	---	---	---

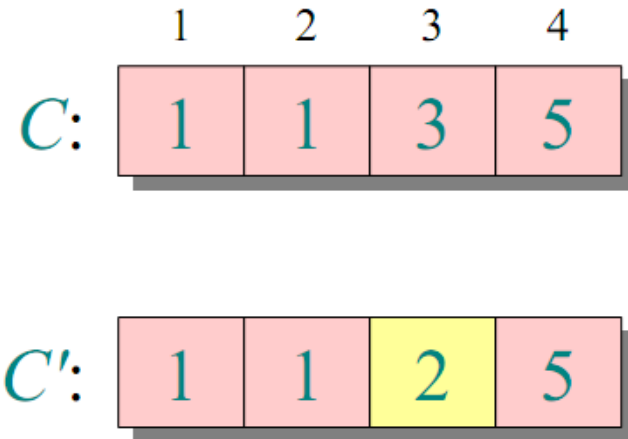
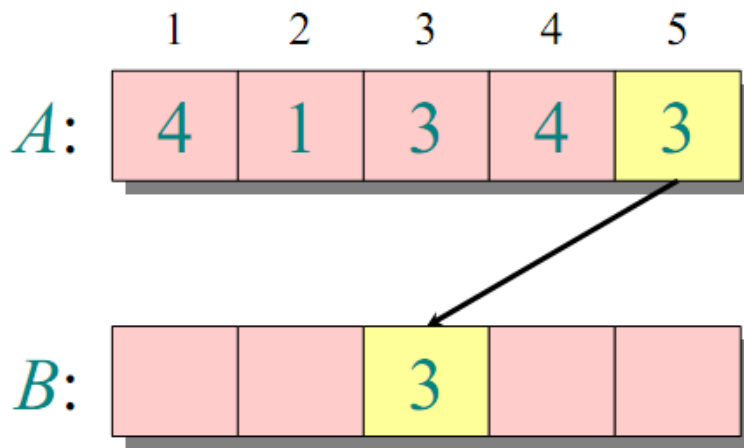
for $i \leftarrow 2$ **to** k

do $C[i] \leftarrow C[i] + C[i-1]$

$\triangleright C[i] = |\{\text{key} \leq i\}|$



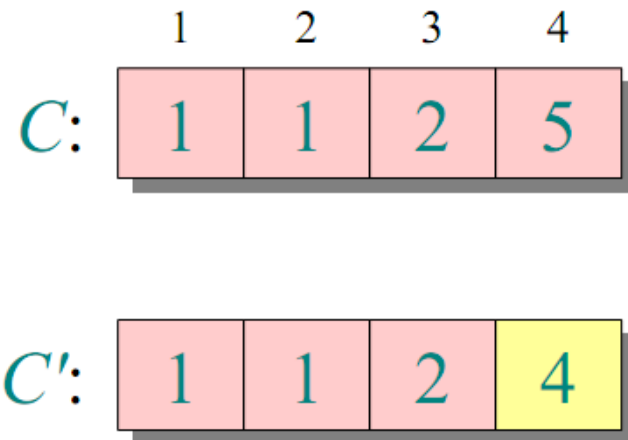
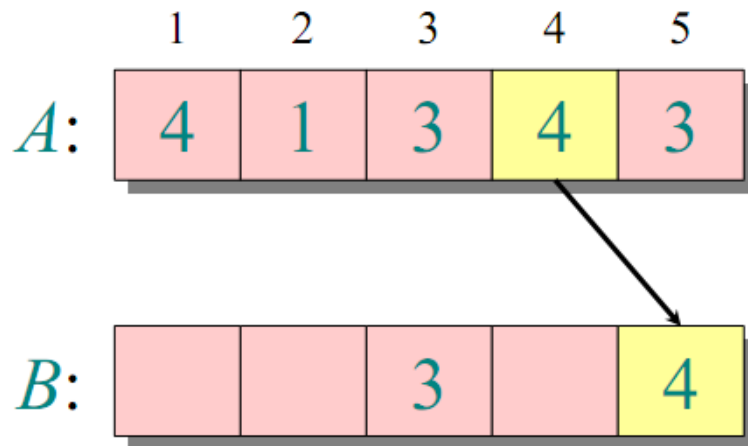
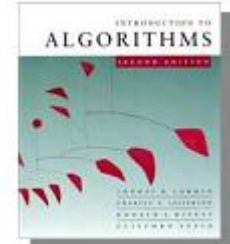
Döngü 4



```

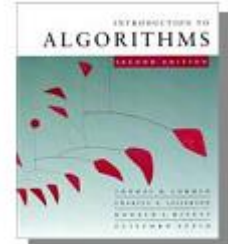
for  $j \leftarrow n$  down to 1
  do  $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$ 
       $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$ 
  
```

Döngü 4

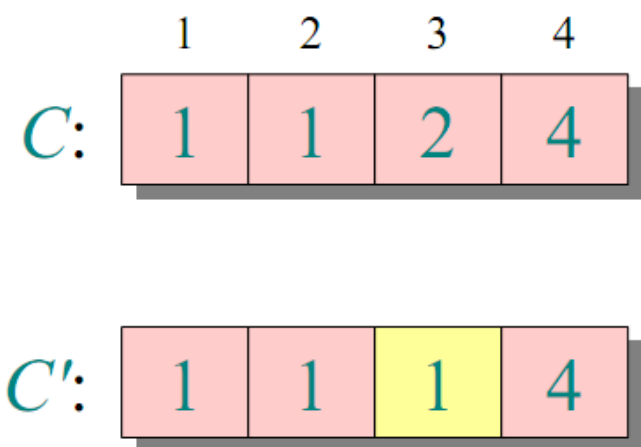
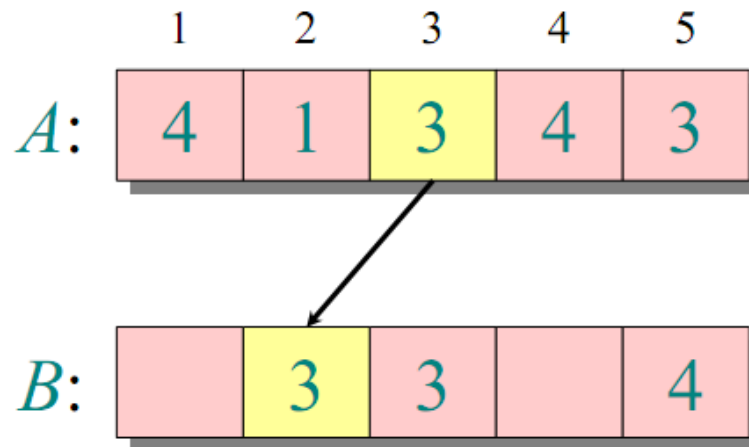


```

for  $j \leftarrow n$  down to 1
  do  $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$ 
       $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$ 
  
```

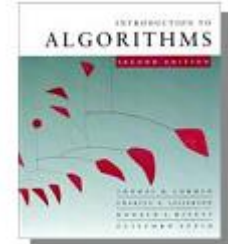


Döngü 4

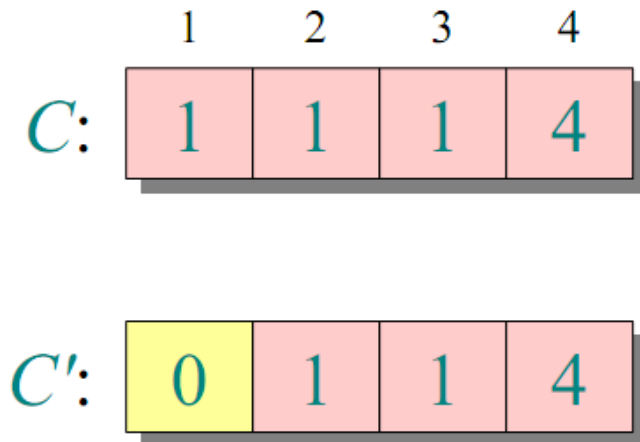
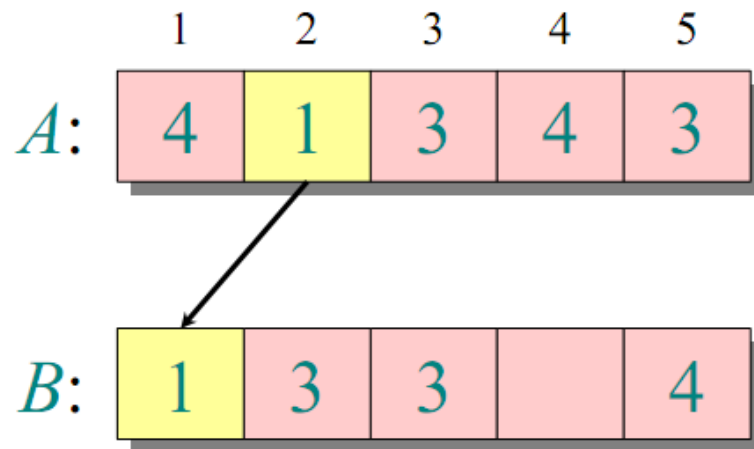


```

for  $j \leftarrow n$  down to 1
  do  $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$ 
       $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$ 
  
```

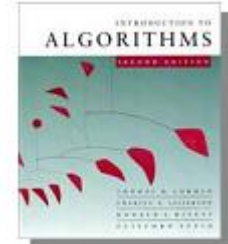


Döngü 4

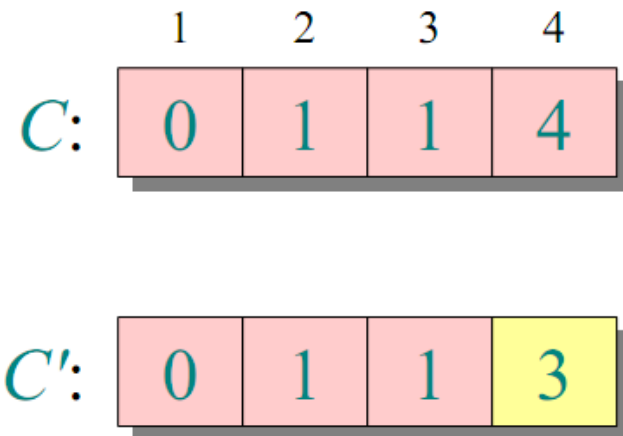
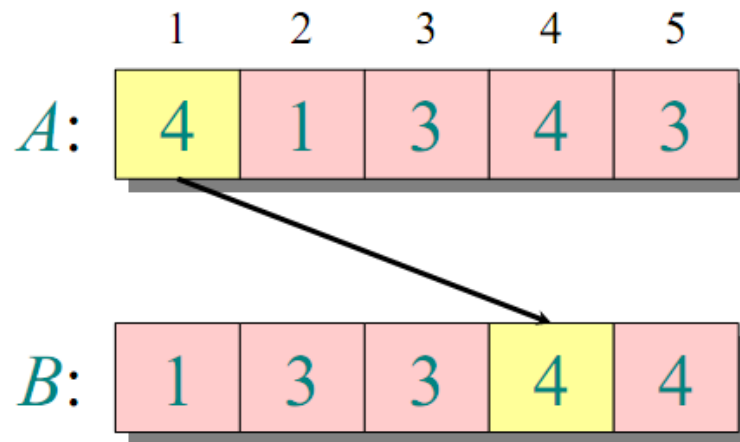


```

for  $j \leftarrow n$  down to 1
  do  $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$ 
       $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$ 
  
```



Döngü 4



```

for  $j \leftarrow n$  down to 1
  do  $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$ 
       $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$ 
  
```

Çözümleme



$\Theta(k)$ { **for** $i \leftarrow 1$ **to** k
 do $C[i] \leftarrow 0$

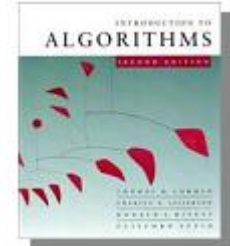
$\Theta(n)$ { **for** $j \leftarrow 1$ **to** n
 do $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] + 1$

$\Theta(k)$ { **for** $i \leftarrow 2$ **to** k
 do $C[i] \leftarrow C[i] + C[i-1]$

$\Theta(n)$ { **for** $j \leftarrow n$ **down to** 1
 do $B[C[A[j]]] \leftarrow A[j]$
 $C[A[j]] \leftarrow C[A[j]] - 1$

$\Theta(n + k)$

Sayma sıralamanın artıları eksileri



- $k = O(n)$ ise, sayma sıralaması $\Theta(n)$ süresi alır. Eğer $k=n^2$ veya $k=2^n$ çok kötü bir algoritma olur.
- **Artıları:**
 - n ve k da doğrusaldır (lineer).
 - Kolay uygulanır.
- **Eksileri:**
 - Yerinde sıralama yapmaz. Ekstra depolama alanına ihtiyaç duyar.
 - Sayıların küçük tam sayı olduğu varsayılır.
 - Sayılar int ise yani 32 bit lik sayılar ise k , maksimum $2^{32} = 4.2$ milyar sayı eder oda yaklaşık 16 Gb yer tutar.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Sayıları basamaklarının üzerinde işlem yaparak sıralayan bir sıralama algoritmasıdır.
- Her sıralama algoritmasında olduğu gibi, Radix Sort algoritmasının etkinliği de sıralanacak diziye bağlı olarak değişkenlik gösterir. Ortalama olarak, Etkinlik derecesi **$O(n)$** dir. Dolayısıyla, **$O(n^2)$** grubuna dahil olan sıralama algoritmalarından daha iyidir.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Sayma sayıları adlar ya da tarihler gibi karakter dizilerini göstermek için kullanılabildiği için *basamağa göre sıralama* algoritması yalnızca sayma sayılarını sıralamak için kullanılan bir algoritma değildir.
- Çoğu bilgisayar veri saklamak için ikilik tabandaki sayıların elektronikteki gösterim biçimlerini kullandığı için sayma sayılarının basamaklarını ikilik tabandaki sayılardan oluşan öbekler biçiminde göstermek daha kolaydır.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Basamağa göre sıralama algoritması en anlamlı basamağa göre sıralama ve en anlamsız basamağa göre sıralama olarak ikiye ayrılır.
- **En anlamsız basamağa** (Least significant digit) göre sıralama algoritması sayıları en anlamsız (en küçük, en sağdaki) basamaktan başlayıp en anlamlı basamağa doğru yürüyerek sıralarken *en anlamlı basamağa göre sıralama* bunun tam tersini uygular.
- Sıralama algoritmaları tarafından işlenen ve kendi sayı değerlerini gösterebildiği gibi başka tür verilerle de eşleştirilebilen sayma sayılarına çoğu zaman "anahtar" denir.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- En anlamsız basamağa göre sıralamada kısa anahtarlar uzunlardan önce gelirken aynı uzunluktaki anahtarlar sözlükteki sıralarına göre sıralanırlar. Bu sıralama biçimi sayma sayılarının kendi değerlerine göre sıralandıklarında oluşan sırayla aynı sırayı oluşturur.
- Örneğin 1'den 10'a kadar olan sayılar sıralandığında ortaya 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dizisi çıkacaktır.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- **En anlamlı basamağa göre sıralama** sözcükler ya da aynı uzunluktaki sayılar gibi dizgileri sıralamak için uygun olan sözlükteki sıraya göre sıralar.
- Örneğin "b, c, d, e, f, g, h, i, j, ba" dizisi sözlük sırasına göre "b, ba, c, d, e, f, g, h, i, j" olarak sıralanacaktır. Eğer sözlük sırası değişken uzunluktaki sayılarda uygulanırsa sayılar değerlerinin gerektirdiği konumlara konulmazlar.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

A	00001	R	10010	T	10100	X	11000	P	10000	A	00001
S	10011	T	10100	X	11000	P	10000	A	00001	A	00001
O	01111	N	01110	P	10000	A	00001	A	00001	E	00101
R	10010	X	11000	L	01100	I	01001	R	10010	E	00101
T	10100	P	10000	A	00001	A	00001	S	10011	G	00111
I	01001	L	01100	I	01001	R	10010	T	10100	I	01001
N	01110	A	00001	E	00101	S	10011	E	00101	L	01100
G	00111	S	10011	A	00001	T	10100	E	00101	M	01101
E	00101	O	01111	M	01101	L	01100	G	00111	N	01110
X	11000	I	01001	E	00101	E	00101	X	11000	O	01111
A	00001	G	00111	R	10010	M	01101	I	01001	P	10000
M	01101	E	00101	N	01110	E	00101	L	01100	R	10010
P	10000	A	00001	S	10011	N	01110	M	01101	S	10011
L	01100	M	01101	O	01111	O	01111	N	01110	T	10100
E	00101	E	00101	G	00111	G	00111	O	01111	X	11000

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Yukarıdaki sayıları 2 tabanına göre yazalım:
- 57 111001
- 43 101011
- 24 110000
- 70 1000110
- 111 1101111
- 102 1100110
- 213 11010101
- 37 100101
- 44 101100
- 23 10111

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Şimdi sırayla şu işleri yapalım:
- İlk geçişte sayıları 2^0 (birler) basamağına (en sağdaki basamak) göre,
- ikinci geçişte öncekini 2^1 (ikiler) basamağına göre,
- üçüncü geçişte öncekini 2^2 (dörtler) basamağına göre,
- dördüncü geçişte öncekini 2^3 (sekizler) basamağına göre,
- beşinci geçişte öncekini 2^4 (onaltılar) basamağına göre,
- altıncı geçişte öncekini 2^5 (otuzikiler) basamağına göre,
- yedinci geçişte öncekini 2^6 (altmış dörtler) basamağına göre,
- sekizinci geçişte öncekini 2^7 (yüz yirmi sekizler) basamağına göre sıralayalım.
- Son geçişte dizi sıralanmış olur.

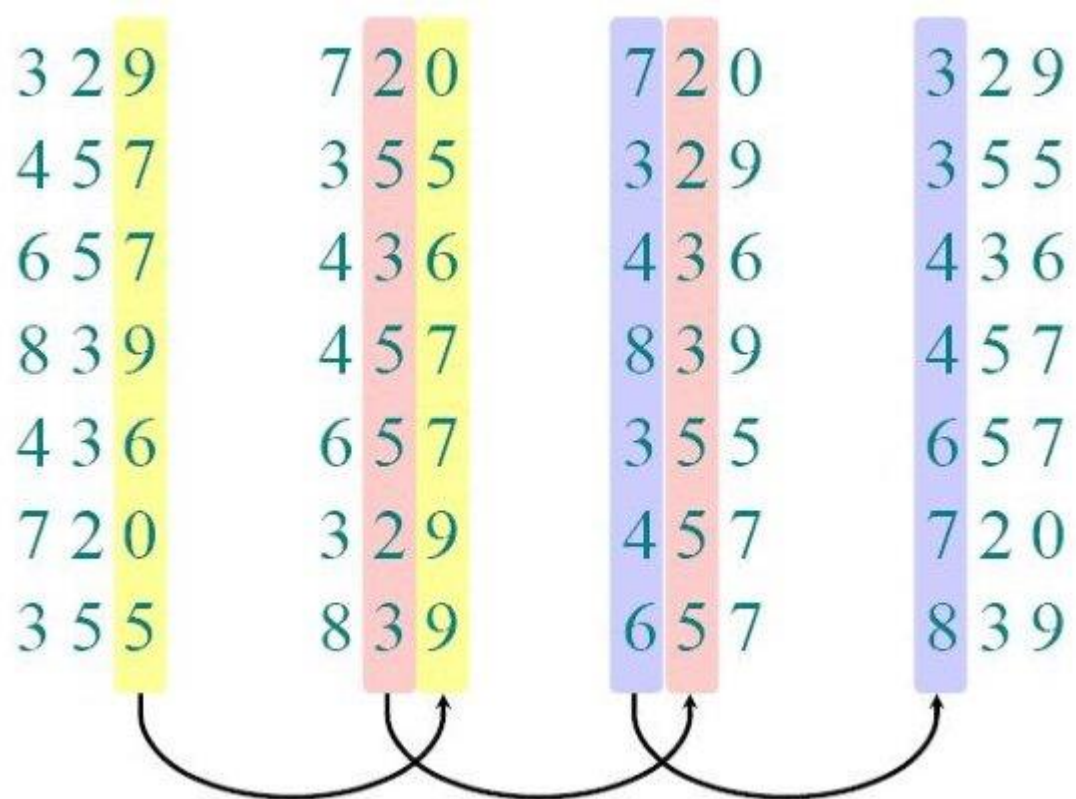
Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Bu geçişler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

2 ⁰ (birler) basamağına göre sıralama	2 ¹ (ikiler) basamağına göre sıralama	2 ² (dörtler) basamağına göre sıralama	2 ³ (sekizler) basamağına göre sıralama
24 11000 70 1000110 102 1100110 44 101100 57 111001 43 101011 111 1101111 213 11010101 37 100101 23 10111	24 11000 44 101100 57 111001 213 11010101 37 100101 70 1000110 102 1100110 43 101011 111 1101111 23 10111	24 11000 57 111001 43 101011 44 101100 213 11010101 37 100101 70 1000110 102 1100110 111 1101111 23 10111	213 11010101 37 100101 70 1000110 102 1100110 23 10111 24 11000 57 111001 43 101011 44 101100 111 1101111
2 ⁴ (onaltılar) basamağına göre sıralama	2 ⁵ (otuzikiler) basamağına göre sıralama	2 ⁶ (altmışdörtler) basamağına göre sıralama	2 ⁷ (yüz yirmi sekizler) basamağına göre sıralama
37 100101 70 1000110 102 1100110 43 101011 44 101100 111 1101111 23 10111 24 11000 213 11010101 57 111001	70 1000110 23 10111 24 11000 213 11010101 37 100101 102 1100110 43 101011 44 101100 111 1101111 57 111001	23 10111 24 11000 37 100101 43 101011 44 101100 57 111001 70 1000110 213 11010101 102 1100110 111 1101111	23 10111 24 110000 37 100101 43 101011 44 101100 57 111001 70 1000110 102 1100110 111 1101111 213 11010101

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

● Örnek:



Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- Örneğin 10'luk sayı tabanında her sayıdan birer tane bulunması halinde her hane için 10 ihtimal bulunur. Bu her ihtimalin ayrı bir hafıza bölümünde (örneğin bir dizi veya bağlı liste) tutulması durumunda sıralama **işlemi en büyük hane sayısı * n** olmaktadır.
- Örneğin 3 haneli sayılar için **$O(3n) \sim O(n)$** olmaktadır. Bu değer zaman verimliliği (time efficiency) arttırırken hafıza verimliliğini (memory efficiency) azaltmaktadır.
- En kötü etkinlik zamanı **$O(n^2)$** ile **$O(n \log n)$** arası

Radix Sort

```
○ public void RadixSort(int[] Dizi)    {  
○     // Yardımcı dizimiz  
○     int[] t = new int[Dizi.Length];  
○     // her defasında kaç bit işleme alınacak  
○     int r = 4; // 2, 8 veya 16 bit ile kaç geçiş yapılacağı denenebilir  
○     // int 4 byte yani 32 bit  
○     int b = 32;  
○     // counting ve prefix dizileri  
○     // (unutmayın bu dizlerin boyutu  $2^r$  düzeyinde olacaktır.  
○     // Bu değerin uygun seçilmesi gerekir r=4 için dizi boyutu 16  
○     // r=16 için dizi boyutu 65535)  
○     int[] count = new int[1 << r];  
○     int[] pref = new int[1 << r];  
○     // grupların sayısı yani geçiş bulunuyor  
○     int groups = (int)Math.Ceiling((double)b / (double)r);  
○     // gruplara uygulanacak maske  
○     int mask = (1 << r) - 1; //r=4 için 15
```

Radix Sort

```

0   for (int c = 0, shift = 0; c < groups; c++, shift += r)
0   {   // count dizisini resetleme
0       for (int j = 0; j < count.Length; j++) count[j] = 0;
0           // c inci grubun elamanlarının sayılması
0       for (int i = 0; i < Dizi.Length; i++)
0           count[(Dizi[i] >> shift) & mask]++;
0       // prefix dizisinin hesaplanması
0       pref[0] = 0;
0       for (int i = 1; i < count.Length; i++)
0           pref[i] = pref[i - 1] + count[i - 1];
0       // t[] dizisine c. inci grupta sıralanmış elamanların indisine
0       //uygun değerin Dizi den atanması
0       for (int i = 0; i < Dizi.Length; i++)
0           t[pref[(Dizi[i] >> shift) & mask]++] = Dizi[i];
0   // Dizi[]=t[] c inci guruba göre sıralanmış değerlerin diziyeye aktarılması
0       t.CopyTo(Dizi, 0);
0   }
0       // Dizi sıralı
0   }

```

Çıktı: 32/4= 8 geçiş
256,1,120,10,235,987
256,1,10,120,987,235
1,10,120,235,256,987
1,10,120,235,256,987
1,10,120,235,256,987
1,10,120,235,256,987
1,10,120,235,256,987
1,10,120,235,256,987

SIRALAMA ALGORİTMALARI

Çalışma Süresi	Sorting Algoritması-en iyi
$O(n^2)$	BubbleSort SelectionSort InsertionSort ShellSort
$O(n \log n)$	HeapSort MergeSort QuickSort
$O(n)$	Counting Sort RadixSort BucketSort

Ödev

- 1-Verilen sıralama algoritmalarının C# veya Java programlarını yazınız. Algoritmaları tur olarak programda karşılaştırınız.
- 2- Kullanılan diğer sıralama algoritmaları hakkında bilgi toplayıp program kodları ile birlikte slayt hazırlayınız.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

```

import java.lang.*;
import java.io.*;

public class RadixSort {

    public static void radixSort(int[] arr) {
        if (arr.length == 0)
            return;
        int[][] np = new int[arr.length][2];
        int[] q = new int[0x100];
        int i, j, k, l, f = 0;
        for (k = 0; k < 4; k++) {
            for (i = 0; i < (np.length - 1); i++)
                np[i][1] = i + 1;
            np[i][1] = -1;
            for (i = 0; i < q.length; i++)
                q[i] = -1;
            for (f = i = 0; i < arr.length; i++) {
                j = ((0xFF << (k << 3)) & arr[i]) >> (k << 3);
                if (q[j] == -1)
                    l = q[j] = f;
                else {
                    l = q[j];
                    while (np[l][1] != -1)

```

Char type,

0 in decimal is 0x0	in hexadecimal
7 in decimal is 0x7	in hexadecimal
8 in decimal is 0x8	in hexadecimal
9 in decimal is 0x9	in hexadecimal
10 in decimal is 0xa	in hexadecimal
11 in decimal is 0xb	in hexadecimal
12 in decimal is 0xc	in hexadecimal
13 in decimal is 0xd	in hexadecimal
14 in decimal is 0xe	in hexadecimal
15 in decimal is 0xf	in hexadecimal
16 in decimal is 0x10	in hexadecimal
17 in decimal is 0x11	in hexadecimal
31 in decimal is 0x1f	in hexadecimal
32 in decimal is 0x20	in hexadecimal
255 in decimal is 0xff	in hexadecimal
256 in decimal is 0x100	in hexadecimal


```

        l = np[l][1];
        np[l][1] = f;
        l = np[l][1];
    }
    f = np[f][1];
    np[l][0] = arr[i];
    np[l][1] = -1;
}
for (l = q[i = j = 0]; i < 0x100; i++)
    for (l = q[i]; l != -1; l = np[l][1])
        arr[j++] = np[l][0];
}

}

public static void main(String[] args) {
    int i;
    int[] arr = new int[15];
    System.out.print("Sirasız dizi: ");
    for (i = 0; i < arr.length; i++) {
        arr[i] = (int) (Math.random() * 1024);
        System.out.print(arr[i] + " ");
    }
    radixSort(arr);
    System.out.print("\nSıralı dizi : ");
    for (i = 0; i < arr.length; i++)
        System.out.print(arr[i] + " ");
}
}

```

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

JAVA

○ RadixSort.java

- `/* Copyright (c) 2012 the authors listed at the following URL, and/or`
- `the authors of referenced articles or incorporated external code:`
- `http://en.literateprograms.org/Radix_sort_\(Java\)?action=history&offset=20080201073641`
- `Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining`
- `a copy of this software and associated documentation files (the`
- `"Software"), to deal in the Software without restriction, including`
- `without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,`
- `distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to`
- `permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to`
- `the following conditions:`
- `The above copyright notice and this permission notice shall be`
- `included in all copies or substantial portions of the Software.`
-
- `THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,`
- `EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF`
- `MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT.`
- `IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY`
- `CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,`
- `TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE`
- `SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.`
- `Retrieved from: http://en.literateprograms.org/Radix_sort_\(Java\)?oldid=12461`
- `*/`

Basamağa göre sıralama (Radix Sort) JAVA

```

○ import java.util.Arrays;
○ class RadixSort
○ {   public static void radix_sort_uint(int[] a, int bits)
○   {   int[] b = new int[a.length];      int[] b_orig = b;      int rshift = 0;
○       for (int mask = ~(1 << bits); mask != 0; mask <= bits, rshift += bits)   {
○           int[] cntarray = new int[1 << bits];
○           for (int p = 0; p < a.length; ++p)
○           {   int key = (a[p] & mask) >> rshift;          ++cntarray[key];          }
○
○           for (int i = 1; i < cntarray.length; ++i)          cntarray[i] += cntarray[i-1];
○           for (int p = a.length-1; p >= 0; --p)
○           {   int key = (a[p] & mask) >> rshift;  --cntarray[key];  b[cntarray[key]] = a[p];   }
○           int[] temp = b; b = a; a = temp;
○       }
○       if (a == b_orig)          System.arraycopy(a, 0, b, 0, a.length);
○   }

```

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

JAVA

```
○ public static void main(String[] args)
○ {
○     int[] a = {
○         123,432,654,3123,654,2123,543,131,653,123,
○         533,1141,532,213,2241,824,1124,42,134,411,
○         491,341,1234,527,388,245,1992,654,243,987};
○
○     System.out.println("Before radix sort:");
○     System.out.println(Arrays.toString(a));
○
○     radix_sort_uint(a, 4);
○
○     System.out.println("After radix sort:");
○     System.out.println(Arrays.toString(a));
○ }
○ }
```

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)- C++

- `#define NUMELTS 100`
- `# include<stdio.h>`
- `#include<conio.h>`
- `#include<math.h>`
- `void radixsort(int a[],int);`
- `void main() { int n,a[20],i;`
- `printf("enter the number :"); scanf("%d",&n);`
- `printf("ENTER THE DATA -");`
- `for(i=0;i<n;i++) { printf("%d. ",i+1); scanf("%d",&a[i]); }`
- `radixsort(a,n); getch(); }`

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- `void radixsort(int a[],int n) {`
- `int rear[10],front[10],first,p,q,k,i,y,j,exp1; double exp;`
- `struct { int info; int next; } node[NUMELTS];`
- `for(i=0;i<n-1;i++)`
- `{ node[i].info=a[i]; node[i].next=i+1; }`
- `node[n-1].info=a[n-1];`
- `node[n-1].next=-1;`
- `first=0;`

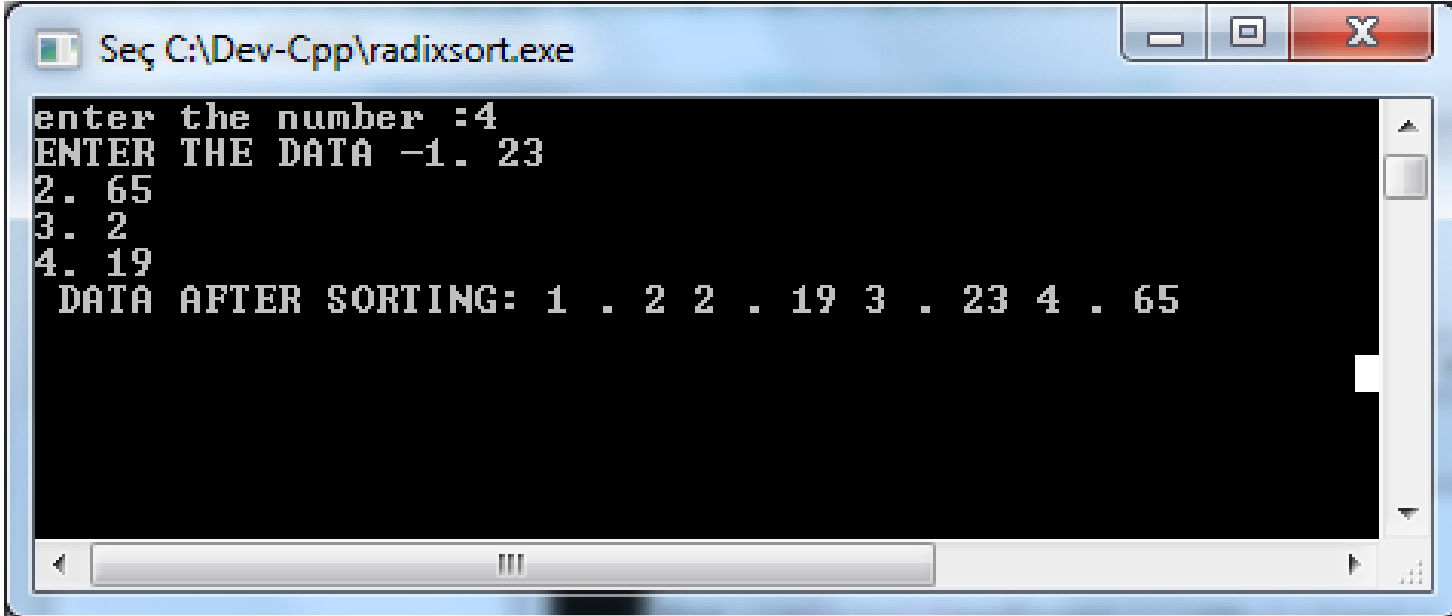
Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- `for(k=1;k<=2;k++) //consider only 2 digit number`
- `{ for(i=0;i<10;i++)`
- `{ front[i]=-1; rear[i]=-1; }`
- `while(first!=-1) {`
- `p=first; first=node[first].next;`
- `y=node[p].info; exp=pow(10,k-1);`
- `exp1=(int)exp; j=(y/exp1)%10;`
- `q=rear[j];`
- `if(q== -1) front[j]=p;`
- `else`
- `node[q].next=p;`
- `rear[j]=p; }`

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- `for(j=0;j<10&&front[j]==-1;j++)`
- `first=front[j];`
- `while(j<=9) {`
- `for(i=j+1;i<10&&front[i]==-1;i++)`
- `if(i<=9) { p=i; node[rear[j]].next=front[i]; }`
- `j=i; }`
- `node[rear[p]].next=-1; }`
- `//copy into original array`
- `for(i=0;i<n;i++) {a[i]=node[first].info; first=node[first].next;}`
- `printf(" DATA AFTER SORTING:");`
- `for(i=0;i<n;i++) printf(" %d . %d",i+1,a[i]); }`

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)



```
Seç C:\Dev-Cpp\radixsort.exe
enter the number :4
ENTER THE DATA -1. 23
2. 65
3. 2
4. 19
DATA AFTER SORTING: 1 . 2 2 . 19 3 . 23 4 . 65
```