

BIL207 VERİ YAPILARI

12. Hafta

SIRALAMA ALGORİTMALARI

Doç. Dr. Sercan YALÇIN

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:

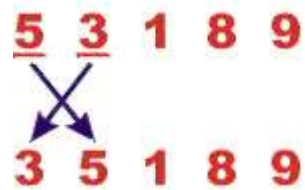
?



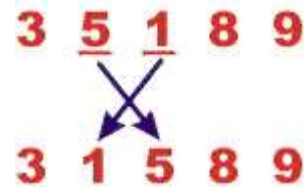
SIRALAMA ALGORİTMALARI-BUBBLE SORT

? 3.Tur:

5 3 1 8 9
3 5 1 8 9

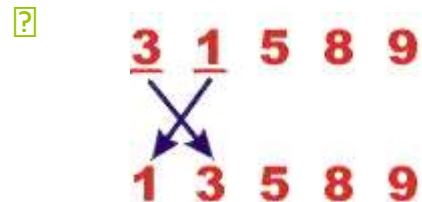


3 5 1 8 9
3 1 5 8 9



? 4.Tur:

? 3 1 5 8 9
1 3 5 8 9



BUBBLE SORT

```
? public static void bubblesort(int [] x)
? {   int n = x.Length;      int tut, j, gec;
?     for (gec=0; gec<n-1; gec++)
?         { for(j=0; j<n-gec-1; j++)
?             { if (x[j] > x[j+1])
?                 {
?                     tut = x[j];
?                     x[j] = x[j+1];
?                     x[j+1] = tut;
?                 }
?             }
?         }
?     }
```

? **en fazla (n-1) iterasyon gerektirir.**

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 (İyileştirme 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 $= O(n^2)$

BUBBLE SORT

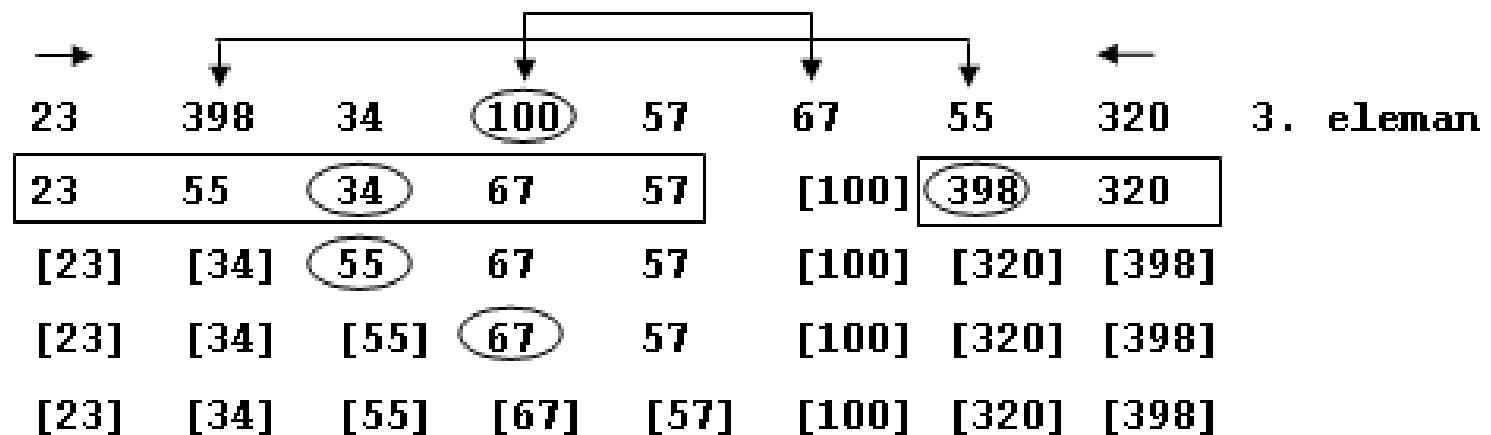
? Performans:

- ? Kabarcık sıralama algoritması ortalama $N^2/2$ karşılaştırma ve $N^2/2$ yer değiştirme işlemi gerçekleştirir ve bu işlem sayısı en kötü durumda da aynıdır.

HIZLI SIRALAMA (QUICKSORT)

- **n** elemanlı bir dizi sıralanmak istendiğinde dizinin herhangi bir yerinden x elemanı seçilir (örnek olarak ortasındaki eleman). x elemanı j . yere yerleştğinde 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

| | 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]);

```

QUICKSORT – C# Code

```
? Başlangıçta Pivot en son elaman seçildi
? 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;
? } }

```

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 $= (n-1) + (n-2) + \dots + 1 = n \cdot (n-1) / 2$

? $= (1/2)n^2 - (1/2)n = O(n^2)$

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)

? : 25 57 48 37 12 92 86 33

Veriler

? 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.

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

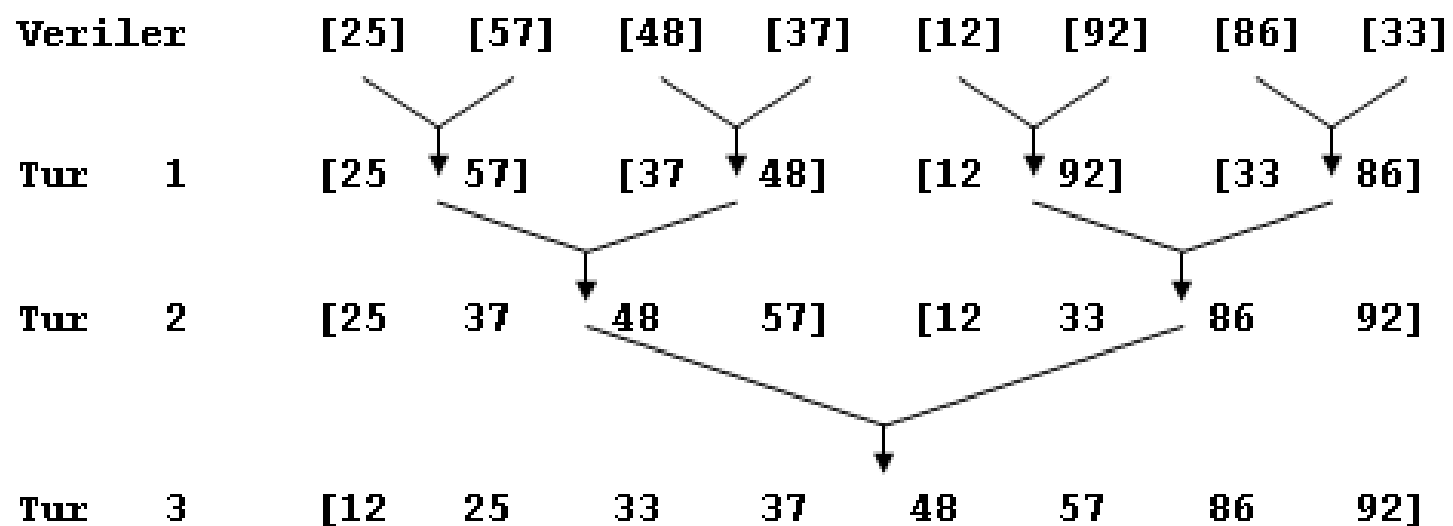
- ❓ Bu nedenle Selection Sort, az elemanlı veri grupları için (atamaların süresi çok fazla olmaz) ve karşılaştırmaların daha az yük getireceği basit anahtarlı durumlarda uygundur.
- ❓ Tam tersi için, insertion sort uygundur. Elemanlar bağlı listedelerse araya eleman eklemelerde veri kaydırma olmayacağından 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 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;
?     // sıralancak listeyi alan inşa fonksiyonu
?     public MergeSort(int[] listToSort) {list = listToSort; }
?     // listeyi döndüren kapsülleme fonksiyonu
?     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 oluşturunuz 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 elamanı en büyük olduğu bilindiğinden dizinin son elamanıyla 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

```
? #include <stdio.h>
? #include <stdlib.h>
? #include <conio.h>
? void downheap( int dizi[], int k, int N) {
?   int T=dizi[k-1];
?   while ( k<=N/2) {
?     int j=k+k;
?     if( (j<N) && ( dizi[j-1]<dizi[j] ) ) j++;
?     if ( T>=dizi[j-1]) break;
?     else {   dizi[k-1]=dizi[j-1]; k= j;}
?   }
?   dizi[k-1]=T;
? }
```

HEAP SORT

```
? void heapsort (){\n? int dizi[5] = {9,5, 8, 3, 1 };\n? int N=5; int x;\n? //en büyük elamanı bul en başa al\n? for (int k=N/2;k>0;k--) downheap(&dizi[0],k,N);\n? // küçükten büyüğe sıralama için\ndo {\n? x=dizi[0]; dizi[0]=dizi[N-1]; dizi[N-1]=x; --N;\n? downheap(&dizi[0], 1,N); //en büyük elaman sona atılıyor\n? } while (N>1);\n? for(int i=0;i<5;i++) printf("%d\\n ",dizi[i]);\n? }\n? void main() {\n? heapsort();\n? }
```

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.

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-1;i<n;i++)
?           {
?               int b=dizi[i];           int j=i;
?               for(j=i;(j>=h)&&(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, $h=4$, $i=3$, $i=4$

?

9 5 8 3 1 9 5 8 3 1

9 5 8 3 1 1 5 8 3 9

2.Tur $h=1$, $i=0$, $i=1$, $i=2$, $i=3$, $i=4$

?

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

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- ❑ Sayıları basamaklarının üzerinde işlem yaparak sıralayan bir sıralama algoritmasıdır.
- ❑ 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)

- ❓ Örneğin 1'den 10'a kadar olan sayılar sıralandığında, algoritma kısa olan sayıların sonuna boş karakter koyarak bütün anahtarları en uzun anahtarla aynı boyuta getireceğinden sonuç 1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 olacaktır.
- ❓ Taban sıralama algoritmasının en basit hali (iyileştirilmiş (optimized)) aşağıdaki örnekte gösterilmektedir:
- ❓ Sıralanmamış sayılarımız:170, 45, 75, 90, 2, 24, 802, 66
- ❓ İlk haneye göre (1'ler hanesi) sıralanmış hali:170, 90, 2, 802, 24, 45, 75, 66. Yukarıdaki sıralama ile ilgili önemli bir nokta aynı 1'ler değerine sahip olan sayıların ilk listedeki sıralarına göre kalmış olmalarıdır. Yani 1. adımdaki listede 802, 2'den önce geliyor olsaydı 2. adımda da bu sıralama korunacaktı. (insert sort gibi sıralama yapıyor düşünün)

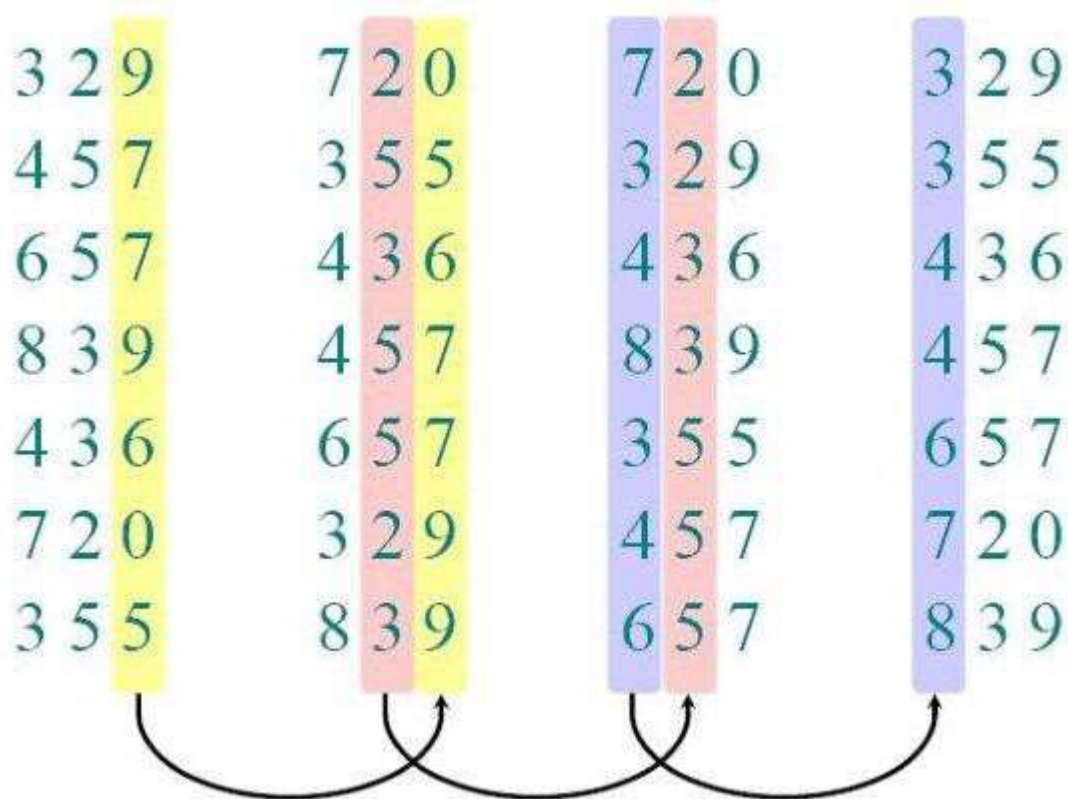
Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

- ❑ Sıradaki hane olan 10'lar hanesine göre sıralanmış hali: 2, 802, 24, 45, 66, 170, 75, 90
- ❑ Son haneye (100'ler hanesine göre) sıralanmış hali : 2, 24, 45, 66, 75, 90, 170, 802
- ❑ Yukarıdaki bu sıralama işleminde her aşamada bütün sayı kümesi üzerinden bir kere geçilmesi gerekmektedir. (yani n sayılık bir küme için her aşam n adım gerektirir). Bu işlemin ilave bir hafıza kullanılması ile daha da hızlı çalışması mümkündür.

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.

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

```
? #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
```

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

C++

```
? public void RadixSort()
    { // our helper array
      int[] t = new int[Dizi.Length];

      // number of bits our group will be long
      int r = 4; // try to set this also to 2, 8 or 16 to see if it is quicker or not

      // number of bits of a C# int
      int b = 32;

      // counting and prefix arrays
      // (note dimensions  $2^r$  which is the number of all possible values of a r-bit number)
      int[] count = new int[1 << r];
      int[] pref = new int[1 << r];

      // number of groups
      int groups = (int)Math.Ceiling((double)b / (double)r);

      // the mask to identify groups
      int mask = (1 << r) - 1;

      ?
```

Basamağa göre sıralama (Radix Sort)

C++

```
// the algorithm:
for (int c = 0, shift = 0; c < groups; c++, shift += r)
{
    // reset count array
    for (int j = 0; j < count.Length; j++)
        count[j] = 0;

    // counting elements of the c-th group
    for (int i = 0; i < Dizi.Length; i++)
        count[(Dizi[i] >> shift) & mask]++;

    // calculating prefixes
    pref[0] = 0;
    for (int i = 1; i < count.Length; i++)
        pref[i] = pref[i - 1] + count[i - 1];

    // from Dizi[] to t[] elements ordered by c-th group
    for (int i = 0; i < Dizi.Length; i++)
        t[pref[(Dizi[i] >> shift) & mask]++] = Dizi[i];

    // Dizi[]=t[] and start again until the last group
    t.CopyTo(Dizi, 0);

} // a is sorted
```

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));
? }
? }
```

SIRALAMA ALGORİTMALARI

| Çalışma Süresi | Sorting Algoritması |
|----------------|---|
| $O(N^2)$ | BubbleSort SelectionSort InsertionSort ShellSort |
| $O(N \log N)$ | HeapSort MergeSort QuickSort |
| $O(N)$ | 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.