Bölüm 1: Giriş

Algoritmalar

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Algoritma

- Bir problemi çözmek veya görevi yerine getirmek için,
  - adım adım yönergeler dizisidir.
- Her adım belirli, açık ve anlaşılır olmalıdır.
- Girdi verileri alınır, işlemler yapılır, çıktı elde edilir.
- Algoritma, sınırlı sayıda adımda sonlanmalıdır.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Çay Hazırlama Algoritması

Girdi: Su, Çay yaprakları, Şeker (isteğe bağlı), Süt (isteğe bağlı)

Çıktı: Çay

1. Suyu kaynat.
2. Kaynamış suyu, demliğe koy.
3. Demliğin içine çay yapraklarını ekle.
4. Çayın demlenmesini bekle.
5. Demlenen çayı fincana süzerek koy.
6. İsteğe bağlı olarak şeker ve süt ekle.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Ortalama Bulma Algoritması

Girdi: Sayı1, Sayı2, Sayı3

Çıktı: Ortalama

1. Toplam = Sayı1 + Sayı2 + Sayı3
2. Ortalama = Toplam / 3
3. Ortalama değerini ekrana yazdır.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Ortalama Bulma

```
def ortalama_hesapla(sayi1, sayi2, sayi3):
    ortalama = (sayi1 + sayi2 + sayi3) / 3
    return ortalama

sayi1 = float(input("Birinci sayıyı girin: "))
sayi2 = float(input("İkinci sayıyı girin: "))
sayi3 = float(input("Üçüncü sayıyı girin: "))

ort = ortalama_hesapla(sayi1, sayi2, sayi3)
print("Girilen sayıların ortalaması:", ort)
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Ortalama Bulma

```
public static void main(String[] args) {
    Scanner scanner = new Scanner(System.in);
    System.out.println("Birinci sayıyı girin: ");
    double sayi1 = scanner.nextDouble();
    System.out.println("İkinci sayıyı girin: ");
    double sayi2 = scanner.nextDouble();
    System.out.println("Üçüncü sayıyı girin: ");
    double sayi3 = scanner.nextDouble();
    double ortalama = (sayi1 + sayi2 + sayi3) / 3;
    System.out.println("Sayıların ortalaması: " + ortalama);
}
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Algoritma Analizi

- Bir algoritmanın performansını anlamak ve değerlendirmek için kullanılır.
- İşlemci ve bellek gibi kaynakların verimli kullanılmasını sağlar.
- **Zaman Analizi:**
  - Algoritmanın çalışma süresini ölçer.
  - Genellikle *Big-O* notasyonu ile gösterilir.
- **Bellek Analizi:**
  - Algoritmanın bellek kullanımını değerlendirir.
  - Bellek karmaşıklığını gösterir.
- *Big-O notasyonu*, algoritmaların en kötü durum performansını ifade eder.

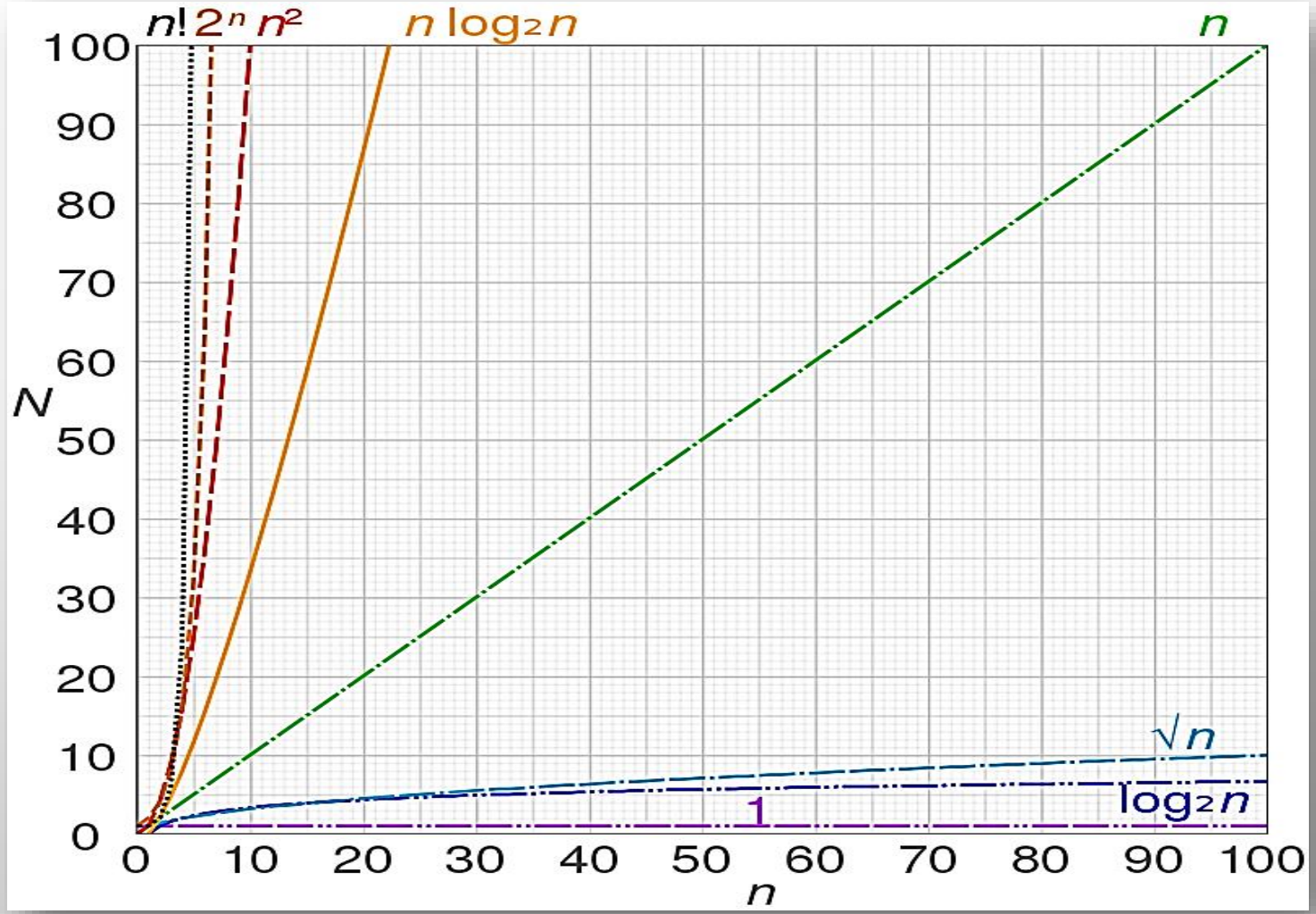
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Zaman Karmaşıklığı

- Bir algoritmanın çalışma süresini ölçen bir kavram.
- Çalışma süresini, girdi boyutu (n) ile ilişkilendirir.
- Veri setine bağlı olarak algoritmanın performans değişimini inceler.
- Kod değerlendirilirken zaman ve alan karmaşıklığı kullanılır.
- Bir algoritmanın *iyi* veya *kötü* olduğunu belirlemede kritik bir faktör.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Zaman Karmaşıklığı



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

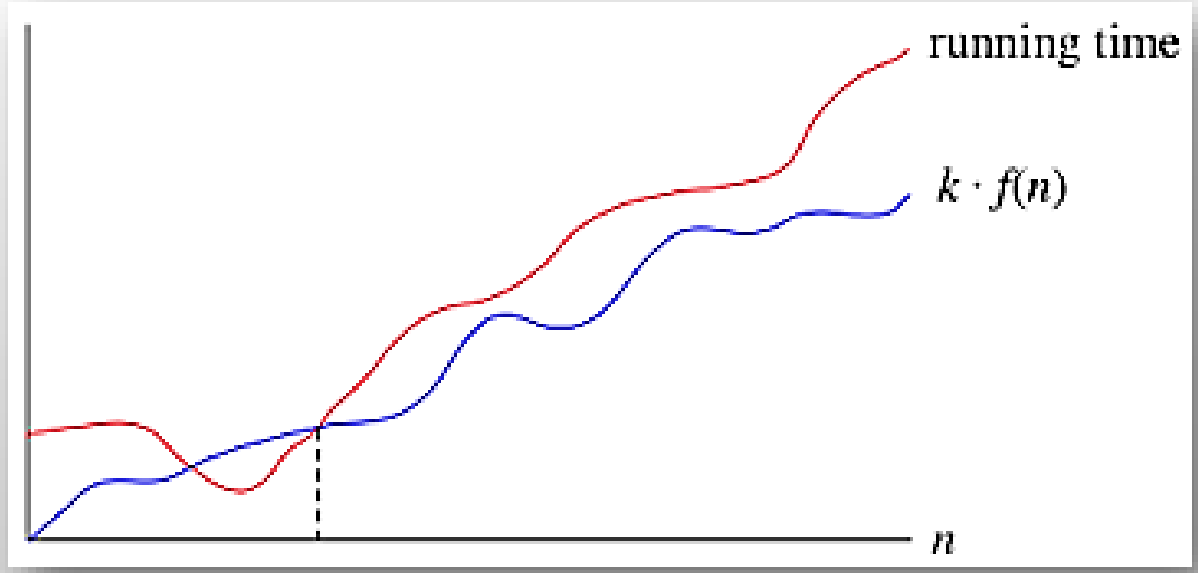
Asimptotik Gösterim Türleri

- *Omega Ω* Gösterimi
- *Big* O Gösterimi
- *Theta Θ* Gösterimi

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Omega (Ω) Gösterimi

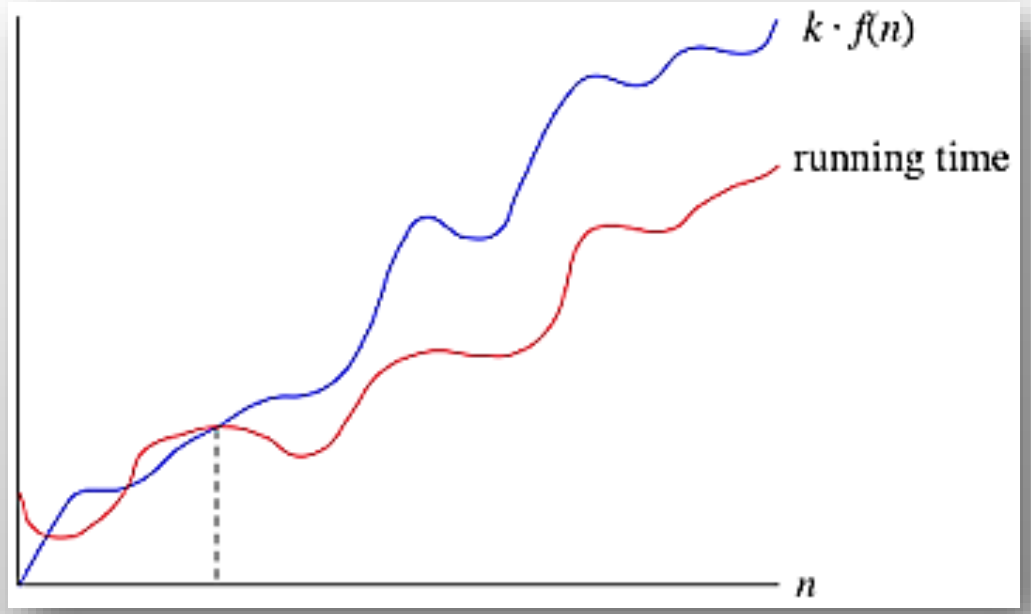
- Bir algoritmanın *en iyi durum* çalışma süresini ifade eder.
- Çalışma süresinin alt sınırını ifade eder.
- En iyi durum çalışma süresi *100 saniye* ise,
- Çalışma süresi *100 saniyeden* uzun sürebilir.
- Ancak, *100 saniyeden* kısa olamaz.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Büyük (Big) O Gösterimi

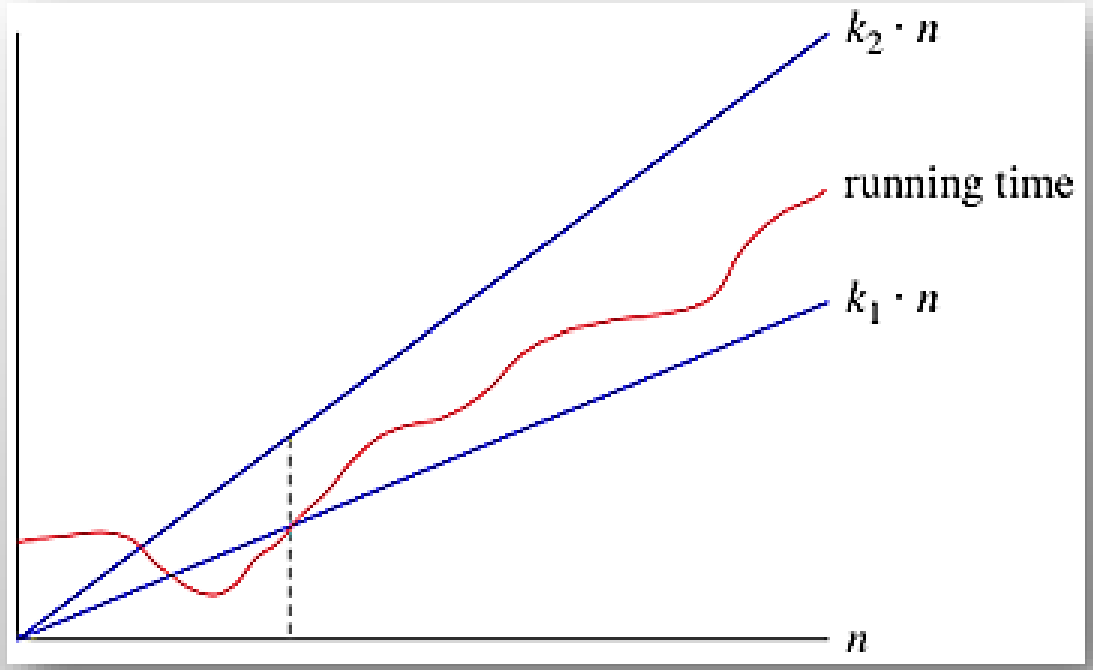
- Bir algoritmanın *en kötü durum* çalışma süresini ifade eder.
- Çalışma süresinin üst sınırını ifade eder.
- En kötü durum çalışma süresi *100 saniye* ise,
- Çalışma süresi *100 saniyeden* kısa sürebilir.
- Ancak, *100 saniyeden* uzun olamaz.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Theta (Θ) Gösterimi

- Algoritmanın hem *en kötü* hem *en iyi durum* çalışma süresini ifade eder.
- Örneğin bir sıralama algoritması,
  - En kötü durum karmaşıklığı *O(nlogn)*
  - En iyi durum karmaşıklığı *Ω(n)* ise,
  - Çalışma süresi *Θ(nlogn)* ile gösterilir.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Doğrusal Arama

```
var doLinearSearch = function(array, targetValue) {
  for (var guess = 0; guess < array.length; guess++) {
    if (array[guess] === targetValue) {
        return guess;  // bulundu!
    }
  }
  return -1;  // bulunamadı
};
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Doğrusal Arama Analizi

- **Zaman Karmaşıklığı:**
  - *c1 x n + c2*
  - *c1* ve *c2* bilgisayarın hızı, programlama dili gibi faktörlere bağlıdır.
- **Big-Θ Notasyonu:**
  - Θ(*n*)
  - Zaman, girdi boyutu *n* ile orantılı olarak büyür.
- *k1* ve *k2* için $k1 \times n \leq T(n) \leq k2 \times n$ geçerlidir.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İlk Elemanı Yazdırma

```
def print_first_element(arr):
    if len(arr) > 0:
        print("First element:", arr[0])
    else:
        print("Array is empty")
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İlk Elemanı Yazdırma

```
def print_first_element(arr):
    if len(arr) > 0:
        print("First element:", arr[0])
    else:
        print("Array is empty")
```

$$T(n) = O(1)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

```
def binary_search(arr, target):
    low, high = 0, len(arr) - 1
    while low <= high:
        mid = (low + high) // 2
        guess = arr[mid]
        if guess == target:
            return mid  # Hedef eleman bulundu
        elif guess < target:
            low = mid + 1
        else:
            high = mid - 1
    return -1  # Hedef eleman bulunamadı
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

```
def binary_search(arr, target):
    low, high = 0, len(arr) - 1
    while low <= high:
        mid = (low + high) // 2
        guess = arr[mid]
        if guess == target:
            return mid  # Hedef eleman bulundu
        elif guess < target:
            low = mid + 1
        else:
            high = mid - 1
    return -1  # Hedef eleman bulunamadı
```

$$T(n) = O(\log n)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Asal Sayı Kontrol

```
def is_prime(n):
    if n <= 1:
        return False
    elif n == 2:
        return True
    elif n % 2 == 0:
        return False
    sqrt_n = int(math.sqrt(n)) + 1
    for i in range(3, sqrt_n, 2):
        if n % i == 0:
            return False
    return True
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Asal Sayı Kontrol

```
def is_prime(n):
    if n <= 1:
        return False
    elif n == 2:
        return True
    elif n % 2 == 0:
        return False
    sqrt_n = int(math.sqrt(n)) + 1
    for i in range(3, sqrt_n, 2):
        if n % i == 0:
            return False
    return True
```

$$T(n) = O(\sqrt{n})$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

En Büyük Elemanı Bulma

```
def find_max(arr):
    if not arr:
        return None  # Dizi boşsa
    max_value = arr[0]
    for element in arr:
        if element > max_value:
            max_value = element
    return max_value
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

En Büyük Elemanı Bulma

```
def find_max(arr):
    if not arr:
        return None  # Dizi boşsa
    max_value = arr[0]
    for element in arr:
        if element > max_value:
            max_value = element
    return max_value
```

$$T(n) = O(n)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Çabuk Sıralama

```
def quicksort(arr):
    if len(arr) <= 1:
        return arr
    else:
        pivot = arr[0]
        less = [x for x in arr[1:] if x <= pivot]
        greater = [x for x in arr[1:] if x > pivot]
        return quicksort(less) + [pivot] + quicksort(greater)
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Çabuk Sıralama

```
def quicksort(arr):
    if len(arr) <= 1:
        return arr
    else:
        pivot = arr[0]
        less = [x for x in arr[1:] if x <= pivot]
        greater = [x for x in arr[1:] if x > pivot]
        return quicksort(less) + [pivot] + quicksort(greater)
```

$$T(n) = O(n \log n)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Kabarcık Sıralama

```
def bubble_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        for j in range(0, n-i-1):
            if arr[j] > arr[j+1]:
                arr[j], arr[j+1] = arr[j+1], arr[j]
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Kabarcık Sıralama

```
def bubble_sort(arr):
    n = len(arr)

    for i in range(n):
        for j in range(0, n-i-1):
            if arr[j] > arr[j+1]:
                arr[j], arr[j+1] = arr[j+1], arr[j]
```

$$T(n) = O(n^2)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Matris Çarpımı

```
def matrix_multiply(A, B):
    result = []
    for i in range(len(A)):
        row = []
        for j in range(len(B[0])):
            element = 0
            for k in range(len(B)):
                element += A[i][k] * B[k][j]
            row.append(element)
        result.append(row)
    return result
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Matris Çarpımı

```
def matrix_multiply(A, B):
    result = []
    for i in range(len(A)):
        row = []
        for j in range(len(B[0])):
            element = 0
            for k in range(len(B)):
                element += A[i][k] * B[k][j]
            row.append(element)
        result.append(row)
    return result
```

$$T(n) = O(n^3)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Permütasyon Oluşturma

```
def generate_all_permutations(elements):
    if len(elements) == 0:            return [[]]
    all = []
    for i in range(len(elements)):
        current = elements[i]
        remainings = elements[:i] + elements[i+1:]
        subs = generate_all_permutations(remainings)
        for sub in subs:
            all.append([current] + sub)
    return all
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Permütasyon Oluşturma

```
def generate_all_permutations(elements):
    if len(elements) == 0:            return [[]]
    all = []
    for i in range(len(elements)):
        current = elements[i]
        remainings = elements[:i] + elements[i+1:]
        subs = generate_all_permutations(remainings)
        for sub in subs:
            all.append([current] + sub)
    return all
```

$T(n) = O(n!)$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Fibonacci Serisi

```
def fibonacci(n, memo={}):
    if n <= 1:
        return n
    elif n not in memo:
        memo[n] = fibonacci(n-1, memo) + fibonacci(n-2, memo)
    return memo[n]
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Fibonacci Serisi

```
def fibonacci(n, memo={}):
    if n <= 1:
        return n
    elif n not in memo:
        memo[n] = fibonacci(n-1, memo) + fibonacci(n-2, memo)
    return memo[n]
```

$$T(n) = O(2^n)$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Sıralama Problemi

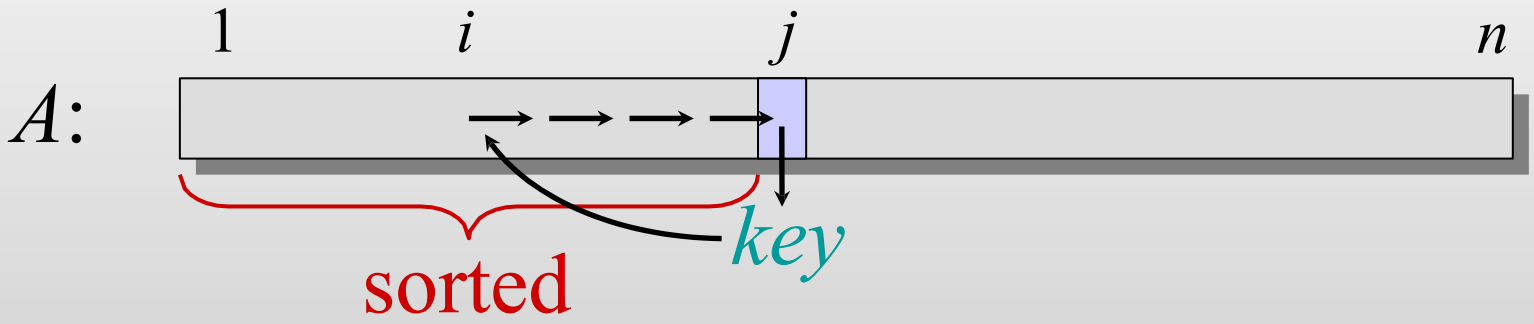
- **Girdi**: $<a_1, a_2, \ldots, a_n>$ sayı dizisi.
- **Çıktı**: $<a'_1, a'_2, \ldots, a'_n>$ sayı dizisi $(a'_1 \leq a'_2 \leq \ldots \leq a'_n)$

- **Örnek**:
  - Girdi: 8 2 4 9 3 6
  - Çıktı: 2 3 4 6 8 9

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Araya Ekleyerek Sıralama

- *Insertion sort*
- Algoritma, bir diziyi sıralamak için iç içe geçmiş iki döngü kullanır.
- Dıştaki döngü, dizinin her elemanını bir kere geçer.
- İçteki döngü ise, mevcut elemanı uygun konuma yerleştirir.
- Zaman karmaşıklığı $O(n^2)$.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Araya Ekleyerek Sıralama

```
def Sirala(A):
    for i in range(1, len(A)):
        key = A[i]
        j = i - 1
        // A[0..i-1] alt dizisi sıralı.
        // Key, uygun konuma yerleştirilir.
        while j >= 0 and A[j] > key:
            A[j + 1] = A[j]
            j = j - 1
        A[j + 1] = key
```

n-1 adımlı dış döngü

en kötü durumda n adımlı iç döngü

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Araya Ekleyerek Sıralama

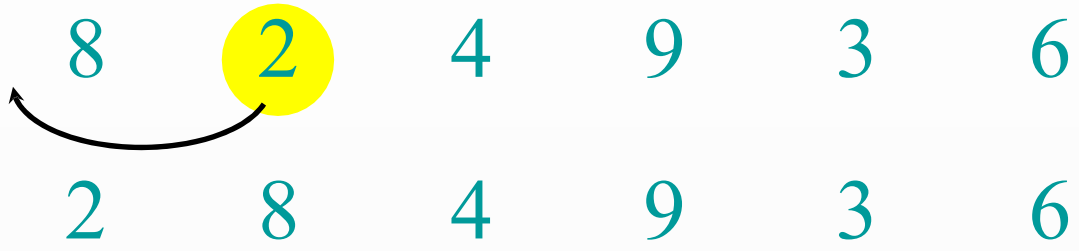
```
public void Sirala(int[] A) {
    for (int i = 1; i < A.length; ++i) {
        int key = A[i];
        int j = i - 1;
        while (j >= 0 && A[j] > key) {
            A[j + 1] = A[j];
            j = j - 1;
        }
        A[j + 1] = key;
    }
}
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Örnek

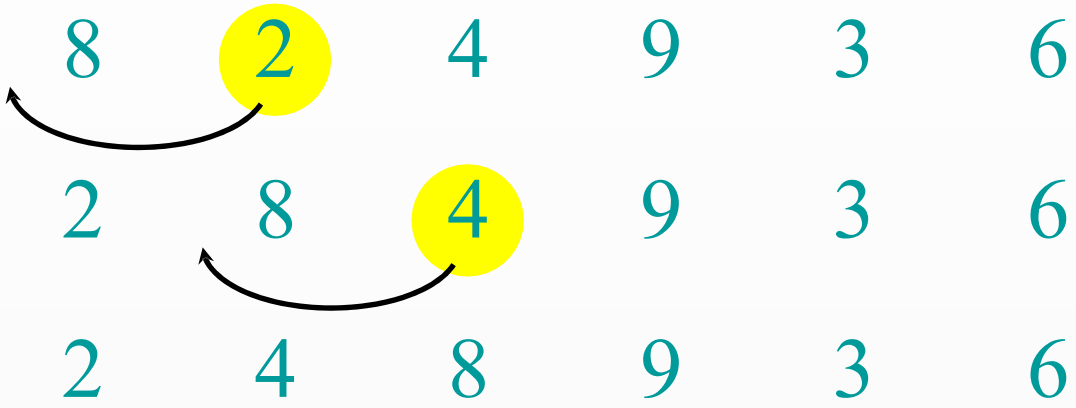
8 2 4 9 3 6

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

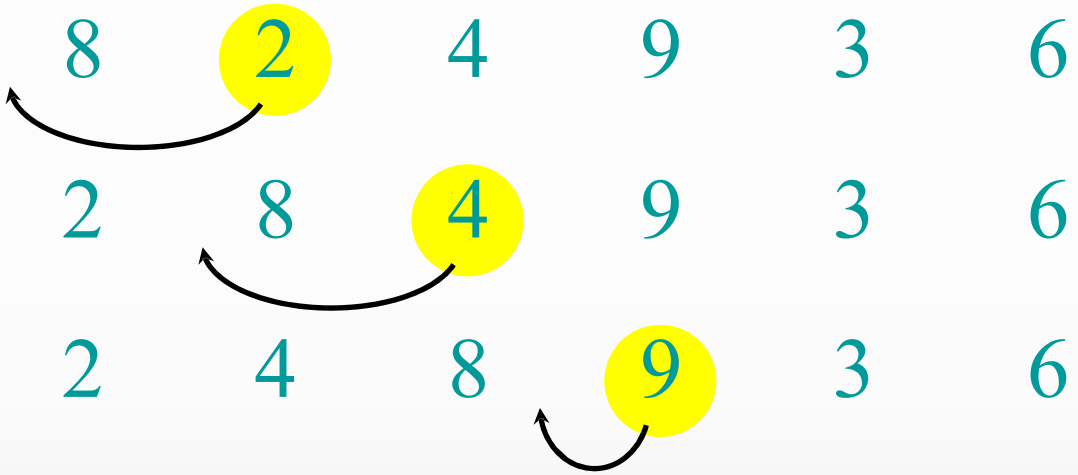


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

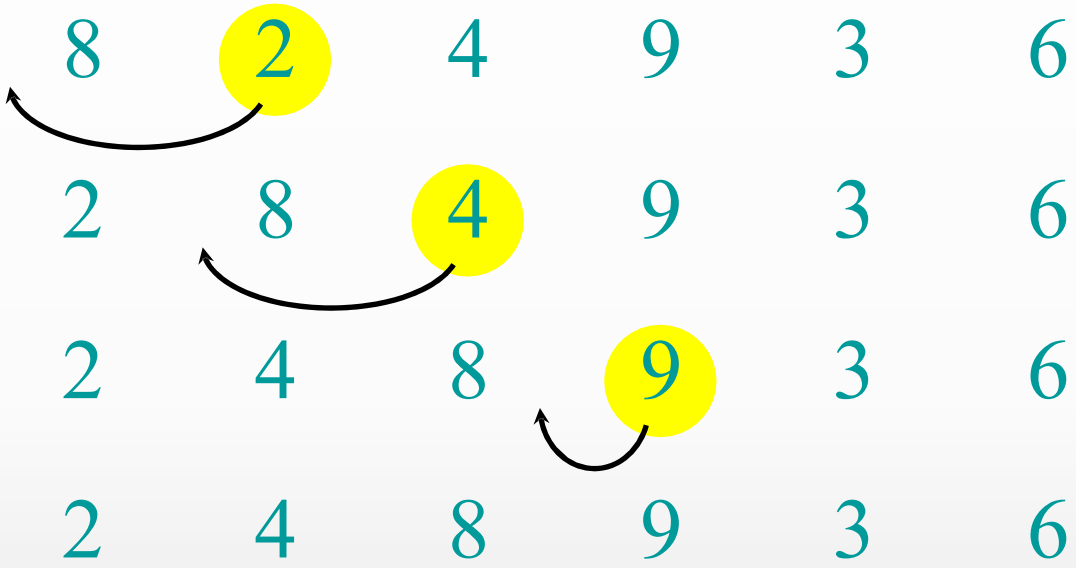
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



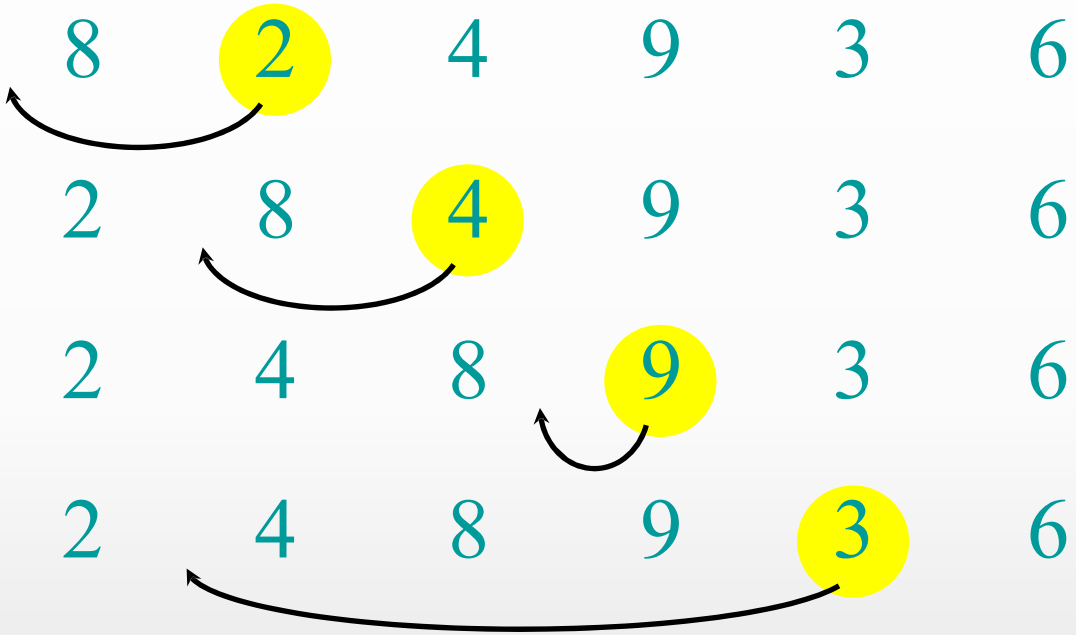
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



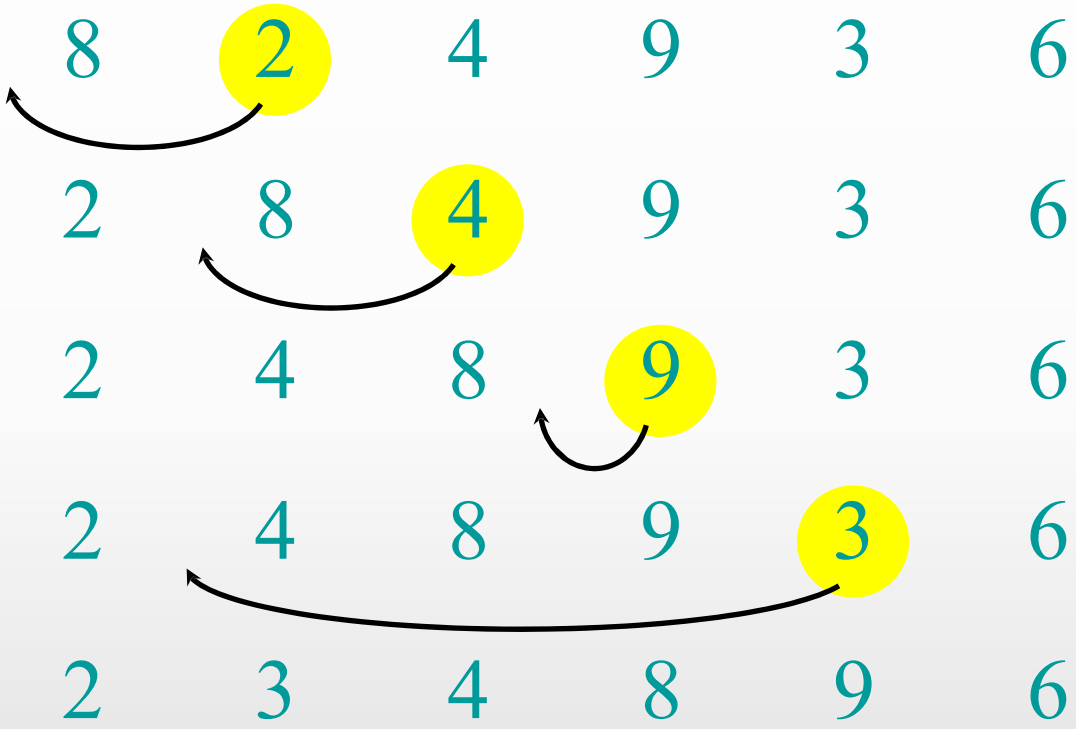
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



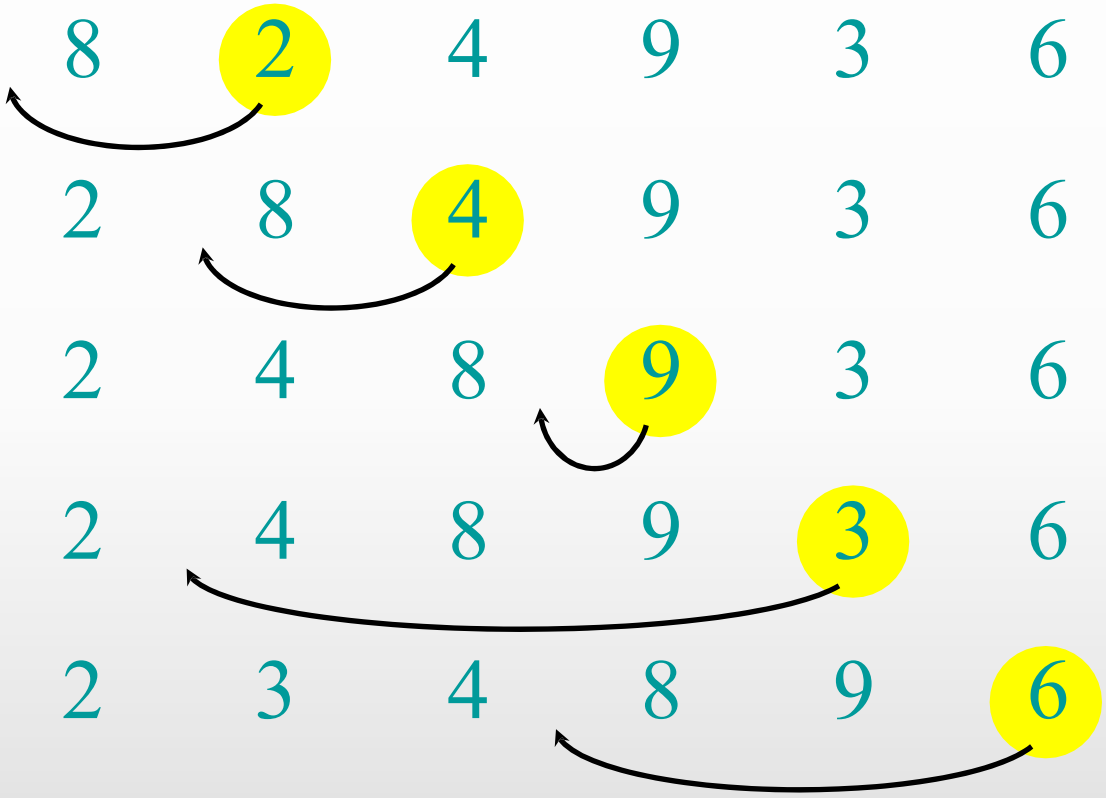
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



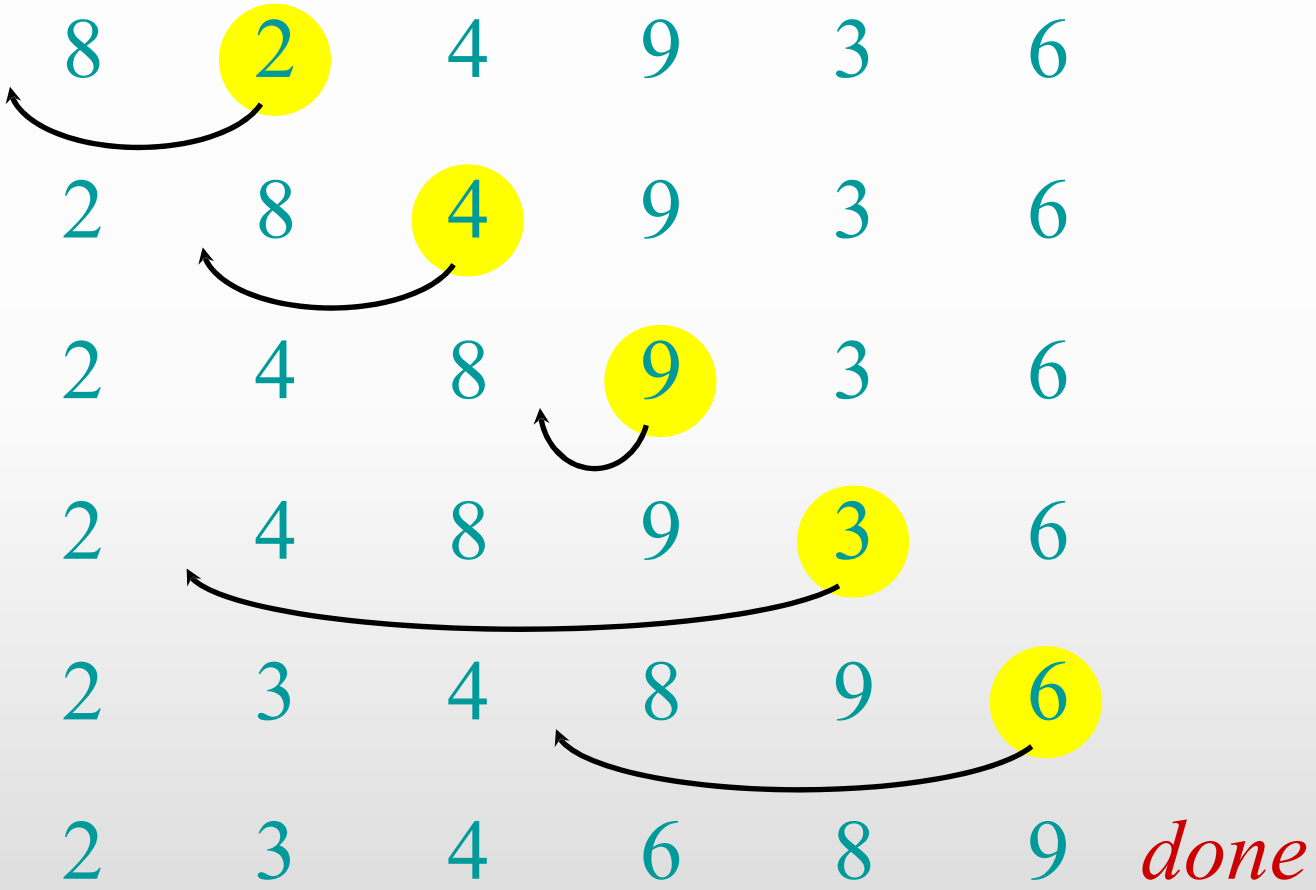
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Çalışma Süresi

- Girdi durumuna bağlı.
  - Dizi zaten sıralı ise, sıralamak kolay. ☺
- Girdi boyutuna bağlı.
  - Dizi az elemanlı ise, sıralamak kısa sürer. ☺
- Çalışma süresi olarak en kötü durum ele alınır.
  - Çünkü herkes garanti ister. ☺

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Analiz Türleri

- **Kötü Durum**: (*usually*)
  - *T(n)* = *n* boyutlu diziyi sıralamak için gereken maksimum süre
- **Orta Durum**: (*sometimes*)
  - *T(n)* = *n* boyutlu diziyi sıralamak için beklenen süre
- **İyi Durum**: (*bogus*)
  - Özel veya hileli bir girdiyi sıralamak için geçen süre

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Makineden Bağımsız Çalışma Süresi

- Araya sokarak sıralamanın en kötü durum zaman karmaşıklığı: $O(n^2)$
  - Girdi *tersten sıralı* ise gerçekleşir.
- Bilgisayarın hızına göre çalışma süresi değişebilir.
  - *Asimptotik analiz*, büyüme oranına odaklanır.
  - Makineye bağlı *sabit faktörler* göz ardı edilir.
- Analiz için $T(n)$'nin büyüme oranına bakılır.
  - Girdi boyutu n sonsuza gittikçe, $(n \rightarrow \infty)$
  - Yalnızca, en önemli (*üssü büyük olan*) terim değerlendirilir.
- $T(n) = 3n^2 + 2n + 5 = O(n^2)$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Θ-notation

- $\Theta(g(n))$ = { $f(n)$: tüm $n \geq n_0$ değerleri için $0 \leq c_1\, g(n) \leq f(n) \leq c_2\, g(n)$ şartını sağlayan c_1, c_2, ve n_0 pozitif katsayılar vardır. }
- **Örnek**:
  - $T(n) = 3n^3 + 90n^2 - 5n + 6046$
- Düşük kuvvetli terimleri sil.
  - $T(n) = 3n^3$
- Katsayıları kaldır.
  - $T(n) = \Theta(n^3)$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirerek Sıralama

MergeSort A[1 . . n]

n = 1 ise işlem tamam.

liste1 = MergeSort A[1 . . n/2]

liste2 = MergeSort A[n/2 +1 . . n]

2 sıralı listeyi birleştir. (*Merge*)

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirerek Sıralama

MergeSort A[1 . . n] *T(n)*

n = 1 ise işlem tamam.

liste1 = MergeSort A[1 . . n/2]

liste2 = MergeSort A[n/2 +1 . . n]

2 sıralı listeyi birleştir. (*Merge*)

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirerek Sıralama

MergeSort A[1 . . n] *T(n)*

n = 1 ise işlem tamam. *Θ(1)*

liste1 = MergeSort A[1 . . n/2]

liste2 = MergeSort A[n/2 +1 . . n]

2 sıralı listeyi birleştir. (*Merge*)

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirerek Sıralama

MergeSort A[1 . . n] *T(n)*

n = 1 ise işlem tamam. *Θ(1)*

liste1 = MergeSort A[1 . . n/2] *T(n/2)*

liste2 = MergeSort A[n/2 +1 . . n]

2 sıralı listeyi birleştir. (*Merge*)

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirerek Sıralama

MergeSort A[1 . . n] *T(n)*

n = 1 ise işlem tamam. *Θ(1)*

liste1 = MergeSort A[1 . . n/2] *T(n/2)*

liste2 = MergeSort A[n/2 +1 . . n] *T(n/2)*

2 sıralı listeyi birleştir. (*Merge*)

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirerek Sıralama

MergeSort A[1 . . n] *T(n)*

n = 1 ise işlem tamam. *Θ(1)*

liste1 = MergeSort A[1 . . n/2] *T(n/2)*

liste2 = MergeSort A[n/2 +1 . . n] *T(n/2)*

2 sıralı listeyi birleştir. (*Merge*) *Θ(n)*

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)

20 12

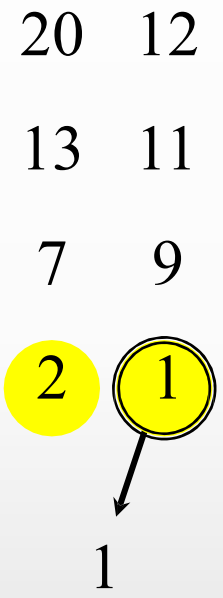
13 11

7 9

2 1

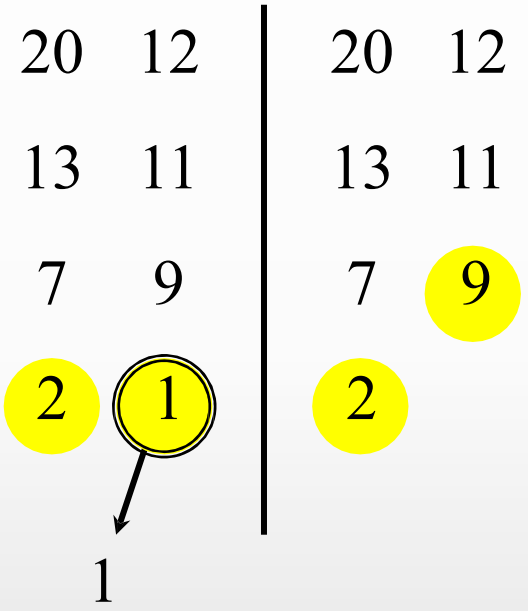
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



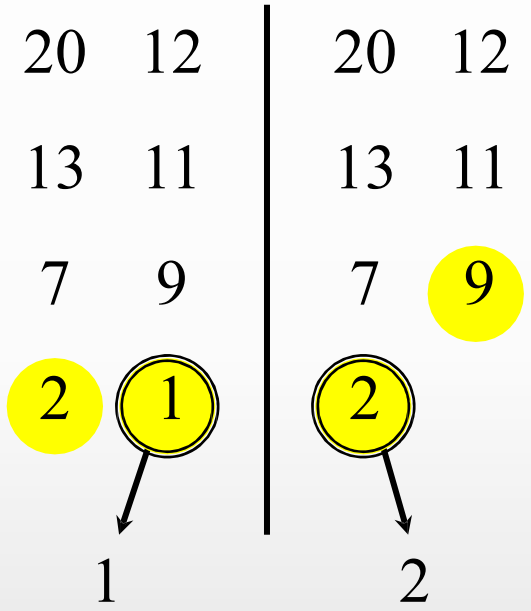
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



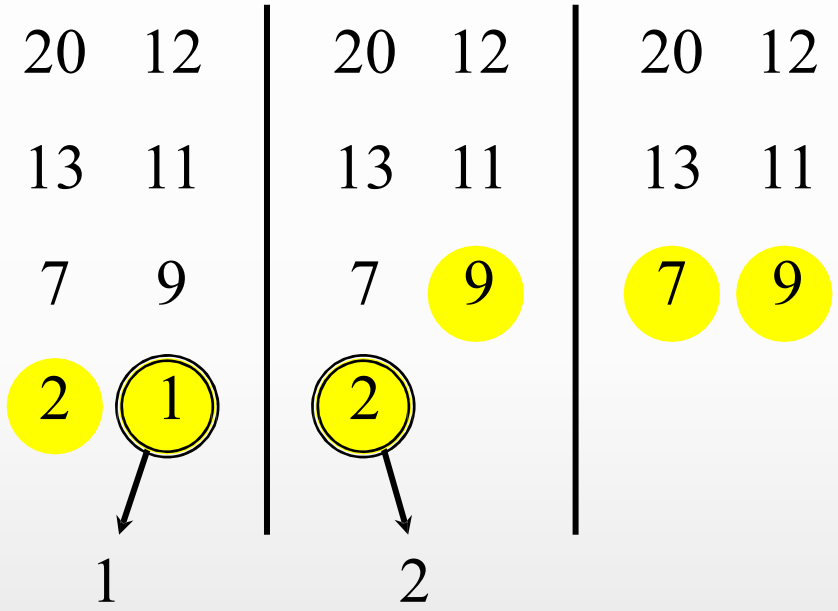
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



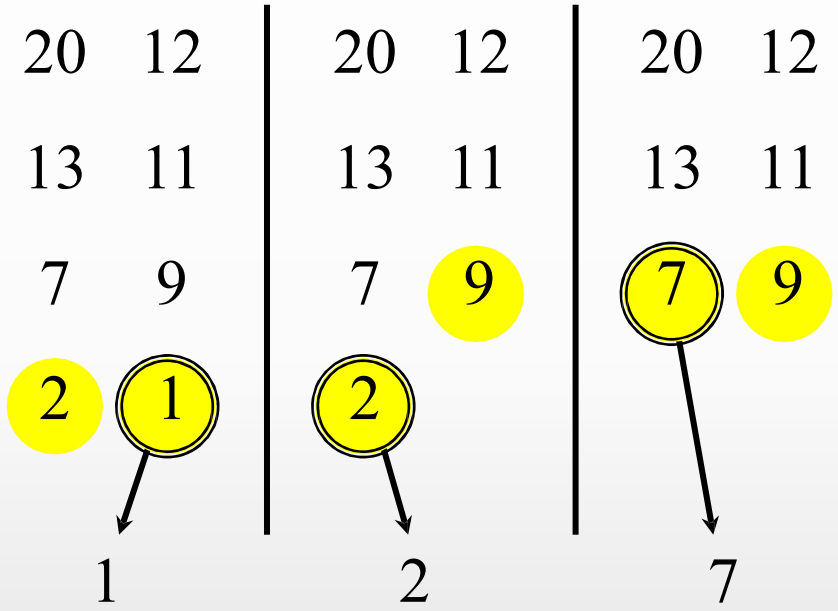
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



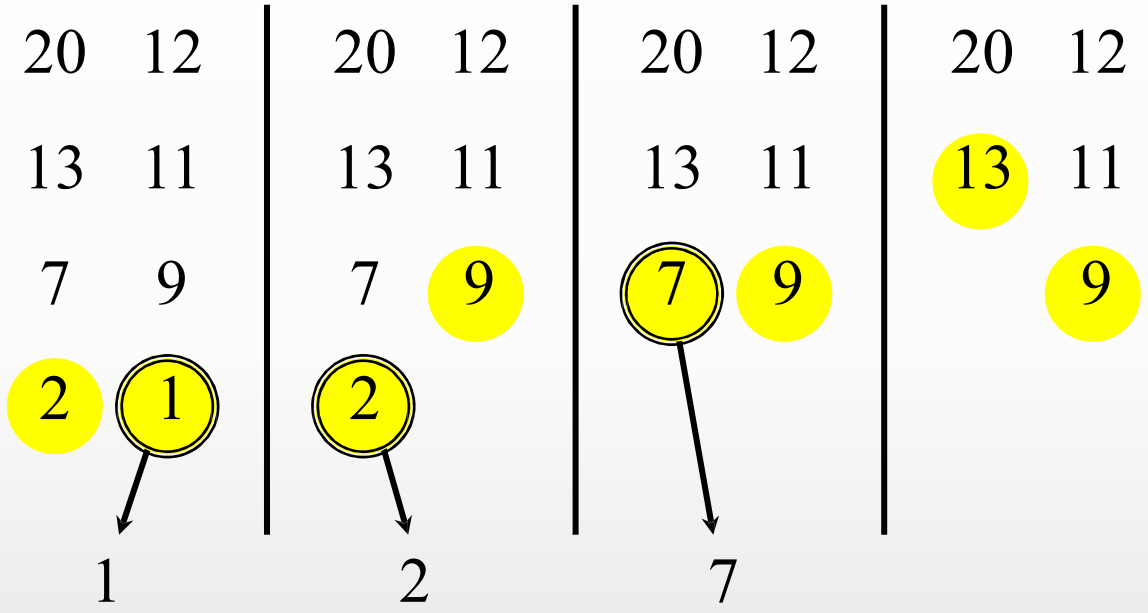
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



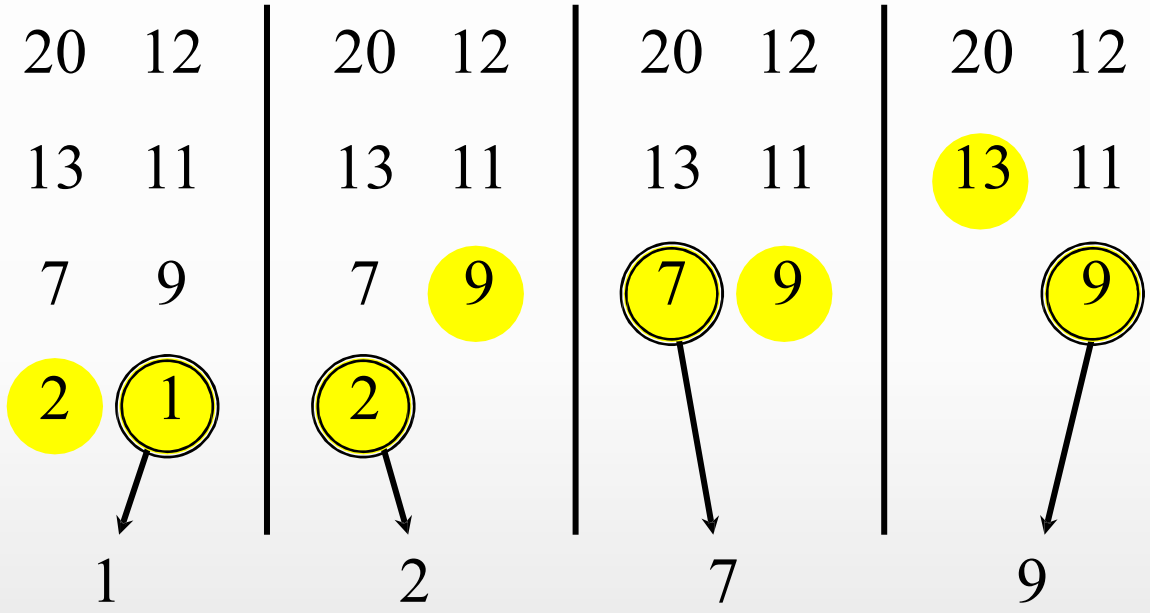
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



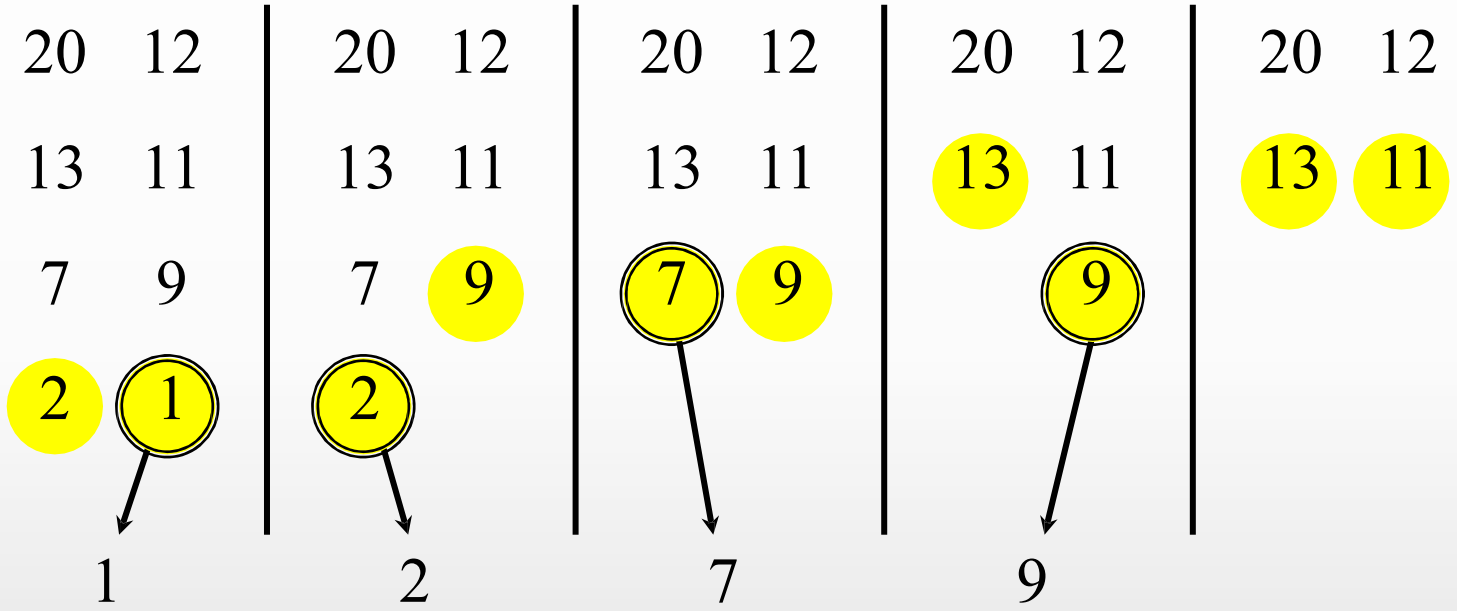
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



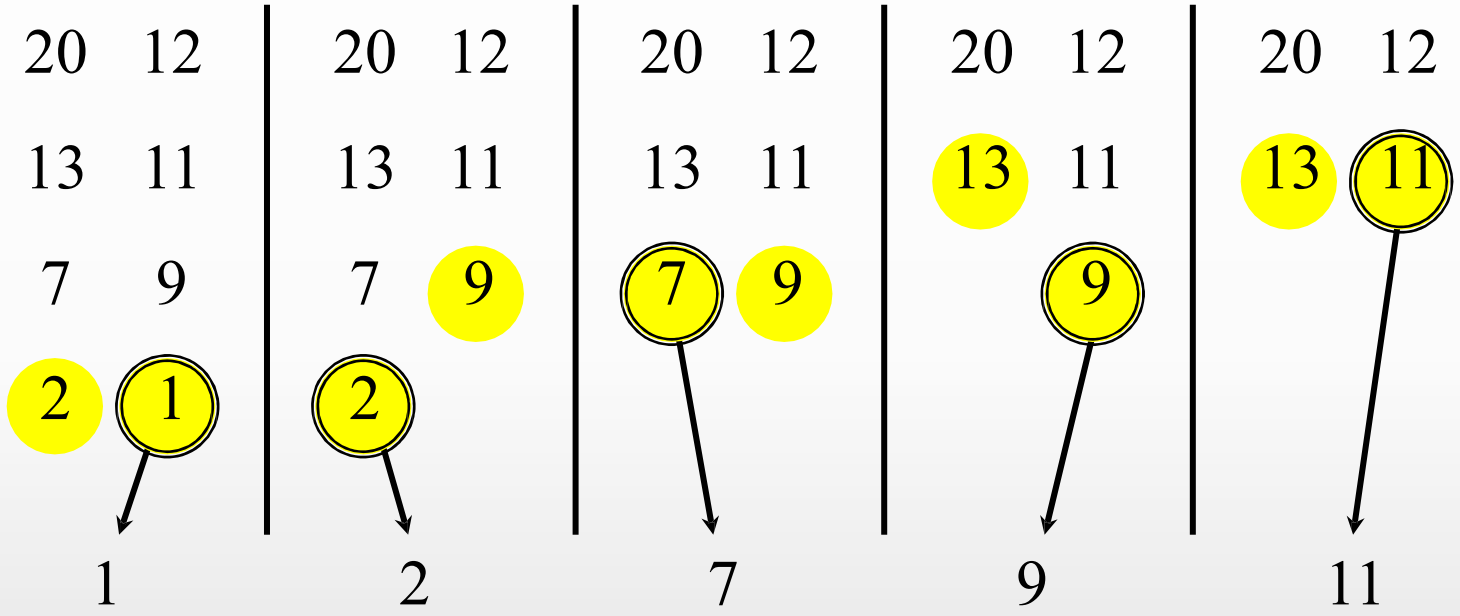
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



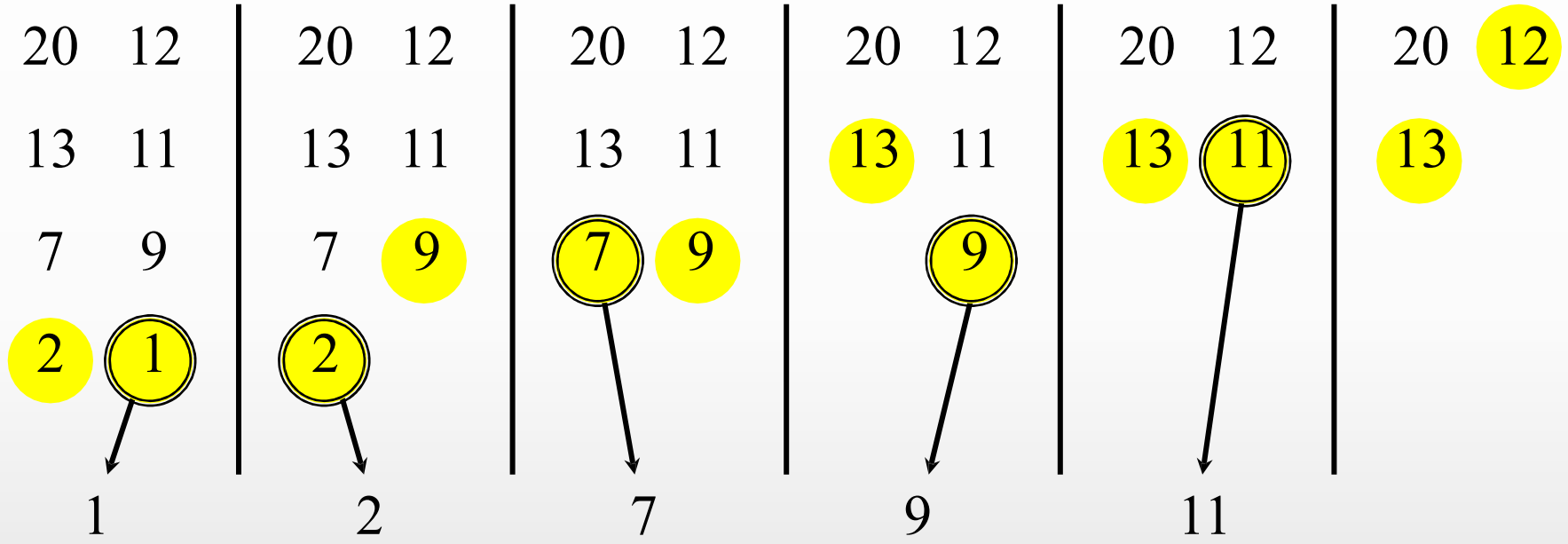
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



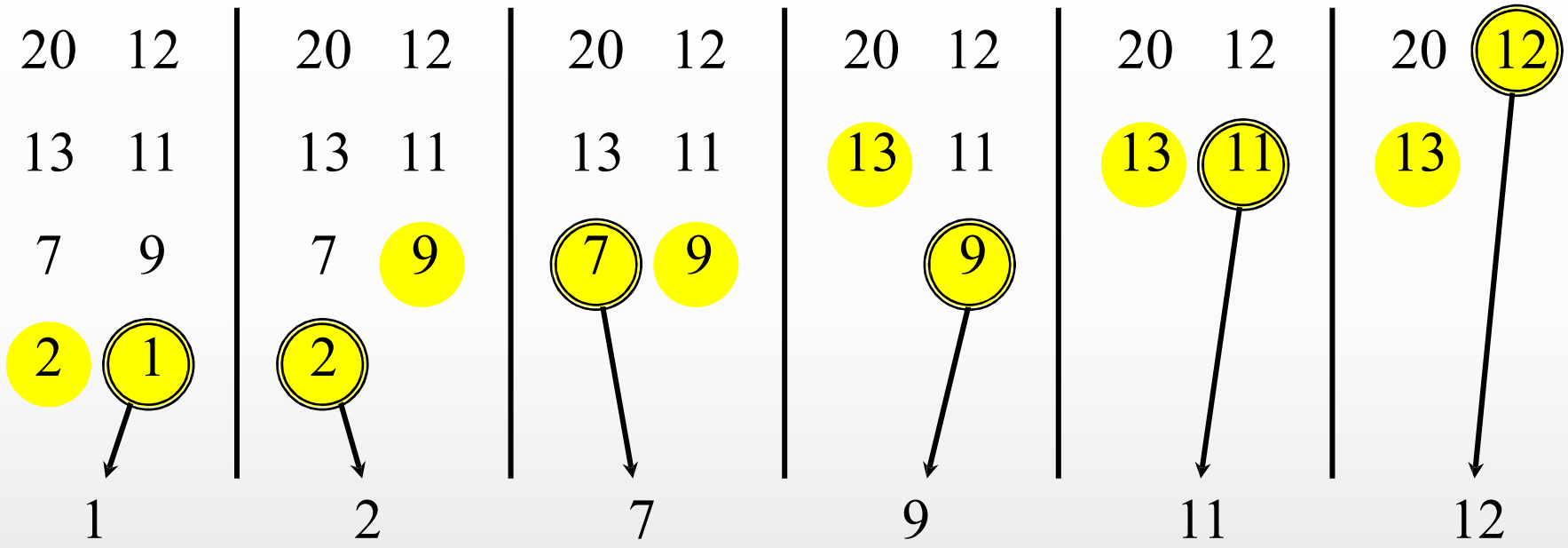
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



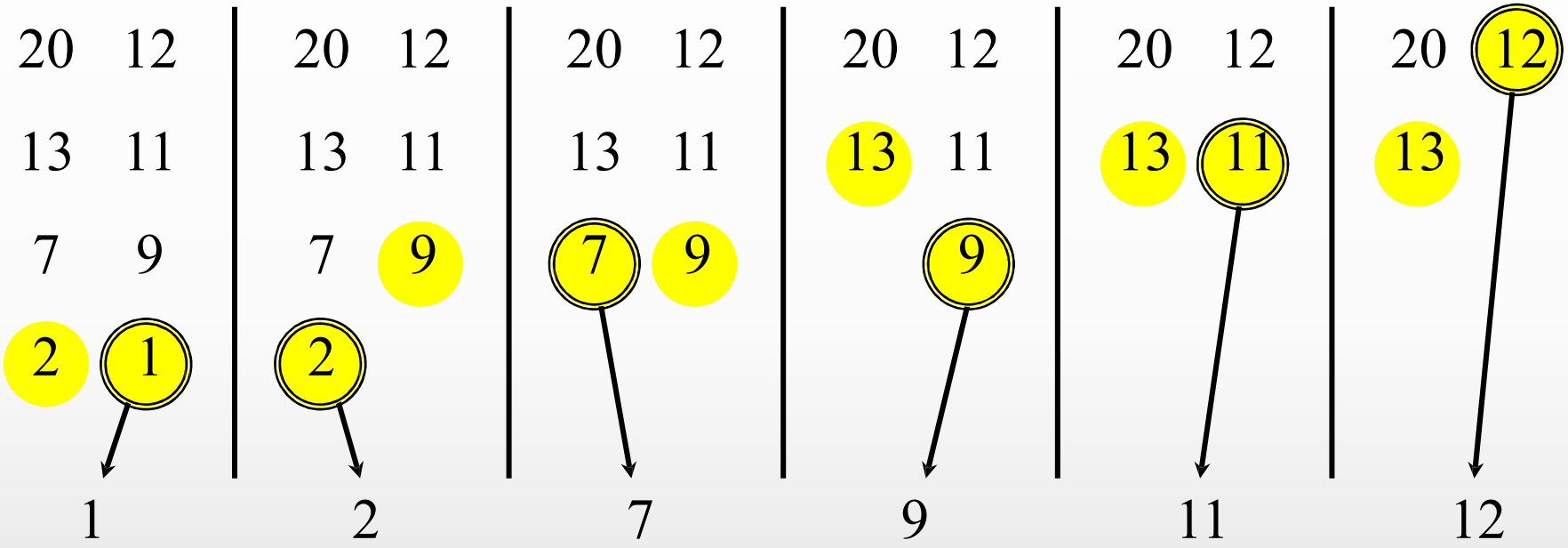
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Birleştirme İşlemi (Merge)



- n elemanlı listeyi birleştirmek için $T(n) = \Theta(n)$.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- *Binary Search*
- Sıralı listede bir elemanı arar.
  - Böl (*Divide*): orta elemanı kontrol et.
  - Fethet (*Conquer*): seçilen alt diziyi özyinelemeli olarak ara.
  - Birleştir (*Combine*): önemsiz (*trivial*).

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- **Örnek**: 9'u bul.

3	5	7	8	9	12	15

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- **Örnek**: 9'u bul.

3	5	7	8	9	12	15

3	5	7	8	9	12	15

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- **Örnek**: 9'u bul.

3	5	7	8	9	12	15

3	5	7	8	9	12	15

3	5	7	8	9	12	15

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- **Örnek**: 9'u bul.

3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- **Örnek**: 9'u bul.

3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- **Örnek**: 9'u bul.

3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	**8**	9	12	15
3	5	7	8	9	12	15
3	5	7	8	9	**12**	15
3	5	7	8	**9**	12	15

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

İkili Arama

- *Binary Search*
- Sıralı listede bir elemanı arar. *T(n)*
  - Böl (*Divide*): orta elemanı kontrol et. *Θ(1)*
  - Fethet (*Conquer*): seçilen alt diziyi özyinelemeli olarak ara. *T(n/2)*
  - Birleştir (*Combine*): önemsiz (*trivial*). *Θ(1)*

$$T(n) = 1\,T(n/2) + \Theta(1)$$

alt problem sayısı

alt problem büyüklüğü

bölme ve birleştirme

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Matris Çarpımı

Girdi: $A = [a_{ij}], B = [b_{ij}].$

Çıktı: $C = [c_{ij}] = A \cdot B.$

$$\left.\begin{array}{l} \text{Girdi: } A = [a_{ij}], B = [b_{ij}]. \\ \text{Çıktı: } C = [c_{ij}] = A \cdot B. \end{array}\right\} \; i, j = 1, 2, \ldots, n.$$

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} \cdot b_{kj}$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Matris Çarpımı

for $i = 1$ **to** n
  do for $j = 1$ **to** n
    do $c_{ij} = 0$
      for $k = 1$ **to** n
        do $c_{ij} = c_{ij} + a_{ik} \cdot b_{kj}$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Matris Çarpımı

```
for i = 1 to n
  do for j = 1 to n
    do c_ij = 0
      for k = 1 to n
        do c_ij = c_ij + a_ik · b_kj
```

Çalışma süresi $T(n) = \Theta(n^3)$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Bir Sayının Üssünü Alma

- **Problem**: a^n 'i hesapla (n € N).
- Doğal algoritma:
  - $a^n = a \; x \; a \; x \; a \; ....$
  - $\Theta(n)$.
- Böl ve Fethet algoritması:

$$a^n = \begin{cases} a^{n/2} \cdot a^{n/2} & n \text{ çift ise;} \\ a^{(n-1)/2} \cdot a^{(n-1)/2} \cdot a & n \text{ tek ise.} \end{cases}$$

$$T(n) = T(n/2) + \Theta(1) \quad \Rightarrow \quad T(n) = \Theta(\lg n) \; .$$

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclid Algoritması

- En büyük ortak bölen (EBOB) bulmaya yarar.
- En eski ve en basit EBOB bulma algoritması.
- Verimli ve hızlı bir şekilde çalışır.
- Her adımda sayıların büyüklüğü en az yarıya yakın oranda azalır.
- En kötü senaryo, ardışık Fibonacci sayıları ile olur.
- O(log min(a, b))

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclid Algoritması

- Adım 1: Verilen iki sayıdan büyük olanı diğerine böler ve kalanı alır.
- Adım 2: Kalanı sıfır yapana kadar bu işlemi tekrarlar.
- Adım 3: Kalan sıfır olduğunda, bölen sayı en büyük ortak bölen olur.

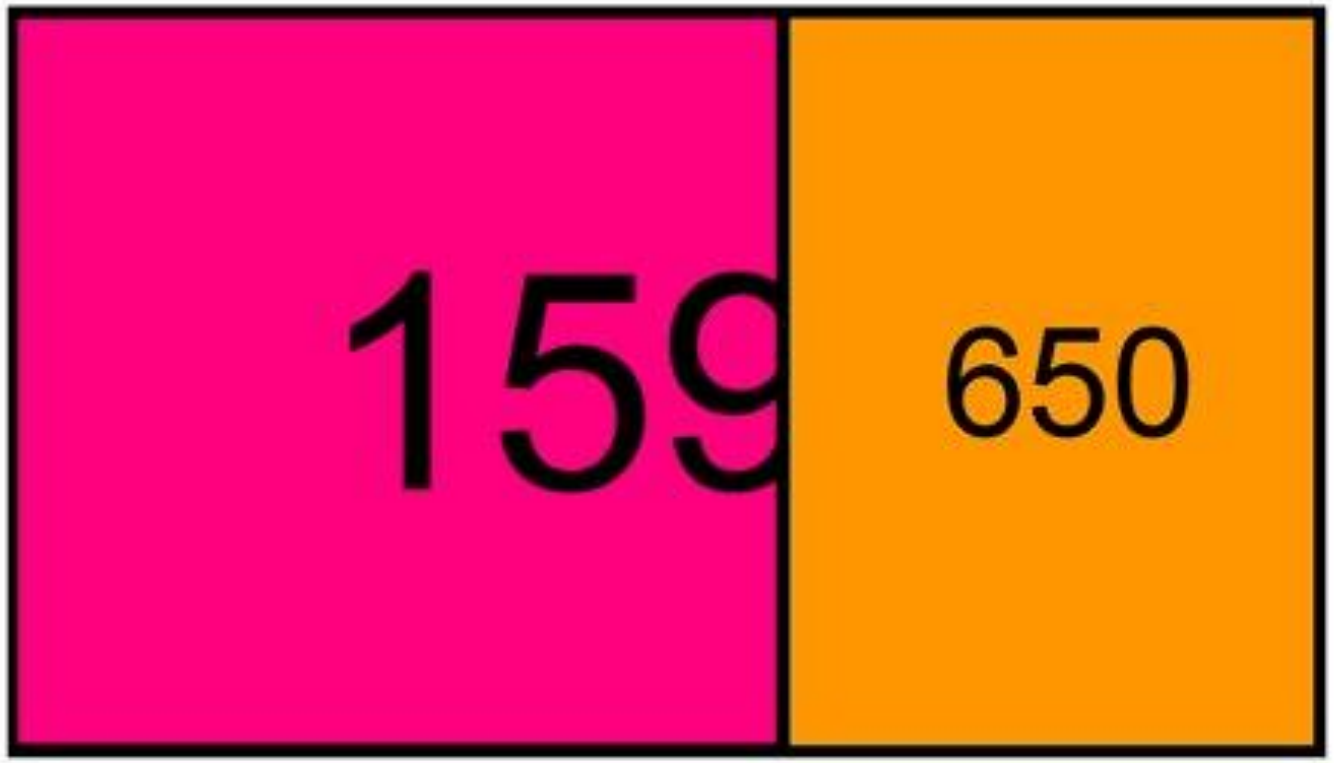
```
def gcd(a, b):
    if b == 0:
        return a
    return gcd(b, a % b)
```


Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm

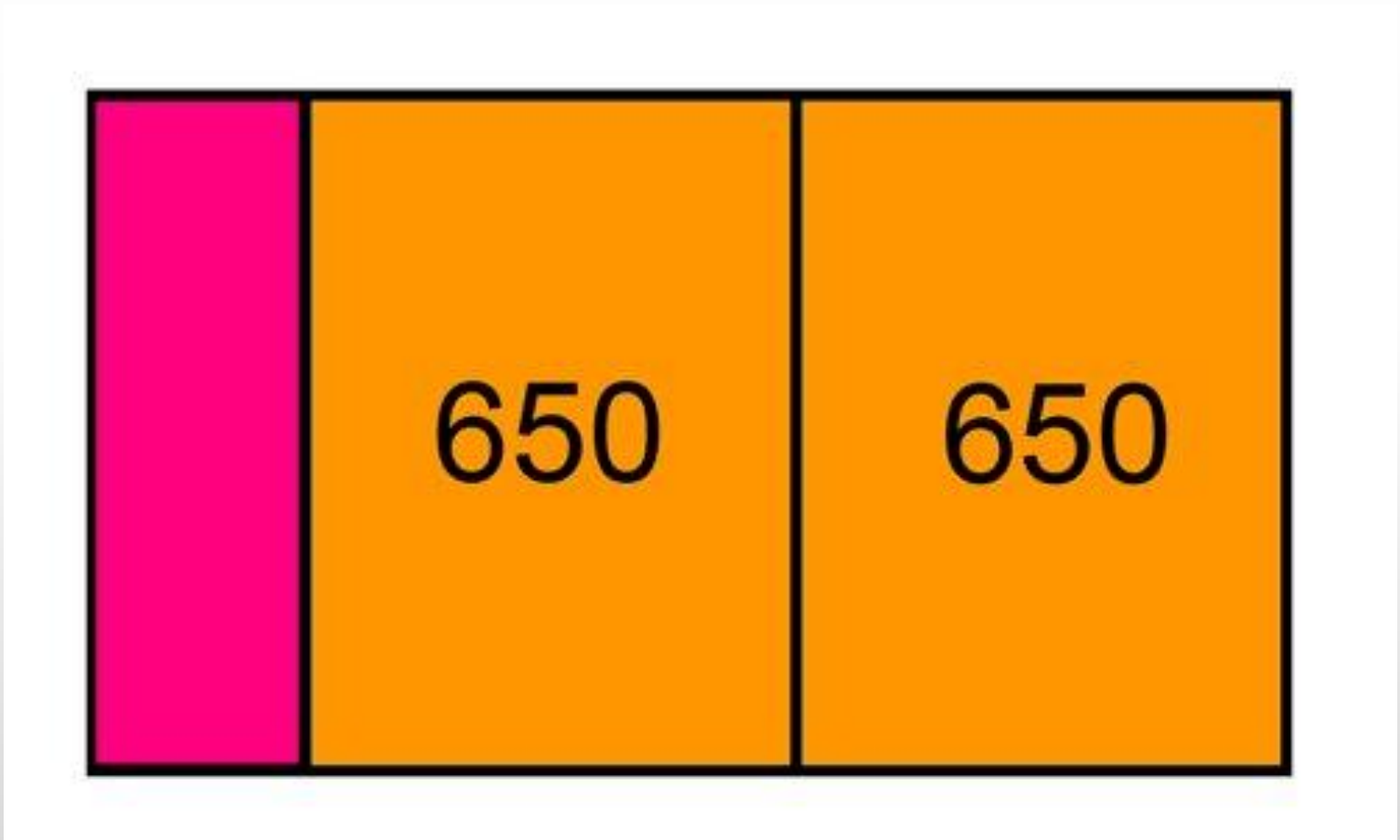
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



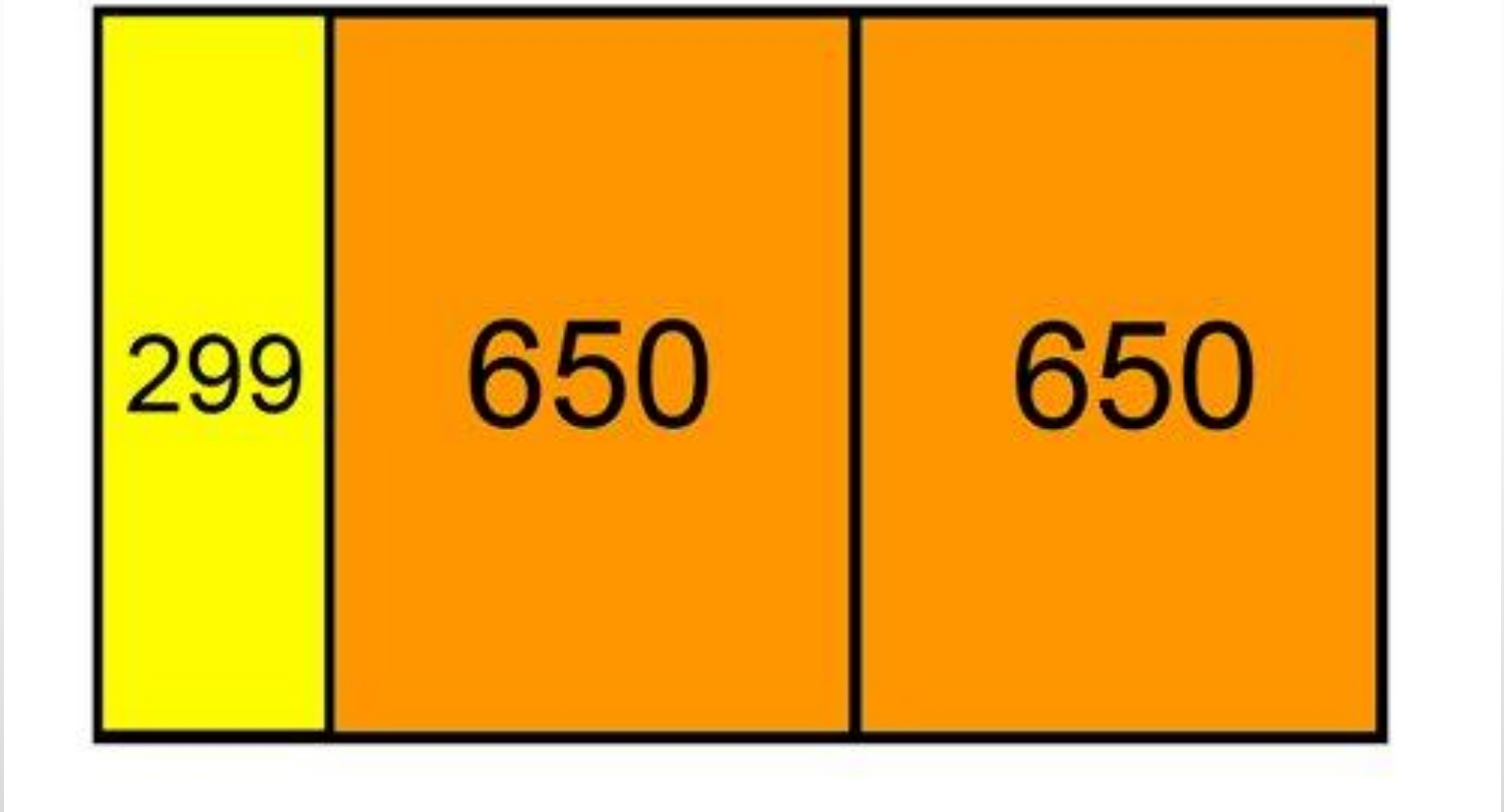
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



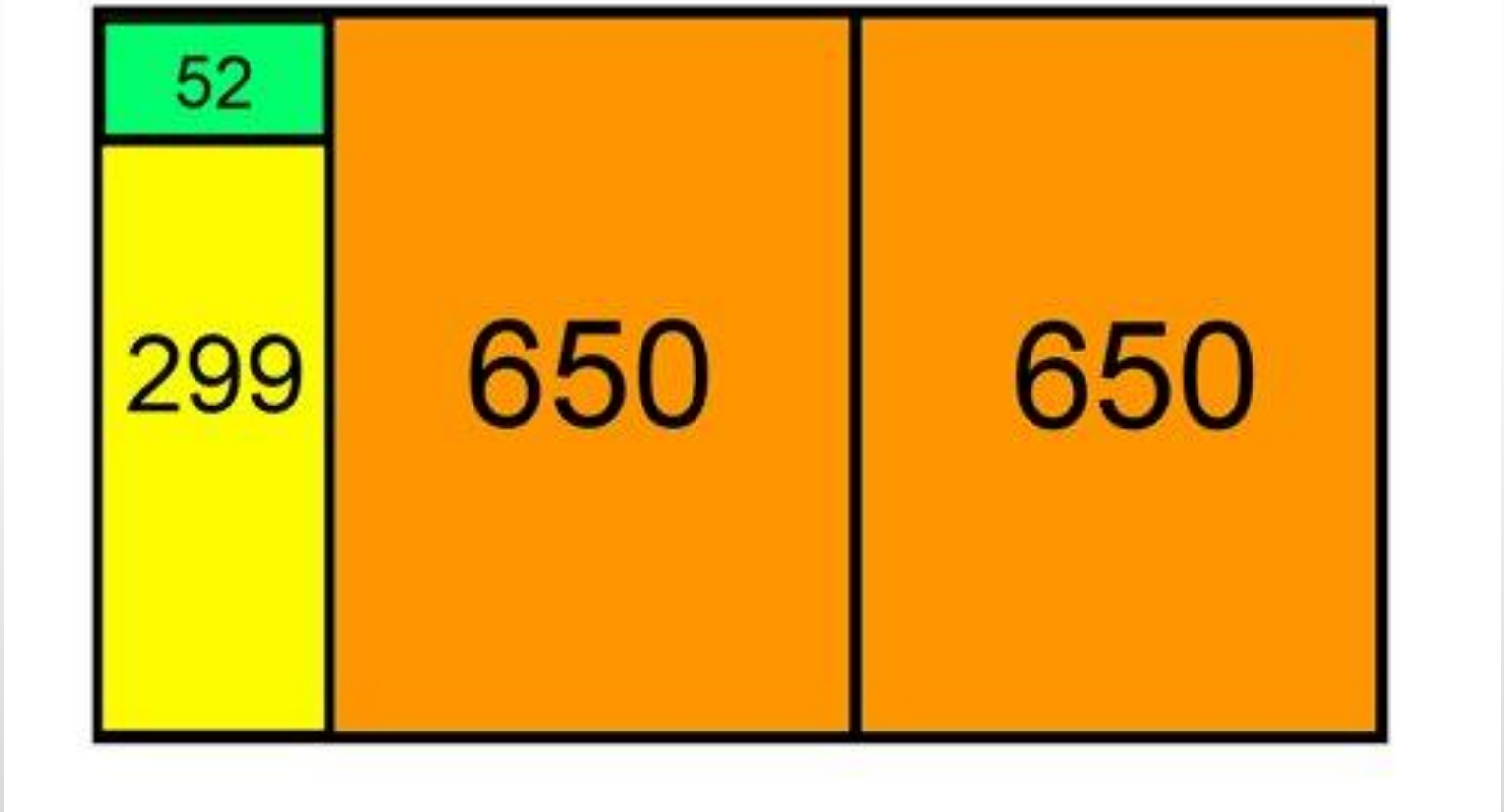
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



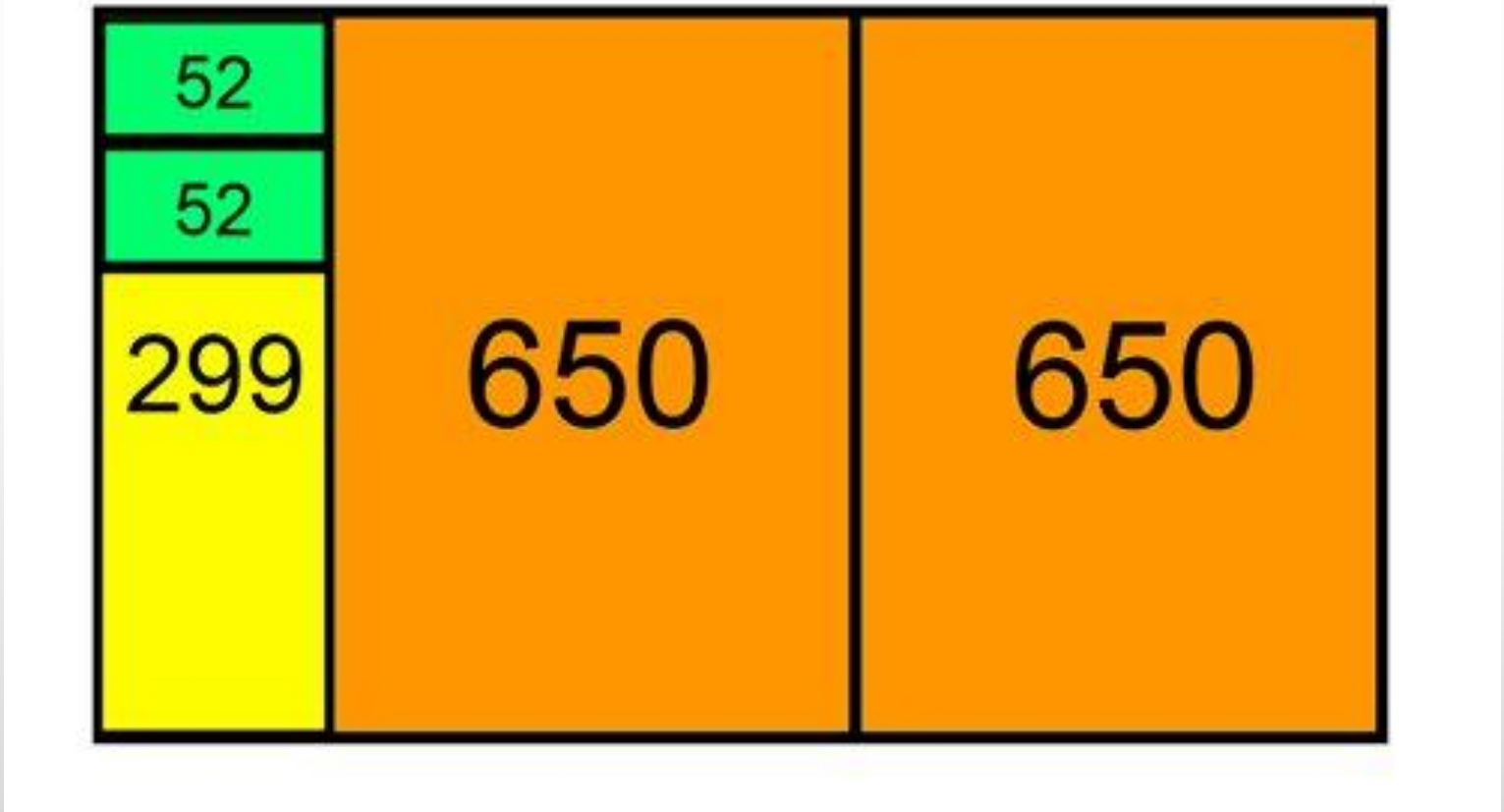
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



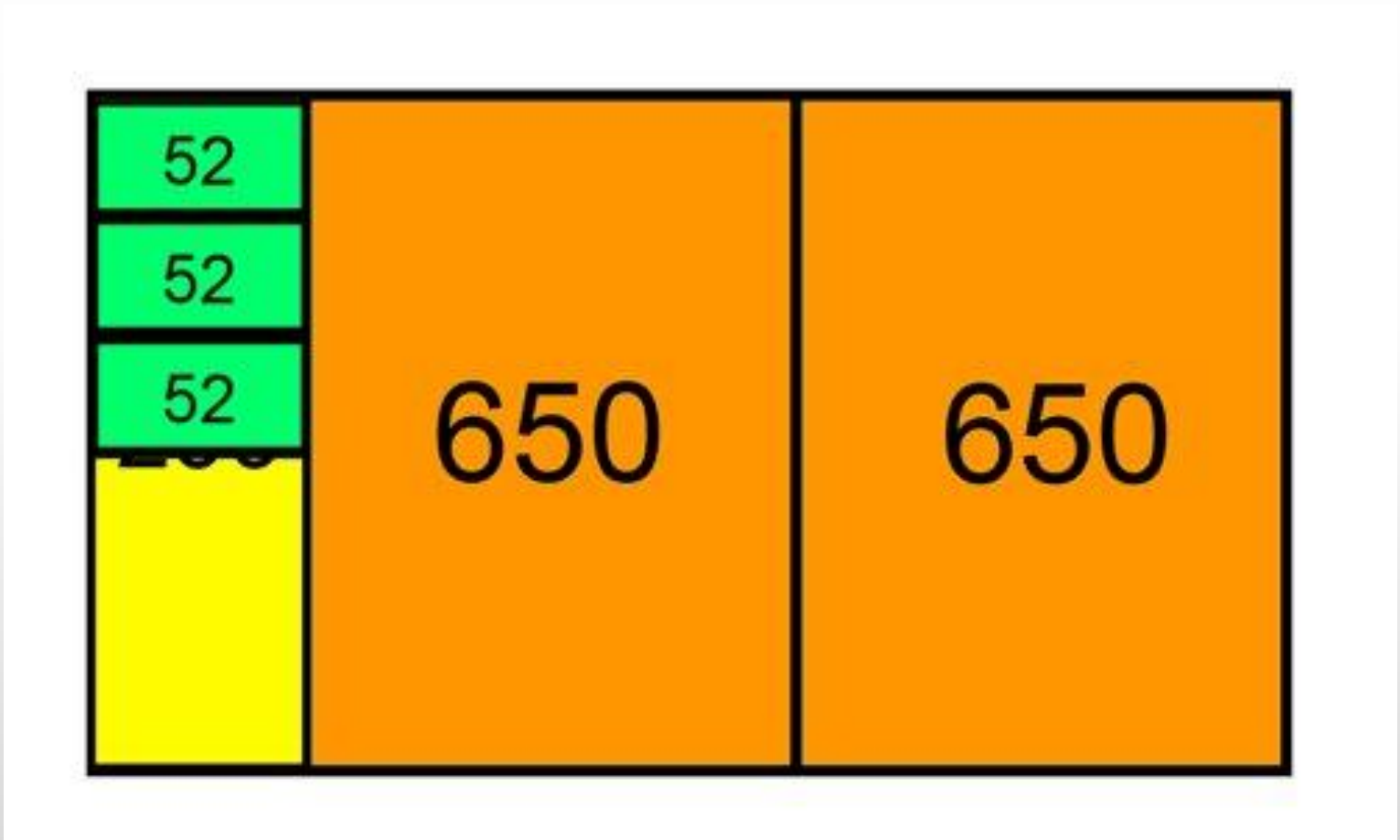
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



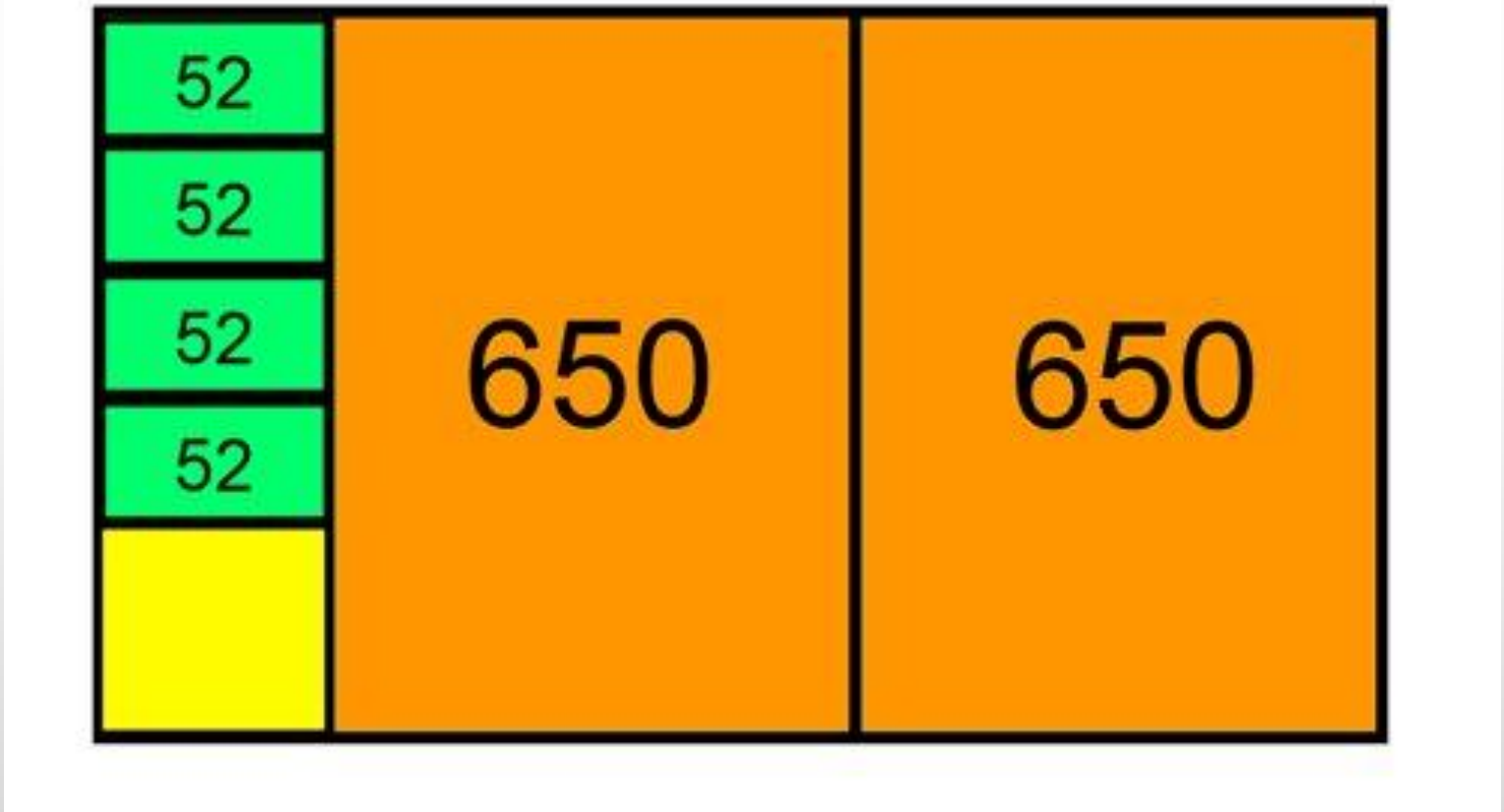
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



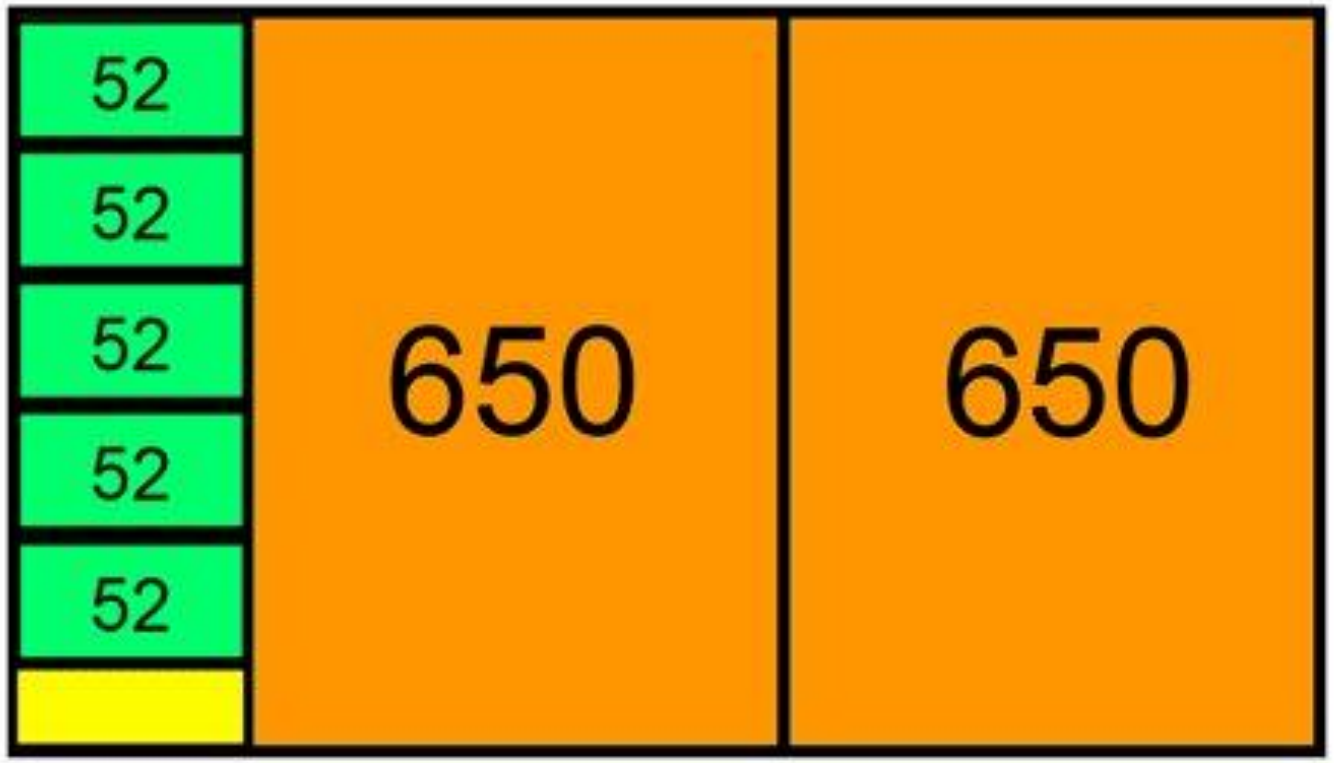
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



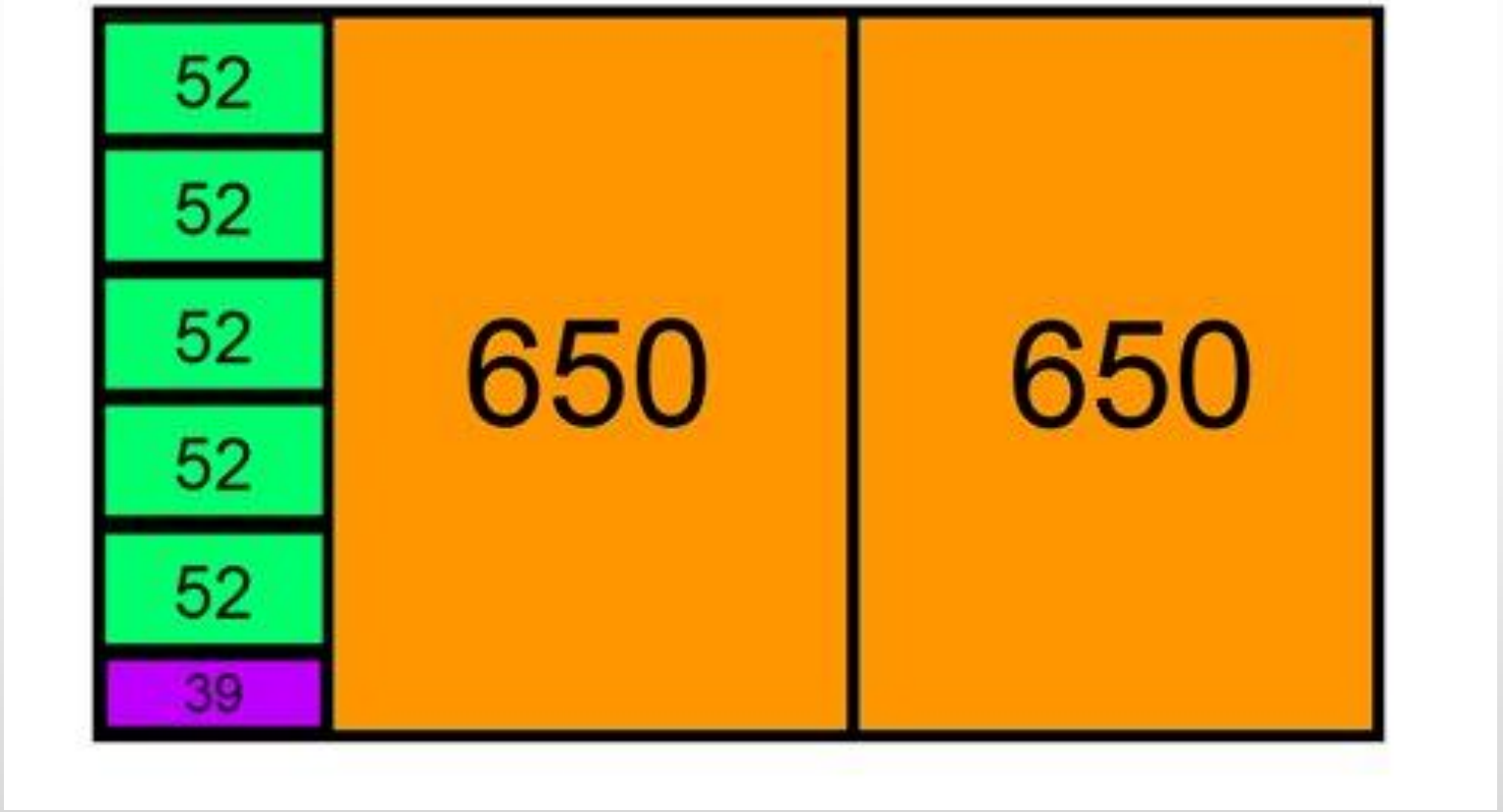
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



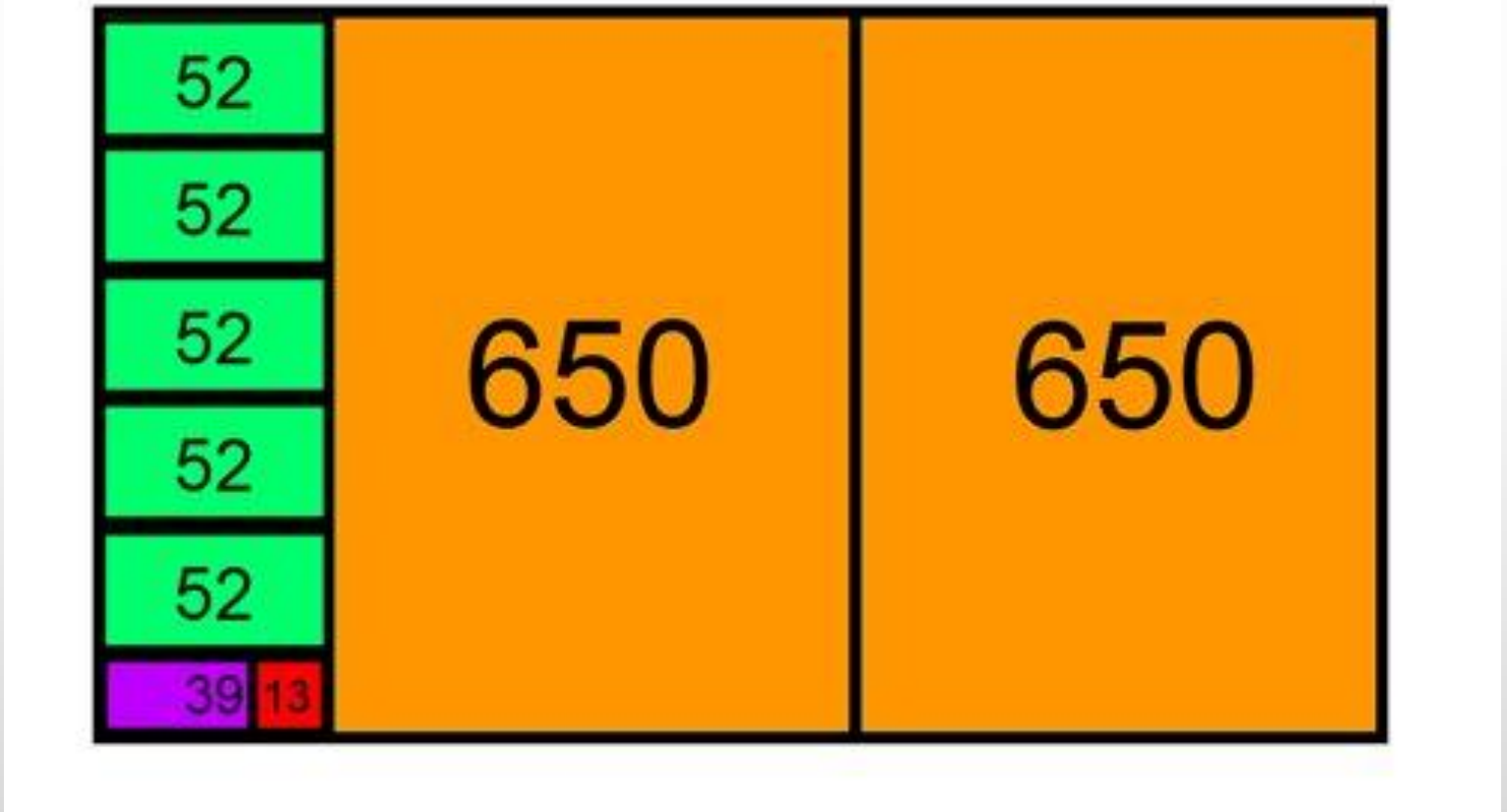
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



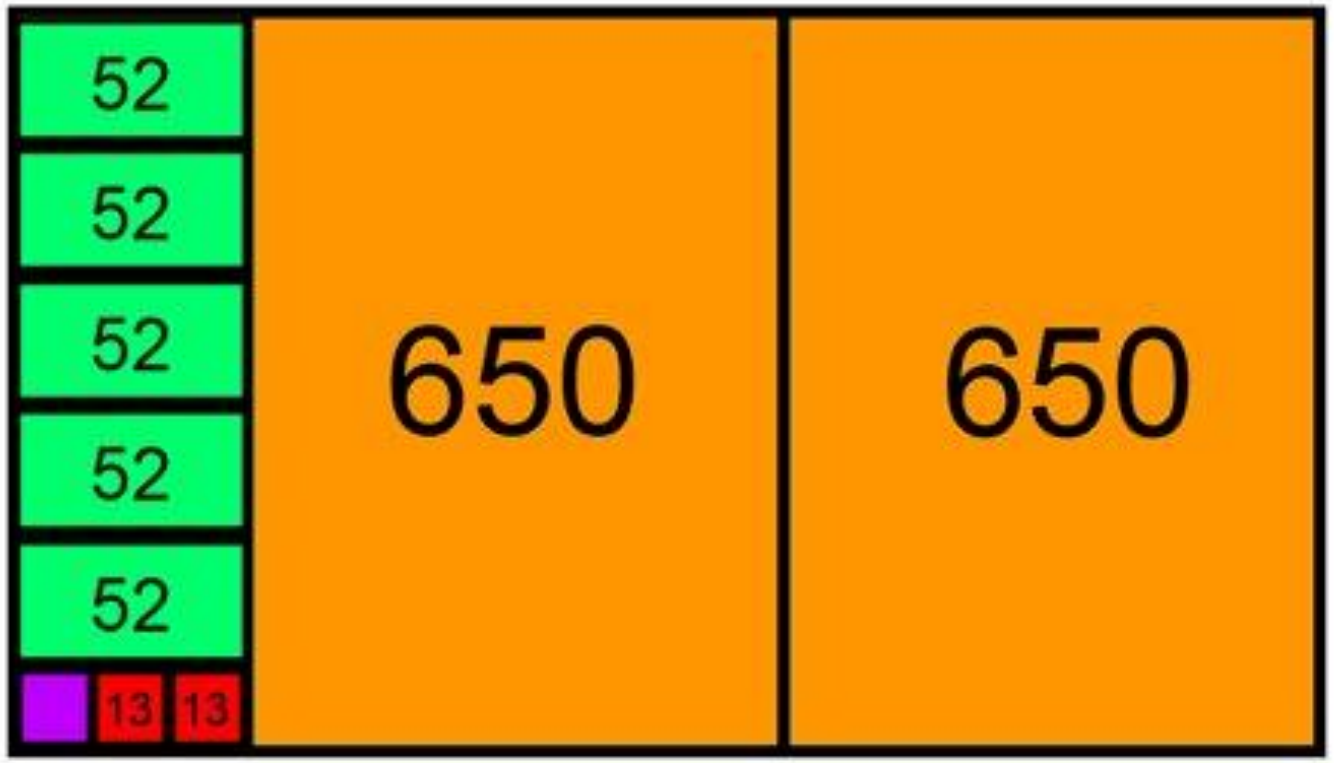
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



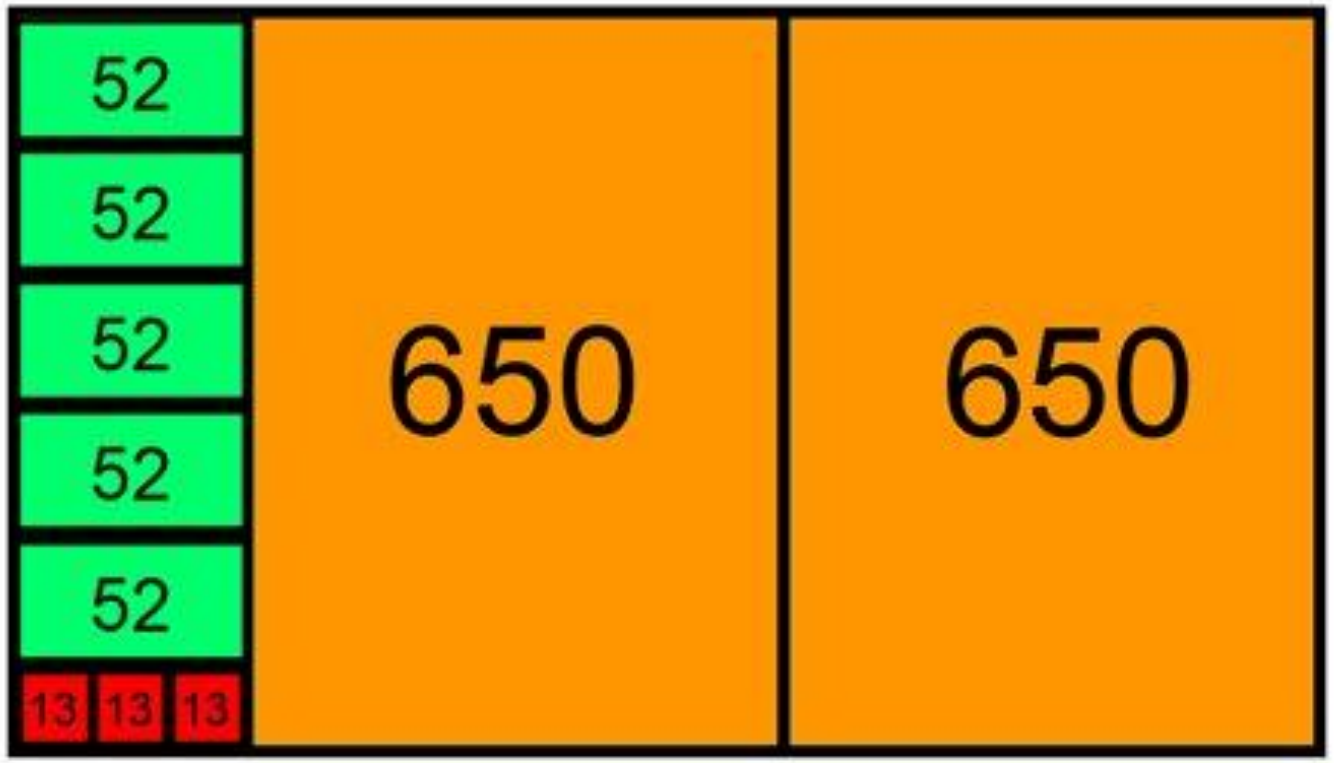
Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

Euclids Algorithm



Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.

SON

Sercan KÜLCÜ, Tüm hakları saklıdır.