

Algoritmalar ve Programlama I – BLM 103

Hafta 11: Özyinelemeli Fonksiyonlar



Fenerbahçe Üniversitesi

11. Hafta İçeriği

- Özyineleme (Recursion) ve İterasyon Farkları
- Fibonacci Serileri
- Binary Arama
- Tamsayı ASCII Dönüşümü

Özyineleme (Recursion) Nedir?

- Kendini çağıran fonksiyonlardır.
 - Özyineleme yaklaşımı, problemin çözümünde oldukça kolay bir çözüm verebilmektedir.

- Örnek: $\text{Toplam}(\sum_{i=1}^n i)$

Matematiksel İfadesi:

$\text{Toplam}(1) = 1$

$\text{Toplam}(n) = n + \text{Toplam}(n-1)$

Özyinelemeli Fonksiyon:

```
int Toplam(int n) {  
    if (n == 1)  
        return 1;  
    else  
        return n + Toplam(n-1);  
}
```

Özyineleme (Recursion) Nedir?

- Üç temel özelliğinin olması gerekmektedir.
1. Kendisini çağırmalıdır
 2. Ana durum bulunmalıdır (Kendini çağırmayı durduracak olan dönüş)
 3. Ana duruma doğru hareket (Fonksiyon kendini çağırırken bir yerde bu duruma ulaşmalıdır)

Toplam Fonksiyonunun Çalışması

```
res = Toplam(4);
```

Dönen değer = 10 Toplam(4)

```
return 4 + Toplam(3);
```

Dönen değer = 6 Toplam(3)

```
return 3 + Toplam(2);
```

Dönen değer = 3 Toplam(2)

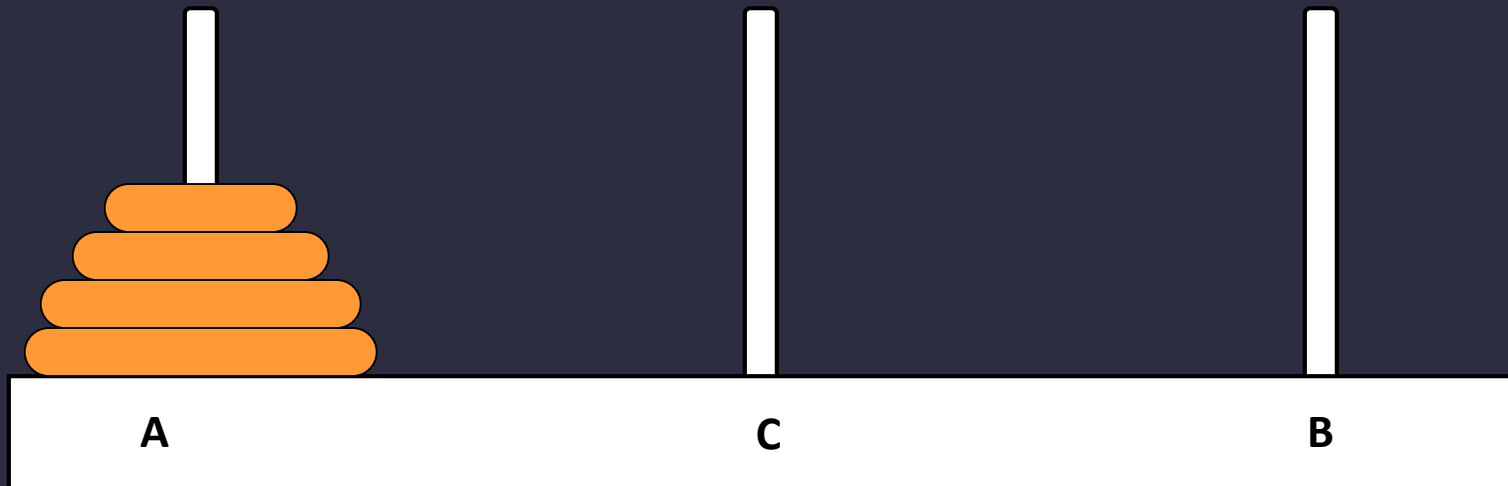
```
return 2 + Toplam(1);
```

Dönen değer = 1 Toplam(1)

```
return 1;
```

Örnek: Hanoi Kulesi

- Tüm diskler A kulesinden C kulesine taşınacak

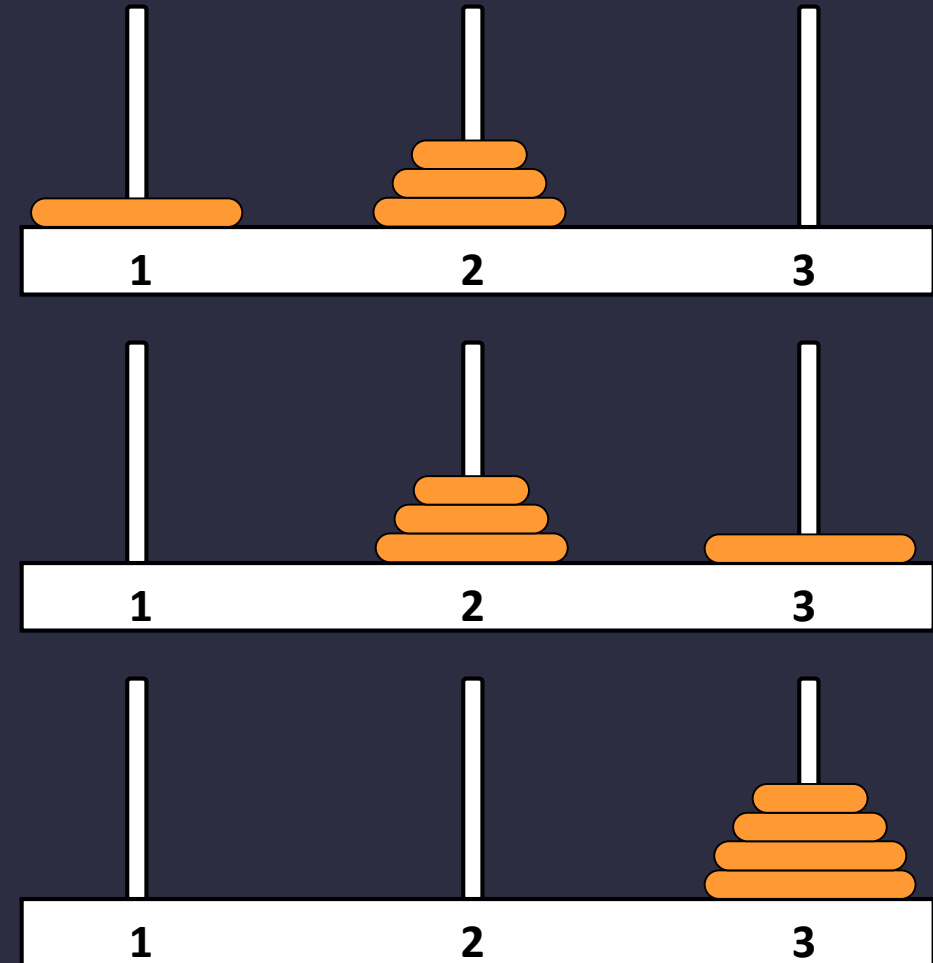


- Kurallar:
 - (1) Bir seferde tek bir disk taşınacak.
 - (2) Büyük disk, küçük disk'in üzerine gelemez
 - (3) Üçüncü B alanını geçici yerleştirmek için kullanınız

Özyinelemeli Çözüm

```
void towerOfHanoi(int n, char from_rod, char to_rod, char aux_rod)
{
    if (n == 1)
    {
        printf("\n Disk Hareket : 1'den %c -> %c", from_rod, to_rod);
        return;
    }
    towerOfHanoi(n-1, from_rod, aux_rod, to_rod);
    printf("\n Disk Hareket: %d 'den %c -> %c", n, from_rod, to_rod);
    towerOfHanoi(n-1, aux_rod, to_rod, from_rod);
}

int main()
{
    int n = 4; // 4 disk
    towerOfHanoi(n, 'A', 'C', 'B'); // A, B and C kule adları
    return 0;
}
```



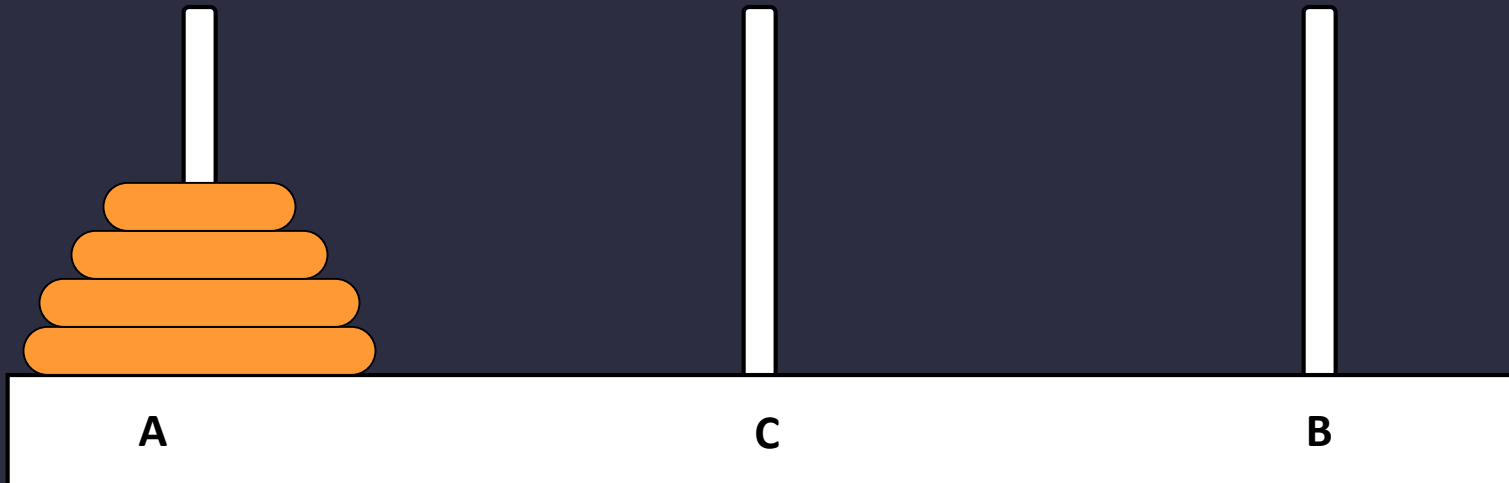
Özyinelemeli Çözüm

```
void towerOfHanoi(int n, char from_rod, char to_rod, char aux_rod)
{
    if (n == 1)
    {
        printf("\n Disk Hareket : 1'den %c -> %c", from_rod, to_rod);
        return;
    }
    towerOfHanoi(n-1, from_rod, aux_rod, to_rod);
    printf("\n Disk Hareket: %d 'den %c -> %c", n, from_rod, to_rod);
    towerOfHanoi(n-1, aux_rod, to_rod, from_rod);
}

int main()
{
    int n = 4; // 4 disk
    towerOfHanoi(n, 'A', 'C', 'B'); // A, B and C kule adları
    return 0;
}
```

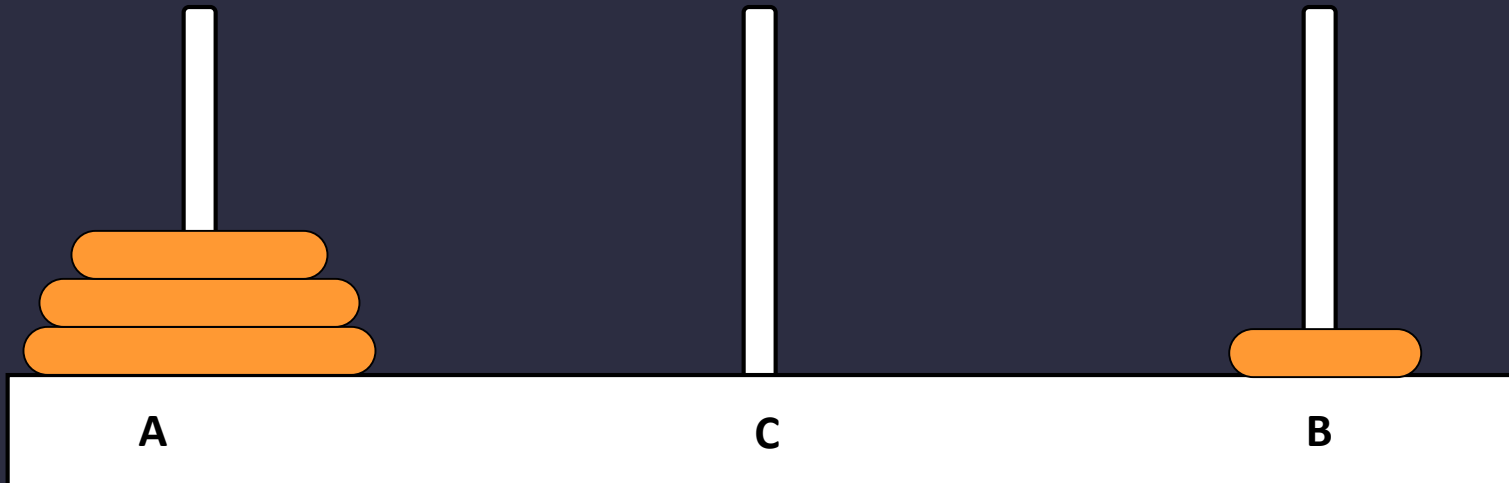
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



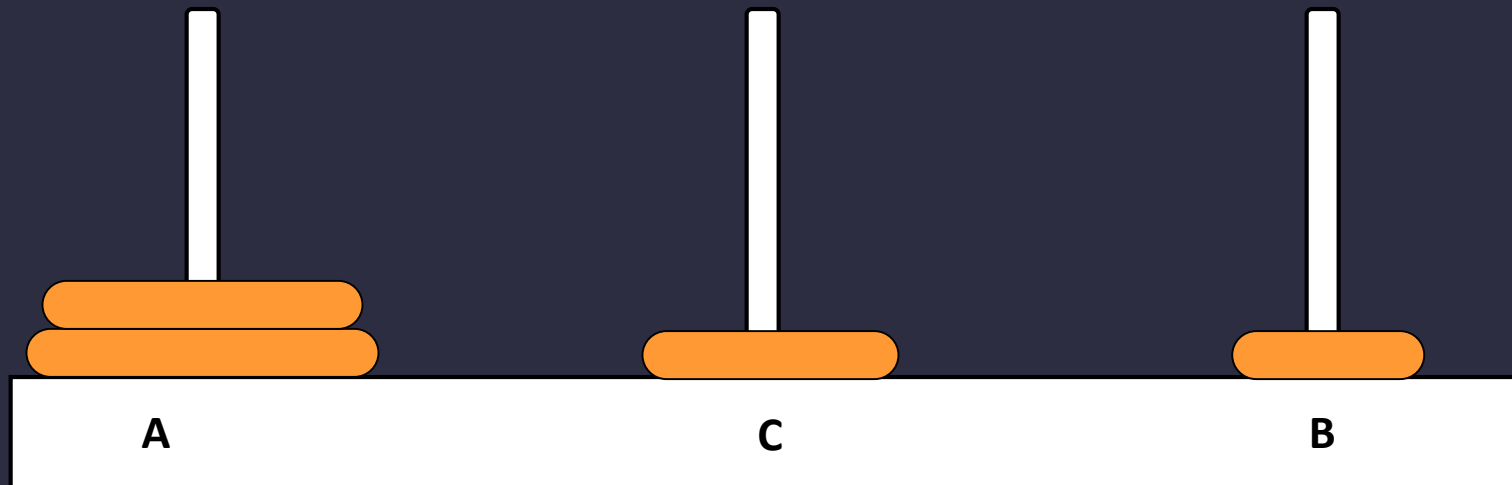
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



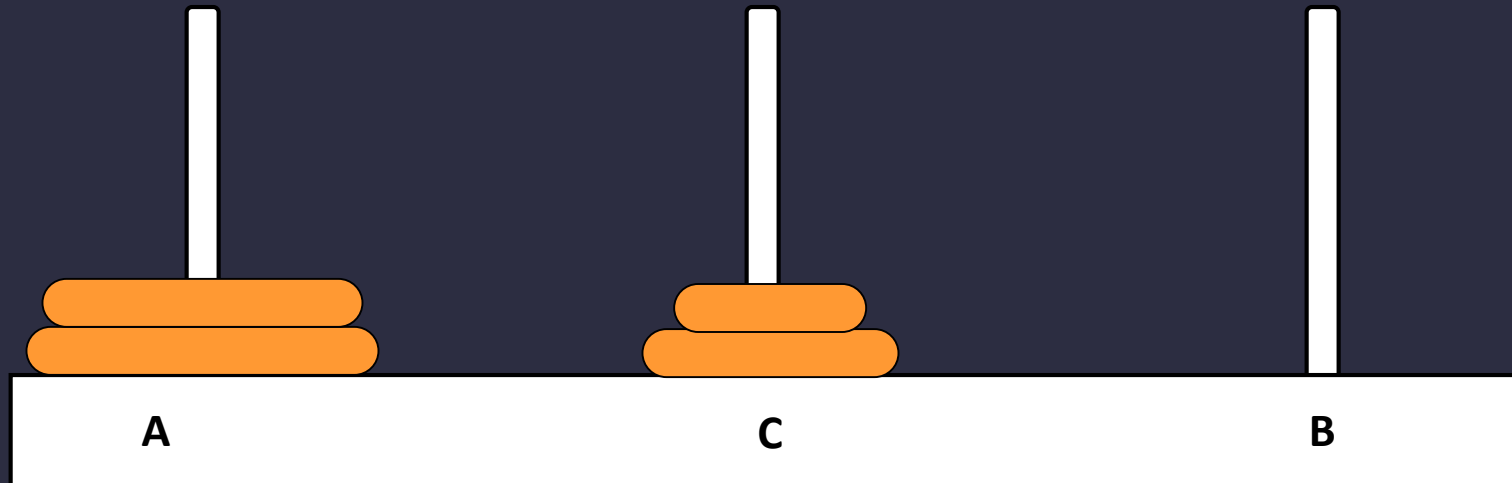
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



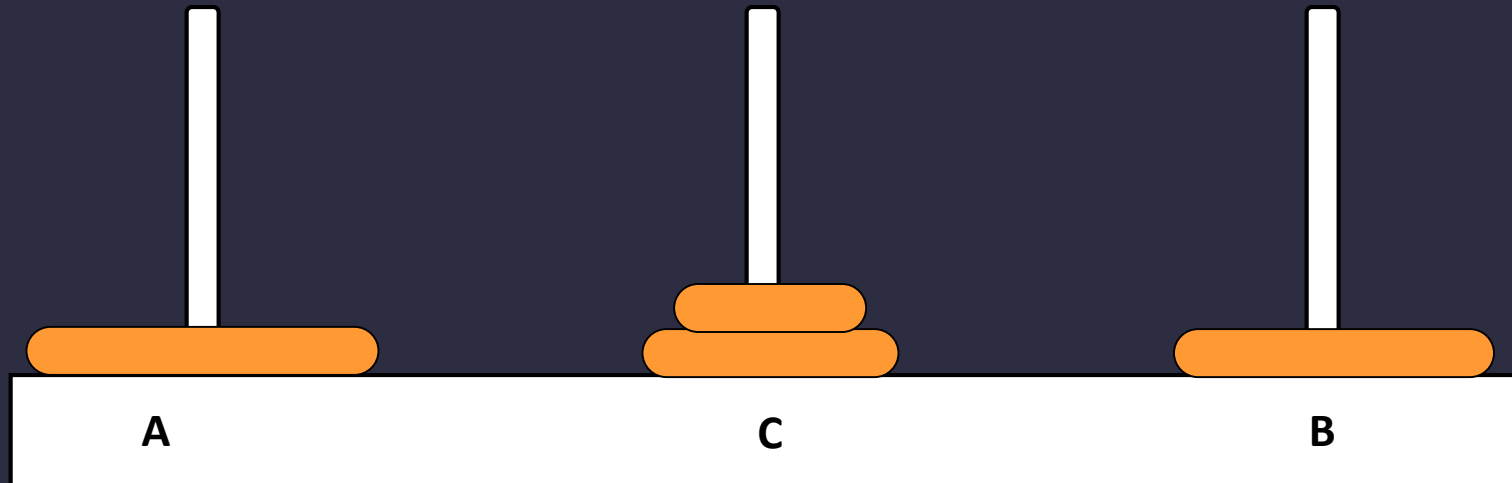
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



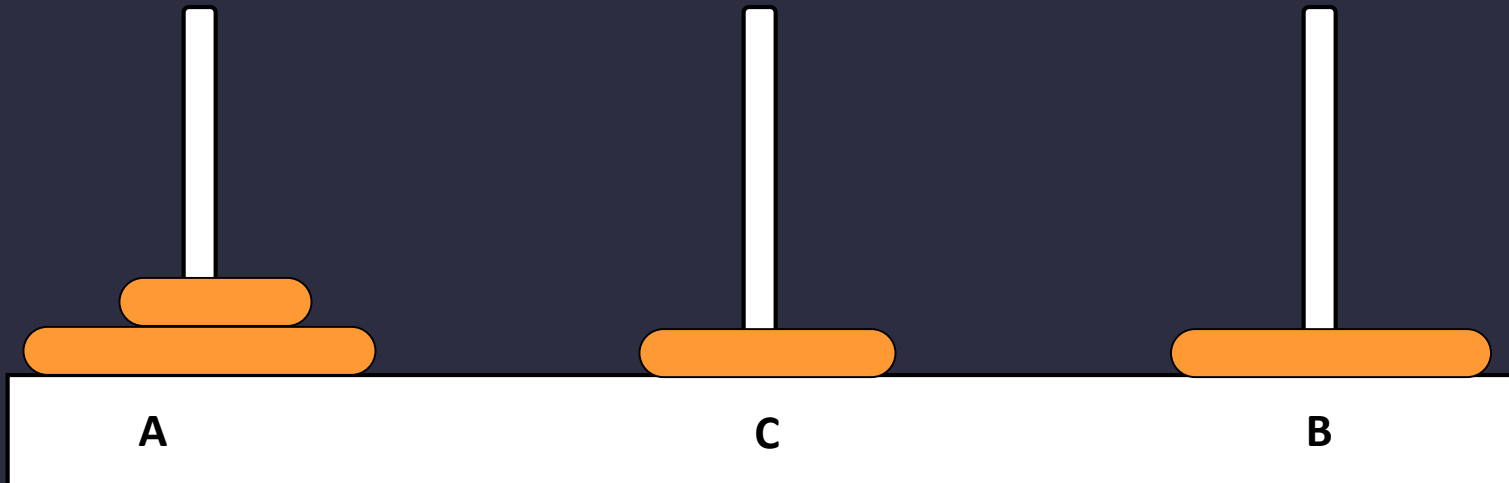
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



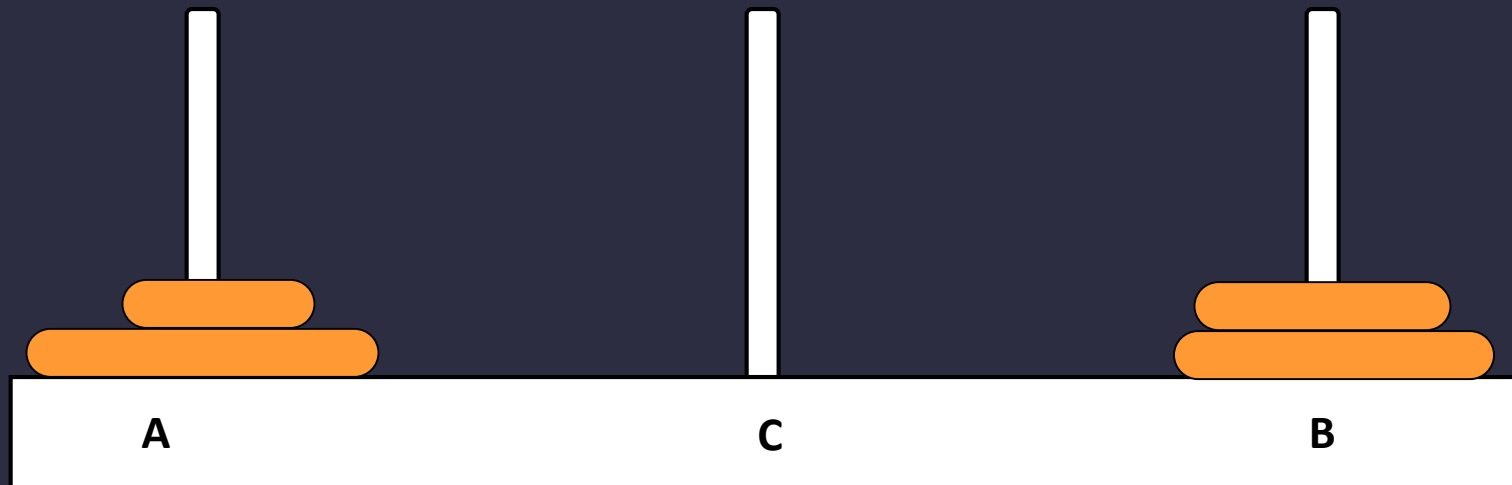
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



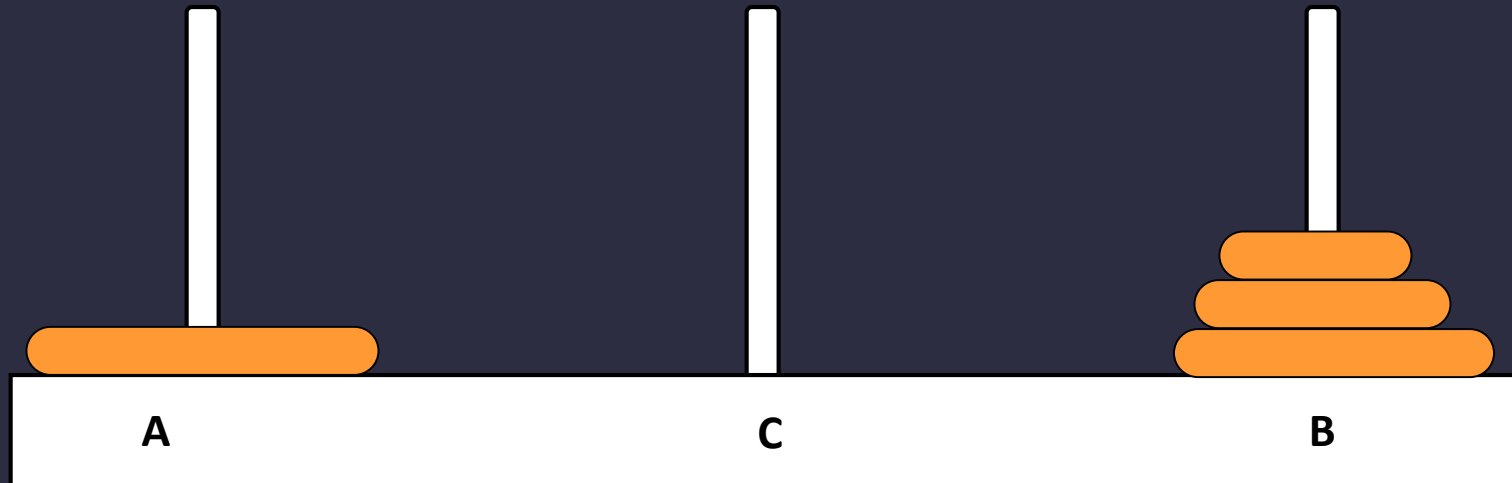
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



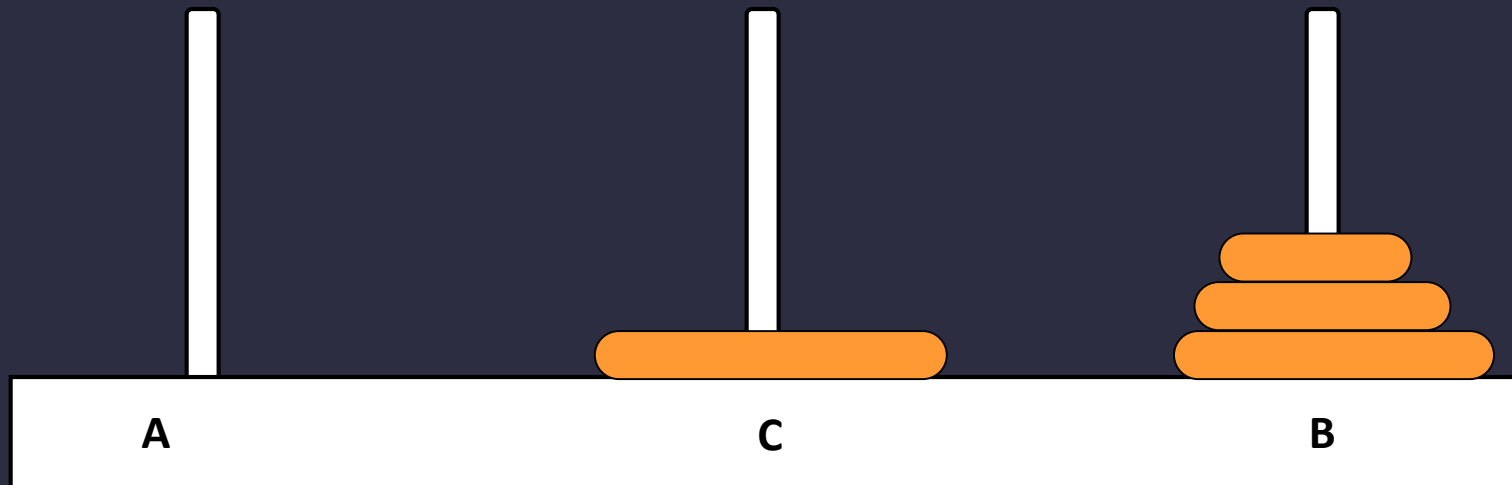
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



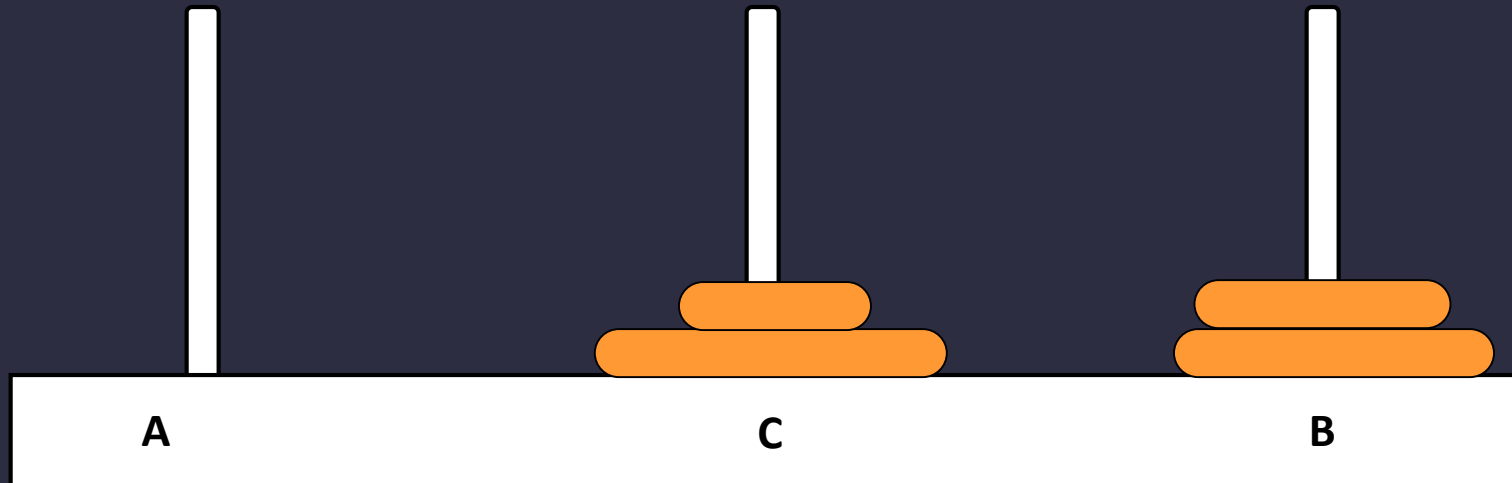
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



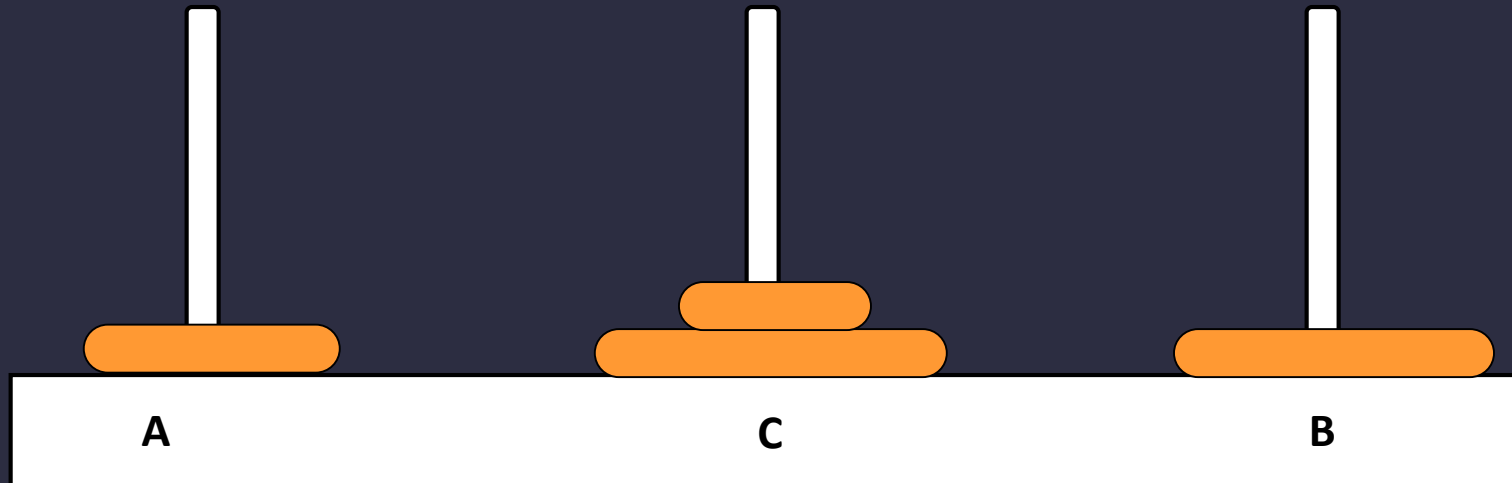
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



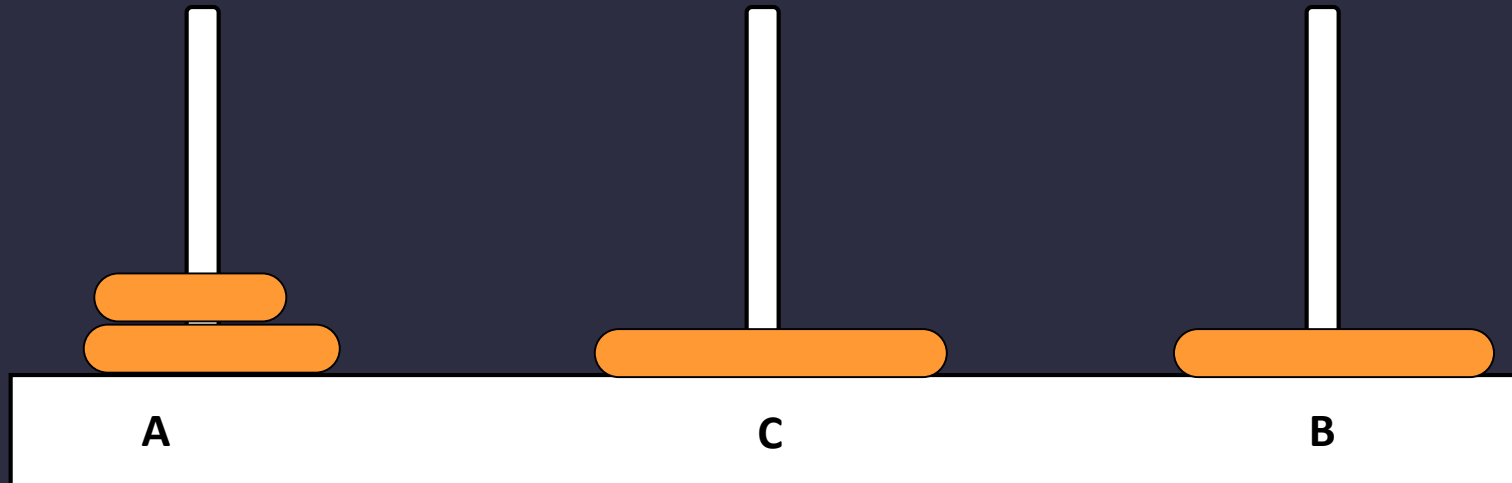
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



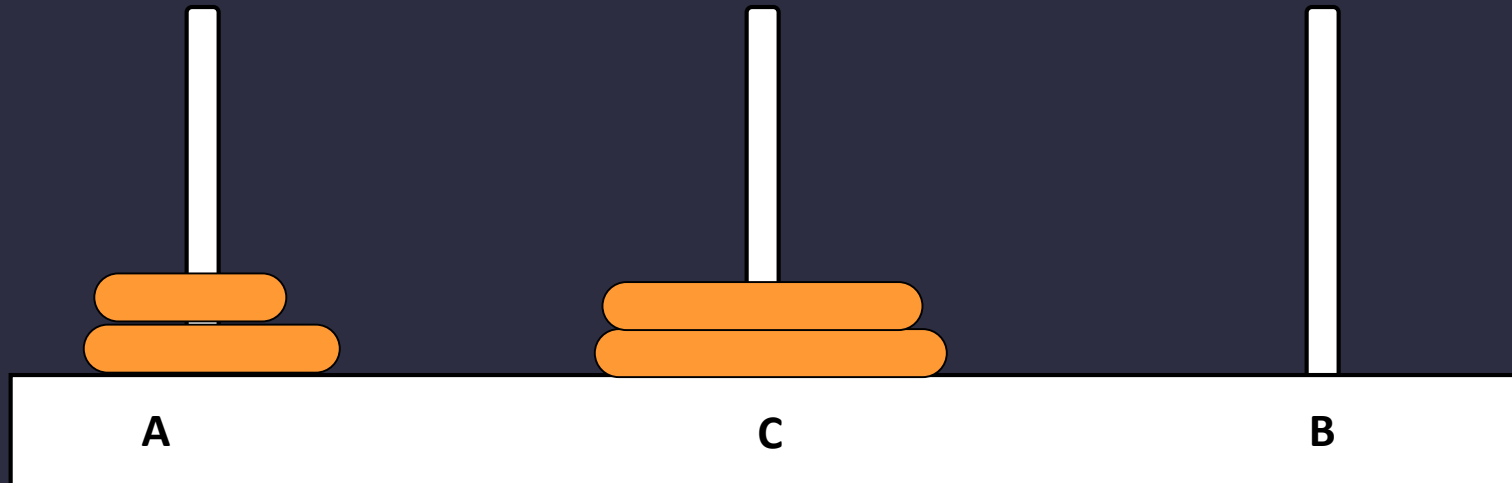
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

Örnek: Hanoi Kulesi



Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C

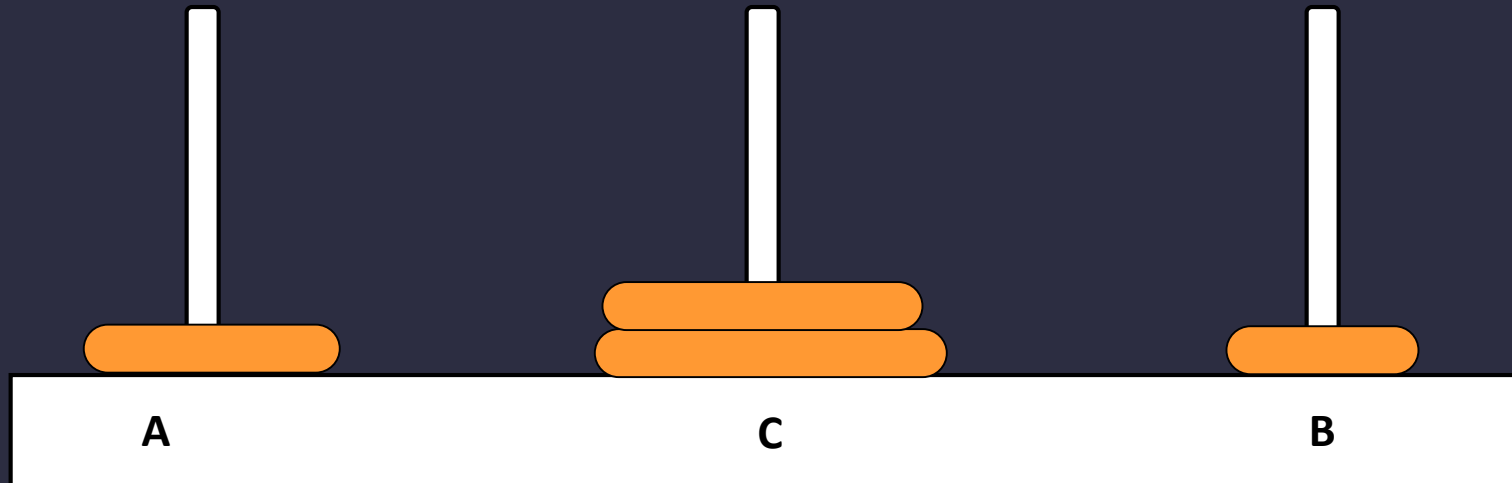
Örnek: Hanoi Kulesi



Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C



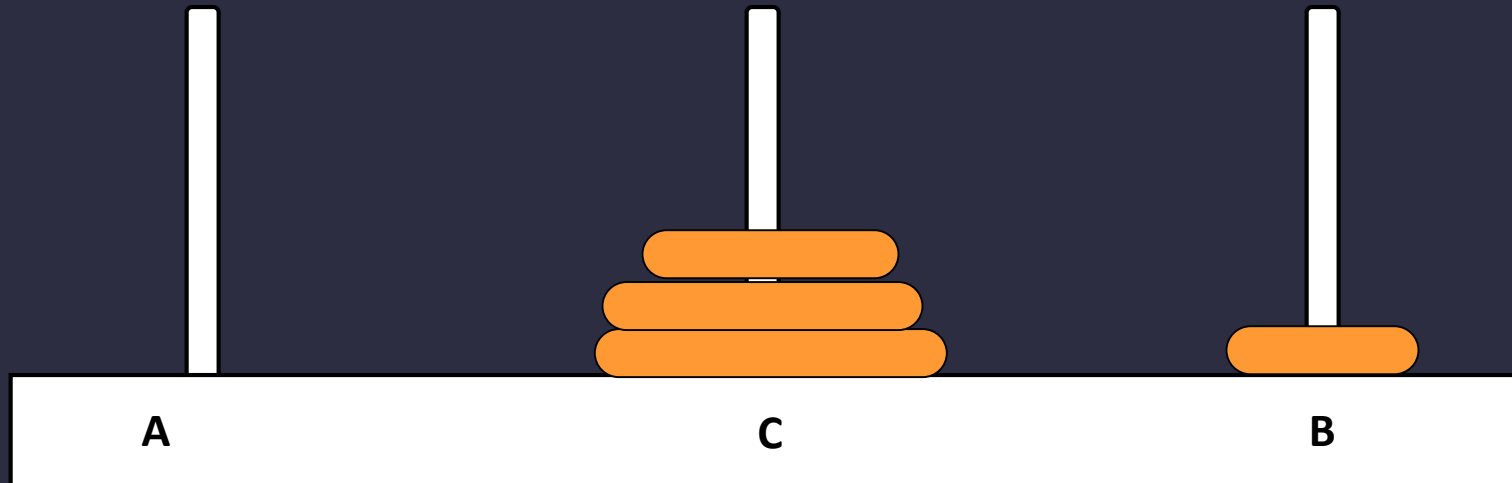
Örnek: Hanoi Kulesi



Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C



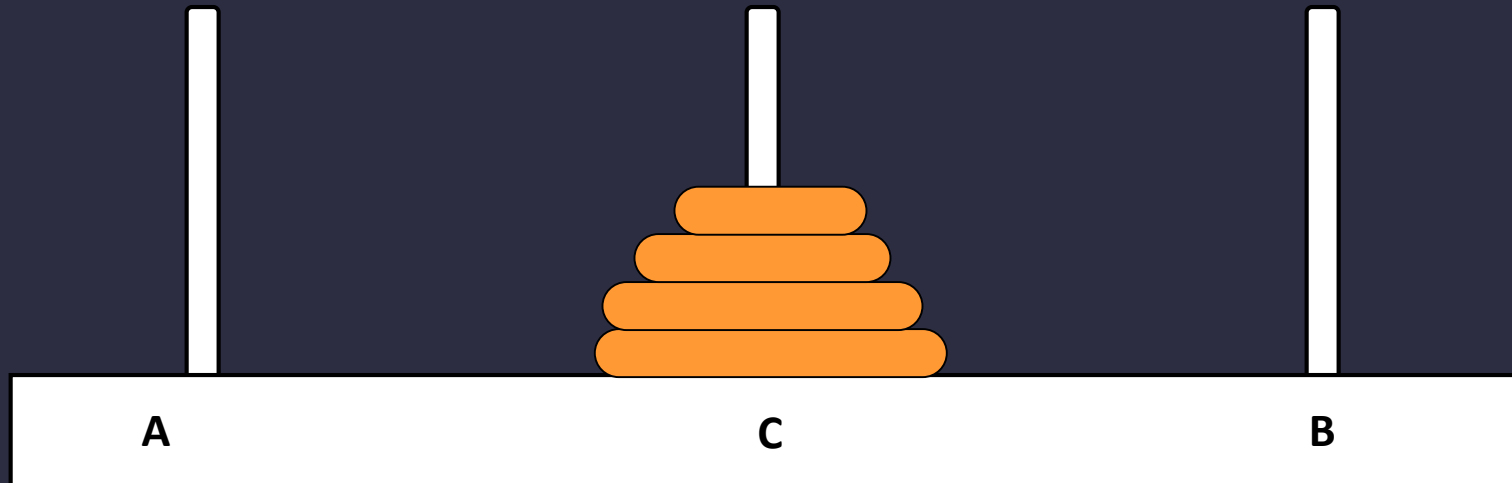
Örnek: Hanoi Kulesi



Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C



Örnek: Hanoi Kulesi



Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 3 'den A -> B
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 2 'den C -> B
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 4 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C
Disk Hareket: 2 'den B -> A
Disk Hareket: 1 'den C -> A
Disk Hareket: 3 'den B -> C
Disk Hareket: 1 'den A -> B
Disk Hareket: 2 'den A -> C
Disk Hareket: 1 'den B -> C



Fibonacci Sayıları

- Matematiksel tanım:

$$f(n) = f(n - 1) + f(n - 2)$$

$$f(1) = 1$$

$$f(0) = 1$$

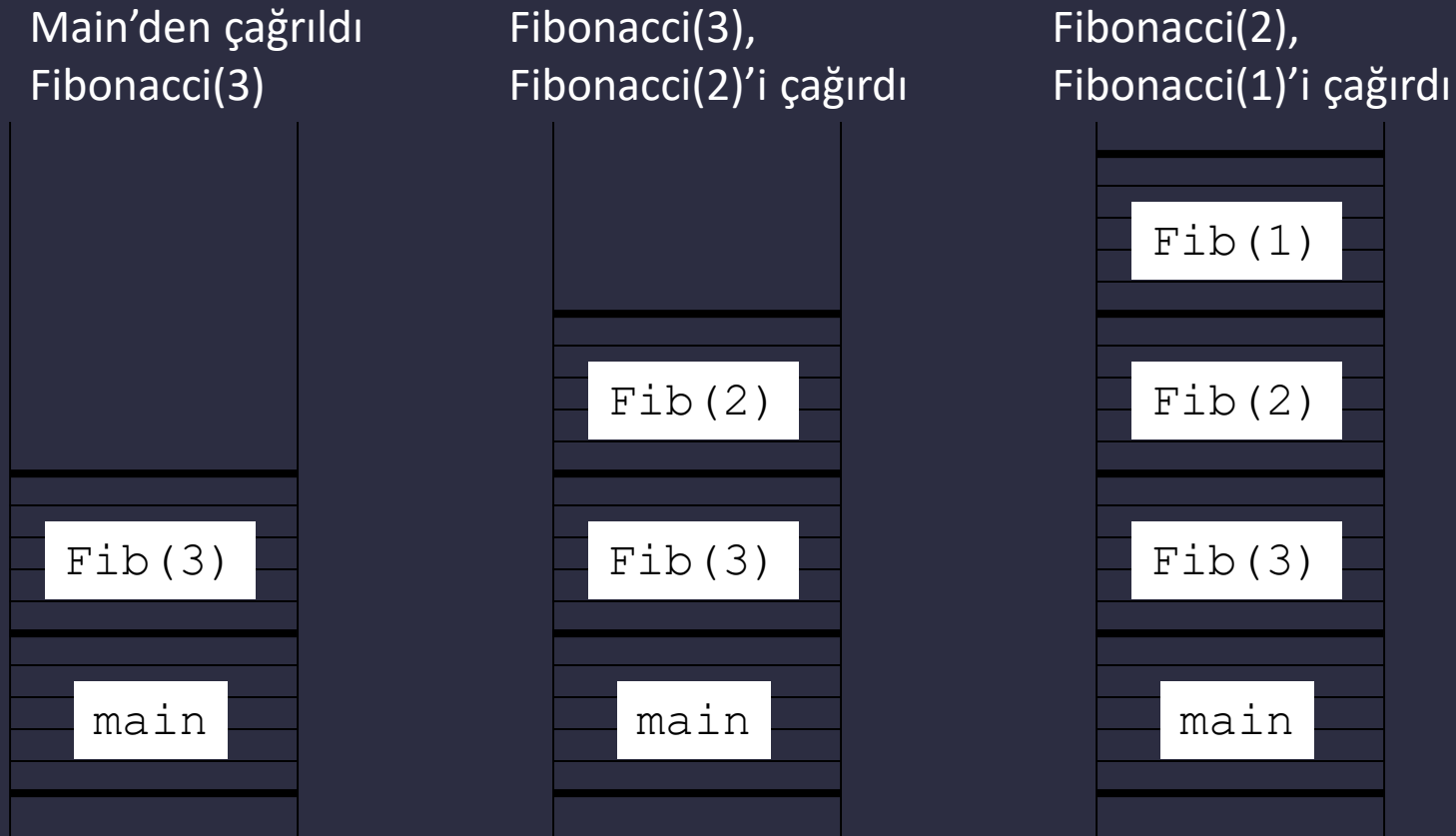
- N. Fibonacci sayısı kendisinden iki önceki fibonacci sayısının toplamıdır.

Fibonacci: C Kodu

```
• int Fibonacci(int n)
{
    if ((n == 0) || (n == 1))
        return 1;
    else
        return Fibonacci(n-1) + Fibonacci(n-2);
}
```

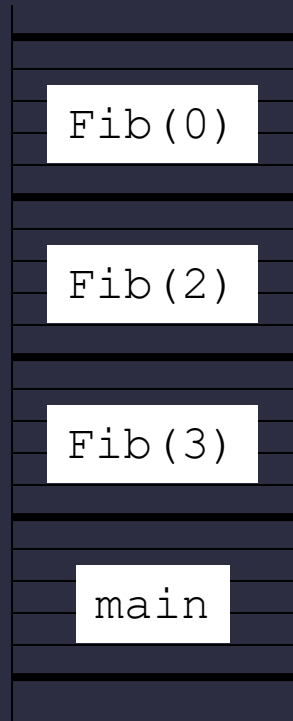
Aktivasyon Kayıtları

- Fibonacci fonksiyonu çağrıldığında bellekte oluşan yeni kayıtlar.

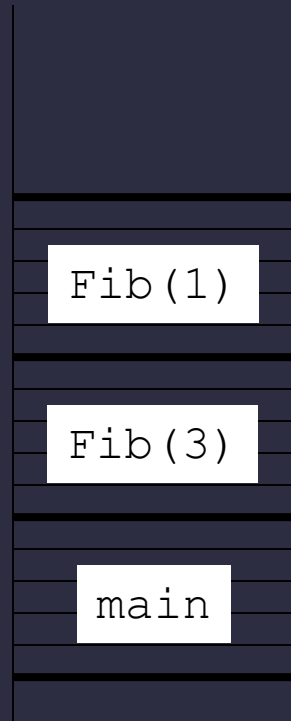


Aktivasyon Kayıtları

Fibonacci(1) döndürdü,
Fibonacci(2),
Fibonacci(0)'i çağırdı



Fibonacci(2) returns,
Fibonacci(3),
Fibonacci(1)'i çağırdı



Fibonacci(3)
döndürdü



Çağrılan Fonksiyonların İzlenmesi

- Bu programda hata ayıklanmak istendiğinde, fibonacci fonksiyonunu kendisini çağırmaları izlenmelidir.
- Fibonacci(3) için:
 - `Fibonacci(3)`
 - `Fibonacci(2)`
 - `Fibonacci(1)`
 - `Fibonacci(0)`
 - `Fibonacci(1)`

Örnek: Tamsayı'yı Karakterlere Bölüp Bastırma

- İşaretsiz tamsayıyı ASCII karakterlerine dönüştürür.
 - Eğer sayı < 10 ise, karaktere dönüştür ve bastır.
 - Değilse, $(n-1)$ basamağı çağır ve son basamağı bastır.
- ```
void IntToAscii(int num) {
 int prefix, currDigit;
 if (num < 10)
 putchar(num + '0'); /* tek bir karakter bastırır */
 else {
 prefix = num / 10; /* bir basamak sağa kaydırma */
 IntToAscii(prefix); /* kaydırılan sayıyı tekrar fonksiyona
gönderme */
 /* Son basamağı yazdır */
 currDigit = num % 10;
 putchar(currDigit + '0');
 }
}
```

# IntToAscii Fonksiyonu Takibi

- IntToAscii Fonksiyonu 12345 argümanı ile çağrıldığında:

- - IntToAscii(12345)
  - IntToAscii(1234)
  - IntToAscii(123)
  - IntToAscii(12)
  - IntToAscii(1)
  - putchar('1')
  - putchar('2')
  - putchar('3')
  - putchar('4')
  - putchar('5')