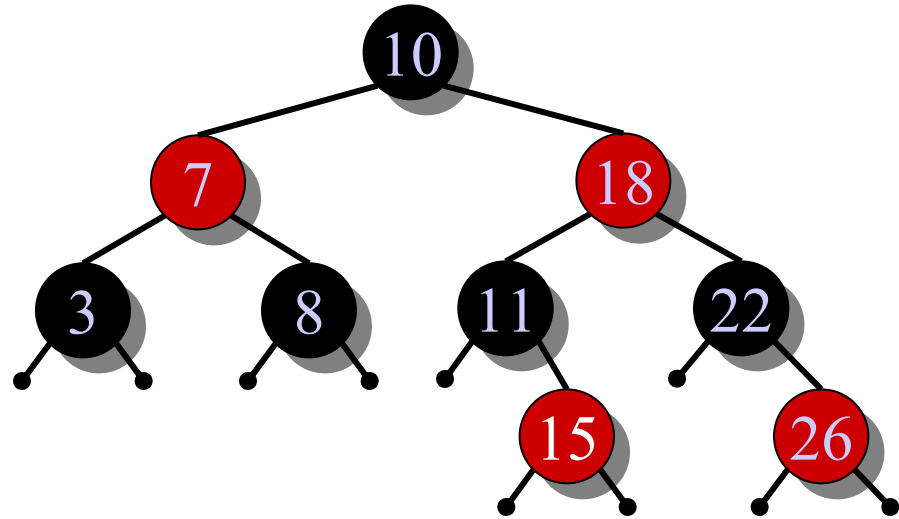


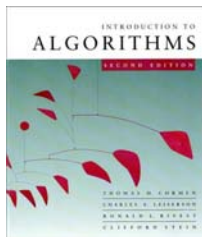
# Kırmızı-siyah ağaçta araya yerleştirme

**FİKİR:** Ağaçta  $x'$  i araya yerleştirin.  $x'$  i kırmızı yapın. Sadece kırmızı-siyah özellik 3 ihlal edilebilir. İhlali ağaç boyunca yukarı doğru, rotasyonlar ve yeniden renklendirmeyle düzeltilene kadar götürün .

## Örnek:

- Ar.Yer.  $x = 15$ .
- Yeniden renklendir, ihlali yukarıya taşı.
- SAĞA-DÖNME(18).
- SOLA-DÖNME(7) ve yeniden renklendirme.





# Pseudocode-Sözde kod (İngilizce)

RB-INSERT( $T, x$ )

TREE-INSERT( $T, x$ )

$color[x] \leftarrow RED$      $\triangleright$  only RB property 3 can be violated

**while**  $x \neq root[T]$  and  $color[p[x]] = RED$

**do if**  $p[x] = left[p[p[x]]]$

**then**  $y \leftarrow right[p[p[x]]]$      $\triangleright y = \text{aunt/uncle of } x$

**if**  $color[y] = RED$

**then** **⟨Case 1⟩**

**else if**  $x = right[p[x]]$

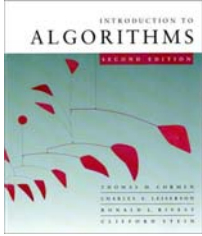
**then** **⟨Case 2⟩**     $\triangleright$  Case 2 falls into Case 3

**⟨Case 3⟩**

**else** **⟨“then” clause with “left” and “right” swapped⟩**

$color[root[T]] \leftarrow BLACK$

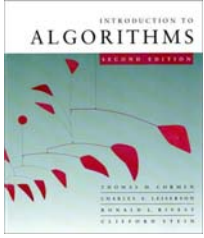




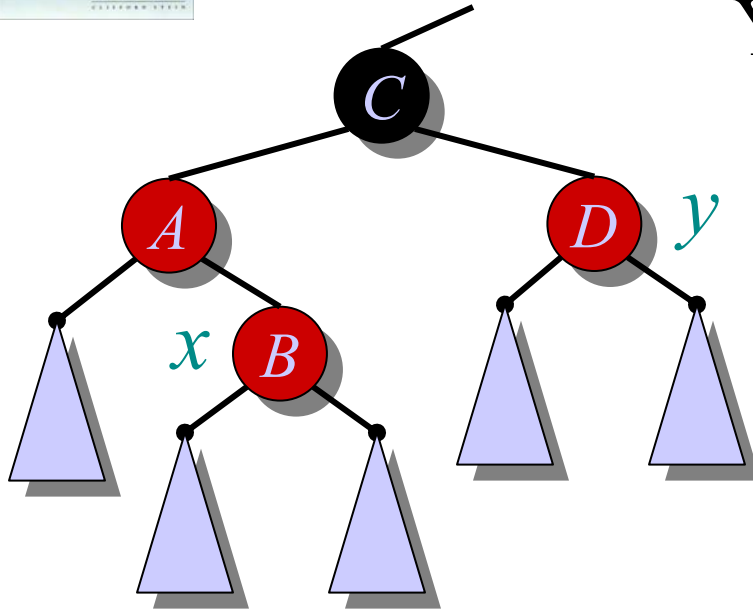
# Grafik simgelem

▲ siyah kökü olan bir altağacı tanımlasın.

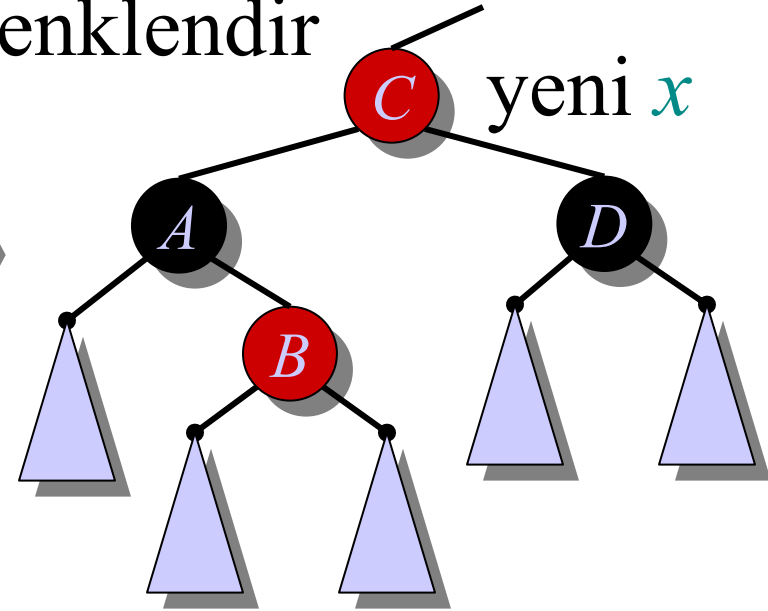
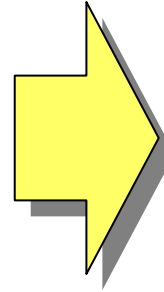
▲ 'ın tümünün siyah-yükseklikleri aynıdır.



# Durum 1

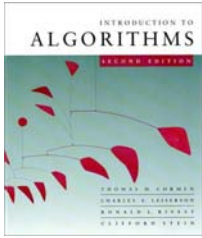


Yen. renklendir

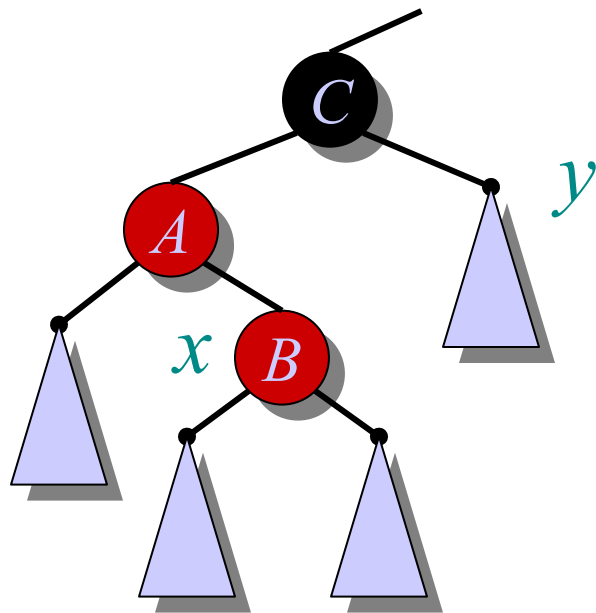


(veya,  $A$ 'nın ardılları yer değiştirir.)

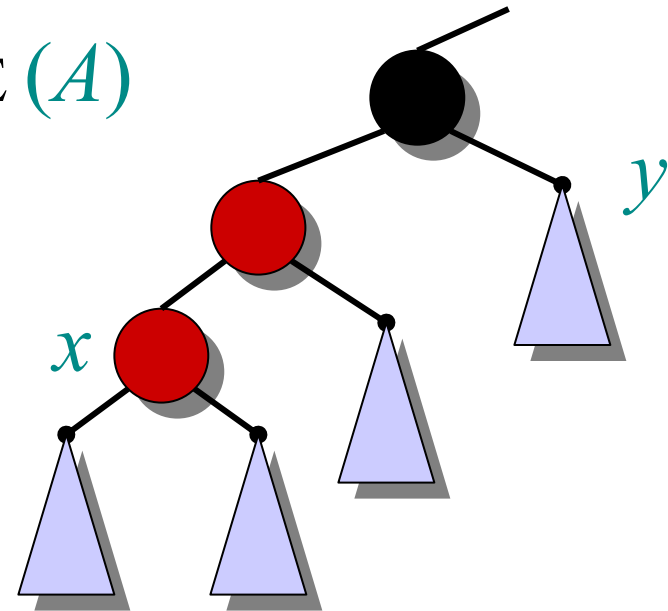
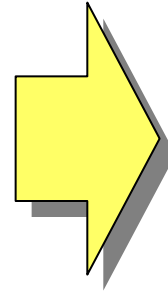
$C$ 'nin siyahını  $A$  ve  $D$ 'ye doğru itin ve özyineleme yapın, çünkü  $C$ 'nin atası kırmızı olabilir.



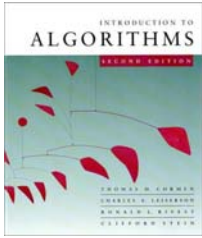
# Durum 2



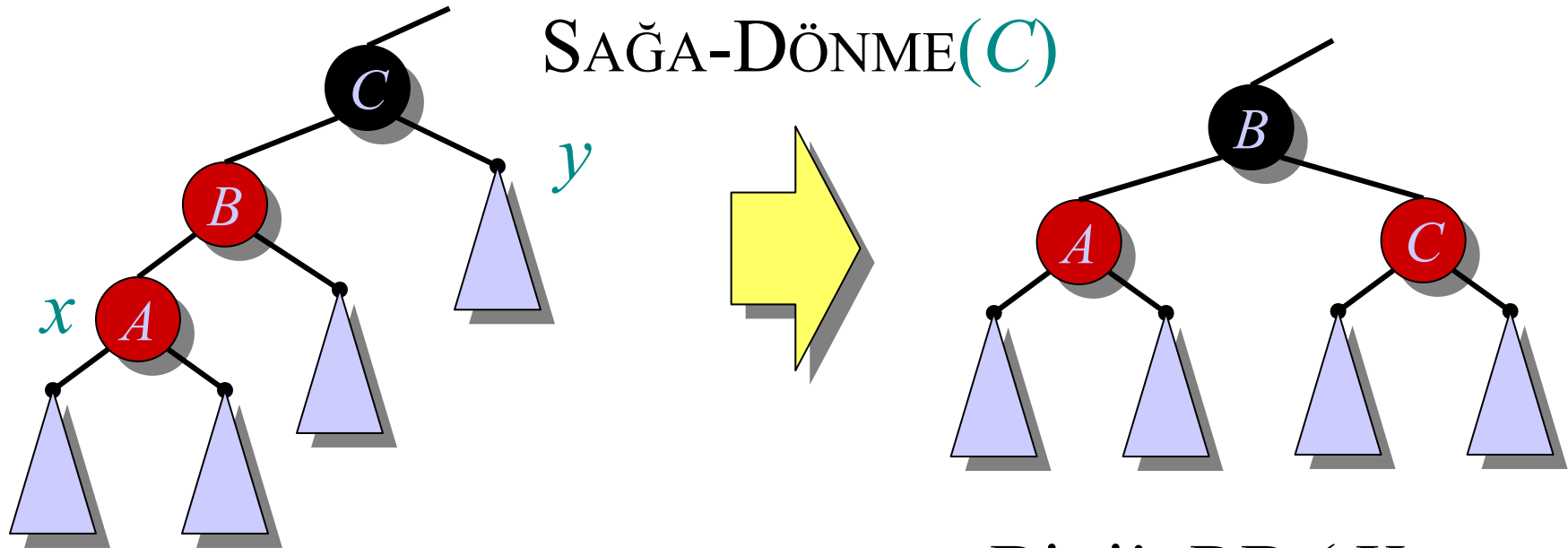
SOLA-DÖNME ( $A$ )



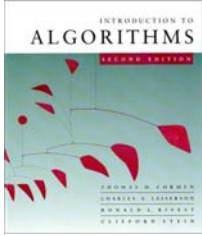
Durum 3'e dönüştürün.



# Durum 3



Bitti! RB ( Kırmızı-siyah) 3. özelliğin ihlali artık mümkün değil.



# Çözümleme

- Ağaçta yukarıya giderken Durum 1'i uygulayın; bu durumda sadece düğümler yeniden renklendirilir.
- Eğer Durum 2 veya 3 ile karşılaşırsanız, 1 yada 2 rotasyon yapın ve işlemi sonlandırın.

**Yürütüm süresi:**  $O(\lg n)$  ve  $O(1)$  rotasyon.

RB-DELETE ( KIRMIZI\_SİYAH SİLME) — asemptotik koşma süresi ve rotasyonların sayısı RB-INSERT (KIRMIZI-SİYAH ARAYA YERLEŞTİRME) ile aynıdır. ( Kitaba bakınız).