YZM 2116- VERİ YAPILARI

DERS#2: BAĞLI LİSTELER

İÇERİK

Bu bölümde,

- Motivasyon: Neden Listeye İhtiyaç Var?
- Bağlı Liste (Linked List) Veri Yapısı

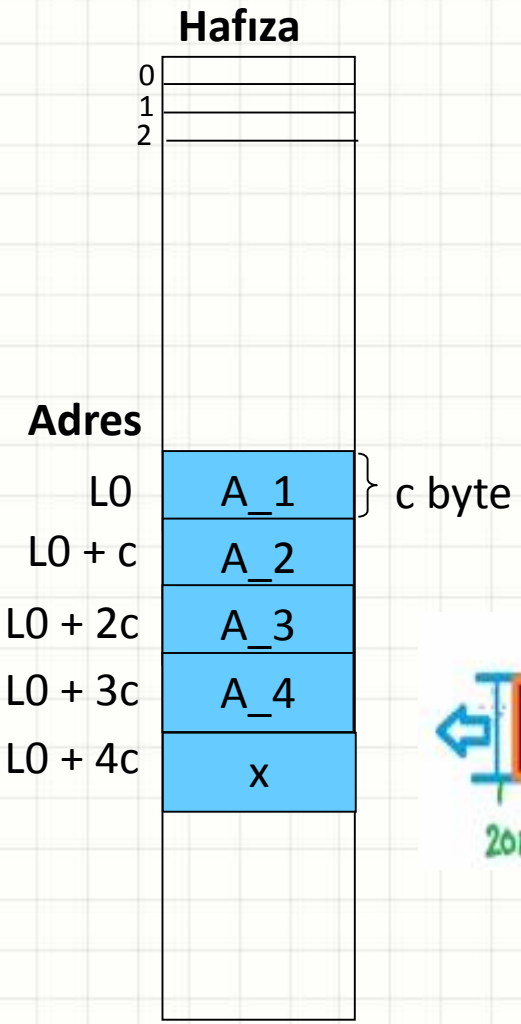
konusuna değinilecektir.

Motivasyon: Neden Listeye İhtiyaç Var?

- **Dizi**, bellek yöneticisi tarafından atanan ve uzunluğu **baştan belli** **ardışık** bir hafızada saklanır.
- `int[] A = {6, 5, 4, 2}` şeklinde 4 elemanlı **int** türünde bir *dizi olduğunu varsayalım*.
- Hafızaya sırayla
  - `int x = 8;` sayısını ve
  - daha sonra A dizisini

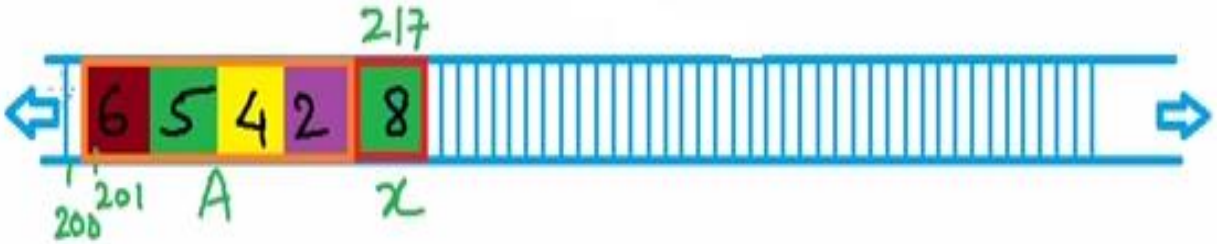
sakladığımızı düşünelim.

Motivasyon: Neden Listeye İhtiyaç Var?




```
int x = 8;
int[] A = {6, 5, 4, 2};
```

Nasıl bir bellek organizasyonu bekliyoruz?



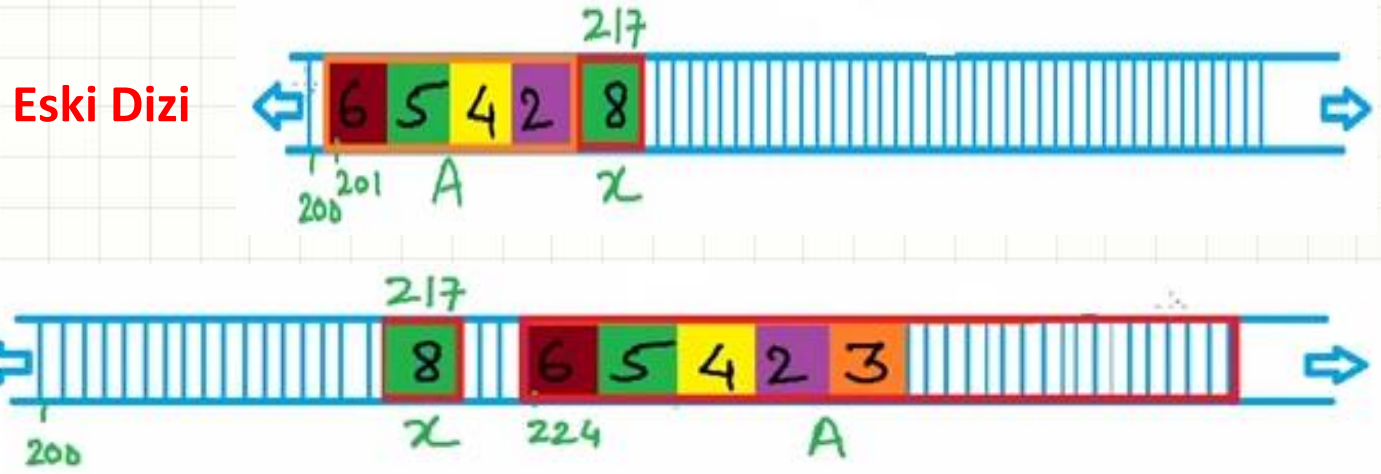
Motivasyon: Neden Listeye İhtiyaç Var?

- Dizi için ayrılan bölümün sürekli adreslerden oluştuğuna dikkat edelim.
- Bu diziye **yeni bir eleman** (örneğin 3) **eklemek** istediğimizde
  - 2'den sonraki alan, yani 217 nolu hafıza dolu olduğu için hafızayı ***genişletme seçeneğimiz yoktur.***

- **Çözüm olarak ne yapabiliriz?**

Motivasyon: Neden Listeye İhtiyaç Var?

- Çözüm olarak birçok **hafıza değişimi ve işlemi gerektiren** *aşağıdaki adımlar uygulanır*:
  - *Daha büyük bir dizi* için yer alanı oluşturulur.
  - Eski dizideki elemanlar yeni diziye **kopyalanır** ve taşıma (move) işlemi gerçekleştirilir.
  - **Eski dizi** hafızadan **silinir**.



Motivasyon: Neden Listeye İhtiyaç Var?

- Bu problemi **çözmek** için ne yapabiliriz?

ÇÖZÜM 1: Büyük Hafıza Alanı

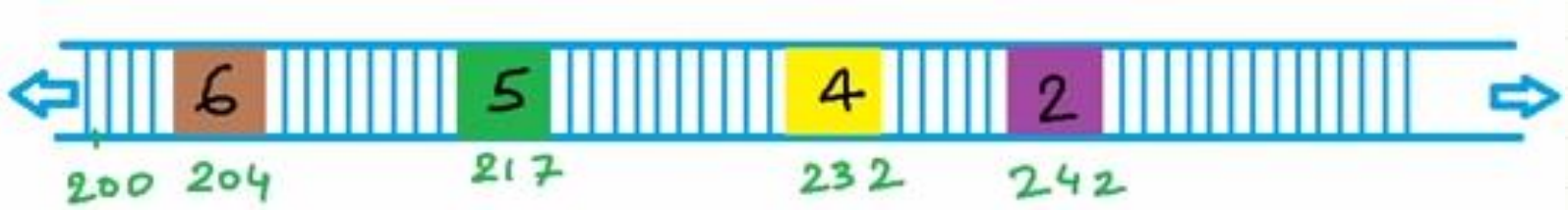
- Büyük bir hafıza alanını **dizi için ayırabiliriz**.
- Ancak bu durumda da hafızada saklanan eleman sayısı azken **hafıza boşa işgal edilmiş** olur.

ÇÖZÜM 2: Bağlı Liste

- Hafızayı ihtiyaç halinde büyütebilmektir.
- **Önceden alan ayırmayarak** hafızayı *verimli kullanmak adına* elemanları hafızaya tek tek yerleştirmektir.

Bağlı Liste – Çözüm

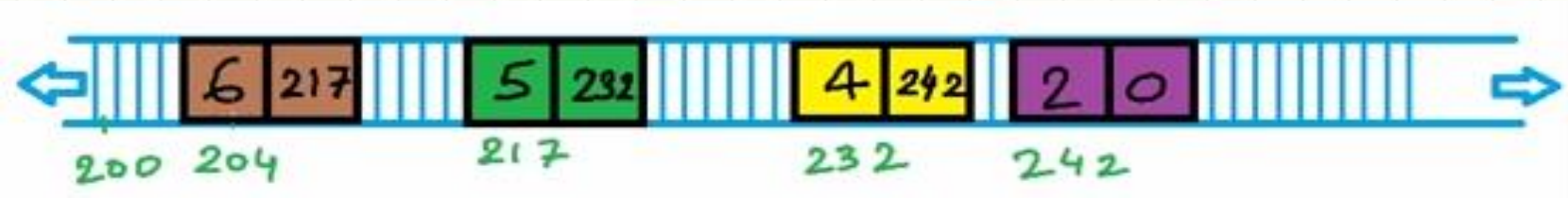
- `int[] A = {6, 5, 4, 2}` dizisini aşağıdaki gibi tutabildiğimizi varsayalım.



- Elemanlar arasında bir **bağlantı** sağlanması **zorunludur**. **Neden?**

Bağlı Liste – Çözüm (devam…)

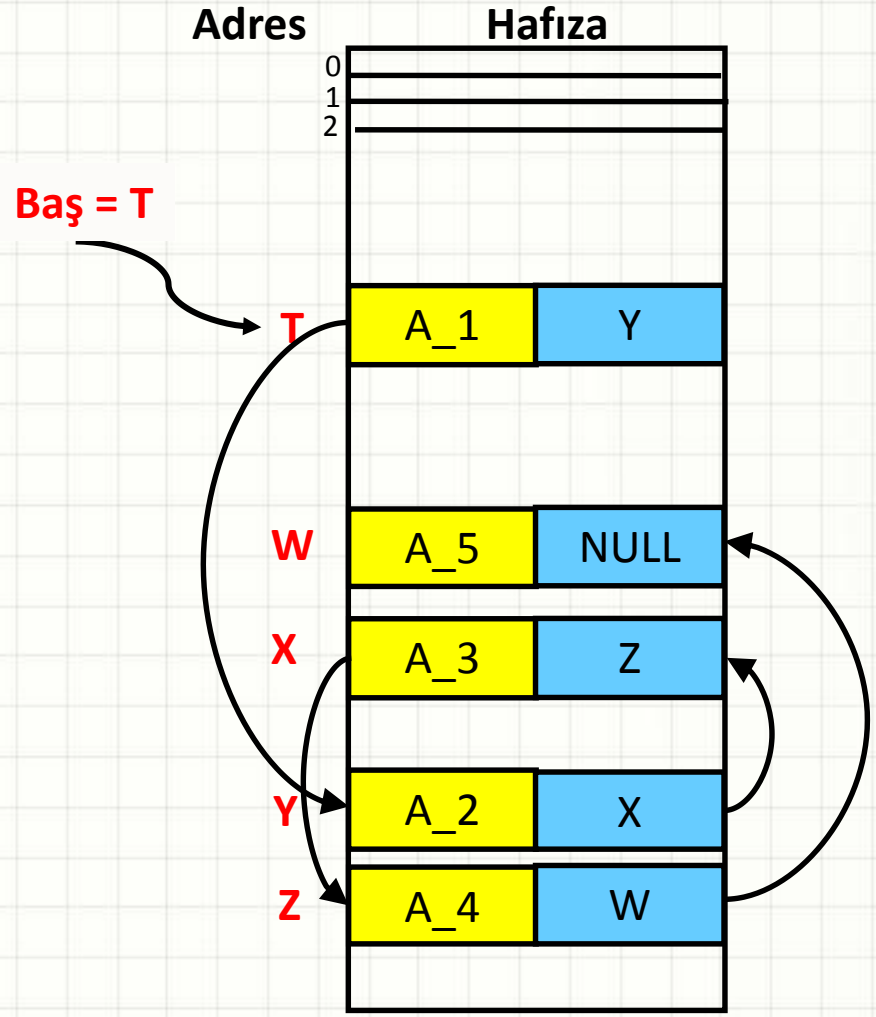
- Hafıza **sürekli olmadığı** için dizi elemanlarının birbirleriyle **bağı yoktur**. Bu nedenle her bir eleman ***sonrakinin adresini gösteren*** bir referansla bağlanmalıdır.



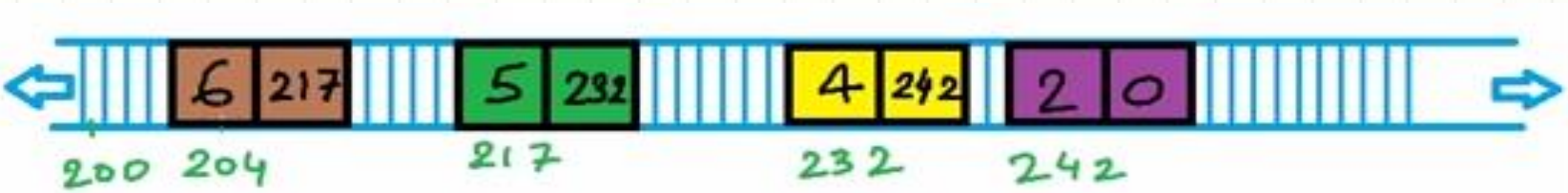
- Her eleman sonraki elemanın adresini tutarken **son elemanın adresi NULL** olur.
- Bu şekilde elde edilen veri yapısı, **Bağlı Liste (Linked List)** olarak adlandırılır.

Bağlı Liste – Çözüm (devam…)

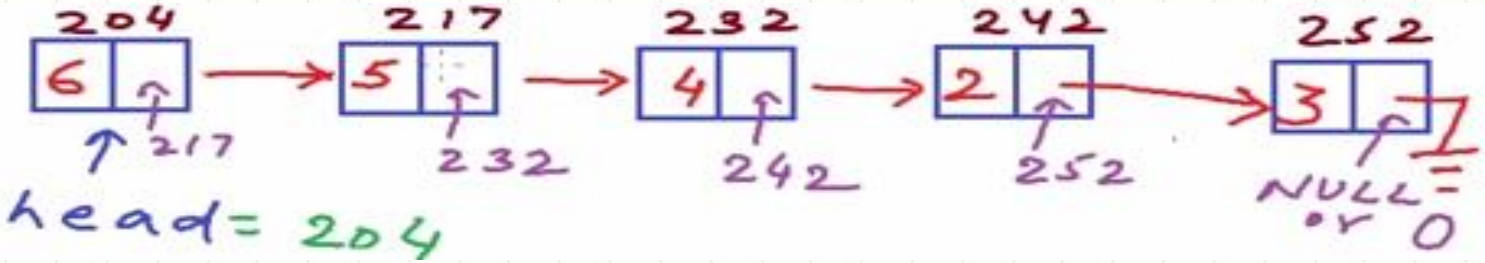
- Bağlı listenin hafıza organizasyonu ve yerleşimi yandaki gibi de olabilir.



Bağlı Liste – Çözüm (devam…)



- Listenin **sonuna** "3" sayısını eklersek,
- Yeni eleman NULL'a işaret ederken, yani ***listenin son elemanı*** olurken,
- 2 artık "252" ye (3'ün adresine) işaret eder.
- Aşağıdaki şekilde dizinin bağlı liste yapısı verilmiştir.

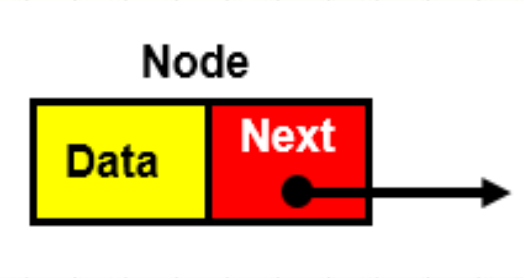


Bağlı Liste – Özet

- Bir bağlı liste, **elemanlarının bir sonraki (Next)** elemanın **hafızadaki yerine** işaret ettiği **zincir şeklinde** bir veri yapısıdır.
- 3 tip bağlı liste bulunmaktadır.
  - **Tek yönlü bağlı liste**
  - **Çift yönlü bağlı liste**
  - **Dairesel bağlı liste**

Bağlı Liste – Özet (devam…)

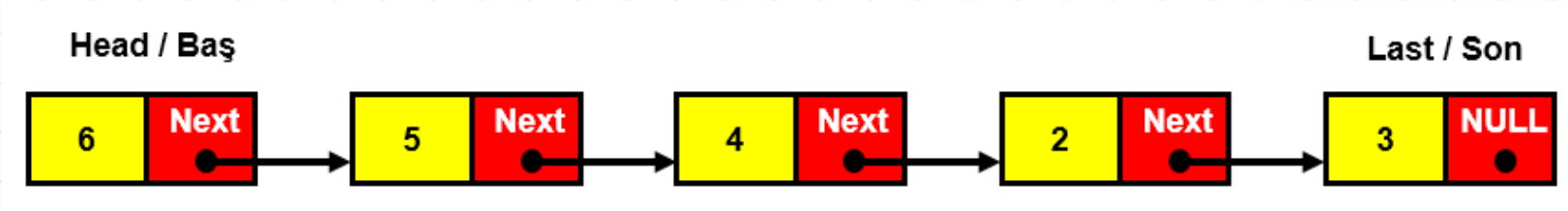
- Bağlı listede her bir **elemana düğüm (node)** adı verilir.
- Her **düğüm**
  - **Data: Veri** (bir **tamsayı**, bir **dizi**, bir **nesne** olabilir)
  - **Next:** ***Sonraki verinin adresine*** **işaret eden bir referanstan** oluşur.




```
public class Node
{
    public int Data;
    public Node Next;
}
```

Bağlı Liste – Özet (devam…)

- **İlk düğümün** adresini içeren ve **başlangıç (Head)** olarak adlandırılan bir ***referans*** değişkeni bulunur.
  - Bir listeyi gezmek için bu adrese mutlaka ihtiyaç vardır.
  - Boş bir listede **Head** **NULL**'a işaret eder.
- Bağlı listede, **son düğümde** **listenin sonuna işaret eden** özel **NULL** (veya sıfır) değeri bulunur.



Bağlı Liste – ADT

```
public abstract class LinkedListADT
{
        public Node Head;
        public int Size = 0;
        public abstract void InsertFirst(int value);
        public abstract void InsertLast(int value);
        public abstract void InsertPos(int position, int value);
        public abstract void DeleteFirst();
        public abstract void DeleteLast();
        public abstract void DeletePos(int position);
        public abstract Node GetElement(int position);
        public override string DisplayElements()
}
public class Node
{
        public int Data;
        public Node Next;
}
```

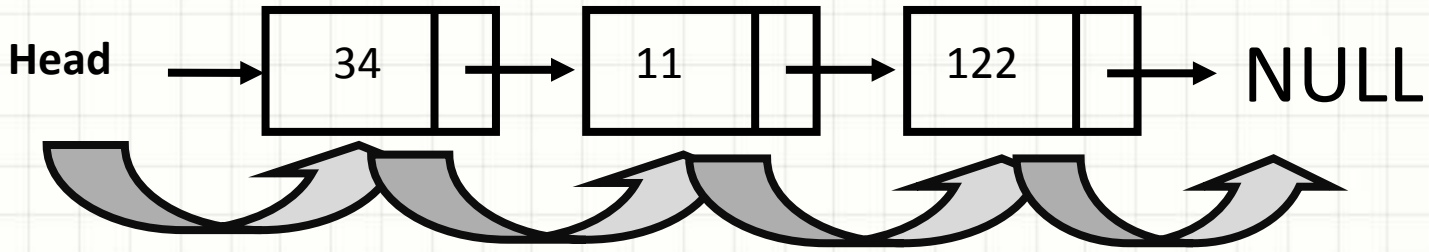
Bağlı Liste – ADT (devam…)

- `InsertFirst(int value)`: Listenin başına bir node ekler.
- `InsertLast(int value)`: Listenin sonuna bir node ekler.
- `InsertPos(int position, int value)`: Listenin belirtilen pozisyonuna bir node ekler.
- `DeleteFirst()`: Listenin başındaki node'u siler.
- `DeleteLast()`: Listenin sonundaki node'u siler.
- `DeletePos(int position)`: Listenin belirtilen pozisyondaki node'unu siler.
- `GetElement(int position)`: Listenin belirtilen pozisyondaki node'unu getirir.
- `int Size`: Listedeki eleman sayısını döndürür.
- `string DisplayElements()`: Listedeki elemanları geriye döndürür.
- `Node Head`: Listenin ilk elemanını verir.

Bağlı Liste – Traverse (Gezinme)

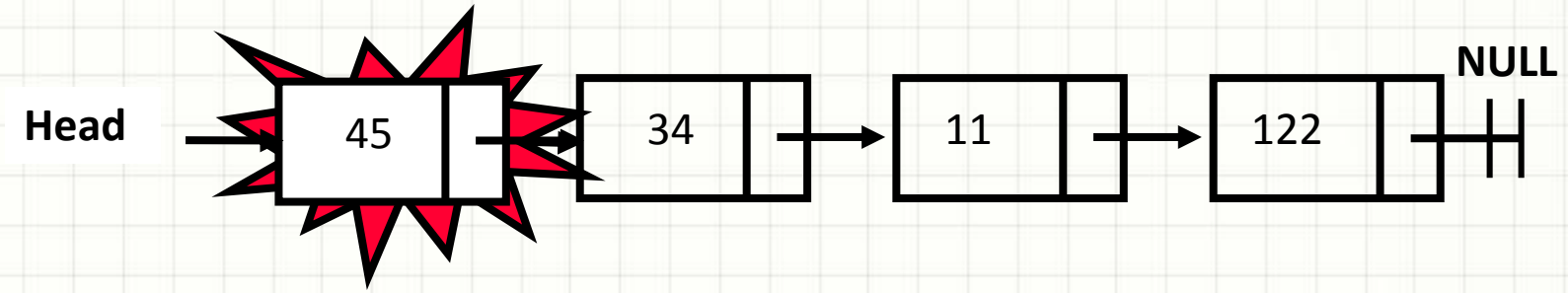
- Head düğümünden başlayarak, sonuncu düğüme kadar doğrusal şekilde nasıl ilerleriz? Algoritma, mantık?

```
Node temp = Head;
while (temp != null)
{
        if (temp.Next != null)
            temp = temp.Next;
        else
            break;
}
```



Bağlı Liste – InsertFirst

- Listenin ilk elemanı olan **Head'i** yeni gelen elemanla yer değiştirdiğimiz metottur.
- **Traverse** işlemine **gerek yoktur**.
- Aşağıdaki listede *Head 34'tür*.
- Listenin başına 45 elemanını eklemek istiyoruz. Yani yeni Head 45 olmalı. **Nasıl?**



Bağlı Liste – InsertFirst (devam…)

- **Sözde kod:**

a) Yeni Head düğüm oluşturulur (**tmpHead**),
b) Head NULL ise (**Liste BOŞSA**)
   - `Head ← tmpHead`

c) Yeni düğümün işaretçisi Head'a işaret eder,
   - `tmpHead.Next ← Head`

d) Head yeni düğüme işaret eder.
   - `Head ← tmpHead`

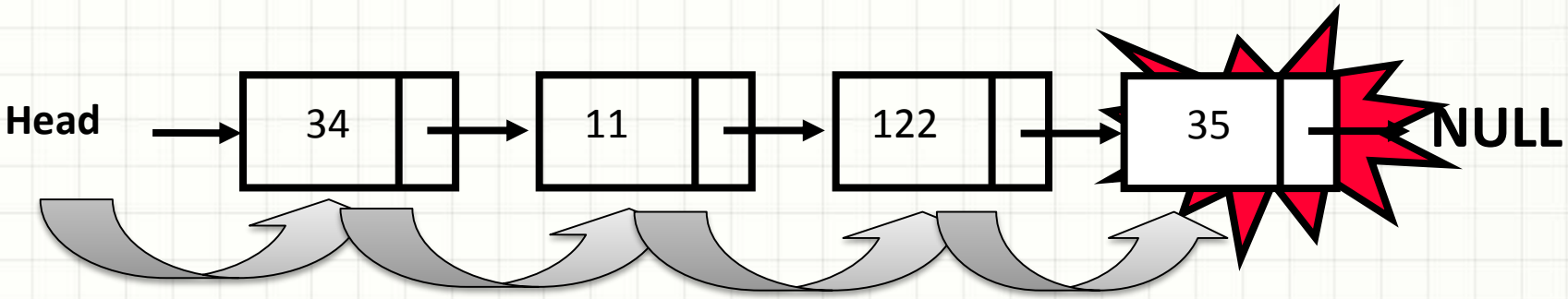
Bağlı Liste – InsertFirst (devam…)

```
public override void InsertFirst(int value)
{
      Node tmpHead = new Node
      {
         Data = value
      };

      if (Head == null)
         Head = tmpHead;
      else
      {
         //En kritik nokta: tmpHead'in next'i
         //eski Head'i göstermeli
         tmpHead.Next = Head;
         //Yeni Head artık tmpHead oldu
         Head = tmpHead;
      }
      //Bağlı listedeki eleman sayısı bir arttı
      Size++;
}
```

Bağlı Liste – InsertLast

- Listenin son elemanını yeni gelen elemanla yer değiştirdiğimiz metottur.
- **Traverse** işlemi **gereklidir**. **Eski sonuncu elemanın** *bulunması* gerekmektedir.
- Aşağıdaki listede *Son eleman 122'dir*.
- Listenin sonuna 35 elemanını eklemek istiyoruz. **Nasıl?**



Bağlı Liste – InsertLast (devam…)

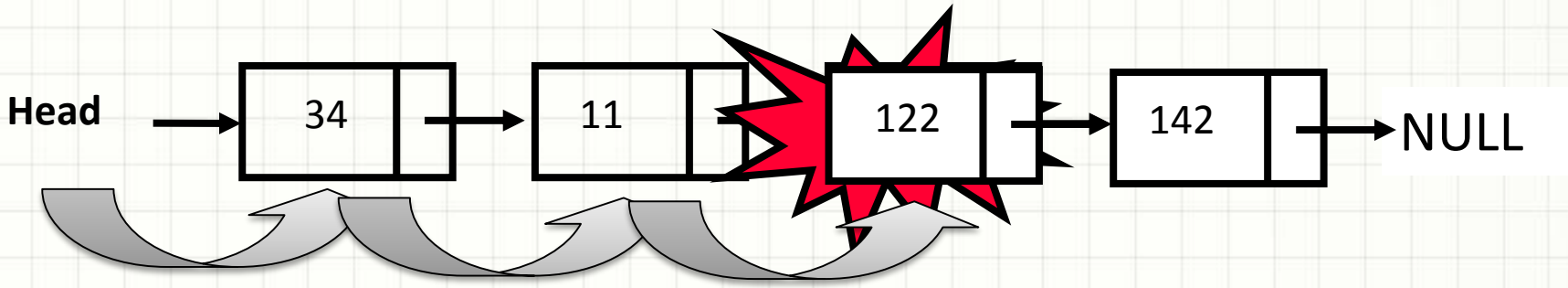
- **Sözde kod:**

a) Yeni düğüm oluşturulur (**newLast**),
b) Head NULL ise (**Liste BOŞSA**)
  - `InsertFirst()`

c) "Eski son düğüm" bulunur (**oldLast**),
d) Eski son düğüm, eklenen düğüme *işaret eder*.
  - `oldLast.Next ← newLast`

Bağlı Liste – InsertPos

- Listenin **i. pozisyonundaki** elemanın sonrasına yeni gelen elemanı, **ekleyen** metottur.
- **Traverse** işlemi **gereklidir**. **i. Pozisyona sahip elemanın** *bulunması* gerekmektedir.
- Aşağıdaki listede ***i=2 için 11 elemanı ile 142 elemanı arasına*** *122 elemanını ekleyelim*. **Nasıl?**



Bağlı Liste – InsertPos (devam…)

- **Sözde kod:**

a) Yeni düğüm oluşturulur (**newNode**),

b) Head NULL ise (**Liste BOŞSA**)

- `InsertFirst()`

c) "i. Pos düğüm" bulunur (**posNode**),

d) posNode elemanının Next'i **tempNext'e** atanır.

- `tempNext ← posNode.Next`

e) posNode elemanının Next'ine **newNode** atanır.

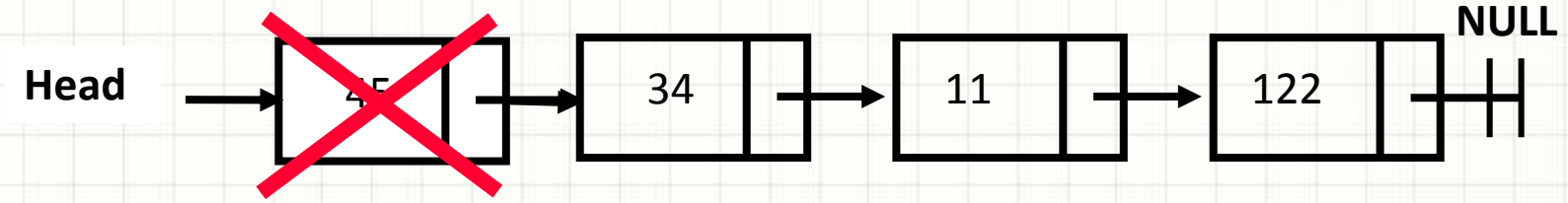
- `posNode.Next ← newNode`

f) newNode elemanının Next'ine **tempNext** atanır.

- `newNode.Next ← tempNext`

Bağlı Liste – DeleteFirst

- Listenin ilk elemanı olan **Head'i** silen metottur.
- **Traverse** işlemine **gerek yoktur**.
- Aşağıdaki listede *Head 45'dir*.
- Listenin başındaki elemanı silmek istiyoruz.
- Yeni Head **34 olmalı**. **Nasıl?**



Bağlı Liste – DeleteFirst (devam…)

- **Sözde kod:**

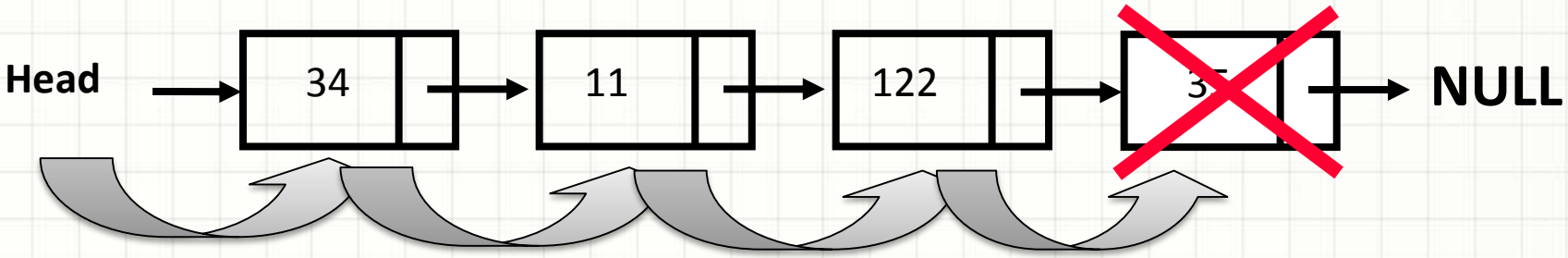
  a) Head'in sonraki elemanı - Next'i temp bir değişkene atanır
    - `tempHeadNext ← Head.Next`

  b) `tempHeadNext NULL ise` **Head NULL** olur,
    - **Liste boşalır**

  c) `tempHeadNext NULL değilse` Head elemanı `tempHeadNext` olur,
    - `Head ← tempHeadNext`

Bağlı Liste – DeleteLast

- Listenin son elemanını silen metottur.
- **Traverse** işlemi **gereklidir**. **Sonuncu elemanın** *bulunması* gerekmektedir.
- Aşağıdaki listede *Son eleman 35'dir*.
- Son eleman silindiğinde **yeni son eleman** 122 olmalıdır. **Nasıl?**



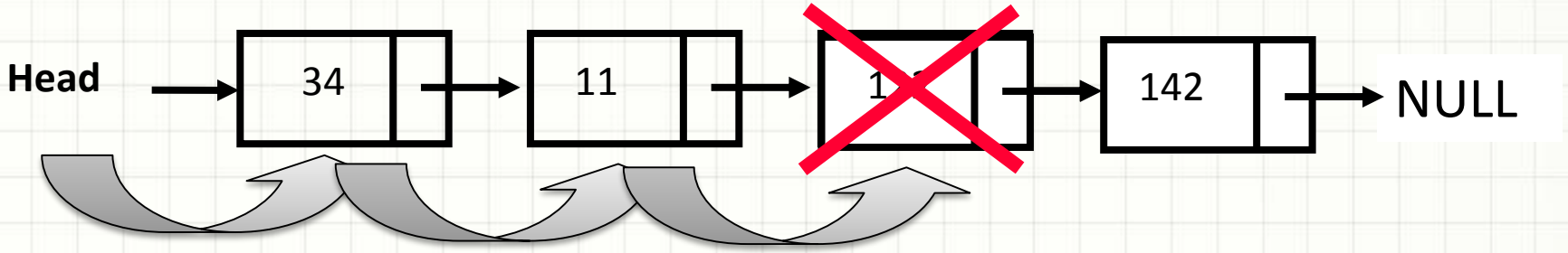
Bağlı Liste – DeleteLast (devam…)

- **Sözde kod:**

a) Son eleman bulunması için Head'ten itibaren doğrusal ilerlenir.
b) Son eleman `last` değişkenine atanır.
c) Son eleman bulunduğunda, **sondan bir önceki eleman** bulunur ve bir değişkene atanır (`lastPrevNode`).
d) `lastPrevNode` elemanının **Next'ine NULL atanır.**
e) `last` değişkenine **NULL** atanır.

Bağlı Liste – DeletePos

- Listenin **i. pozisyonundaki** elemanını **silen** metottur.
- **Traverse** işlemi **gereklidir**. **i. Pozisyona sahip elemanın** *bulunması* gerekmektedir.
- Aşağıdaki listede ***i=2 için 122 elemanını*** *silelim ve 11* elemanı artık **122'yi değil, 142'yi işaret etsin**. **Nasıl?**



Bağlı Liste – DeletePos (devam…)

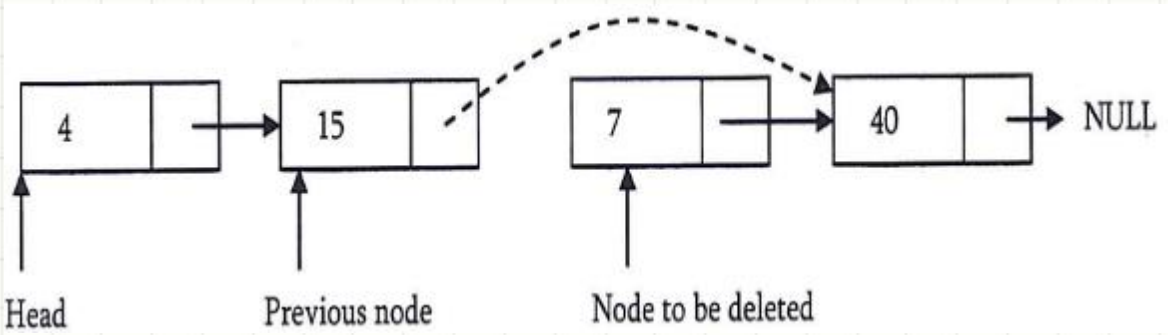
- **Sözde kod:**

a) i. Pozisyondaki elemanın bulunması için Head'ten itibaren doğrusal ilerlenir.

b) i. Pozisyonundaki eleman `pos` değişkenine **atanır**.

c) i. Pozisyonundaki eleman bulunduğunda, **ondan bir önceki elemanın Next'ine pos'un Next'i atanır**.

`d) pos` değişkenine **NULL** atanır.

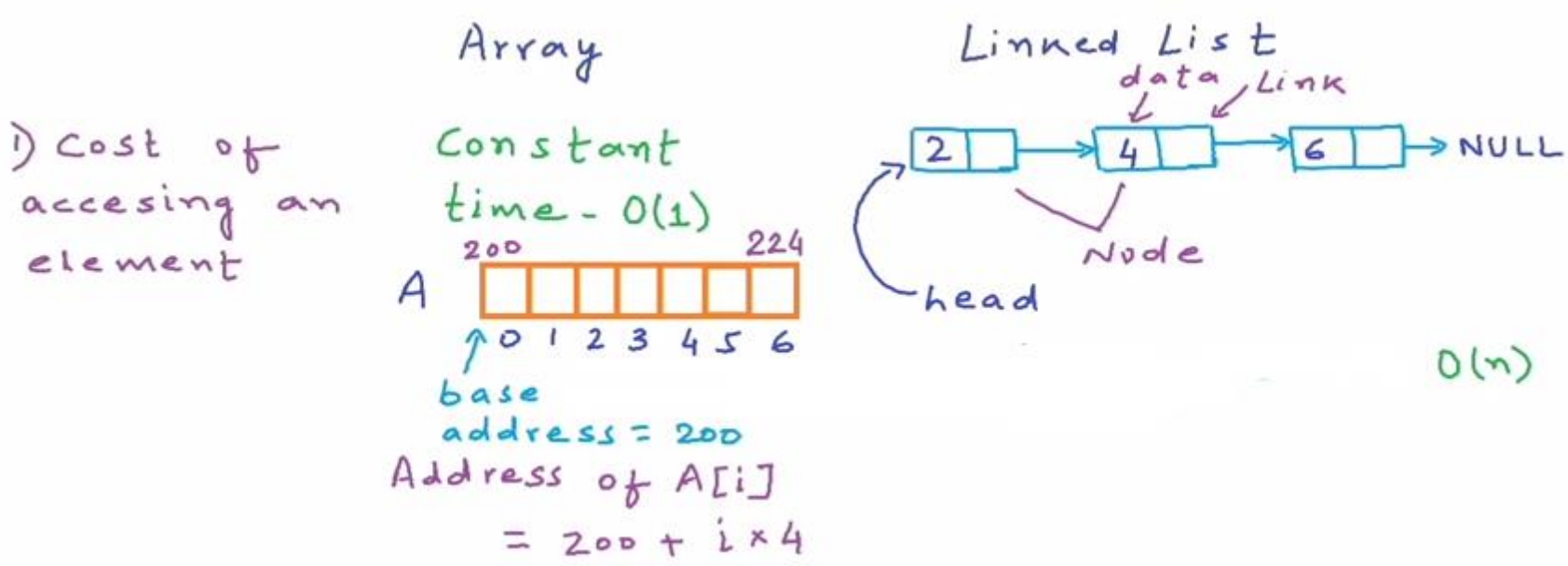


Bağlı Liste ve Dizi Karşılaştırması

- **Erişim Maliyeti**
  - Dizinin 1. veya en sonuncu elemanına erişmek için sadece base adresle **ilgili elemanın sırasının** byte değeri (6. sıra * 4 byte) toplanır. Bu her eleman için sabit bir zamandır ve karmaşıklığı **O(1)** olur.
  - Bağlı liste, **sürekli bir adreste tutulmadığından** en kötü durumda (**worst-case**) son elemanın adresine erişmek için Head elemanından başlanarak **sırayla** her düğümden *bir sonraki adres elde* edilir. Bu nedenle karmaşıklık eleman sayısı n kadar ya da **O(n)** olur.

Bağlı Liste ve Dizi Karşılaştırması (devam..)

- **Erişim Maliyeti**

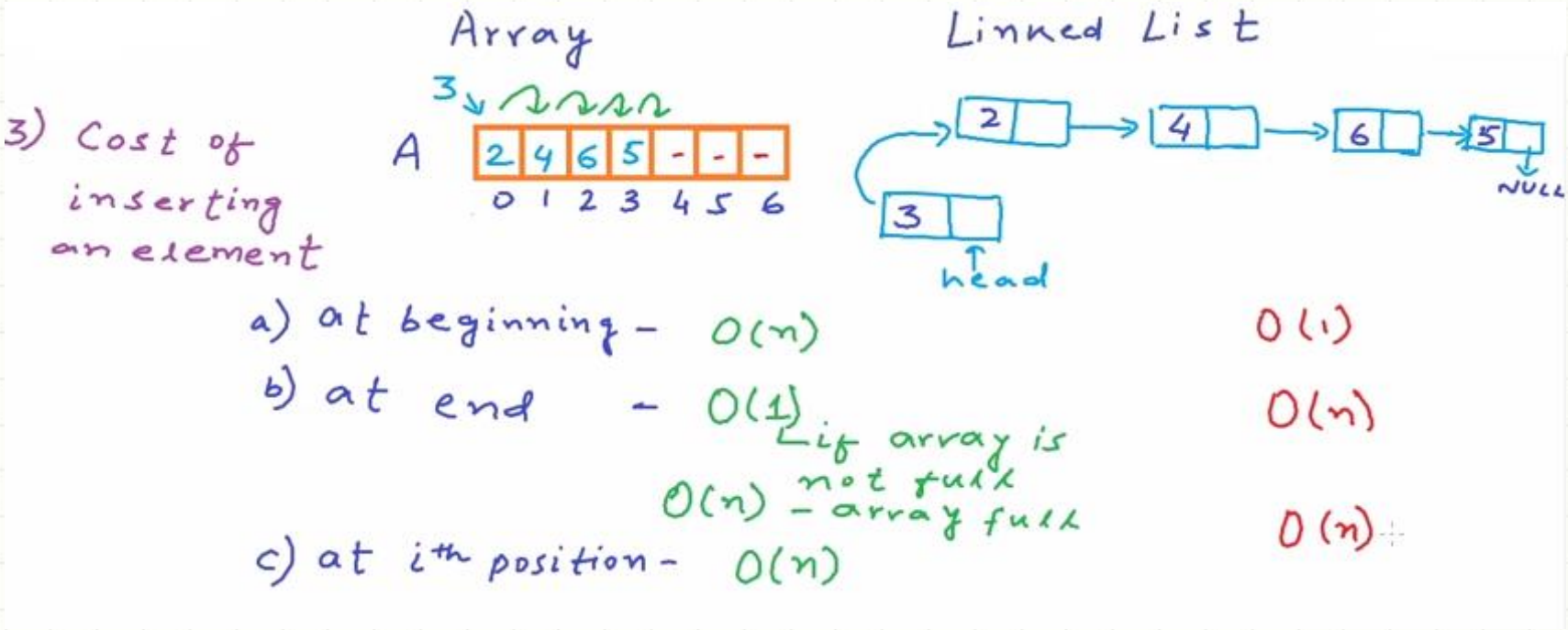


Bağlı Liste ve Dizi Karşılaştırması (devam..)

- **Veri Giriş (Insert) Maliyeti**
  - **En Başa:** Dizide tüm elemanlar bir kayar **O(n)**. Bağlı listede sabit bir işlem **O(1)**.
  - **En Sona:** *Dizi* **boşsa O(1)** değilse yeni bir dizi gerekeceğinden en kötü O(n). *Bağlı listede* sonuncu elemana **en kötü O(n)** le ulaşılır ve eklenir.
  - **i. Pozisyona:** *Dizide* ilgili elemana ulaşmak ve duruma göre elemanları kaydırmak gerekeceği için **en kötü durumda O(n)** zamana ihtiyaç vardır. *Bağlı listede* ise kaydırma olmadığı halde bir elemana erişmek için head adresinden istenen adrese kadar gezmek gerekeceğinden **en kötü durumda O(n)** olur.

Bağlı Liste ve Dizi Karşılaştırması (devam..)

- **Veri Giriş (Insert) Maliyeti**



Bağlı Liste ve Dizi Karşılaştırması (devam..)

- **Silme (Delete) Maliyeti**
  - Insert işlemleri ile tamamen aynı senaryolara ve aynı Big-O karmaşıklık maliyetlerine sahiptirler.

Bağlı Liste ve Dizi Karşılaştırması (devam..)

İşlem	Dizi Tabanlı Liste	Bağlı Liste
Access, Retrieve (Erişim)	O(1)	O(n)
InsertFirst	O(n)	O(1)
InsertLast	O(n)	O(n) Sonuncu elemana pointer varsa = O(1)
InsertPos	O(n)	O(n)
DeleteFirst	O(n)	O(1)
DeleteLast	O(n)	O(n) Sonuncu elemana pointer varsa = O(1)
DeletePos	O(n)	O(n)