



BSM307

İşaretler ve Sistemler

Dr. Seçkin Arı

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- Temel Sistem Özellikleri
- Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler
- Birim Basamak Cevabı

Ayrık Zaman Sistemler

- Örnek
 - ◆ %10 faiz veren banka hesabı
 - ◆ 10 sene sonraki balans?
 - ◆ Giriş, $x[n] = ?$
 - ◆ Çıkış, $y[n] = ?$

Ayrık Zaman Sistemler

- Örnek
 - ◆ %10 faiz veren banka hesabı
 - ◆ 10 sene sonraki balans?
 - ◆ Giriş, $x[n]$ = Yatırılan para
 - ◆ Çıkış, $y[n]$ = Hesaptaki para (balans)
 - ◆ İterasyon, $y[n] = ?$

Ayrık Zaman Sistemler

- Örnek
 - ◆ %10 faiz veren banka hesabı
 - ◆ 10 sene sonraki balans?
 - ◆ Giriş, $x[n]$ = Yatırılan para
 - ◆ Çıkış, $y[n]$ = Hesaptaki para (balans)
 - ◆ İterasyon, $y[n] = y[n - 1]$

Ayrık Zaman Sistemler

- Örnek
 - ♦ %10 faiz veren banka hesabı
 - ♦ 10 sene sonraki balans?
 - ♦ Giriş, $x[n]$ = Yatırılan para
 - ♦ Çıkış, $y[n]$ = Hesaptaki para (balans)
 - ♦ İterasyon, $y[n] = y[n - 1] + 0,1 \times y[n - 1]$

Ayrık Zaman Sistemler

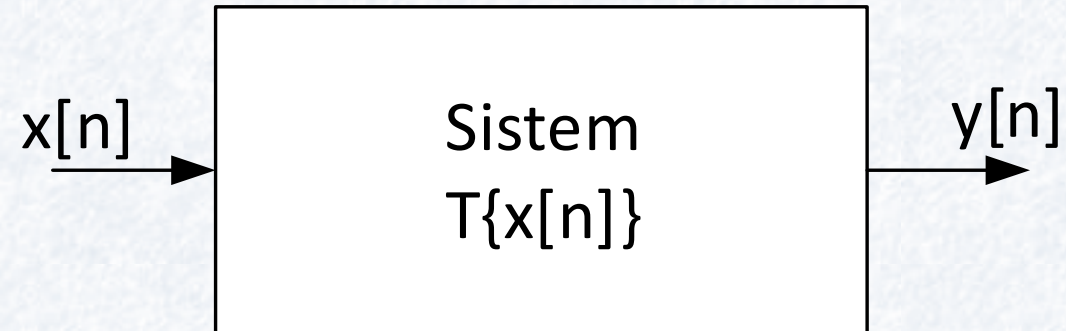
- Örnek
 - ♦ %10 faiz veren banka hesabı
 - ♦ 10 sene sonraki balans?
 - ♦ Giriş, $x[n]$ = Yatırılan para
 - ♦ Çıkış, $y[n]$ = Hesaptaki para (balans)
 - ♦ İterasyon, $y[n] = y[n - 1] + 0,1 \times y[n - 1] + x[n]$

Ayrık Zaman Sistemler

- Örnek
 - ♦ %10 faiz veren banka hesabı
 - ♦ 10 sene sonraki balans?
 - ♦ Giriş, $x[n]$ = Yatırılan para
 - ♦ Çıkış, $y[n]$ = Hesaptaki para (balans)
 - ♦ İterasyon, $y[n] = y[n - 1] + 0,1 \times y[n - 1] + x[n]$
 - ♦ $y[n] = 1,1 \times y[n - 1] + x[n]$

Ayrık Zaman Sistemler

- $x[n]$: Giriş işareti
- $y[n]$: Çıkış işareti
- T : Dönüşüm (Transform)



Temel Sistem Özellikleri

- Hafızalı ya da hafızasız sistem
- Hafızasız
 - ♦ Sistem çıkışının, giriş işaretinin zamanın sadece o andaki bilgisine bağlı olması
 - ♦ $y[n] = 2x[n] + x[n]^2$
- Hafızalı

Temel Sistem Özellikleri

- Hafızalı ya da hafızasız sistem
- Hafızasız
 - ♦ Sistem çıkışının, giriş işaretinin zamanın sadece o andaki bilgisine bağlı olması
 - ♦ $y[n] = 2x[n] + x[n]^2$
- Hafızalı
 - ♦ Sistem çıkışının, giriş işaretinin ötelenmiş hallerine bağlı olması
 - ♦ $y[n] = x[n - 1]$

Örnek 1

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı?	
Ters çevrilebilir	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 1

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	×
Ters çevrilebilir	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 2

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı?	
Ters çevrilebilir	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 2

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 3

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı?	
Ters çevrilebilir	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

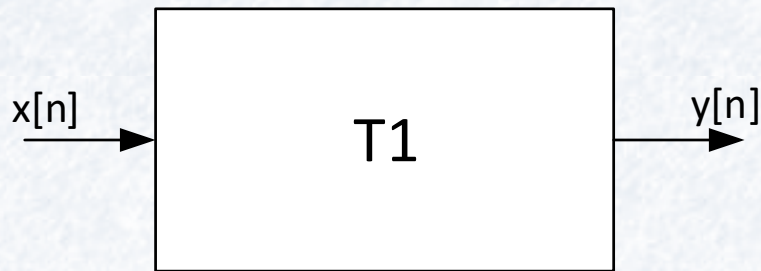
Örnek 3

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

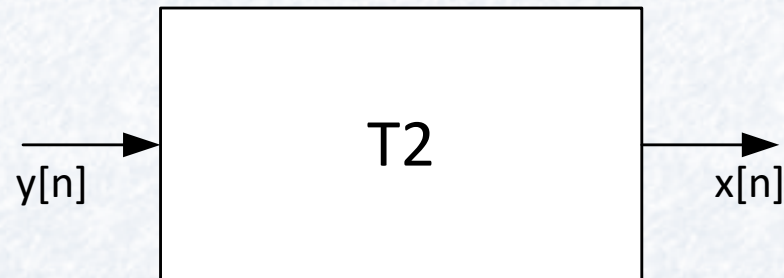
Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Temel Sistem Özellikleri

- Ters çevrilebilir ya da ters sistem
- $y[n] = T1\{x[n]\}$ karşılık



- $x[n] = T2\{y[n]\}$ elde edilebiliyorsa



Temel Sistem Özellikleri

- Ters çevrilebilir ya da ters sistem
- $y[n] = T1\{x[n]\}$ karşılık
- $x[n] = T2\{y[n]\}$ elde edilebiliyorsa
- T1: Ters çevrilebilir bir sistem.
- T2: T1' in tersi.

Temel Sistem Özellikleri

- **Ters çevrilebilir ya da ters sistem**
- $y[n] = T1\{x[n]\}$ karşılık
- $x[n] = T2\{y[n]\}$ elde edilebiliyorsa
- T1: Ters çevrilebilir bir sistem.
- T2: T1' in tersi.
- $y[n] = T1\{x[n]\} = 2x[n]$
- $x[n] = T2\{y[n]\} = y[n]/2$

Örnek 4

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	×
Ters çevrilebilir?	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 4

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $T\{y[n]\} = x[n] = \frac{y[n]-3}{2}$

Örnek 5

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir?	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 5

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $T\{y[n]\} = x[n] = \pm \sqrt{\frac{y[n+3]}{6}}$

Örnek 6

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir?	
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 6

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $T\{y[n]\} = x[n] = \frac{y[n-2]}{(n-2)^2}$

Örnek 6

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $T\{y[n]\} = x[n] = \frac{y[n-2]}{(n-2)^2}$

♦ $n = 2$, sıfıra bölme hatası

Temel Sistem Özellikleri

- **Nedensellik**
- Nedensel
 - ♦ Sistem çıkışının, giriş işaretinin zamanın o andaki ve/veya geçmişteki bilgisine bağlı olması
 - ♦ $y[n] = x[n] + x[n - 1]$
- Nedensel olmayan

Temel Sistem Özellikleri

- **Nedensellik**
- Nedensel
 - ♦ Sistem çıkışının, giriş işaretinin zamanın o andaki ve/veya geçmişteki bilgisine bağlı olması
 - ♦ $y[n] = x[n] + x[n - 1]$
- Nedensel olmayan
 - ♦ Sistem çıkışının, giriş işaretinin gelecekteki bilgisine bağlı olması
 - ♦ $y[n] = x[n] + x[n + 1]$

Örnek 7

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel?	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 7

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 8

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel?	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 8

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 9

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel?	
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 9

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Temel Sistem Özellikleri

- **Kararlılık**
- Kararlı
 - ♦ Giriş işaretinin maksimum genliğinin sınırlı olması durumunda (sonsuz gitmemesi), sistem çıkış genliğinin de sınırlı olması (sonsuz gitmemesi)
 - ♦ $\forall n, |x[n]| < N$ iken
 - ♦ $\forall n, |y[n]| < M$ iken
- Kararsız
 - ♦ Giriş işareti sınırlı iken, sistem çıkışı sonsuz gidiyorsa
 - ♦ $\forall n, |x[n]| < N$ iken
 - ♦ $\forall n, |y[n]| \rightarrow \infty$ ise

Örnek 10

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı?	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 10

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $\max(|x[n]|) = N$ iken
- $\max(|y[n]|) = 2N + 3 \ll \infty$ dur.

Örnek 11

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı?	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 11

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $\max(|x[n]|) = N$ iken
- $\max(|y[n]|) = 6N^2 \ll \infty$ dur.

Örnek 12

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı?	
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

Örnek 12

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	
Doğrusal	

- $\max(|x[n]|) = N$ iken
- $n \rightarrow \infty$ iken $\max(|y[n]|) = \infty$ dur.

Temel Sistem Özellikleri

- Zamanla Değişmezlik
- $y[n] = T\{x[n]\}$ iken
- Zamanla değişmez
 - ♦ $T\{x[n - k]\} = y[n - k]$ ise
- Zamanla değişen
 - ♦ $T\{x[n - k]\} \neq y[n - k]$ ise

Örnek 13

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

Örnek 13

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = ?$

Örnek 13

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_1[n] = 2x[n - k] + 3$
- $y[n - k] = ?$

Örnek 13

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_1[n] = 2x[n - k] + 3$
- $y[n - k] = 2x[n - k] + 3$
- $y_1[n] = y[n - k]$?

Örnek 13

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_1[n] = 2x[n - k] + 3$
- $y[n - k] = 2x[n - k] + 3$
- $y_1[n] = y[n - k]$

Örnek 14

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$

- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = ?$

Örnek 14

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_1[n] = 6x[n - 3 - k]^2$
- $y[n - k] = ?$

Örnek 14

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_1[n] = 6x[n - 3 - k]^2$
- $y[n - k] = 6x[n - k - 3]^2$
- $y_1[n] = y[n - k]?$

Örnek 14

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_1[n] = 6x[n - 3 - k]^2$
- $y[n - k] = 6x[n - k - 3]^2$
- $y_1[n] = y[n - k]$

Örnek 15

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$

- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = ?$

Örnek 15

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_1[n] = n^2 x[n + 2 - k]$
- $y[n - k] = ?$

Örnek 15

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez?	
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_1[n] = n^2 x[n + 2 - k]$
- $y[n - k] = (n - k)^2 x[n - k + 2]$
- $y_1[n] = y[n - k]$?

Örnek 15

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	✗
Doğrusal	

- $x_1[n] = x[n - k]$
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_1[n] = n^2 x[n + 2 - k]$
- $y[n - k] = (n - k)^2 x[n - k + 2]$
- $y_1[n] \neq y[n - k]$

Temel Sistem Özellikleri

- Doğrusallık
- $T\{x_1[n]\} = y_1[n]$ ve
- $T\{x_2[n]\} = y_2[n]$ ve
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$ iken
- Doğrusal
 - ♦ $T\{x_3[n]\} = ay_1[n] + by_2[n]$ ise
- Doğrusal değil
 - ♦ $T\{x_3[n]\} \neq ay_1[n] + by_2[n]$ ise

Örnek 16

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_2[n] = 2x_2[n] + 3$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = ?$

Örnek 16

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_2[n] = 2x_2[n] + 3$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 2x_3[n] + 3$
- $y_3[n] = 2(\quad) + 3$

Örnek 16

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_2[n] = 2x_2[n] + 3$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 2x_3[n] + 3$
- $y_3[n] = 2(ax_1[n] + bx_2[n]) + 3$
- $ay_1[n] + by_2[n] = ?$

Örnek 16

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 2x_1[n] + 3$
- $y_2[n] = 2x_2[n] + 3$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 2x_3[n] + 3$
- $y_3[n] = 2(ax_1[n] + bx_2[n]) + 3$
- $ay_1[n] + by_2[n] = a(2x_1[n] + 3) + b(2x_2[n] + 3)$
- $y_3[n] = ay_1[n] + by_2[n]?$

Örnek 16

- $T\{x[n]\} = y[n] = 2x[n] + 3$

Hafızalı	✗
Ters çevrilebilir	✓
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal	✗

- $y_1[n] = 2x_1[n] + 3$

- $y_2[n] = 2x_2[n] + 3$

- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$

- $y_3[n] = 2x_3[n] + 3$

- $y_3[n] = 2(ax_1[n] + bx_2[n]) + 3$

- $ay_1[n] + by_2[n] = a(2x_1[n] + 3) + b(2x_2[n] + 3)$

- $y_3[n] \neq ay_1[n] + by_2[n]$

Örnek 17

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_2[n] = 6x_2[n - 3]^2$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = ?$

Örnek 17

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_2[n] = 6x_2[n - 3]^2$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 6x_3[n - 3]^2$
- $y_3[n] = 6(\quad)^2$

Örnek 17

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_2[n] = 6x_2[n - 3]^2$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 6x_3[n - 3]^2$
- $y_3[n] = 6(ax_1[n - 3] + bx_2[n - 3])^2$
- $ay_1[n] + by_2[n] = ?$

Örnek 17

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal?	

- $y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_2[n] = 6x_2[n - 3]^2$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 6x_3[n - 3]^2$
- $y_3[n] = 6(ax_1[n - 3] + bx_2[n - 3])^2$
- $ay_1[n] + by_2[n] = a6x_1[n - 3]^2 + b6x_2[n - 3]^2$
- $y_3[n] = ay_1[n] + by_2[n]?$

Örnek 17

- $T\{x[n]\} = y[n] = 6x[n - 3]^2$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✓
Kararlı	✓
Zamanla Değişmez	✓
Doğrusal	✗

- $y_1[n] = 6x_1[n - 3]^2$
- $y_2[n] = 6x_2[n - 3]^2$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = 6x_3[n - 3]^2$
- $y_3[n] = 6(ax_1[n - 3] + bx_2[n - 3])^2$
- $ay_1[n] + by_2[n] = a6x_1[n - 3]^2 + b6x_2[n - 3]^2$
- $y_3[n] \neq ay_1[n] + by_2[n]$

Örnek 18

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	✗
Doğrusal?	

- $y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_2[n] = n^2 x_2[n + 2]$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = ?$

Örnek 18

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	✗
Doğrusal?	

- $y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_2[n] = n^2 x_2[n + 2]$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = n^2 x_3[n + 2]$
- $y_3[n] = n^2 (\quad)$

Örnek 18

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	✗
Doğrusal?	

- $y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_2[n] = n^2 x_2[n + 2]$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = n^2 x_3[n + 2]$
- $y_3[n] = n^2 (ax_1[n + 2] + bx_2[n + 2])$
- $ay_1[n] + by_2[n] = ?$

Örnek 18

- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	✗
Doğrusal?	

- $y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_2[n] = n^2 x_2[n + 2]$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = n^2 x_3[n + 2]$
- $y_3[n] = n^2 (ax_1[n + 2] + bx_2[n + 2])$
- $ay_1[n] + by_2[n] = an^2 x_1[n + 2] + bn^2 x_2[n + 2]$
- $y_3[n] = ay_1[n] + by_2[n]?$

Örnek 18

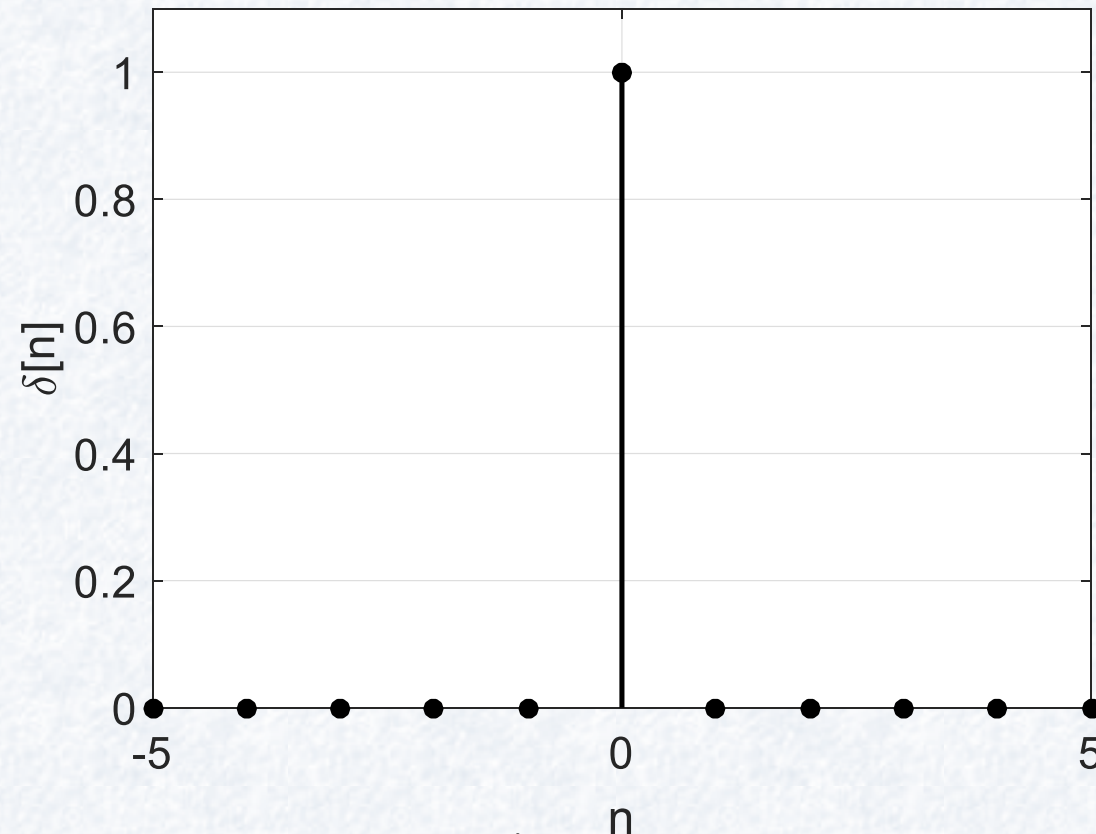
- $T\{x[n]\} = y[n] = n^2 x[n + 2]$

Hafızalı	✓
Ters çevrilebilir	✗
Nedensel	✗
Kararlı	✗
Zamanla Değişmez	✗
Doğrusal	✓

- $y_1[n] = n^2 x_1[n + 2]$
- $y_2[n] = n^2 x_2[n + 2]$
- $x_3[n] = ax_1[n] + bx_2[n]$
- $y_3[n] = n^2 x_3[n + 2]$
- $y_3[n] = n^2 (ax_1[n + 2] + bx_2[n + 2])$
- $ay_1[n] + by_2[n] = an^2 x_1[n + 2] + bn^2 x_2[n + 2]$
- $y_3[n] = ay_1[n] + by_2[n]$

Birim Darbe İşareti

- $\delta[n] = \begin{cases} 0, & n \neq 0 \\ 1, & n = 0 \end{cases}$

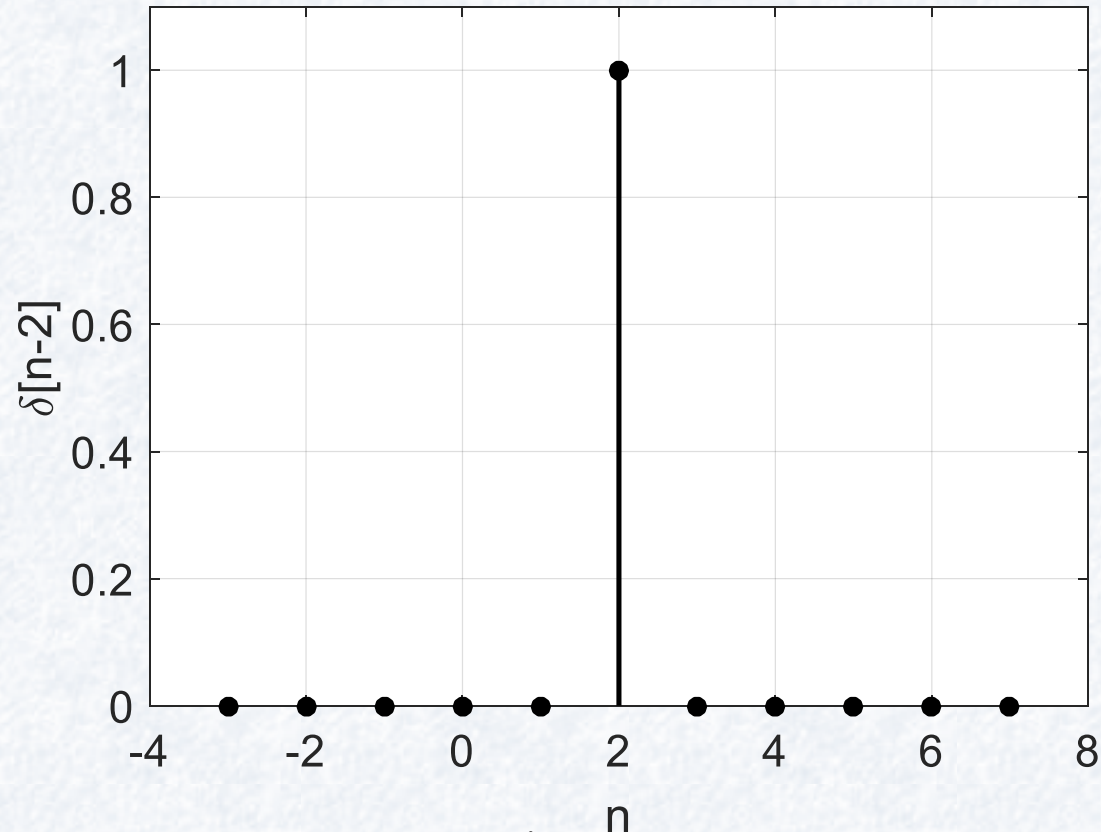


Birim Darbe İşareti

- $\delta[n - 2] = ?$

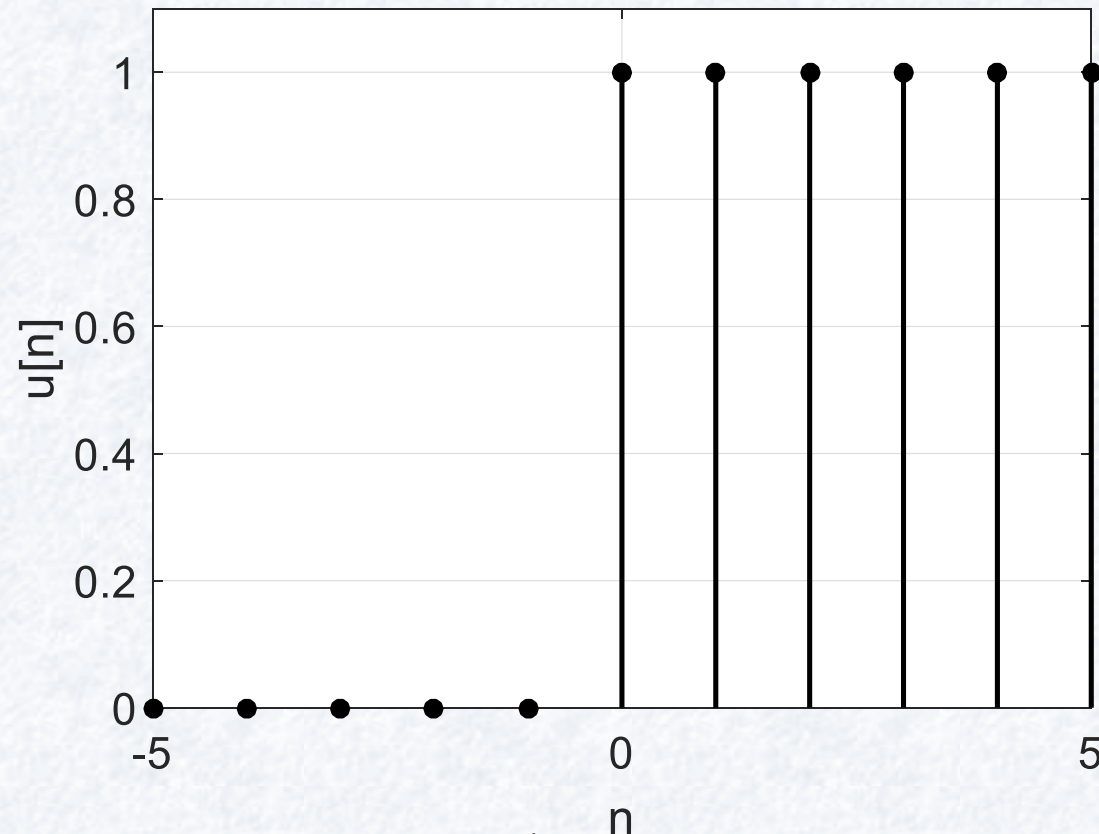
Birim Darbe İşareti

- $\delta[n - 2]$



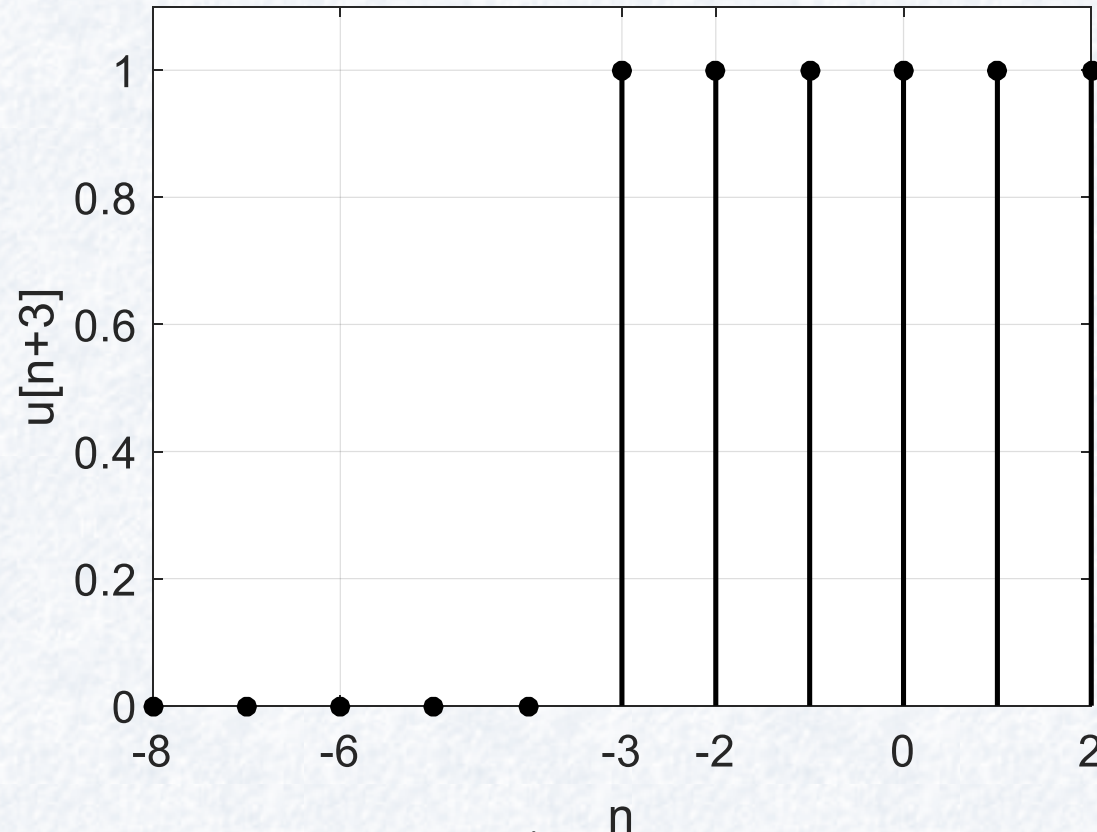
Birim Basamak İşareti

- $u[n] = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 1, & n \geq 0 \end{cases}$



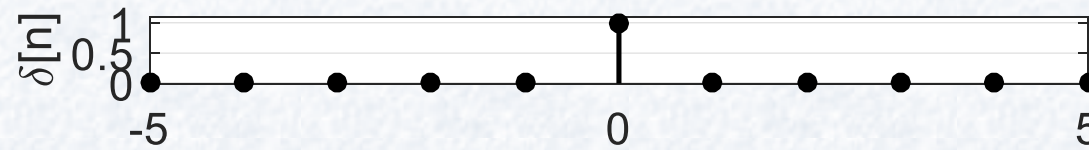
Birim Basamak İşareti

- $u[n + 3] = ?$



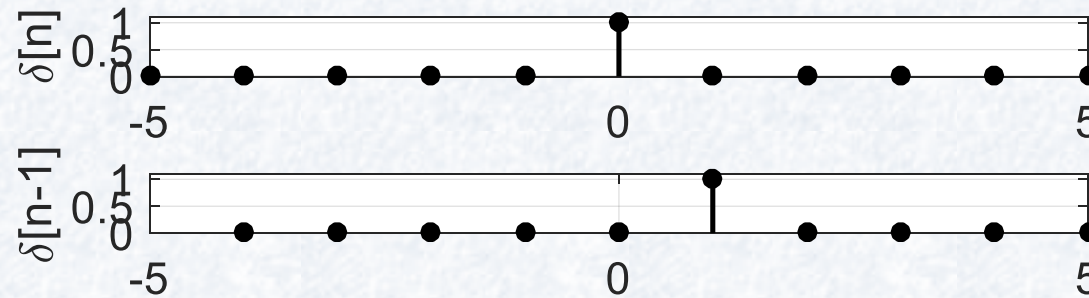
Birim Darbeden Birim Basamak

- $u[n] = ?$



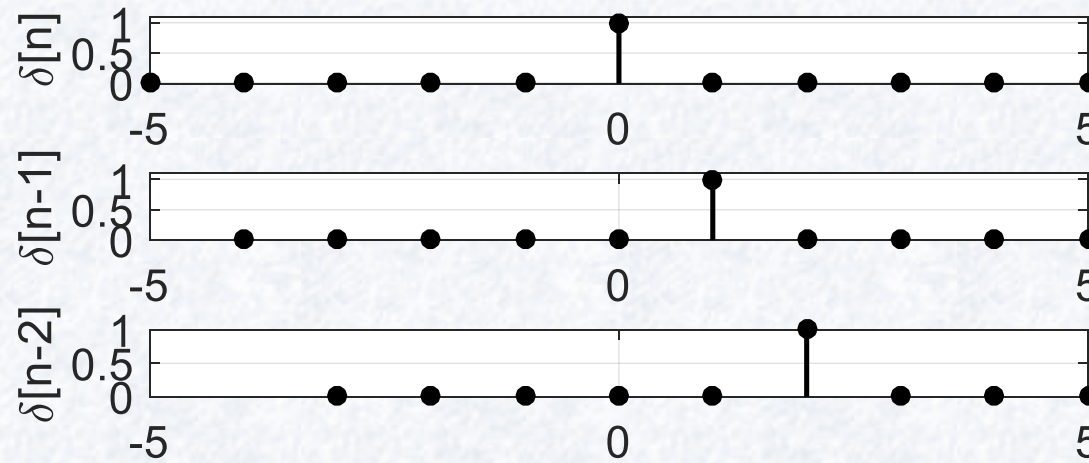
Birim Darbeden Birim Basamak

- $u[n] = ?$



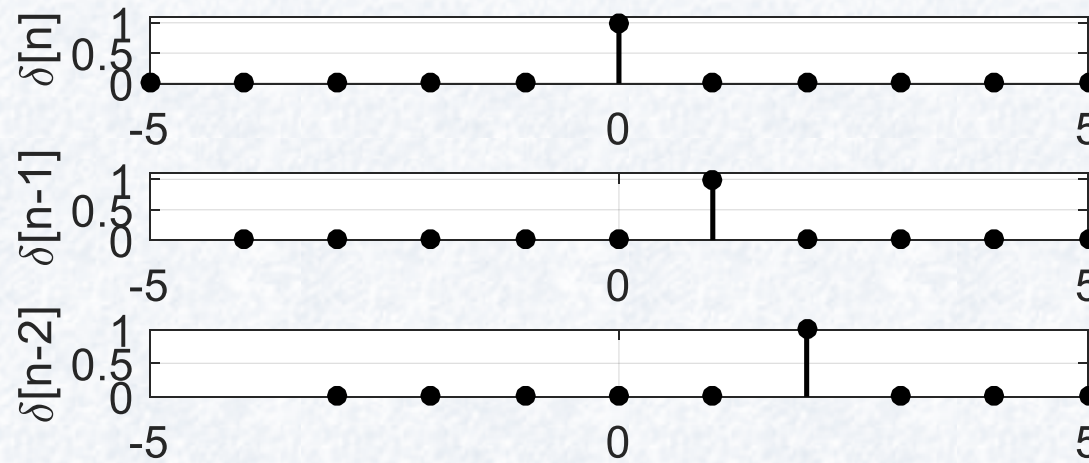
Birim Darbeden Birim Basamak

- $u[n] = ?$



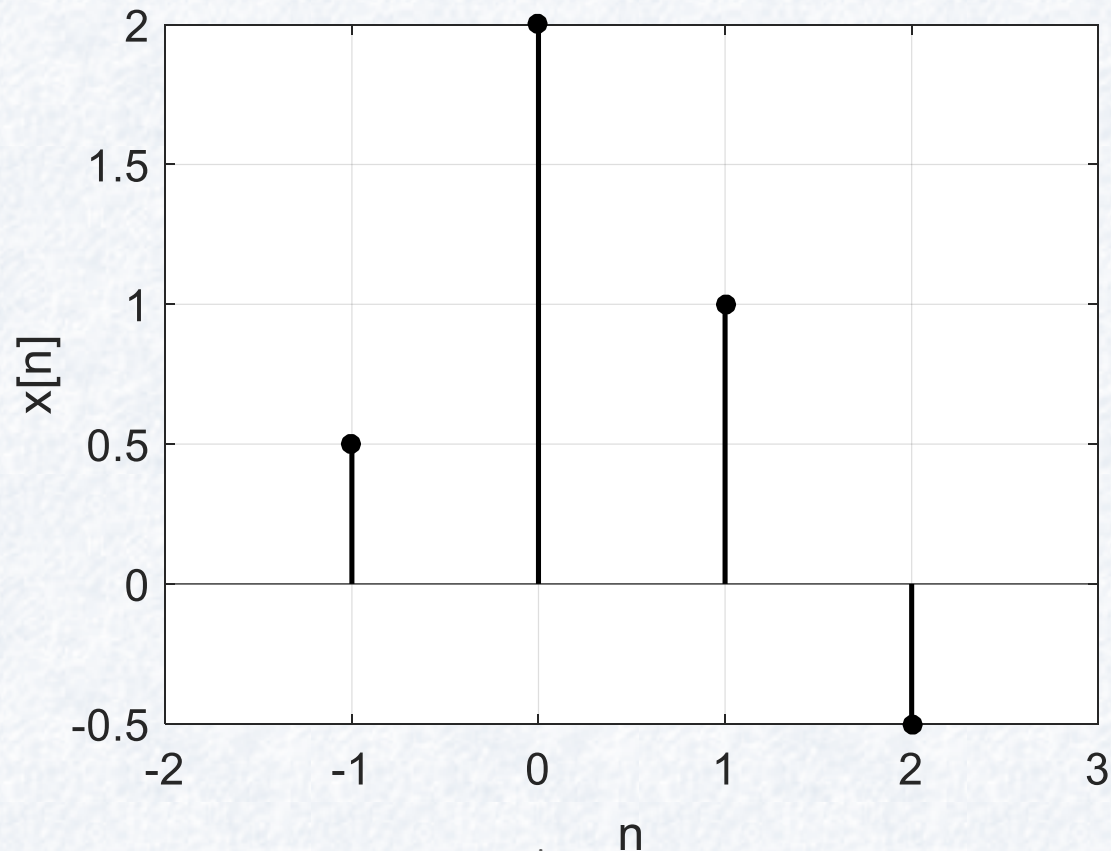
Birim Darbeden Birim Basamak

- $u[n] = \delta[n] + \delta[n - 1] + \delta[n - 2] + \dots$



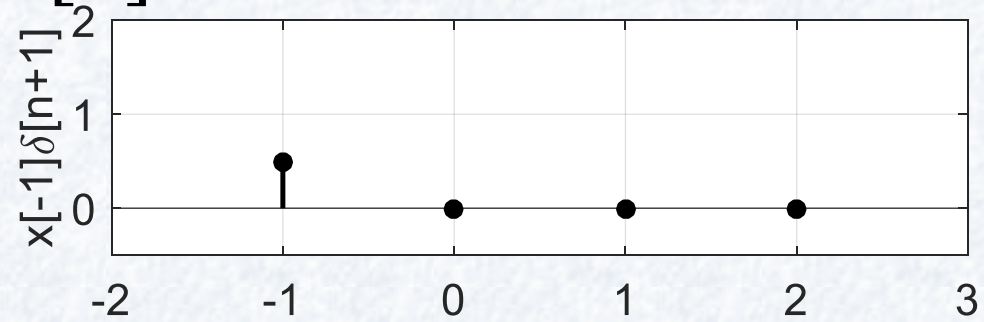
Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$



Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$



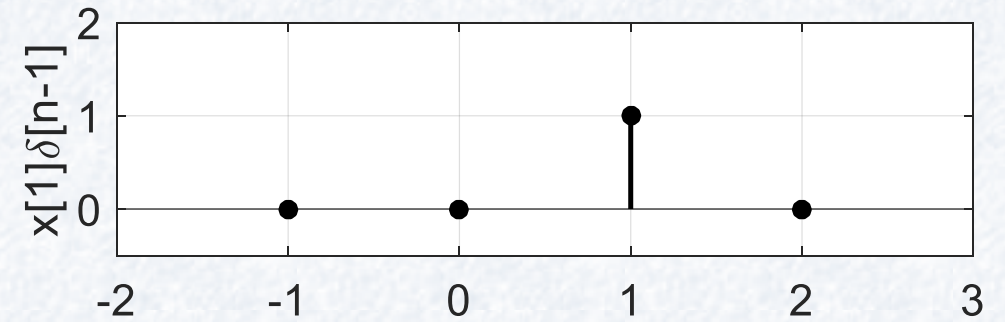
Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$



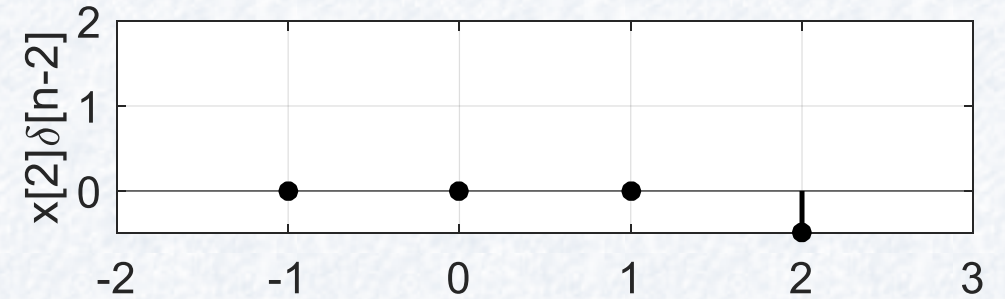
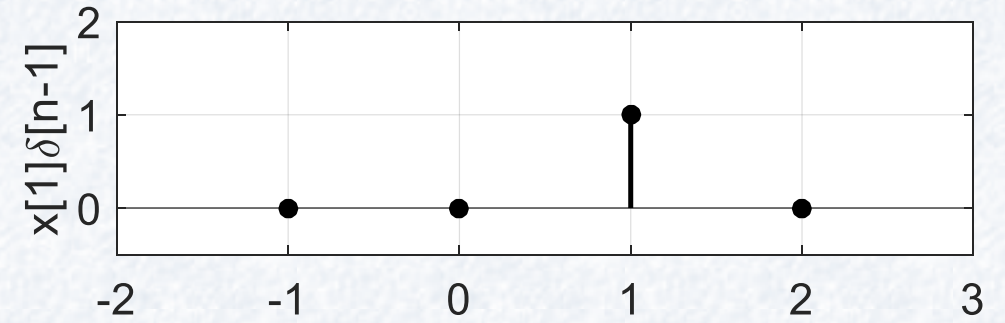
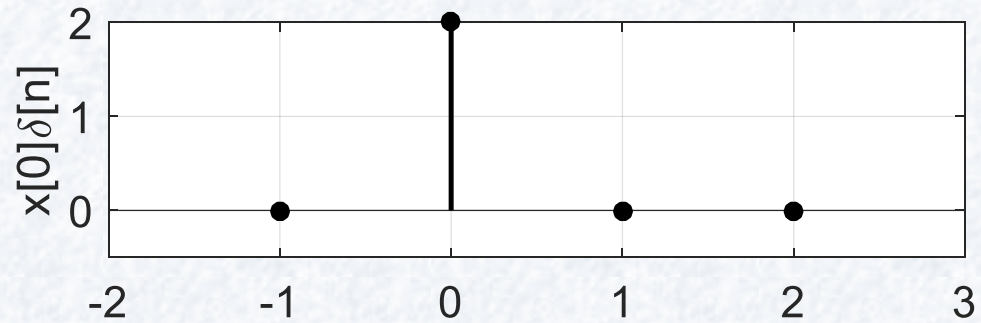
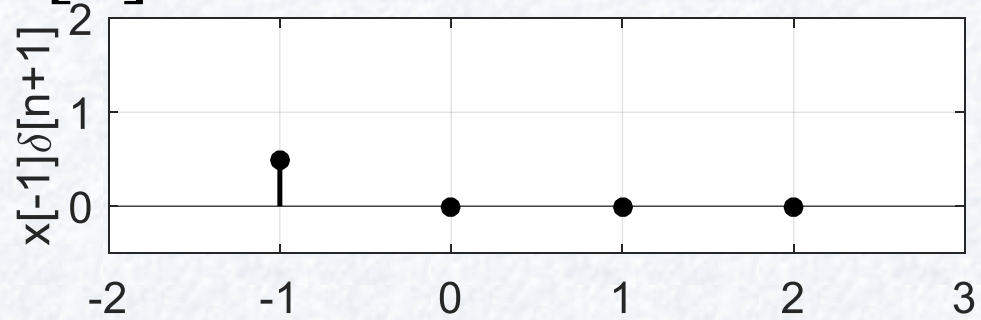
Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$



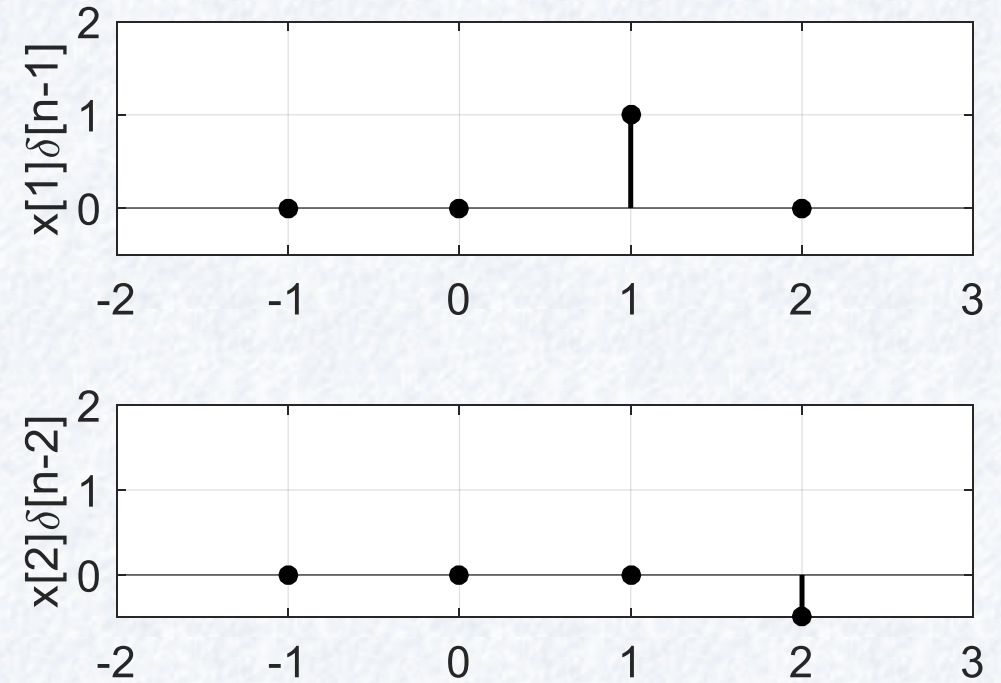
Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$



Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$

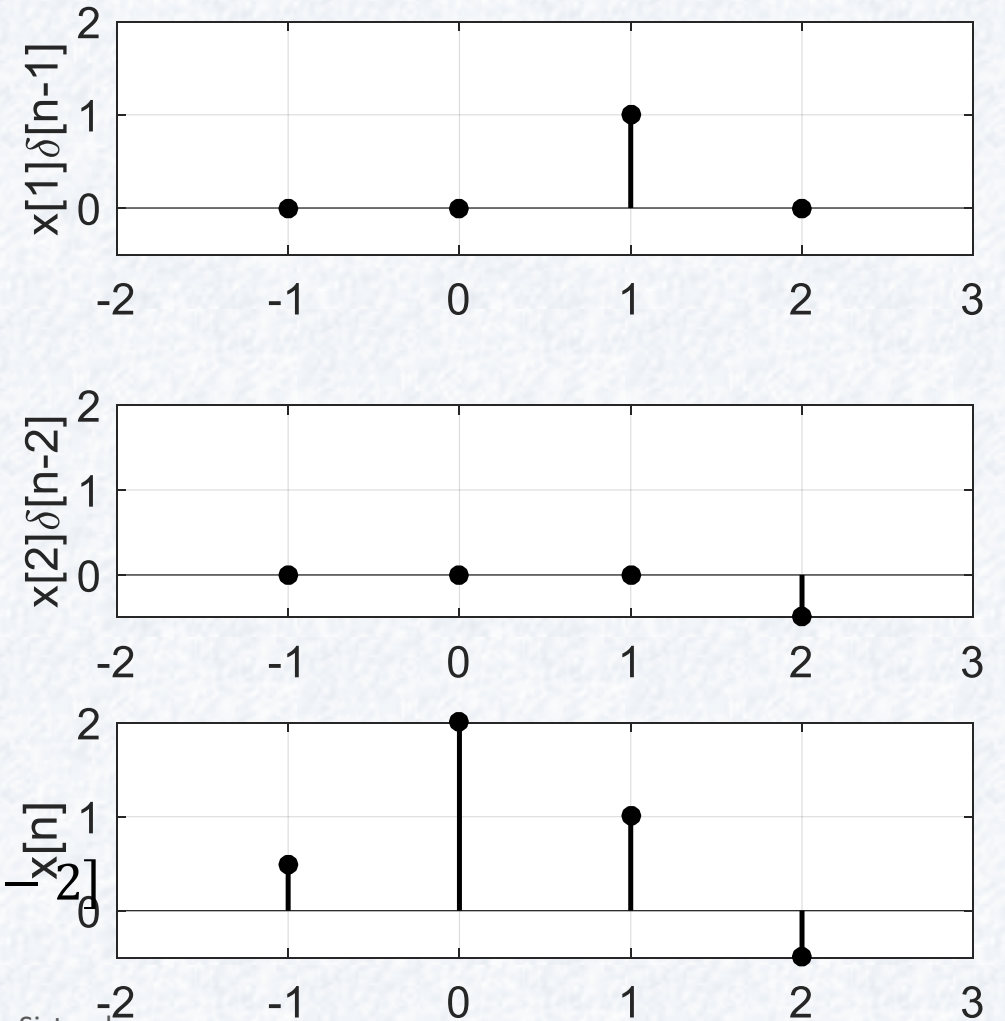


$$x[n]$$

$$= x[-1]\delta[n+1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n-1] + x[2]\delta[n-2]$$

Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n]$



- $$x[n] = x[-1]\delta[n+1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n-1] + x[2]\delta[n-2]$$

Birim Darbe ile İşaretler

- $x[n] = x[-1]\delta[n+1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n-1] + x[2]\delta[n-2]$
- Herhangi bir $x[n]$ ayrık zaman işaret birim darbe işaretleri ile ifade edilebilir.
- En genel hali
 - ♦ $x[n] = \dots + x[-1]\delta[n+1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n-1] + x[2]\delta[n-2] + \dots$
- $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n-k]$
 - ♦ $x[k]$: İşaretin k anındaki genlik değeri (sabit katsayı)
 - ♦ $\delta[n-k]$: Birim darbe işaretinin k kadar ötelenmiş hali

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} =$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
- $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]$
- $y[n] =$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
- $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]$
- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\} = \mathbf{T}\{\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]\}$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
- $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]$
- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\} = \mathbf{T}\{\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]\}$
- $y[n] = \mathbf{T}\{\dots + x[-1]\delta[n + 1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n - 1] + x[2]\delta[n - 2] + \dots\}$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
- $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]$
- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\} = \mathbf{T}\{\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]\}$
- $y[n] = \mathbf{T}\{\dots + x[-1]\delta[n + 1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n - 1] + x[2]\delta[n - 2] + \dots\}$
- $y[n] =$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\}$
 - ♦ \mathbf{T} doğrusal ise
 - ♦ $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
- $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]$
- $y[n] = \mathbf{T}\{x(n)\} = \mathbf{T}\{\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k]\}$
- $y[n] = \mathbf{T}\{\dots + x[-1]\delta[n + 1] + x[0]\delta[n] + x[1]\delta[n - 1] + x[2]\delta[n - 2] + \dots\}$
- $y[n] = \dots + \mathbf{T}\{x[-1]\delta[n + 1]\} + \mathbf{T}\{x[0]\delta[n]\} + \mathbf{T}\{x[1]\delta[n - 1]\} + \mathbf{T}\{x[2]\delta[n - 2]\} + \dots$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
=?

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

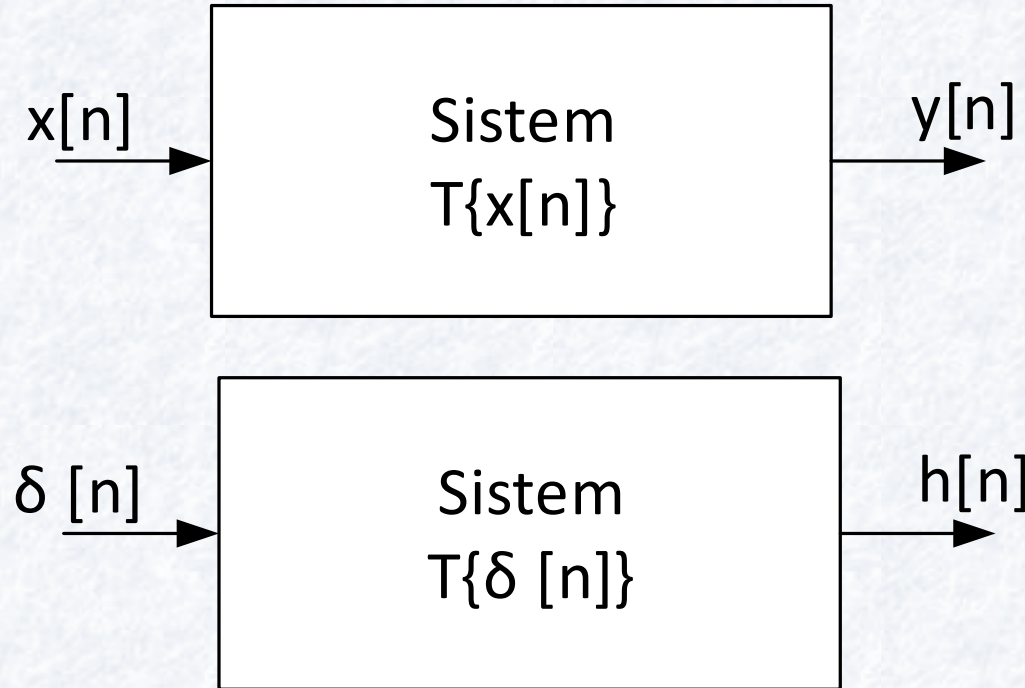
- $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
 $= a\mathbf{T}\{x_1(n)\} + b\mathbf{T}\{x_2(n)\}$
- $y[n] = \cdots + \mathbf{T}\{x[-1]\delta[n+1]\} + \mathbf{T}\{x[0]\delta[n]\}$
 $+ \mathbf{T}\{x[1]\delta[n-1]\} + \mathbf{T}\{x[2]\delta[n-2]\} + \cdots$
- $y[n] = ?$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $\mathbf{T}\{ax_1(n) + bx_2(n)\} = \mathbf{T}\{ax_1(n)\} + \mathbf{T}\{bx_2(n)\}$
 $= a\mathbf{T}\{x_1(n)\} + b\mathbf{T}\{x_2(n)\}$
- $y[n] = \cdots + \mathbf{T}\{x[-1]\delta[n+1]\} + \mathbf{T}\{x[0]\delta[n]\}$
 $+ \mathbf{T}\{x[1]\delta[n-1]\} + \mathbf{T}\{x[2]\delta[n-2]\} + \cdots$
- $y[n] = \cdots + x[-1]\mathbf{T}\{\delta[n+1]\} + x[0]\mathbf{T}\{\delta[n]\}$
 $+ x[1]\mathbf{T}\{\delta[n-1]\} + x[2]\mathbf{T}\{\delta[n-2]\} + \cdots$

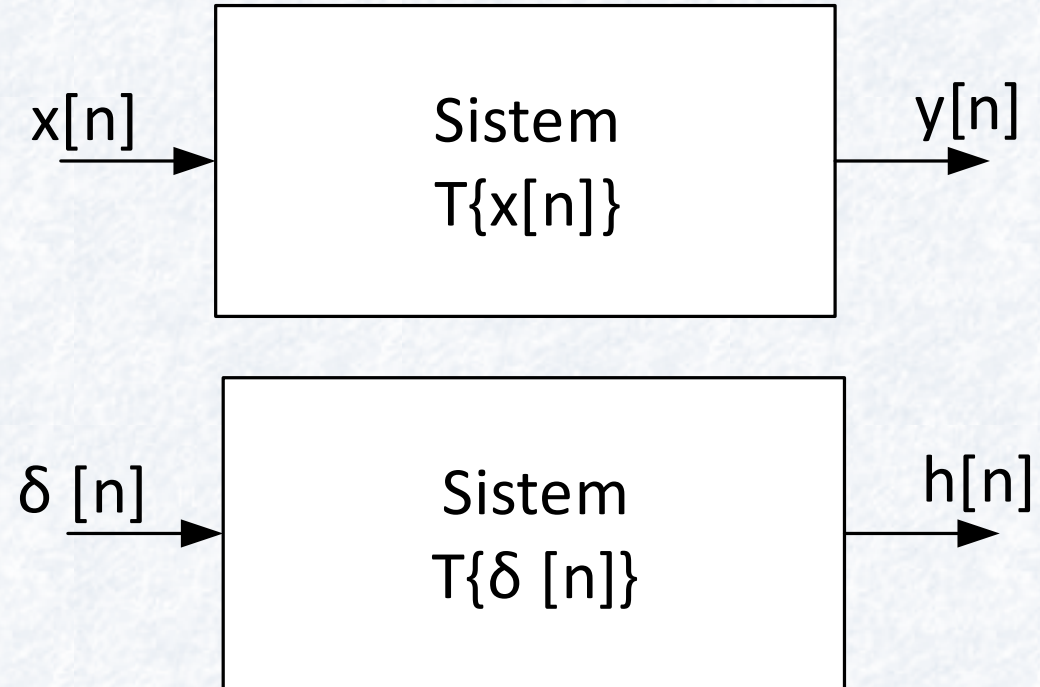
Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $$y[n] = \dots + x[-1]\mathbf{T}\{\delta[n+1]\} + x[0]\mathbf{T}\{\delta[n]\} + x[1]\mathbf{T}\{\delta[n-1]\} + x[2]\mathbf{T}\{\delta[n-2]\} + \dots$$



Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \dots + x[-1]\mathbf{T}\{\delta[n+1]\} + x[0]\mathbf{T}\{\delta[n]\} + x[1]\mathbf{T}\{\delta[n-1]\} + x[2]\mathbf{T}\{\delta[n-2]\} + \dots$
- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
 - ♦ Birim darbe cevabı



Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{x[n - k]\} = y[n - k]$
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = ?$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = h[n - k]$
- $y[n] = \cdots + x[-1]\mathbf{T}\{\delta[n + 1]\} + x[0]\mathbf{T}\{\delta[n]\} + x[1]\mathbf{T}\{\delta[n - 1]\} + x[2]\mathbf{T}\{\delta[n - 2]\} + \cdots$
- $y[n] = ?$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = h[n - k]$
- $$y[n] = \cdots + x[-1]\mathbf{T}\{\delta[n + 1]\} + x[0] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n]\}}_{h[n]} + x[1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 1]\}}_{?} + x[2]\mathbf{T}\{\delta[n - 2]\} + \cdots$$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = h[n - k]$
- $$y[n] = \cdots + x[-1]\mathbf{T}\{\delta[n + 1]\} + x[0] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n]\}}_{h[n]} + x[1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 1]\}}_{h[n-1]} + x[2] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 2]\}}_{?} + \cdots$$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = h[n - k]$
- $$y[n] = \cdots + x[-1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n + 1]\}}_{?} + x[0] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n]\}}_{h[n]} \\ + x[1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 1]\}}_{h[n-1]} + x[2] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 2]\}}_{h[n-2]} + \cdots$$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = h[n - k]$
- $$y[n] = \cdots + x[-1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n + 1]\}}_{h[n+1]} + x[0] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n]\}}_{h[n]} \\ + x[1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 1]\}}_{h[n-1]} + x[2] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 2]\}}_{h[n-2]} + \cdots$$
- $$y[n] = \cdots + x[-1]h[n + 1] + x[0]h[n] \\ + x[1]h[n - 1] + x[2]h[n - 2] + \cdots$$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

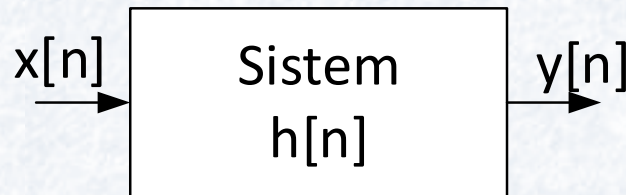
- $h[n] = \mathbf{T}\{\delta[n]\}$
- Zamanla değişmez sistem ise
- $\mathbf{T}\{\delta[n - k]\} = h[n - k]$
- $$y[n] = \cdots + x[-1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n + 1]\}}_{h[n+1]} + x[0] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n]\}}_{h[n]} \\ + x[1] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 1]\}}_{h[n-1]} + x[2] \underbrace{\mathbf{T}\{\delta[n - 2]\}}_{h[n-2]} + \cdots$$
- $$y[n] = \cdots + x[-1]h[n + 1] + x[0]h[n] \\ + x[1]h[n - 1] + x[2]h[n - 2] + \cdots$$

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- $y[n] = \cdots + x[-1]h[n+1] + x[0]h[n] + x[1]h[n-1] + x[2]h[n-2] + \cdots$
- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ Konvolüsyon Toplamı

Doğrusal Zamanla Değişmez Sistemler

- Konvolüsyon Toplamı
- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k] = x[n] * h[n]$
- $y[n] = x[n] * h[n] = h[n] * x[n]$
- $\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]x[n-k]$



Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = ?$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k] =$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
 - ♦ Toplamın indisi k , $k = n$ ise $\delta[n - k] = 1$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
 - ♦ Toplamın indisi k , $k = n$ ise $\delta[n - k] = 1$
- $x[n] * \delta[n] = \cdots 0 + 0 + x[n]\delta[0] + 0 + 0 + \cdots$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
 - ♦ Toplamın indisi k , $k = n$ ise $\delta[n - k] = 1$
- $x[n] * \delta[n] = \cdots 0 + 0 + x[n]\delta[0] + 0 + 0 + \cdots$
- $x[n] * \delta[n] = x[n]$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \delta[n] * x[n] =$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \delta[n] * x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[k] x[n - k] =$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \delta[n] * x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[k] x[n - k] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
- $\delta[n] * x[n] = \cdots + 0 + 0 + \delta[0]x[n] + 0 + 0 + \cdots$

Örnek 19

- $x[n] * \delta[n] = \delta[n] * x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[k] x[n - k] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
- $\delta[n] * x[n] = \cdots + 0 + 0 + \delta[0]x[n] + 0 + 0 + \cdots = x[n]$

Örnek 20

- $x[n] * \delta[n - 1] = ?$

Örnek 20

- $x[n] * \delta[n - 1] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k - 1] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0

Örnek 20

- $x[n] * \delta[n - 1] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k - 1] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
 - ♦ Toplamın indisi k , $k = n - 1$ ise $\delta[n - k - 1] = 1$

Örnek 20

- $x[n] * \delta[n - 1] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k - 1] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
 - ♦ Toplamın indisi k , $k = n - 1$ ise $\delta[n - k - 1] = 1$
- $x[n] * \delta[n - 1] = \cdots 0 + 0 + x[n - 1]\delta[0] + 0 + 0 + \cdots$

Örnek 20

- $x[n] * \delta[n - 1] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \delta[n - k - 1] =$
 - ♦ $\delta[0] = 1$, diğerleri 0
 - ♦ Toplamın indisi k , $k = n - 1$ ise $\delta[n - k - 1] = 1$
- $x[n] * \delta[n - 1] = \cdots 0 + 0 + x[n - 1]\delta[0] + 0 + 0 + \cdots$
- $x[n] * \delta[n - 1] = x[n - 1]$

Örnek 21

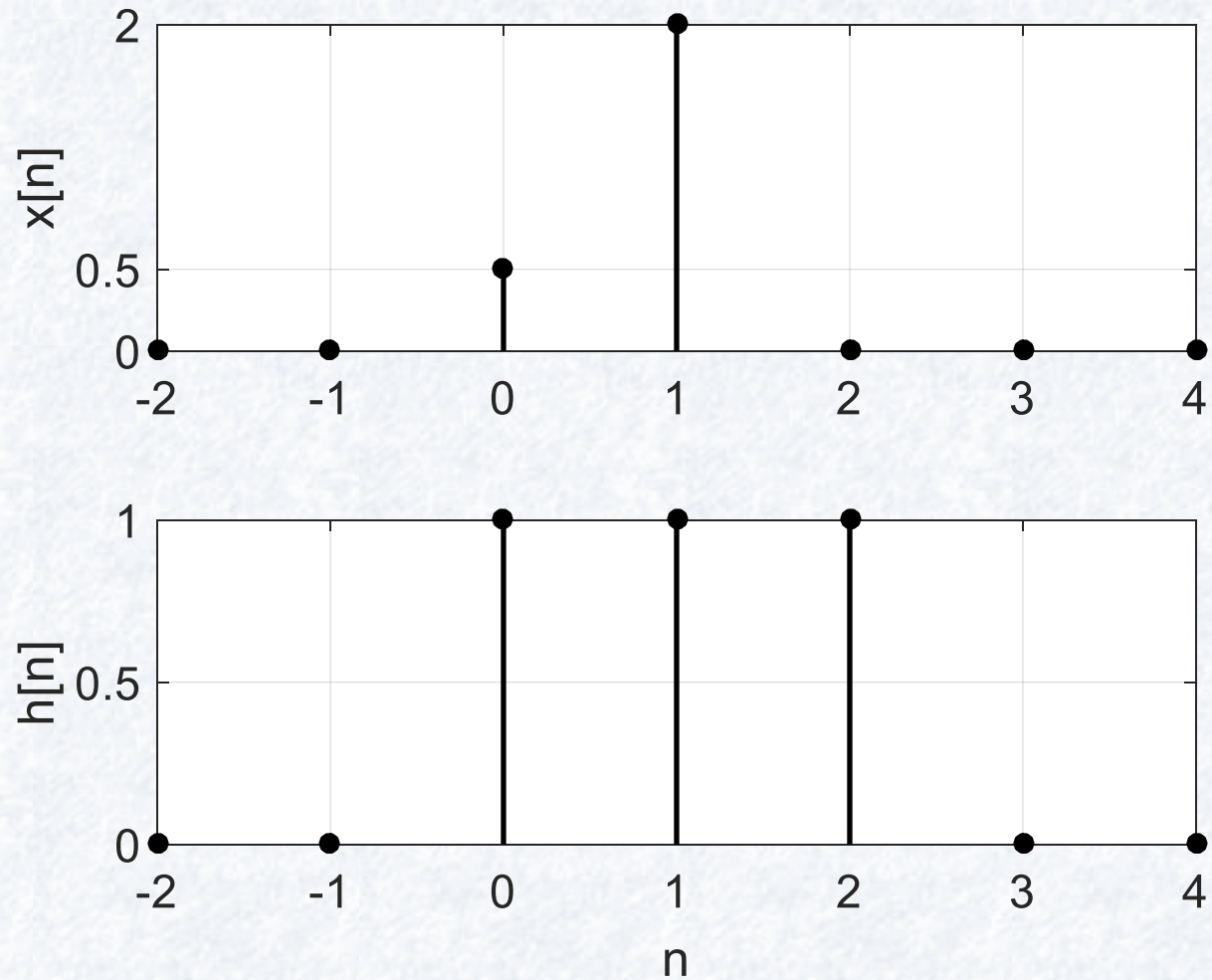
- $x[n] * \delta[n] = x[n]$
- $x[n] * \delta[n - 1] = x[n - 1]$
- $x[n] * \delta[n + 1] = ?$

Örnek 21

- $x[n] * \delta[n] = x[n]$
- $x[n] * \delta[n - 1] = x[n - 1]$
- $x[n] * \delta[n + 1] = x[n + 1]$

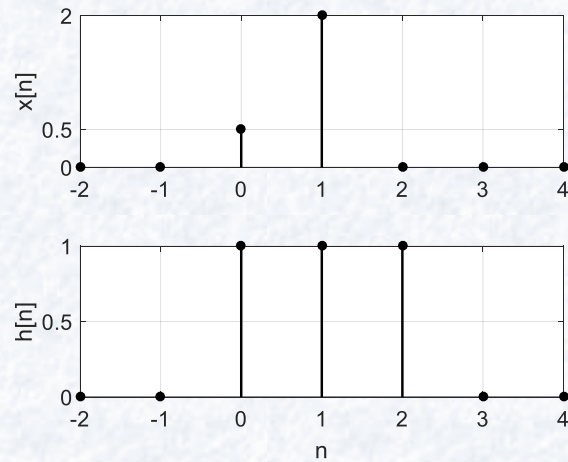
Örnek 22

- $y[n] = ?$



Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=0}^1 x[k]h[n-k]$

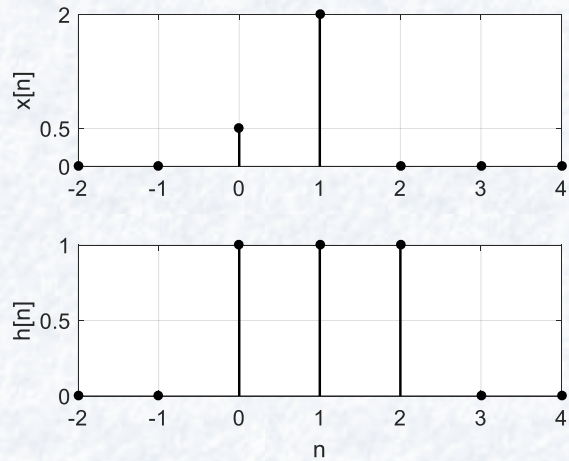


- $y[n] = x[0]h[n] + x[1]h[n-1]$

- $y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n-1]$

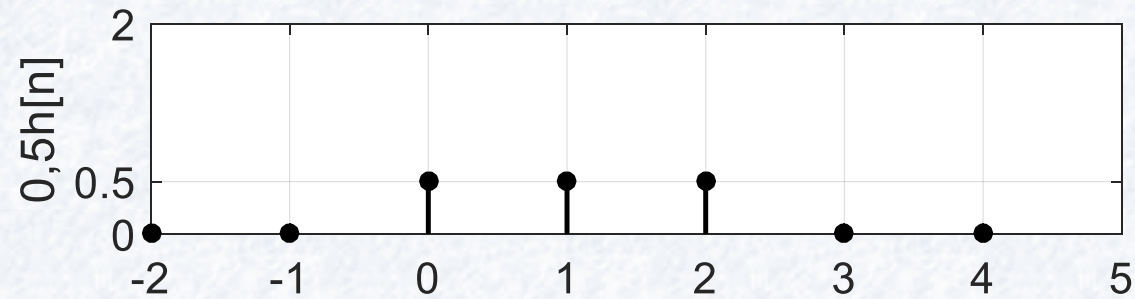
Örnek 22

- $y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n-1]$



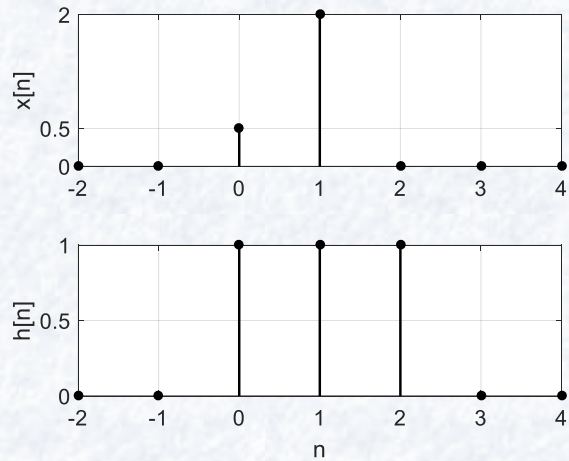
Örnek 22

- $y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n-1]$



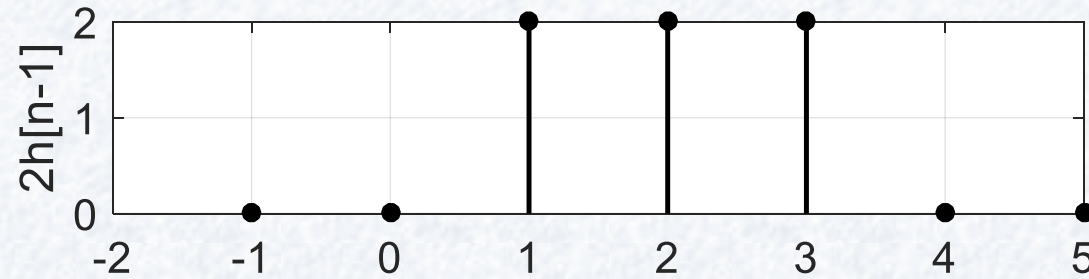
Örnek 22

- $y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n - 1]$



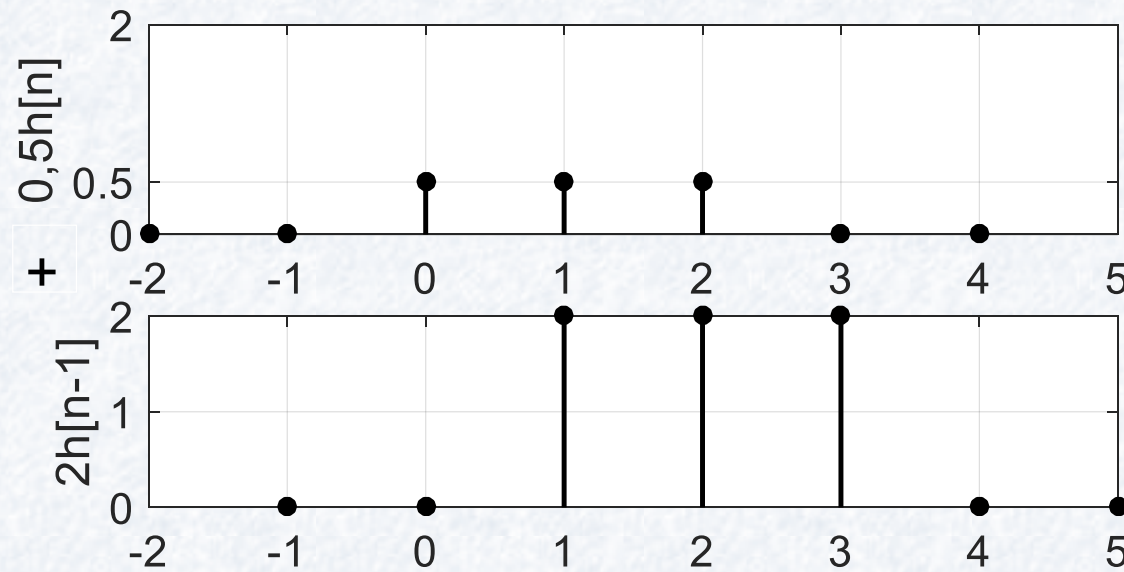
Örnek 22

- $y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n-1]$



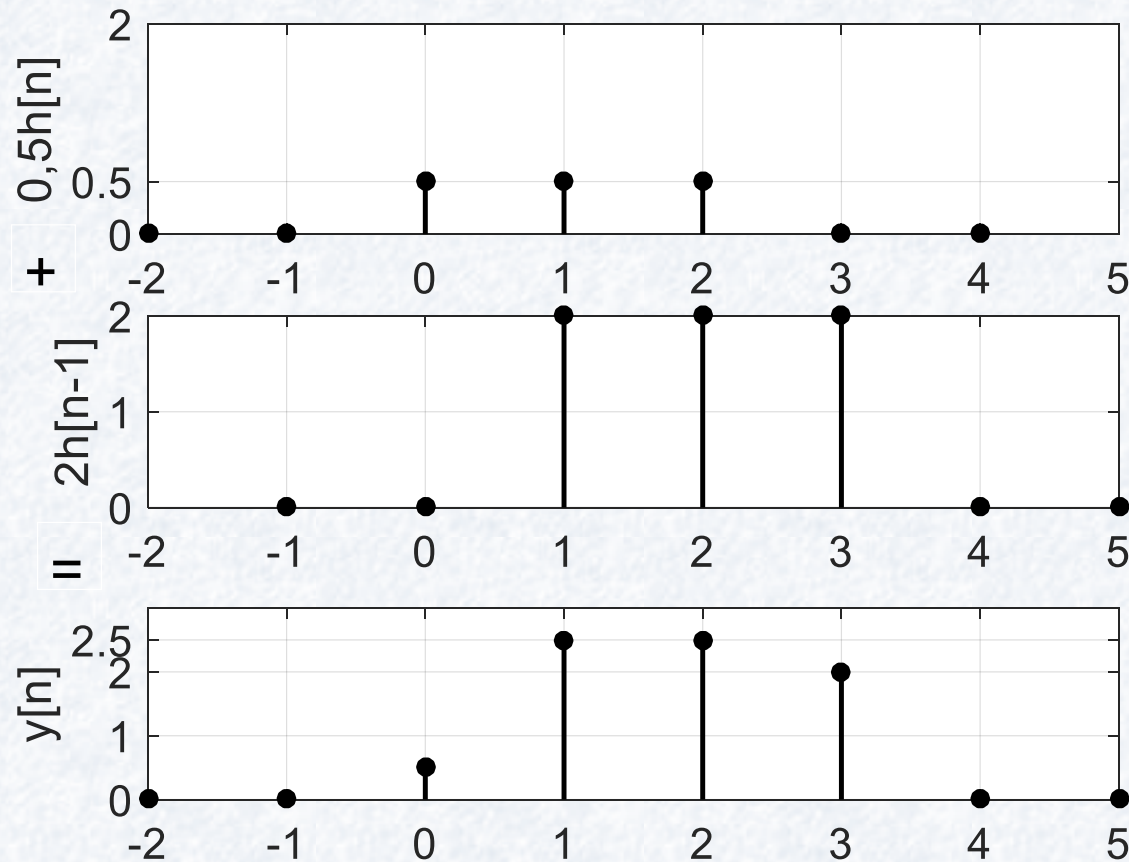
Örnek 22

- $y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n-1]$



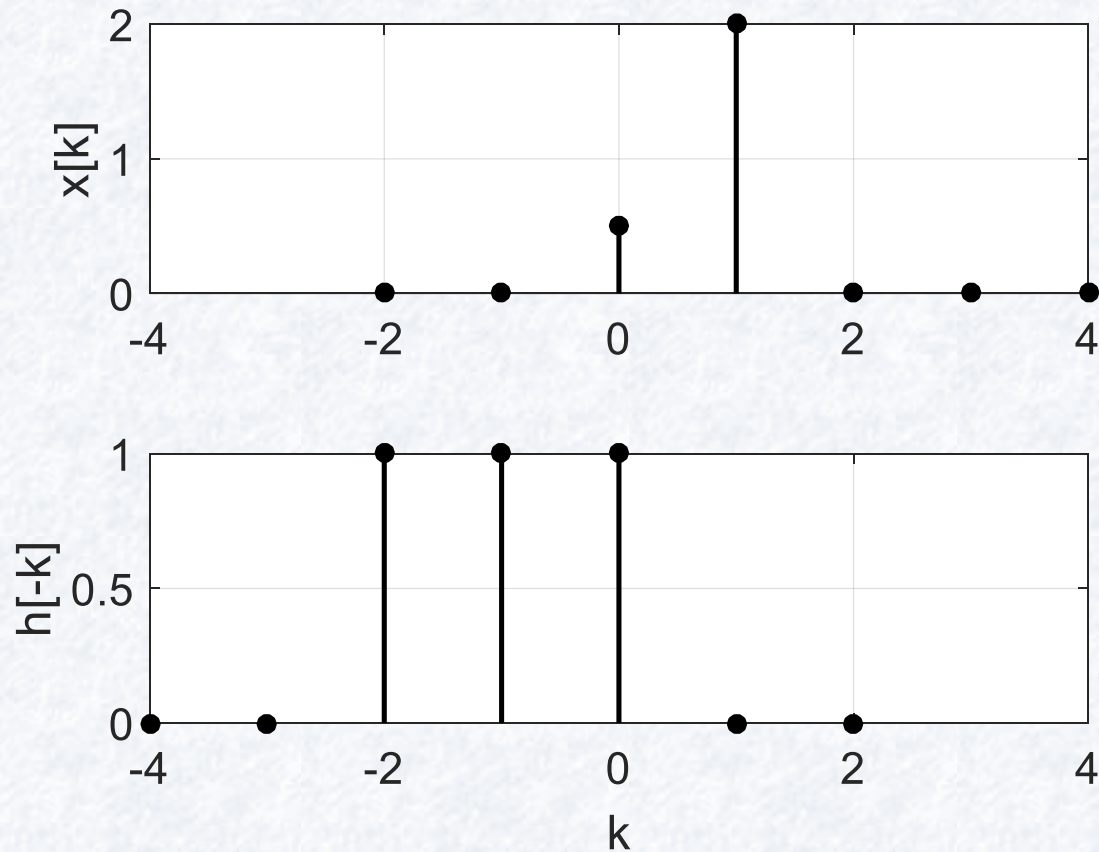
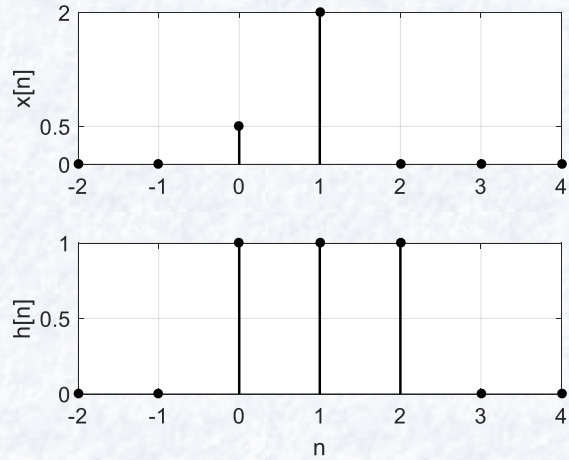
Örnek 22

- $y[n] = y[n] = \frac{1}{2}h[n] + 2h[n-1]$



Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=0}^1 x[k]h[n-k]$

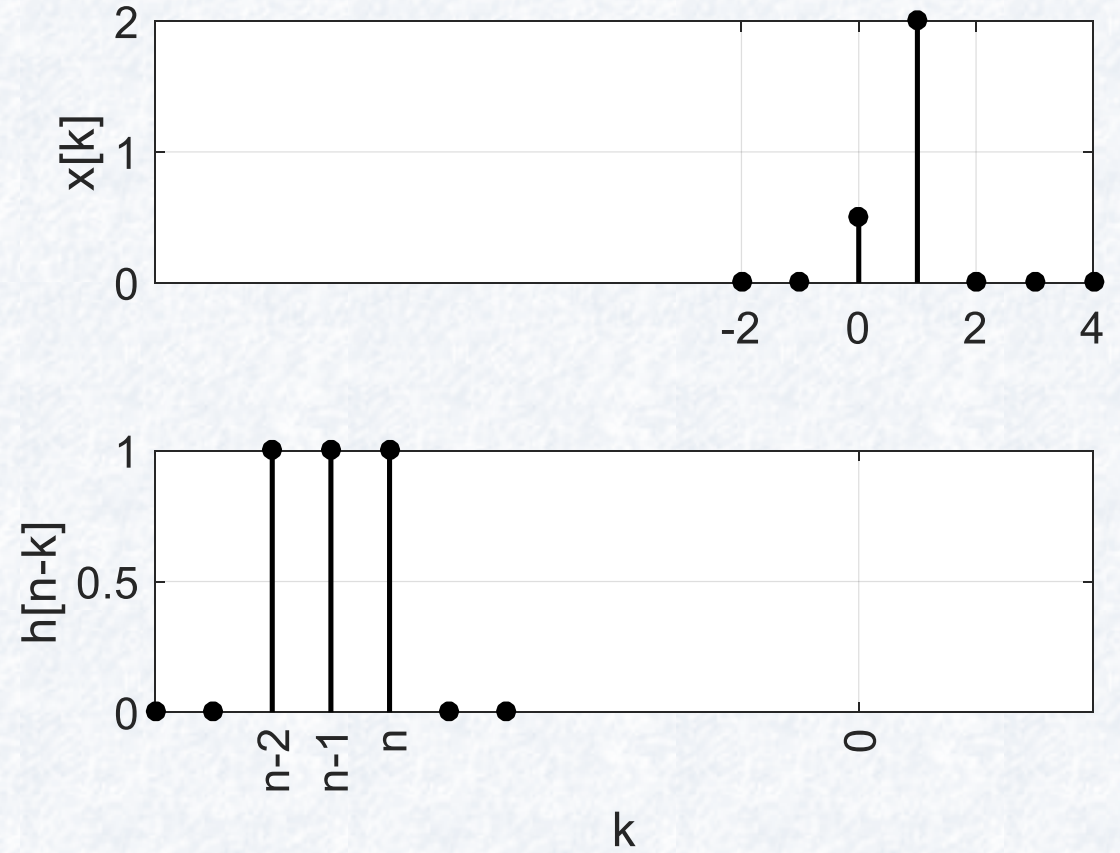
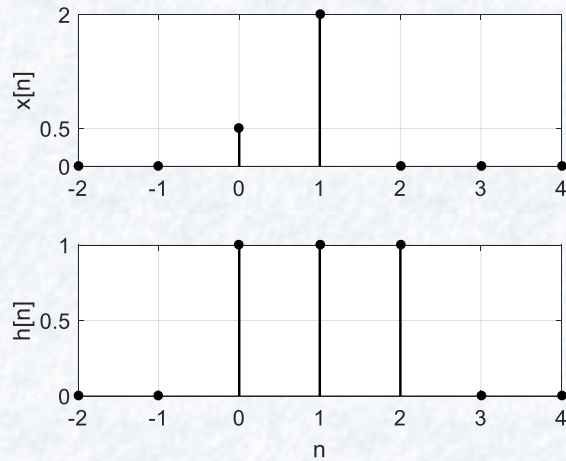


Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$

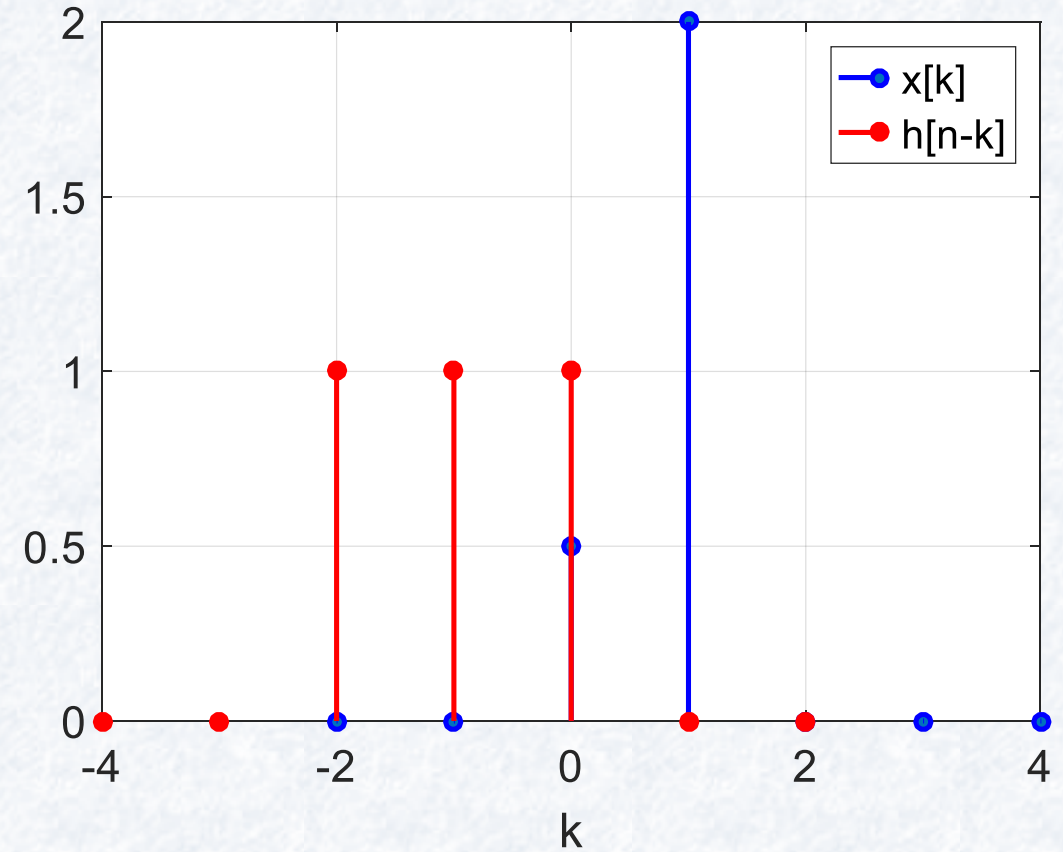
- $n < 0$ iken

- ♦ $y[n] = 0$



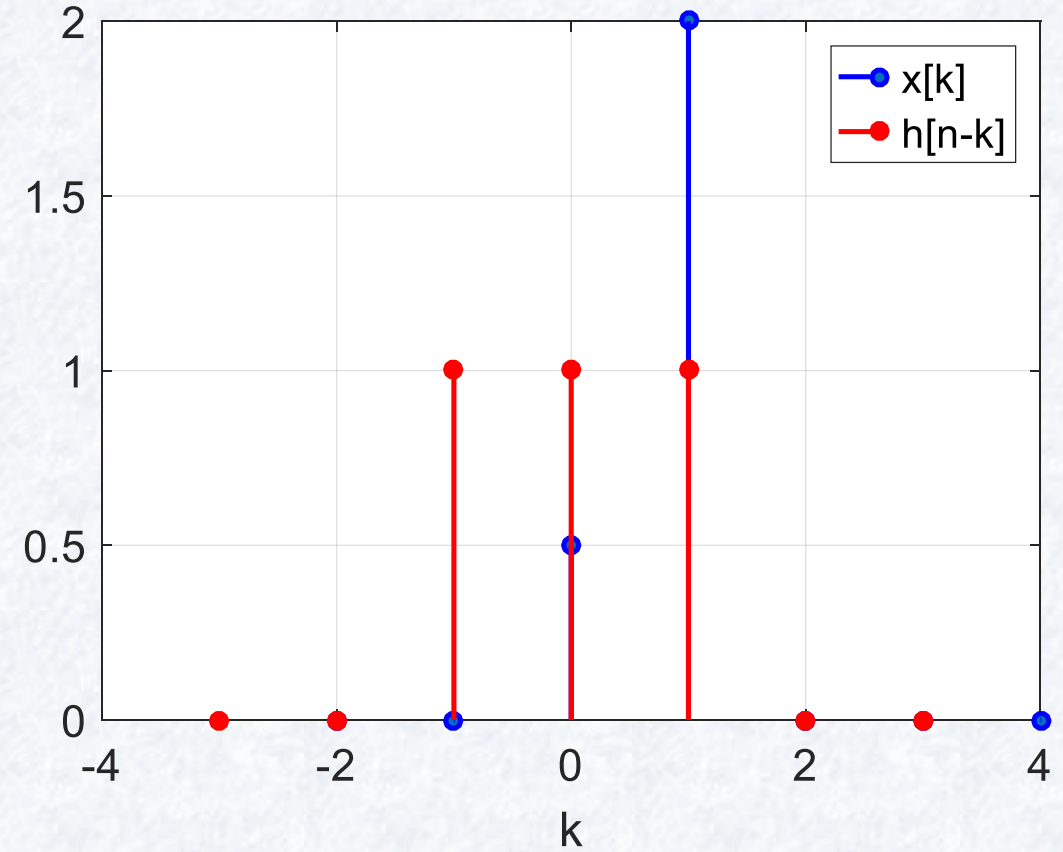
Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n = 0$ ise
 - ♦ $y[0] = 0,5 \times 1 = 0,5$



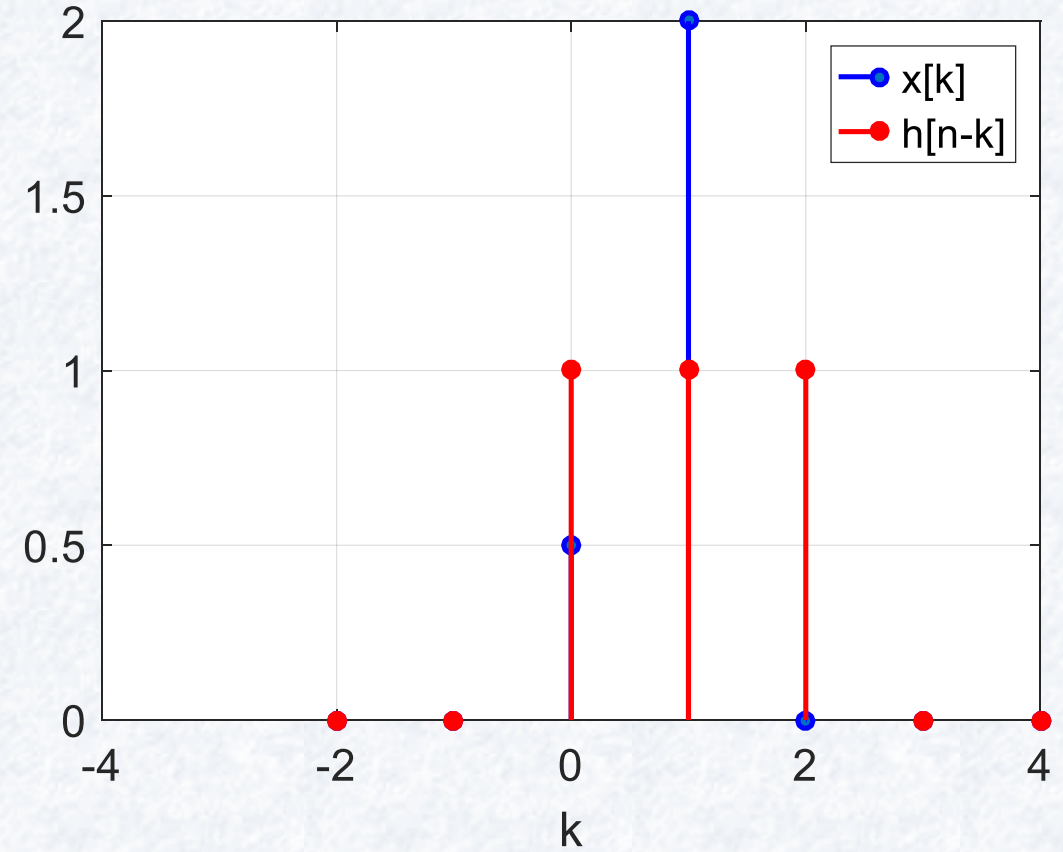
Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n = 1$ ise
 - ♦ $y[1] = 0,5 \times 1 + 2 \times 1 = 2,5$



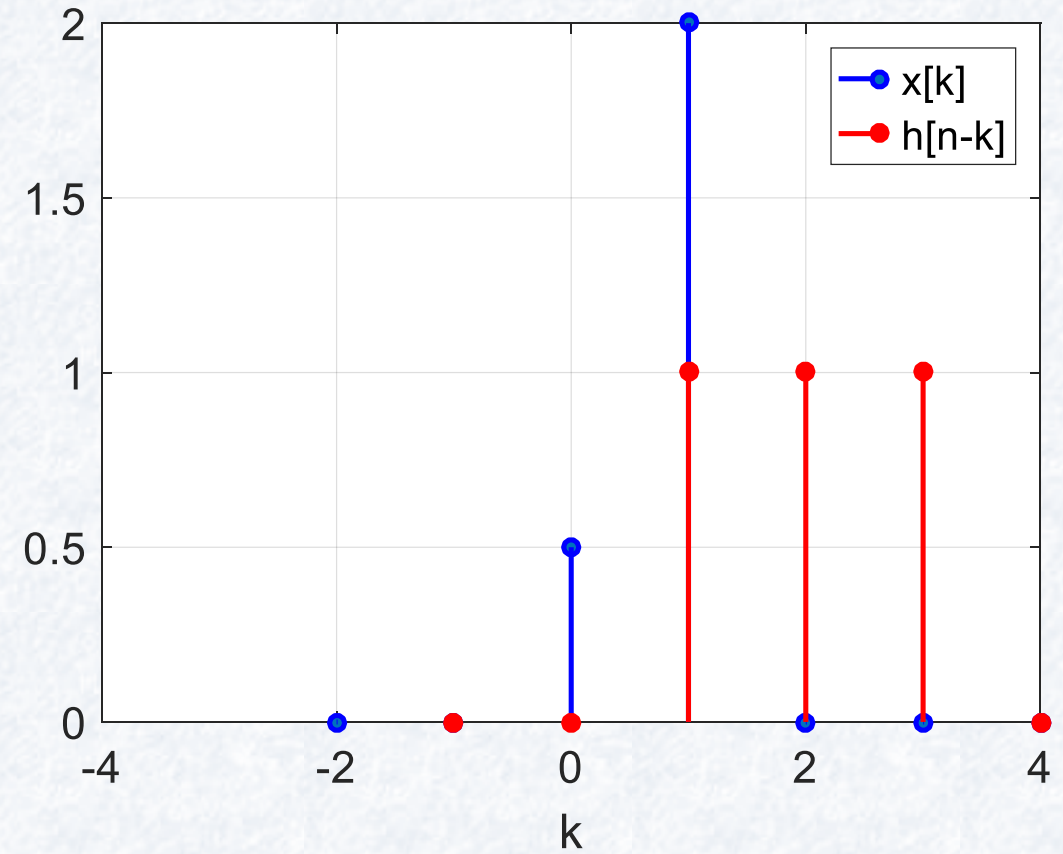
Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n = 2$ ise
 - ♦ $y[2] = 0,5 \times 1 + 2 \times 1 = 2,5$



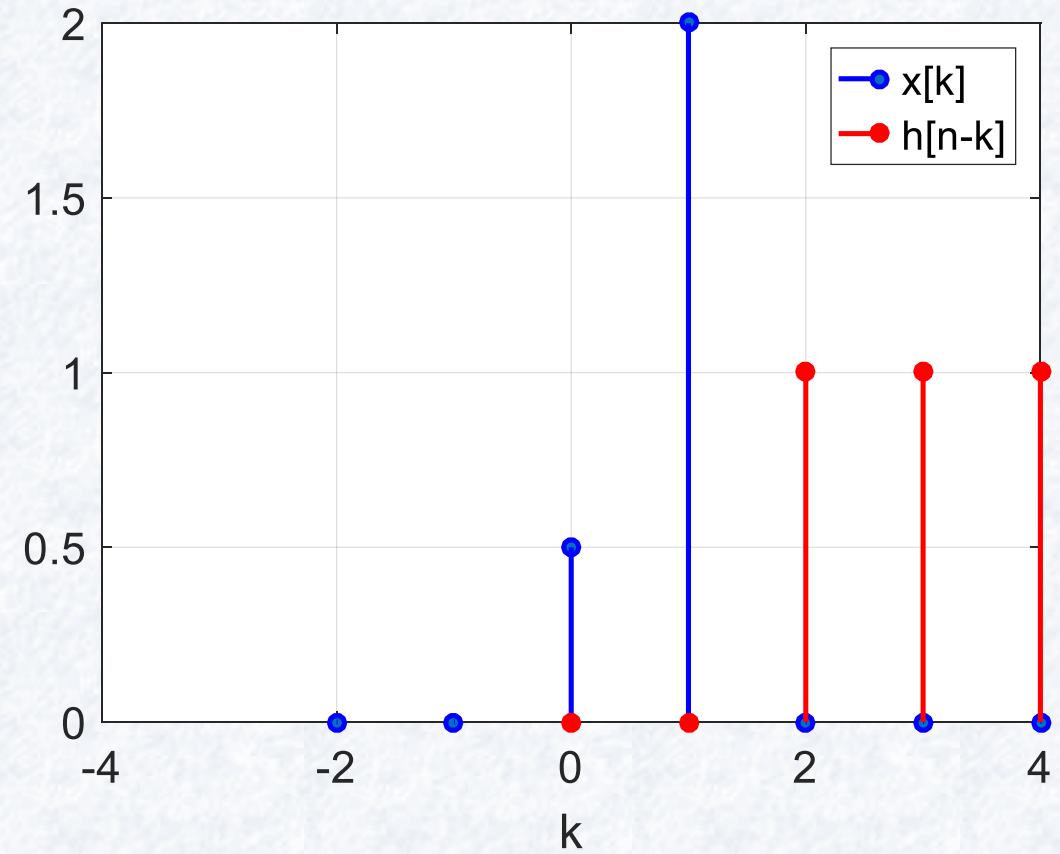
Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n = 3$ ise
 - ♦ $y[3] = 2 \times 1 = 2$



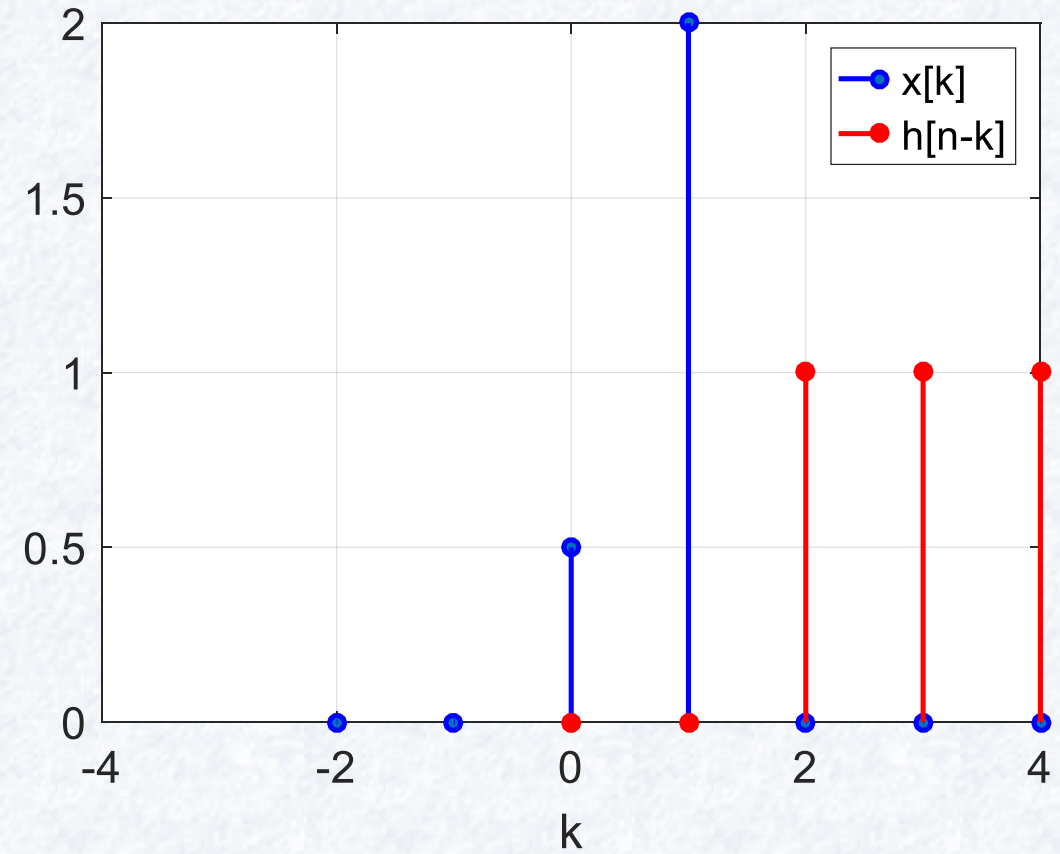
Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n = 4$ ise
 - ♦ $y[4] = 0$



Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n \geq 4$ ise
 - ♦ $y[n] = 0$



Örnek 22

- $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$
 - ♦ $n < 0$ iken $y[n] = 0$
 - ♦ $y[0] = 0,5 \times 1 = 0,5$
 - ♦ $y[1] = 0,5 \times 1 + 2 \times 1 = 2,5$
 - ♦ $y[2] = 0,5 \times 1 + 2 \times 1 = 2,5$
 - ♦ $y[3] = 2 \times 1 = 2$
 - ♦ $n \geq 4$ iken $y[n] = 0$

