



**ELEC365**  
**MATLAB ÖDEVİ**

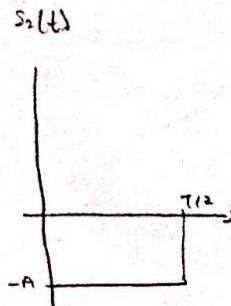
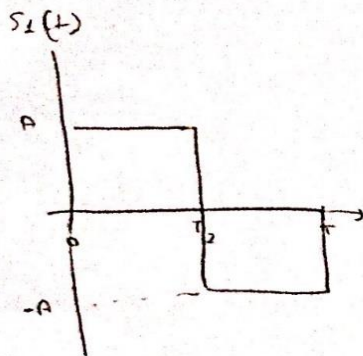
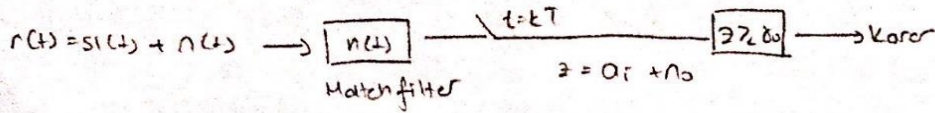
**STUDENT NAME: DİLARA ÜZÜNLÜ**

**STUDENT ID: 171024077**

# 1. ANALİTİK ÇIKARIMLAR

MATLAB PROJESİ

Dilora İSİNLİ  
171024099

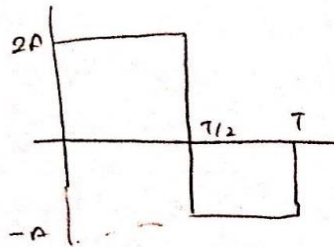


$$s_1(t) = \begin{cases} A & 0 \leq t \leq T/2 \\ -A & T/2 \leq t \leq T \\ 0 & \text{Diğer} \end{cases}$$

$$s_2(t) = \begin{cases} -A & 0 \leq t \leq T/2 \\ 0 & \text{diğer} \end{cases}$$

Energy calculations and cross-correlation:

$$\begin{aligned} E_{s_1} &= \frac{A^2 T}{2} + \frac{A^2 T}{2} = \underline{\underline{\frac{A^2 T}{2}}} \\ E_{s_2} &= \underline{\underline{\frac{A^2 T}{2}}} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} &h(t) = s_1(T-t) - s_2(T-t) \end{aligned} \right\}$$



$$E_h = \frac{(2A)^2 T}{2} - \frac{A^2 T}{2} = \underline{\underline{\frac{5A^2 T}{2}}}$$

Calculation of  $\alpha_1$ :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \int_0^{T/2} \underbrace{(s_1(t) - s_2(t))}_{2A} \cdot \underbrace{s_1(t)}_A dt + \int_{T/2}^T \underbrace{(s_1(t) - s_2(t))}_{-A} \cdot \underbrace{s_1(t)}_{-A} dt = \frac{2A^2 T}{2} + A^2 \left(T - \frac{T}{2}\right) \\ &= \frac{2A^2 T}{2} + \frac{A^2 T}{2} = \underline{\underline{\frac{3A^2 T}{2}}} \end{aligned}$$

Calculation of  $\alpha_2$ :

$$\alpha_2 = \int_0^{T/2} \underbrace{(s_1(t) - s_2(t))}_{2A} \cdot \underbrace{s_2(t)}_{-A} dt = -\frac{2A^2 T}{2} - A^2 T //$$

Decision threshold  $\gamma_0$ :

$$\gamma_0 = \frac{0.102}{2} = \frac{A^2 T}{4} //$$

Decision rules:

- If  $z(T) > \gamma_0$  decision  $s_1(t)$
- If  $z(T) < \gamma_0$  decision  $s_2(t)$

Decision threshold  $\gamma_0^2$ :

$$\gamma_0^2 = \frac{N_0}{2} \cdot E_h = \frac{N_0}{2} \cdot \frac{5A^2 T}{2} = \underline{\underline{\frac{5A^2 T N_0}{4}}}$$

Bit Energy  $E_b$ :

$$E_b = E_{s_1} \cdot P(s_1) + E_{s_2} \cdot P(s_2) = \frac{A^2 T}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{A^2 T}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2A^2 T}{4} + \frac{A^2 T}{4} = \underline{\underline{\frac{3A^2 T}{4}}}$$

$$E_b = 1 \text{ iwin} \rightarrow E_b = \frac{3A^2 T}{4} = 1$$

$$O_1 = \frac{3A^2 T}{2} \rightarrow 2 \cdot \frac{3A^2 T}{4} \rightarrow 2 //$$

$$O_2 = -A^2 T \rightarrow \frac{3A^2 T}{4} \cdot \frac{-4}{3} = \frac{-4}{3} //$$

$$\sigma_0^2 = N_0 \frac{5A^2 T}{4} \Rightarrow \frac{3A^2 T}{4} \cdot \frac{5}{3} N_0 = \frac{5N_0}{3} //$$

$$\gamma_0 = \frac{A^2 T}{4} \rightarrow \frac{3A^2 T}{4} \cdot \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{3} //$$

$$b) P(1) = \frac{1}{5}, P(0) = \frac{4}{5} \quad s_1 \rightarrow 1, s_2 \rightarrow 0$$

$$E_b = E_{s1} \cdot P(1) + E_{s2} \cdot P(0) \Rightarrow A^2 T \cdot \frac{1}{5} + \frac{A^2 T}{2} \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{A^2 T}{5} + \frac{2A^2 T}{5} \Rightarrow \frac{3A^2 T}{5} //$$

$$E_b = 1 \text{ iwin} \quad \frac{3A^2 T}{5} = 1$$

$$O_1 = \frac{3A^2 T}{2} \rightarrow \frac{3A^2 T}{5} \cdot \frac{5}{2} \rightarrow \frac{5}{2} //$$

$$O_2 \Rightarrow -A^2 T \rightarrow \frac{3A^2 T}{5} \cdot \frac{-5}{3} = \frac{-5}{3} //$$

$$\sigma_0^2 = N_0 \frac{5A^2 T}{4} \rightarrow \frac{3A^2 T}{5} \cdot \frac{25}{12} N_0 \rightarrow \frac{25}{12} N_0 //$$

$$P_b \rightarrow Q\left(\sqrt{\frac{3A^2 T}{5} \cdot \frac{25}{12N_0}}\right) \rightarrow Q\left(\sqrt{\frac{25}{12N_0}}\right)$$

$$E_d = \int_0^T [s_1(t) - s_2(t)]^2 dt = \int_0^{T/2} 4A^2 dt + \int_{T/2}^T A^2 dt$$

$$\rightarrow \frac{4A^2 T}{2} + \frac{A^2 T}{2} \rightarrow \frac{5A^2 T}{2} //$$

$$P_b \Rightarrow Q\left(\sqrt{\frac{E_d}{2N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{5A^2 T}{4N_0}}\right)$$

$$E_b \Rightarrow 1 \text{ iwin} \quad \frac{3A^2 T}{4} = 1 \text{ ise}$$

$$Q\left(\sqrt{\frac{3A^2 T}{4} \cdot \frac{5}{3N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{5}{3N_0}}\right)$$

$$\gamma_0 \rightarrow \frac{\frac{5}{2} + (-\frac{5}{3})}{1 \cdot 2} = \frac{\frac{5}{6}}{2} = \frac{5}{12} //$$

## 2. MATLAB KODLARI

### A ŞIKKI

```
close all;
clear all;
clc;
SNRdB=1:1:15;
SNR=5*(10.^(SNRdB/10))/3;
Bit_Length=10^6;
BER_Simulated=zeros(1,length(SNRdB));
uzunluğunda yer açılması
%AWGN KANAL
parfor k=1:length(SNR);

    y=(sqrt(SNR(k)))+randn(1,Bit_Length); Çıkış sinyali

    BER_Simulated(k)=length(find((y)<0)); %Hata sayısı
end
BER_Simulated=BER_Simulated/Bit_Length; %Bit Hata Oranı - Simülasyon
semilogy(SNRdB,BER_Simulated,'o');
hold on
semilogy(SNRdB,qfunc(sqrt(SNR)),'-'); % Bit Hata Oranı - Teorik
title('BER - AWGN KANALI- Grafiği');
xlabel('SNR dB');ylabel('BER');
legend('BER(Simulasyon)','BER(Teorik)')
axis tight
grid
```

### B ŞIKKI

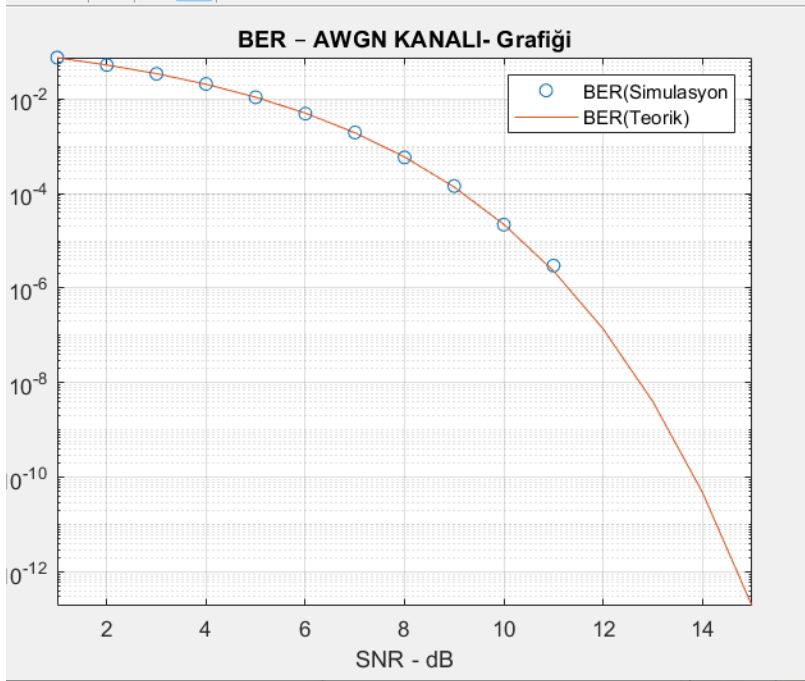
```
close all;
clear all;
clc;
SNRdB=1:1:15;
SNR=25*(10.^(SNRdB/10))/12;
Bit_Length=10^6;
BER_Simulated=zeros(1,length(SNRdB));
uzunluğunda yer açılması
%AWGN KANAL
parfor k=1:length(SNR);

    y=(sqrt(SNR(k)))+randn(1,Bit_Length); Çıkış sinyali

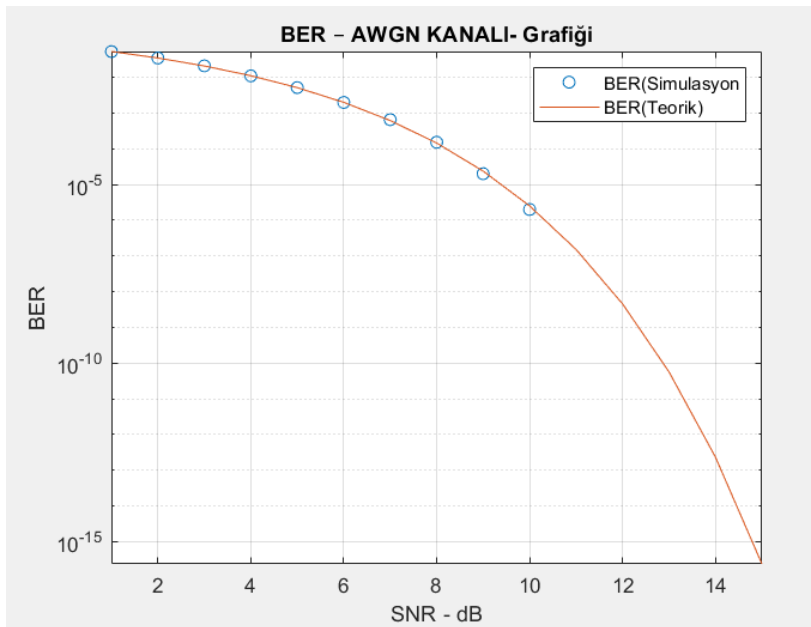
    BER_Simulated(k)=length(find((y)<0)); %Hata sayısı
end
BER_Simulated=BER_Simulated/Bit_Length; %Bit Hata Oranı - Simülasyon
semilogy(SNRdB,BER_Simulated,'o');
hold on
semilogy(SNRdB,qfunc(sqrt(SNR)),'-'); % Bit Hata Oranı - Teorik
title('BER - AWGN KANALI- Grafiği');
xlabel('SNR dB');ylabel('BER');
legend('BER(Simulasyon)','BER(Teorik)')
axis tight
grid
```

### 3. ÇIKTILAR

A )



B)



# YORUM

Bu projede ile AWGN kanalı üzerinden bit hata oranını (BER) simülasyon olarak elde edilmeye çalışıldı. Sinyal-gürültü oranı (SNR), SNR'nin BER üzerindeki etkisini gösterecek şekilde simüle edildi. A şıkkı için SNR 5/3 olarak ele alınarak kodda SNR fonksiyonunu ifade ederken bu oranla çarpıp grafik elde edildi. BER  $10^{-1}$  olarak elde edildi. Ama yatay eksenindeki değere göre teorik ve simülasyon uzunluğu aynı elde edilemedi ama üst üste çizdirilebildi, teorik için 15 dB iken simülasyon için değer 11 db olarak gözlemlendi. Aynı şekilde B şıkkı için yorum yapıldığında SNR 25/12 olarak ele alınarak işlemler gerçekleştirildi, grafikte BER  $10^{-1}$  e denk geldiği gözlemlendi ve db cinsinden değeri 10 olarak elde edildi. Simülasyon ve teorik grafik çıktılar değer olarak aynı değerler yine elde edildi ama db cinsinden yine uzunluk olarak simulasyon eğrisi kısa kaldı.