

## Spektrum Analizi

### Giriş

Ayrık zaman örneklerinden oluşan ayrık frekans kümesinin Fourier dönüşümü DFT (Discrete Fourier Transform) ile yapılmaktadır.

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j2\pi \frac{k}{N}n}, k = 0,1,...N-1$$

Ters Fourier dönüşümü,

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{j2\pi \frac{k}{N}n}, n = 0,1,...N-1$$

denklemleri ile gösterilmektedir. Denklemlerde k ayrık frekansların, n ise örnekleme zamanının indeksleridirler.

Yukarıda belirtilen DFT formülü,

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] W_N^{-kn}, k = 0,1,...N-1, W = e^{j\frac{2\pi}{N}}$$

şeklinde yazılabilir. Bu işlemi gerçekleştirmek için N(N-1) adet karmaşık toplama ve N<sup>2</sup> adet karmaşık çarpma işlemi gerekmektedir.

### FFT, Cooley-Tukey Yöntemi

İlk olarak denklem tek ve çift örnekleme değerleri olarak ikiye ayrılır.

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n]W_N^{-k2n} + \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n+1]W_N^{-k(2n+1)}$$

Eğer  $W_N = W_{N/2}$  özelliği kullanılacak olursa denklem,

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n]W_{N/2}^{-kn} + W_N^{-k} \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n+1]W_{N/2}^{-kn}$$

şeklinde yazılabilir.  $W_N^{k+N/2} = -W_N^k$  özelliği ile tüm DFT  $k=0, 1, \dots, N/2-1$  adımda hesaplanabilir.

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n]W_{N/2}^{-kn} + W_N^{-k} \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n+1]W_{N/2}^{-kn}$$

ve

$$X[k + \frac{N}{2}] = \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n]W_{N/2}^{-kn} - W_N^{-k} \sum_{n=0}^{N/2-1} x[2n+1]W_{N/2}^{-kn}$$

## Deneyden Önce Yapılacaklar

1. Ayırık Zaman Fourier Dönüşümü (DFT) ve Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) ile ilgili bilgilerinizi gözden geçirin.
2. Algoritmaların karmaşıklığının nasıl hesaplandığını hatırlayınız.

## Deney Elemanları

Sayısal işaret işlemcili deney kiti  
İşaret Üretici (Sinyal Generatörü)  
Bilgisayar

## Deney 5.1

Deneyde gerekli yazılımı işaret işleme kitinde çalıştırınız. Hesaplanan bu değerler. Bu programı sinüs işareti için çalıştırınız. 1KHz'lik sinüs işareti için FFT katsayılarını hesaplayınız ve bunu program çıktısı ile karşılaştırınız. Sinüs işaretinin frekans değerini kademeli olarak arttırınız. FFT sonucunu yorumlayınız.

## Deney 5.2

Deney 5.1'de gerçekleştirdiğiniz çalışmayı kare ve üçgen dalga için tekrarlayınız. Teorik beklentilerinizle deneyinizin sonucunu karşılaştırınız ve sonuçlarını yorumlayınız.

## Raporda İstenilenler

1. Raporunuzu “Rapor Yazım Klavuzu’na” uygun olarak yazınız.
2. Deneyde yaptığınız çalışmaları grafik kullanarak ortaya koyunuz.
3. Deneyde yaptığınız çalışmalarda teorik hesaplamalarınızı ve deneysel bulgularınızı raporunuzda ayrıntılı olarak ele alınız.