



EEM 505 HABERLEŞME

Ders Bilgisi

- **Dersin Adı:** Haberleşme I

Eğitmen : Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Aykaç

Ders Kitabı

- **1-** İletişim Sistemlerinin Temelleri, John G. Proakis, Masoud Salehi, Nobel Yayın Dağıtım,2010
- **2-** İletişim Sistemleri, Simon Haykin, Michael Moher, Palme Yayıncılık

Derecelendirme

► Dönem Sonu Skoru = Vize Sınavı*0.4 + Final Sınavı*0.6

Ders İçeriği

- ▶ 1. Giriş
- ▶ 2. İşaretler ve Doğrusal Sistemler
- ▶ 3. Genlik Modülasyonu
- ▶ 4. Açık Modülasyonu
- ▶ 5. Olasılık ve Rastgele Süreçler
- ▶ 6. Analog İletişim Sistemleri Üzerine Gürültünün Etkisi

Ders İçeriği

- ▶ 1. Giriş (1 Hafta)
- ▶ 2. İşaretler ve Doğrusal Sistemler (2-3 Hafta)
- ▶ 3. Genlik Modülasyonu (2 Hafta)
- ▶ 4. Açık Modülasyonu (2 Hafta)
- ▶ 5. Olasılık ve Rastgele Süreçler (2 Hafta)
- ▶ 6. Analog İletişim Sistemleri Üzerine Gürültünün Etkisi (2 Hafta)

Haberleşme??

- ▶ Haberleşmek işi, iki nokta arasındaki haber alıp verme bağlantısı, iletişim, muhâbere.
- ▶ Kişiler veya kişiler ile teknik cihazlar arasındaki bilgi ve haber aktarımı.
- ▶ Duygu, düşünce veya bilgilerin akla gelebilecek her türlü yolla başkalarına aktarılması, bildirişim, haberleşme, iletişim.

Haberleşme??

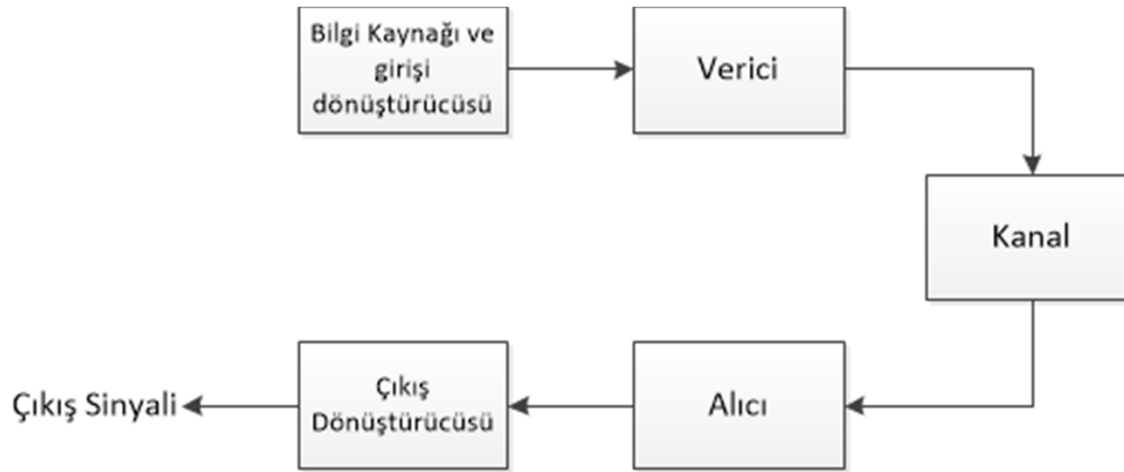
- ▶ Sabit telefon
- ▶ Ev interneti
- ▶ Telgraf
- ▶ Kablolu iletişim ağları



- ▶ Cep telefonu
- ▶ Radyo
- ▶ Kablosuz internet
- ▶ Bluetooth
- ▶ ZigBee
- ▶ Kablosuz sensör ağları

1.2 Elektronik Haberleşme Sistemlerinin Bileşenleri

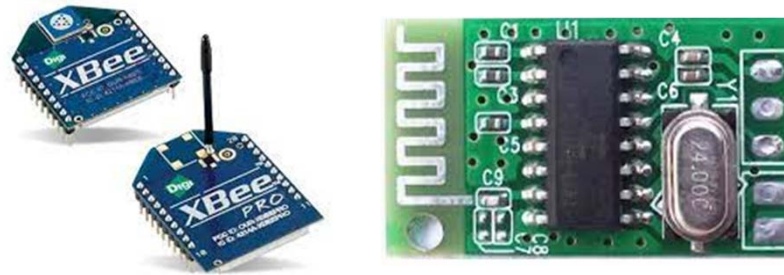
- ▶ Elektronik haberleşme sistemleri bir kaynak tarafından üretilen bilgi ve mesajı birden farklı hedefe iletmek için tasarlanmış sistemlerdir.
- ▶ Bir haberleşme sisteminin temel bileşenleri *verici*, *kanal* ve *alıcıdır*.



Şekil. Bir haberleşme sisteminin fonksiyonel bileşenleri

1.2 Elektronik Haberleşme Sistemlerinin Bileşenleri

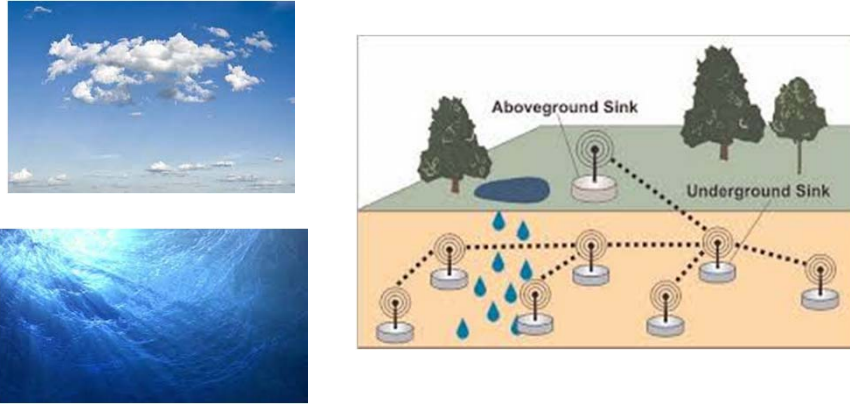
- ▶ **Verici:** Elektriksel işaretleri kanal veya iletim ortamına uygun bir forma dönüştürür. (Bir çeşit elektronik cihaz)
- ▶ Genel olarak, verici mesaj işaretini bu işaretin taşınacağı kanala uygun hale getirir. Bu işlem **modülasyon** olarak adlandırılır.
- ▶ Örneğin, bir radyo istasyonundaki verici kendi frekansında yayın yaparak diğer yayınların karışmasını engeller. Kablosuz haberleşme modüllerinin tamamı (bazıları verici ve alıcı olarak programlanabilirler)



Şekil. Çeşitli kablosuz haberleşme modülleri (ZigBee ve Bluetooth verici/alıcı)

1.2 Elektronik Haberleşme Sistemlerinin Bileşenleri

- **Kanal:** Haberleşme kanalları bir işareti vericiden alıcıya iletmek için kullanılan fiziksel ortamlardır.
- Kablosuz haberleşmede kanal genellikle atmosfer (Şekil 1) (serbest uzay)dır. Diğer taraftan telefon kanalları klasik kablolar, fiber optik kablolar ve kablosuz(mikrodalga) gibi farklı ortamları kullanırlar (Şekil 1).



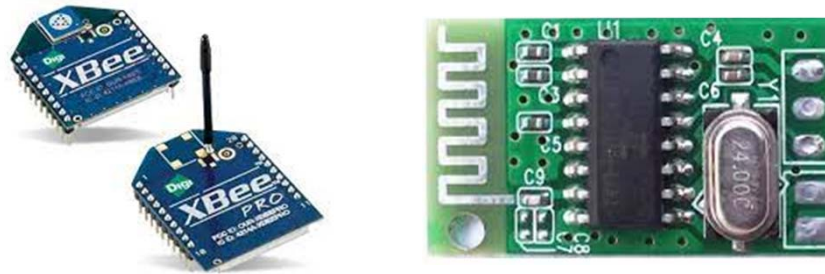
Şekil 1. Kablosuz haberleşme kanalları (have, su, yeraltı)



Şekil 2. Kablolu haberleşme kanalları (fiber optik ve standart telefon kablosu)

1.2 Elektronik Haberleşme Sistemlerinin Bileşenleri

- ▶ **Alıcı:** Alıcının işlevi mesaj işaretini alıcı antenlerdeki işaretten yeniden elde etmektir.
- ▶ Eğer mesaj işareti bir taşıyıcı modülasyonu ile iletilmiş ise alıcı tarafta bir demodülasyon gerçekleştirilmelidir.



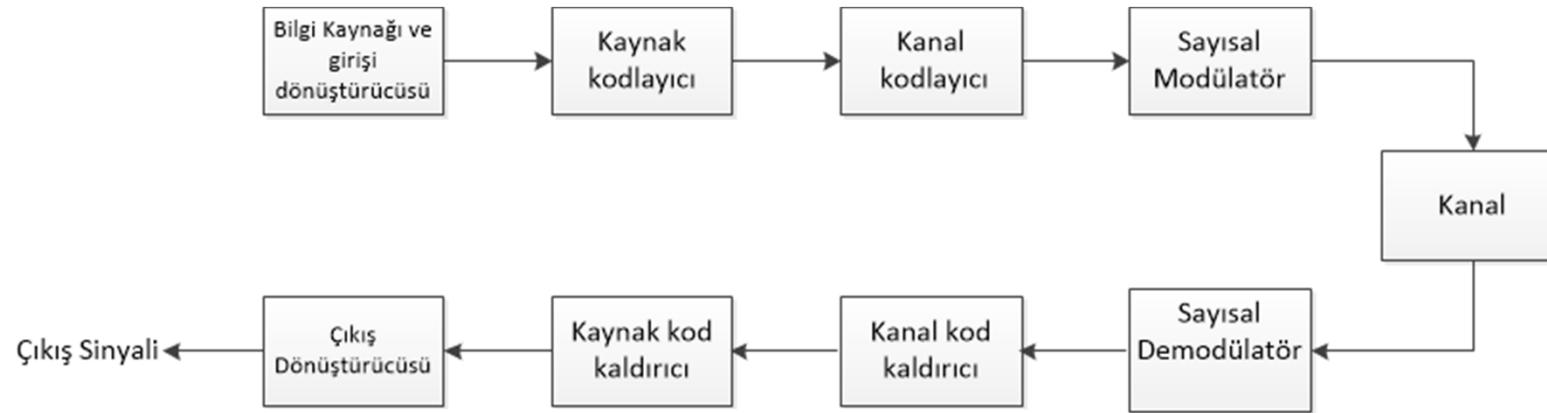
Şekil. Çeşitli kablosuz haberleşme modülleri (ZigBee ve Bluetooth verici/alıcı)

1.2.1 Sayısal Haberleşme Sistemleri

- ▶ Sürekli işaret dalgaformları ve *analog işaret* ve bu tür işaretleri üreten bilgi kaynakları da *analog kaynaklar* olarak tanımlanırlar.
- ▶ Analog işaretler haberleşme kanallarında taşıyıcı modülasyonu yöntemi ile doğrudan iletilebilir. Ve alıcıda da benzer şekilde demodüle edilebilirler. Bu tür işaretleri ileten haberleşme sistemleri *analog haberleşme sistemleri* olarak dalandırılırlar.
- ▶ FM Radyo örnek olarak gösterilebilir.
- ▶ Bir başka yöntem ise analog kaynakların çıkışlarını sayısal forma dönüştürmek ve sayısal modülasyon ile işaretin iletilmesi ve alıcıda ise sayısal işaret olarak demodüle edilmesidir. (*Sayısal haberleşme*)

1.2.1 Sayısal Haberleşme Sistemleri

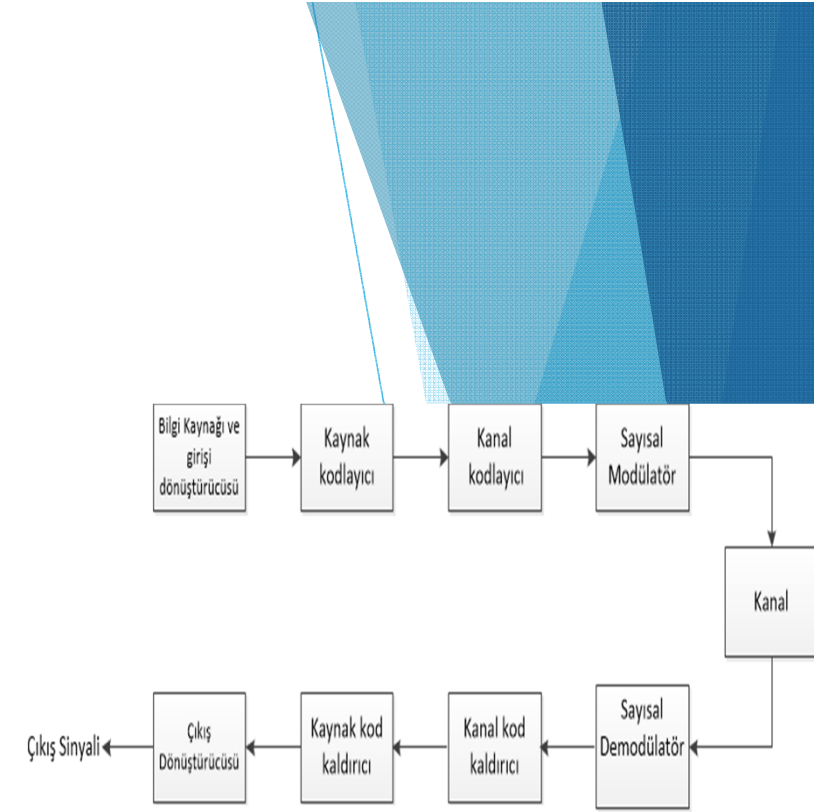
- Sayısal haberleşmede orjinal işaretin dönüşümü alıcı tarafında daha başarılıdır.
- Sayısal haberleşmedeki toplam bilgi miktarı analog'a göre çok daha azdır.
- Sayısal haberleşme sistemleri genellikle daha ucuz olur.



Şekil. Sayısal haberleşme sisteminin temel bileşenleri

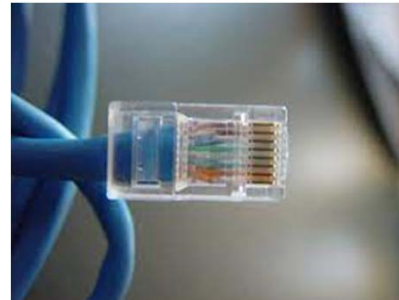
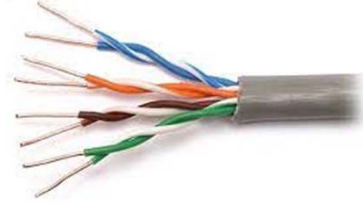
1.2.1 Sayısal Haberleşme Sistemleri

- **Bilgi kaynağı ve girişi dönüştürücüsü** iletilmek istenen bilgiyi üretir ve kodlanmak üzere kaynak kodlayıcıya iletir.
- **Kaynak kodlayıcı** alınan bilgiyi ikili (binary) sayılara dönüştürür ve verinin sıkıştırılmasını sağlar.
- **Kanal kodlayıcısının** işlevi ikili bilgi dizisinde kontrollü bir şekilde artıklık oluşturmaktır. Bu artıklık, alıcıda işaretin kanaldan iletimi esnasında gürültü ve karışımdan dolayı oluşan etkilerin giderilmesinde kullanılır.
- Sayısal modülatörün temel görevi ikili sayı formatındaki bilgi dizisini işaret dalga formuna dönüştürmektir.
- Alıcı kısmındaki işlemler verici kısmındakinin tam tersi şeklinde devam eder.

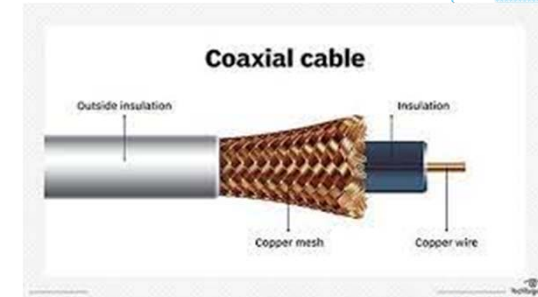


1.3 Haberleşme Kanalları ve Karakteristikleri

- En basit anlamıyla haberleşme kanalı alıcı ve vericiyi birleştirmektir.
- **Kablolu kanallar**, telefon ağları ses işaretlerinin yanında veri ve video iletimi için yoğun olarak kullanılmaktadır. Bükülü tel çifti (twisted-pair, şekil 1), eşeksenel (şekil 2, coaxial) kablolar kılavuzlu elektromanyetik kanallardır ve göreceli büyüklükte bir band genişliği sınırlar



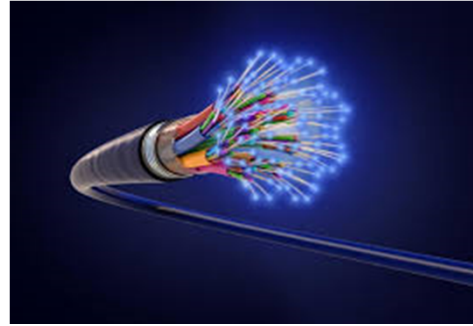
Şekil 1. Bükülü tel çifti (Twiste-pair)



Şekil 2. Eşeksenel (Coaxial)

1.3 Haberleşme Kanalları ve Karakteristikleri

- ▶ Fiber optik kanallar (kablolar) haberleşme sistem tasarımcısına eşeksenel kabloların bandgenişliğinin birkaç katı büyüklükte bir bandgenişliği sunarlar.
- ▶ Fiber optik sistemlerde verici veya modülatörler LED veya lazer gibi ışık kaynaklarıdır.



Şekil. Fiber optik kanal

1.3 Haberleşme Kanalları ve Karakteristikleri

- **Kablosuz Elektromanyetik Kanallar** Radyo haberleşme sistemlerinde elektromanyetik enerji, iletim ortamına (serbest uzay) bir anten ile aktarılır. Antenin fiziksel boyutu ve yapısı, esas olarak, iletilmek istenen işaretin frekansına bağlıdır. Elektromanyetik ışınımın (radyasyon) verimli olabilmesi için, antenin boyu dalga boyunun 1/10'nunda daha büyük olması gerekir. Sonuç olarak, AM frekans bandında yayın yapan bir radyo istasyonu, örneğin $f = 1 \text{ MHz}$ için, en az 30 metrelik bir antenin kullanımını gerektirir. Şöyle ki,

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{1 \cdot 10^6} = 300 \text{m.}$$

1.3 Haberleşme Kanalları ve Karakteristikleri

- **Su altı akustik kanal.** Elektromanyetik dalgalar, son derece alçak frekanslar hariç, deniz altında uzun mesafelere yayılım yapamazlar. Ancak, bunun gibi alçak frekanslardaki işaretlerin iletimi, büyük ve güçlü vericilerin kullanımı gerektirdiğinden dolayı zor ve pahalı bir işlemdir. Su içerisinde elektromanyetik dalgaların zayıflaması, deri kalınlığı (skin depth) adı verilen bir ölçüt ile ifade edilebilir. Deri kalınlığı, işaretin $1/e$ ($e \sim 2.71$) çarpanı ile genliğinin zayıflatıldığı mesafeye karşı düşer. Deniz suyu için deri kalınlığı,

$$\delta = \frac{250}{\sqrt{f}}$$

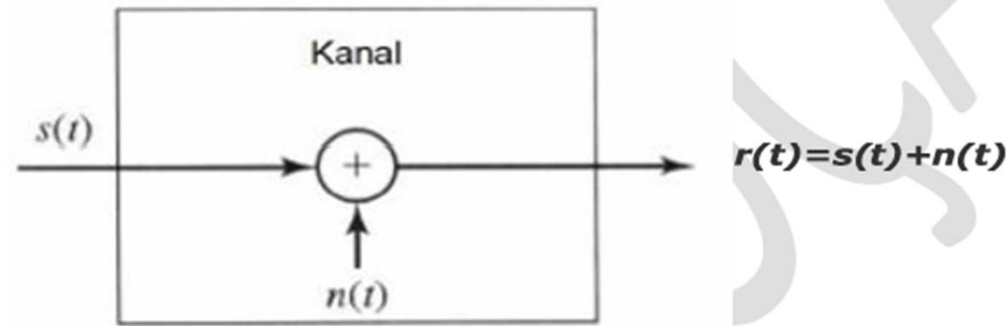
- ifadesi ile hesaplanır, burada f Hertz, δ ise metre boyutundadır. Örneğin, $f = 10$ kHz'lik bir işaret için deri kalınlığı $\delta = 2.5$ m'dir. Diğer taraftan, akustik işaretler onlarca hatta yüzlerce kilometre mesafelere yayılım yapabilirler.

1.3 Haberleşme Kanalları ve Karakteristikleri

- **Kayıt kanalları** bilgi depolama ve geri kazanım sistemleri günlük veri işleme aktivitelerimizin önemli bir kısmını oluşturur. Manyetik kasetler, manyetik diskler ve optik diskler haberleşme kanalları olarak karakterize edilebilecek, veri depolama sistemlerine verilebilecek bir kaç örnektir.

1.4 Haberleşme Kanallarının Matematiksel Modelleri

- **Toplanır Gürültü Kanalı** bir haberleşme kanalının en basit matematiksel modellerinden birisidir. Bu modelde, iletilen işaret $s(t)$, toplanır rastgele gürültü süreci $n(t)$ tarafından bozulmuştur.
- Eğer bir işaret kanal boyunca iletimi esnasında zayıflatılıyor ise, alınan işaret,
- $r(t)=\alpha s(t)+n(t)$; α zayıflatma faktörü



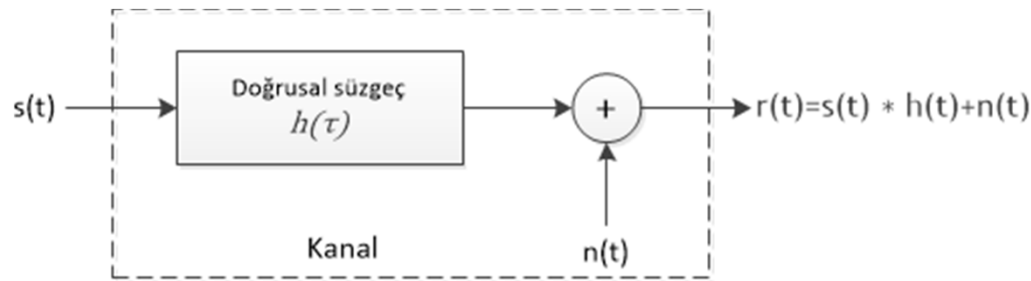
Şekil. Toplanır gürültü kanalı

1.4 Haberleşme Kanallarının Matematiksel Modelleri

- ▶ **Doğrusal Süzgeç Kanal.** Bazı fiziksel kanallarda, örneğin kablolu telefon kanallarında, iletilecek işaretin belirlenmiş olan bantgenişliği sınırlarını aşmaması için süzgeç kullanılır, böylece işaretler birbirleri ile karışmazlar. Bu tür kanallar genellikle matematiksel olarak toplanır gürültülü doğrusal süzgeç kanallar olarak modellenirler. Sonuç olarak,

- ▶
$$r(t) = s(t) * h(t) + n(t)$$

- ▶
$$= \int_0^{\infty} h(\tau) s(t - \tau) d\tau + n(t); h(\tau) \text{ doğrusal süzgeç dürtü cevabı}$$



Şekil. Toplanır gürültü doğrusal süzgeç kanalı