

S1. (20P) Üreteç fonksiyonu  $G(x) = x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$  olan, CRC mekanizması kullanılan bir iletim sisteminde, alıcı taraf **110111011000010110** (En sağdaki bit en düşük değerlikli bittir) bit dizisini aldığına göre **alıcı taraftaki** işlemleri yapınız ve bit hatası **varsa** "HATA VARDIR", yoksa "HATA YOKTUR" yazınız. Hatanın varlığını veya yokluğunu ispatlayınız. Hata varsa ve hatayı düzeltebiliyorsanız düzeltiniz.

S2. (30P) ADSL DMT frekans spektrumunda, her biri 4000 Hz (standarttaki değeri 4.3125 kHz'dir, işlem kolaylığı için 4000 Hz tercih edilmiştir) band genişliğine sahip ilk 6 kanal ses iletimine, sonraki **32 kanal upstream** iletimine ve geri kalan **218 kanal da downstream** iletimine tahsis edilmiştir. Sembol başına düşen bit sayısı, farklı kanallarda farklı modülasyon tekniklerinin kullanımına ihtiyaç duymasından dolayı (sinyal zayıflaması nedeniyle) değişken değerlere sahip olabilir.

Bunlara bağlı olarak;

- Upstream'de genel modülasyon için ayrılan 2 kanal haricindeki **20 kanal 2048 QAM**, diğerleri ise **1024 QAM** olarak modüle edilirse, her kanal için ve toplam upstream bit hızını bulunuz. Her bir farklı modülasyon tekniği kullanan kanal için SNR değerini hesaplayınız.
- Downstream'de genel modülasyon için ayrılan 2 kanal haricindeki **100 kanal 512 QAM**, **100 kanal ise 128 QAM** ve diğer kanallar **64 QAM** olarak modüle edilirse, her kanal için ve toplam downstream bit hızını bulunuz. Her bir farklı modülasyon tekniği kullanan kanal için SNR değerini hesaplayınız.
- Yukarıda bulduğunuz değerlere bağlı olarak Upstream ve Downstream frekans kanalları için kanal başına düşen bit sayısını bir grafik halinde gösteriniz. (x eksen frekans, y eksen bit sayısı).
- Yukarıdaki maddelerde verilenlere göre FDM kullanarak gerçekleştirilen DMT modülasyon tekniği için bütün sistem konfigürasyonunu çiziniz?

S3. (25P) 10 Mbps'lik paylaşımlı bir Ethernet ağında 4 düğüm aynı anda hattı boş görüp (T anında) veri göndermek istemektedir. Bu durum sonucunda bir çarpışma meydana gelmekte ve düğümler, çarpışma sonucu kullandıkları İkili Eksponansiyel Geri Çekilme algoritmasına (Binary Exponential Backoff) göre tablodaki rasgele sayıları üretmektedirler. Ayrıca bu düğümler aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- 4.düğüm **100 bayt**, birinci düğüm **200 bayt**, 2. ve 3.düğüm **64 bayt** transfer etmektedir. Veri boyutları başlık ve kuyruk dahil verilmiştir.
- Slot zamanı 512 bit zamanından, çerçeveler arası boşluk 96 bitten ve çarpışma (jamming) sinyali de 32 bitten oluşmaktadır.

1ND	2ND	3ND	4ND
1	1	1	0
3	2	2	-
-	5	3	-

Düğümler

4ND
3ND
2ND
1ND

1ND: 1 Nolu Düğüm

T

Zaman

Yukarıdaki bilgilere ve tablodaki rastgele üretilmiş sayılara bağlı olarak;

- 4 düğümün geçirdiği evreleri gösteren zaman boyutundaki şeklini çizin ve verisini göndermek istediği an (T) ile gönderme işleminin tamamlandığı an arasındaki zaman farkını bulunuz? **LÜTFEN HESAPLAMALARI YAPINIZ, TOPLAYARAK GİDİNİZ ve ZAMAN ÇİZELGESİNİ ANLAŞILIR ÇİZİNİZ. HESAPLAMALARI YAPMAYAN ve ANLAŞILIR ÇİZMEYENLERİN CEVAPLARI DEĞERLENDİRİMEYE ALINMAYACAKTIR.**
- Her bir düğümün meşgulden dolayı bekleme zamanını bulunuz?

**Not1:** Soruda istenenleri cevaplayabilmek için Ethernet protokolünün gönderme ve alma algoritmalarını dikkate alınız!

**Not2:** İletim hataları ihmal edilip, yayılım gecikmesi önemsenmemektedir. Bu tablo, düğümlerin iletimlerini tamamladıktan sonra tekrar iletim isteklerinin olmadığı ve bu 4 düğüm paketinin de iletimleri tamamlanmadan ağda bulunan diğer düğümlerin iletim isteklerinin olmadığı kabul edilerek hazırlanmıştır.

S4. (25P) Bir TDMA ve FDMA'nın beraber kullanılmak istendiği bir iletişim sistemi tasarlanmak isteniyor. Bu iletişim sistemi özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- 0-750 KHz frekans aralığı gönderim yönünde, 750-1500 KHz frekans aralığı ise alma yönünde **10 farklı kanal** için full-duplex iletim modunda FDMA olarak kullanılmak istenmektedir.
- Her bir veri kanalını **10 farklı cep telefonu** kullanıcısı zaman düzleminde (TDMA) paylaşmaktadır. Her bir cep telefonu kullanıcısı için kabul edilen bandgenişliği **3 KHz**'dir. Sayısallaştırma noktasında sadece PCM kullanılmakta ve her bir örnek **8 bit** ile temsil edilmektedir. Ayrıca her bir TDM çerçevesine ek kontrol biti olarak 20 bit ilave edilmektedir.

Yukarıda verilen bilgilere bağlı olarak;

- TDMA-FDMA sistemini tasarımı yapınız ve şeklini çizin (çizimde sadece gönderme yönünü dikkate alınız)?
- TDM çerçevesinin boyutunu ve çıkış bit hızını bulunuz?
- Sayısal verinin tanımlanan frekans bandından iletebilmesi için kullanılması gereken modülasyon tekniğini belirleyiniz?
- Tasarlanan sistemin desteklediği kullanıcı sayısını bulunuz?