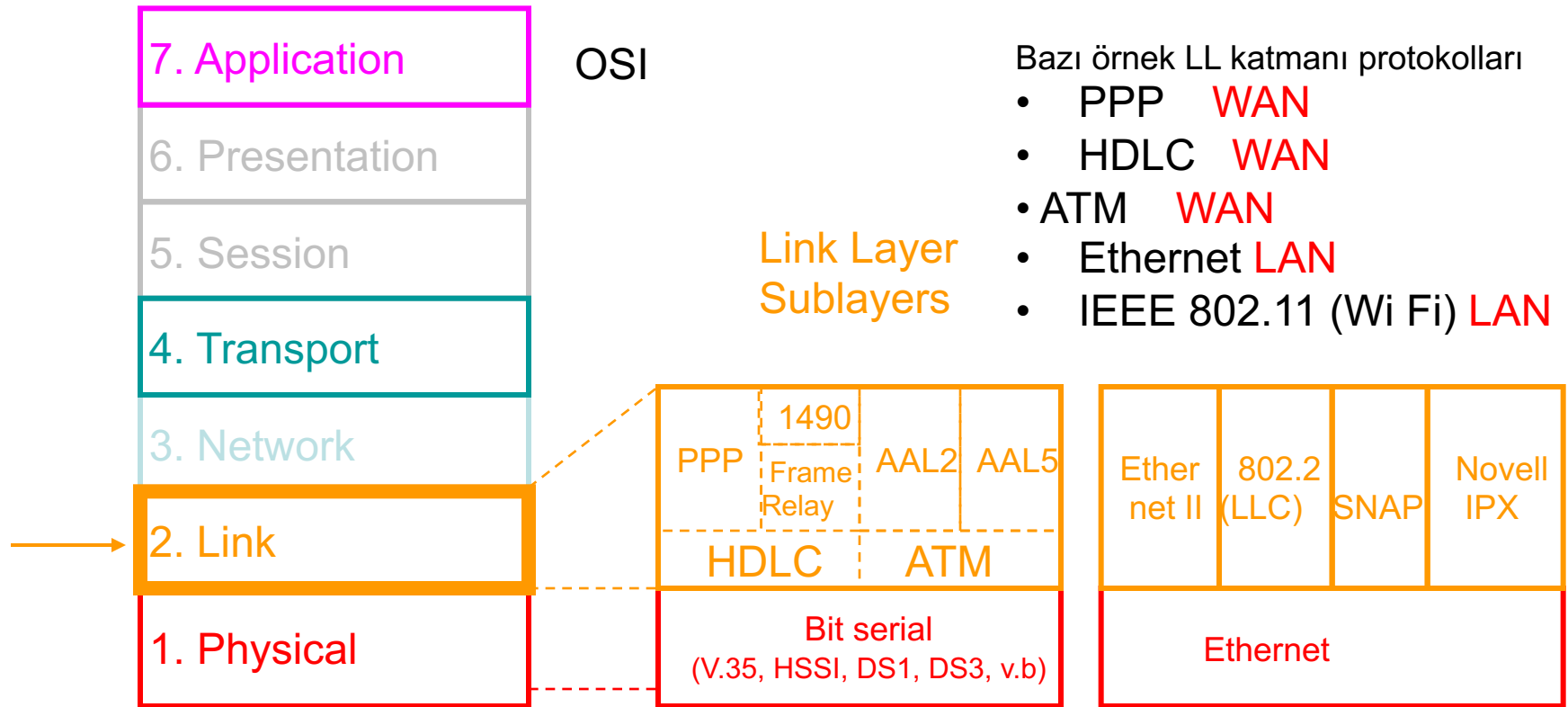


VERİ BAĞI KATMANI ve protokolları

Datalink Layer (Veri Bağı-Veri Bağlantı) Katmanı

- Fiziksel katmandan hizmet alır ve ağ katmanına hizmet verir. Karşılıklı iki makinanın Veri bağı katmanları arasındaki bağlantının kurulması, tutulması, ve çözülmesi ile ilgili protokolları yürütür. Kısacası Verilerin bir düğümden bir sonraki düğüme iletilmesinden sorumludur.



Veri Bağı Katmanı Fonksiyonları

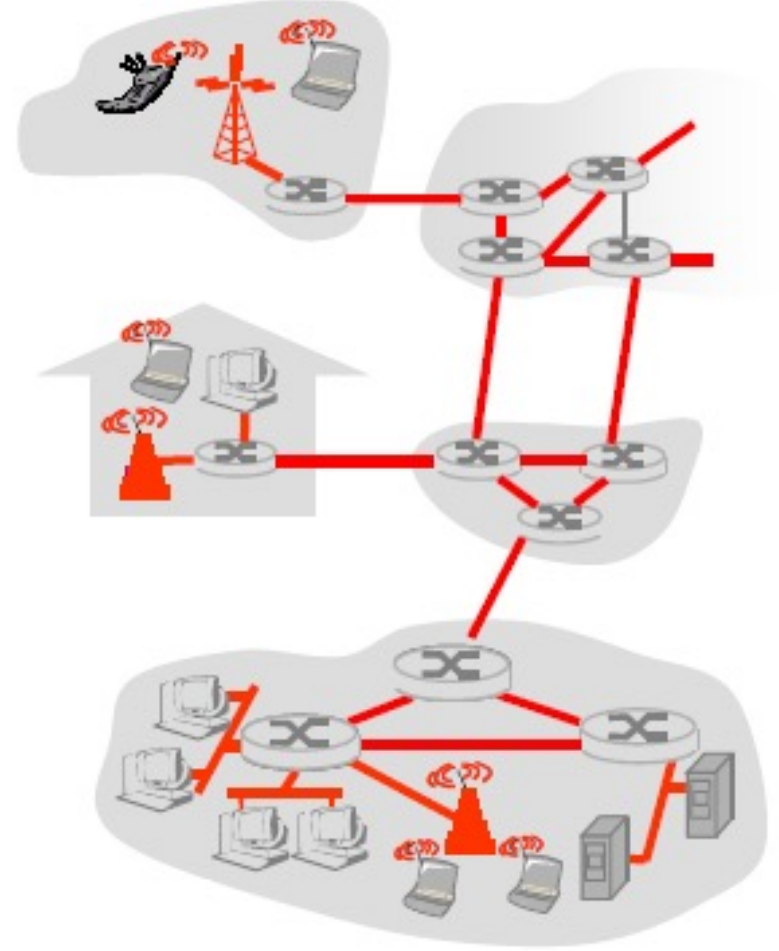
- **Çerçeveleme:** DLL katmanının başlığı ile üst katman verisinin kapsülmesi
- **Senronizasyon:** Çerçeve başını belirleyen bayrak bitleri ile alıcının cp'larının başlangıç anlarının senkronlanması
- **Veri akışının düzenlenmesi:** Alıcı/gönderici veri gönderme hızları -Yavaş Alıcılar hızlı göndericiler tarafından sıkıştırılmaz.
- **Hata denetimi:** İletim ortamındaki gürültü ve diğer olumsuz etkenler nedeniyle oluşan hataların sezilmesi ve düzeltilmesi.
- **Adresleme :** Çerçeveyi tanımlayan adresleme- Çok noktalı bağlantıda ileteşecek iki düğümün tanımlanması.
- **Ortama erişimin kotalanması:** Çarpışmalı / Çarpışmasız, PP Optimal bağlantı kullanımı
- **Fiziksel katmandaki bit dizisi akışını anlamlı bit guruplarına (Çerçeve-Frame) dönüştürme**
- **Sıralama (Sequence kontrol):** Alındılı-bağlantı hizmeti verdiğ zaman gönderilen her çerçeveye sıra numarası verilir.
- **Denetim bilgilerinin ve verinin aynı bağlantı üzerinden iletimi:** Çerçevenin ne tür bilgi taşıdığı v.b

Veri bağı katmanıyla ilgili bazı terimler

- Bilgisayarlar ve yönlendiriciler **Düğüm (node –host)** olarak adlandırılır.
- Düğümleri birbirine bağlayan iletişim hattına **link (ortam)** adı verilir.
 - Kablolu linkler
 - Kablosuz linkler
- 2.Katman paketi, bir verinin kapsülLENmesi ile oluşan bir **çerçeve (Frame)** dir.

Veri bağı katmanı verinin bir düğümden bir sonraki düğüme iletilmesinden sorumludur.

- Veriler farklı linkler üzerinden farklı protokoller yardımıyla iletilebilir. **Örn:** ilk link Ethernet, ara link frame relay, en son link 802.11 olabilir. Her bir link protokolü farklı bir hizmet sağlayabilir.

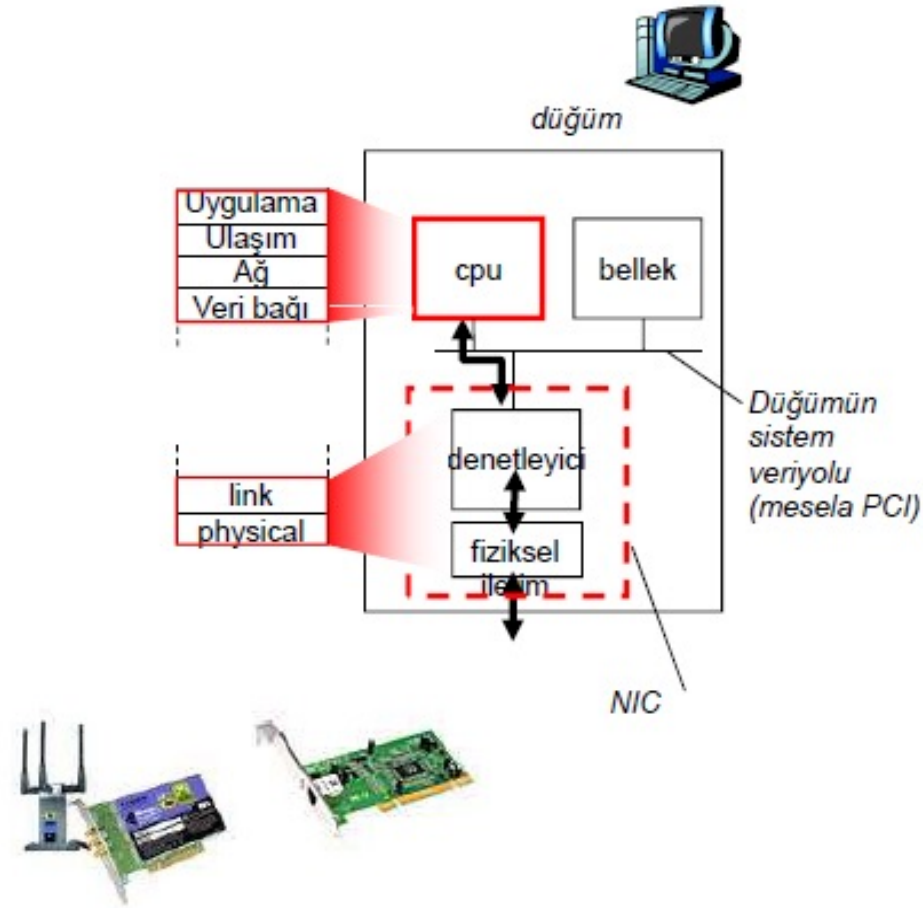


Veri bağında tarif edilenler nerede gerçekleşir?

- Veri bağı görevleri, Her bir düğümün içindeki, “adaptor” de (Network interface card NIC) gerçekleşir.

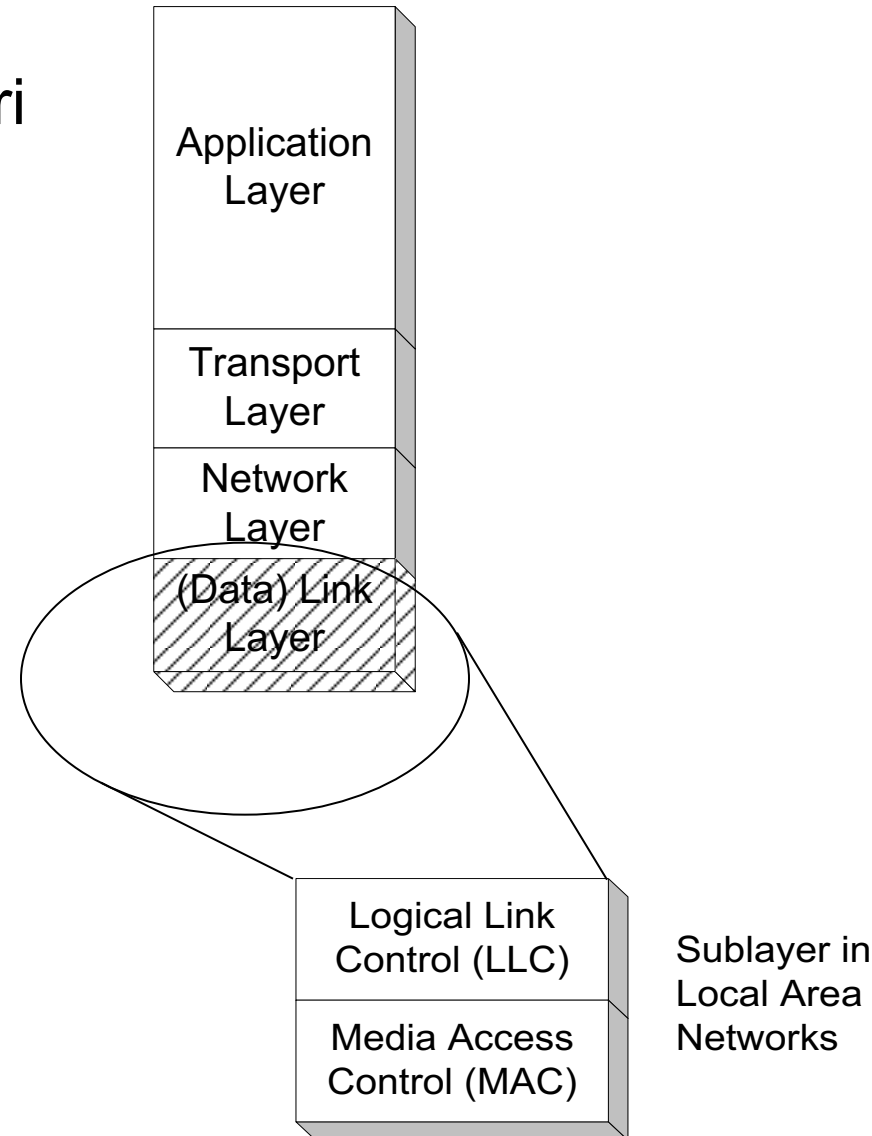
- Ethernet kartı,
- PCMCIA card,
- 802.11 kartı

- Donanım, yazılım ve sistem yazılımının (firmware) bir kombinasyonudur.



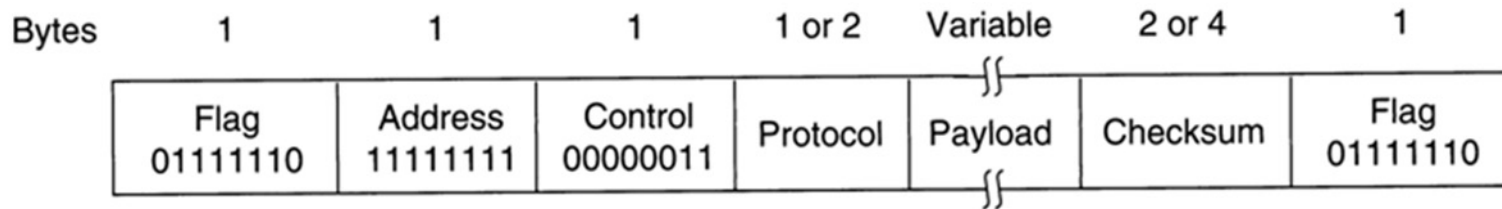
TCP/IP açısından Veri bağı katmanına bakış

- TCP/IP süitindeki protokolların veri bağı katmanı ile nasıl haberleşeceğini bu konuda açıklayacağız.



Çerçeveleme

- Fiziksel katman, işlenmemiş bit dizilerinin ortam hatalarıyla bozulmadığını garanti etmeden iletimini sağlar.
- Karşı tarafa ulaşan bitler hatalı olabilir, gönderilen ve alınan bit sayıları farklı olabilir. Bu tür hataları sezmek ve düzeltmek veri bağlantı katmanının görevidir.
- Bu görev genellikle bit dizilerinin ayırık çerçevelere bölünmesi ve her çerçeve için hata kontroluyla yerine getirilir.
- Herbir bit dizisinden oluşan çerçevelerin başının sonunun bilinmesi ve çerçeve içindeki bitlerin, karakterlerin belirli bir düzende olması için çerçeveleme yöntemleri işlemleri standartlaşmıştır.



PPP protokolu çerçevesi

- Çerçeveleme işlemi LLC katmanında ve genellikle iki yönteme göre yapılır.
 - 1- Karakter Düzenli Çerçeveleme yöntemi
 - 2- Bit düzenli çerçeveleme

- **1-Karakter düzenli Çerçeveleme:** Çerçevede standart uzunlukta karakter kodları kullanılır (Örn. ASCII v.b). Karakter düzenli çerçeveleme, yalnızca text verileri için çok uygundur.
- Çerçevenin başını ve sonunu belirtmek için bazı özel karakterler kullanılır. Bunlara özel **karakter / byte**' ismi verilir. Eğer alıcı senkronizasyonu kaybederse gelen bit dizisinde bu karakteri tarayarak **(DLESTX veya DLEETX)** sonraki çerçevenin başlangıcını bulabilir. Peşpeşe gelen iki bayrak bir çerçevenin bitişini peşindeki çerçevenin de başlangıcını belirler.
- Bu yöntemin dezavantajı, çerçeve oluşturulması sırasında 8-bitlik karakterlerle sınırlanmadır. Herhangi bir sayıda bitlerden oluşan karakterleri desteklemez.
- Karakter tabanlı çerçevelemede çerçevelerin başlangıç-sonucunu belirlemek için o çerçevede kaç adet karakter gönderildiğini belirten bir kısımda olabilir (Frame count).

Karakter düzenli Çerçeve

Özel karakterler;

0x02 (STX) Çerçeve başını belirtir. (Start of text)

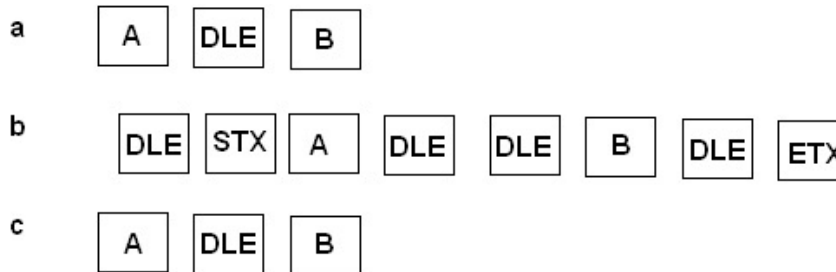
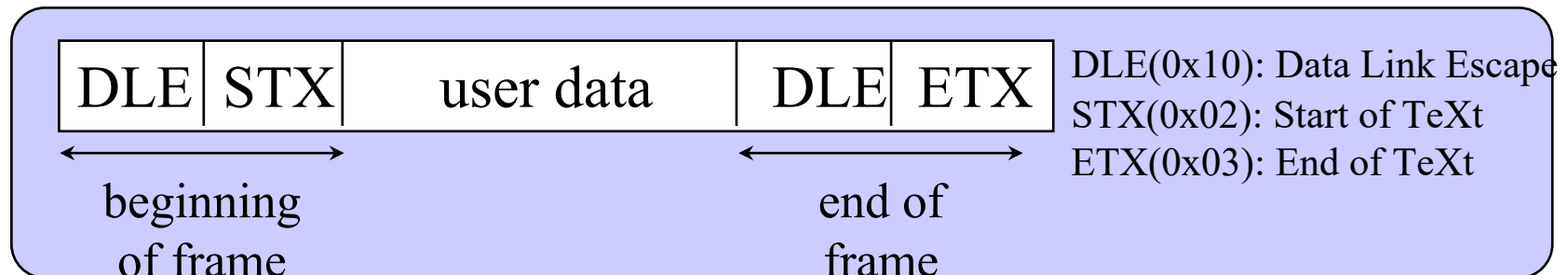
0x03 (ETX) Çerçeve sonunu belirtir. (End of text)

Çerçeve içinde her türlü bilginin taşınma işlemine saydam mod denir.

0x10 02 (DLE STX) Çerçeve başını belirtir. (Data Link Escape STX)

0x10 03 (DLE ETX) Çerçeve sonunu belirtir.

Bu durumda STX ve ETX karakterleri çerçeve içerisinde serbest kullanılır. DLE karakteri, çerçeve içinde iki defa tekrarlanarak (karakter stuffing) kullanılır



a) Ağ katmanından gönderilen veri

b) Veri bağı katmanında karakter bazlı çerçeve oluşumu

c) Alıcı tarafta ağ katmanına sunulan data

2-Bit düzenli çerçeve : Çerçeve başını ve sonunu belirleyen bir bit dizisi (FLAG) kullanılır. Bu bit dizisi genellikle 0x7E (01111110) dir.

Karakter düzenli çerçevelemeye göre; farklı bit uzunluğundaki karakterleri tanımlama özelliği vardır. Bu da resim, video, ses gibi verilerin farklı uzunlukta kodlanıp gönderilmesini kolaylaştırmaktadır.

- Saydam modda çalışabilmesi için, çerçeve içinde 6 veya daha fazla 1 bitinin yanyana gelmesine izin verilmez.
- Bunun için 5 adet yanyana 1 bit dizisinden sonra, gönderici çerçeveye fazladan bir tane 0 biti ekler (stuffed). Alıcı tarafta bunu bildiğinden okuduğunda bu biti atar.
- Bu tür çerçeveleme HDLC, Ethernet v.b protokollarda uygulanmaktadır.

(a) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

(b) 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1

↑ Çerçeve Başı

(Doldurulmuş) Stuffed bits

↑ Çerçeve Sonu

(c) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

Çerçeve sınırları aşağıdakiler kullanılarak belirlenebilir:

- Karakter Sayısı- karakter tabanlı çerçeveleme
- Kontrol Karakterleri-karakter tabanlı çerçeveleme
- Bayraklar – Bit tabanlı Çerçeveleme
- CRC Çekleri - Bit tabanlı Çerçeveleme

Hata ve Akış kontrol

- Veri bağlantı katmanı, ağ katmanından gelen mesajı (ağ katmanı başlığı ile birlikte) gerekirse küçük parçalara böler ve bir başlık (çeşitli kontrol bilgilerini içeren) ve sonbilgi (checksum içeren) ekleyerek bir ağ katmanı **çerçevesi** oluşturur, ve bu çerçeveyi iletilmek için fiziksel katmana gönderir.
- Sorun bundan sora başlar!!!!!!!!!!!!!!
 - * Alıcı taraf veriyi hatasız almış mıdır?
 - * Gönderen ve alan aynı hızda gönder/Al yapıyormudur? Yani akış kontrolü?

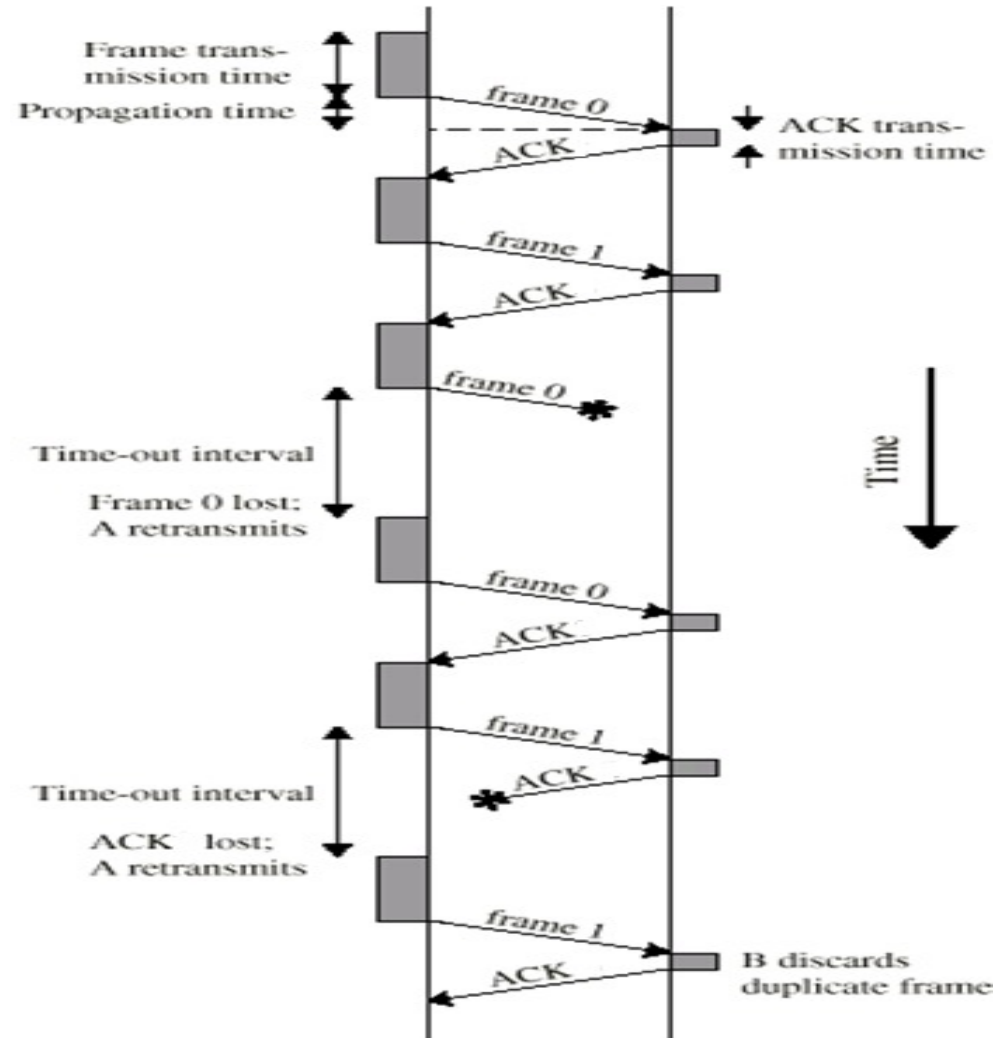
Cevap : Hata ve Akış denetimi yapılmalıdır

Hata sezme-ARQ isteği ve akış kontrolü (LLC)

- Hata kontrol otomatik tekrar isteği (ARQ), bir hata algılandığında, belirli sayıda çerçeveleri yeniden gönderme istek mesajının alıcı tarafından göndericiye iletilmesidir.
- Hata sezme genellikle CRC yöntemiyle yapılır. Alıcıda hata sezildiğinde göndericiden tekrarlama isteği (Automatic repeat request-ARQ) değişik yöntemlerle gerçekleştirilir.
- Akış kontrol protokolları; alıcıdan bir onay beklemeden, alıcıya ne kadar veri (çerçeve) gönderilebileceğini açıklayan prosedürler kümesidir.
 - Dur-Bekle protokolu (Stop and wait):
 - N Çerçeve gerile protokolu (Go Back N)
 - Seçici Yineleme Protokolu (Selective repeat)

Stop and Wait - protokolu

- Kaynak (A) tek çerçeveyi gönderir.
- Kaynak ACK'yı bekler. (Bir sonra göndereceği çerçevenin no'su)
- Eğer alınan çerçeve hasarlı ise,atılır,
 - Kaynak belli süre bekler.(kendi ürettiği saat işaretine göre)
 - Eğer bu sürede ACK alınmazsa çerçeve tekrar gönderilir.
- Eğer ACK hasarlanmışsa, kaynak onu tanıyamaz
 - Kaynak o çerçeveyi tekrar gönderir.
 - Alıcı (B) bu çerçevenin iki kopyasını almış olur.
 - Alıcı 1 tanesini iptal eder.



Dur-Bekle Protokolu

- Gönderici çerçeveyi gönderdikten sonra alıcıdaki bütün süreçlerin sonlandığını belirten bir ACK alana kadar bekler. Ancak bu ACK geldikten sonra bir sonraki çerçeve gönderilebilir.
- Bu şekilde hızlı göndericinin yavaş alıcıyı çerçeveye boğması engellenmiş olur.
- Dur-bekle protokolu yarı çift yönlü bir protokoldur. Gönderilen her çerçeveden sonra kaynak, alıcıdan ACK mesajı bekler.
- Dolayısıyla veri bağı katmanında yavaşlamaya neden olan bir protokoldur.

Dur-Bekle protokolunda DLL başarımı



L: Çerçeveadaki bit sayısı (bit/çerçeve), **R**: İletim hızı (bps), **d**: link uzunluğu (m),
V: Yayılma hızı (propogasyon hızı m/s).

T_i : Bir çerçevenin iletim ortamına aktarılma süresi (Transmisyon time s)

T_y : İletim ortamındaki yayılma süresi (propagasyon time s)

T_t : Bir çerçevenin gönderilmesi ve alındısının alınması için gerekli süre (s)

$$T_i = L / R \text{ (s/çerçeve)} \quad T_y = d / V \text{ (s)} \quad T_t = 2T_y + T_i \text{ (s)}$$

(Bağlantı kullanım oranı) **U** = Bir çerçevenin iletim süresi / Bir çerçevenin toplam iletim süresi

$$U = T_i / (2T_y + T_i) = 1 / 2a+1$$

$$a = T_y / T_i = \text{Ortam uzunluğu} / \text{Çerçeve uzunluğu} = \text{sabit}$$

a < 1 : çerçevenin ilk biti alıcıya ulaştığında çerçevenin son biti henüz gönderilmemiştir.

a = 1 : çerçevenin ilk biti alıcıya ulaştığında çerçevenin son biti henüz gönderilmiştir.

a > 1 : çerçevenin ilk biti alıcıya ulaşmadan önce çerçevenin son biti henüz gönderilmiştir.

Bit türünden hat (link) uzunluğunun çerçeve uzunluğundan çok fazla olduğu durumlarda (**a > 1**) **dur-bekle** protokolunun hat kullanım oranı (U-verimliliği) çok düşüktür.

Örnek

4000 bit uzunluğundaki çerçevelerin, iletim kapasitesi 64 kbps olan bir uydu bağlantısı üzerinden dur-bekle protokolu ile gönderilmesi durumunda bağlantı kullanım oranını bulunuz. Not: Bu uydu bağlantısında bir elektriksel sinyalin uydu üzerinden alıcıya ulaşması için yayılma süresi 270 ms'dir.

Çözüm: Bir çerçevenin iletilmesi için geçen süre;

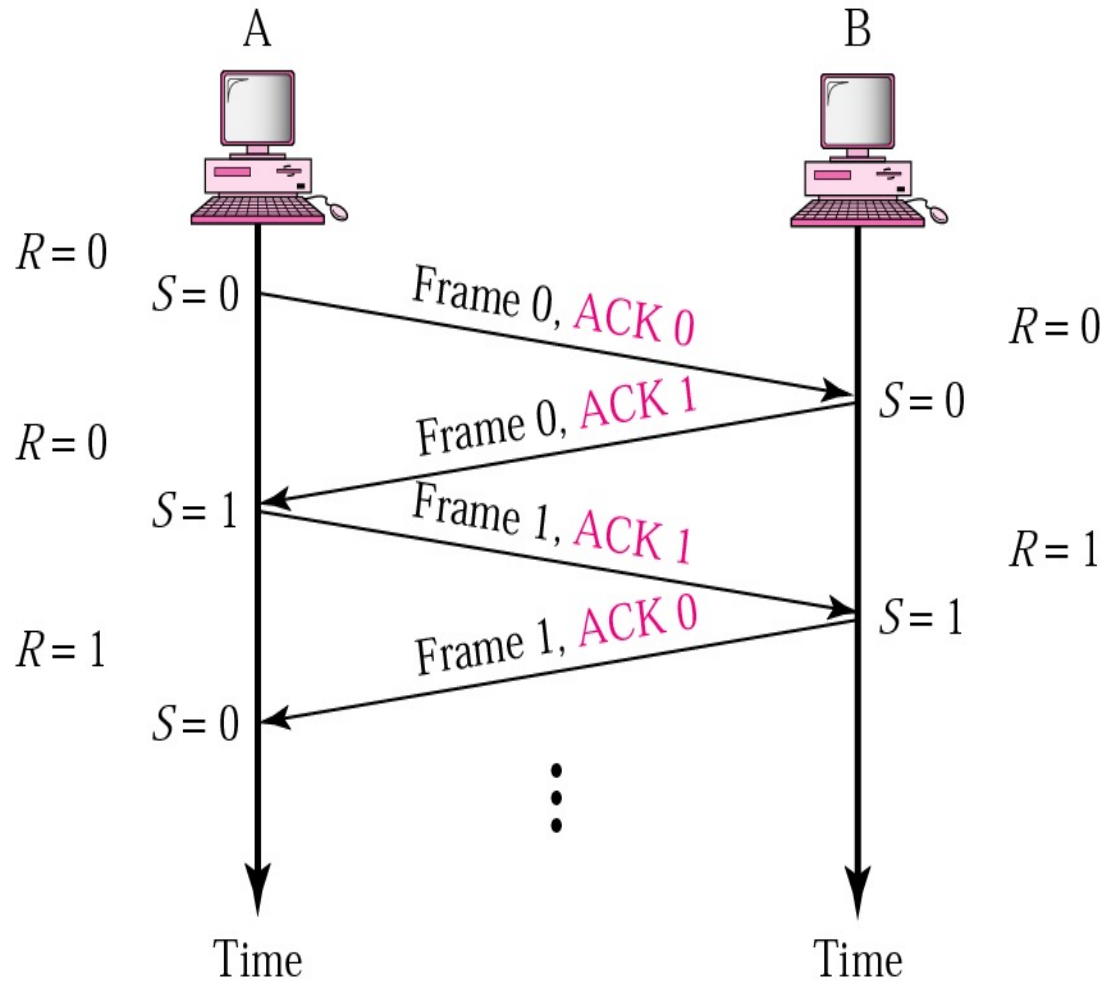
$$T_i = L / R = 4000 / 64000 = 0,0625 \text{ s} = 62,5 \text{ ms}$$

$$A = T_y / T_i = 270 / 62,5 = 4,32$$

$$U = 1 / (2a + 1) = 1 / (2 (4,32) + 1) = 0,1037$$

Hattın kullanım oranı % 10,37 'dir ve düşüktür.

Piggybacking (Sırtında Taşıma)

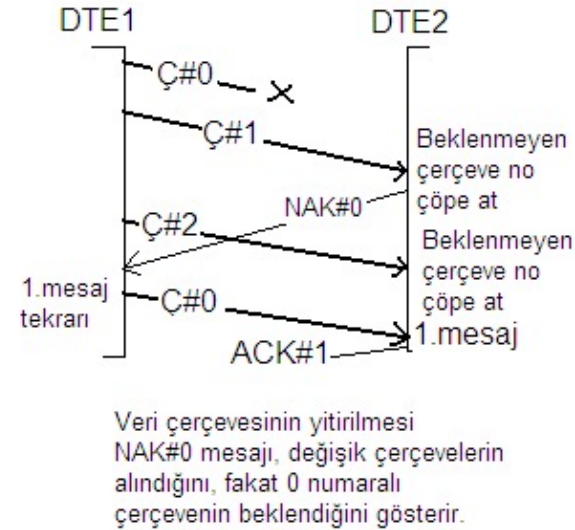
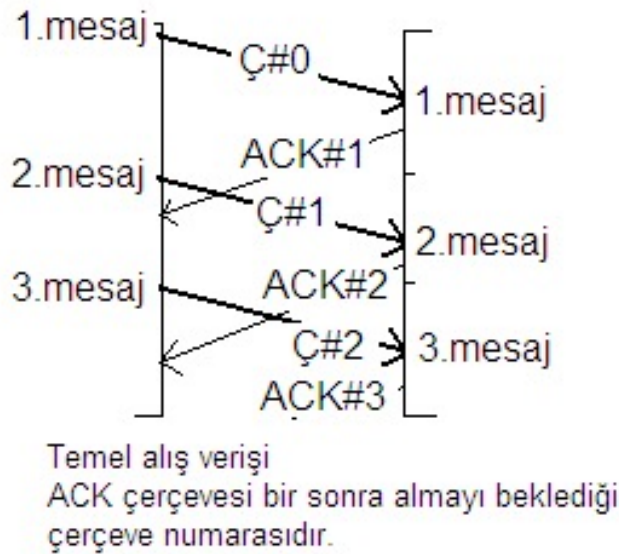


- Bu metodda, A ve B birbirlerine mesaj gönderebilir. Bu mesajın içerisinde karşıdan istediği mesajın da no'sun (ACK) gönderir.
- Piggybacking bant genişliği kullanımını biraz daha artırır.

Go Back N (N Çerçeve gerile - ARQ) protokolu

- Bu protokolda, gönderici peşpeşe çerçeveler gönderirken, bir taraftan da daha önce gönderdiği çerçevelerin alındılarını kabul eder.
- Alındısını beklemeden yeni çerçeveler gönderilir.
- Kayan Pencere Tabanlıdır.
- Eğer Hata yok ise, Peşpeşe çerçeveler gönderilir.
- Çerçevelerin sayısını kontrol eden pencere kullanılır.
- Eğer Hatalıysa red ile yanıtlanır.
 - Hatalı Çerçeve doğru olarak alınana kadar bütün gelecek çerçeveler reddedilir.
 - Gönderici geriye gitmelidir ve önceki çerçeveler yeniden iletilmelidir.

N-Çerçeve gerile protokolü



- Bu protokolda yanıt çerçevesinininkaybolması, göndericinin mesajını tekraralamasını gerektirmez. Alıcının aldığı her çerçeve için cevap gönderme zorunda olmadığı kabul edilir.

Sliding Window (Kayan Pencere)

- Göndereici DTE'nin karşıdan yanıt almadan bir dizi çerçeve gönderebilme izni olan protokollara *kayan pencere* protokolları denmektedir.
- N-Çerçeve gerile prortokolu kayan pencere algoritmasını kullanır.
- Bağlantı kullanımı arttırılır.(ACK beklenmeden önce bir çok paket gönderilebilir)
- Güvenli Transfer Yapılır.

Sliding Window

- Çoklu Çerçeve iletimine izin verir.
- Alıcı K uzunluğunda hafızaya sahiptir.
- Gönderici ACK sız K adet çerçeve gönderebilir ($K = \text{Pencere genişliği} - \text{uzunluğu}$).
- Her bir çerçeveye bir sıra numarası verilir.

n bitlik sıra numarası var ise; pencere boyutu $(K) \leq (2^n - 1)$ 'dir.

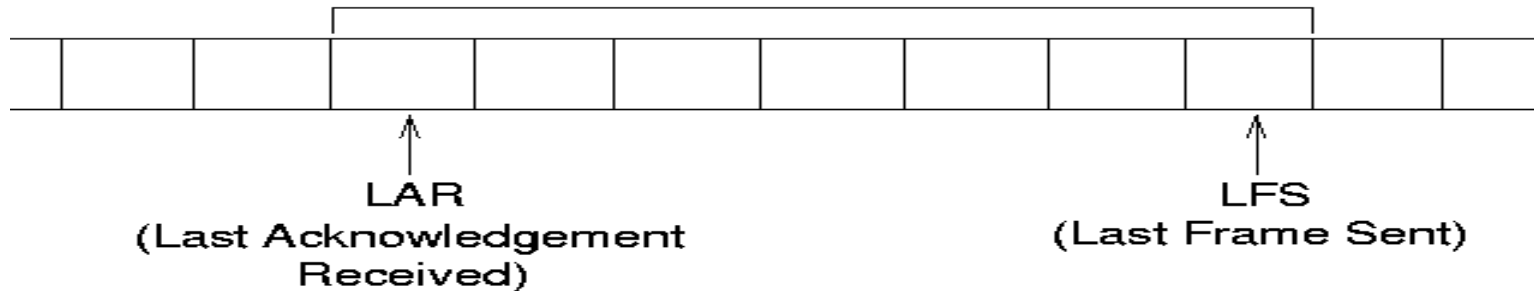
Örnek; $n=3$ için

0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7

- ACK bir sonraki beklenen Çerçevenin numarasını içerir.

Sliding window Sender

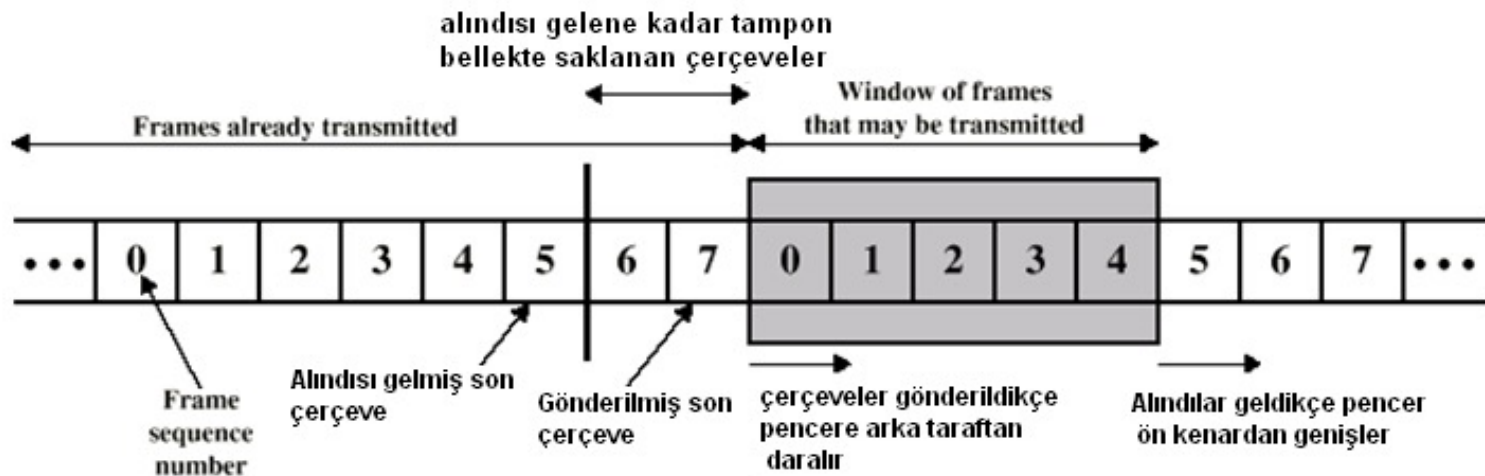
$$\leq SWS$$



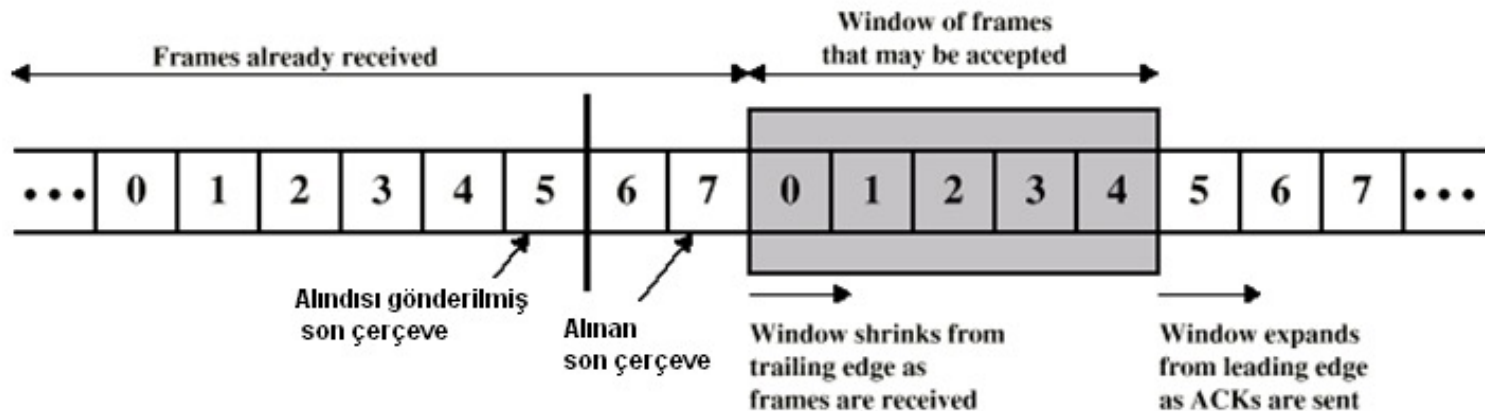
Gönderici 3 değişken ile Kayan pencereyi kontrol eder.

- **Gönderilen Pencere Boyutu. (K-SWS)**
 - Onay çerçevelerinin üst sınır sayısı
- **Son Çerçeve Onayı (LAR – Alındı onaylı son çerçeve)**
 - Alıcı onaylı Son çerçevenin sıra numarası alındısı.
- **Gönderilen son Çerçeve (LFS)**
 - Gönderilen son çerçevenin sıra numarası
- **$LFS - LAR \leq K$ Denklemi değişmezdir ve sürekli korunur.**
- ACK vardığı zaman ,LAR ilerletilir (yukarıdaki denklem şartıyla), Böylelikle Pencere kaydırılır.
- Alıcı ise, sadece almak için beklediği çerçeve sıra numarasının tutulduğu bir değişkene sahiptir (R) . Eğer. Gelen çerçeve no. R değeri ile aynı ise çerçeve kabul edilir, aksi reddedilir.

Sliding Window (Kayan Pencere)

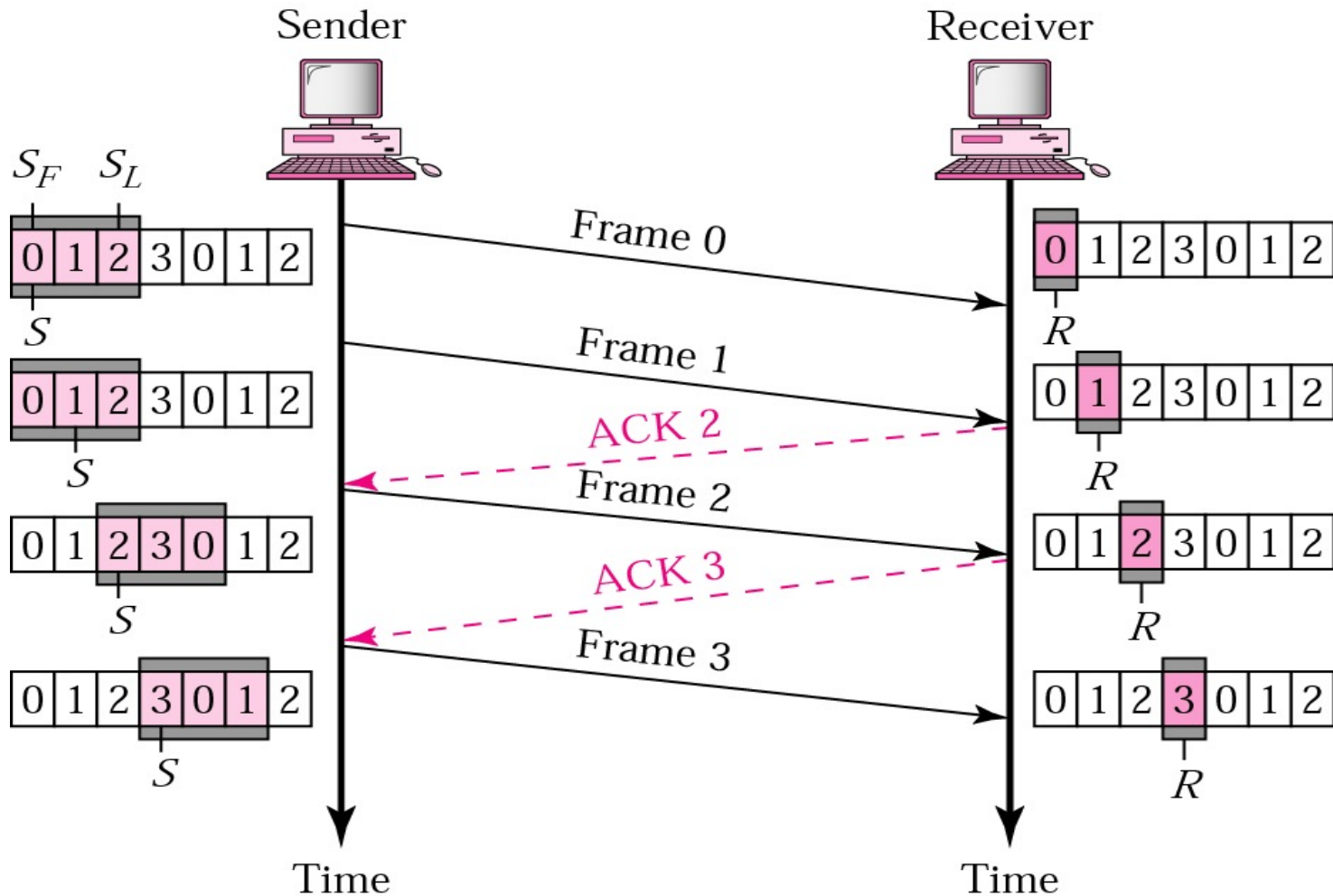


(a) Sender's perspective
a) Gönderici Tarafı

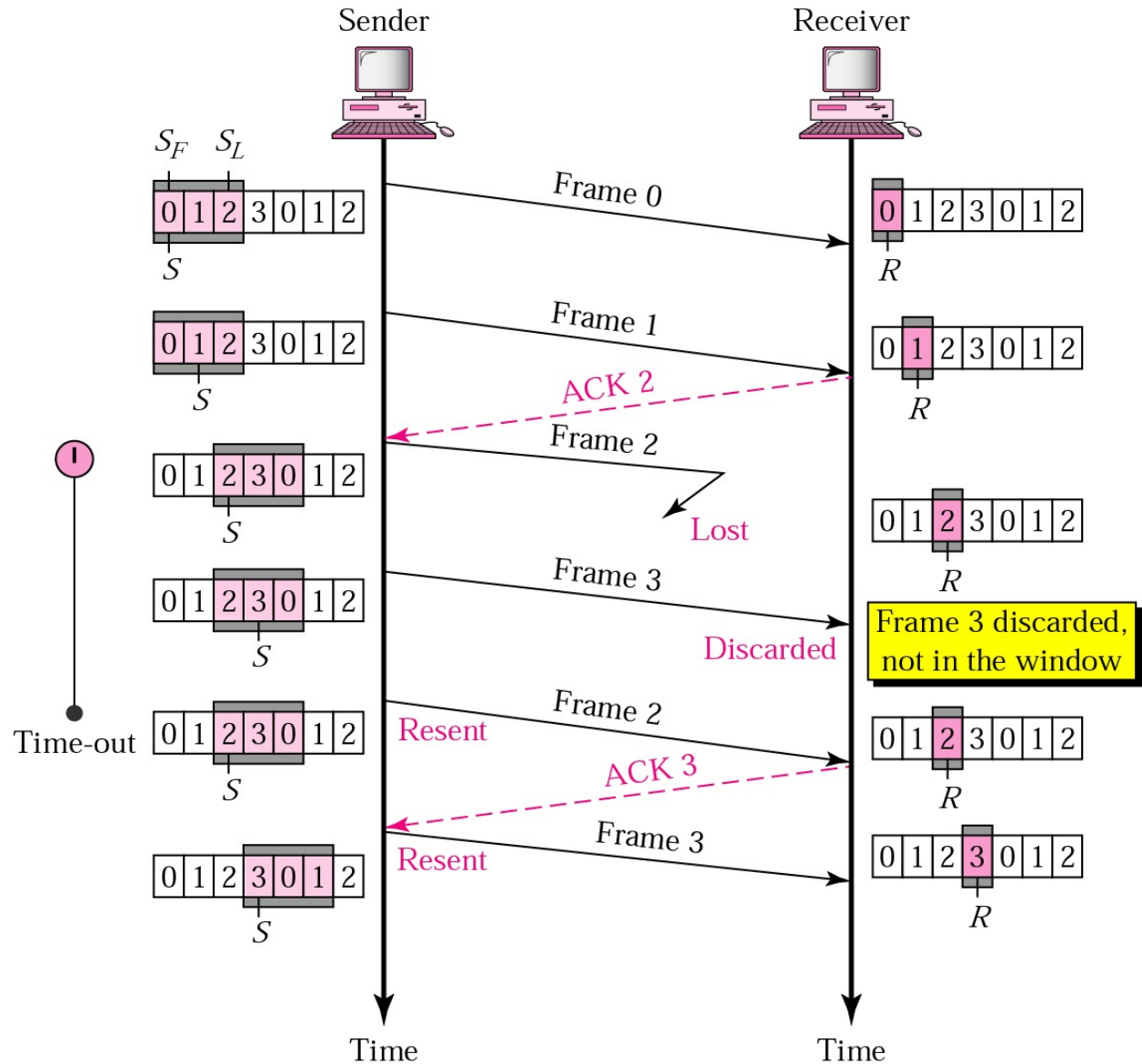


(b) Receiver's perspective
b) Alıcı Tarafı

N- Çerçeve gerile ARQ, normal operasyon



N çerçeve Gerile ARQ, Kayıp Çerçeve

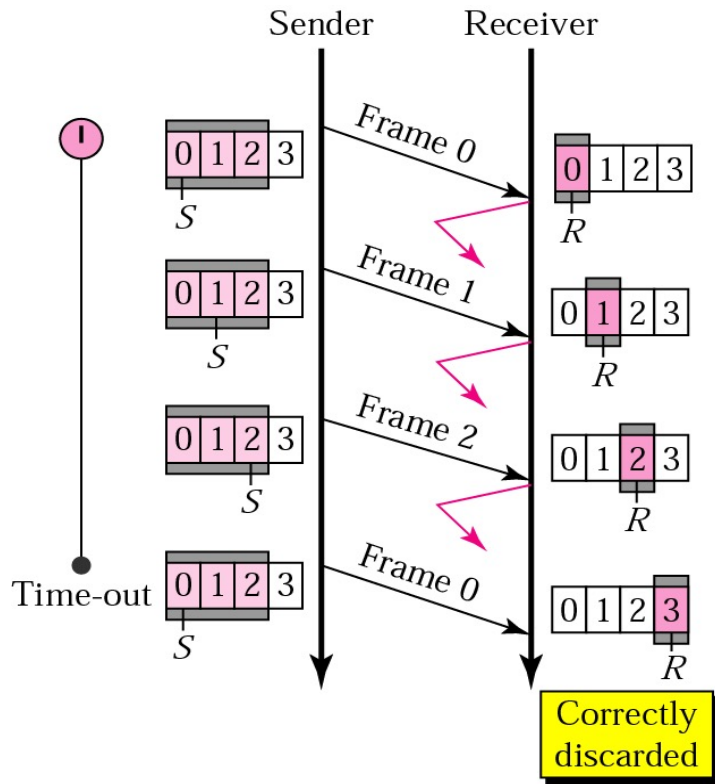


N- Çerçeve gerile ARQ, (hatalı / kayıp / gecikmiş ACK)

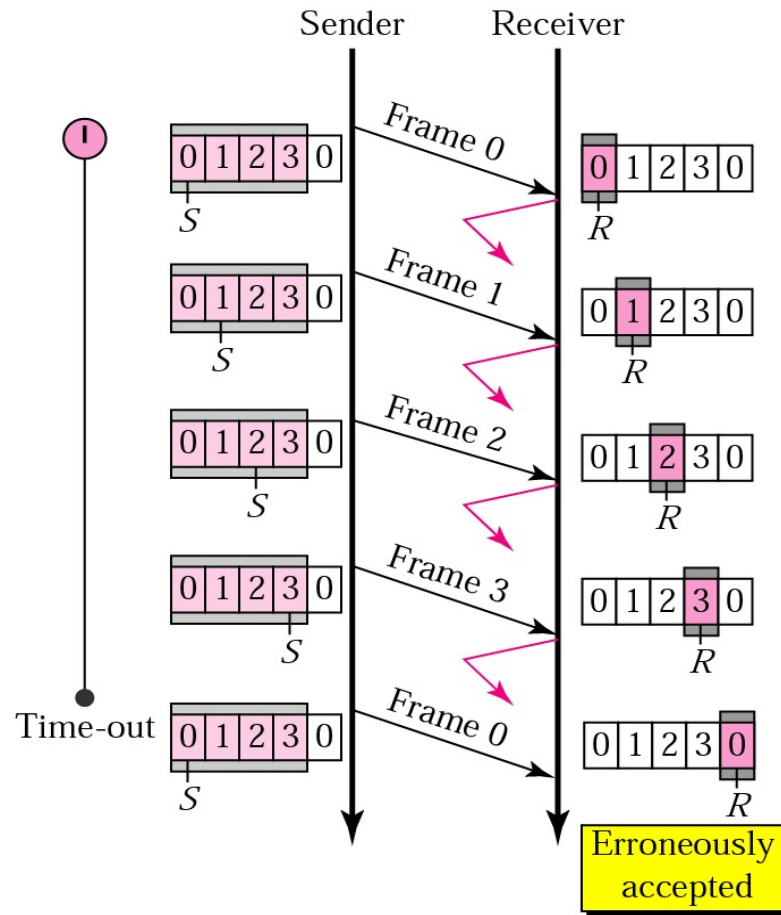
- Eğer ACK kayıp veya hatalı veya gecikmiş ise; iki durum olabilir
- Sonraki ACK, herhangi bir zamanlayıcı sona ermeden önce gelirse, Bu protokol kümülatif olduğu için, çerçevelerin yeniden iletilmesine gerek yoktur.
- Eğer ACK1, ACK2, ve ACK3 kayıpsa, zamanlayıcı süresi dolmadan önce ulaşması halinde ACK4 onları kapsar.
- Eğer ACK4, zaman aşımı süresinden sonra gelirse; son çerçeve ve bütün çerçeveler tekrara gönderilir.
- Alıcı asla yeniden bir ACK göndermez.
- Gecikmeli ACK da, çerçevelerin tekrar gönderilmesine sebep olabilir.

Go-Back-N ARQ, (Gönderici pencere boyutu)

- Göndericinin penceresi 2^n den küçük olmalıdır. Alıcının boyutu sadece 1'dir. Eğer $n=2$, pencere boyutu = $2^n - 1 = 3$.



a. Window size $< 2^m$



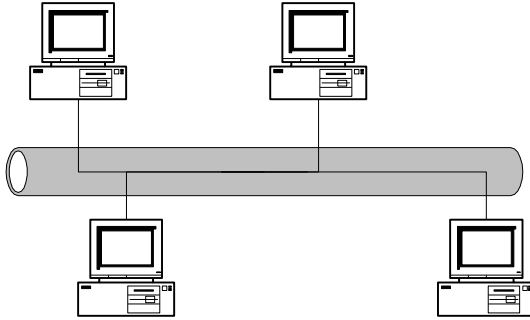
b. Window size $= 2^m$

Accepts as the 1st frame in the next cycle-an error

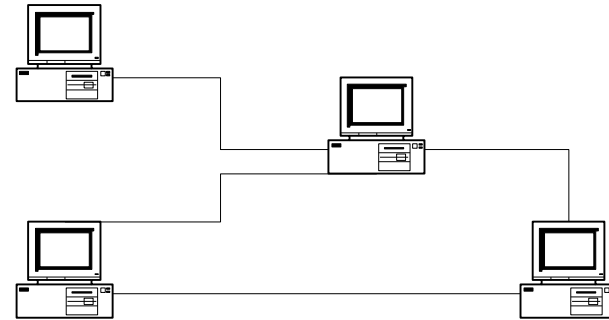
Seçmeli Tekrar ARQ, gönderici ve alıcı pencereleri

- N-Çerçeve gerile protokolunda, alıcı yalnızca bir tek değişken bulundurur. Buffera ihtiyaç duymaz, gelen çerçeve istediği çerçeve değilse discard eder.
- Fakat, N –Çerçeve gerile proptokolu gürültülü linklerde bu özelliğinden dolayı etkili değildir. Dolayısıyla bu durum iletiimi yavaşlatabilir.
- Seçmeli Tekrara ARQ, yalnızca hatalı frame'i tekrar ister. Fakat bu işlem kompleks bir işlemdir.
- Yaptığı iş; zamanlayıcı süresi dolmadan önce bir hasarlı çerçevenin sıra numarasını bildirmek için (NAK) olumsuz bir ACK tanımlamaktır.

Veri bağı katmanında iki tip ortama erişim tanımlanır (MAC Katmanının en önemli görevi)



Broadcast Network



Point-to-Point Network

- **Broadcast Networks (yayın ağları):** Bütün hostlar tek bir iletişim kanalını paylaşır.
- **Point-to-Point Networks:** Bir çift host (veya router) birbirlerine direkt olarak bağlanır.
- Genelde LAN'lar broadcast, Wan'lar Point to point ağlardır.

MAC (Media Acces Control)Ortama erişim alt katmanında hostların ortama erişmesi ve ortamın paylaşımlı kullanılması için bir takım tanımlamalar ve protokollar tanımlanmıştır.

- Kısaca MAC katmanının görevi yayın tarzı (Broadcast)) bir ağı DLL katmanının noktadan noktaya gibi görebilmesidir.
- Veri bağı katmanı ile fiziksel katman arasında yer alır.
- Soru: Kanalı (Kanalları) kim nasıl kullanacak?
- Çözüm: Kanal Tahsisi
 - Statik mi, Dinamik mi?
 - Rasgele mi, Planlı mı?

Kanal Tahsis Problemi

Statik: Her kullanıcı kanala sabit miktarda erişir

- Belli frekanslar ve/veya zaman aralıkları (FDM-TDM)
- Trafiği yoğun olmayanların kaynakları boşa gider

Dinamik:

- Rasgele ve Dağınık
- Planlı ve Merkezi

Kanal Tahsis Problemi

- Dinamik:
 - Rasgele ve Dağınık
 - Planlı ve Merkezi
- Analiz için Ele Alınan Model
 - **İstasyon Modeli:**
 - Birbirinden bağımsız N tane istasyon (bilg. Tel. vs) var.
 - Her birine belli bir programa göre trafik geliyor.
 - Eğer istasyonda henüz işlenmemiş bir paket varsa o zaman yeni paket gelmiyor.
 - **Tek kanal varsayımı:** Bütün iletimlerin yapıldığı tek bir kanal
 - **Çarpışma varsayımı:**
 - Kanaldan aynı anda iki çerçeve iletilirse çarpışma olur (CDMA değil)
 - ve çerçevelerin tekrar gönderilmesi gerekir.
 - İstasyonlar bu çarpışmaları algılayabilir
 - **Zaman:**
 - Sürekli zaman: İletimler her an başlayabilir.
 - Dilimli zaman: İletimler “slot” adı verilen ayırık zaman dilimlerinin başında başlayabilirler.
 - **Taşıyıcı Dinleme**
 - Taşıyıcı dinleme var: İstasyonlar ilettime başlamadan önce kanalı dinleyip başkası iletim yapıyor mu diye dinleyebilirler. (Kablosuzda zor)
 - Taşıyıcı dinleme yok:

Çoklu erişim protokolları

a)ALOHA (1970-Hawai Üniv.-Şefkat-Birlik-Uyum-alçak gönüllülük-Sabır)

b)Taşıyıcı sezmeli çoklu erişim (CSMA)

CSMA/CD Çarpışma sezmeli CSMA

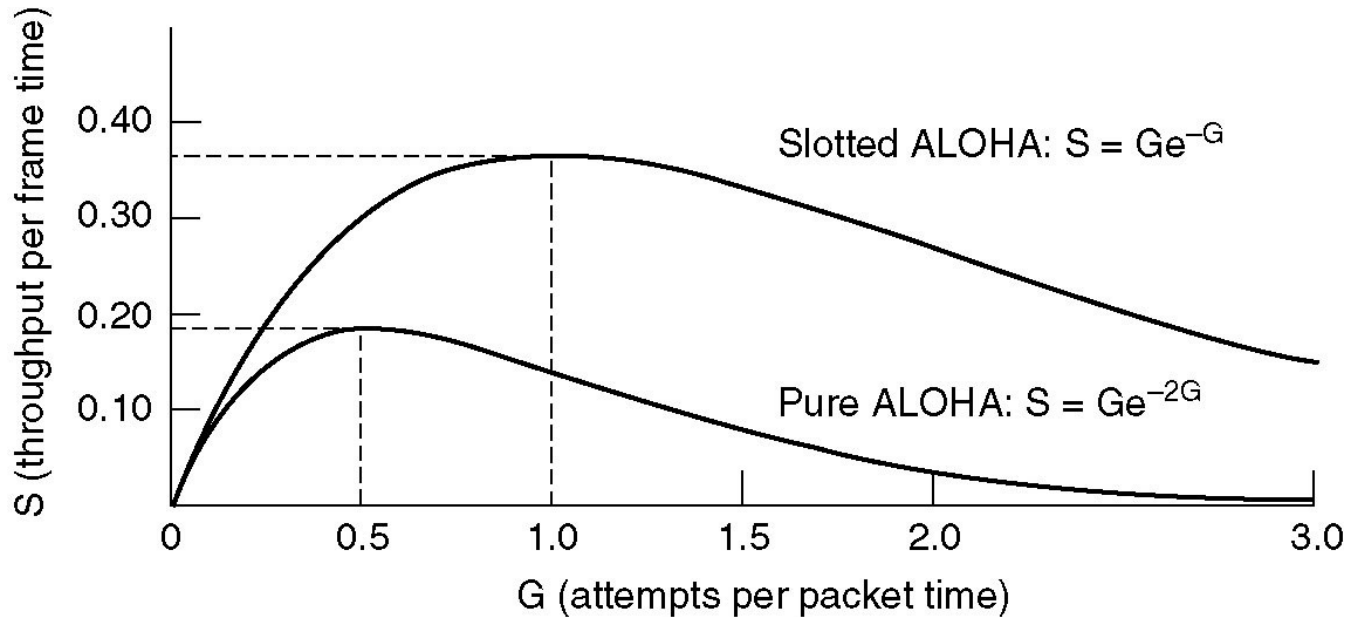
c) Çarpışmasız protokollar

Çoklu Erişim Protokolleri

- **Pure (saf) Aloha -**
 - 1970 – Hawaii Üniversitesi
 - Adalardaki binalar uydu aracılığı ile bağlanıyor
 - Çoklu erişimin başlangıcı
- Temel prensipler
 - Eline çerçeve geçtiğinde gönder
 - Aynı anda veya örtüşen iletiler olursa çarpışma olur
 - Rasgele zaman sonra tekrar gönderilir.
 - Kanalı dinleyerek veya Uydudan geri besleme gelmesiyle çarpışma konusunda bilgi edinilebilir.
 - Çarpışma olduğu zaman bir süre beklemek gerekir yoksa tekrar tekrar çarpışma olur.
 - Bu tür erişime çekişmeli (contention) sistem denir.
 - Eğer bir çerçevenin son biti bile diğer çerçevenin ilk biti bile çakışsa ikisi de işe yaramaz hale gelir.

Zaman Dilimli ALOHA

- (1972, Roberts) Bu sistemde tüm kullanıcılar senkronize bir şekilde çalışırlar.
- Herkes zaman dilimlerinin başlangıçlarında iletim yapabilir.
- ALOHA eski ve düşük performanslı bir protokol olsa da yerel alan ağlarının temelini oluşturmaktadır.
- Ethernet'in icadıyla çok popüler olmuştur.



Taşıyıcı Dinlemeli Çoklu Erişim (CSMA) **(Carrier –Sense Multiple Acces)**

Kanalı dinleyerek verimliliği artırmak (Kleinrock, Tobagi (1975))

1-direngen (persistent) CSMA protokolü

- İlk önce kanal dinlenir,
- Kanal doluysa boşalana kadar sürekli beklenir
 - boşaldığı anda iletilir
- Kanal boşsa çerçeve direkt iletilir.
- Çarpışma olursa rasgele bir zaman beklenir ve tekrardan başlanır.
- Yayılım gecikmesi önemli etkiye sahiptir.
- İlk istasyon iletim yapmaya başlar ,
 - Sinyal ikincisine ulaşmadan önce ikinci kanalı dinlerse o zaman yanılabilir.
- Yayılım gecikmesi sıfır bile olsa
 - İki kullanıcı kanal boşaldığı anda ilettime başlarsa çarpışma olur.
- Yine de ALOHA ve zaman dilimli ALOHA'dan daha iyidir.

Taşıyıcı sezmeli Çoklu Erişim (CSMA)

2- Direngen olmayan (nonpersistent) CSMA

- Kanal boşsa direkt iletilir
- Kanal dolu ise sürekli olarak beklenmez yine rasgele bir zaman beklenir
- Kanal verimliliği fazladır ama gecikme de fazladır.

3- p-direngen (p-persistent) CSMA

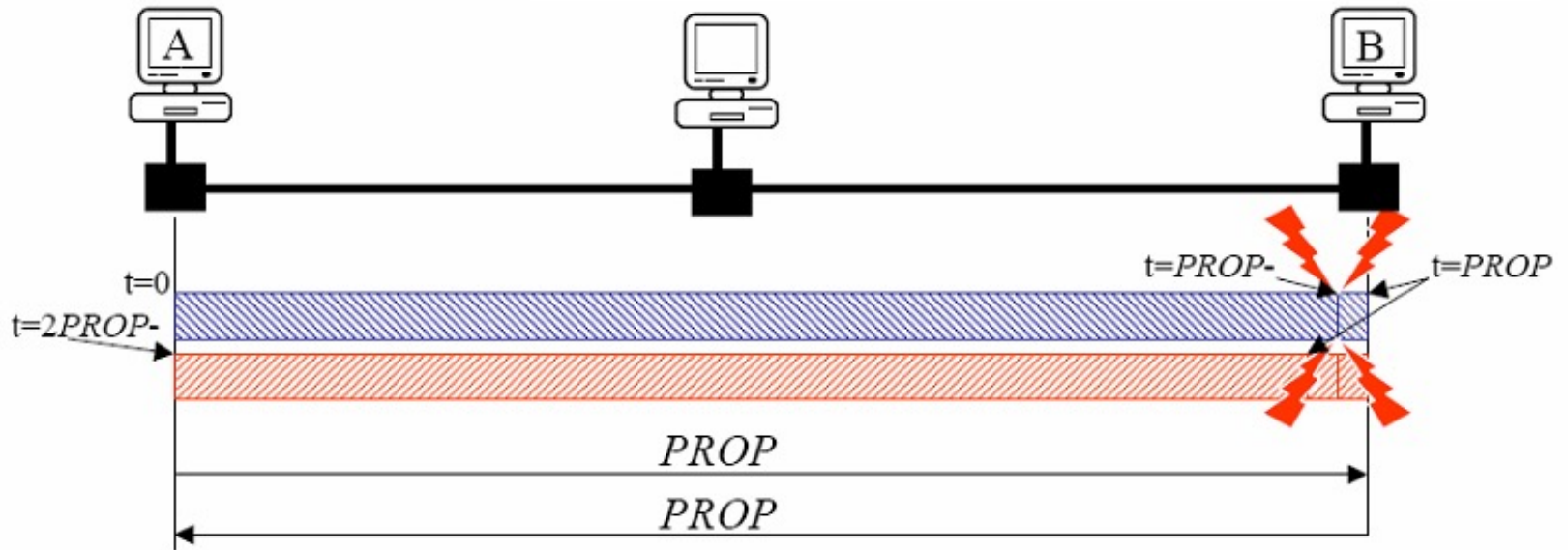
- Zaman dilimli sistemler için tasarlanmıştır.
- Kanal dinlenir boş ise p ihtimalle iletilir $1-p$ ihtimalle bir sonraki dilime bırakılır
- Bir sonraki dilimde de aynı şey yapılır.
- O sırada başkası göndermeye başlarsa rasgele zaman beklenir
- Dinlendiği zaman kanal dolu ise 1 dilim beklenir.

Çarpışma algılamalı CSMA (CSMA-CD) (Carrier –Sense Multiple Acces / Collision detect)

- Eğer aynı anda iletme başlayan iki kullanıcı çarpışmayı algılayıp iletimlerini durdurabilseler hem enerji, hem zaman, hem de bant genişliği açısından kazançlı olur.
- LAN'larda geniş miktarda kullanılmaktadır.
- İşleyiş
 - Çarpışma olduğu zaman rasgele bir zaman beklenip tekrar gönderilir.
 - **İki istasyon t_0 da iletmeye başlarsa çarpışma olduğunu ne zaman algırlar.**
 - Sinyalin yayılım hızı ile alakalıdır.
 - **Cevap: En uzaktaki istasyona yayılım hızının iki katıdır. 1km eş eksenli kabloda bu $2 * 5$ mikro saniyedir.**
 - Çarpışma algılaması analog bir süreçtir
 - Her sinyalde algılanamaz. (Ör. iki tane 0 sinyali)
 - Ethernet'te değişik sinyaller (Manchester) kullanılmaktadır.
- CSMA/CD sistemi half-duplex bir sistemdir.

CSMA/CD

Çarpışmasız bir paket iletişiminin garanti edilebilmesi için, Bir bilgisayar, gönderdiği paketin tamamı bitmeden önce, bu süreçte bir çarpışmayı sezebilmelidir.



olaylar

$t=0$: Host A bir paket göndermeye başlar

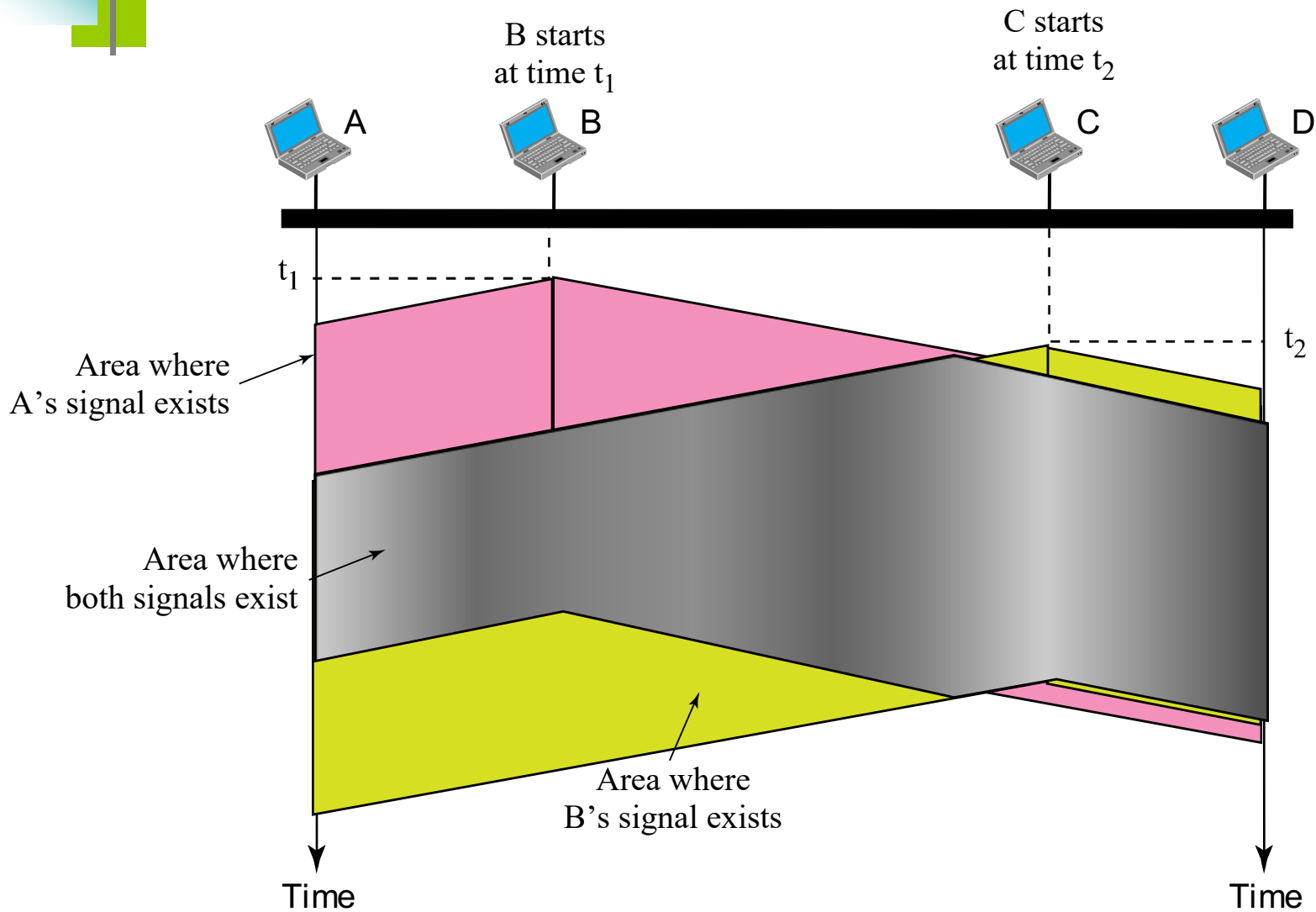
$t=PROP-$: Paketin ilk biti host B'ye erişmeden önce Host B hattın boş olduğunu sezer ve o da bir paket göndermeye başlar

$t=PROP-$: Host B'ye yakın bir yerde çarpışma oluşur.

$t=PROP$: Host B gönderilen datayı aldığı zaman çarpışma olduğunu sezer.

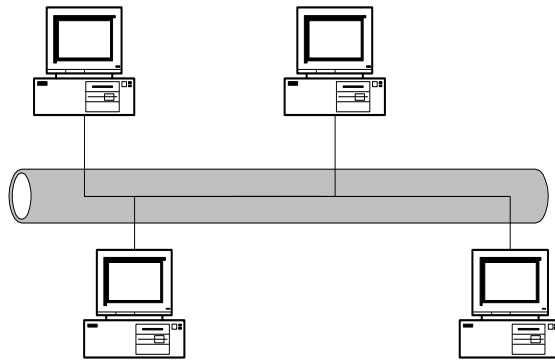
$t=2PROP-$: Host A gönderilen datayı aldığı anda, çarpışmanın olduğunu $2PROP-$ sonra sezer.

Figure 3.7 Space/time model of a collision in CSMA

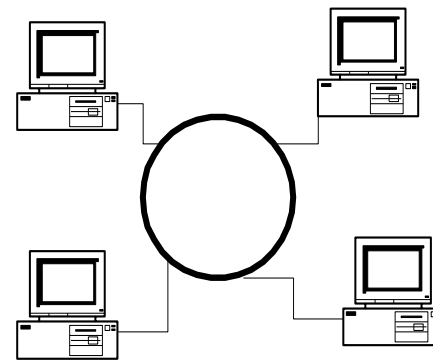


Local Area Networks (LAN)

- LAN'larda ortama erişim paylaşımlı kullanım şeklidir. Birçok ortama erişim yöntemi (Ethernet, Token Ring, ATM v.b) mevcuttur.



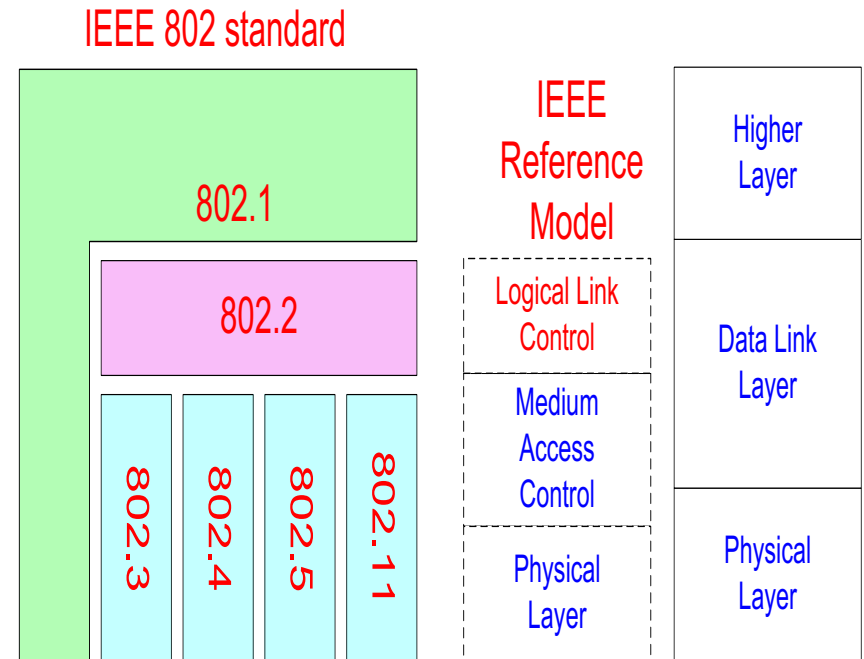
Bus LAN



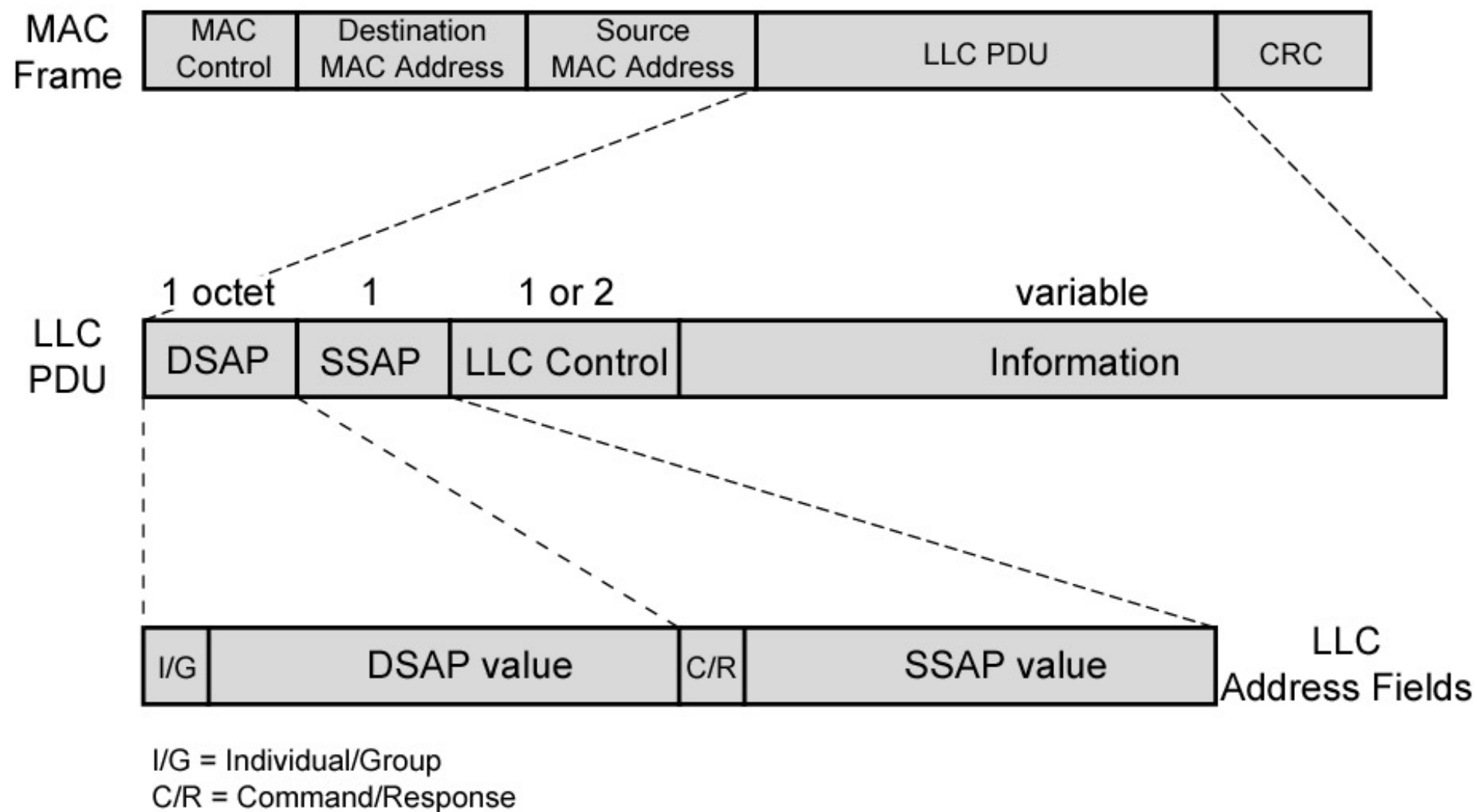
Ring LAN

IEEE 802 Standartları

- IEEE 802 bir LAN standartıdır. Bu standartta LLC katmanı ve değişik MAC alt katmanlar tanımlanır.
- 802.3 Ethernet
- 802.4 Token Bus
- 802.5 Token Ring
- 802.11 Wireless LAN



Genel MAC Çerçeve Formatı



Ethernet Çerçeve Formatı

Dest. Addr	Src. Addr	Type	Data	CRC
6	6	2	46-1500	4

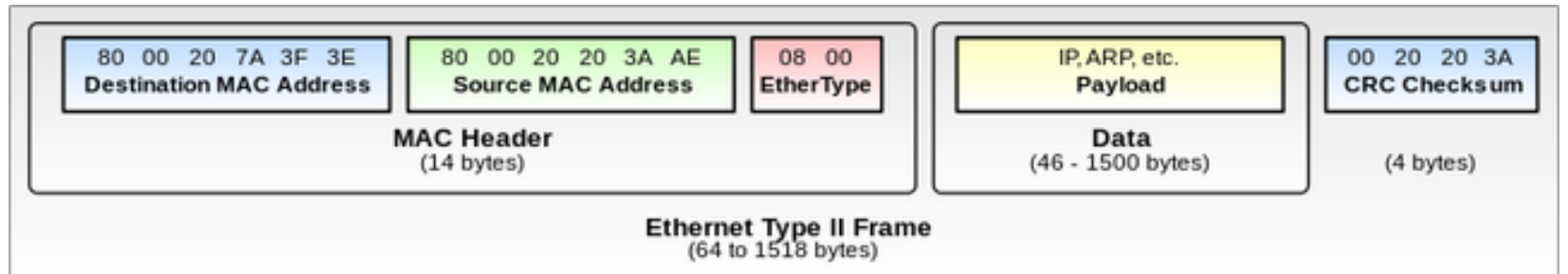
Type 0800	IP datagram
2	46-1500

Type 0806	ARP request/reply	PAD
2	28	18

Type 8035	RARP request/reply	PAD
2	28	18

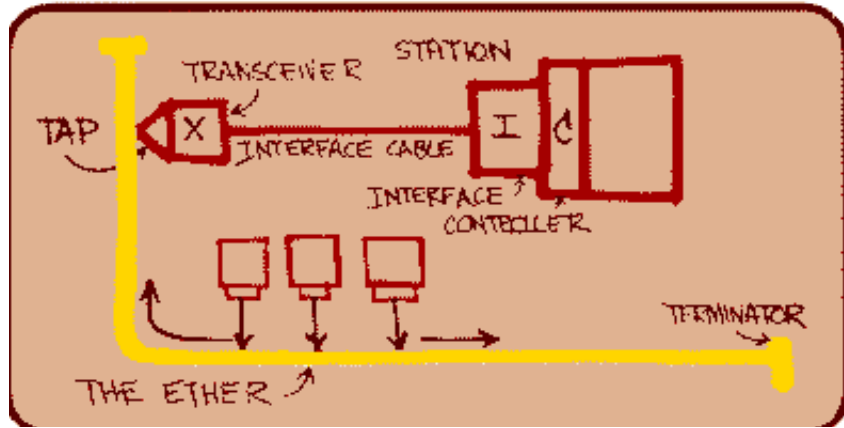
802.3 MAC Çerçevesi

Giriş	Çerçeve Başlangıç Sınırlayıcı	Hedef MAC Adresi	Kaynak MAC Adresi	EtherType/Uzunluk	Yararlı Yük (Veri ve eklemeler)	CRC32	Çerçeveler arası Boşluk
7 oktet 10101010	1 oktet 10101011	6 oktet	6 oktet	2 oktet	46–1500 oktet	4 oktet	12 oktet
		64–1518 oktet					
72–1526 oktet							



ETHERNET-IEEE802.3

- Ethernet ilk hızı 2.94Mbps idi.
- İlk 10 Mbps standart 1980 de DEC, Intel, and Xerox (DIX) tarafından kullanıldı. Kalın (thick) koaksiyel kablo kullanıldı.
- 1985'te "IEEE 802.3 Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Fiziksel katman standart oluştu.
- ETHERNET ve IEEE802.3 standartları aslında birbirinden farklı standartlardır.Ancak ikisi arasındaki fark çok azdır. Çerçeve yapıları biraz farklıdır.



- Ethernet Xerox firmasının Palo Alto araştırma merkezinde 1970'li yıllarda Dr. Robert M. Metcalfe tarafından geliştirildi.
- Bu diyagram...Dr. Robert M. Metcalfe tarafından 1976 yılının haziran ayında National Computer Conference'da ethernetin doğuşu sırasında çizildi.
- 1972 yılının sonlarında, Metcalfe ve Xerox'ta çalışan iş arkadaşları Xerox Alto'ları birbirine bağlamak için deneysel olarak Ethernet'i geliştirdiler. Böylece Alto bilgisayarlar diğer sunucular ve lazer yazıcılar birbiriyle haberleşebiliyordu.
- İlk Ethernetin çalışma hızı Alto'larla uyumlu olması için Alto'nun çalışma hızı ile aynı tutulmuş ve sonuçta ağ 2.94 Mega Bit/Saniye hızında çalışmıştır.
- İlk ethernet tek parça bir koaksiyel kablo kullanıyordu.

ETHERNET-IEEE802.3

- Veri bağı katmanı protokollarından Ethernet - IEEE802.3 protokolu en çok kullanılan LAN teknolojisi olarak kabul edilir.
- CSMA / CD yola erişim yöntemini kullanır.
- BUS veya Yıldız Topoloji kullanır.
- Koaksiyel veya TP kablo kullanılır.
- 48 bitlik MAC adresleme ile alıcı-gönderici arasında iletişim kurulur.
- 48 + 1 byte'lık senkronizasyon ve çerçeve başı bildirgeci vardır.
- Fiziksel katmanda Manchester kodlama kullanılır.

10 Mbps Çerçeve yapısal özelliği

- Minimum çerçeve süresi = $51.2 \mu\text{s}$
- Minimum çerçeve genişliği = $51.2 \mu\text{s} \times 10 \text{ Mbps} = 512 \text{ bits} = 64 \text{ bytes}$
- Maximum çerçeve genişliği 1518 byte.
- Byte'lar normal sırayla gönderilir. Fakat her bir byte'ın bitleri LSB sırasıyla gönderilir.
- 9.6 microsaniye “çerçeve aralığı olmalıdır”
(Alıcı tarafın işlemini bitirip hazır hale gelebilmesi için)

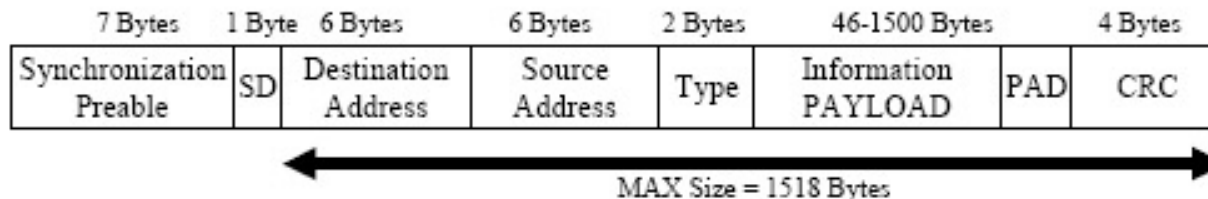
802.3 MAC Çerçevesi

Giriş	Çerçeve Başlangıç Sınırlayıcı	Hedef MAC Adresi	Kaynak MAC Adresi	EtherType/Uzunluk	Yararlı Yük (Veri ve eklemeler)	CRC32	Çerçeveler arası Boşluk
7 oktet 10101010	1 oktet 10101011	6 oktet	6 oktet	2 oktet	46–1500 oktet	4 oktet	12 oktet
		64–1518 oktet					
		72–1526 oktet					

Ethernet Çerçevesi (802.3 değil)

Ethernet II (Most commonly used with IP)

Ethernet II uses frames from 64 Bytes to 1518 Bytes preceded by a 7 Byte preamble just like 802.3 SNAP – but has a different frame format



Preamble: Seven sets of 10101010

SD: Start-frame Delimiter – identifies beginning of frame = 10101011

Addresses: 48bit MAC addresses

TYPE: Indicate the type of packet carried by the frame, this field replaces the 'LLC' layer in 802.3 SNAP

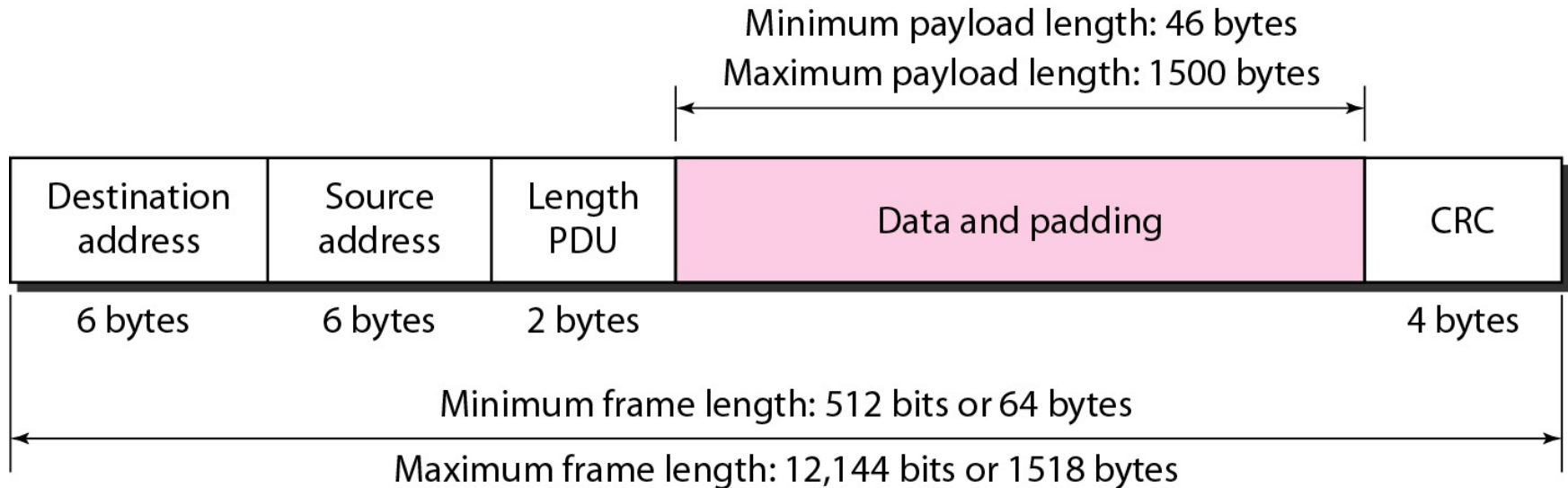
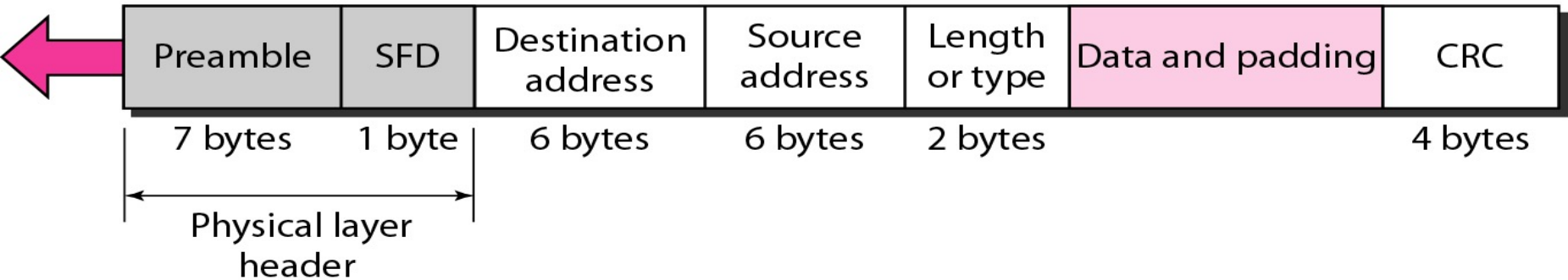
PAYLOAD & PAD: Data encapsulated by Ethernet Frame – integer # of Bytes

FCS: The 32-bit CRC to perform error detection.

802.3 MAC Çerçevesi

Preamble: 56 bits of alternating 1s and 0s.

SFD: Start frame delimiter, flag (10101011)



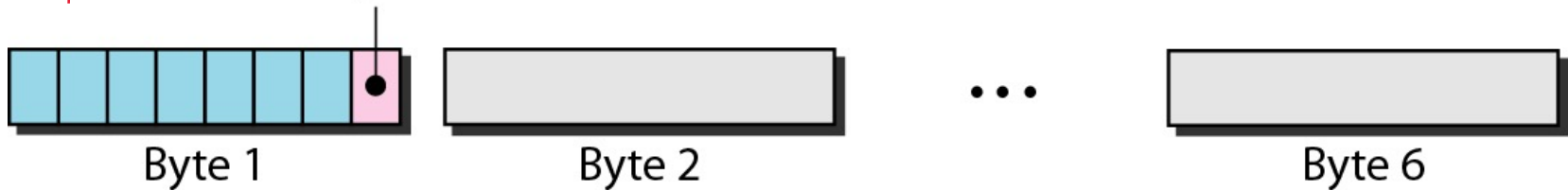
Ethernet Adresi

6 bytes = 12 hex digits = 48 bits

06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B

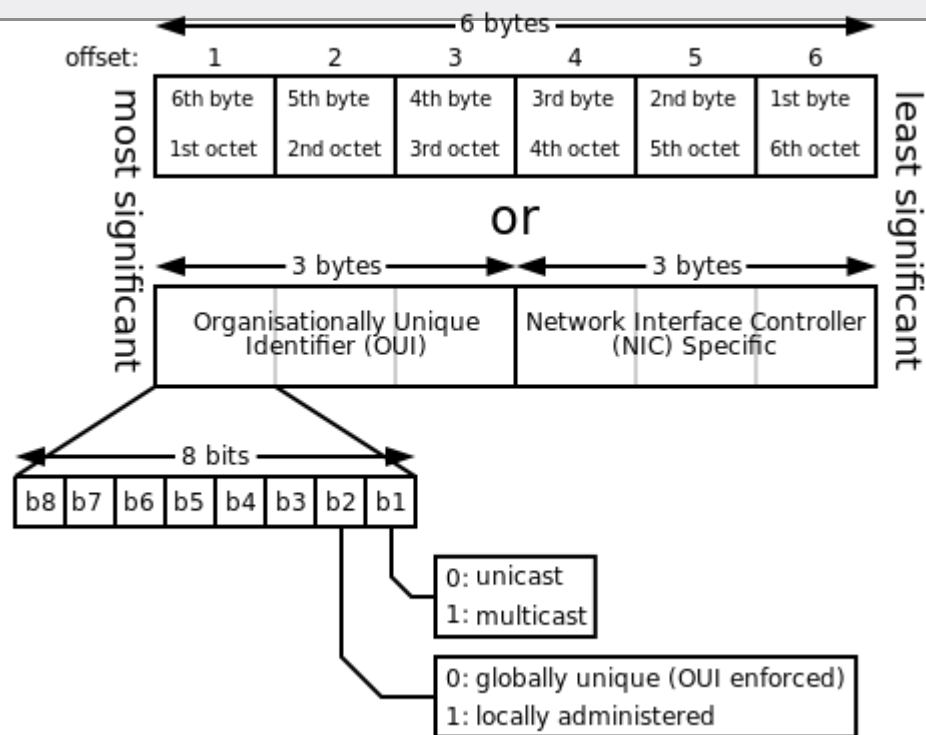
00000110 00000001 00000010 00000001 00101100 01001011

Unicast: 0; multicast: 1

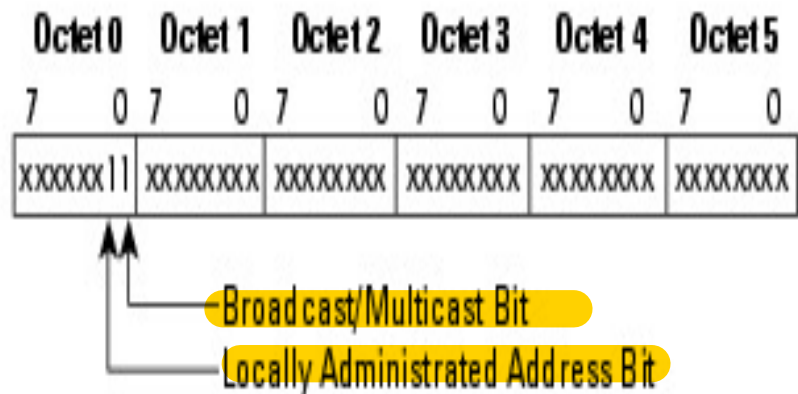


- MSB 0 ise Unicast adres (Tek istasyon)
1 ise Multicast veya Broadcast
- Adres bitlerinin hepsi 1 ise Broadcast' adrestir.

Ethernet MAC Address Format



IEEE 802.2 MAC Address Format



- Her ağ kartı MAC adres olarak adlandırılan 46 bitlik bir seri numarasına sahiptir Üretici firma bu numarayı kart içerisine kaydeder.
 - MAC çerçevesinin hedef ve kaynak adres alanları 48 bittir.
 - En önemli bit 0'a set edilir. Ve bir sonraki bit 1'e set edilirse adres bir grubu gösterir (*multicasting*)
 - Eğer bütün bitler 1'e set edilirse çerçeve bütün hostları tarif eder ve broadcast olarak adlandırılır.
 - Eğer en önemli 2 bit 0'a set edilirse o zaman MAC adresleri bir tek hostu gösterir.

Ethernet Senkronizasyonu

- 64-bit çerçeve öntakısı, senkronizasyonu oluşturmak için kullanılır. (7+1 Bayt)

55 55 55 55 55 55 55 D5

[illegible]

- 10101010'lardan oluşan 7 bayttan sonra 10101011 başla ayırıcı baytı gelir.
- Manchester kodlama kullanılır.

LANLAR'DA Adresleme

- Bir Ağ içerisindeki iki bilgisayarın birbirleriyle haberleşebilmesi için Fiziksel Adreslerinin (MAC adresleri denebilir) bilinmesi gerekir.
- 00 xx xx xx xx xx Unicast adresleme
- 01 xx xx xx xx xx Multicast Adresleme
- 11 xx xx xx xx xx Broadcast adresleme

SWITCH'ler

- Veri bağı katmanının önemli görevlerinden birisi de lokal adresleme yapmaktır. Bu katmanda bu işi Switch'ler yapar.
- Fiziksel Adreslere (MAC v.b) göre.
- Ethernet, paketleri herkese yayınlam.

2. katmanda paket süzme işlemi;

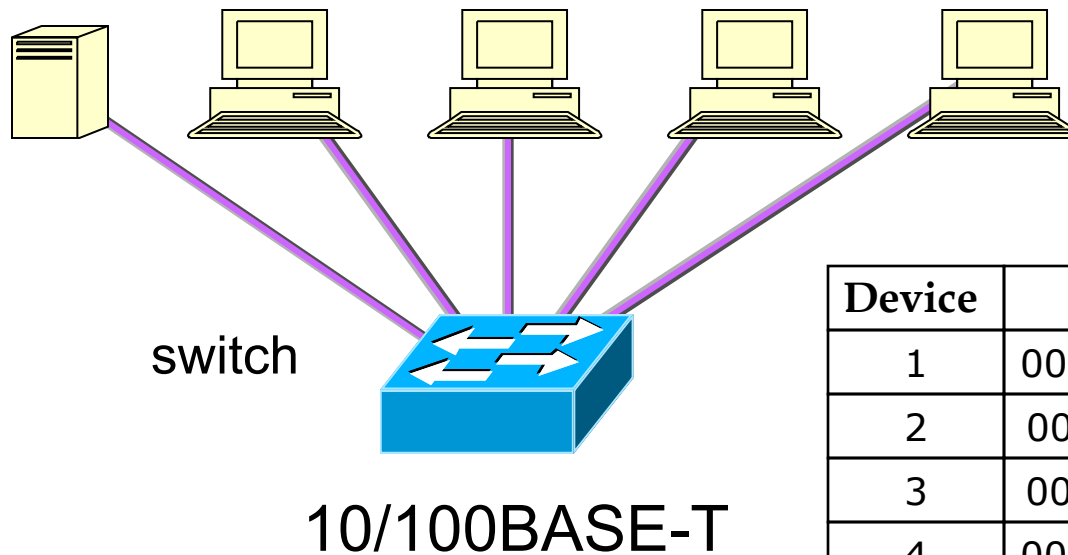
- Hangi MAC adresinin, switch'in hangi fiziksel portunun arkasında olduğunu öğrenilmesi.
- Paketi sadece uygun fiziksel porta geçirme işlemi.

Switch işlemleri

- Bir çerçeve Switc'he geldiğinde
 - Switch, tablosundan bu çerçevenin gideceği hedef adresin hangi fiziksel portta olduğuna bakar. İlgili porta çerçeveyi gönderir.
- Switc'ler akıllı cihazlardır.
 - Trafik izleme, fiziksel adres bazında yönlendirme ve uzaktan konfigüre edilebilme özelliğine sahiptir.
- Switch 2.katman cihazıdır.

Switch'ler

- Switch'ler veriyi sadece hedef alıcıya (Fiziksel adrese) gönderir.
- Cihazın üzerinde bir adres-port tablosu tutulur.



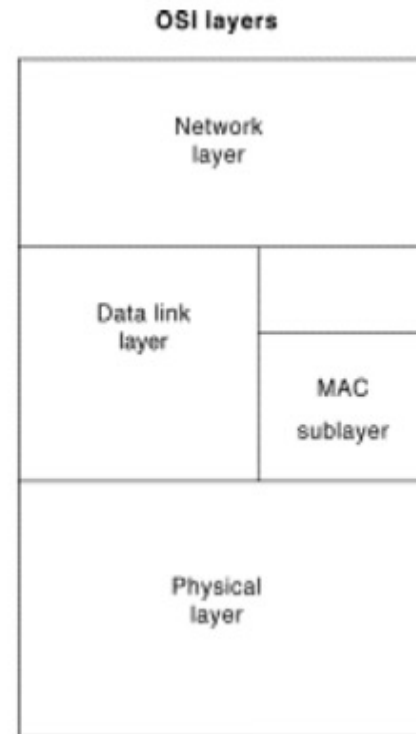
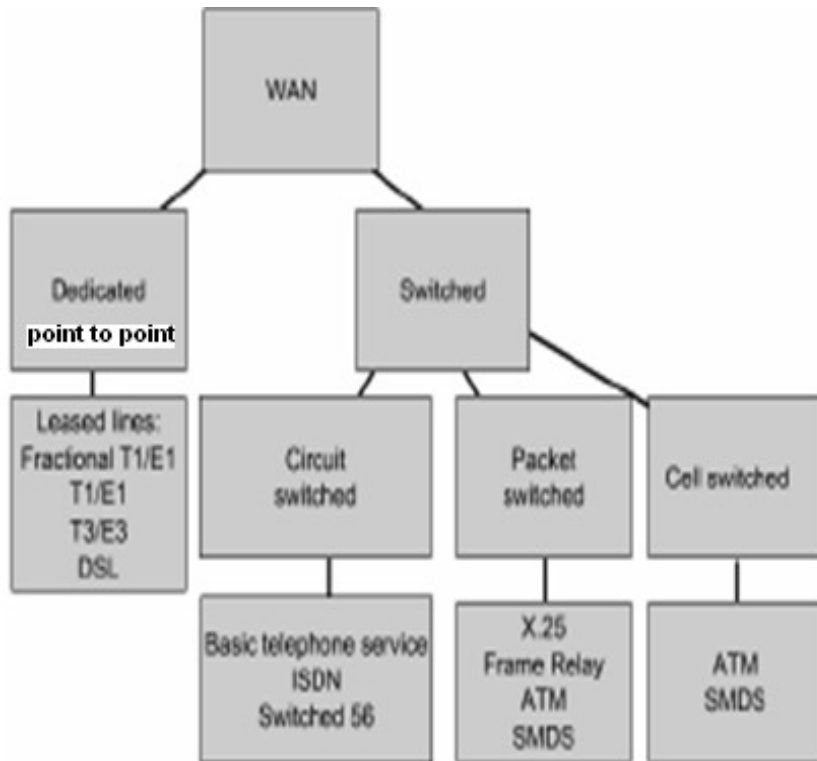
Device	MAC address
1	00:0e:81:10:19:FC
2	00:0e:81:32:96:af
3	00:0e:81:31:2f:d7
4	00:0e:81:97:03:05
8	00:0e:81:10:17:d1

Diğer veri bağı katmanı protokolları

- Veri bağı katmanının ortama erişimi düzenleyen MAC katmanı için LAN sistemlerinde değişik protokollar , LAN teknolojileri olarak ta isimlendirilir.
- Bunlardan IEEE 802.4 (Token Bus) ve IEEE 802.5 (Token Ring) ortama erişim metodu olarak Çarpışmasız yöntem kullanır.
- 802.11 (Wireless LAN) teknolojisi ise CSMA /CA çarpışmalı teknolojiyi kullanır.
- Bu protokollar Ağ teknolojileri konusunda etraflıca anlatılacaktır.

WAN sistemlerinde kullanılan veri bağı protokolları

- WAN sistemi coğrafi olarak birbirinden uzaktaki bilgisayar sistemleri arasındaki veri iletişimini, genellikle 3. bir telefon şirketi şebekesi üzerinden taşıyan ortak bir ağıdır.
- WAN sistemleri, genellikle OSI'nin fiziksel, veri Bağı ve Ağ katmanlarından oluşur.
- Genellikle 3 tip teknoloji kullanılır.
- Point-to-Point: leased line
- Devre Anahtarlama : ISDN, Dial Up v.b
- Paket Anahtarlama : ATM (Cell switching), Frame Relay, SMDS ...v.b



SDLC (Synchronous Data Link Control) IBM'in 7 katmanlı SNA (systems Network Architecture) yapısındaki Senkron data link layer (SDLC) protokolundan türetilmiştir. Bit düzenli çerçeve yapısına, full-duplex çalışan seri iletişime sahip bir protokoldür. SDLC zamanla değişip HDLC ve x.25 protokolünün DLL katmanında kullanılan LAPB protokolu ismini almıştır.

HDLC (High-Level Data Link Control). Bit-temellidir ve Data Link katmanında çalışır. HDLC protokolü bir point-to-point protokoldür ve kiralık hatlar üzerinde kullanılır

LAPB (Link Acces protocols- Balanced): X.25 protocol setinin DLL protokolüdür.. LAPB bit tabanlı ve HDLC protokolundan türetilmiş bir protokoldür.

PPP: Point-to point protokolu, routerdan router'a veya host-network bağlantısının senkron veya asenkron seri devre üzerinden sağlanmasını yapan DLL protokolüdür. IPP, IPX v.b Değişik ağ protokollarının altında çalışabilir. Genellikle internet te çalışır.

SLIP (Serial Line IP) : PPP'den önce yayınlanmış bir basit bir protokoldür.. Sadece IP protokolunu destekler.

Veri bağı katmanı özeti

Veri bağı katmanının temel görev tarifleri

- Fiziksel katmandaki basit veri iletimini güvenilir bağlantıya çevirir.
- Network layer'dan gelen bitleri **frame**'lere böler.
- Fiziksel adresleme yapar. Frame'lere header (alıcı ve verici adresleri) ve trailer (hata kontrol bilgisi) ekler.
- Frame bazında akış kontrolü yapar.
- **Hata denetimi yapar. Kaybolan ve bozulan frame'ler yeniden gönderilir (retransmit).**
- Erişim denetimi yapar. Tek bağlantı üzerindeki cihazların paylaşımını denetleyen protokol çalıştırılır.

