

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Bursa Teknik Üniversitesi



BLM510 – Kablosuz İletişim

Veri Bağlantı Katmanı

Bağlantı Katmanı: Giriş

QVeri Bağlantı Katmanı Nedir? TCP/IP Referans Modeli?

ONoktadan Noktaya Protokolü olarak da adlandırılır
Orta Erişim Katmanı (MAC)

QBazı terimler:

OAna bilgisayarlar ve yönlendiriciler**düğüm**ler

OBağlantı kuran iletişim kanalları
iletişim yolu boyunca bitişik düğümler
bağlantılar

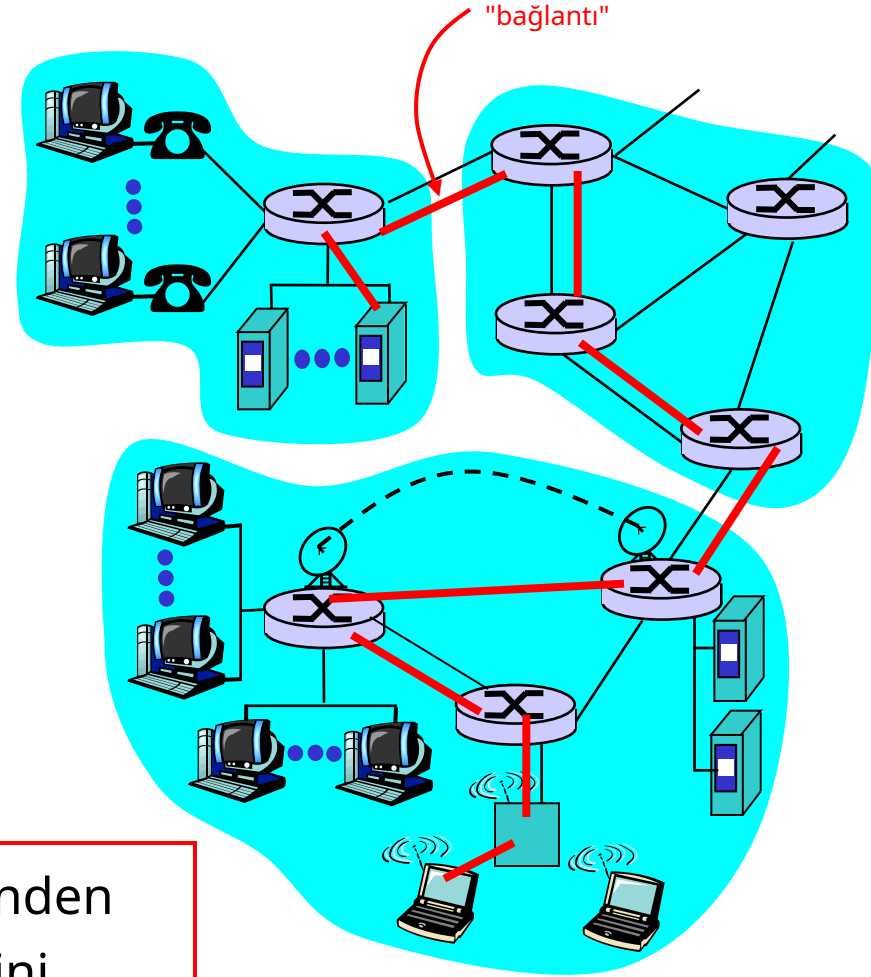
üKablolu bağlantılar

üKablosuz bağlantılar

üLAN'lar

OKatman-2 paketi bir**çerçeve**,
veri paketini kapsüller

Veri bağlantı katmanı bir bağlantı üzerinden
bir düğümden bitişik düğüme veri paketini
aktarma sorumluluğuna sahiptir



Bağlantı katmanı: bağlam

QFarklı bağlantı protokolleri üzerinden aktarılan veri paketi farklı bağlantılar:

Oörneğin, ilk bağlantıda Ethernet, ara bağlantılarda çerçeve rölesi, 802.11 son bağlantıda

QHer bağlantı protokolü farklı hizmetler sunar Q

Taşımacılık benzetmesi

OPrinceton'dan Lozan'a Yolculuk

ülimuzin: Princeton'dan JFK'ye ü

uçak: JFK'den Cenevre'ye ütren:

Cenevre'den Lozan'a

QTurist =veri paketi

QTaşımacılık segmenti =iletişim bağlantısı Q

Taşıma şekli =bağlantı katmanı protokolü Q

Seyahat acentesi =yönlendirme algoritması

Bağlantı Katmanı Hizmetleri

QÇerçeveleme, bağlantı erişimi:

- ODatagramı çerçeveye kapsülleyin, başlık ve fragman ekleyin
- OPaylaşılan ortamda kanal erişimi
- Ø "Kaynak ve hedefi tanımlamak için çerçeve başlıklarında kullanılan "MAC" adresleri
üIP adresinden farklı!

QBitişik düğümler arasında güvenilir teslimat

- ODüşük bit hatası bağlantısında nadiren kullanılır (fiber, bazı bükümlü çift) O
- Kablosuz bağlantılar: yüksek hata oranları
- üS: Hem bağlantı düzeyinde hem de uçtan uca güvenilirlik neden?

QAkış Kontrolü:

- OBitişik gönderen ve alan düğümler arasındaki hızlanma

QHata Algılama:

- OSinyal zayıflaması, gürültü kaynaklı hatalar.
- OAlıcı hataların varlığını algılar:

üSinyal göndericisini yeniden iletim için gönderir veya çerçeveyi düşürür

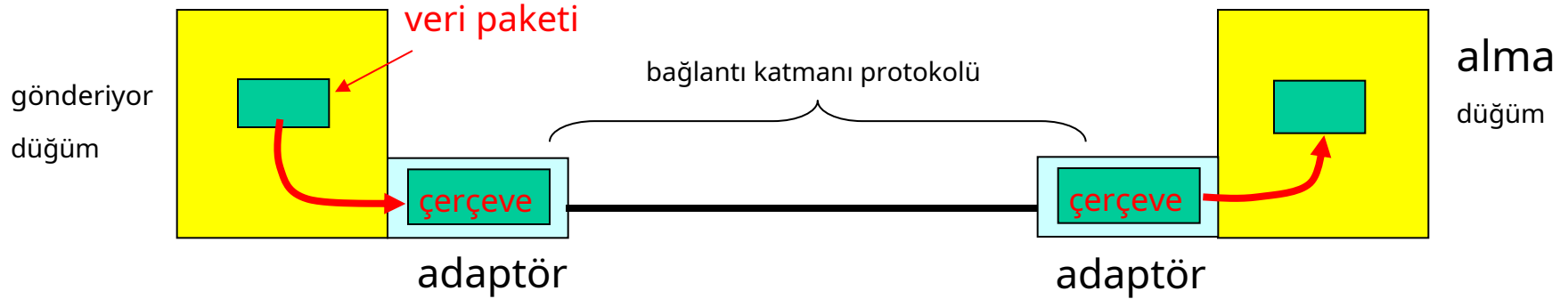
QHata Düzeltme:

- OAlıcı tanımlıyor *ve düzeltir* yeniden iletime başvurmadan bit hatası(ları)

QYarım dupleks ve tam dupleks

- OYarı dupleks ile bağlantının her iki ucundaki düğümler iletim yapabilir, ancak aynı anda değil

Adaptörler İletişim Kuruyor



QBağlantı katmanı uygulandı

"adaptör" (diğer adıyla NIC)

OEthernet kartı, PCMCIA kartı,
802.11 kartı

QGönderen taraf:

OVERi paketini bir pakette kapsüller
çerçeve

OHata kontrol bitleri, rdt, ekler
akış kontrolü vb.

QAlıcı taraf

OHataları arar, akış kontrolü yapar,
vesaire.

OVERi paketini ayıklar, geçirir
alıcı düğüm

QAdaptör yarı-özerk

QBağlantı ve fiziksel katmanlar

Bağlantı Katmanı - Anahat

QAkış Kontrolü

QHata tespiti

QHata düzeltme

QÇoklu erişim protokolleri Q

Bağlantı Katmanı Adresleme Q

Ethernet

QHDLC ve PPP

Akış Kontrolü

QVeri Bağlantı Katmanı ayrıca Akış Kontrolü de sağlar

QAkış Kontrolü Nedir?

O Gönderen kuruluşun alıcı kuruluşu bunaltmamasının sağlanması
ü Arabellek taşmasını önleme

QTek Çözüm:**Durdurma ve Bekleme Akış Kontrolü**

O Kaynak çerçeveyi iletir

O Hedef çerçeveyi alır ve onayla yanıt verir O Kaynak, bir sonraki çerçeveyi göndermeden önce ACK'yi bekler O Hedef, ACK göndermeyerek akışı durdurabilir O Birkaç büyük çerçeve için iyi çalışır

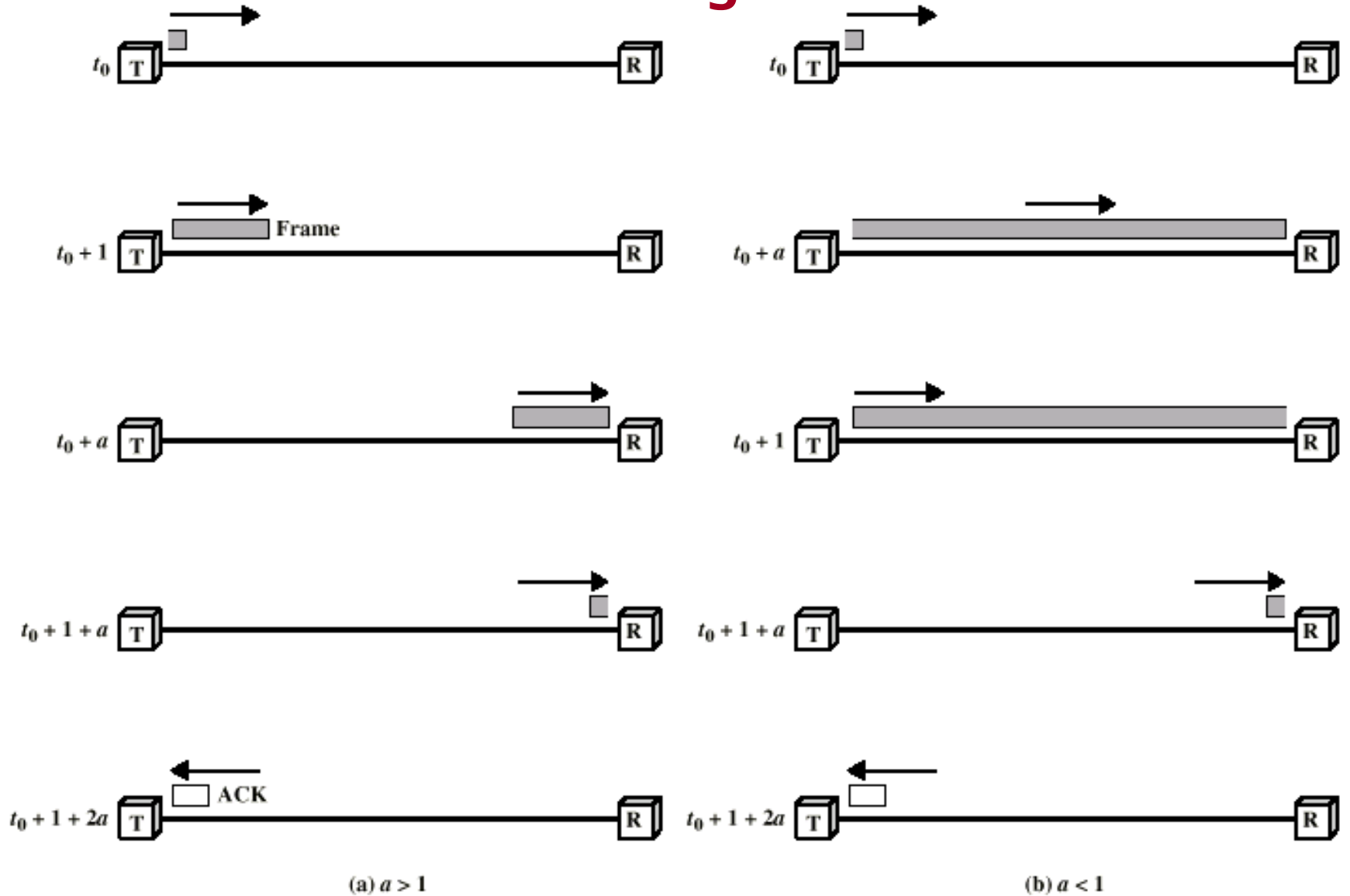
Q**ANCAK: Büyük veri blokları küçük çerçevelere bölünebilir**

O Sınırlı arabellek boyutu

O Hatalar daha erken tespit edildi (tüm çerçeve alındığında) O Hata durumunda, daha küçük çerçevelerin yeniden iletilmesi gerekir O Bir istasyonun uzun süreler boyunca ortamı işgal etmesini önler

QDurup beklemek yetersiz kalıyor : Link Kullanımı?

Durdur ve Bekle Bağlantı Kullanımı



İletim süresi = 1, Yayılma süresi = a

Sürgülü Pencere Akış Kontrolü

QBirden fazla çerçevenin geçiş halinde olmasına izin verin Q

Alicının W uzunluğunda tamponu var

QVerici ACK olmadan W kareye kadar gönderebilir QHer kare numaralandırılmıştır

QACK, beklenen bir sonraki karenin sayısını içerir

QAlan boyutu (k) ile sınırlanan sıra numarası

OÇerçeveler modül 2 olarak numaralandırılırk

Geliştirmeler:

QAlıcı, izin vermeden çerçeveleri onaylayabilir daha fazla iletim (Alım Hazır Değil)

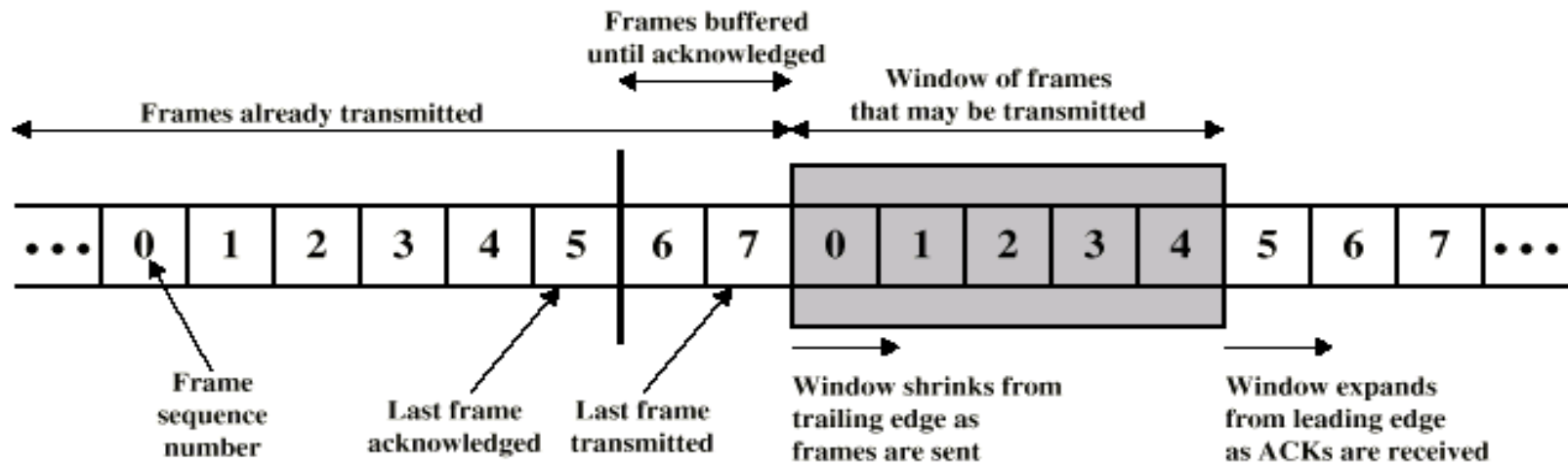
QÖzgeçmişe normal bir onay göndermeniz gerekir Q

Dupleks ise piggyback kullanın

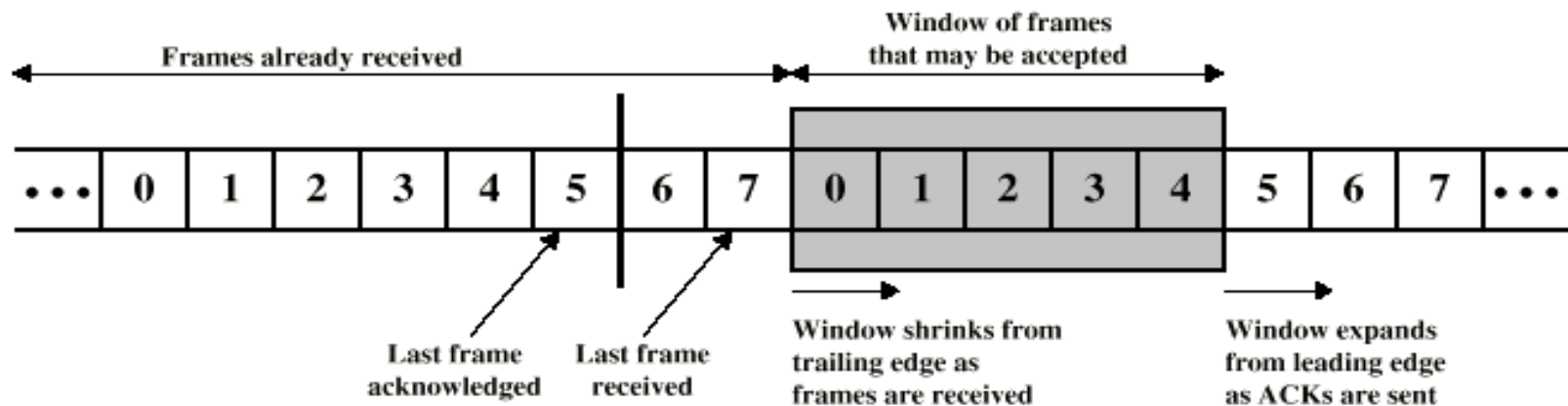
OGönderilecek veri yoksa, onay çerçevesini kullanın

OVeri varsa ancak gönderilecek onay yoksa, son onayı gönder tekrar numara veya ACK geçerli bayrağı (TCP)

Kayar Pencereleler Diyagramı



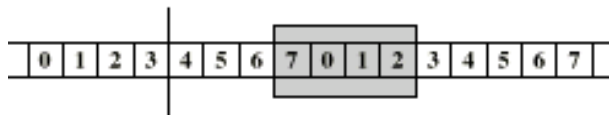
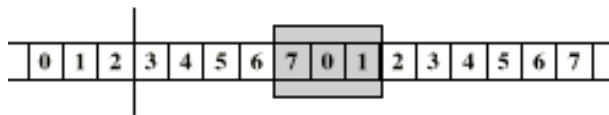
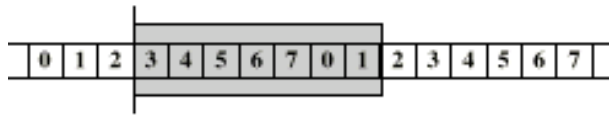
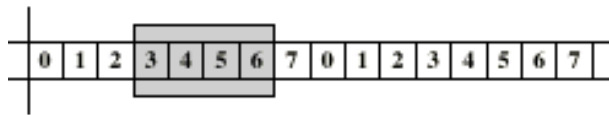
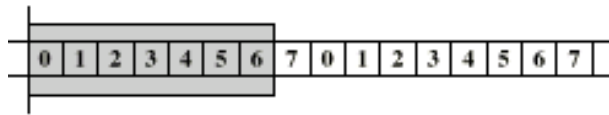
(a) Sender's perspective



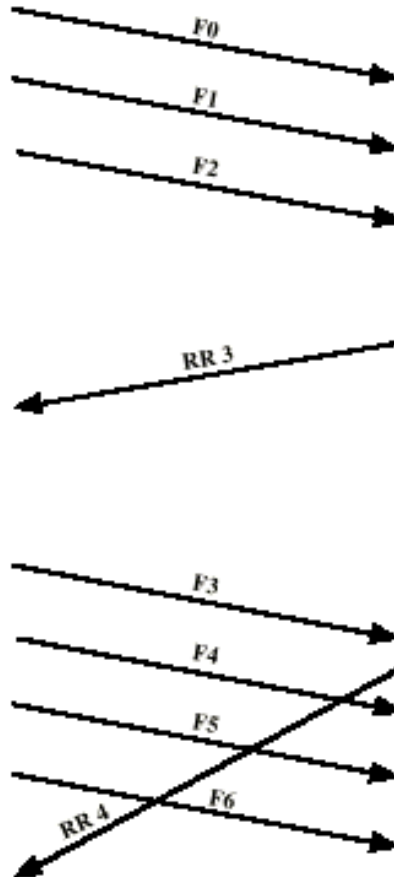
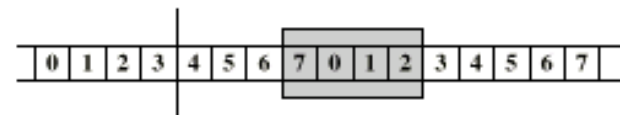
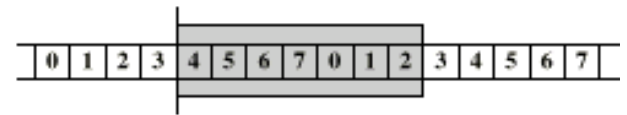
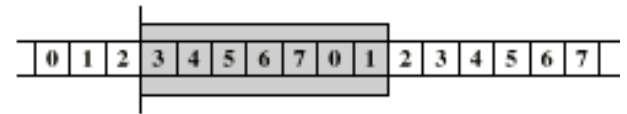
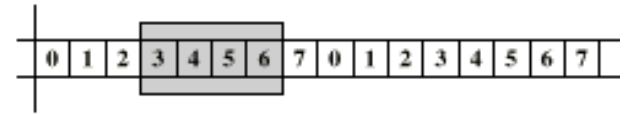
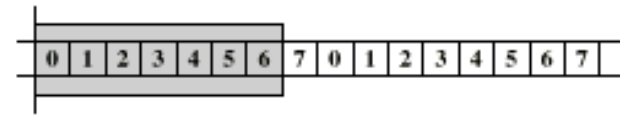
(b) Receiver's perspective

Örnek

Source System A



Destination System B



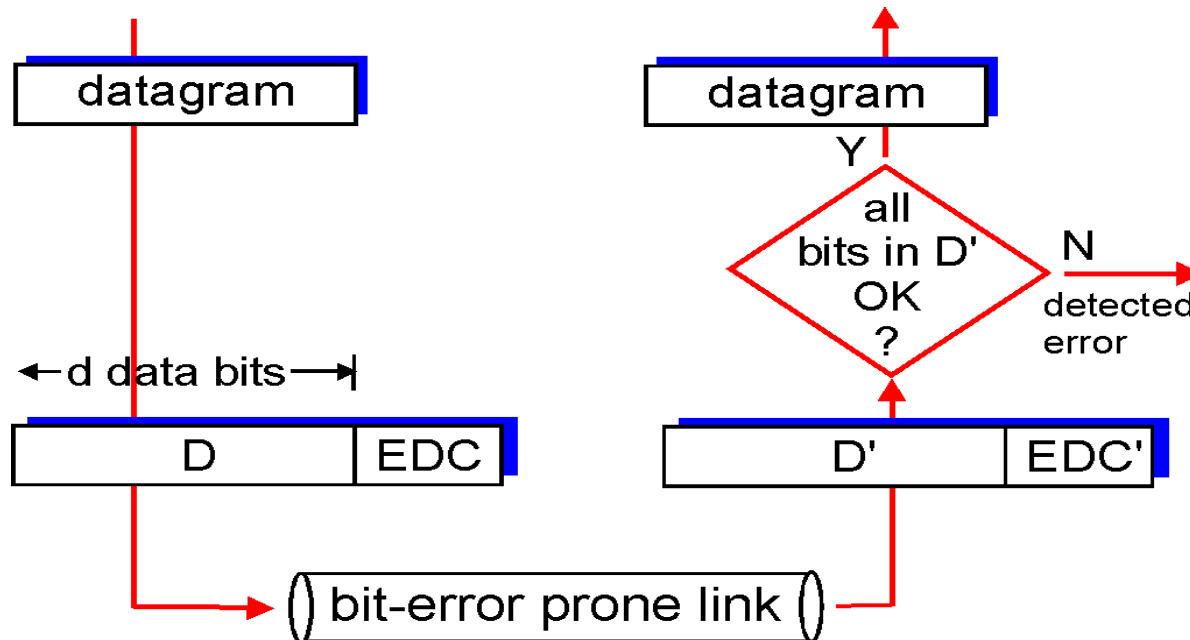
Hata Algılama

EDC=Hata Algılama ve Düzeltme bitleri (yedeklik) **D**=Hata denetimiyle korunan veriler, başlık alanlarını içerebilir

QHata tespiti %100 güvenilir değil!

OProtocol bazı hataları gözden kaçırabilir, ancak nadiren

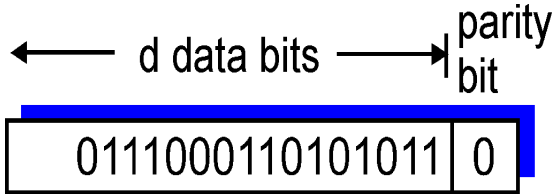
ODaha büyük EDC alanı daha iyi tespit ve düzeltme sağlar



Parite Kontrolü

QTek Bit Paritesi:

OTek bit hatalarını algıla



Qİki Boyutlu Bit Paritesi:

OTespit etmekve *doğru* tek bit hataları

				row parity
	$d_{1,1}$	\dots	$d_{1,j}$	$d_{1,j+1}$
	$d_{2,1}$	\dots	$d_{2,j}$	$d_{2,j+1}$
	\dots	\dots	\dots	\dots
	$d_{i,1}$	\dots	$d_{i,j}$	$d_{i,j+1}$
column parity	$d_{i+1,1}$	\dots	$d_{i+1,j}$	$d_{i+1,j+1}$

Qİnternet Kontrol Toplamı:

O"Hataları" (örneğin, ters çevrilmiş bitler) tespit edin

iletilen segmentte (not: taşıma
katmanında kullanılır)*sadece*)

Gönderen:

OSegment içeriklerini 16 bitlik tam sayı dizisi olarak ele al

OKontrol toplamı: segment içeriklerinin eklenmesi (1'in tamamlayıcısı toplamı) O

Gönderen, UDP toplam kontrol alanına toplam kontrol değerini koyar

Alıcı:

OAlınan segmentin kontrol toplamını hesapla

OHesaplanan toplam kontrol değerinin toplam kontrol alanı değerine eşit olup olmadığını kontrol edin: HAYIR - hata algılandı, EVET - hata yok

1	0	1	0	1		1
1	1	1	1	0		0
0	1	1	1	0		1
0	0	1	0	1		0
<i>no errors</i>						

1	0	1	0	1		1
1	1	1	1	0		0
0	1	1	1	0		1
0	0	1	0	1		0
<i>parity error</i>						

*correctable
single bit error*

Döngüsel Yedeklilik Denetimi

QVeri bitlerini görüntüle, **D**, ikili bir sayı
olarak $Qr+1$ bit desenini (üreteç) seçin, **G**

QHedef: r CRC bitini seçin, **R**, öyle ki

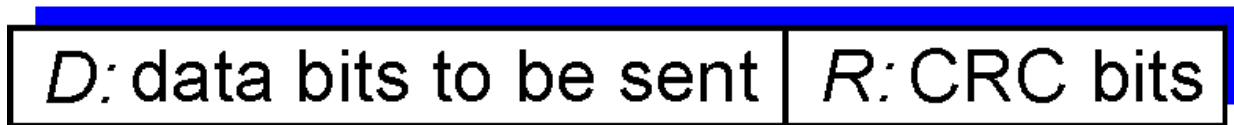
$\emptyset < D, R >$ G'ye tam bölünebilir (modül 2)

OAlici G'yi bilir, $< D, R >$ 'yi G'ye böler. Sıfırdan farklı kalan varsa: hata
saptanmış!

$Or+1$ bitten daha az olan tüm patlama hatalarını tespit edebilir

QPratikte yaygın olarak kullanılır (ATM, HDCL)

← d bits → ← r bits →



*bit
pattern*

$$D * 2^r \text{ XOR } R$$

*mathematical
formula*

CRC Örneği

İstek:

D.2_RXOR R = nG

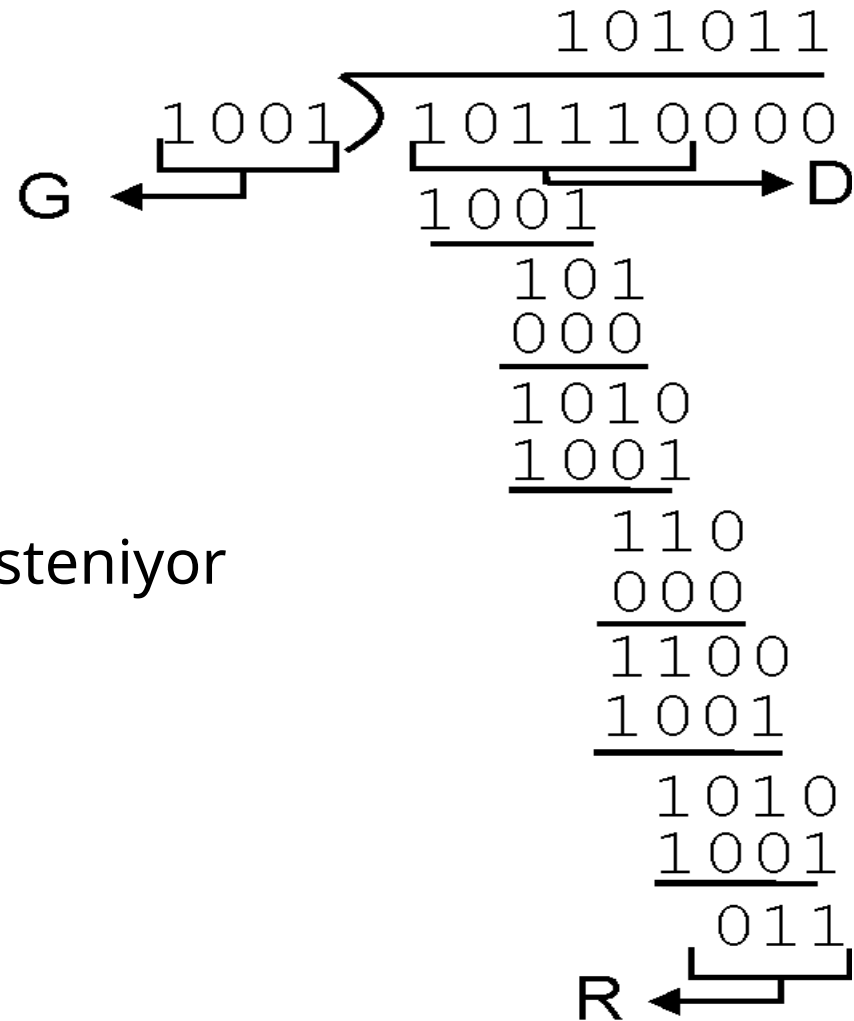
Eşdeğer olarak:

$$D.2_R = nG \text{ XOR } R$$

Eşdeğer olarak:

D'yi bölersek $2R_G$ ile, kalan R isteniyor

$$R = k_{\text{alan}} \left[\frac{D \cdot 2R}{G} \right]$$



Hata Düzeltme

QAşağıdakilerden kaynaklanan hataların tespiti ve düzeltilmesi:

- OKayıp çerçeveler

- OHasarlı çerçeveler

- OAltındaki kanal kareleri kaybedebilir veya bozulabilir

QBağlantı Katmanında Çözüm: Otomatik tekrar isteği

- OHata tespiti

- OOlumlu kabul OZaman

- aşımından sonra yeniden iletim

- OOlumsuz kabul ve yeniden iletim

QOtomatik Tekrar Talebi (ARQ) yöntemleri:

- ODur ve bekle

- OGeri dön N

- OSeçici reddetme (seçici yeniden iletim)

Daha etkili yöntem: Go-back-N

QKayan pencereye dayalı

QHata yoksa, her zamanki gibi bir sonraki kare beklenerek ACK yapılır **Q**

Bekleyen çerçevelerin sayısını kontrol etmek için pencereyi kullanın **Q**Hata varsa, reddederek yanıtlayın

OHatalı çerçeve alınana kadar bu çerçeveyi ve gelecekteki tüm çerçeveleri atın
doğru bir şekilde

OVerici geri dönüp o çerçeveyi ve diğer her şeyi yeniden iletmelidir.
sonraki kareler

Hasarlı Çerçevenin Ele Alınması: **Q**

Alıcı çerçevede hata algıladı*Ben* **Q**

Alıcı ret gönderiyor*Ben* **Q**Verici

reddedildi-*Ben*

QVerici çerçeveyi yeniden iletir*Ben*ve tüm sonraki

Go-back-N : Kayıp Çerçeveyi Yönetme

Qİlk Yaklaşım

OÇerçeveBenkayıp

OVerici gönderir $ben+1$

OAlıcı çerçeveyi alır $ben+1$ Sıra dışı OAlıcı
göndermeyi reddetti Ben

OVerici çerçeveye geri dönüyor Ben ve yeniden iletir

Qİkinci Yaklaşım

OÇerçeveBenkayıboldu ve ek çerçeve gönderilmedi

OAlıcı hiçbir şey almaz ve ne bir onay ne de bir geri dönüş sağlar
ret

OVerici zaman aşımına uğrar ve P biti ile onay çerçevesini gönderir

1'e ayarlandı

OAlıcı bunu, onayladığı bir komut olarak yorumlar.
beklediği bir sonraki karenin numarası (kare Ben)

OVerici daha sonra çerçeveyi yeniden iletir Ben

Geri-Geri-N: Hasarlı

Tamam

Q Alıcı çerçeveyi alır *Ben* ve gönder
Teşekkür ($ben+1$) kaybolan

Q Teşekkürler

kümülatif, yani sonraki

Teşekkür ($ben+n$) verici zaman
aşımına uğramadan önce kareye
ulaşabilir *Ben*

Q Verici zaman aşımına uğrarsa, gönderir
P biti daha önce olduğu gibi
ayarlanarak onay

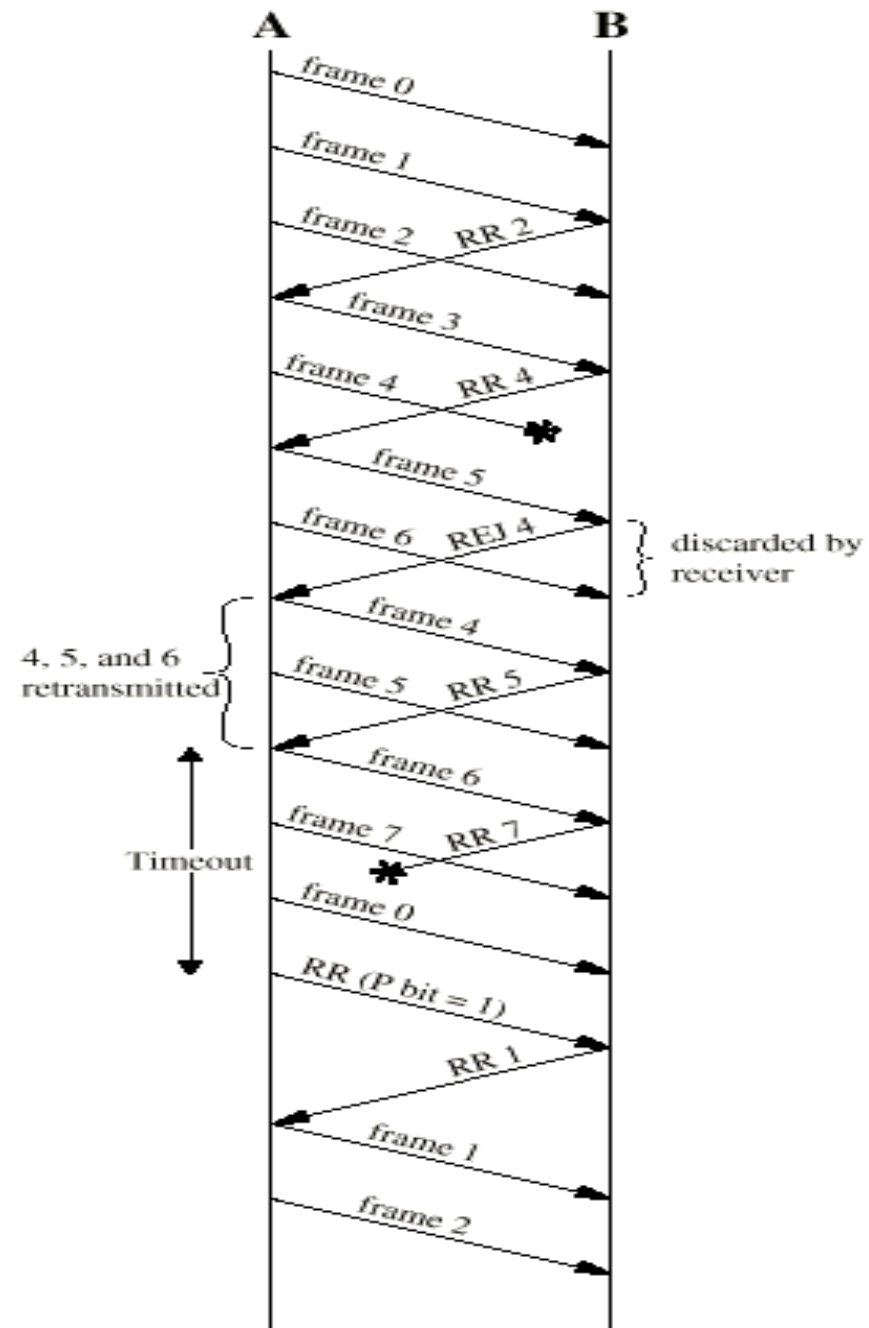
Q Bu bir sayıyı tekrarlayabilir

sıfırlama prosedürü

başlatılmadan önceki zamanlar

Hasarlı Red:

Q Kayıp Çerçeve (2) ile aynı



S

Q

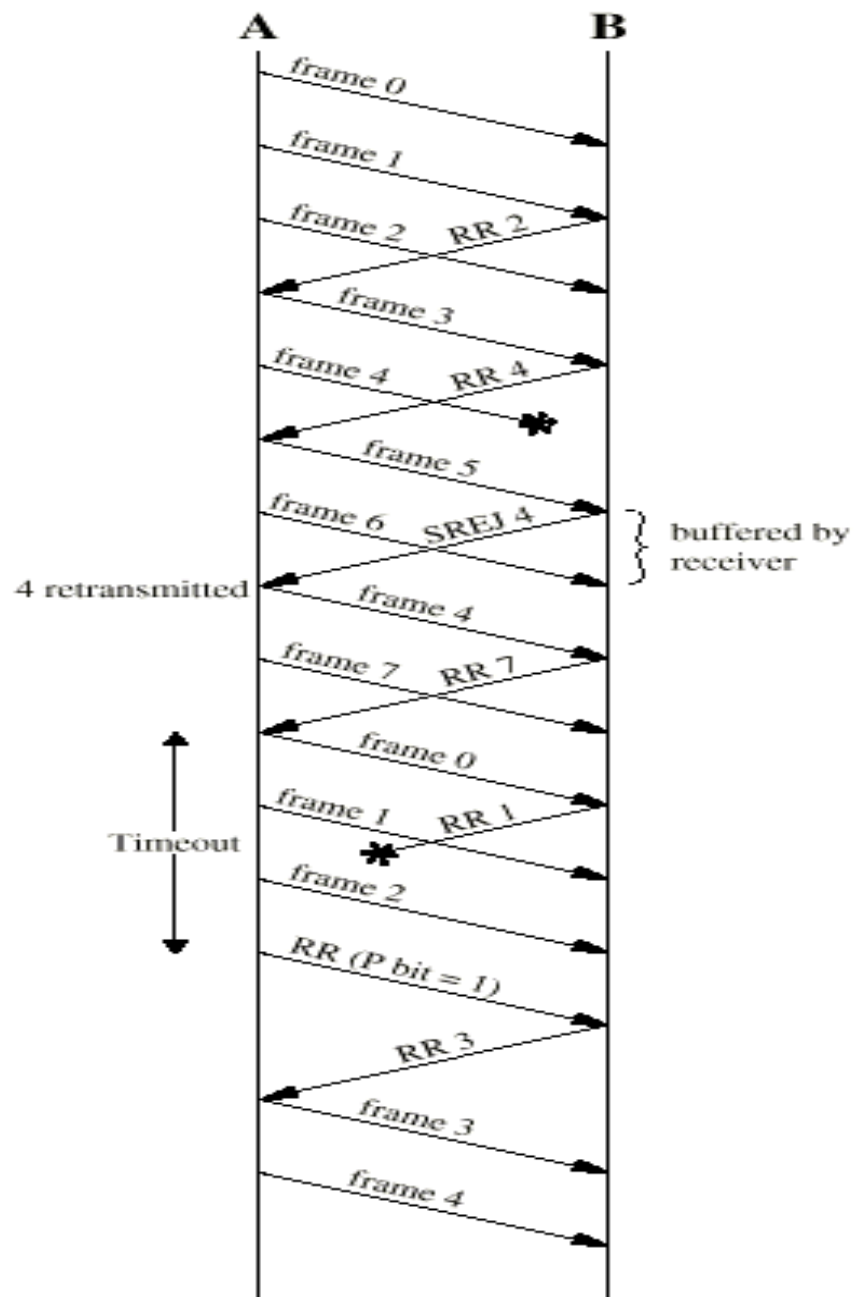
Q

Q

Q

Q

Q



Çoklu Erişim Bağlantıları ve Protokolleri

İki tür "bağlantı":

QNoktadan noktaya

OÇevirmeli erişim için PPP

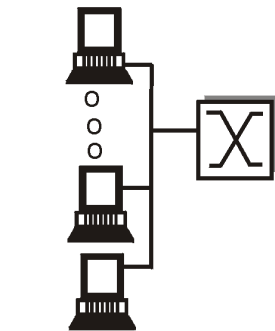
OEthernet anahtarı ile ana bilgisayar arasında noktadan noktaya bağlantı

QYayın (paylaşımlı kablo veya ortam)

OGeleneksel Ethernet

OYukarı akış HFC

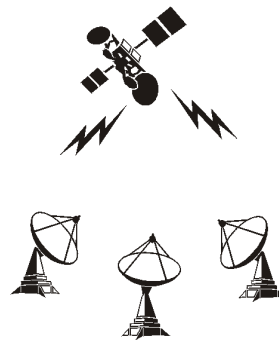
O802.11 kablosuz LAN



shared wire
(e.g. Ethernet)



shared wireless
(e.g. Wavelan)



satellite



ZZZZZZZZZZZZZZZZZZ



cocktail party

Çoklu Erişim Protokolleri

Q Tek paylaşımlı yayın kanalı

Q Düğümler tarafından iki veya daha fazla eş zamanlı iletim: girişim

○ *Çarpışma* eğer düğüm aynı anda iki veya daha fazla sinyal alırsa

Çoklu erişim protokolü

Q Düğümlerin kanalı nasıl paylaşacağını belirleyen dağıtılmış algoritma, yani düğümün ne zaman iletebileceğini belirle

Q Kanal paylaşımı ile ilgili iletişimde mutlaka kanalın kendisi kullanılmalıdır!

O Koordinasyon için bant dışı kanal yok

İdeal Çoklu Erişim Protokolü

Q Bir düğüm iletim yapmak istediğinde R hızında gönderim yapabilir.

Q M düğümü iletim yapmak istediğinde, her biri ortalama R/M hızında gönderebilir Q

Tamamen merkeziyetsiz:

O İletimleri koordine etmek için özel bir düğüm yok O

Saatlerin, yuvaların senkronizasyonu yok

Q Basit

MAC Protokolleri: Bir sınıflandırma

Üç geniş sınıf:

QKanal Bölümlendirme

OKanalı daha küçük "parçalara" bölün (zaman aralıkları, frekans, kod) O
Parçayı düğüme özel kullanım için tahsis edin

QRasgele erişim

OKanal bölünmedi, çarpışmalara izin verildi Ø

“Çarpışmalardan "kurtulmak"

Q"Sırayla"

ODüğümmler sırayla hareket eder

OGönderecek daha fazla şeye sahip düğümler daha uzun dönüşler alabilir

Kanal Bölümlendirme MAC protokolleri: TDMA

TDMA: Zaman bölmeli çoklu erişim

"Turlar" halinde kanala erişim

istasyona sabit uzunlukta bir yuva verilir

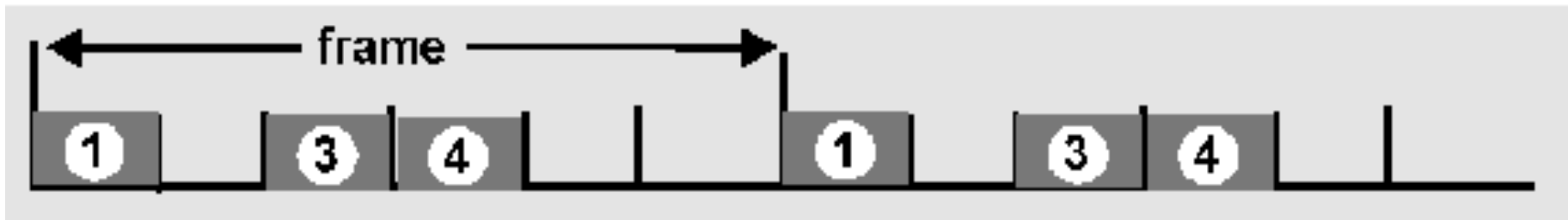
Uzunluk = her turdaki paket iletim süresi

Kullanılmayan slotlar boşta

Örnek: 6 istasyonlu LAN

1,3,4 paket var

Slotlar 2,5,6 boşta



Kanal Bölümlendirme MAC protokolleri:

FDMA

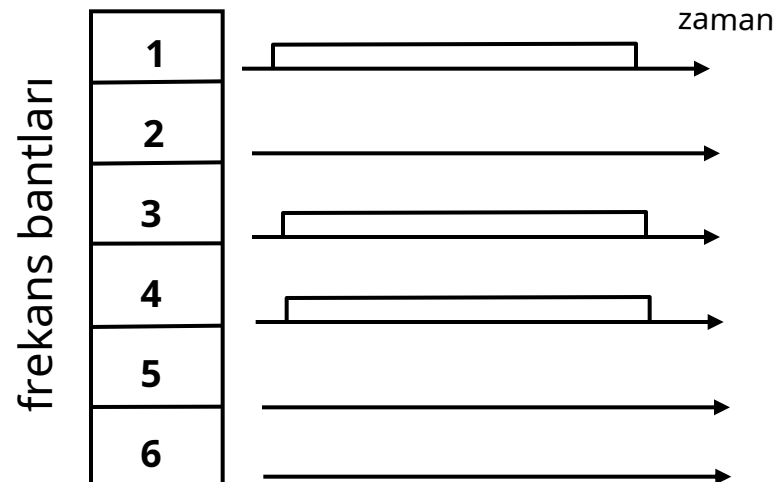
FDMA: Frekans bölmeli çoklu erişim

Q Frekans bantlarına bölünmüş kanal spektrumu

Q Her istasyona sabit frekans bandı atandı

Q Frekans bantlarında kullanılmayan iletim süresi boşa kalır

Q Örnek: 6 istasyonlu LAN, 1,3,4 paket, frekans bantlar 2,5,6 boşa



Rastgele Erişim Protokolleri

QDüğümün gönderilecek paketi olduğunda

OTam kanal veri hızı R'de iletin OHAYIRa

prioriDüğümmler arasında koordinasyon

Qİki veya daha fazla iletim düğümü→ “çarpışma” Q

Rastgele erişimli MAC protokolü şunları belirtir:

OÇarpışmalar nasıl tespit edilir

OÇarpışmalardan nasıl kurtuluruz (örneğin, gecikmeli yeniden iletimler yoluyla)

QRastgele erişimli MAC protokollerine örnekler:

OYuvalı ALOHA

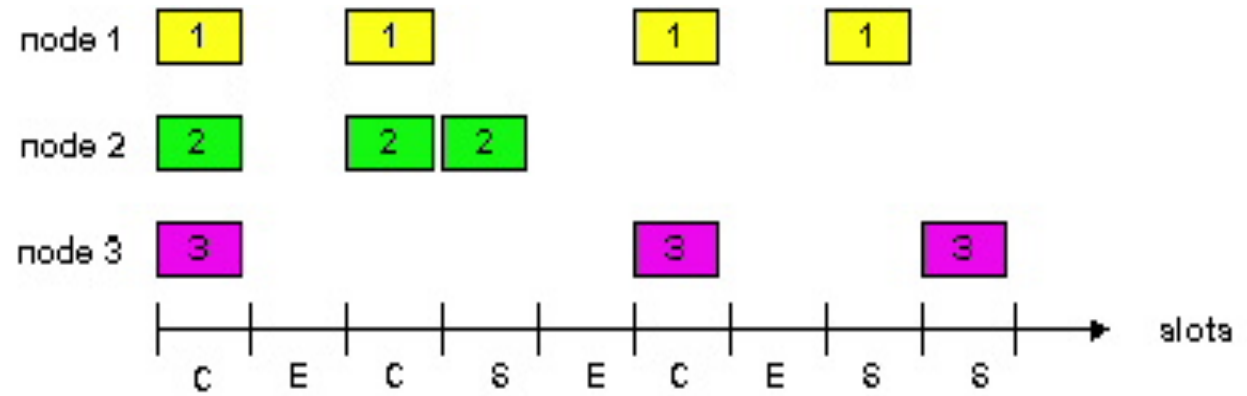
OALOHA

OTaşıyıcı Algılama Çoklu Erişim (CSMA) O

CSMA/Çarpışma Algılama (CD) OCSMA/

Çarpışma Önleme (CA)

Yuvalı ALOHA



QVarsayımlar

- OTüm çerçeveler aynı boyutta
- O Zaman eşit büyüklükteki yuvalara bölünür, 1 çerçeveyi iletme süresi
- ODüğüm çerçeveleri iletmeye başlar sadece yuvaların başında
- O Düğümler senkronize edildi
- O Yuvada 2 veya daha fazla düğüm iletim yaparsa, tüm düğümler çarpışmayı algılar

QArtıları

- OTek bir etkin düğüm sürekli olarak kanalın tam hızında ilet
- OSon derece merkeziyetsiz: sadece yuvalar
Düğümlerin senkronize olması gerekiyor
- O Basit

QOperasyon

- ODüğüm yeni bir çerçeve aldığı anda, sonraki yuvada iletir
- OÇarpışma yok, düğüm yeni çerçeve gönderebilir sonraki yuva
- O Çarpışma durumunda, düğüm her bir sonraki yuvada çerçeveyi başarıya ulaşana kadar prob.p ile yeniden iletir.

QEksileri

- OÇarpışmalar, boşa harcanan yuvalar O
- Boşta kalan slotlar
- ODüğüm çerçeveler, çarpışmayı tespit edebilir paketi iletmek için gereken süreden daha az
- O Saat senkronizasyonu

Saf (yuvasız) ALOHA

Q Yuvasız Aloha: daha basit, senkronizasyon yok Q

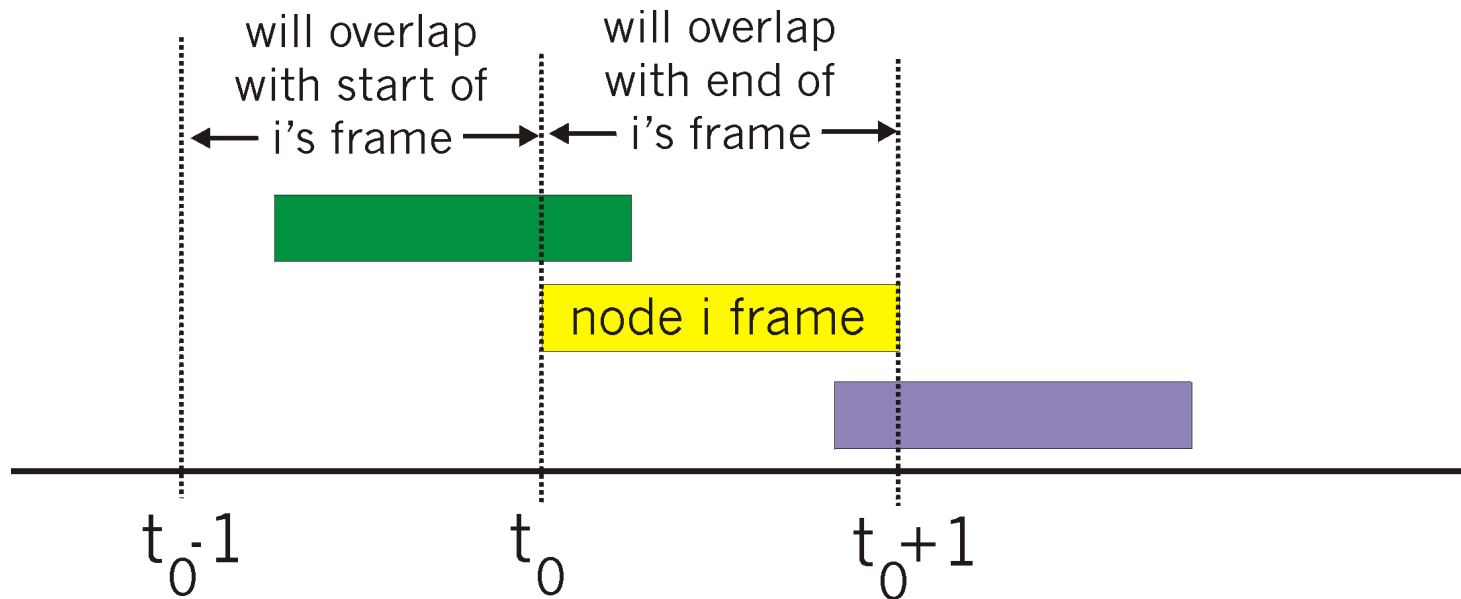
Çerçeve ilk geldiğinde

O Hemen iletin

Q Çarpışma olasılığı artar:

O Çerçeve t 'de gönderildi $i_0[t]$ 'ye gönderilen diğer karelerle çarpışır $[t_0-1, t_0+1]$

O Yuvalı ALOHA'dan bile daha kötü



CSMA (Taşıyıcı Algılama Çoklu Erişimi)

QFikir: İletmeden önce dinleyin

QEğer kanal boşa algılanırsa,
tüm çerçeveyi ilet

QKanal meşgul algılanırsa erteleyin
bulaşma

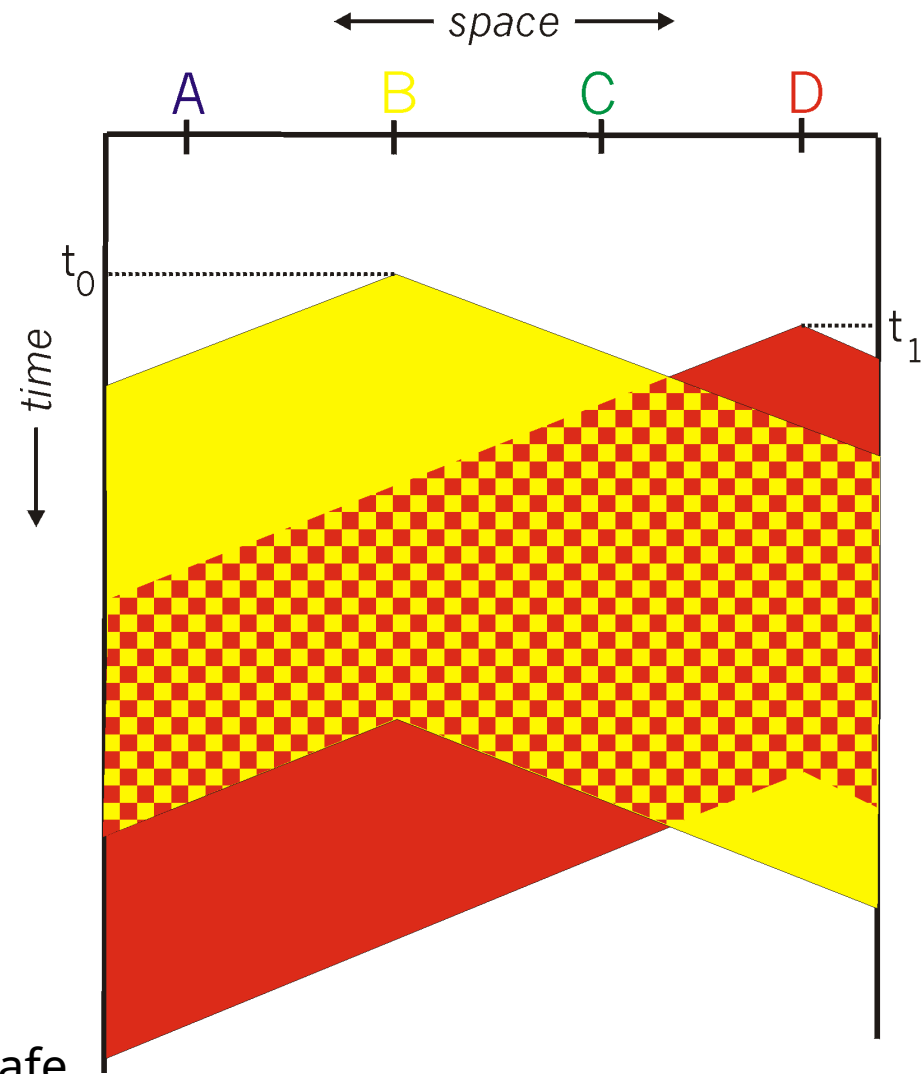
Qİnsan benzetmesi: yapmayın

Başkalarının sözünü kesme!

QÇarpışmalar *olabilmek*hala meydana geliyor:

OYayılma gecikmesi, iki düğümün
birbirlerinin iletimini duyamayabileceği
anlamına gelir O
Tüm paket iletim süresi
boşa harlandı

OÇarpışma olasılığını belirlemede mesafe
ve yayılma gecikmesinin rolü



Düğümelerin mekansal düzeni

CSMA/CD (Çarpışma Algılama)

QCSMA/CD: taşıyıcı algılama, CSMA'daki gibi erteleme

OÇarpışmalar *saptanmış* kısa sürede
zaman: Sıkışma dizisi gönderilsin mi?

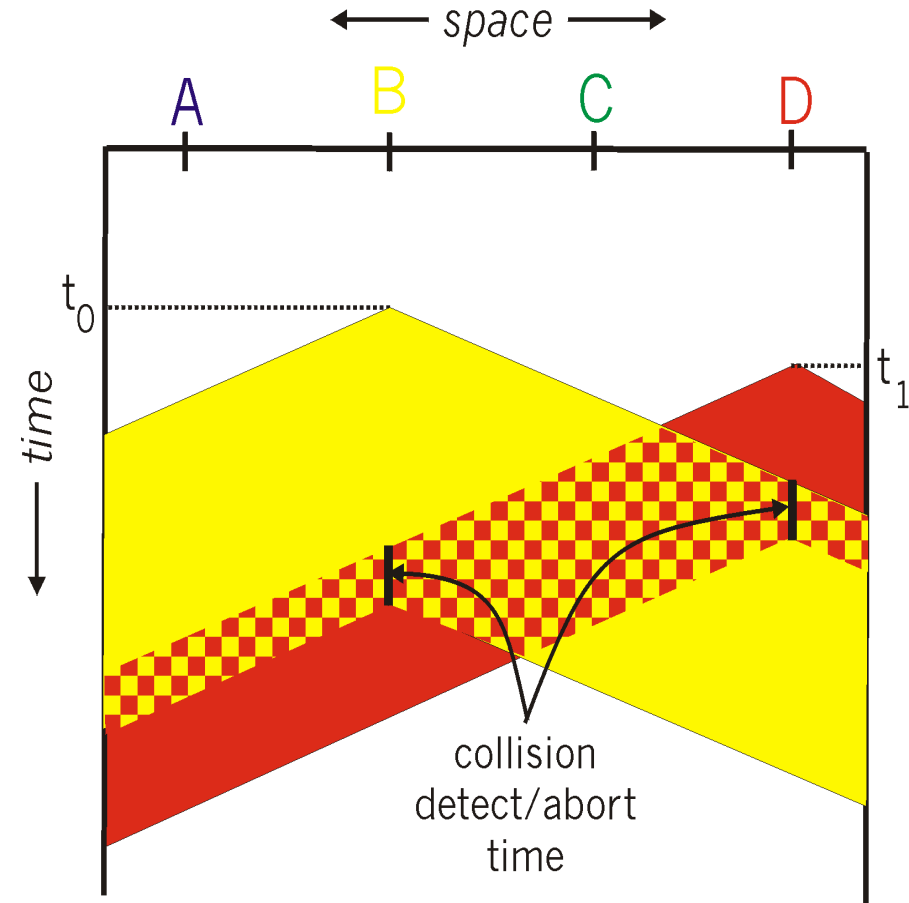
OÇarpışan şanzımanlar iptal edildi,
kanal israfını azaltma

QÇarpışma algılama:

OKablolu LAN'larda kolaylık: ölçüm
sinyal güçleri, iletilen ve
alınan sinyalleri karşılaştırın

OKablosuz LAN'larda zorluk: alıcı
iletim sırasında kapat

Qİnsan benzetmesi: nazik sohbetçi



"Sırayla" MAC protokolleri

QKanal bölümlendirme MAC protokolleri:

OYüksek yükte kanalı verimli ve adil bir şekilde

paylaşın ODüşük yükte verimsiz:

- üKanal erişiminde gecikme

- üSadece 1 aktif düğüm olsa bile $1/N$ bant genişliği tahsis edilir!

QRastgele erişimli MAC protokolleri

ODüşük yükte verimli:

- üTek bir düğüm kanalı tam olarak kullanabilir

Oyüksek yük:

- üÜstten çarpışma

Q"Sırayla" protokolleri

OHer ikisinin de en iyisini arayın!

Qİki uygulama:

OAnket

OJeton

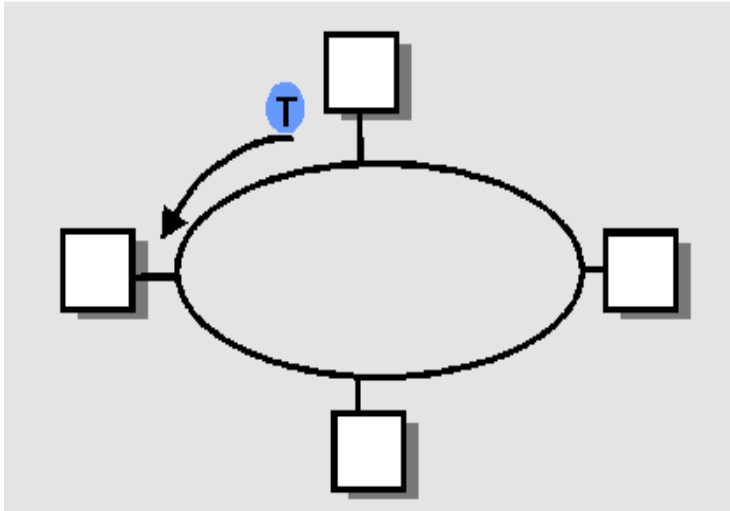
"Sırayla" MAC protokolleri

Anket:

QAna düğüm, köleyi "davet eder"
sırayla iletilecek düğümler

QEndişeler:

- OAnket yükü
- OGecikme
- OTek nokta arızası (ana)



Jeton devri:

Qkontroljetongeçti
bir düğümden
diğerine sırayla.

Qsimge mesajı

QEndişeler:

- Obelirteç yükü
- Ogecikme
- Otek nokta arızası (token)

MAC protokollerinin özeti

QPaylaşılan bir medyayla ne yaparsınız?

QZaman, frekans veya kod bazında Kanal Bölümlendirme

OZaman Bölümü

OFrekans Bölümü

QRastgele bölümlendirme (dinamik)

OALOHA, S-ALOHA, CSMA, CSMA/CD

OTaşıyıcı algılama: bazı teknolojilerde (kablo) kolay, bazılarında ise zor (kablosuz)

OEthernet'te kullanılan CSMA/CD O

802.11'de kullanılan CSMA/CA

QSırayla

OMerkezi bir siteden oylama, token aktarımı

LAN teknolojileri

QVeri bağlantı katmanı şu ana kadar:

O Hizmetler

O Hata tespiti/düzeltmesi O

Çoklu erişim

QSonraki: LAN teknolojileri

O Adresleme

O Ethernet

O Hub'lar, anahtarlar

O PPP

MAC Adresleri ve ARP

Q32-bit IP adresi:

OAğ katmanı adres

Overi paketini almak için kullanılır
hedef IP alt ağı

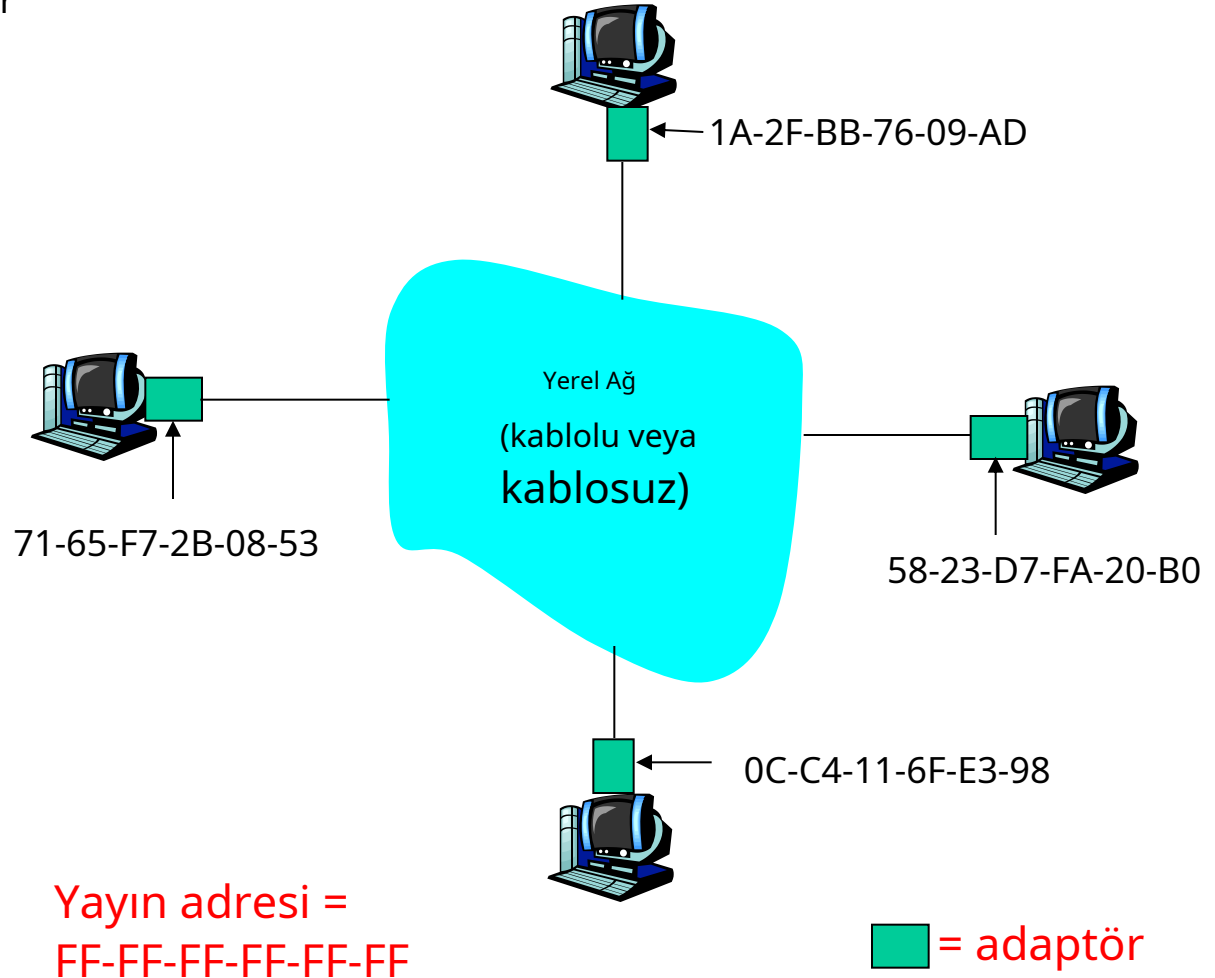
QMAC (veya LAN veya fiziksel veya Ethernet) adresi:

ODatagram almak için kullanılır
bir arayüzden diğerine fiziksel olarak bağlı arayüz (aynı ağ)

O48 bit MAC adresi (için çoğu LAN)
adaptör ROM'unda yanmış

OBilgisayarınızın MAC adresini bulun
adres?

LAN üzerindeki her bağdaştırıcının benzersiz bir LAN adresi vardır



MAC Adresi (daha fazla)

QMAC adresi tahsisi IEEE tarafından yönetilir

QÜretici MAC adres alanının bir kısmını satın alır (
(benzersizliği garantilemek)

QBenzerlik:

(a) MAC adresi: Sosyal Güvenlik Numarası gibi

(b) IP adresi: posta adresi gibi

QMAC düz adresi→taşınabilirlik

OLAN kartını bir LAN'dan diğerine taşıyabilirsiniz

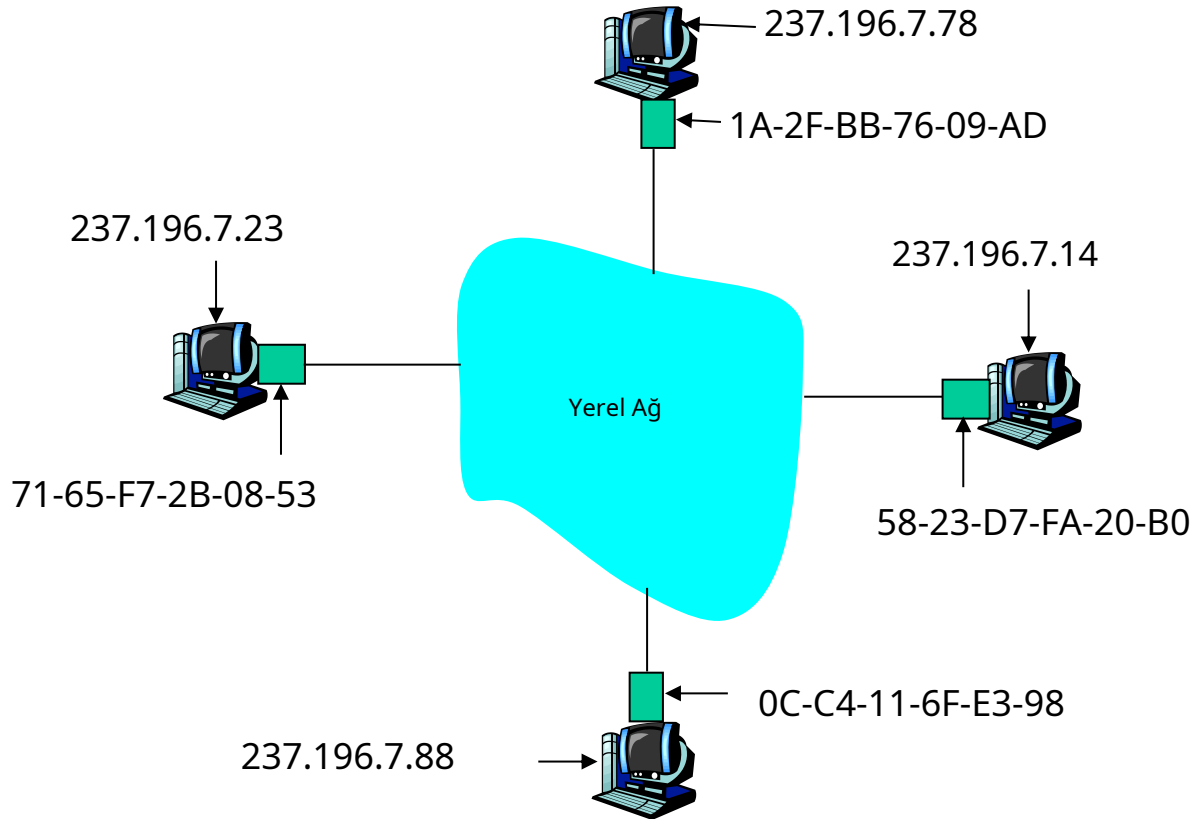
QIP hiyerarşik adresi TAŞINABİLİR DEĞİLDİR

ODüğümün bağlı olduğu IP alt ağına bağlıdır

ARP: Adres Çözümleme Protokolü

Soru: B'nin MAC adresi nasıl belirlenir?

B'nin IP adresini biliyor musun?



QHer IP düğümü (Ana Bilgisayar, LAN üzerindeki

Yönlendirici) **ARP** masa

QARP Tablosu: IP/MAC adres eşlemeleri bazı LAN'lar için

düğüm

< **IP adresi; MAC adres; TTL** >

oTTL (Zaman

Canlı); zaman sonra

hangi adres

haritalama olacak

unutulmuş (genellikle)

(20 dk)

ARP protokolü: Aynı LAN (ağ)

QA, datagram göndermek istiyor
B'ye ve B'nin MAC adresi A'nın
ARP tablosunda değil.

QBir yayın ARP sorgusu
B'nin IP adresini içeren
paket

O Hedef MAC adresi = FF-FF-
FF-FF-FF-FF

O LAN üzerindeki tüm makineler alır
ARP sorgusu

QB ARP paketini alır,
A'ya (B'nin) MAC
adresiyle yanıt verir

O Çerçeve A'nın MAC'ine gönderildi
adres (tek yayın)

QBir önbellege alma (kaydetme) IP'yi
ARP tablosundaki MAC
adresi çifti
bilgi eskir (zaman
aşımına uğrar)

O Yumuşak durum: bilgi
yenilenmediği takdirde zaman aşımına
uğrar (gider)

QARP “tak ve çalıştır”dır:

O Düğümler kendi ARP'lerini oluşturur
ağ yöneticisinin müdahalesi
olmadan tablolar

Başka bir LAN'a yönlendirme

QAdım adım açıklama: R aracılığıyla A'dan B'ye datagram gönderme

OA'nın B'nin IP adresini bildiğini varsayalım

QYönlendirici R'de her IP ağı (LAN) için bir tane olmak üzere iki ARP tablosu QKaynak

Ana Bilgisayardaki yönlendirme tablosunda 111.111.111.110 yönlendiricisini bulun Q

Kaynaktaki ARP tablosunda E6-E9-00-17-BB-4B MAC adresini vb. bulun QA, kaynak A,

hedef B ile veri paketi oluşturur QA, 111.111.111.110 için R'nin MAC adresini almak için

ARP'yi kullanır

QA, R'nin MAC adresini hedef olarak kullanarak bağlantı katmanı çerçevesi oluşturur, çerçeve

A'dan B'ye IP datagramını içerir

QA'nın adaptörü çerçeve gönderir

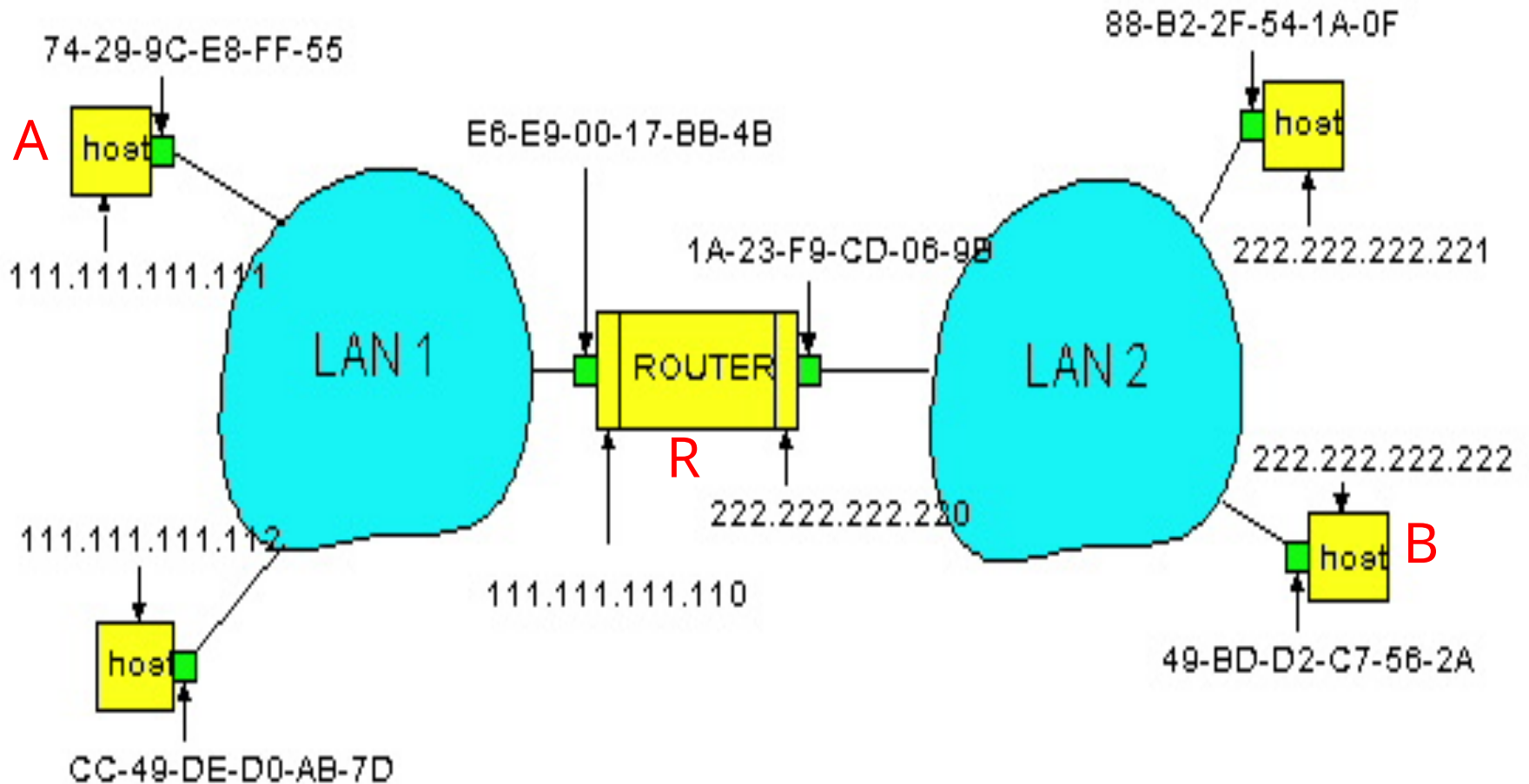
QR'nin adaptörü çerçeveyi alır

QR, IP datagramını Ethernet çerçevesinden kaldırır, B'ye yönlendirildiğini görür Q

R, B'nin MAC adresini almak için ARP kullanır

QR, A'dan B'ye IP veri paketini içeren bir çerçeve oluşturur ve B'ye gönderir

Başka bir LAN'a yönlendirme



Ethernet

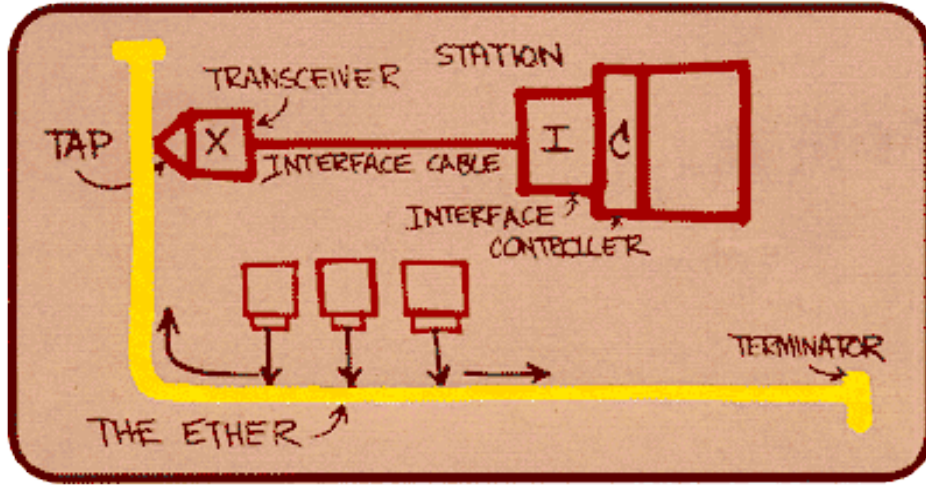
“Hakim” kablolu LAN teknolojisi: Q

100Mbs için 20\$'a ucuz!

QYaygın olarak kullanılan ilk LAN teknolojisi

QJeton LAN'larından daha basit, daha ucuz
ve ATM

QHız yarışına ayak uydurun: 10 Mbps –
10 Gbps



Metcalfe'nin Ethernet taslağı

Yıldız Topolojisi

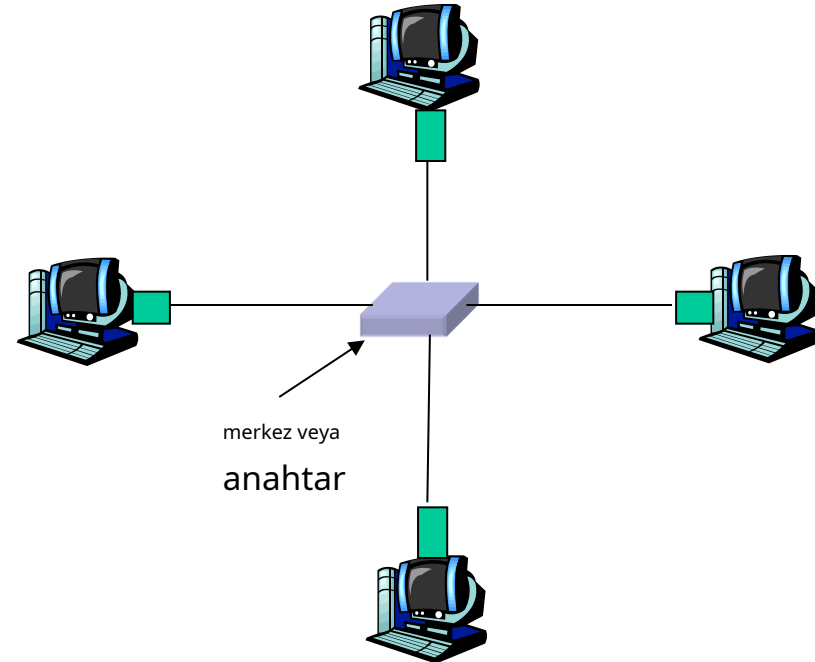
QOtobüs topolojisi popüler

90'ların ortalarına kadar

QŞimdi yıldız topolojisi hakim

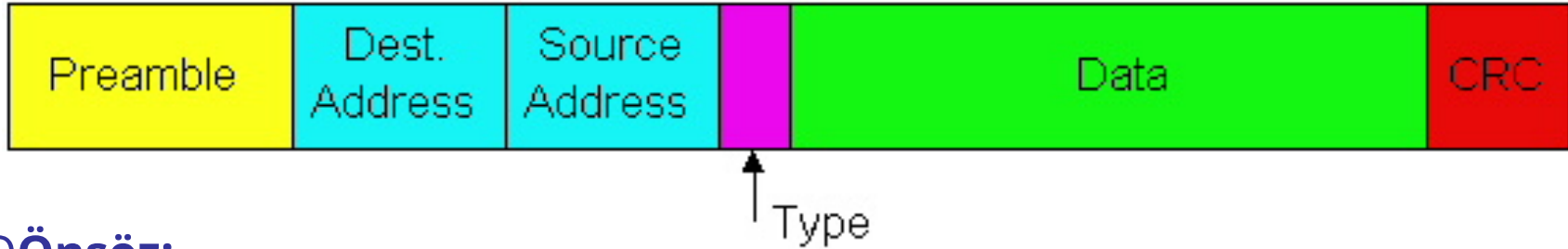
QBağlantı seçenekleri: hub veya

anahtar (daha sonra daha fazlası)



Ethernet Çerçeve Yapısı

Gönderen bağdaştırıcı IP veri paketini kapsüller Ethernet çerçevesi



QÖnsöz:

010101010 desenine sahip 7 bayt ve ardından 10101011 desenine sahip bir bayt OAlıcı ve gönderici saat hızlarını senkronize etmek için kullanılır

QAdresler: 6 bayt

O Bağıdatırıcı eşleşen hedef adrese sahip bir çerçeve veya yayın alırsa adres (örneğin ARP paketi), verileri çerçeve içinde ağ katmanı protokolüne iletir
OAksi takdirde, adaptör çerçeveyi atar

QTip:

ODaha yüksek katman protokolünü belirtir (çoğunlukla IP ancak diğerleri de desteklenebilir) (Novell IPX ve AppleTalk gibi)

QÇHS:

OAlıcıda kontrol edildiğinde, hata tespit edilirse, çerçeve basitçe düşürölür

Ethernet CSMA/CD kullanır

QBağlantısız: Gönderen ve alan arasında el sıkışma yok adaptör.

QGüvenilmez: alıcı adaptör ack veya nack göndermiyor gönderen adaptör

OAğ katmanına iletilen veri akışlarında boşluklar olabilir OUygulama TCP kullanıyorsa boşluklar doldurulacaktır OAksi takdirde uygulama boşlukları görecektir

QSlot yok

QAdaptör, başka bir adaptörün olduğunu algılayorsa iletim yapmaz ileten, yani taşıyıcı anlamı

Qİletim adaptörü, başka bir adaptörün bağlandığını algıladığında iletimi sonlandırır. iletim, yani çarpışma tespiti

QYeniden iletimi denemeden önce, adaptör rastgele bir süre bekler, yani rastgele erişim

Ethernet CSMA/CD algoritması

1. Adaptör ağ katmanından veri paketini alır ve çerçeve oluşturur
2. Adaptör kanal boşta olduğunu algılayorsa, çerçeveyi iletmeye başlar. Kanalin meşgul olduğunu algılayorsa, kanal boşta olana kadar bekler ve sonra iletir
3. Eğer adaptör başka bir çerçeveyi algılamadan tüm çerçeveyi iletirse şanzıman, adaptör ile çerçeve yapılır!
4. Adaptör iletim sırasında başka bir iletim algılayorsa, iletimi sonlandırır ve sıkışma sinyali gönderir.
5. İptalden sonra, adaptör üstel geri çekilmeye girer: m 'den sonra^{inci} çarpışma, adaptör $\{0, 1, 2, \dots, 2^m - 1\}$ arasından rastgele bir K seçer. Adaptör $K \cdot 512$ bit zamanlarını bekler ve Adım 2'ye döner

Q **Sıkışma Sinyali:** diğer tüm vericiler çarpışmanın farkındadır; 48 bit

Q **Bit zamanı:** 10 Mbps için .1 mikro saniye Ethernet, $K=1023$ için bekleme süresi yaklaşık 50 ms'dir

Üstel Gerileme:

Q **Amaç:** yeniden iletim denemelerini tahmini mevcut yüke uyarla

OAğır yük: rastgele bekleme olacak
daha uzun

Q **İlk çarpışma:** K 'yi seçin $\{0, 1\}$; gecikme $K \cdot 512$ bit iletim süreleri

Q **İkinci çarpışmadan sonra:** K 'yi seçin $\{0, 1, 2, 3\}$ 'ten...

Q **On çarpışmadan sonra** K 'yi seçin $\{0, 1, 2, 3, 4, \dots, 1023\}$ 'ten

CSMA/CD verimliliği

$Q_{T_{destek}}$ = LAN'daki 2 düğüm arasındaki maksimum destek

$Q_{T_{trans}}$ = maksimum boyutlu çerçeveyi iletme süresi

$$\text{verimlilik} = \frac{1}{1 + 5 T_{destek} / T_{trans}}$$

$Q_{Verimlilik}$ t olarak 1'e gider Q_{destek} 0'a gider Q_t olarak 1'e gider Q_{trans} sonsuza kadar gider

Q_{ALOHA} 'dan çok daha iyi, ancak yine de merkezsizleştirilmiş, basit ve ucuz

Diğer Ethernetler

$Q_{Anahtarlanmış Ethernet}$

$Q_{Hızlı Ethernet}$

$Q_{Gigabit Ethernet}$

Noktadan Noktaya Veri Bağlantı Kontrolü

QTek gönderici, tek alıcı, tek bağlantı: daha kolay yayın linki:

OMedya Erişim Kontrolü Yok

OAçık MAC adreslemesine gerek yok O

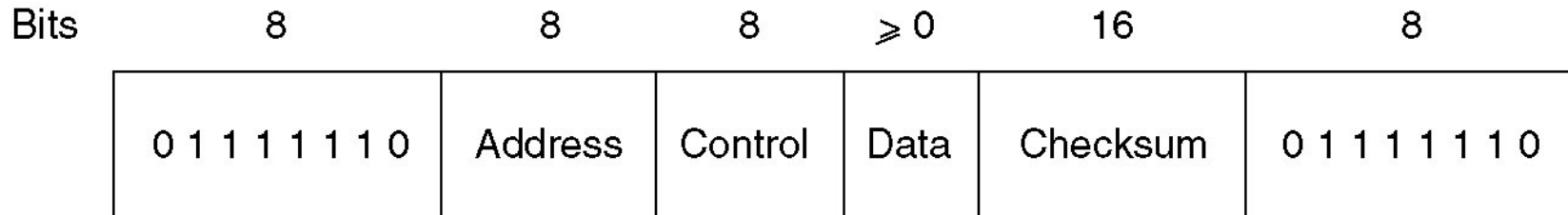
örneğin, çevirmeli bağlantı, ISDN hattı

QPopüler noktadan noktaya DLC protokolleri:

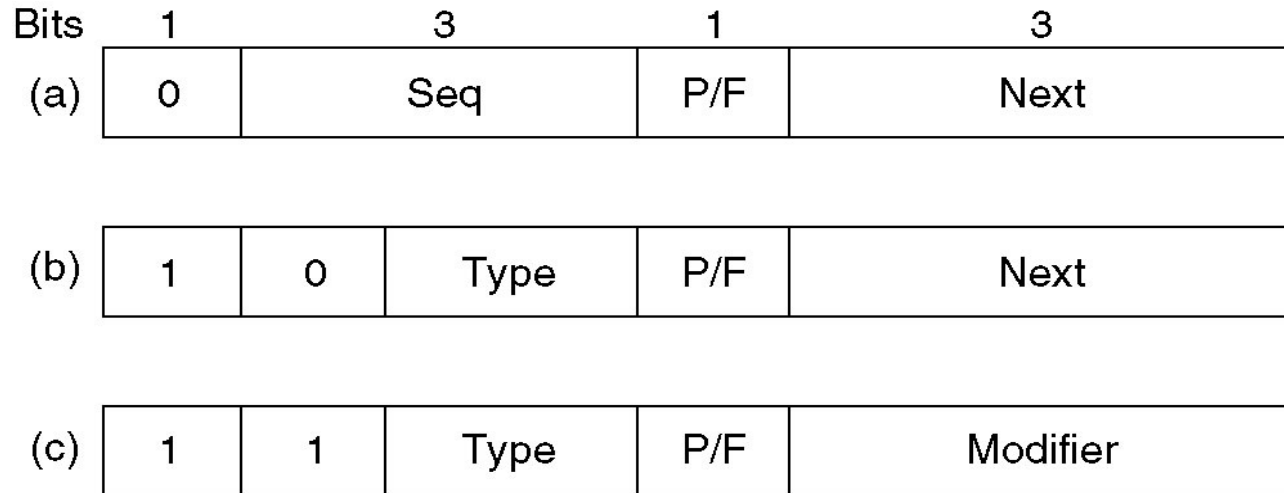
OPPP (noktadan noktaya protokol)

OHDLC: Yüksek seviye veri bağlantısı denetimi (Veri bağlantısı eskiden protokol yığınınında “üst katman”!

HDLC



Bit odaklı protokol için çerçeve biçimi: HDLC



Kontrol alanı

(A) Bir bilgi çerçevesi.

(B) Bir denetleyici çerçeve.

(C) Numarasız bir çerçeve.

HDLC

QBilgi alışverişi, denetim ve numarasız

çerçeveler

OBilgi - Kullanıcıya iletilecek veri (bir sonraki katman yukarıda)

üBilgi çerçevelerine dayalı akış ve hata kontrolü

ODenetleyici - Piggyback kullanılmadığında ARQ O

Numaralandırılmamış - ek bağlantı denetimi

QÜç aşama

OBaşlatma

OVeri aktarımı

OBağlantıyı kes

QBit doldurma kullanır

OHer iki uçta bayrak sınırlayıcı

çerçeve O01111110 Bayraktır

OBir çerçeveyi kapatıp başka bir çerçeveyi açabilir O

Bayrak, veri bulmak için bit doldurma

İnternet Veri Bağlantısı Protokolü: PPP Tasarımı

Gereksinimler [RFC 1557]

QPaket çerçeveleme:ağ katmanı veri paketinin veri içinde kapsüllenmesi

bağlantı çerçevesi

OHerhangi bir ağ katmanı protokolünün (sadece IP değil) ağ katmanı verilerini taşıyın*de aynı zaman*

OYukarıya doğru demultipleksleme yeteneği

QBit şeffaflığı:veri alanında herhangi bir bit desenini taşımalıdır **Q**Hata tespiti(düzeltilme yok)

QBağlantı canlılığı:tespit et, ağ katmanına bağlantı arızasını bildir

QAğ katmanı adres müzakeresi:uç nokta öğrenebilir/yapılandırabilir birbirlerinin ağ adresi

PPP tasarım dışı gereksinimleri **Q**

Hata düzeltme/kurtarma yok **Q**

Akış kontrolü yok **Q**Sipariş dışı teslimat OK

QÇok noktalı bağlantıları (örneğin, yoklama) desteklemeye gerek yok

Hata giderme, akış kontrolü, veri yeniden düzenleme hepsi daha üst katmanlara devredildi!

PPP Veri Çerçevesi

Q **Bayrak**: ayırıcı (çerçeveleme)

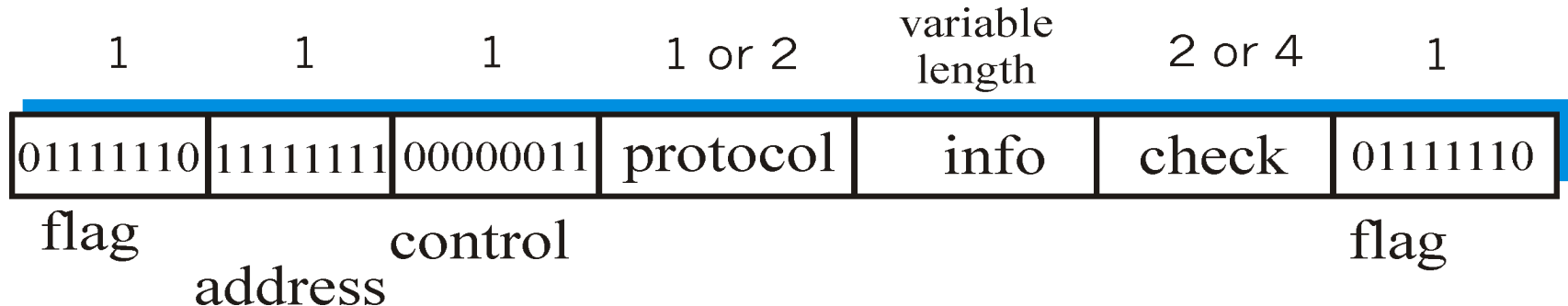
Q **Adres**: hiçbir şey yapmaz (sadece bir seçenek)

Q **Kontrol**: hiçbir şey yapmaz; gelecekte olası birden fazla kontrol alanları

Q **Protokol**: çerçevenin teslim edildiği üst katman protokolü (örneğin, PPP-LCP, IP, IPCP, vb.)

Q **Bilgi**: üst katman verileri taşıyor

Q **Kontrol etmek**: hata tespiti için döngüsel fazlalık denetimi



Bayt Doldurma

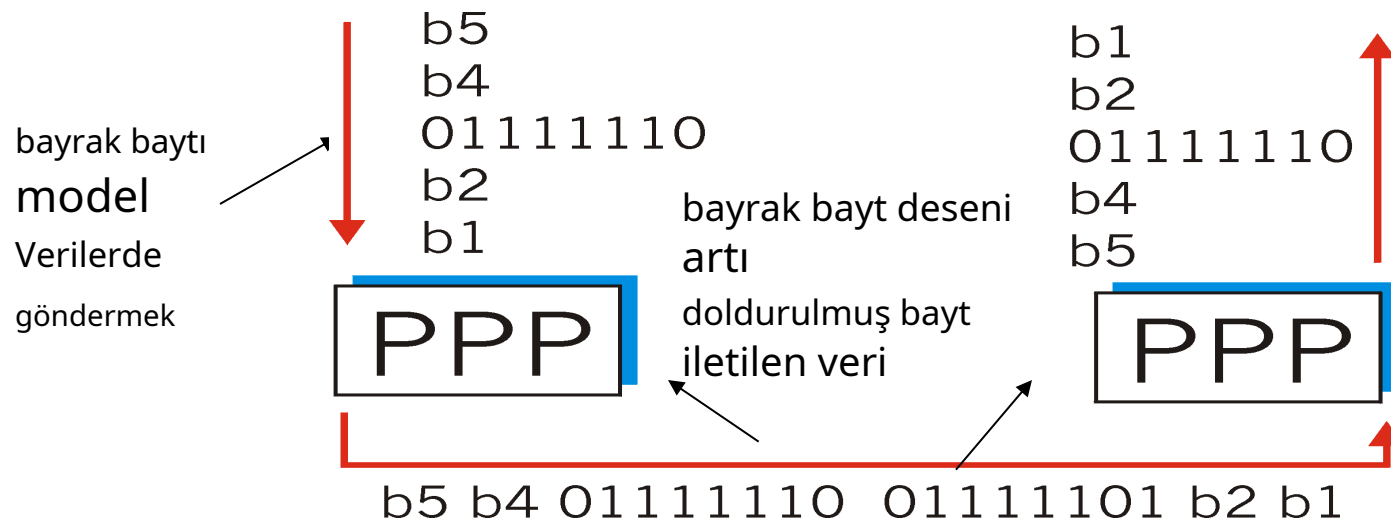
Q ""Veri şeffaflığı" gereksinimi: veri alanının bayrak desenini dahil et <01111110>

ÖÖ: <01111110> verisi mi alındı yoksa bayrak mı?

Q Gönderen: her < 01111110>'dan sonra fazladan < 01111110> bayt ekler veribayt. Bit doldurma nasıl olur?

Q Alıcı:

O Arka arkaya iki 01111110 bayt: İlk baytı at, veri alımına devam et O Tek 01111110: bayrak baytı



PPP Veri Kontrol Protokolü

QDeğişimden önce ağ katmanı verileri, veri bağlantısı eşleri

OPPP bağlantısını yapılandır
(maksimum çerçeve uzunluğu,
kimlik doğrulama)

Oöğren/yapılandır
ağ katmanı
bilgi

OIP için: IP Kontrolünü taşı
Protokol (IPCP)
mesajlar (protokol
alan: 8021) için
IP'yi yapılandır/öğren
adres

Bir çizgiyi getirmek için diyagram
yukarı ve aşağı

