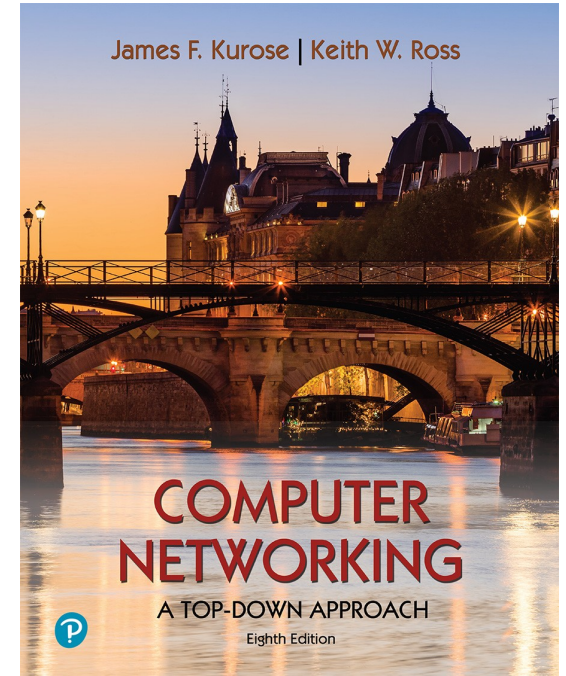


Bölüm 1

Tanıtım

Doç. Dr. Mehmet Dinçer Erbaş
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

©All material copyright 1996-2020
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved
Slaytlar ders kitabından adapte edilmiştir.



*Computer
Networking: A
Top-Down
Approach*

8th edition

Jim Kurose, Keith Ross
Pearson, 2020

Bölüm 1: Yol haritası

1.1 İnternet nedir?

1.2 Ağ kenarı

- Uç sistemler, erişim ağları, bağlantı türleri

1.3 Ağ çekirdeği

- paket anahtarlama, devre anahtarlama, ağ yapısı

1.4 Ağlarda Gecikme, kayıp, iş hacmi

1.5 Protokol katmanları, hizmet modelleri

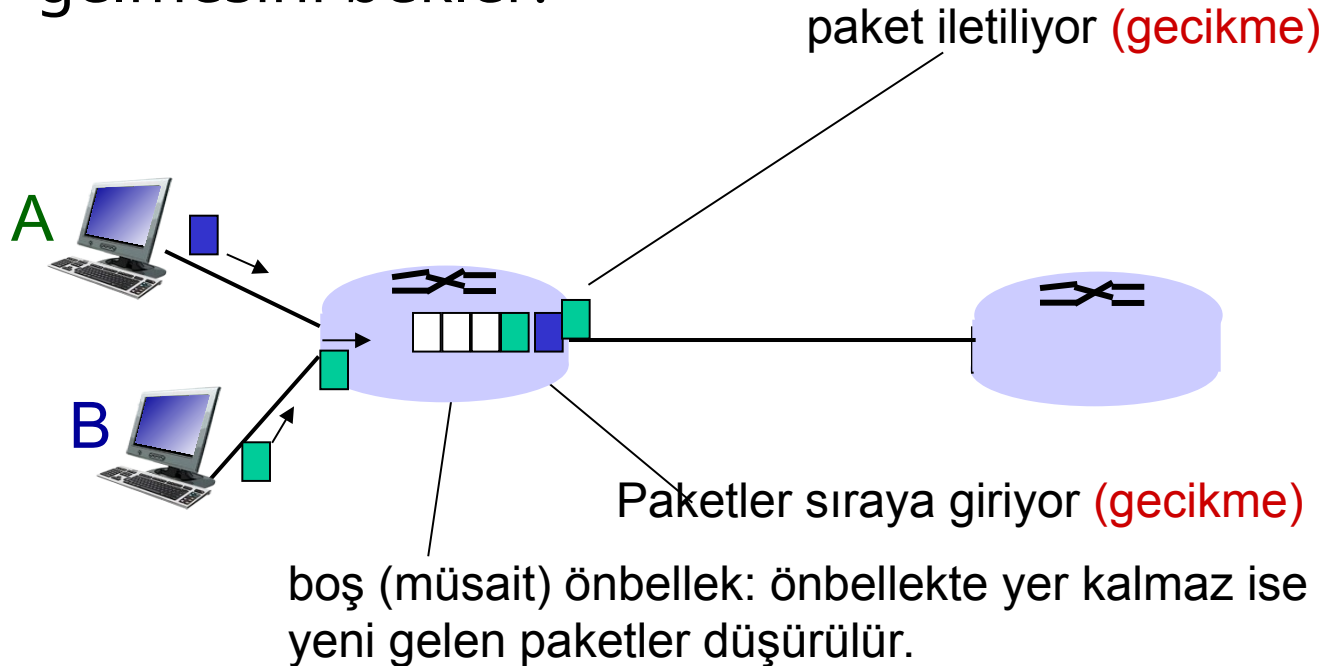
1.6 Ağ güvenliği

1.7 İnternetin kısa tarihçesi

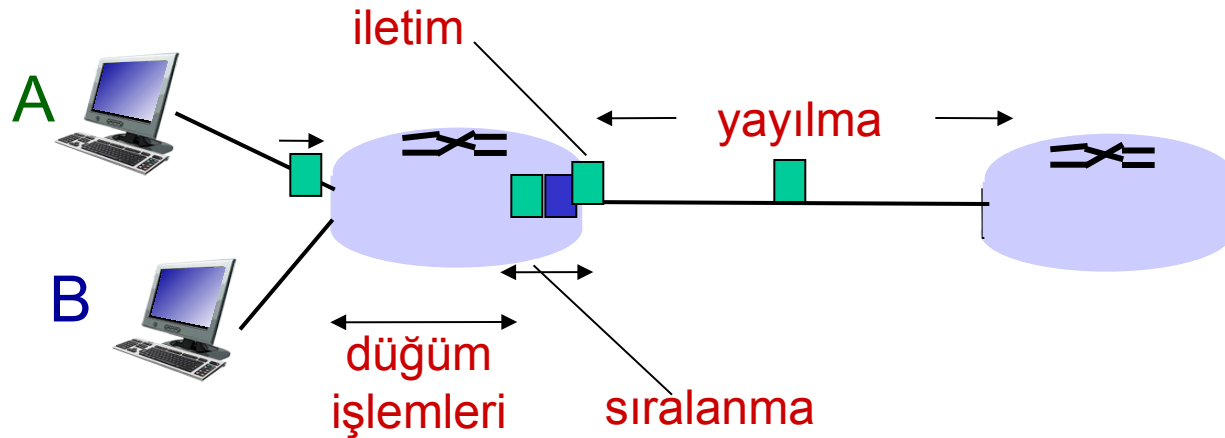
Kayıp ve gecikme nasıl gerçekleşir

Yönlendirici önbelleklerinde paketler sıraya girebilir.

- ❖ **Bağ üzerindeki paket varış hızı (bir süre için) paket çıktı kapasitesini aşabilir.**
- ❖ Bu durumda paketler sıraya girip sıranın kendilerine gelmesini bekler.



Paket gecikmesinin dört kaynağı



$$d_{\text{düğüm}} = d_{\text{işlem}} + d_{\text{sıralama}} + d_{\text{iletim}} + d_{\text{yayılma}}$$

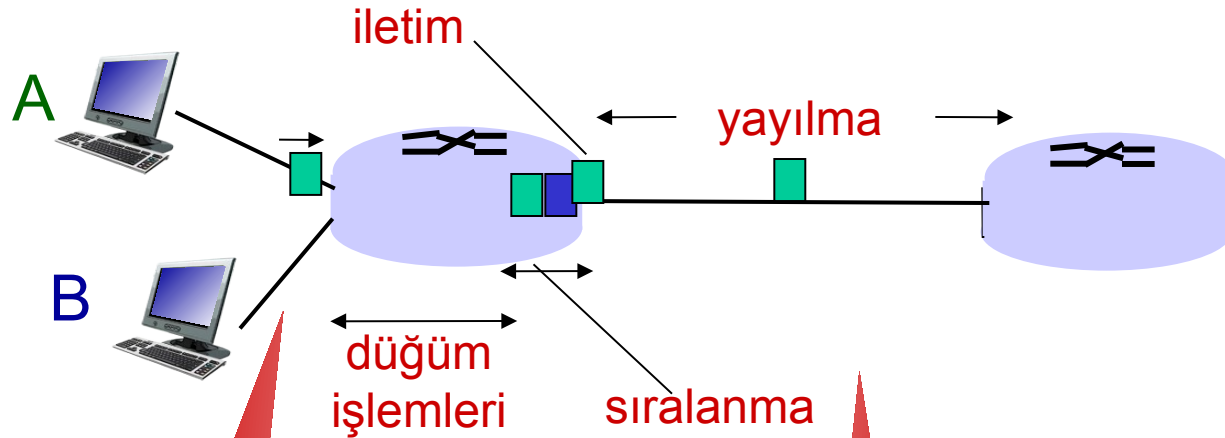
$d_{\text{işlem}}$: düğüm işlemleri

- bit hataları kontrolü
- Çıktı bağına karar verme
- genelde < msec

$d_{\text{sıralanma}}$: sıralanma gecikmesi

- İletim için çıktı bağına bekleme süresi
- Yönlendirici üzerindeki sıkışmaya bağlıdır.

Paket gecikmesinin dört kaynağı



$$d_{\text{düğüm}} = d_{\text{işlem}} + d_{\text{sıralama}} + d_{\text{iletim}} + d_{\text{yayılma}}$$

d_{iletim} ve $d_{\text{yayılma}}$
çok farklıdır

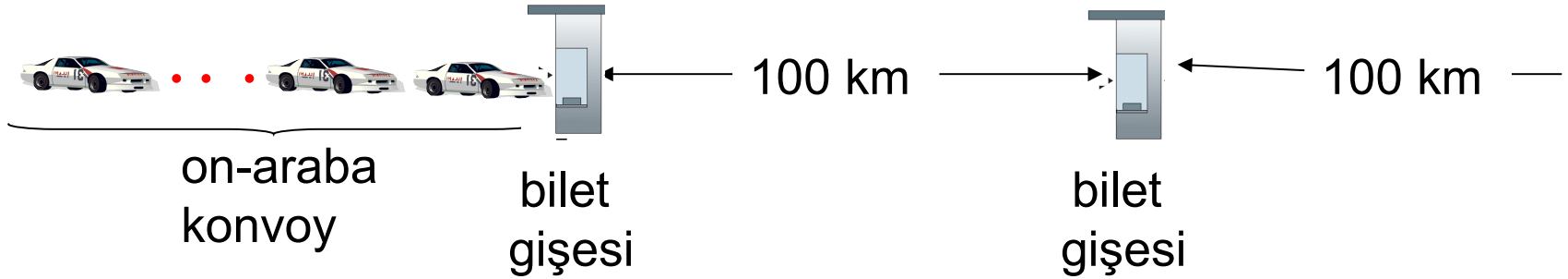
d_{iletim} : iletim gecikmesi

- L : paket uzunluğu (bit)
- R : bağ bant genişliği (bit/s)
- $d_{\text{iletim}} = L/R$

$d_{\text{yayılma}}$: yayılma gecikmesi:

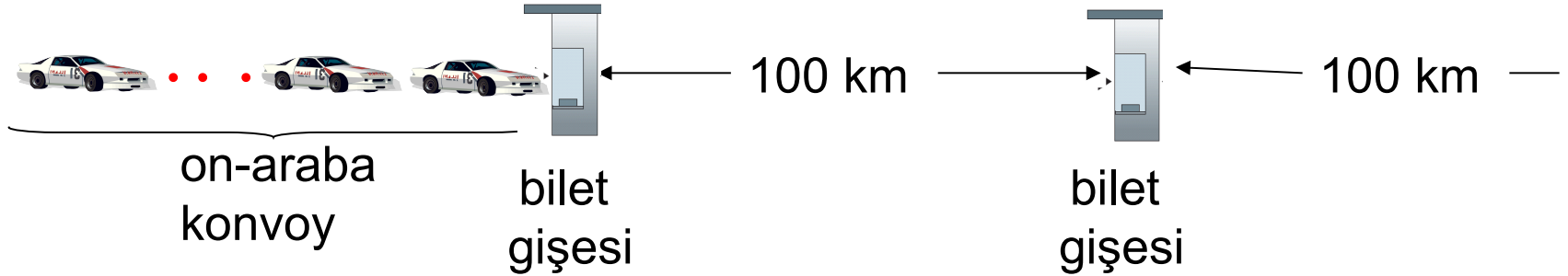
- d : fiziksel bağın uzunluğu (m)
- s : ortamda yayılma hızı (m/s)
- $d_{\text{yayılma}} = d/s$

Konvoy örnekleme



- ❖ Arabalar 100 km/saat hızla “yayılıyorlar”
 - ❖ Bilet gişesi her arabayı 12 saniyede işleme alıyor (bit iletim hızı).
 - ❖ araba~bit; konvoy ~ paket
 - ❖ **S: Konvoyun 2. bilet gişesinin önünde sıralanması için ne kadar süre geçer?**
- Konvoyun tamamını ilk bilet gişesinden geçirmek için gereken süre = $12 \cdot 10 = 120$ sn
 - Son arabanın 1. gişeden 2. gişeye yayılması için gereken süre:
 $100\text{km} / (100\text{km/saat}) = 1$ saat
 - **A: 62 dakika**

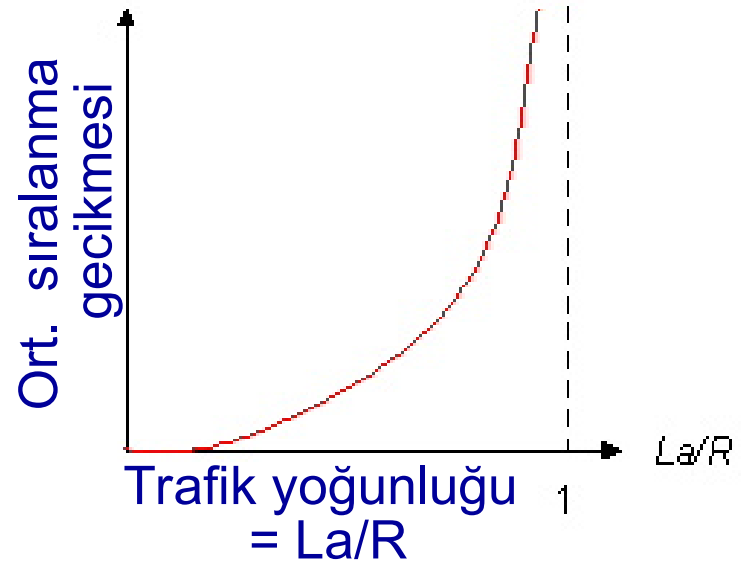
Konvoy örnekleme (devam)



- ❖ Şimdi ise arabalar 1000 km/saat hızla “yayılıyor” farzedelim.
- ❖ Ve ayrıca bilet gişesi her arabayı 1 dakikada işleme alıyor farzedelim.
- ❖ S: Bütün arabalar 1. bilet gişesinde işleme alınmadan önce arabalar 2. bilet gişesine varır mı?
 - C: Evet! 7 dakika geçtiğinde ilk araba 2. bilet gişesine varır; henüz üç araba 1. bilet gişesindedir.

Sıralanma gecikmesi (tekrar)

- ❖ R : bağ bant genişliği (b/sn)
- ❖ L : paket uzunluğu (bit)
- ❖ a : ortalama paket varış hızı



- ❖ $La/R \sim 0$: ort. sıralanma gecikmesi küçük
- ❖ $La/R \rightarrow 1$: ort. sıralanma gecikmesi büyük
- ❖ $La/R > 1$: hizmet verilebileceğinden daha fazla iş geliyor, ortalama gecikme sonsuz



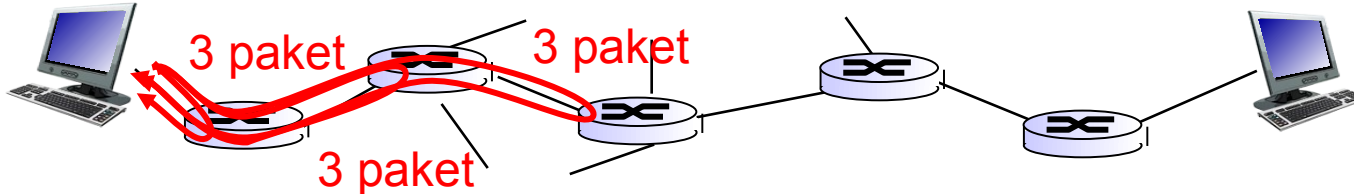
$La/R \sim 0$



$La/R \rightarrow 1$

“Gerçek” İnternet yolları ve gecikmeleri


- ❖ “Gerçek” İnternet gecikme ve kayıpları nasıl görünür?
- ❖ `traceroute` program: kaynaktan hedefe kadar aradaki tüm yönlendiriciler için gecikme hesabı yapar. Her *i* yönlendiricisi için:
 - Hedef yönünde *i* yönlendiricisine ulaşacak üç paket yollar
 - yönlendirici *i* paketi göndericiye geri yollayacaktır.
 - Gönderici iletim ile cevap arasında geçen süreyi hesaplar.



“Gerçek” Internet gecikmeleri, yolları


traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

3 gecikme hesabı from
gaia.cs.umass.edu to cs-gw.cs.umass.edu



1 cs-gw (128.119.240.254) 1 ms 1 ms 2 ms
2 border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145) 1 ms 1 ms 2 ms
3 cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130) 6 ms 5 ms 5 ms
4 jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129) 16 ms 11 ms 13 ms
5 jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136) 21 ms 18 ms 18 ms
6 abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9) 22 ms 18 ms 22 ms
7 nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46) 22 ms 22 ms 22 ms
8 62.40.103.253 (62.40.103.253) 104 ms 109 ms 106 ms
9 de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129) 109 ms 102 ms 104 ms
10 de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50) 113 ms 121 ms 114 ms
11 renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54) 112 ms 114 ms 112 ms
12 nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13) 111 ms 114 ms 116 ms
13 nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102) 123 ms 125 ms 124 ms
14 r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110) 126 ms 126 ms 124 ms
15 eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54) 135 ms 128 ms 133 ms
16 194.214.211.25 (194.214.211.25) 126 ms 128 ms 126 ms
17 * * *
18 * * *
19 fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142) 132 ms 128 ms 136 ms

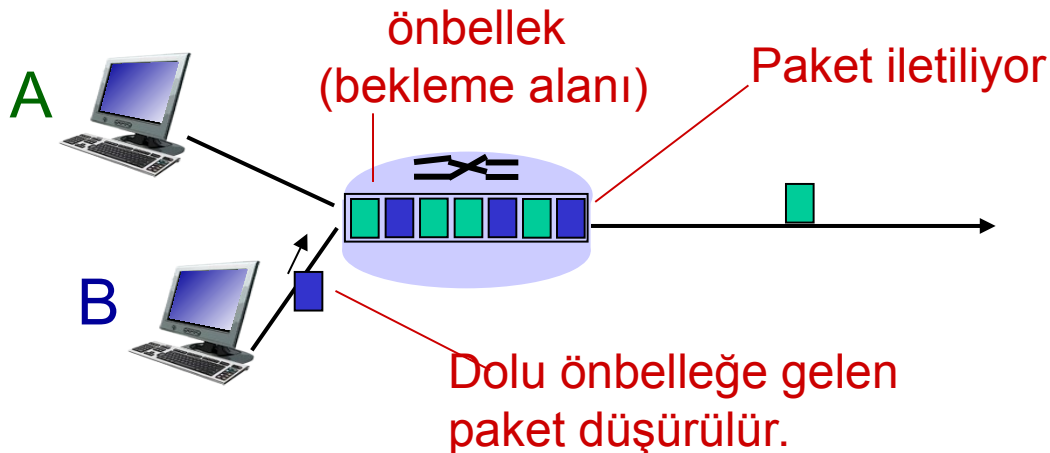
trans-oceanic link



* cevap yok anlamına gelir (paket kayboldu veya yönlendirici cevap vermiyor)

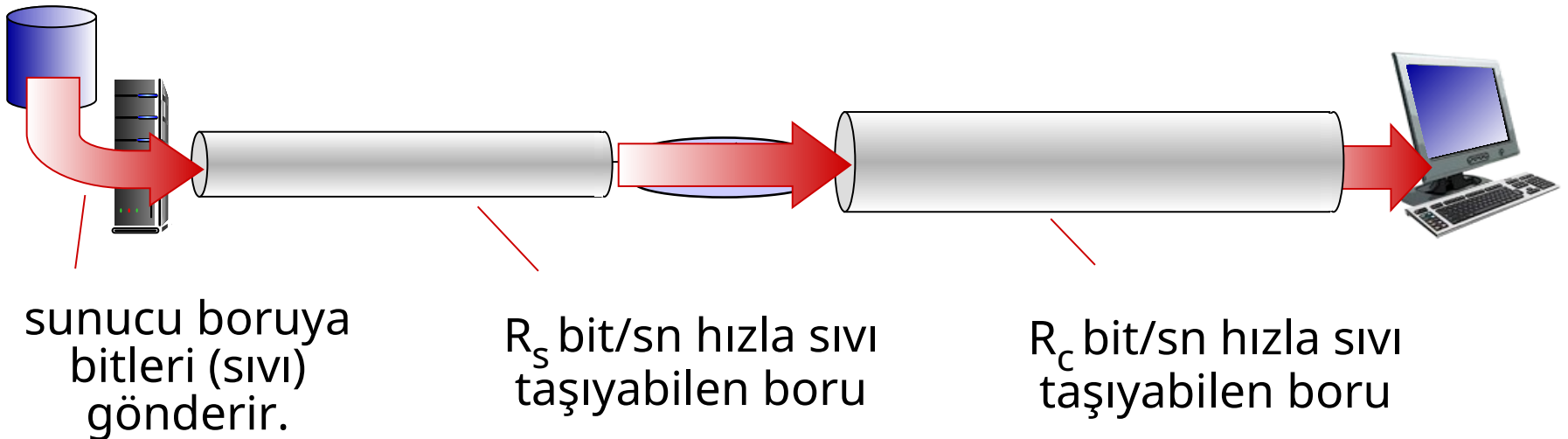
Paket kaybı

- ❖ Önceki bağ ait sıra (veya önbellek) belli bir kapasiteye sahiptir.
- ❖ Dolmuş bir sıraya gelen paketler düşürülür (kayıp)
- ❖ Kaybolan paket önceki düğüm veya kaynak uç sistemi tarafından tekrar iletilebilir. Yada tekrar iletmez.



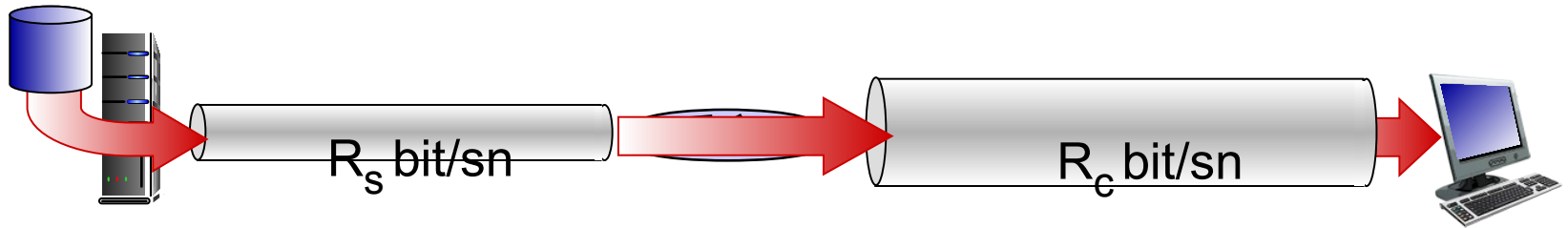
İş hacmi

- ❖ *İş hacmi (İng: throughput)*: bitlerin gönderici/alıcı arasında nakil hızı (bit/zaman birimi)
 - *anlık*: belli bir zamanda hız
 - *ortalama*: uzun bir zaman süresince hız

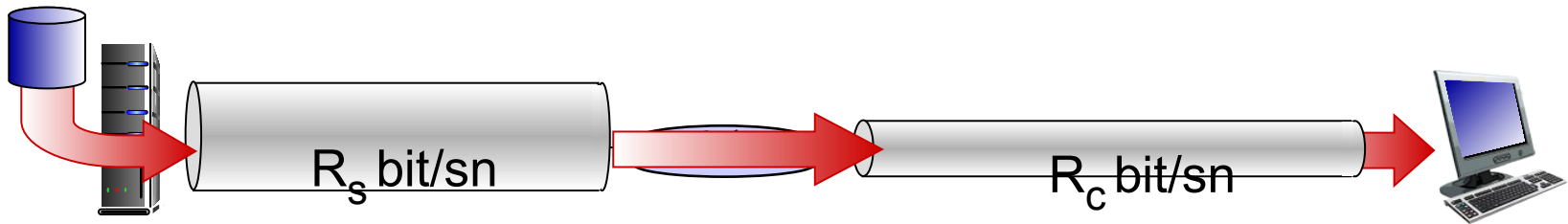


İş hacmi (devam)

❖ $R_s < R_c$ Uçtan uca iş hacmi ne olur?



❖ $R_s > R_c$ Uçtan uca iş hacmi ne olur?

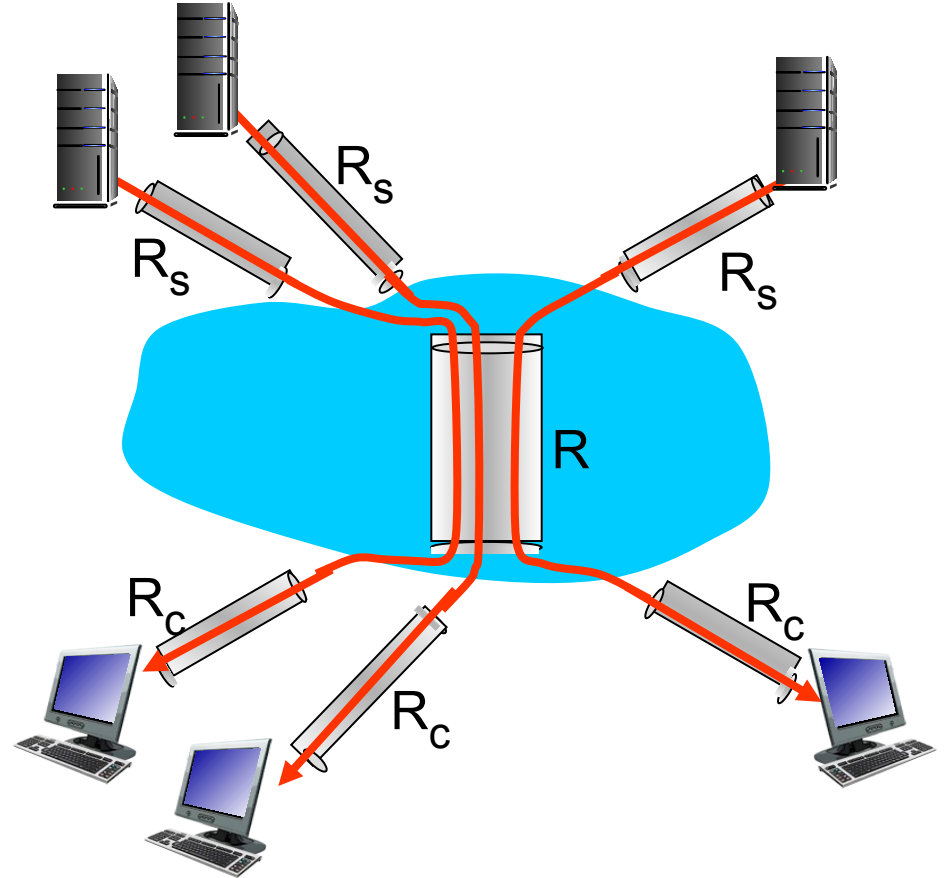


darboğaz bağ

Uçtan uca yol üzerinde iş hacmini kısıtlayan bağ

İş hacmi: Internet senaryosu

- ❖ Bağlantı başına uçtan uca iş hacmi:
 $\min(R_c, R_s, R/10)$
- ❖ Pratikte: R_c veya R_s genellikle darboğaz oluşturur.



10 bağlantı (adilce) R bit/sn kapasiteli omurga darboğaz bağı paylaşıyor

Bölüm 1: Yol haritası

1.1 İnternet nedir?

1.2 Ağ kenarı

- Uç sistemler, erişim ağları, bağlantı türleri

1.3 Ağ çekirdeği

- paket anahtarlama, devre anahtarlama, ağ yapısı

1.4 Ağlarda Gecikme, kayıp, iş hacmi

1.5 Protokol katmanları, hizmet modelleri

1.6 Ağ güvenliği

1.7 İnternetin kısa tarihçesi

Protokol “katmanları”

Ağlar oldukça karmaşıktır, birçok “parçaya” sahiptirler.

- cihazlar
- yönlendiriciler
- Farklı ortama sahip bağlar
- uygulamalar
- protokoller
- donanım, yazılım

Soru:

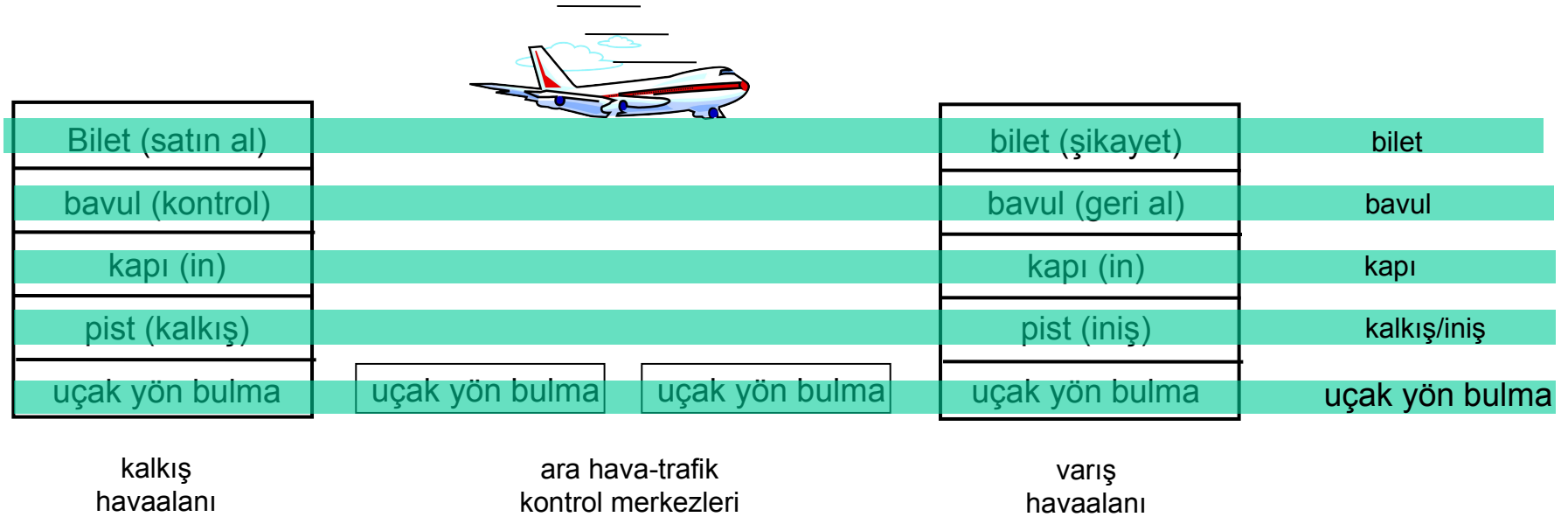
ağın yapısını düzenlemek mümkün müdür?

Uçuş yolculuğunun organizasyonu



❖ Bir adımlar serisi

Havayolları işleminin katmanlara ayrılması



katmanlar: her katman belli bir hizmeti gerçekleştirir

- Kendi katman-içi aksiyonlarını uygular.
- Önceki katmanların hizmetlerinden yararlanır.

Neden katmanlama?

Karmaşık sistemleri yönetmek:

- ❖ Belirgin yapılar karmaşık sistemin parçalarının kimliğini ve ilişkilerini tanımlamamıza olanak verir
 - Katmanlı **referans modelleri** oluşturulmuştur.
- ❖ Modüler yapı sistemin bakım ve yenilenmesini kolaylaştırır.
 - Herhangi bir katmanda yapılan değişiklik diğer katmanları etkilemez.
 - Örneğin, kapı numaralandırmasını değiştirsek, sistemin geri kalanı etkilenmez.
- ❖ Katmanlı yapının kötü yanları var mıdır?

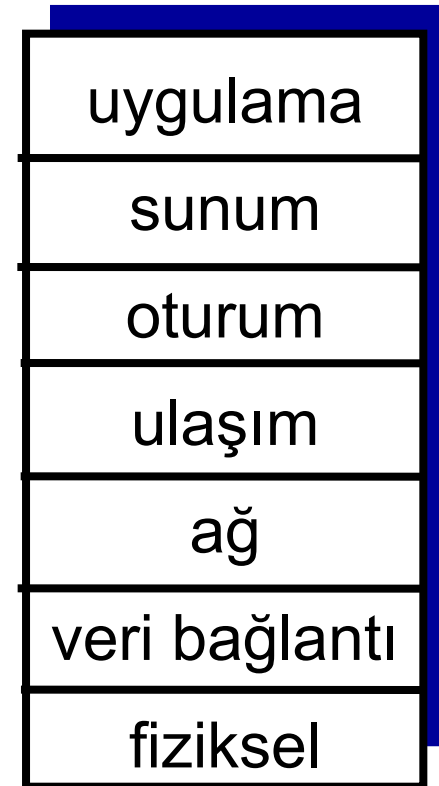
Internet protokol dizisi

- ❖ *uygulama*: ağ uygulamalarını destekler
 - FTP, SMTP, HTTP
- ❖ *ulaşım*: işlem-işlem veri transferi
 - TCP, UDP
- ❖ *ağ*: cihaz-cihaz veri transferi, datagramların kaynaktan hedefe yönlendirilmesi
 - IP, yönlendirme protokolleri
- ❖ *Veri bağlantı*: komşu ağ elemanları arasında veri transferi
 - Ethernet, 802.111 (WiFi), PPP
- ❖ *fiziksel*: bitler “kablo üzerinde”

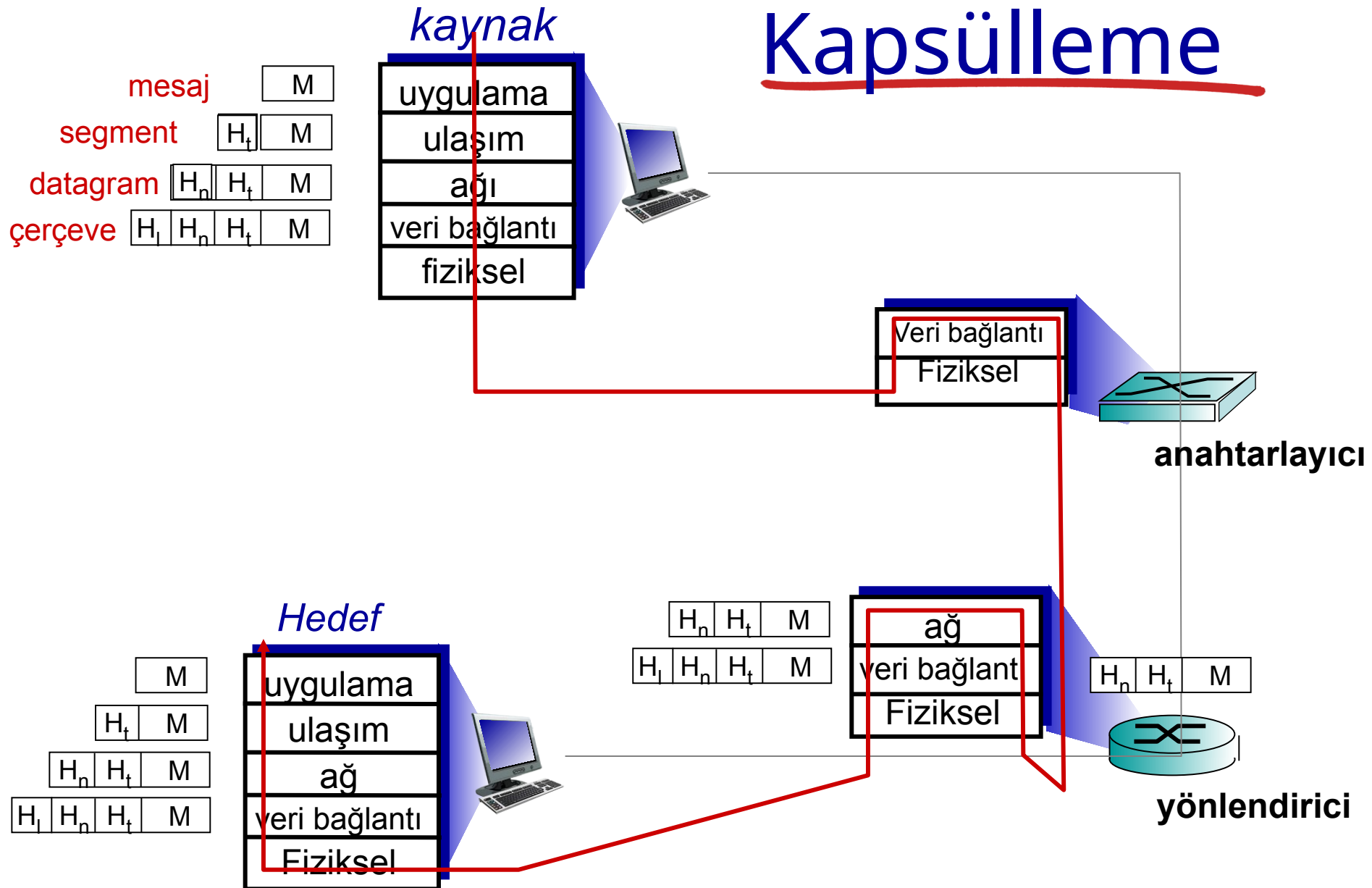


ISO/OSI referans modeli

- ❖ *sunum*: uygulamaların verinin anlamını yorumlamasını sağlar e.g., şifreleme, sıkıştırma, makineye özel çeviriler.
- ❖ *Oturum*: senkronizasyon, denetim noktası koyma, veri alışverişini kurtarma
- ❖ Internet dizisi bu katmanları “içermez”!
 - Bu hizmetler, eğer gerekiyorsa, uygulama tarafından yapılır
 - Gerekli mi?



Kapsülleme



Bölüm 1: Yol haritası

1.1 İnternet nedir?

1.2 Ağ kenarı

- Uç sistemler, erişim ağları, bağlantı türleri

1.3 Ağ çekirdeği

- paket anahtarlama, devre anahtarlama, ağ yapısı

1.4 Ağlarda Gecikme, kayıp, iş hacmi

1.5 Protokol katmanları, hizmet modelleri

1.6 Ağ güvenliği

1.7 İnternetin kısa tarihçesi

Ağ güvenliği

❖ Ağ güvenliği alanı:

- Kötü niyetli insanlar bilgisayar ağlarına saldırı yöntemleri.
- Saldırılara karşı ağları koruma.
- Saldırılara karşı bağışıklığı olan mimariler oluşturma.

❖ İnternet ilk oluşturulduğunda güvenlik kısmı pek düşünülmemiştir

- *Orijinal versiyon:* bir grup birbirine güvenen kullanıcı saydam bir ağa bağlanır 😊
- İnternet protokol tasarımcıları bu eksiği gidermeye çalışmaktadır.
- Her katmanda güvenlik düşünülebilir.

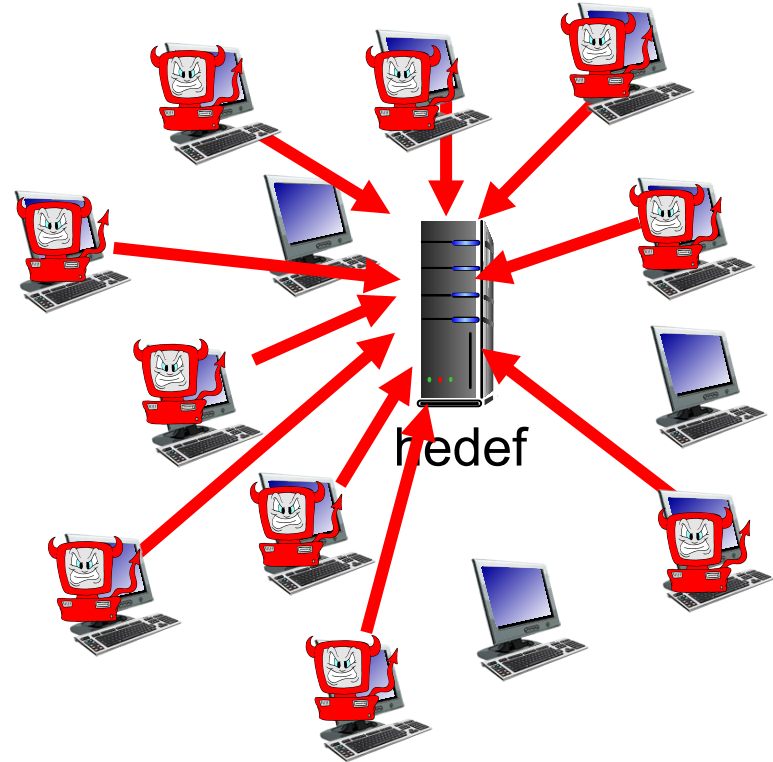
Kötü niyetliler: cihazlara İnternet üzerinden zararlı yazılım yüklerler

- ❖ Zararlı yazılım (İng: malware) cihazlara aşağıdaki şekillerde bulaşabilir:
 - *Virus*: kendini-çoklayan enfeksiyon, zararlı nesneyi alma/çalıştırma ile bulaşır (e.g., e-posta eklenti)
 - *worm*: kendini çoklayan enfeksiyon, kendi kendini çalıştıran nesneyi alma ile bulaşır.
- ❖ *Casus yazılım* tuş basışları, ziyaret edilen web sitelerini kaydedebilir, kaydedilen bilgileri toplama sitesine gönderebilir.
- ❖ Enfekte olmuş cihaz spam gönderimi veya DDoS saldırıları için kullanılan bir *botnet* haline dönüşebilir.

Kötü niyetliler: sunucu veya ağ altyapısına saldırabilir

Denial of Service (DoS): Saldırgan, aşırı sahte trafik yaratarak kaynaklara (sunucu veya bant genişliği) erişimi engeller.

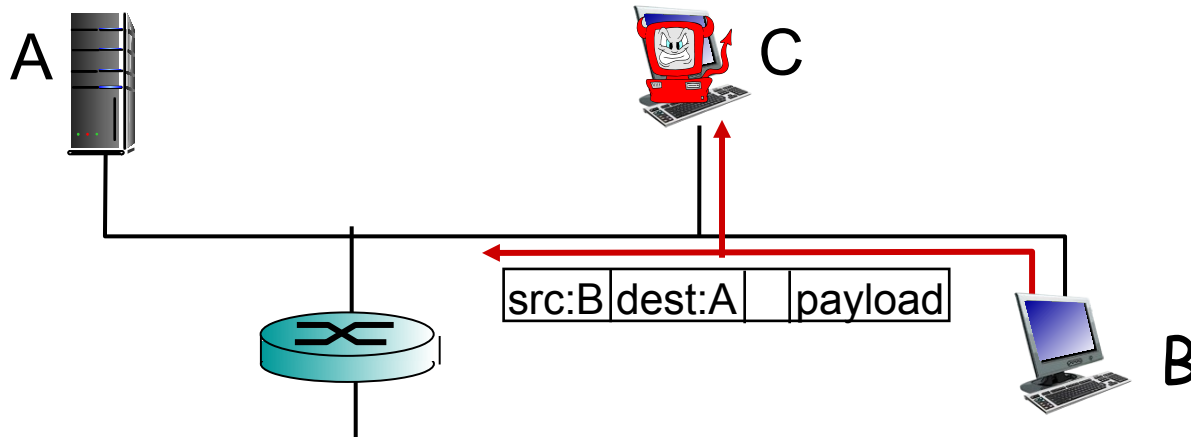
1. hedef seç
2. ağ içerisindeki cihazlara gir
3. ele geçirilmiş cihazlardan hedefe paketler gönder



Kötü niyetliler paketleri yoklayabilir

paket “yoklayıcı” (İng: sniffer):

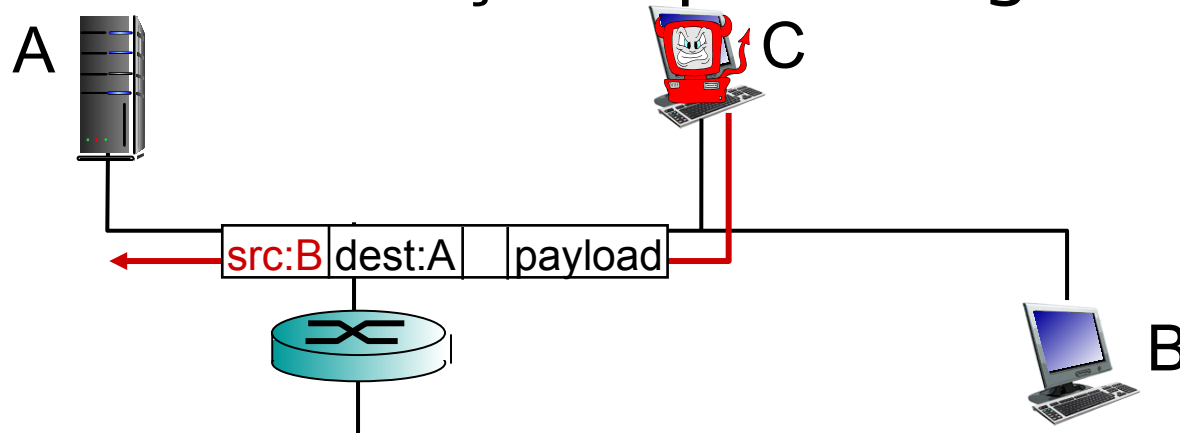
- yayım ortamı (paylaşılan ethernet, kablosuz)
- Seçici olmayan ağ arayüzü geçmekte olan her paketi okur/kaydeder (e.g., parolalar dahil!)



- ❖ Wireshark yazılımı ücretsiz bir paket yoklama aracıdır.

Kötü niyetliler sahte adres kullanabilir

IP yanıltma (İng: IP spoofing): sahte gönderici adresi içeren paketler gönder



... güvenlik konusunda daha çok konu mevcut (Bölüm 8)

Bölüm 1: Yol haritası

1.1 İnternet nedir?

1.2 Ağ kenarı

- Uç sistemler, erişim ağları, bağlantı türleri

1.3 Ağ çekirdeği

- paket anahtarlama, devre anahtarlama, ağ yapısı

1.4 Ağlarda Gecikme, kayıp, iş hacmi

1.5 Protokol katmanları, hizmet modelleri

1.6 Ağ güvenliği

1.7 İnternetin kısa tarihçesi

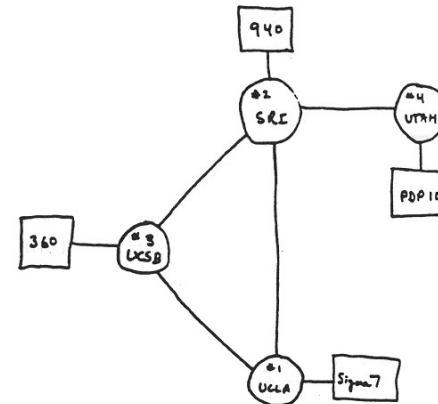
Internet tarihçesi

1961-1972: Erken paket-anahtarlama prensipleri

- ❖ 1961: Kleinrock – sıralanma teorisi paket-anahtarlamanın verimliliğini göstermiştir.
- ❖ 1964: Baran – paket-anahtarlama askeri ağlarda
- ❖ 1967: Advanced Research Projects Agency ARPAnet tasarısını oluşturmuştur.
- ❖ 1969: ilk ARPAnet düğümü çalışıyor

❖ 1972:

- ARPAnet demo gösterimi
- NCP (Network Control Protocol) ilk cihazdan-cihaza protokol
- ilk e-posta programı
- ARPAnet 15 düğüme ulaştı



THE ARPA NETWORK

İnternet tarihçesi

1972-1980: Ağlararası iletişim, yeni ve özel ağlar

- ❖ 1970: ALOHAnet uydu ağı Hawaii
- ❖ 1974: Cerf and Kahn – ağları birbirine bağlamak için mimari.
- ❖ 1976: Ethernet, Xerox PARC
- ❖ late70's: özel mimariler: DECnet, SNA, XNA
- ❖ late 70's: sabit uzunlukta paketlere geçiş (ATM öncülü)
- ❖ 1979: ARPAnet 200 düğüme sahip

Cerf and Kahn'ın ağlar arası prensipleri:

- minimalizm, otonomi – ağları birbirine bağlamak için iç değişikliklere gerek yok.
- En iyi gayret hizmet modeli.
- Durum bilgisi tutmayan yönlendiriciler
- Merkezi kontrol

günümüz İnternet yapısını tanımlamıştır.

Internet tarihçesi

1980-1990: yeni protokoller, ağların yaygınlaşması

- ❖ 1983: TCP/IP geçilmesi
- ❖ 1982: smtp e-posta protokolü tanımlandı
- ❖ 1983: isim-IP-adresi çevirisi için DNS tanımlandı
- ❖ 1985: ftp protokolü tanımlandı
- ❖ 1988: TCP sıkışıklık kontrolü
- ❖ yeni milli ağlar: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- ❖ Ağ konfederasyonuna 100,000 cihaz bağlı durumda.

Internet tarihçesi

1990, 2000 'ler: ticarileşme, Web, yeni uygulamalar

- ❖ erken 1990'lar: ARPAnet devreden çıktı
- ❖ 1991: NSF NSFnet üzerindeki ticari kısıtlamaları kaldırdı. (devreden çıktı, 1995)
- ❖ erken 1990'lar: Web
 - hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
 - HTML, HTTP: Berners-Lee
 - 1994: Mosaic, sonra Netscape
 - geç 1990'lar: Web'in ticarileşmesi

geç 1990'lar – 2000'lar:

- ❖ Birçok ünlü uygulama: anında mesajlaşma, P2P dosya paylaşımı
- ❖ Ağ güvenliği ön plana çıktı
- ❖ tahmini 50 milyon cihaz, 100 milyon+ kullanıcı
- ❖ omurga bağlar Gb/s hızında çalışıyor.

Internet tarihçesi

2005-günümüze

- ❖ ~Milyarlara cihaz
 - Akıllı telefonlar ve tabletler
- ❖ Geniş bant erişimi agresif yayılması
- ❖ yüksek-hızlı kablosuz erişimin daha çok noktadan erişilebilir hale gelmesi
- ❖ Çevrimiçi sosyal ağların ortaya çıkması:
 - Facebook: milyarlarca kullanıcı
- ❖ Hizmet sağlayıcılar (Google, Microsoft) kendi alarını oluşturdu
 - Böylece diğer ağları uğramadan arama sonuçları, e-posta gibi hizmetlere “anında” erişim imkanı sağladılar.
- ❖ E-ticaret, üniversiteler, şirketler hizmetlerini “bulut” (İng: cloud) üzerinde çalıştırdılar (eg, Amazon EC2).

Tanıtım: özet

Birçok konu hakkında konuştuk.

- ❖ Internet genel bakış
- ❖ Protokol nedir?
- ❖ ağ kenarı, ağ çekirdeği, erişim ağları
 - paket-anahtarlama vs devre-anahtarlama
 - Internet yapısı
- ❖ performans: kayıp, gecikme, iş hacmi
- ❖ katmanlama, hizmet modelleri
- ❖ güvenlik
- ❖ tarihçe