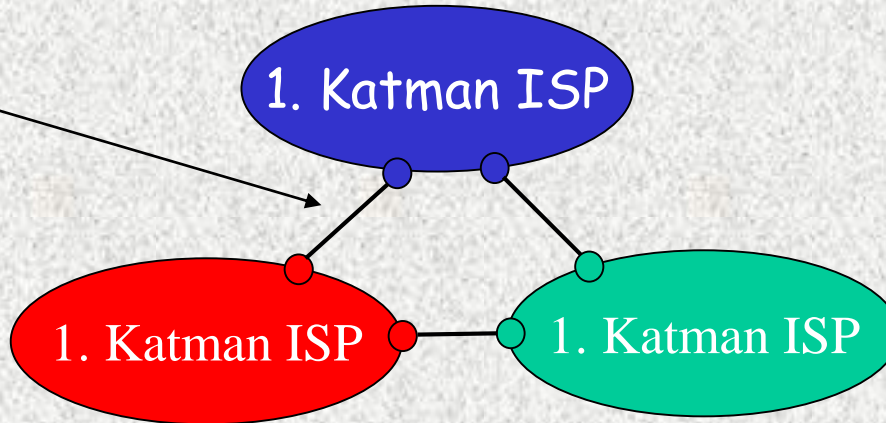


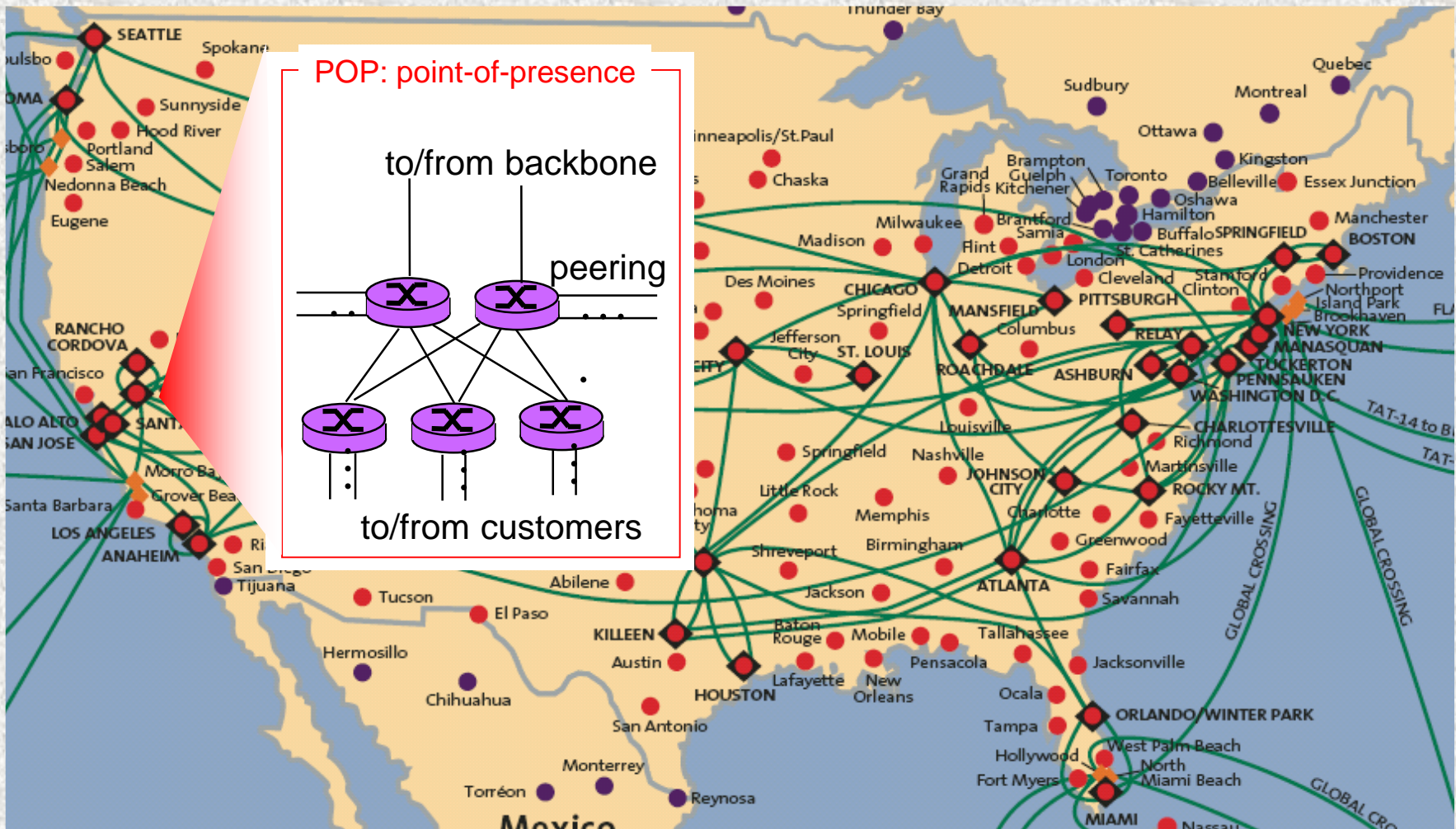
Internet yapısı: Ağların ağı

- Kabataslak bir hiyerarşi
- **merkezde: "1. katman" ISP'ler** (TTnet), ulusal/uluslararası kapsama
 - Herbir "1. katman ISP" eşit rollerdedir

1. Katman
ISP ler
birbirlerine
bağlıdır

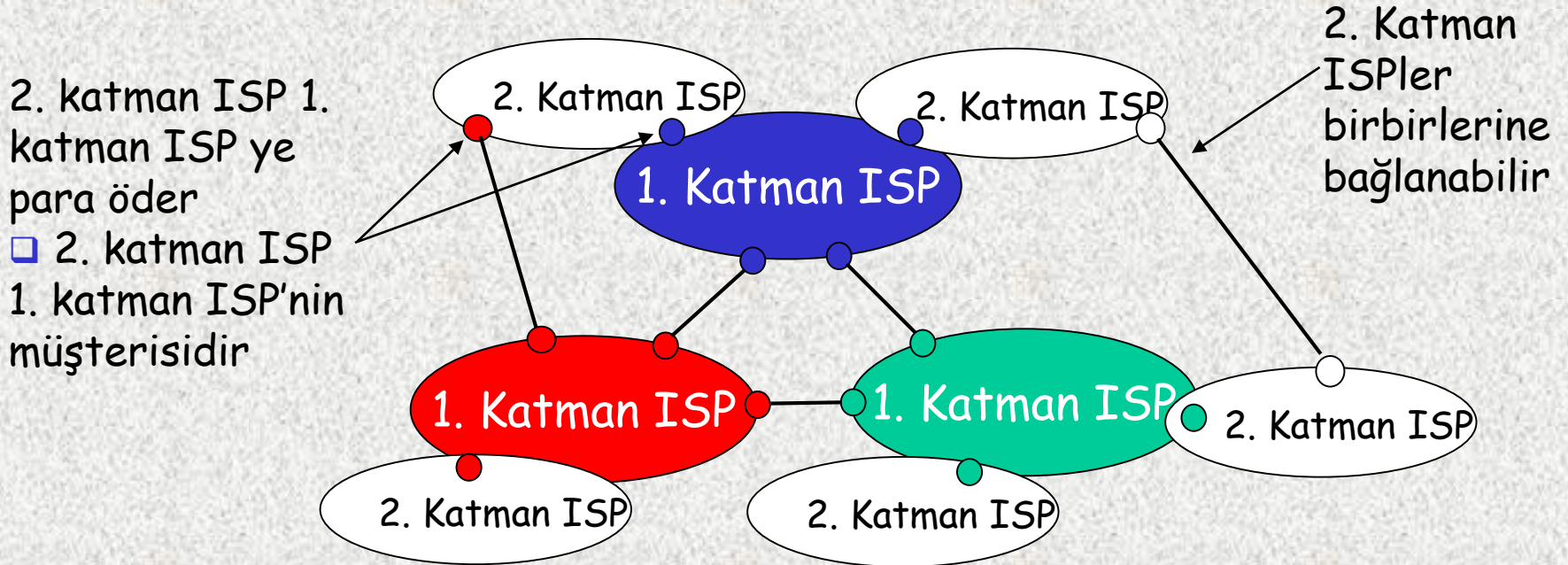


1. katman ISP: e.g., Sprint (USA)



Internet yapısı: Ağların ağı

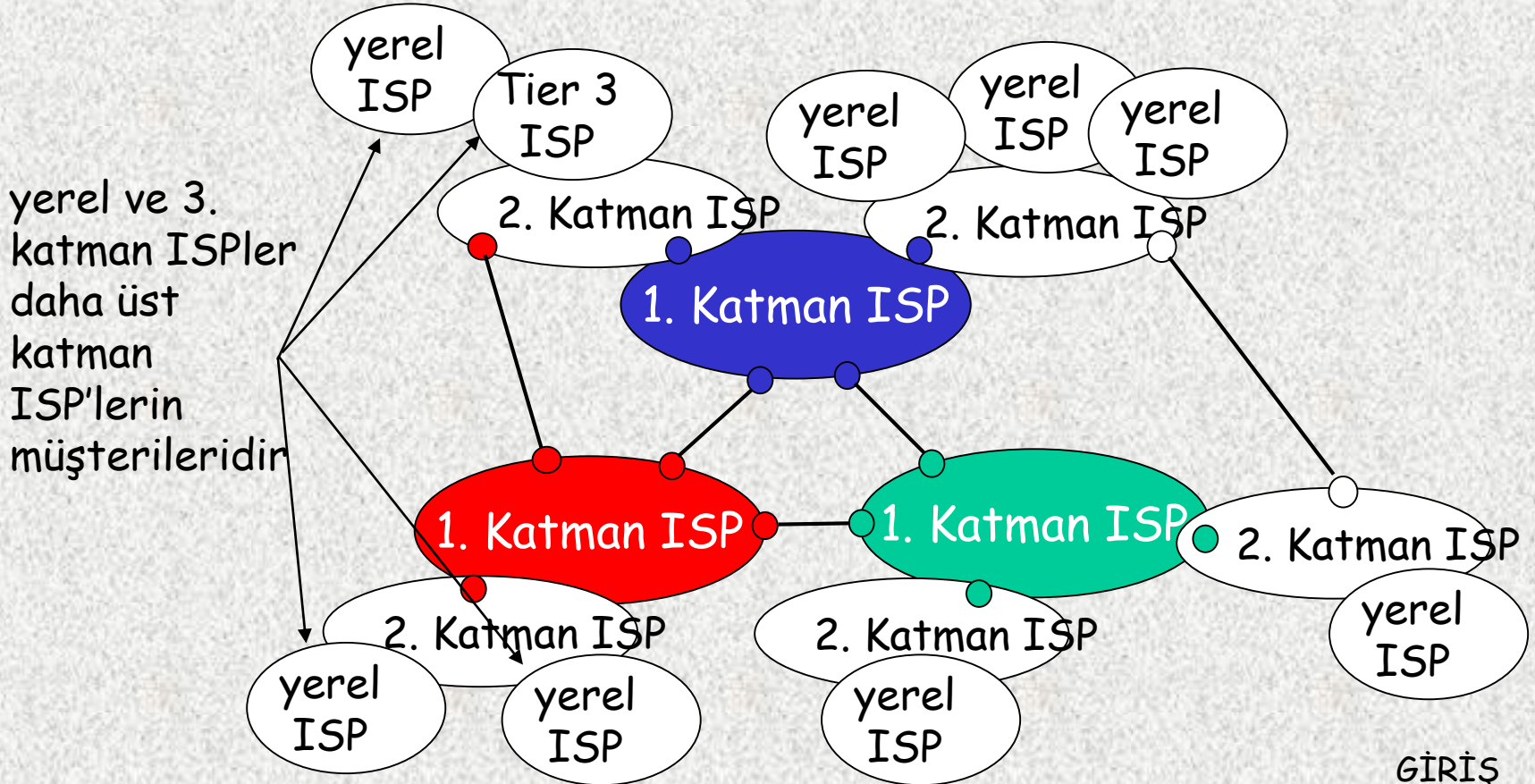
- "2. katman" ISPLer: daha küçük (genelde bölgesel) ISPLer (SuperOnline)



Internet yapısı: Ağların ağı

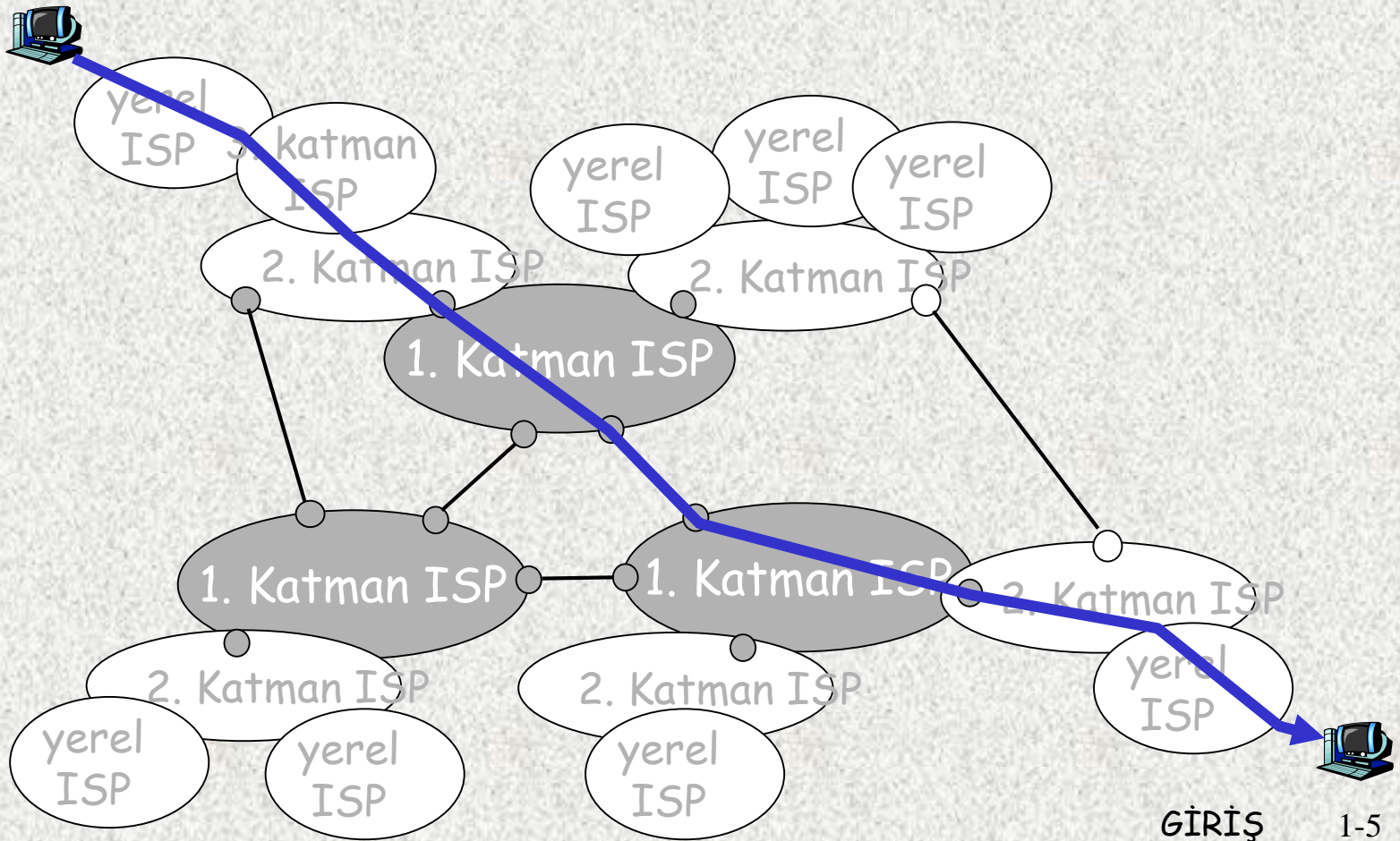
□ "3. Katman" ISPLer ve yerel ISPLer

- Son durak ("erişim") ağı (uç sistemlere en yakın)



Internet yapısı: Ağların ağı

- Bir paket birçok ağdan geçer!



1. Bölüm: Yol Haritamız

1.1 Internet Nedir?

1.2 Ağ Ucu

1.3 Ağ Merkezi

1.4 Ağa Erişim ve Fiziksel Ortam

1.5 Internet Yapısı and ISP'ler

1.6 Paket anahtarlama ağılarda gecikme ve kayıp

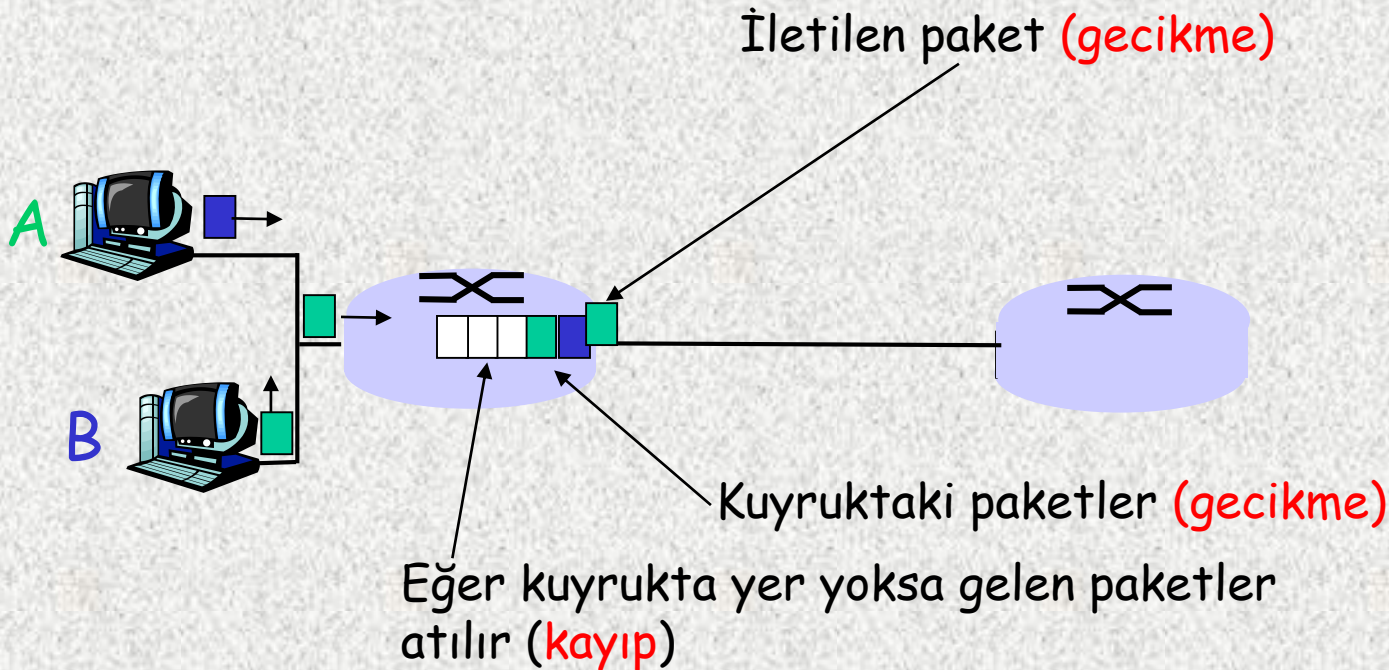
1.7 Protokol katmanları, servis modelleri

1.8 Tarihçe

Kayıp ve gecikme nasıl olur?

Paketler yönlendirici kuyruklarında beklerler

- paket geliş hızı linkin kapasitesini aşar
- Paketler kuyruğa girer, sıralarını beklerler



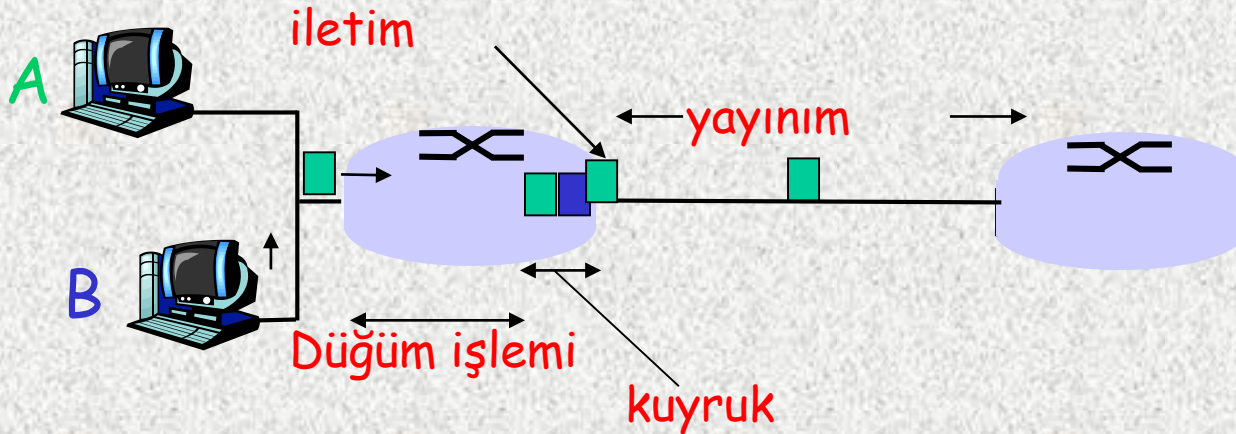
Paket gecikmesinin 4 sebebi

□ 1. düğümdeki işlemler:

- Bit hatalarının kontrolü
- Çıkış linkinin bulunması

□ 2. kuyruk

- İletim için kuyruksa bekleme zamanı
- Yönlendiricinin sıkışıklık seviyesine bağlıdır



Paket gecikmesinin 4 sebebi

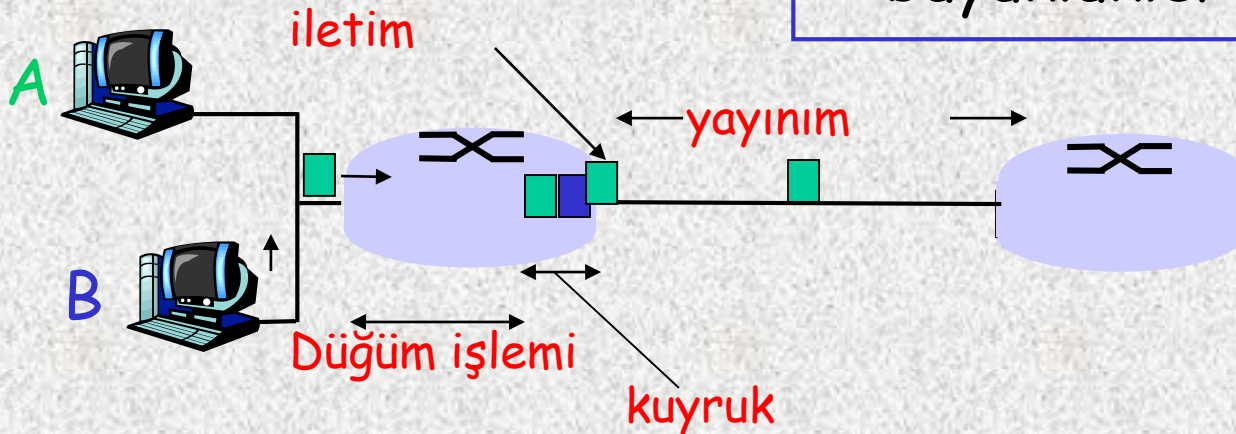
3. İletim gecikmesi:

- R = link bant genişliği (bps)
- L = paket uzunluğu (bit)
- Bitleri linke sürme süresi = L/R

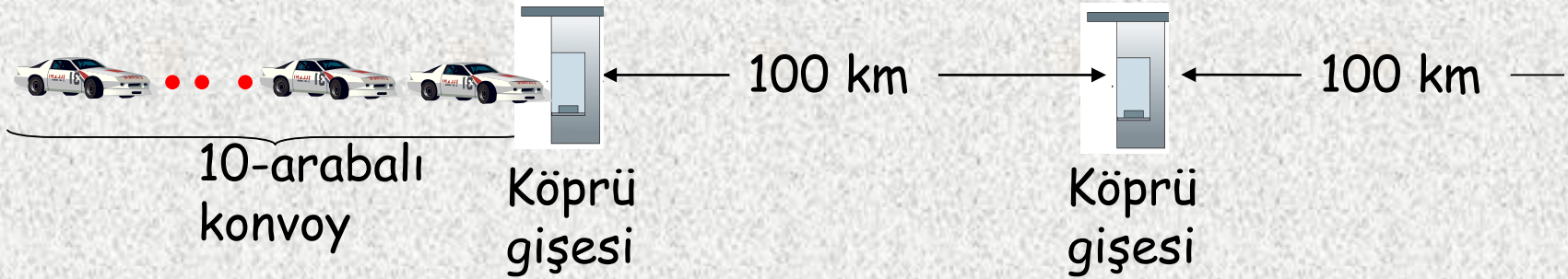
4. Yayınım gecikmesi:

- d = fiziksel linkin uzunluğu
- s = ortamdaki yayınım hızı ($\sim 2 \times 10^8$ m/s)
- Yayınım gecikmesi = d/s

Not: s ve R çok farklı büyüklüklerdir!

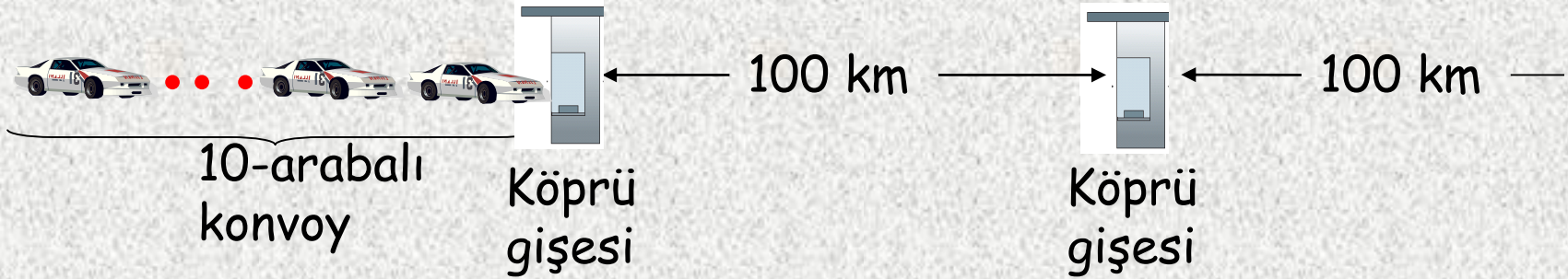


Konvoy analojisi



- arabalar saatte 100 km hızla ilerliyor (yayınım hızı)
- Her araba köprü gişesinde 12 sn bekliyor (iletim zamanı)
- araba~bit; konvoy ~ paket
- **S: Konvoyun ikinci gişenin önünde sıraya girmesi ne kadar sürer?**
- Bütün konvoyu gişeden geçirme süresi= $12*10 = 120$ sn
- Son arabanın 1. gişeden 2. gişeye ilerleme süresi: $100\text{km}/(100\text{km/saat})= 1$ saat
- **C: 62 dakika**

Konvoy analojisi



- ❑ Arabalar şimdi 1000 km hızla ilerliyor
- ❑ Her araba köprü gişesinde şimdi 1 dakika bekliyor
- ❑ **S: Birinci gişede bekleyen bütün araçlar gişeden geçmeden önce 2. gişeye gelen araba olur mu?**

- ❑ **Evet!** 7 dakika sonra, 1. araba 2. gişededir ama 3. araba hala daha 1. gişededir.
- ❑ **Paketin tamamı 1. yönlendiriciden çıkmadan 1. bit 2. yönlendiriciye ulaşmış olabilir!** [Applet](#)

Düğüm gecikmesi

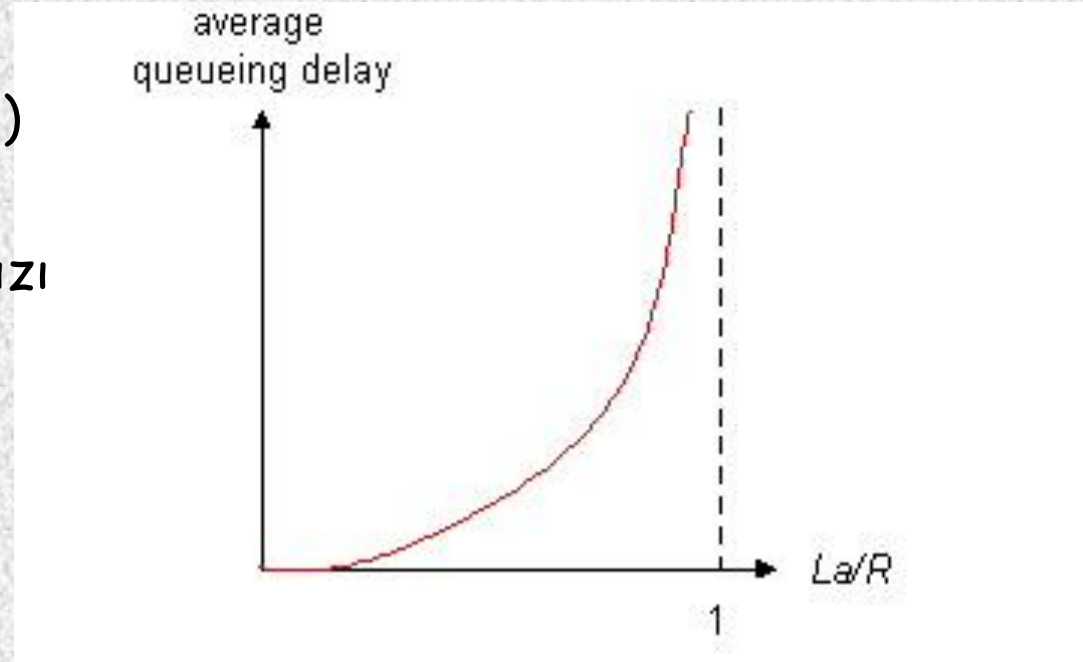
$$d_{\text{dugumsel}} = d_{\text{islem}} + d_{\text{kuyruk}} + d_{\text{iletim}} + d_{\text{yay}}$$

- ❑ $d_{\text{işleme}}$ = işleme gecikmesi
 - Birkaç mikrosaniye yada daha az
- ❑ d_{kuyruk} = kuyruk gecikmesi
 - Sıkışıklığa bağlı
- ❑ d_{iletim} = iletim gecikmesi
 - = L/R , düşük hızlı linkler için önemli miktarda
- ❑ d_{yay} = yayınım gecikmesi
 - Birkaç μs ile birkaç yüz ms arasında.

Kuyruk gecikmesi

- R =link bant genişliği (bps)
- L =paket uzunluğu (bit)
- a =ortalama paket geliş hızı (paket/sn)

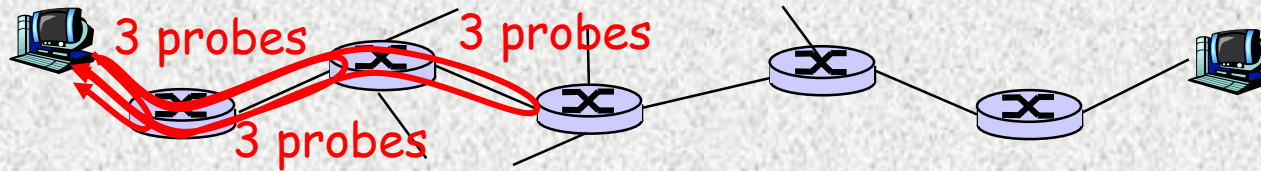
trafik yoğunluğu = La/R



- $La/R \sim 0$: ortalama kuyruk gecikmesi küçük
- $La/R \rightarrow 1$: gecikme büyür
- $La/R > 1$: ortalama gecikme sonsuz! (hmmm ilginç... sizce de öyle mi?) [Applet](#)

"Gerçek" İnternet gecikmeleri ve yolları

- ❑ Gerçek İnternet gecikmesi ve kayıpları neye benziyor?
- ❑ **Traceroute program:** İnternetteki uçtan uca yol üzerinde kaynaktan yönlendiriciye olan İnternet gecikmesini verir. Her bir yönlendiriciye
 - 3 paket gönderir
 - yönlendirici paketleri geri gönderir
 - Gönderici paketlerin çıkışı ile gelişi arasındaki zamanı ölçer.
- ❑ Visual Route



"Gerçek" Internet gecikmeleri ve yolları

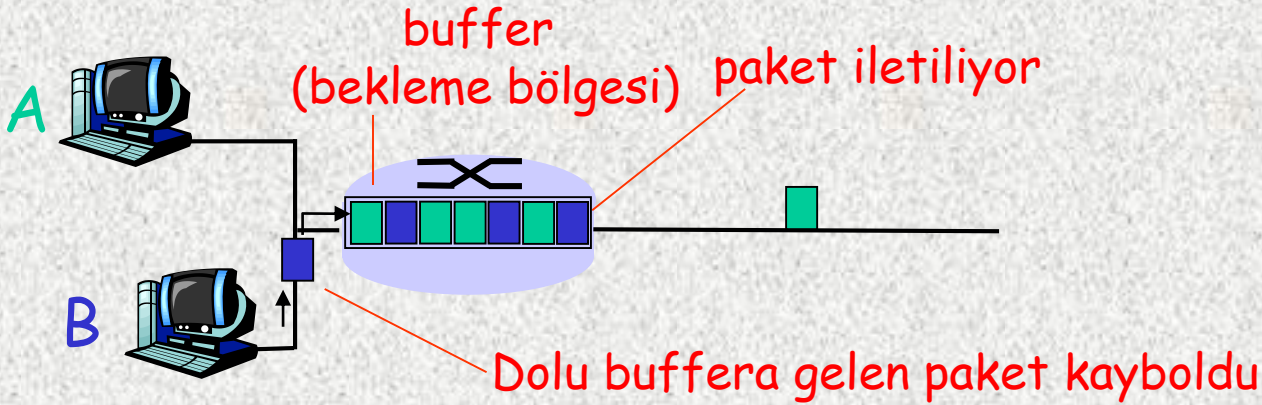
traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

gaia.cs.umass.edu'dan cs-gw.cs.umass.edu'ya 3 adet gecikme ölçümü

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	okyanus linki
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	* * *				* Cevap yok demek (probe kayboldu, yönlendirici cevap vermiyor)
19	fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142)	132 ms	128 ms	136 ms	

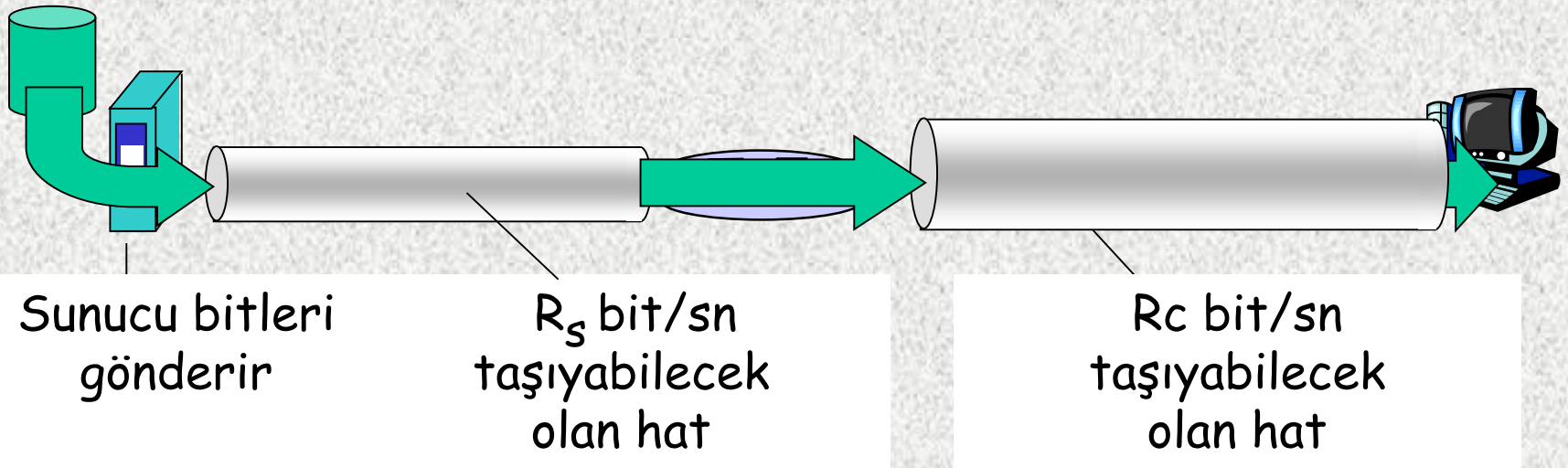
Paket kaybı

- Linkteki kuyruk (diğer adıyla buffer) sınırlı kapasiteye sahip
- Dolu kuyruğa gelen paketler atılıyor (yani kayboluyor)
- Kaybolan paket kaynak tarafından yeniden gönderilebilir, ya da hiç gönderilmeyebilir



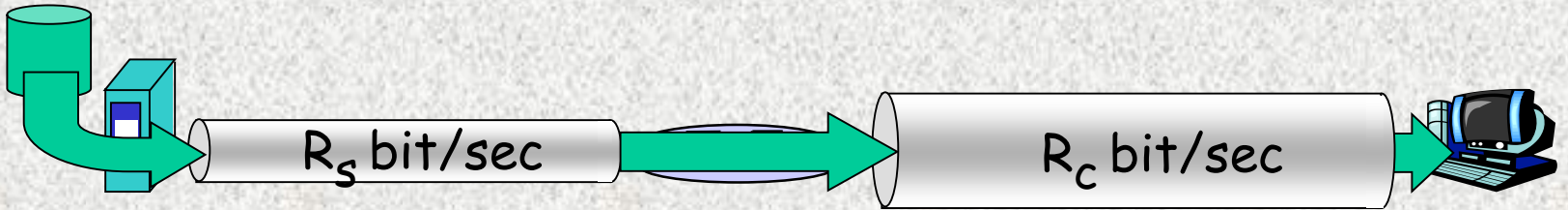
Uçtan uca akış (throughput)

- *throughput*: gönderici -alıcı arasındaki bit transfer hızı
 - *anlık*: herhangi bir zamandaki anlık hız
 - *ortalama*: uzun bir süredeki ortalama hız

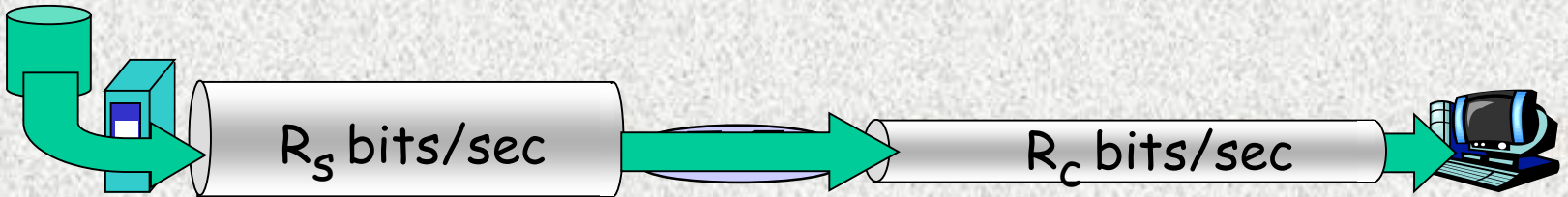


Throughput

- $R_s < R_c$ ortalama uçtan uca throughput nedir?



- $R_s > R_c$ ortalama uçtan uca throughput nedir?



darboğaz link

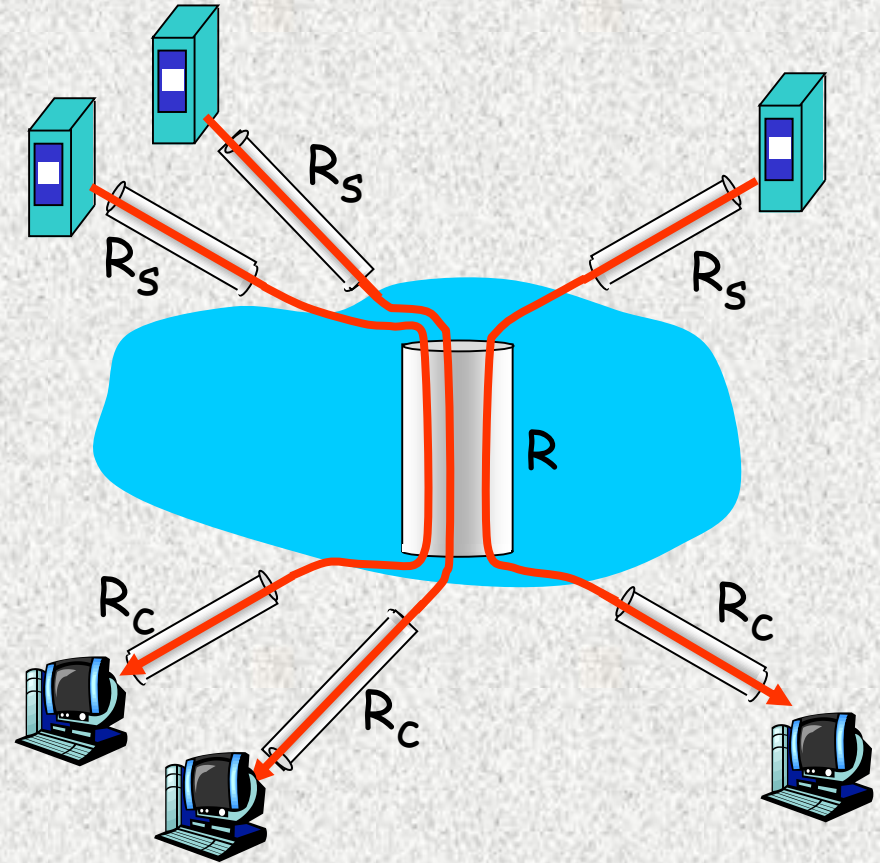
Uçtan uca throughputunu sınırlayan link

Throughput: Internet senaryosu

□ Herbir bağlantı için uçtan uca (end-end) throughput:

□ $\min(R_c, R_s, R/10)$

□ pratikte: R_c veya R_s genelde darboğazdır.



10 bağlantı (adil olarak) R bit/sn'lik Darboğaz linkini paylaşıyorlar