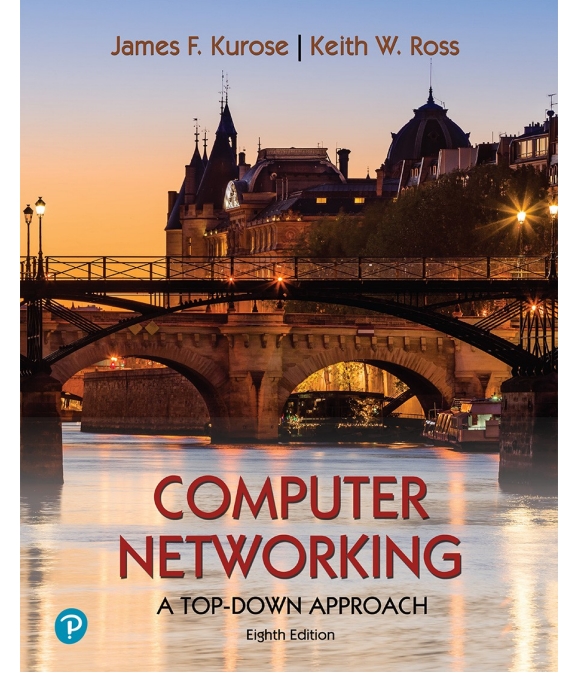


Bölüm 2

Uygulama Katmanı

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 2: konular

2.1 Ağ uygulamalarının prensipleri

2.2 Web and HTTP

2.3 FTP

2.4 Elektronik posta

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 P2P uygulamaları

2.7 UDP ve TCP ile
soket programlama

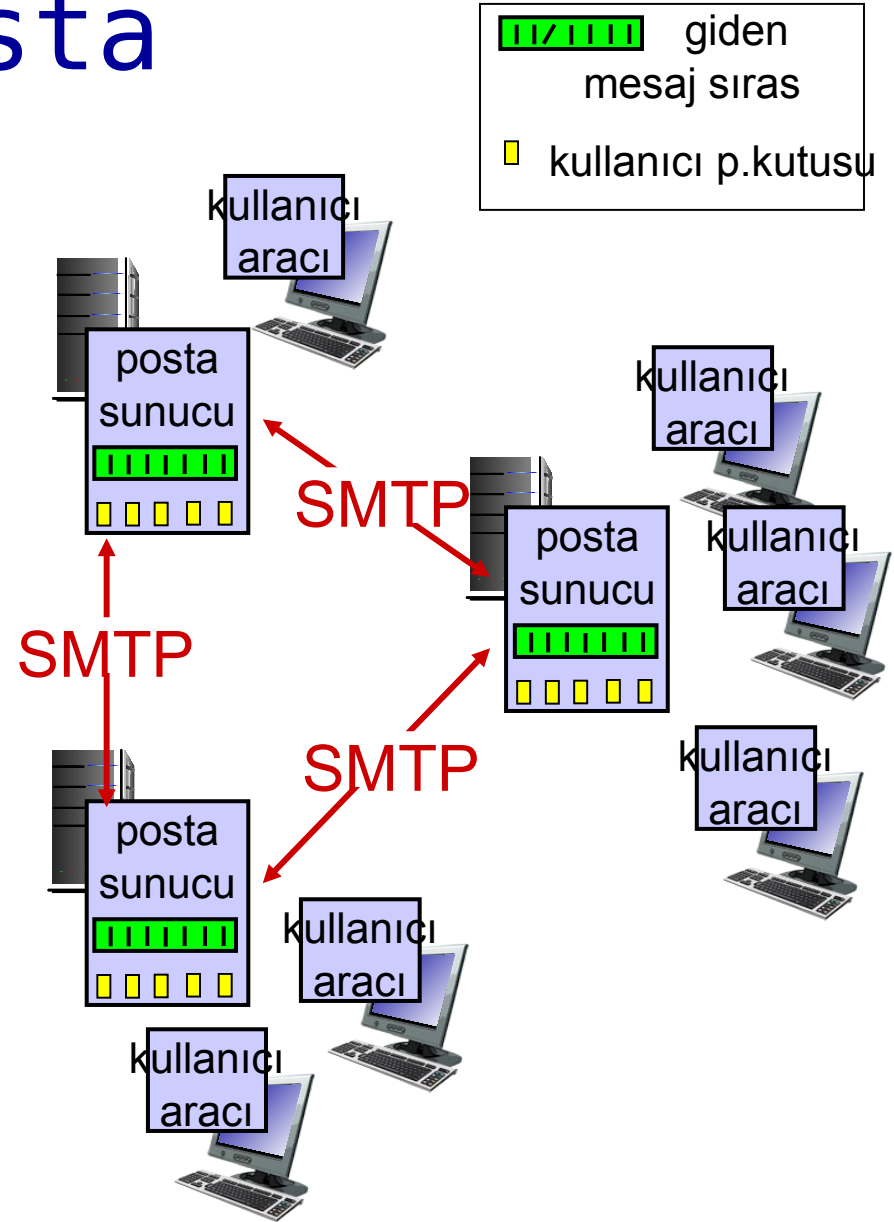
Elektronik posta

Üç ana parça:

- ❖ kullanıcı araçları
- ❖ Posta sunucuları
- ❖ simple mail transfer protocol: SMTP

Kullanıcı aracı

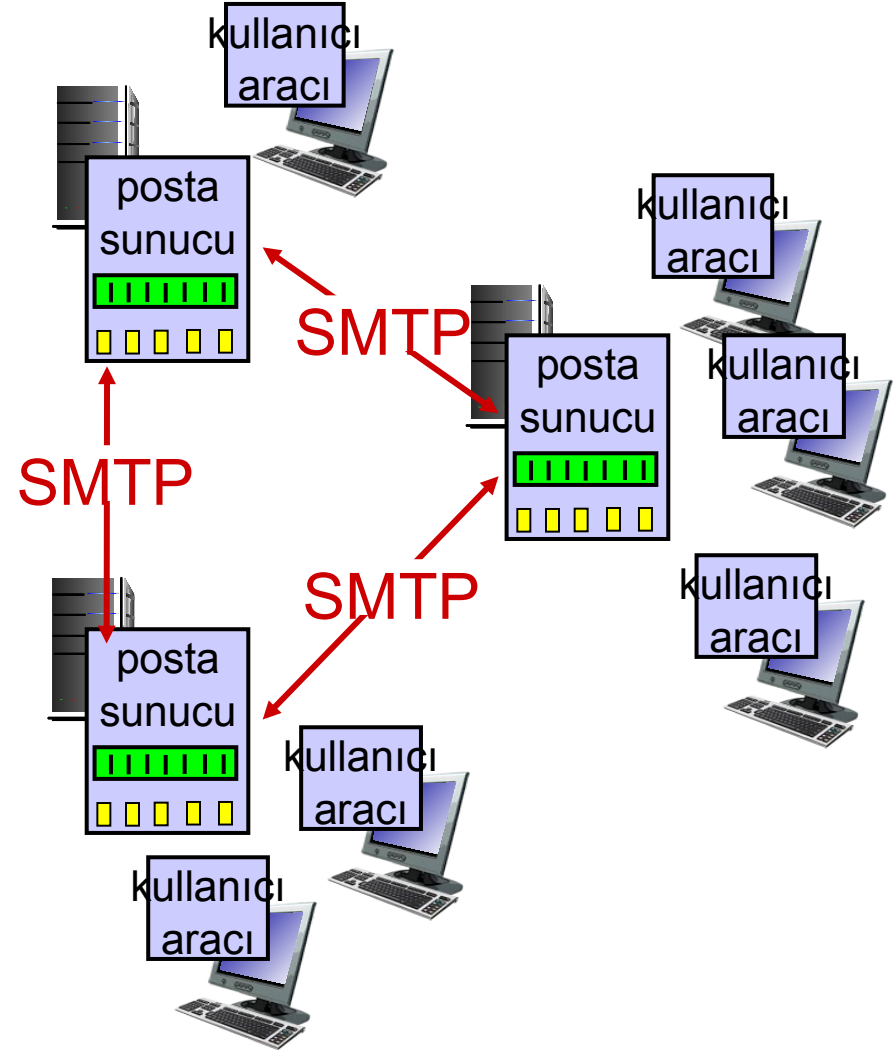
- ❖ “posta okuyucu” olarak bilinir.
- ❖ Posta mesajlarının oluşturulmasına, düzenlenmesine ve okunmasına olanak verir.
- ❖ e.g., Outlook, Thunderbird, iPhone posta istemcisi
- ❖ giden, gelen mesajlar sunucu üzerinde saklanır.



Elektronik posta: posta sunucuları

Posta sunucusu:

- ❖ *Posta kutusu* kullanıciya gelen mesajları içerir.
- ❖ *mesaj sırası* gidecek posta mesajlarını (gönderilecek) içerir.
- ❖ *SMTP protokolü* posta sunucuları arasında eposta göndermek için.
 - “istemci”: gönderen posta sunucusu
 - “sunucu”: alan posta sunucusu

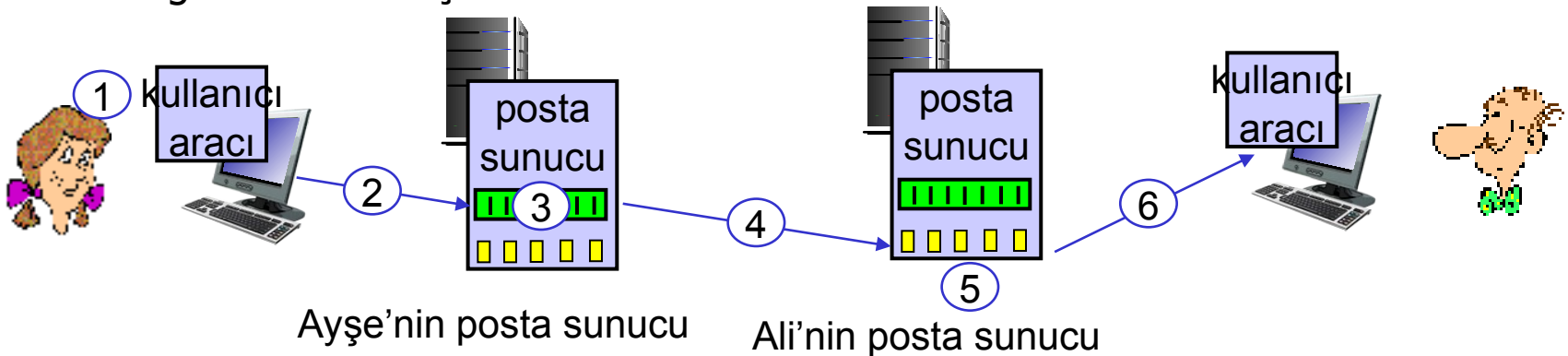


Elektronik Posta: SMTP [RFC 2821]

- ❖ Güvenilir şekilde eposta mesajını transfer edebilmek için TCP kullanır, port 25.
- ❖ direk transfer: gönderen sunucudan alan sunucuya.
- ❖ Transferin üç aşaması vardır.
 - El sıkışma (selamlaşma)
 - Mesaj transferi
 - kapanış
- ❖ komut/karşılık etkileşimi (HTTP, FTP benzeri)
 - **komutlar:** ASCII metin
 - **karşılıklar:** durum kodu ve ifadesi
- ❖ Mesajlar 7-bit ASCII olarak yazılmalıdır.

Senaryo: Ayşe Ali'ye mesaj gönderir

- 1) Ayşe kullanıcı aracını kullanarak `ali@someschool.edu` adresine mesaj hazırlar.
- 2) Ayşe'nin KA mesajı posta sunucusuna yollar; mesaj mesaj sırasına yerleştirilir.
- 3) SMTP istemci tarafı Ali'nin posta sunucusuna SMTP bağlantısı açar.
- 4) SMTP istemcisi Ayşe'nin mesajını TCP bağlantısı üzerinden yollar.
- 5) Ali'nin posta sunucusu mesajı Ali'nin posta kutusunu koyar.
- 6) Ali kullanıcı aracını çalıştırarak mesajı okur.



Örnek SMTP kullanımı

```
S: 220 hamburger.edu
C: HELO crepes.fr
S: 250 Hello crepes.fr, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alice@crepes.fr>
S: 250 alice@crepes.fr... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Do you like ketchup?
C: How about pickles?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection
```

SMTP bağlantı kurmayı deneyebilirsiniz.

- ❖ `telnet sunucuİsmi 25`
- ❖ Sunucudan gelen 220 karşılığını gözlemleyin.
- ❖ `HELO, MAIL FROM, RCPT TO, DATA, QUIT` komutlarını kullanabilirsiniz.

Yukarıda belirtilen komutlar ile e-posta aracı kullanmadan e-posta gönderebilirsiniz.

SMTP

- ❖ SMTP kalıcı bağlantı kullanır.
- ❖ SMTP mesajların (başlık ve gövde) 7-bit ASCII olarak yazılmasını gerektirir.
- ❖ SMTP sunucusu CRLF.CRLF kullanarak mesajın sonlandığını belirtir.

HTTP ile karşılaştırma:

HTTP: çekme işlemi

- ❖ SMTP: itme işlemi
- ❖ İkisi de ASCII komut/karşılık etkileşimi, durum kodlarına sahiptir.
- ❖ HTTP: Her nesne kendisini içeren karşılık mesajının içinde kapsüllenmiştir.
- ❖ SMTP: Birden fazla nesne çok-parçalı mesaj içerisinde gönderilir.

Posta mesajı formatı

SMTP: eposta mesaj
değişimi için
protokol.

RFC 822: metin
mesajının formatı
için standart:

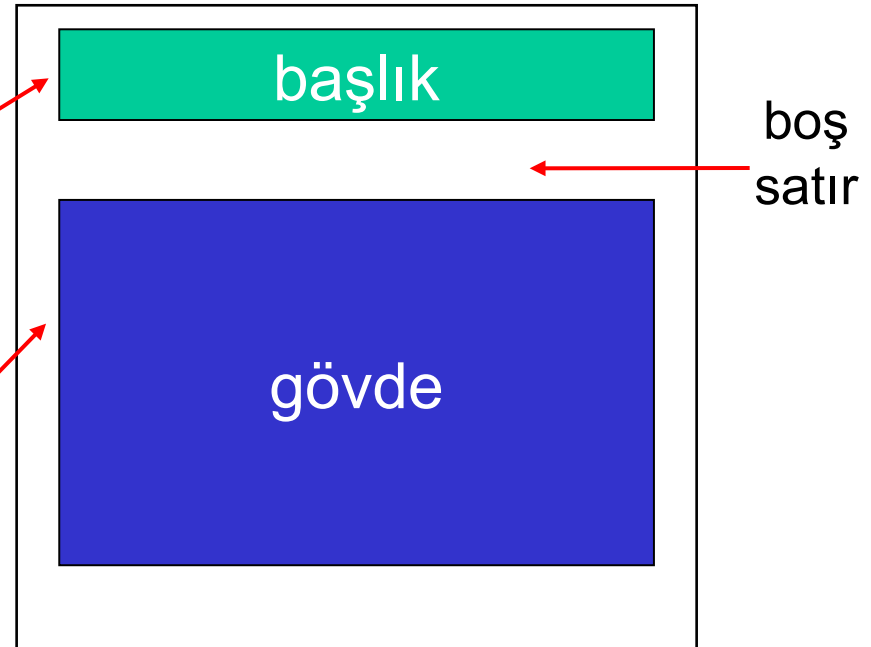
❖ Başlık satırları,
örneğin,

- Kimden:
- Kime:
- Konu:

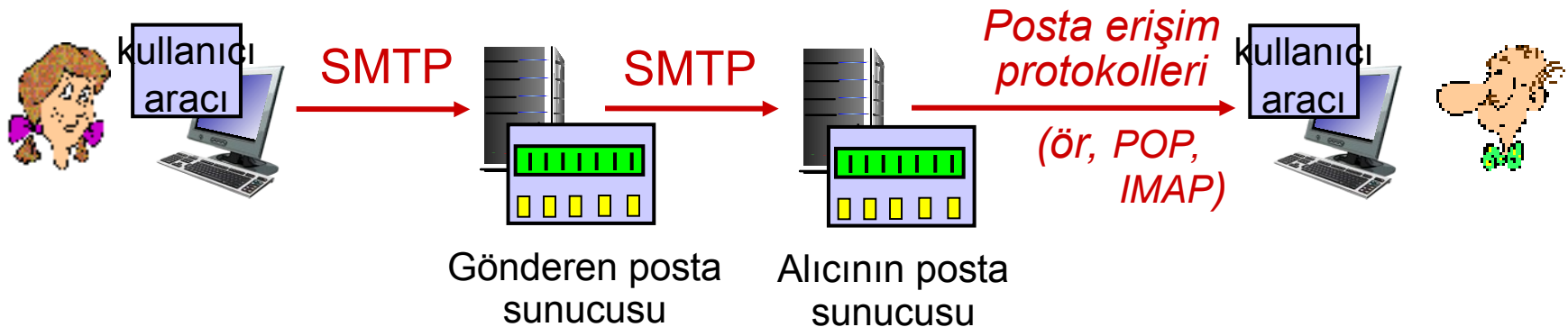
SMTP MAIL FROM, RCPT
TO: komutlarından
farklıdır!

❖ Gövde: “mesaj”

- Sadece ASCII
karakterler.



Posta erişim protokolleri



- ❖ **SMTP:** alıcının sunucusuna gönder/depola.
- ❖ Posta erişim protokolü: sunucudan alma.
 - **POP:** Post Office Protocol [RFC 1939]: yetkilendirme, indirme
 - **IMAP:** Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]: ek özellikler, örneğin sunucu üzerinde mesajların değiştirilebilmesi vb.
 - **HTTP:** gmail, Hotmail, Yahoo! Mail, vb.

POP3 protokolü

yetkilendirme safhası

- ❖ İstemci komutları:
 - **user:** kullanıcı ismini belirt
 - **pass:** parola
- ❖ sunucu karşılık
 - +OK
 - -ERR

işlem safhası, istemci:

- ❖ **list:** mesaj numaralarını sırala.
- ❖ **retr:** numara ile mesajı al
- ❖ **dele:** sil
- ❖ **quit**

```
S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK user successfully logged on

C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```

POP3 (devam) ve IMAP

POP3

- ❖ Önceki örnek POP3 “indir ve sil” modunu kullanır.
 - Ali aracını değiştirse e-postaları okuyamaz.
- ❖ POP3 “indir-ve-sakla”: farklı araçlarda mesajların kopyası bulunur.
- ❖ POP3 oturumlar arası durumsuzdur.

IMAP

- ❖ Bütün mesajları aynı yerde saklar: sunucuda.
- ❖ Kullanıcıların mesajları klasörlere ayırmasına izin verir.
- ❖ Oturumlar arası kullanıcı durumunu saklar.
 - Klasör isimleri ve mesaj numaraları ile klasör isimleri arasındaki eşleştirme gibi bilgiler saklanır.

Bölüm 2: konular

2.1 Ağ uygulamalarının prensipleri

2.2 Web and HTTP

2.3 FTP

2.4 Elektronik posta

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 P2P uygulamaları

2.7 UDP ve TCP ile
soket programlama

DNS: domain name system

insanlar: Birçok belirteç:

- TCKN, isim, pasaport #

Internet cihazlar, yönlendiriciler:

- IP adresi (32 bit) – datagramları adreslemek için kullanılır.
- “isim”, örneğin, www.yahoo.com – insanlar tarafından kullanılır.

S: IP adresinden isim eşleme, veya tam tersi, nasıl yapılabilir?

Domain Name System:

- ❖ *dağınık veritabanı* isim sunucuları hiyerarşisi şeklinde tanımlanmıştır.
- ❖ *Uygulama-katmanı protokolü:* cihazlar, isim sunucuları isimlere erişmek için haberleşirler (adres/isim çevirisi).
 - not: İnternet çekirdek fonksiyonu uygulama-katmanı protokolü olarak tanımlanmış.
 - Karmaşıklık ağ “kenarına” bırakılmış.

DNS: hizmetler, yapısı

DNS hizmetleri

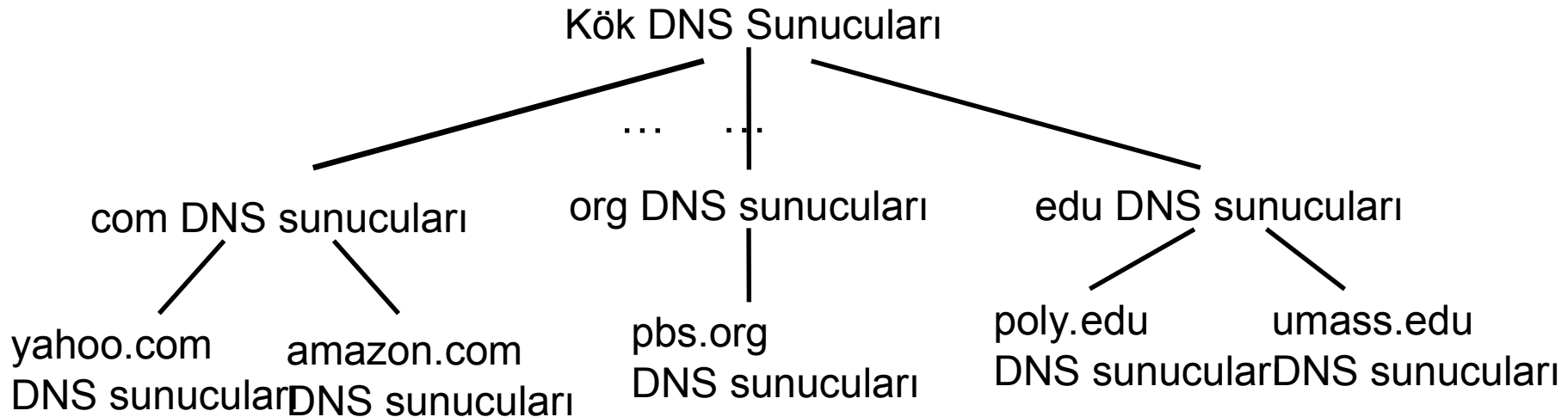
- ❖ Cihaz adından IP adresine çeviri.
- ❖ Cihaz paylaşımına (İng: host aliasing).
 - kanonik, takma isimler
- ❖ Posta sunucusu paylaşımına
- ❖ Yük dağıtımını
 - Çoklanmış Web sunucuları: Birçok IP adresi aynı isme denk gelebilir.

Neden merkezi DNS kullanılmaz?

- ❖ Tek noktada hata sistemi durdurur.
- ❖ Trafik hacmi
- ❖ Uzak merkezi veritabanı
- ❖ Bakım.

C: *ağ büyüdükçe sorun olur.*

DNS: dağınık ve hiyerarşik bir veritabanı



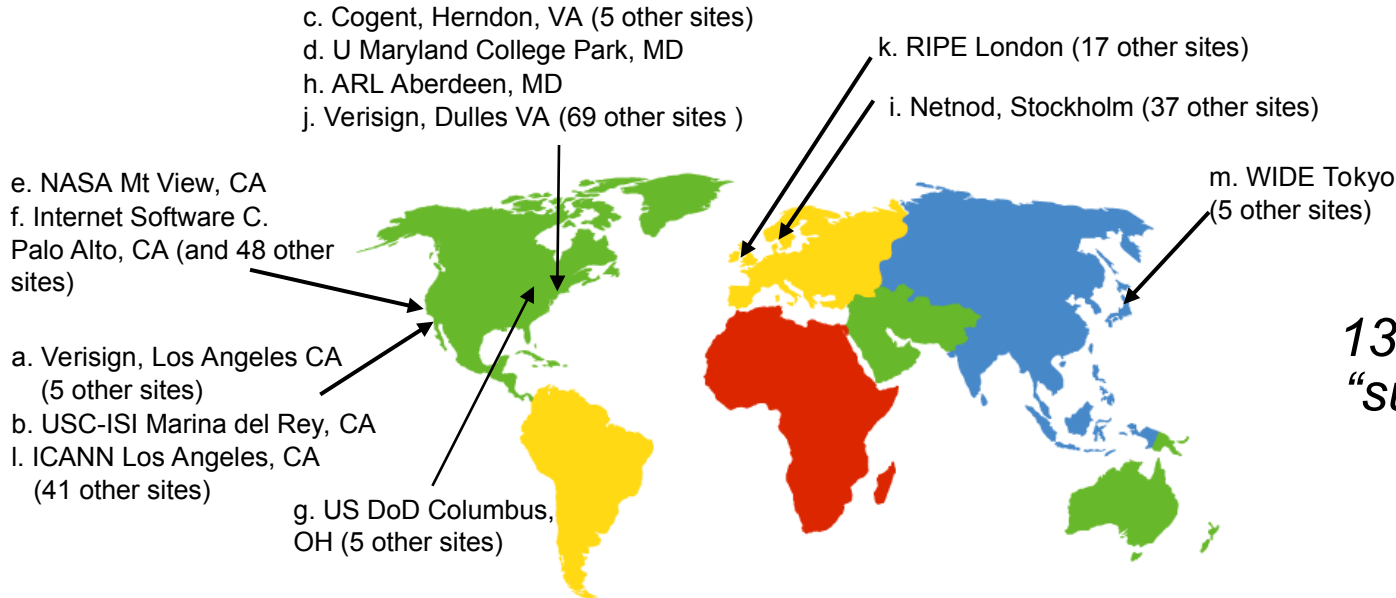
Istemci www.amazon.com *için IP adresini istiyor; 1. yöntem:*

- ❖ İstemci kök sunucusuna sorarak .com DNS sunucusunun adresini alır.
- ❖ İstemci .com DNS sunucusuna sorarak amazon.com DNS sunucusunun adresini alır.

İstemci amazon.com DNS sunucusuna sorarak
www.amazon.com için IP adresini alır.

DNS: kök isim sunucuları

- ❖ Yerel isim sunucusu ismi bulamadığında iletişime geçer.
- ❖ Kök isim sunucu:
 - Isim eşleştirmesi bilinmiyorsa yetkili isim sunucusu ile iletişime geçer.
 - Eşlemeyi alır
 - Yerel isim sunucusuna bildirir.



*13 kök isim
“sunucusu”*

En Üst Alan, yetkili sunucular

*En Üst alan (İng: top-level domain (TLD))
sunucuları:*

- com, org, net, edu, aero, jobs, museums gibi alan isimleri ile en-üst seviye ülke alanlarından sorumludur, ör: uk, fr, ca, jp, tr.
- Network Solutions şirketi .com TLD için sunucuyu sürdürür.
- Educause .edu alanı için.

Yetkili DNS sunucuları:

- Organizasyonun kendi DNS sunucuları, organizasyonun isme sahip cihazları için yetkilendirici cihaz ismi IP çevirisi yapar.
- Hizmet sağlayıcı veya organizasyon tarafından yönetilebilir.

Yerel DNS isim sunucusu

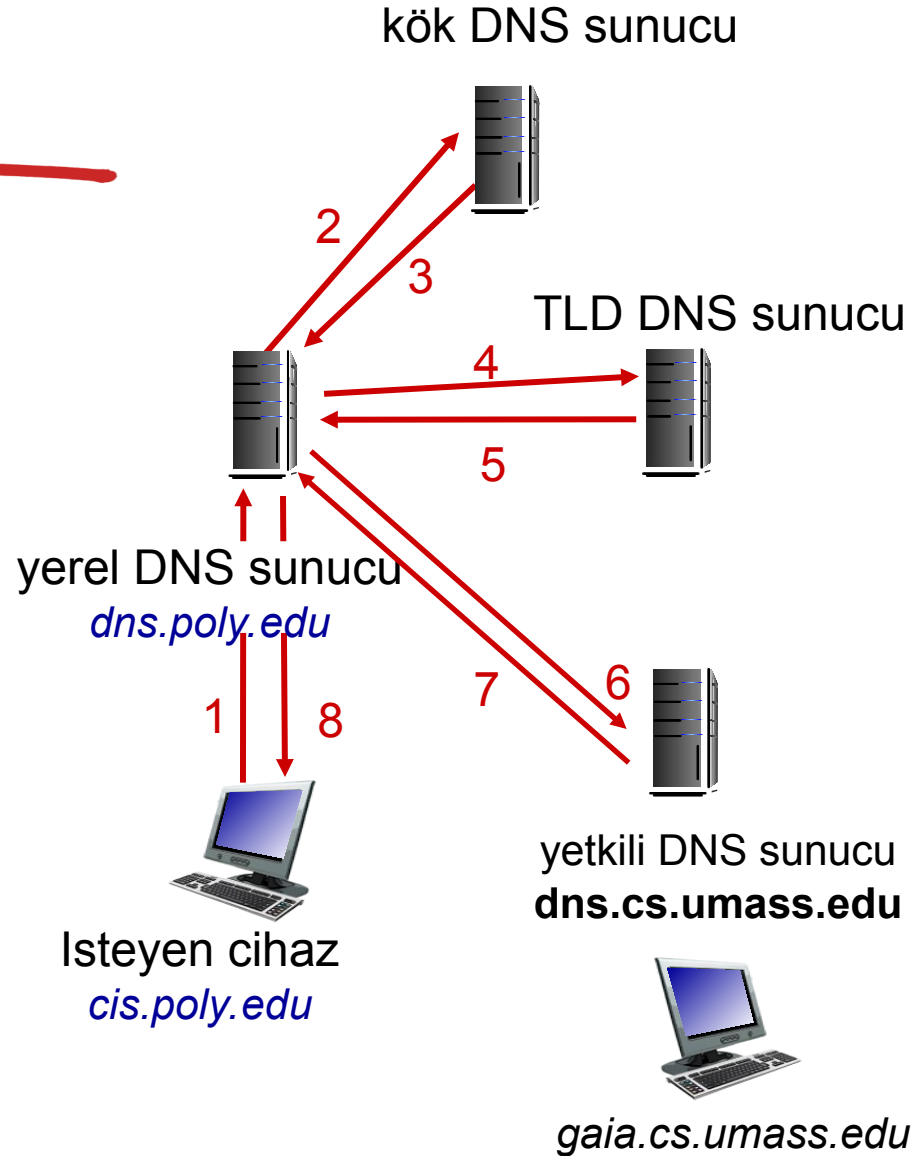
- ❖ Hiyerarşinin parçası olmak zorunda değil.
- ❖ Her ISP (yerleşik ISP, şirket veya üniversite) kendisi bir yerel DNS isim sunucusuna sahip olabilir.
 - Ayrıca “varsayılan isim sunucusu” olarak adlandırılır.
- ❖ Bir cihaz DNS sorgusu yaptığında, sorgu yerel DNS sunucusuna gönderilir.
 - Sunucuda önbelleklenmiş taze isim-adres çeviri çiftleri bulunur (ancak tarihi geçmiş olabilir!).
 - Vekil olarak çalışır, sorguyu hiyerarşiye iletir.

DNS isim çözme örneđi

- ❖ cis.poly.edu
adresindeki cihaz
gaia.cs.umass.edu
adresinin IP
numarasını istiyor.

Döngüsel sorgu:

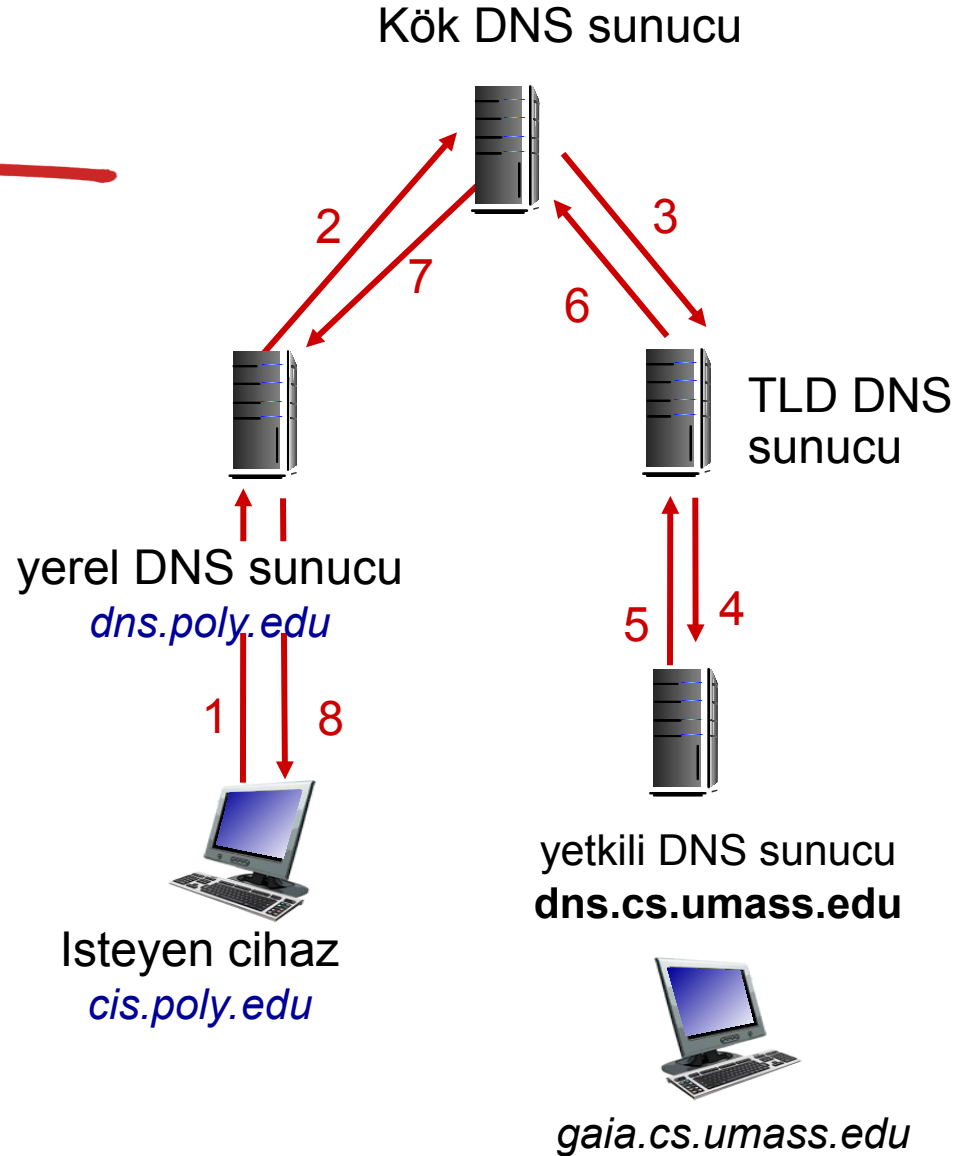
- ❖ İletişime geçilen
sunucu bir sonraki
iletişimi geçilecek
sunucunun adresini
cevap olarak döner.
- ❖ “Bu ismi bilmiyorum,ama
şu sunucuya sorabilirsi
n”.



DNS isim çözme örneđi

Yinelenmeli sorgu:

- ❖ Isim çözme işini iletişime geçilen isim sunucusuna bırakır.
- ❖ Hiyerarşinin üst seviyelerine fazla yük bindirir.



DNS: kayıtları önbellekleme ve yenileme.

- ❖ Herhangi bir isim sunucusu bir eşlemeyi öğrendiğinde bu eşlemeyi önbellekler.
- ❖ Önbelleklenmiş kayıt bir süre sonra hafızadan silinir (Yaşam süresi (YS), İng: TTL)
 - TLD sunucuları genellikle yerel isim sunucularından önbelleklenir.
 - Böylece kök sunucuları çok sık ziyaret edilmez.
- ❖ Önbelleklenmiş kayıtların tarihi geçebilir (en iyi gayret isim-adres çevirisi).
 - Eğer cihaz IP adresini değiştirirse, bütün TTL süreleri geçinceye kadar İnternet'in geri kalan kısmı tarafından bu durum bilinmeyebilir.
- ❖ yenile/haberdaret mekanizmaları IETF standartlarında belirtilmiştir.
 - RFC 2136

DNS kayıtları

DNS: kaynak kayıtlarını (KK) depolayan dağınık veritabanı.

KK format: (isim, değer, tip, ys)

tip=A

- **isim** cihaz adı
- **değer** IP adresi.

tip=NS

- **isim** alan (Ör, foo.com)
- **değer** bu alan adı için yetkili isim sunucusunun cihaz adı.

tip=CNAME

- **isim** kanonik (gerçek) isim için takma ad.
- **www.ibm.com** gerçekte **servereast.backup2.ibm.com**
- **değer** kanonik isim.

tip=MX

- **Değer isim** ile alakalı posta sunucusunun cihaz ismi.

DNS protokolü, mesajları

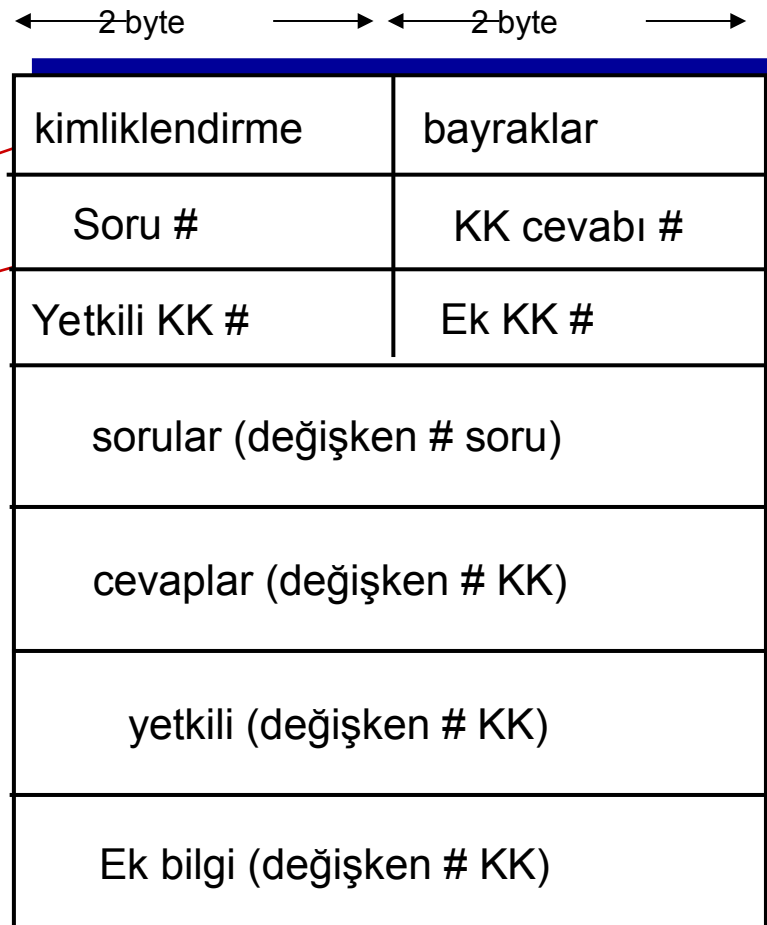
- ❖ *Sorgu* ve *cevap* mesajları, ikisi de aynı mesaj formatında.

msj başlığı

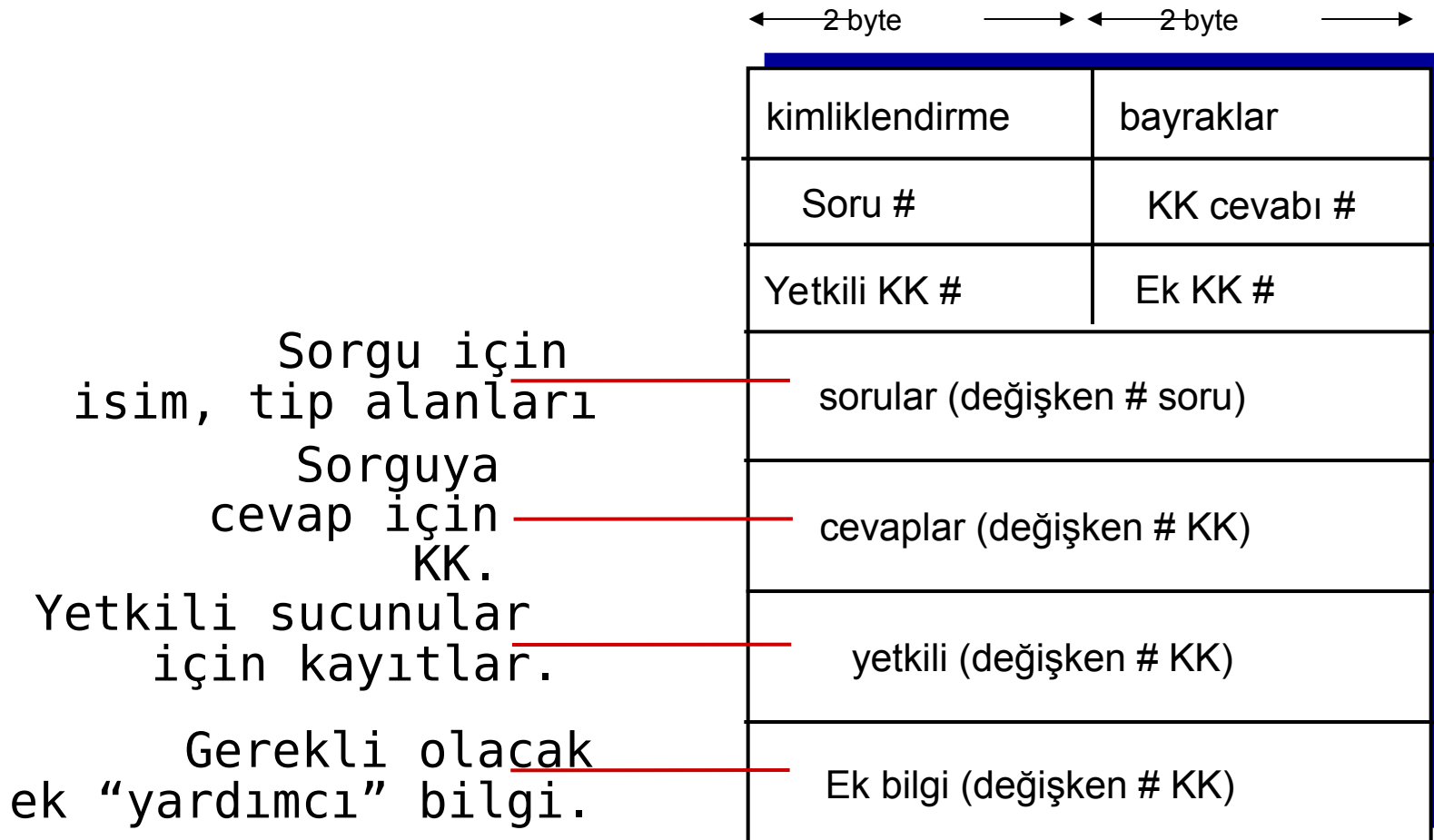
- ❖ **kimliklendirme:** 16 bit # sorgu için, sorguya cevap aynı # kullanır.

- ❖ **bayraklar:**

- sorgu veya cevap
- yinelenme isteniyor mu
- Yinelenme mümkün mü
- Cevap yetkili mi



DNS protokolü, mesajları



DNS yeni kayıt ekleme

- ❖ Örnek: “Network Uptopia” isminde yeni bir şirket kuruyoruz.
- ❖ *DNS kayıtçısında* (ör:, Network Solutions) networkuptopia.com adresini kayıtlarız.
 - Gerekli cihaz isimleri ve yetkili isim sunucusunun (öncül ve ikincil) IP adresini bildiririz.
 - Kayıtçı TLD sunucusuna iki yeni kayıt ekler.
(networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS)
(dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A)
- www.networkuptopia.com adresi için yetkili sunucuda tip A kaydı, networkuptopia.com posta sunucusu için MX kaydı oluştururuz.
- Ayrıca birden fazla sunucumuz var ise yetkili sunucu yük dağıtımını yapabilir.

DNS sunucularına saldırı

DdoS saldırıları

- ❖ Kök sunucusunu aşırı trafik ile bombala.
 - Bu güne kadar başarılı olamamıştır.
 - Trafik filtreleme.
 - Yerel DNS sunucuları TLD sunucuların IP adreslerini önbellekler, kök sunuculara ulaşmaz.
- ❖ TLD sunucuları bombala
 - Daha tehlikeli.

Yönlendirme saldırıları

- ❖ Ortada-adam
 - Sorguları yakala
- ❖ DNS zehirleme
 - DNS sunucularına sahte cevaplar yolla, cevaplar önbelleklensin.

DNS yararlanarak DDos saldırısı yapma

- ❖ Sahte kaynak adresi ile sorgular gönder: hedef IP içerir.
- ❖ Çok mesaj gönderilmesini sağlamak gerekir.

Bölüm 2: konular

2.1 Ağ uygulamalarının prensipleri

2.2 Web and HTTP

2.3 FTP

2.4 Elektronik posta

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 P2P uygulamaları

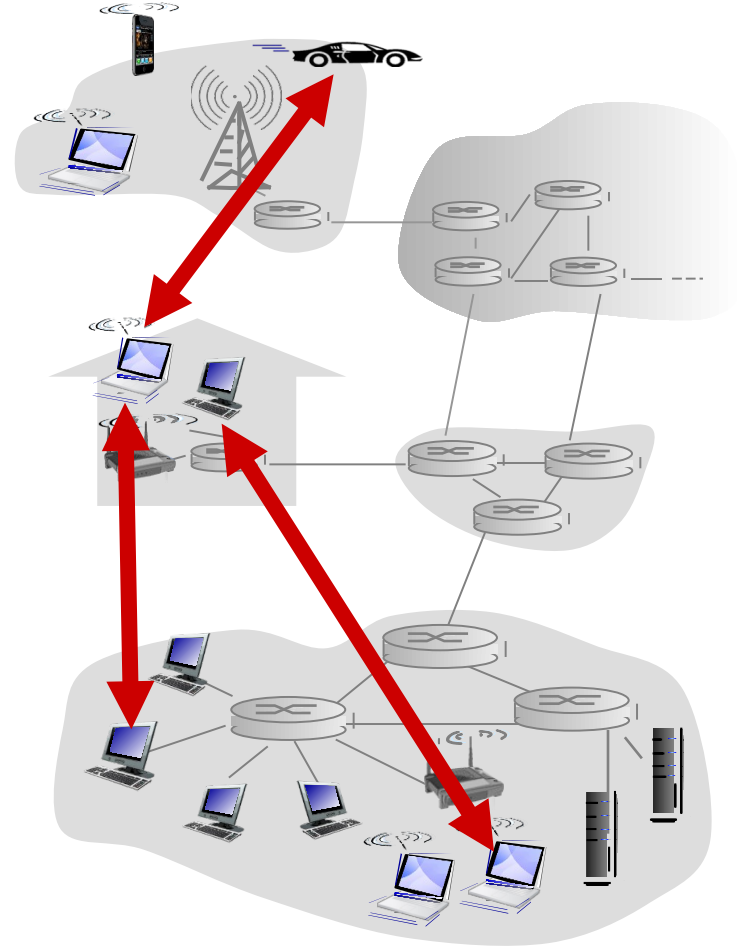
2.7 UDP ve TCP ile
soket programlama

Saf P2P mimarisi

- ❖ Her zaman açık sunucu bulunmaz.
- ❖ Rasgele uç sistemler direk olarak haberleşir.
- ❖ Üyeler belli aralıklarla bağlanır ve IP adreslerini değiştirirler.

örnekler:

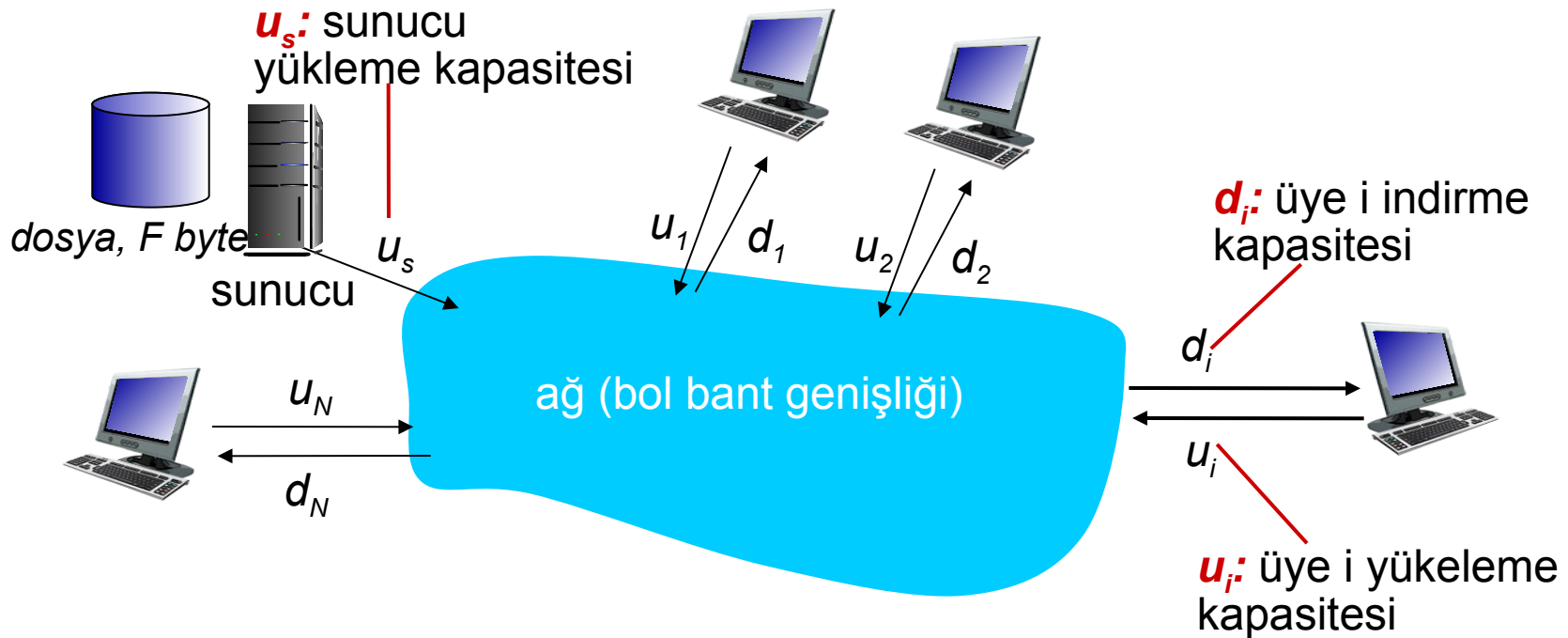
- Dosya paylaşımı (BitTorrent)
- Yayınlama (KanKan)
- VoIP (Skype)



File paylaşımı: istemci-sunucu vs P2P

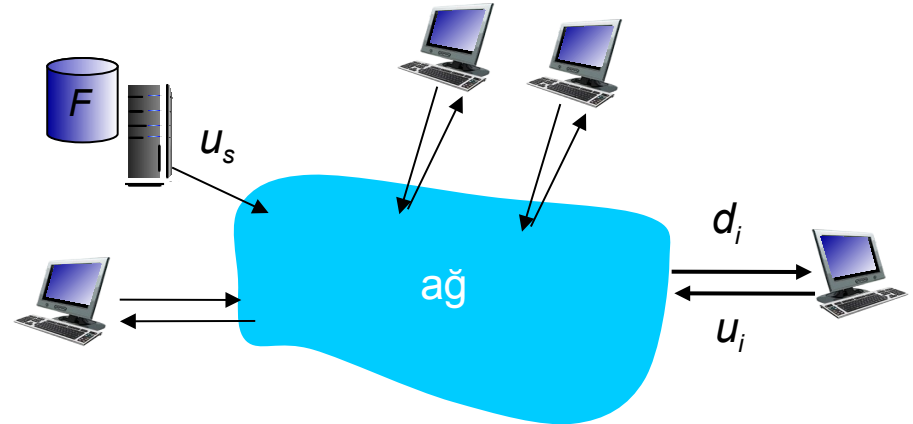
Soru: Bir dosyayı (F büyüklüğünde) N üyeye dağıtmak ne kadar süre alır?

- üye yükleme/indirme kapasitesi sınırlı bir kaynak.



Dosya dağıtım süresi: istemci-sunucu

- ❖ *Sunucu iletimi*: Sıralı şekilde N tane dosyayı göndermeli (yüklemeli)
 - Bir kopyayı göndermek için süre: F/u_s
 - N kopyayı göndermek için süre: NF/u_s
- ❖ *istemci*: her istemci dosyanın kopyasını indirmeli.
 - d_{\min} = min istemci indirme hızı
 - min istemci indirme süresi: F/d_{\min}

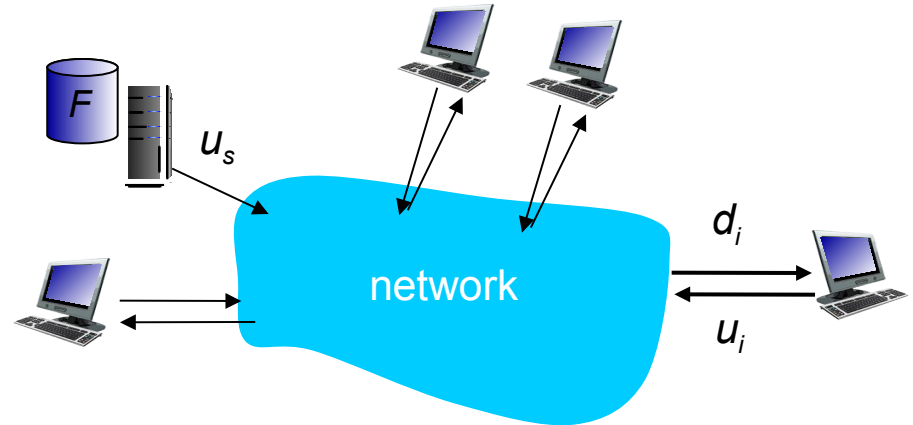


*Istemci sunucu mimarisi ile $D_{c-s} = \max\{NF/u_s, F/d_{\min}\}$
N istemci F büyüklüğünde
bir dosyayı gönderme süresi*

N'e bağlı doğrusal olarak artar

Dosya dağıtım süresi: P2P

- ❖ *Sunucu iletimi*: en azından bir kopyayı yüklemeli.
 - Bir kopya göndermek için süre: F/u_s
- ❖ *istemci*: her istemci bir kopya indirmelidir.
 - min istemci indirme süresi: F/d_{\min}
- ❖ *istemciler*: toplamda NF byte indirecekler.
 - max yükleme hızı (max indirme hızını limitler) $u_s + \sum u_i$



*P2P yaklaşımı ile
F büyüklüğünde N dosyayı
dağıtma zamanı*

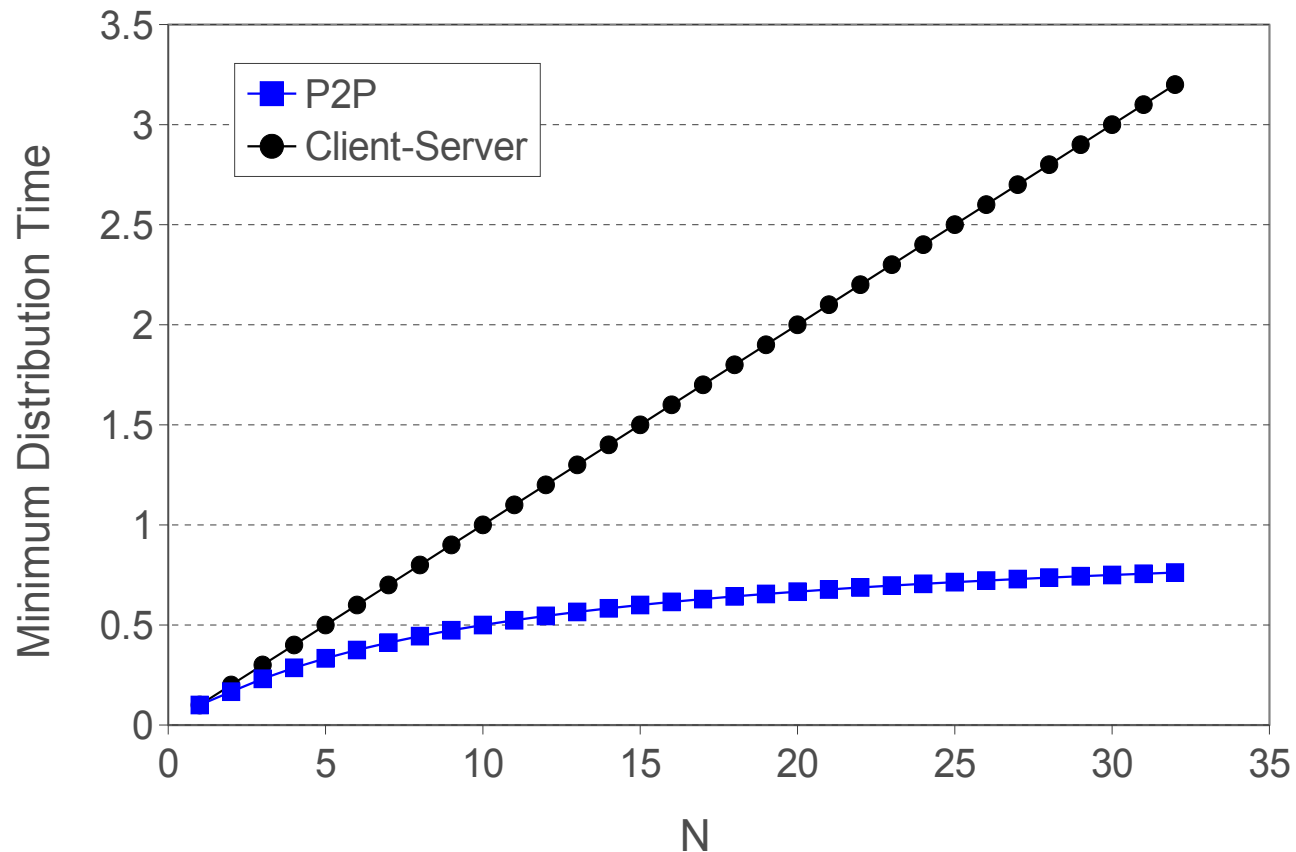
$$D_{P2P} > \max\{F/u_s, F/d_{\min}, NF/(u_s + \sum u_i)\}$$

N'e bağlı doğrusal olarak artar ...

... ancak aynı zaman bu da artar, her gelen üye yeni yükleme kapasitesi getirir.

İstemci-sunucu vs. P2P: örnek

İstemci yükleme hızı = u , $F/u = 1$ saat, $u_s = 10u$, $d_{min} \geq u_s$

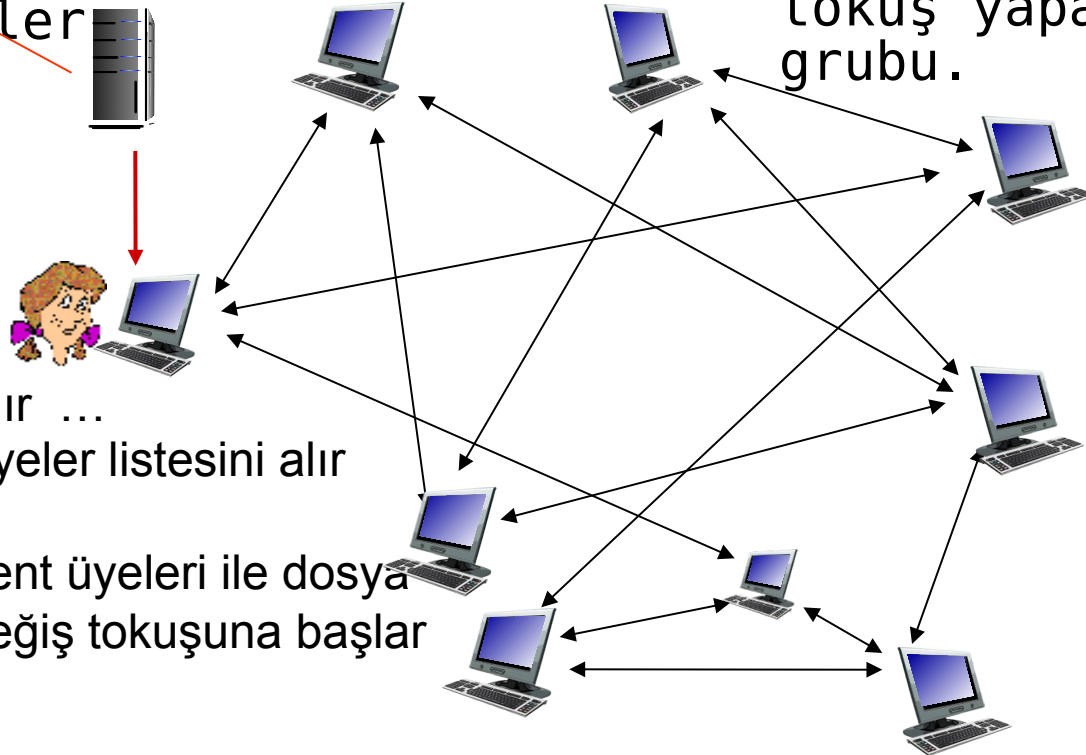


P2P dosya paylaşımı: BitTorrent

- ❖ Dosya 256 Kb parçalara bölünür.
- ❖ Torrent içindeki üyeler dosya parçalarını gönderir / alır.

izleyici: torrent paylaşımındaki üyeleri izler

torrent: bir dosyanın parçalarını değiş tokuş yapan üyeler grubu.

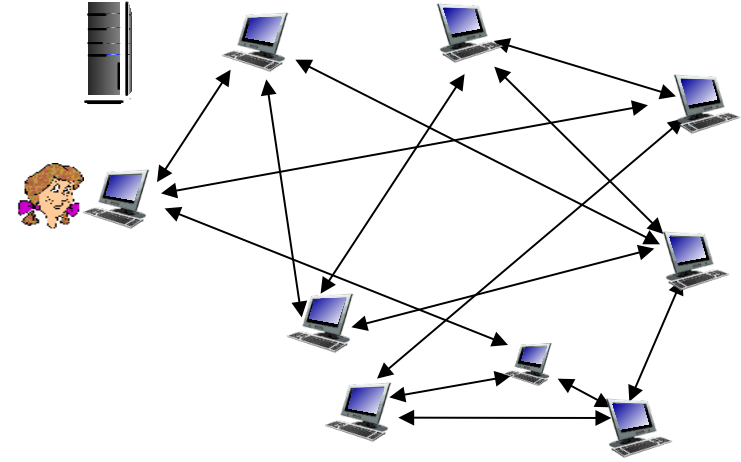


Ayşe katılır ...
... izleyiciden üyeler listesini alır

... ve torrent üyeleri ile dosya parçası değiş tokuşuna başlar

P2P dosya paylaşımı: BitTorrent

- ❖ Üyelerin torrent katılımı:
 - Başta parçası yok, ancak zaman geçtikçe diğer üyelerden edinecektir.
 - İzleyiciye kayıt olur ve üye listesini alır, üyelerin bir kısmına bağlanır (“komşular”).



- ❖ İndirirken, üye aynı zamanda diğer üyelere parça yükler.
- ❖ Üyeler parça değişimi yaptığı üyeleri değiştirebilir.
- ❖ *churn*: üyeler gelip gidebilir.
- ❖ Bir üye dosyanın tamamına sahip olduğunda (bencil) ayrılabilir veya (fedakar) torrent içinde kalabilir.

BitTorrent: dosya parçaları isteme / gönderme

Parça isteme:

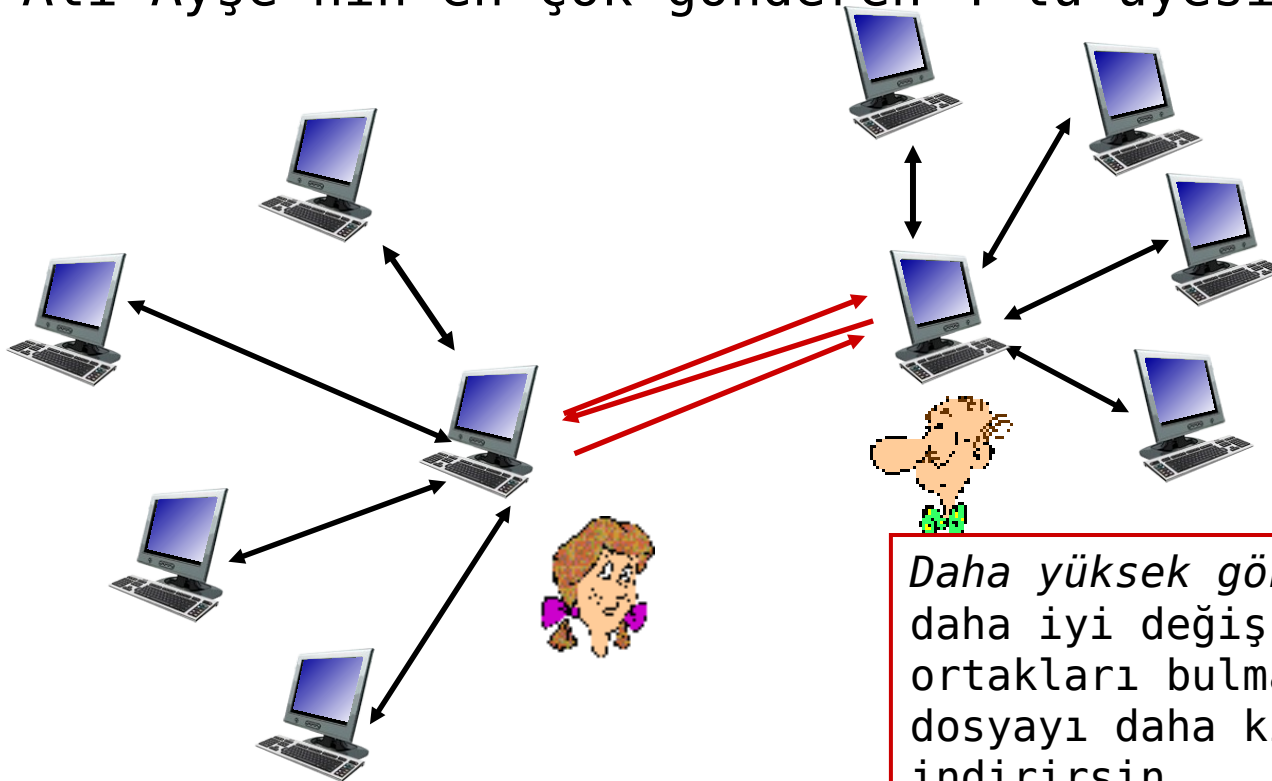
- ❖ Belli bir zamanda farklı üyeler dosya parçalarının farklı bir altkümesine sahiptir.
- ❖ Belli aralıklarla Ayşe, her üyeye sahip olduğu parçaların listesini sorar.
- ❖ Ayşe sahip olmadığı parçaları diğer üyelerden ister, öncelikle en az bulunan parça olmak üzere.

Parça gönderme: tit-for-tat

- ❖ Ayşe kendisine en yüksek hızda parça gönderen dört üyeye parça gönderir.
 - Diğer üyeler Ayşe tarafından boğulur (Ayşe'den parça alamazlar).
 - Her 10 saniyede en çok gönderen 4'lü tekrar hesaplanır.
- ❖ Her 30 saniyede rastgele bir üye seçilir ve parça gönderilir.
 - "iyimser" yaklaşımla bu üye beslenir.
 - Parça gönderilen üye bir süre sonra en iyi 4'lü içine girebilir.

BitTorrent: tit-for-tat

- (1) Ayşe “iyimser” olarak Ali’ye parça gönderir
- (2) Ayşe Ali’nin en çok gönderen 4lü üyesine girer;
Ali karşılık verir
- (3) Ali Ayşe’nin en çok gönderen 4’lü üyesine girer.



*Daha yüksek gönderme hızı:
daha iyi değiş tokuş
ortakları bulmanı sağlar,
dosyayı daha kısa sürede
indirirsin.*