

# Bilgisayar Ağları Computer Networks

Hazırlayan: M. Ali Akcayol  
Gazi Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Bu dersin sunumları, "James Kurose, Keith Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach 6/e, Pearson, 2013." kitabı kullanılarak hazırlanmıştır.

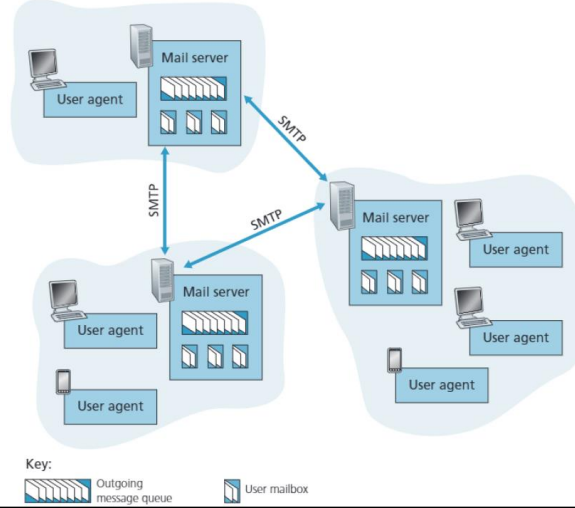
## İçerik

---

- ▶ E-Posta
- ▶ DNS
- ▶ Peer-to-Peer dosya dağıtımı

## E-Posta

- ▶ E-posta ilk uygulamalardandır ve asenkron haberleşme yapar.
- ▶ E-posta'nın 3 temel bileşeni vardır: **user agent**, **mail sunucu**, **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)**.



3

## E-Posta

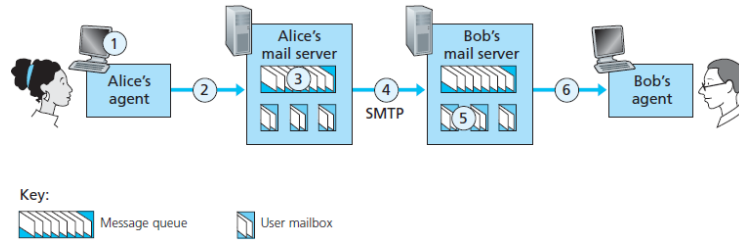
- ▶ **User agent** ile e-posta oluşturma, okuma, cevaplama, ... (Microsoft Outlook, Apple Mail) yapılır.
- ▶ **Posta sunucular** e-postanın temel bileşenleridir.
- ▶ **Her kullanıcı** posta sunuculardan birisinde bir **posta kutusuna sahiptir**.
- ▶ **Kullanıcı** kendi posta kutusuna erişmek için **login olur**.
- ▶ Alıcı posta sunucusundaki **olası hataları gönderici sunucu izler** ve gerekirse kullanıcıyı mesajla bilgilendirir.
- ▶ Alıcı tarafından alınamayan e-postaları tekrar göndermeye çalışır.
- ▶ **SMTP**, e-posta için **uygulama katmanı protokolüdür**.
- ▶ SMTP, ulaşım katmanında **TCP kullanır**.
- ▶ **SMTP istemci kısmı** gönderen sunucuda, **sunucu kısmı** ise alıcı posta sunucusunda çalışır.

4

## E-Posta

### SMTP

- ▶ **SMTP**, gönderen posta sunucusundan **alıcı posta sunucusuna kadar e-postayı iletir** (RFC 5321).
- ▶ SMTP, body kısmında **7-bit ASCII** kullanır.
- ▶ Gönderilen multimedya verisi 7-bit ASCII'ye çevrilir.
- ▶ **SMTP istemci**, sunucuya TCP bağlantısı açar (port 25 ).
- ▶ **Gönderen kendi posta sunucusuna iletir** ve kuyruğa alınır.
- ▶ E-posta SMTP sunucusu tarafından alıcının posta kutusuna aktarılır.

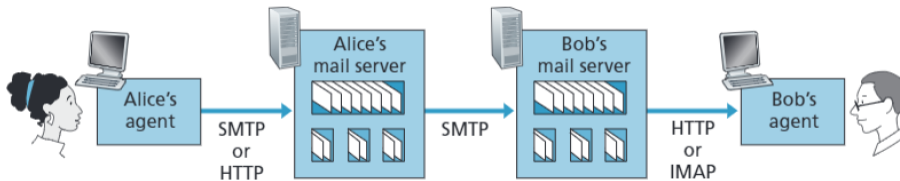


5

## E-Posta

### Mail erişim protokolleri

- ▶ **Alıcı**, sunucu üzerinde kendi posta kutusuna **gelen mailleri erişim protokolleri ile alır**.
- ▶ Alıcı, **HTTP veya IMAP** (Internet Mail Access Protocol) ile gelen mailleri alır.
- ▶ **Sunucu** göndericiden gelen **mailleri SMTP ile alır**.
- ▶ Alıcının **user agent** yazılımı da **HTTP ile gelen mailleri sunucudan alır**.
- ▶ Gelen **mailleri almak için POP (Post Office Protocol) kullanılabilir**.



6

## İçerik

---

- ▶ E-Posta
- ▶ DNS
- ▶ Peer-to-Peer dosya dağıtımı

7

## DNS

---

- ▶ İnsanlar için çok sayıda tanımlayıcı vardır: TCKN, Vergi No, Pasaport No, ...
- ▶ **Hostlar** da **tanımlayıcılara sahiptir**: hostname ([www.facebook.com](http://www.facebook.com), [www.google.com](http://www.google.com), [www.gazi.edu.tr](http://www.gazi.edu.tr)).
- ▶ **Hostname** lokasyonla ilgili çok az bilgi içerir (**tr**) ve **uzunlukları farklıdır** (Router'larda işlem yapmak zordur.).
- ▶ Hostlar sabit uzunluğa sahip **IP adresleri** ile tanımlanır ve **hiyerarşik yapıya sahiptir**.
- ▶ IP adresleri, **host adresi** ve hostun bulunduğu **network adresini** birlikte **içerir**.

8

## DNS

### DNS servisleri

- ▶ Domain Name System (DNS):
  - ▶ **Dağıtık veritabanı:** hiyerarşik DNS sunucularında oluşturulmuş **dağıtık veri tabanıdır.**
  - ▶ **Application layer protocol:** Dağıtık veri tabanında sorgulama yapar ve **hostname-adres dönüşümü yapar.**
- ▶ DNS sunucular genellikle **UNIX makinelerdir** ve **BIND (Berkeley Internet Name Domain) yazılımını çalıştırır.**
- ▶ DNS protokolü, **ulaşım katmanında UDP** protokolünü **53 numaralı port** ile kullanır.
- ▶ DNS, genellikle **HTTP ve SMTP** gibi protokoller tarafından kullanılır.

9

## DNS

### DNS servisleri

- ▶ **Hostname ile IP adres dönüşümü** yapar.
- ▶ **Host aliasing:**
  - ▶ Bir hostname birden fazla takma isme (**alias name**) sahip olabilir.
  - ▶ Hostname (canonical) **relay1.west-coast.enterprise.com** olan sunucu iki takma isme sahip olabilir (**enterprise.com**, **www.enterprise.com**).
- ▶ **Mail server aliasing:**
  - ▶ Canonical name **relay1.west-coast.yahoo.com**, kısa ismi **yahoo.com** olabilir. Eposta adresi **bob@yahoo.com** olabilir.
  - ▶ **DNS** mail programına **canonical name ve IP adresini** sağlar.
- ▶ **Load distribution:**
  - ▶ DNS çoğaltılmış sunucular arasında **yük dağıtımı için kullanılır.**
  - ▶ Bir **alias hostname çok sayıda IP** adresiyle ilişkilendirilebilir.
  - ▶ **DNS** her istek mesajına **farklı IP adresi döndürür.**

10

## DNS

### DNS yapısı

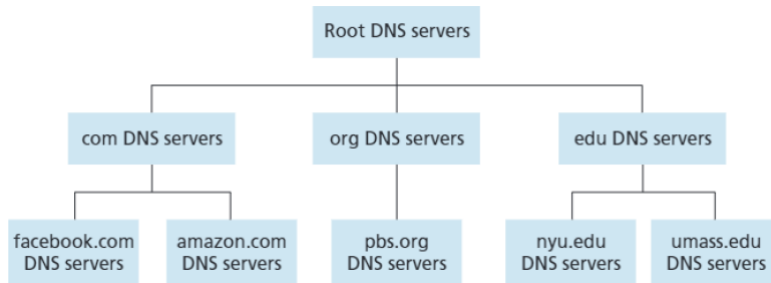
- ▶ DNS **dağıtık yapıya sahiptir.**
- ▶ Merkezi sistemde tek noktada ortaya çıkan **hata tüm sistemi etkiler.**
- ▶ Merkezi bileşende **trafik yoğunluğu** yüksektir.
- ▶ Merkezi **veritabanından uzaklaştıkça** hostun **servis kalitesi** düşer.
- ▶ Merkezi sistemlerde **sunucu güncellemesi zor** ve **maliyetlidir.**

11

## DNS

### DNS nasıl çalışır?

- ▶ **DNS** hiyerarşik yapılandırılmış dünya geneline dağıtılmış **çok sayıda sunucuyu kullanır.**
- ▶ **Üç tür DNS sunucu** vardır: **root, top-level domain (TLD)** ve **authoritative.**
- ▶ İstemci [www.amazon.com](http://www.amazon.com) için IP adresi istediğinde, önce **root** ardından **TLD** ve son olarak **authoritative sunucuyu** ([amazon.com](http://amazon.com)) sorgular.



12

## DNS

### DNS nasıl çalışır?

#### ► Root DNS sunucular:

- Dünya üzerinde 1000'den fazla root DNS sunucu vardır.
- Internet Assigned Numbers Authority (**IANA**) yönetir.
- **Root** DNS sunucuları **TLD** sunucuların **IP adresini sağlar.**

#### ► TLD sunucular:

- com, org, net, edu, gov, ... ve fr, tr, uk, ... **gibi top-level domainleri tutan TLD sunucu kümeleri vardır.**
- Örneğin, **Verisign** firması **com** top-level domain için **TLD sunucu** bulundurur. **Educause** firması **edu** için bulundurur.
- **TLD** sunucular **authoritative** sunucuların IP adresini sağlar.

#### ► Authoritative sunucular:

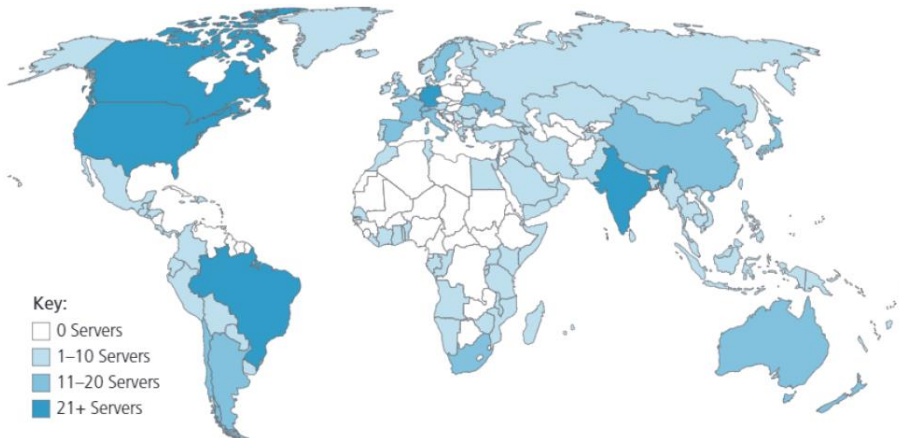
- **DNS kayıtlarını tutar.**
- Firma kendi DNS sunucusunda kayıtları tutabilir veya servis sağlayıcıda tutulabilir.

13

## DNS

### DNS nasıl çalışır?

- Bölgelere göre DNS sunucu yoğunluğu değişmektedir.



14

## DNS

### DNS nasıl çalışır?

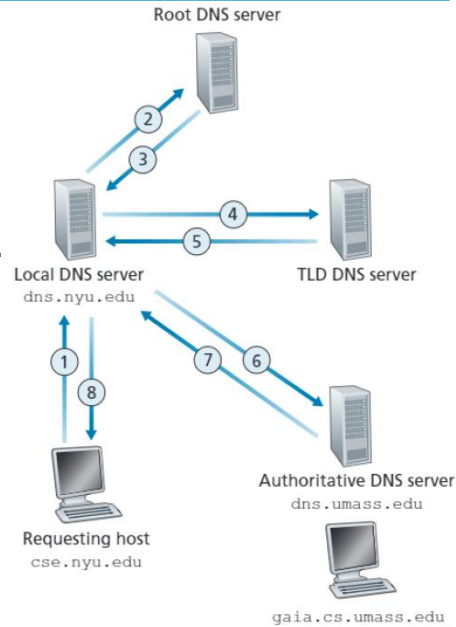
- ▶ **Her ISP** (şirket, üniversite) bir **local DNS server'a** (default name server) sahiptir.
- ▶ Bir host ISP'ye bağlandığında **ISP kendi local DNS server'ın IP adresini sağlar** (DHCP aracılığıyla).
- ▶ Local DNS server **host ile aynı LAN içerisinde** bulunur ve DNS hiyerarşisinde yer almaz.
- ▶ Bir **host DNS sorgu yaptığında**, sorgu kendi **local DNS server'ına gönderilir**.
- ▶ Local DNS server **proxy olarak çalışır**, sorguyu hiyerarşi içerisinde yönlendirilir.

15

## DNS

### DNS nasıl çalışır?

- ▶ **cse.nyu.edu** host'u **gaia.cs.umass.edu** için IP adresi istiyor.
- ▶ İsteği local DNS server alır ve tüm süreci yönetir (**iterative**).
- ▶ **Local DNS server** gelen isteği bir **root DNS server'a** yönlendirir.
- ▶ **Root DNS server** edu son ekinden sorumlu bir grup **TLD server** IP adresini döndürür.
- ▶ **Local DNS server** **umass.edu** ekini **TLD sunucuya gönderir** ve authoritative server IP adresini ister.
- ▶ **Local DNS server** son olarak authoritative server'dan **gaia.cs.umass.edu** için IP adresini ister.



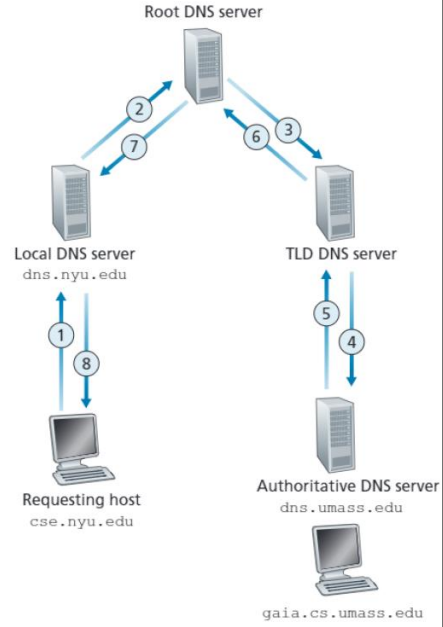
16



## DNS

### DNS nasıl çalışır?

- ▶ Alternatif olarak gelen sorgu her server tarafından yönlendirilerek süreç yönetilir (**recursive**).



17

## DNS

### DNS caching

- ▶ **DNS** sorgu mesaj sayısını azaltmak ve gecikmeyi düşürmek için **önbellekleme** yapar.
- ▶ Bir **DNS server**, **hostname** ile **IP eşleşmesini** aldığı anda **önbelleğe** yazar.
- ▶ **Local DNS server** aynı otorite **DNS sunucu için gelen tekrarlı IP adresi sorgularında** önbelleklenmiş IP adresini döndürür.
- ▶ Önbellekleme sayesinde **root DNS server'lardaki trafik** büyük ölçüde **azaltılır**.

18

## DNS

### DNS kayıtları

- ▶ DNS sunucularda **resource records (RRs)** bilgileri tutulur.
- ▶ RR'ler aşağıdaki formata sahiptir.  
`(Name, Value, Type, TTL)`
- ▶ **TTL** önbellekte kayıtların **tutulma süresini belirler**.
- ▶ Dört temel kayıt türü vardır:
  - ▶ **A:** Name = hostname ve Value = IP adres  
`(relay1.bar.foo.com, 145.37.93.126, A)`
  - ▶ **NS:** Name = domain ve Value = otorite DNS server hostname  
`(foo.com, dns.foo.com, NS)`
  - ▶ **CNAME:** Name = alias hostname ve Value = canonical name  
`(foo.com, relay1.bar.foo.com, CNAME)`
  - ▶ **MX:** Name = mail server alias hostname ve Value = canonical name.  
`(foo.com, mail.bar.foo.com, MX)`

19

## DNS

### DNS kayıtları

- ▶ Eğer bir **DNS sunucu otorite ise** hostname için **A türü kayıt tutar**.
- ▶ Bir DNS sunucu **otorite değilse cache üzerinde A türü kayıt tutabilir**.
- ▶ Eğer bir sunucu otorite değilse, domain için **NS türü kayıt tutar** (ayrıca **DNS server hostname** için **A türü kayıt tutar**).
- ▶ Bir edu TLD sunucusu bir NS türü kaydı ve bir A türü kaydı tutar.  
`(umass.edu, dns.umass.edu, NS)`  
`(dns.umass.edu, 128.119.40.111, A)`

20

## DNS

### DNS kayıtları - örnek

- ▶ **"Network Utopia"** isimli bir firma kuruldu.
- ▶ Bir kayıtçı kuruluşuna `networkutopia.com` domain name'i kayıt ettiririz.
- ▶ Kayıtçı kuruluş **domain name'in unique olduğunu doğrular** ve **DNS veri tabanına kayıt eder**.
- ▶ 1999 yılından önce Network Solutions tek kayıtçı kuruluştu.
- ▶ Günümüzde Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) çok sayıda kayıtçı kuruluşu akredite etmiştir.
- ▶ Kayıtçı kuruluş otorite DNS sunucu isimleri ve IP adresleri sağlar  
`dns1.networkutopia.com, 212.2.212.1`  
`dns2.networkutopia.com, 212.212.212.2`

21

## DNS

### DNS kayıtları - örnek

- ▶ **Kayıtçı kuruluş** `dns1.networkutopia.com` için **NS ve A türü kayıtları TLD com sunucuya ekler**.  
(`networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS`)  
(`dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A`)
- ▶ **Otorite DNS sunucuya** `www.networkutopia.com` için **A türü kayıt** ve `mail.networkutopia.com` için **MX türü kayıt** eklenir.  
(`www.networkutopia.com, 212.212.212.4, A`)  
(`networkutopia.com, mail.networkutopia.com, MX`)
- ▶ Ayı bir mail sunucu oluşturmak için A türü kayıt eklenir.  
(`mail.networkutopia.com, 212.212.212.5, A`)

22

## İçerik

---

- ▶ E-Posta
- ▶ DNS
- ▶ Peer-to-Peer dosya dağıtımı

23

## Peer-to-Peer dosya dağıtımı

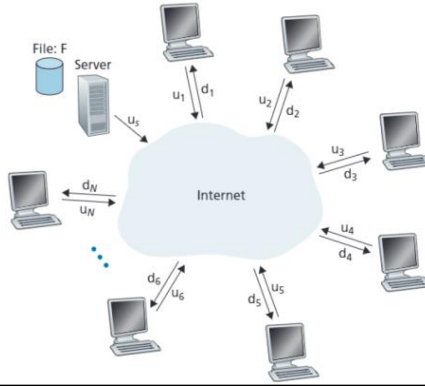
---

- ▶ P2P mimarinin **always on** bir altyapıya **ihtiyacı** düşüktür veya hiç **yoktur**.
- ▶ **Peer'lar** doğrudan **kendi aralarında bağlantı yapar**.
- ▶ **İstemci-sunucu** dosya **paylaşımında** tüm dosyalar sunucu tarafından **peer'lara gönderilir**.
- ▶ BitTorrent 2020 yılı itibarıyla en yaygın kullanılan P2P dosya dağıtım protokolüdür.
- ▶ Günümüzde BitTorrent protokolünü kullanan çok sayıda uygulama bulunmaktadır.

24

## Peer-to-Peer dosya dağıtımı

- ▶ **Dosya dağıtımı istemci-sunucu** veya **P2P mimari** kullanılarak gerçekleştirilebilir.
- ▶ **Sunucu upload hızı  $u_s$ ,  $i$ .peer için upload hızı  $u_i$  ve download hızı  $d_i$ .** Transfer edilen **dosyanın boyutu  $F$ .** Dosyanın **kopyasını isteyen peer sayısı  $N$ .** İnternet core kısmında bant genişliği yüksek.



25

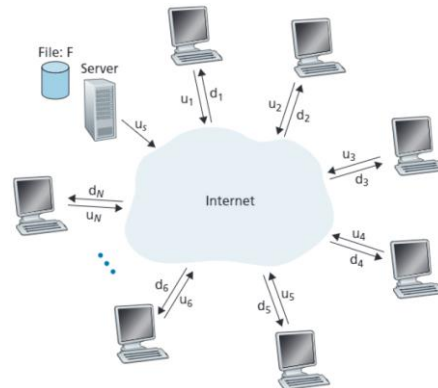
## Peer-to-Peer dosya dağıtımı

### Client-server mimarisinde dağıtım süresi

- ▶ **Sunucu** dosyayı isteyen  $N$  tane peer'a gönderir.
- ▶ Toplam transfer edilen **bit sayısı  $NF$**  olur.
- ▶ **Sunucu upload hızı  $u_s$**  iken **dağıtım süresi  $\geq NF/u_s$**  olur.
- ▶ İstemci **minimum download hızı  $d_{min}$**  iken **dağıtım süresi  $\geq F/d_{min}$**  olur.
- ▶ Distribution süresi:

$$D_{cs} \geq \max \left\{ \frac{NF}{u_s}, \frac{F}{d_{min}} \right\}$$

- ▶ İsteyen sayısı ( $N$ ) arttıkça **dağıtım süresi doğrusal artar.**



26

## Peer-to-Peer dosya dağıtımı

### P2P mimaride dağıtım süresi

- ▶ P2P mimaride **her peer dosyanın dağıtımında** sunucuya **yardımcı olur**.
- ▶ Her peer dosyanın bir kısmının dağıtımını yapabilir.
- ▶ **Başlangıçta** dosya sadece **sunucuda vardır**. Sunucu bir grup peer'a dosyayı dağıtır.
- ▶ **Sunucu upload hızı**  $u_s$  iken **dağıtım süresi**  $\geq F/u_s$  olur (Dosya her peer'a ayrı gönderilmez kendi aralarında dağıtım yaparlar.).
- ▶ Bir peer için **minimum download hızı**  $d_{min}$  iken **download süresi**  $\geq F/d_{min}$  olur (istemci-sunucudaki gibi).
- ▶ Bu sistemdeki **toplam kapasite** server ve peer'ların **toplam upload hızına bağlıdır** ( $u_s + u_1 + u_2 + \dots + u_N$ ).

27

## Peer-to-Peer dosya dağıtımı

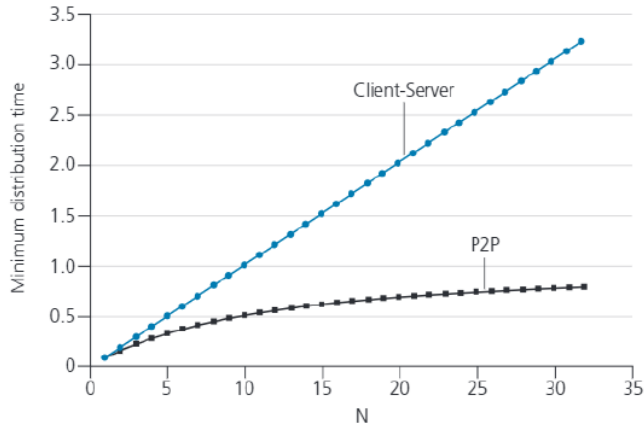
### P2P mimaride dağıtım süresi

- ▶  $F$  bit bir dosya  $N$  tane peer'a dağıtılırsa toplam  $NF$  bit dağıtım yapılır.
- ▶ Bu durumda **dağıtım süresi**  $\geq NF/(u_s + u_1 + u_2 + \dots + u_N)$  olur.
- ▶ Distribution süresi:
$$D_{p2p} \geq \max \left\{ \frac{F}{u_s}, \frac{F}{d_{min}}, \frac{NF}{u_s + \sum_{i=1}^N u_i} \right\}$$
- ▶ İsteyen sayısı ( $N$ ) arttıkça **dağıtım süresi yavaş artış gösterir**.

28

## Peer-to-Peer dosya dağıtımı

- ▶ **İstemci-sunucu mimarisinde** dağıtım süresi **doğrusal** artarken P2P mimaride **artış çok daha düşük** oranda olur.



- ▶ Tüm peer'lar **aynı upload hızına sahip** ( $u$ ).
- ▶  $F/u = 1\text{saat}$ ,  $u_s = 10u$ ,  $d_{\min} \geq u_s$ .