

# Veri İletişimi

# Data Communications

Suat ÖZDEMİR

Gazi Üniversitesi

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

# Ders Bilgileri

- Öğretim üyesi: Prof. Dr. Suat Özdemir
- E-posta: [suatozdemir@gazi.edu.tr](mailto:suatozdemir@gazi.edu.tr)
- Ofis: 138
- Görüşme saati: Pazartesi 12:30 - 13:30
- Ders asistanı: Duygu Zaralı
- Ders websayfası: <http://w3.gazi.edu.tr/~suatozdemir/>





# Ders Bilgileri

← → ↻ ⓘ Not Secure | w3.gazi.edu.tr/~suatozdemir/teaching/bm403/



## Veri İletişimi - Güz 2019 / Data Communications - Fall 2019

### Öğretim Üyesi / Faculty:

[Suat Özdemir](#) (suatozdemir (at) gazi.edu.tr)

### Asistan / Assistant:

[?](#)

### Ders web sayfası / Webpage:

<http://w3.gazi.edu.tr/~suatozdemir/teaching/bm403/>

### Duyurular / Announcements:

23/09/2019 Ders sayfası yayında.

### Ders bilgileri, konular ve içerik / Content:

Veri iletişiminin temelleri, TCP/IP protokolü katmanları, sinyaller ve sinyal kodlama teknikleri, devre anahtarlama, paket anahtarlama, yönlendirme, hata bulma ve düzeltme, akış kontrol yöntemleri, ortam erişim yöntemleri, ağ protokolleri.

### Ders saati ve yeri / Place and Time:

Pazartesi 09:30, Mühendislik Fakültesi 416

### Görüşme saati / Office Hour:

Pazartesi 12:30-13:30

### Ders notları / Course Slides:

1. Giriş [\[PDF\]](#)
2. Ağ Modelleri [\[PDF\]](#)
3. Veri ve Sinyaller [\[PDF\]](#)
4. Sayısal İletişim [\[PDF\]](#)
5. Analog İletişim [\[PDF\]](#)
6. Çoklama/Multiplexing [\[PDF\]](#)
7. İletim ortamı [\[PDF\]](#)
8. Anahtarlama [\[PDF\]](#)
9. Telefon ve kablo TV hatlarının veri iletişiminde kullanılması [\[PDF\]](#)
10. Hata Kontrolü [\[PDF\]](#)

# Ders Bilgileri

- Değerlendirme
  - Arasınava : 30%
  - Ödev - Quiz : 30%
  - Final : 40%
- Ders kitabı: Behrouz A. Forouzan, Data Communications and Networking 4/E, McGraw-Hill, 2007.
- Kaynak kitaplar:
  - A. Tanenbaum, Computer Networks 4/E, Prentice Hall, 2003.
  - James F. Kurose, Keith W. Ross, Computer Networking 4/E, Addison Wesley, 2008.
  - W. Stallings, Data and Computer Communications 7/E, Pearson, 2004.

# Dersin amacı

- Hızlı gelişen bir teknoloji olan veri iletişimi ve bilgisayar ağları konusunun temellerini TCP/IP protokolü katmanları üzerinden anlamak.

# Giriş

- İletişim (communications) bilgi paylaşımıdır ve “yüz yüze” ve “uzaktan” olmak üzere iki şekilde yapılır.
- Uzaktan yapılan iletişim “telecommunication” olarak adlandırılır ve telefon, telgraf, televizyon gibi uygulamaları içerir.
- Veri (data) bilgiyi paylaşan taraflar arasında kurallarla belirlenmiş formda bilginin ifade edilmesidir.
- Veri iletişimi (data communications) bilginin herhangi bir ortam (hava, kablo vb.) kullanılarak iki cihaz arasında transfer edilmesidir.



# İletişim ağı

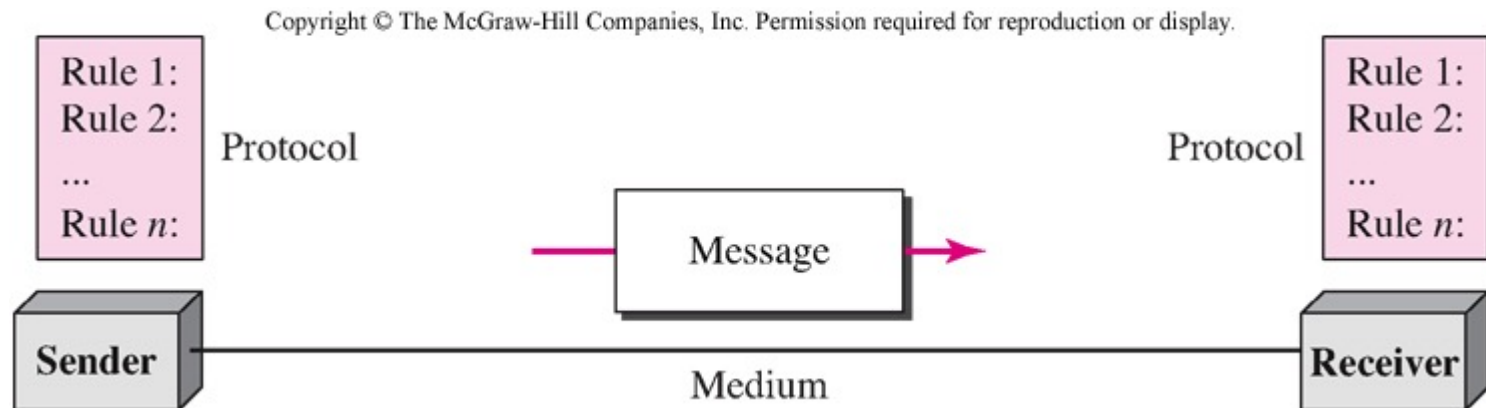
- Bir iletişim ağı aşağıdaki varlıklardan oluşur.
  - Donanım elemanları
  - Ağ işletim sistemi / yazılım
  - İletişim kanalı
  - Veri / Bilgi / Kaynaklar
  - Protokoller

# Veri İletişimi

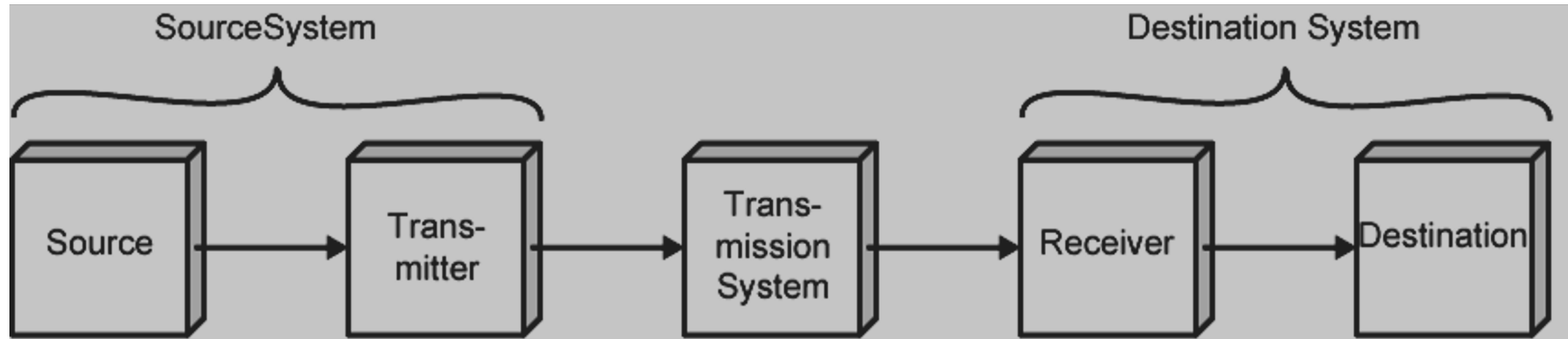
- Veri iletişiminin etkinliği aşağıdaki 4 temel parametreye dayanır.
  - **Doğru hedef (Delivery):** Verinin sadece doğru hedefe ulaşmasıdır
  - **Doğruluk (Accuracy):** Verinin kaynağından çıktığı şekliyle iletilmesidir
  - **Zaman (Timeliness):** Verinin zamanında hedefe ulaşmasıdır. Gerçek zamanlı iletişimde (audio, video) çok önemlidir
  - **Gecikme değişimi (Jitter):** Paketlerin hedefe ulaşma süresindeki değişimdir.

# Veri İletişimi

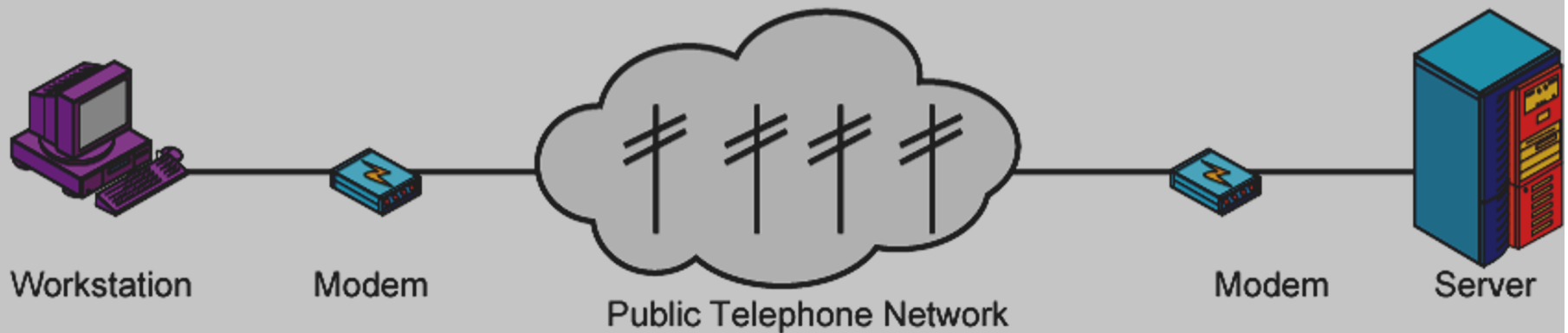
- Veri iletişim sistemi 5 elemandan oluşur:
  - **Message (mesaj):** iletilen bilgidir (ses, görüntü, metin, sayı, resim)
  - **Sender (gönderici):** veriyi ileten cihazdır (pc, workstation, video camera)
  - **Receiver (alıcı):** veriyi alan cihazdır (pc, workstation, televizyon)
  - **Transmission medium (iletim ortamı):** verinin gönderen ve alan cihaz arasında iletilmesini sağlayan fiziksel yoldur (twisted pair wire, coaxial cable, fiber optic cable, radio waves)
  - **Protocol (protokol):** veri iletişimini başlatır, yönetir, sonlandırır.



# İletişim Modeli



(a) General block diagram



(b) Example

# İletim Ortamı

Günümüzde veri iletişimini sürükleyen iki iletim ortamı:

Fiber optik kablolar

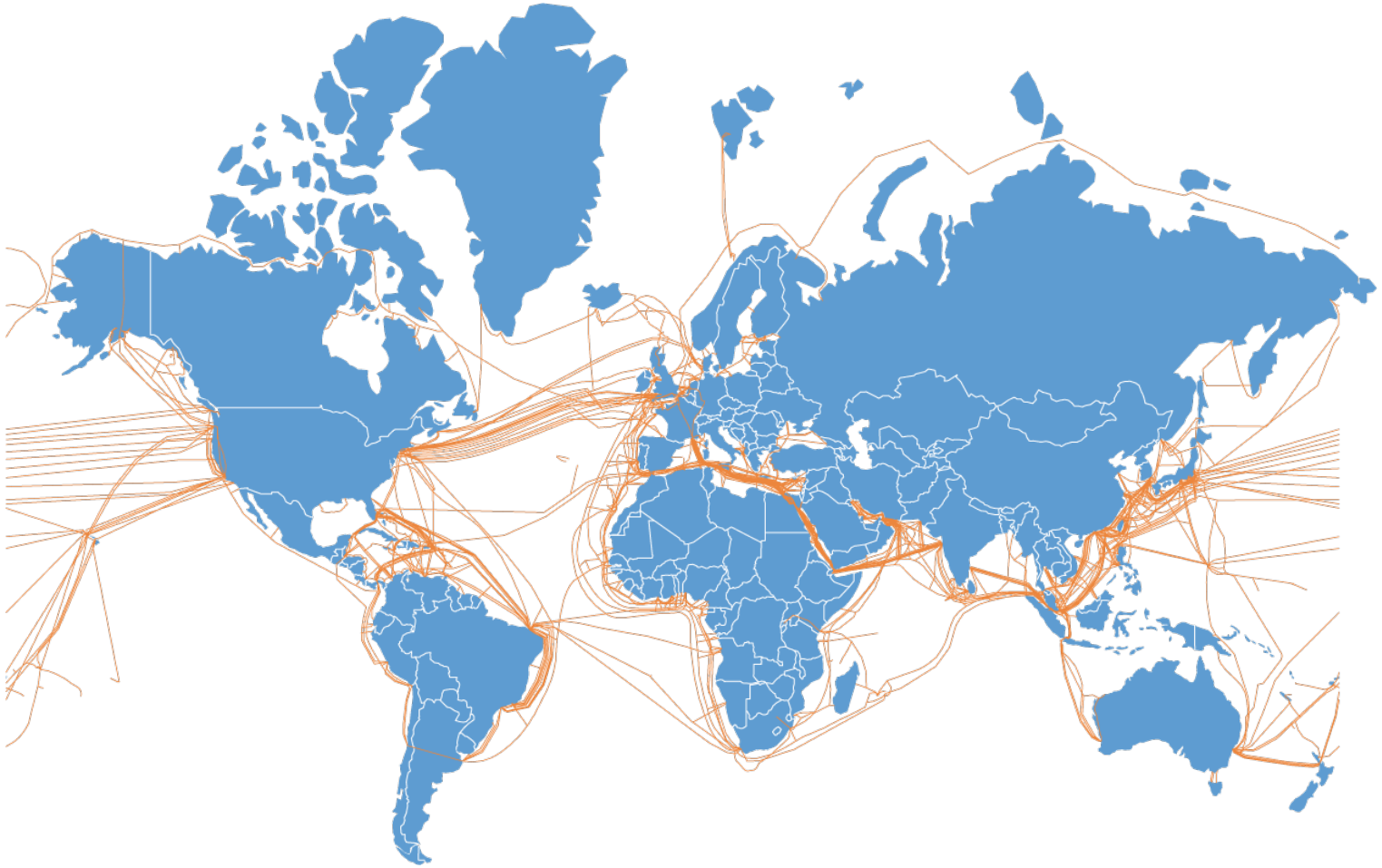


Ve

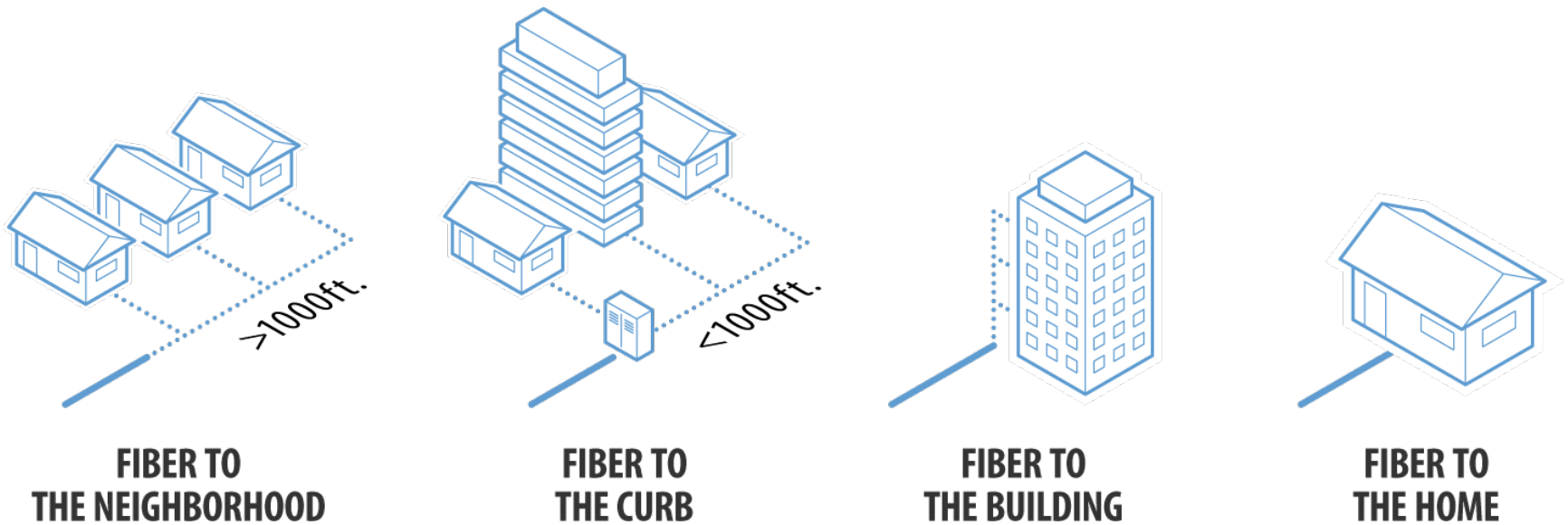
Kablosuz iletim ortamı



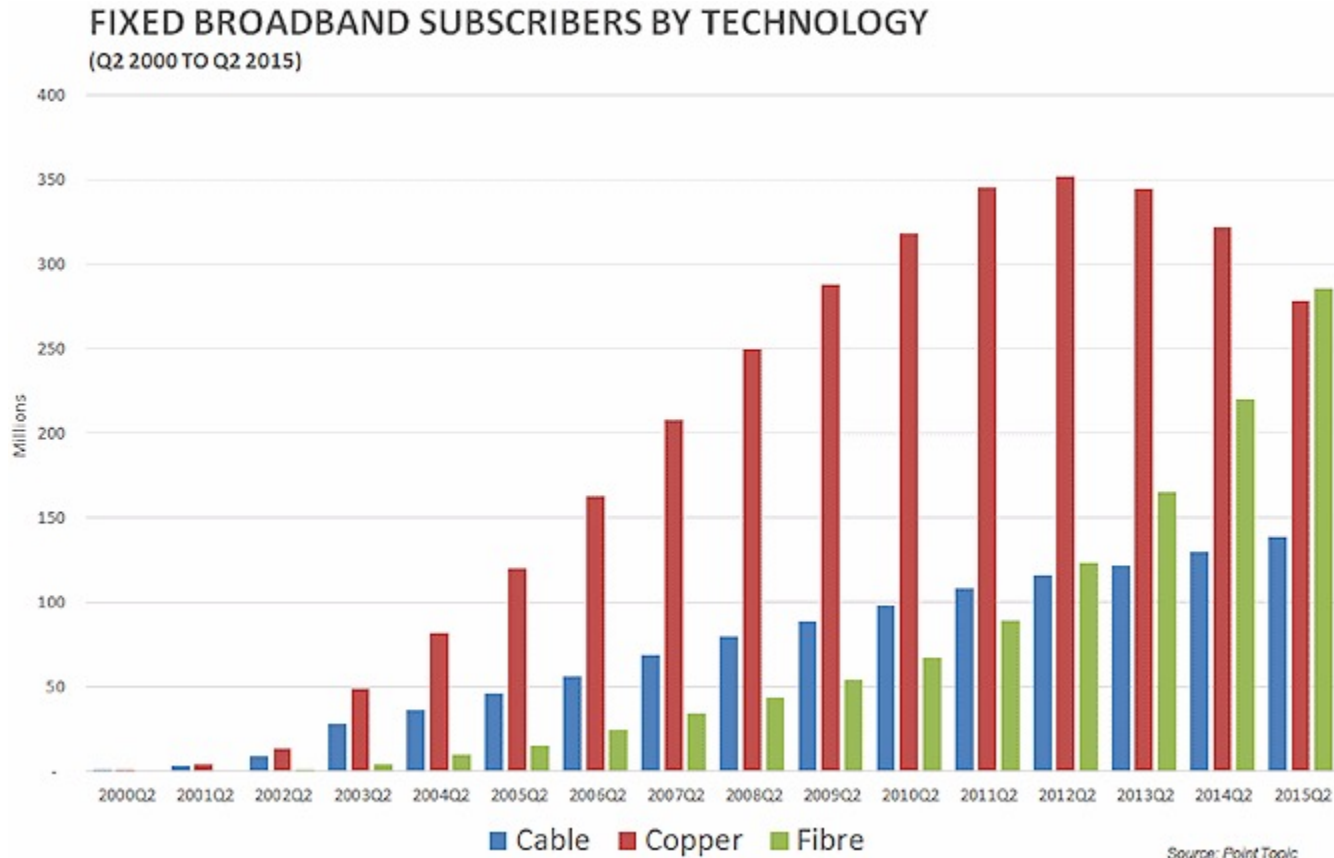
# Fiber Optik Omurga



# Fiber Optik - Last Mile



# Fixed

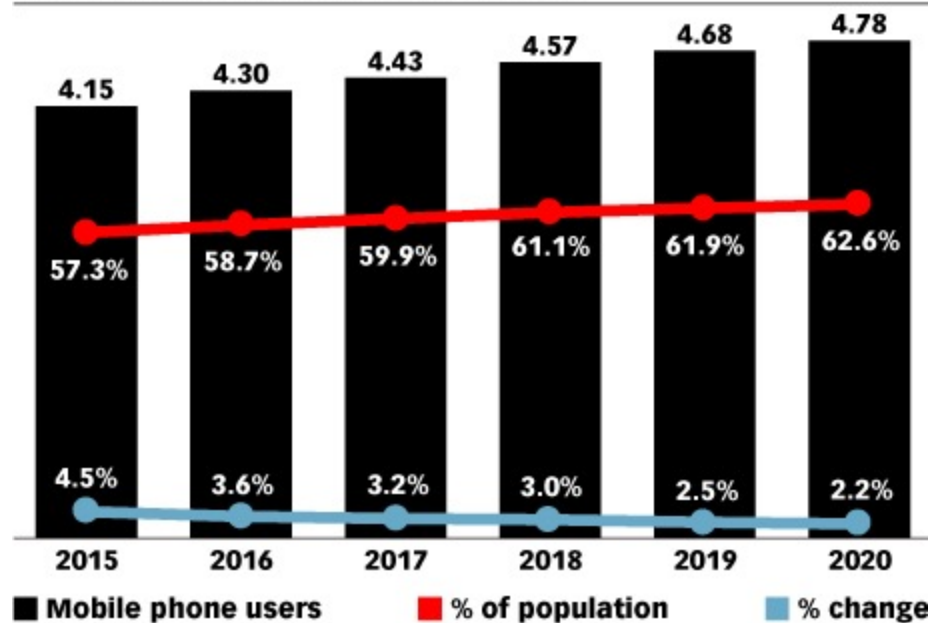




# Mobile

## Mobile Phone Users and Penetration Worldwide, 2015-2020

billions, % of population and % change



Note: individuals of any age who own at least one mobile phone and use the phone(s) at least once per month

Source: eMarketer, Sep 2016

215204

www.eMarketer.com

# İletişimde İşlemler

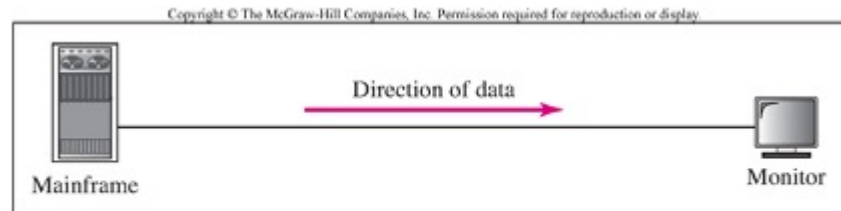
Transmission system utilization	Addressing
Interfacing	Routing
Signal generation	Recovery
Synchronization	Message formatting
Exchange management	Security
Error detection and correction	Network management
Flow control	

# Veri Formları

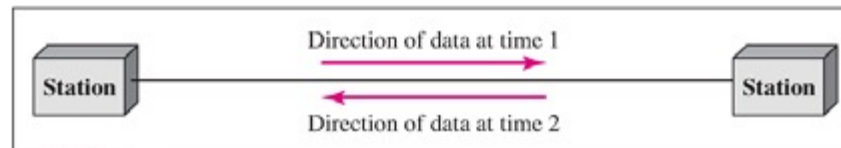
- Günümüzde bilgi çeşitli şekillerde ortaya çıkmaktadır.
  - Text: Veri iletişimde text bit dizileri halinde ifade edilir. Çeşitli bit dizileri (code) text sembollerini ifade eder. “Unicode coding system” her sembolü 32 bitlik bir kod ile ifade eder
  - Number: Veri iletişimde sayılar bit dizileri halinde ifade edilir.
  - Images: Bir image pixel matrisi ile ifade edilir. Matris içindeki her bir nokta bir bit dizisidir.
  - Audio ve video: Diğerlerinden farklı olarak sürekli verilerdir, elektiriksel sinyal veya resimler dizisi olarak ifade edilebilirler.

# İletişim Modları

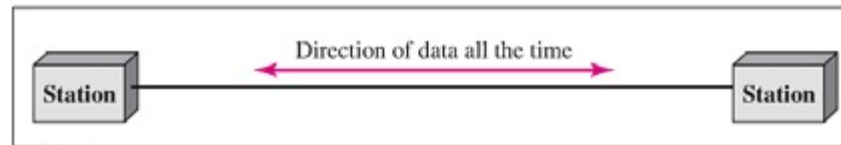
- Veri akışı 3 şekilde olabilir:
  - **Simplex** : iletişim tek yönlüdür (televizyon, keyboard, monitor)
  - **Half-duplex** : iki cihazda veriyi hem gönderebilir hemde alabilir. Ancak iki cihaz iletim ortamını paylaşmak zorundadırlar ve sırayla veri alıp gönderebilir (telsiz, walkie)
  - **Full-duplex** : iki cihaz eşzamanlı veri gönderebilir veya alabilir (telefon, adsl modem)



a. Simplex



b. Half-duplex



c. Full-duplex

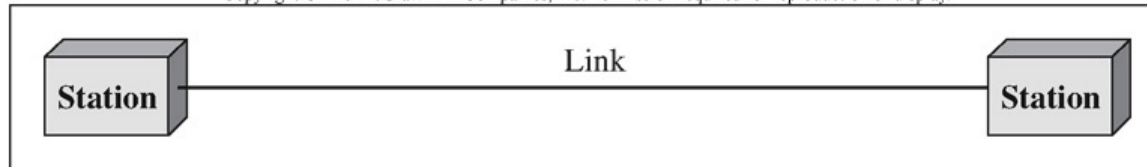
# Ağlar

- Veri iletişim hatlarıyla birbirine bağlı olan cihazların (düğümlerin) oluşturduğu topluluğa “ağ” adı verilir.
- Düğümler bilgisayar, yazıcı gibi veri alma ve gönderme yetisine sahip herhangi bir cihaz olabilir.
- Birçok ağ **dağıtık (distributed)** işlem yapar. Ağın görevi ağ üzerindeki birçok düğüme dağıtılmıştır.
- Ağ kriterleri 3 başlıkta ifade edilir:
  - **Performance (Performans):** İletim süresi ve cevap süresi (transmit time, response time) ile ölçülebilir. Performans eşzamanlı kullanıcı sayısına, iletişim ortamına, donanıma ve yazılımın etkinliğine bağlıdır. **Throughput** bir noktadan bir saniyede geçen veri miktarı, **delay** verinin bir noktadan diğerine ulaşması için geçen süredir.
  - **Reliability (Güvenilirlik):** Hata yapma sıklığı ve hatanın düzeltilme süresiyle ölçülür. Ayrıca ağın doğal afetlere karşı dayanıklılığı da güvenilirliğini gösterir.
  - **Security (Güvenlik):** Yetkisiz erişimleri engelleme, virüslere karşı dayanıklılığı ifade eder

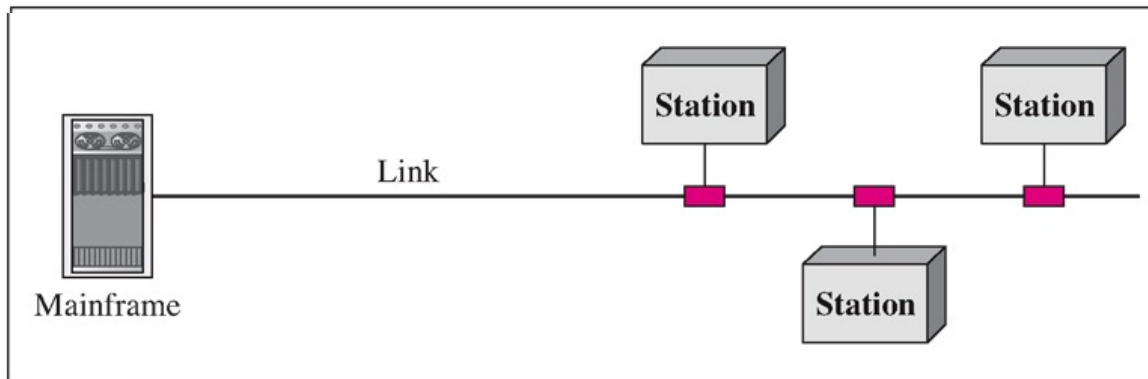
# Bağlantı konfigürasyonu

- Point-to-point : iki cihaz arasında atanmış bir bağlantı sağlar (TV remote control)
- Multipoint (multidrop) : bir bağlantıyı ikiden fazla cihazın paylaşmasını sağlar. Bağlantı cihazlar arasında **time shared** veya **spatially shared** şeklinde paylaşılır.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



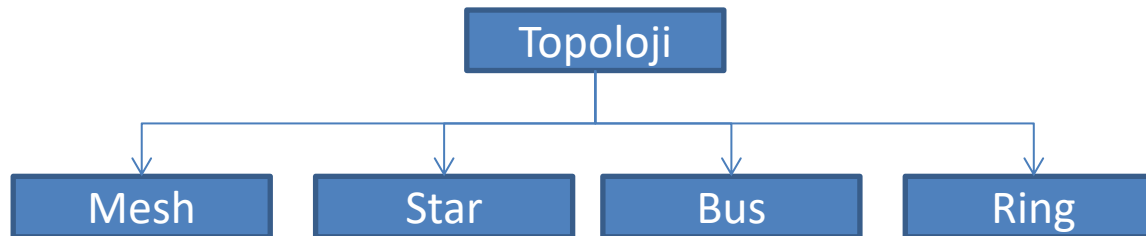
**a. Point-to-point**



**b. Multipoint**

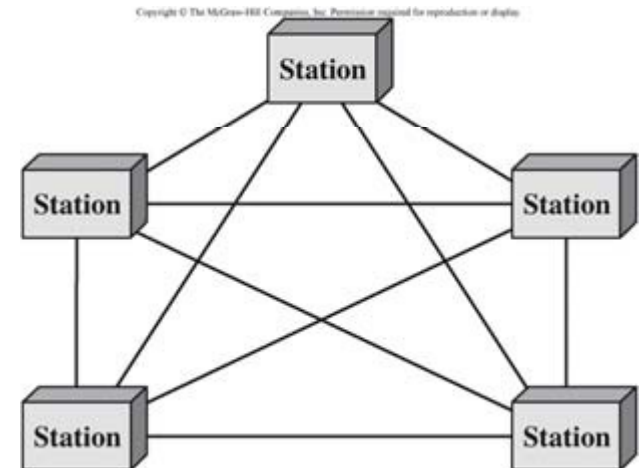
# Ağ topolojisi

- İki veya daha fazla cihaz bir linke bağlanır, iki veya daha fazla link fiziksel topolojiyi oluşturur. Temel olarak 4 tür topoloji vardır:
  - Mesh (Örgü): her cihaz diğer cihazlara atanmış bir bağlantıya sahiptir. Toplamda “ $n(n-1)/2$ ” bağlantı vardır.
  - Star (Yıldız): her cihaz merkezi bir birimle (hub) atanmış bir bağlantıya sahiptir.
  - Bus (Taşıt): backbone olarak uzun bir kablo kullanılır ve tüm cihazlar bağlıdır.
  - Ring (Çember): her cihaz kendisine komşu iki cihaza atanmış bağlantıya sahiptir.
- Bunların dışında hibrid topoloji farklı topolojilere sahip ağların birbirine bağlanmasıyla oluşur.



# Topoloji - Mesh

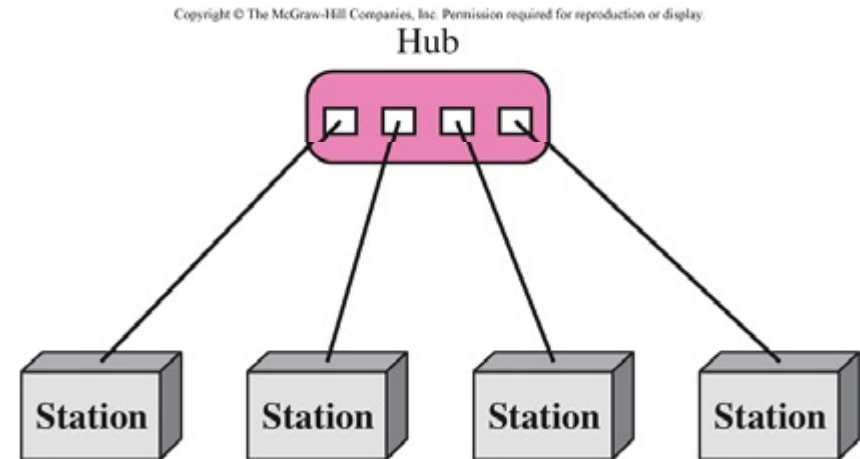
- Her cihaz kendisine ait bir bağlantıya sahip olduğundan trafik problemi olmaz. 😊
- Güçlüdür. Bir bağlantı arızalandığında sistemin diğer kısmını etkilemez. 😊
- Gizlilik ve güvenlik : Her cihazın kendi bağlantısından sadece kendi verisi gönderildiği için gizlilik ve güvenlik kolaylıkla sağlanır. 😊
- Fault identification ve fault isolation kolay sağlanır. 😊
- Her cihaz diğer tüm cihazlarla bağlantıya sahip olduğundan bağlantı sayısı kadar I/O port olmalıdır. 😞
- Installation ve reconfiguration zordur. 😞
- Her cihazda çok sayıda kablo olduğundan maliyet fazladır ve yer problemi oluşur. 😞
- Genellikle backbone bağlantılarda kullanılır.





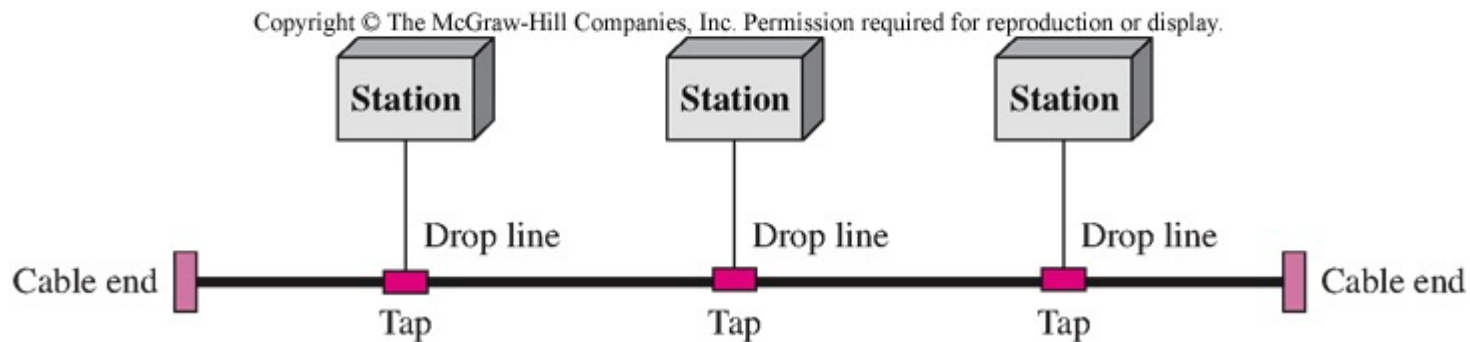
# Topoloji -Star

- Tüm cihazlar merkezi birimi (hub) kullandığı için trafik problemi oluşur.
- Mesh topolojisine göre maliyet daha ucuzdur. 😊
- Her cihaz diğer tüm cihazlara bağlantı için bir linke sahiptir. Installation ve reconfiguration kolaydır. 😊
- Güçlüdür. Bir cihaz veya bağlantıdaki arıza sistemin diğer kısmını etkilemez. (Merkezi birim hariç) 😊
- Fault identification ve fault isolation kolay yapılır. 😊
- Mesh topolojisine göre daha az, ring ve bus topolojilerine göre daha çok kablolama gerektirir. 😞



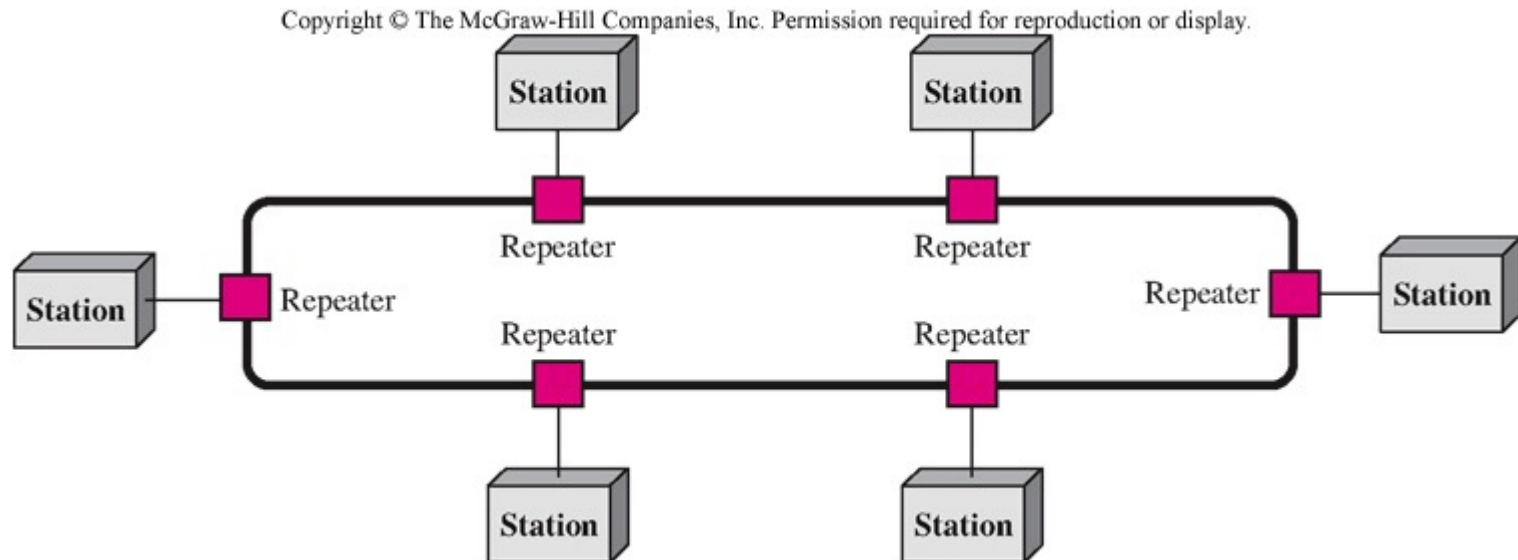
# Topoloji - Bus

- Multipoint konfigürasyona sahiptir.
- Tüm cihazların bağlandığı uzun bir kablo backbone olarak kullanılır.
- Installation ve reconfiguration kolaydır. 😊
- Bus topolojisi, mesh ve star'dan daha az kabloya ihtiyaç duyar. 😊
- Bağlantıdaki arıza sistemin tümünü etkiler. ☹️
- Fault identification ve fault isolation zordur. ☹️



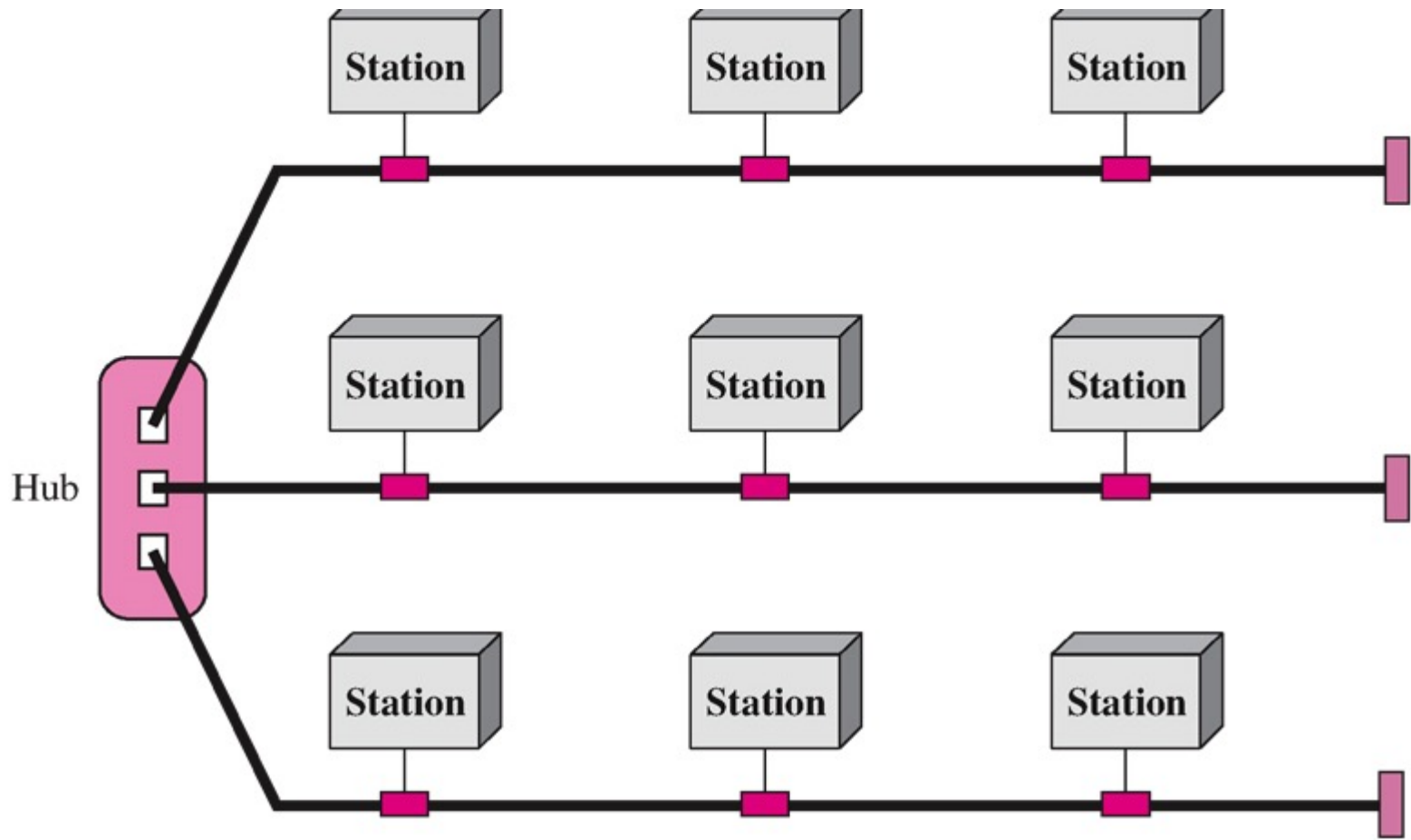
# Topoloji - Ring

- Her cihaz kendisine komşu iki cihazla bağlıdır. Bir cihaz ekleme ve çıkarma sadece iki bağlantı değiştirme ile yapılır.
- Fault identification ve fault isolation kolay yapılır. 😊
- Installation ve reconfiguration kolaydır. 😊
- Tek ring yapısında bağlantının kopması halinde tüm sistem çalışmaz. 😞 İki yönlü ring yapısı ile bu problem giderilir. (FDDI, CDDI) 😊



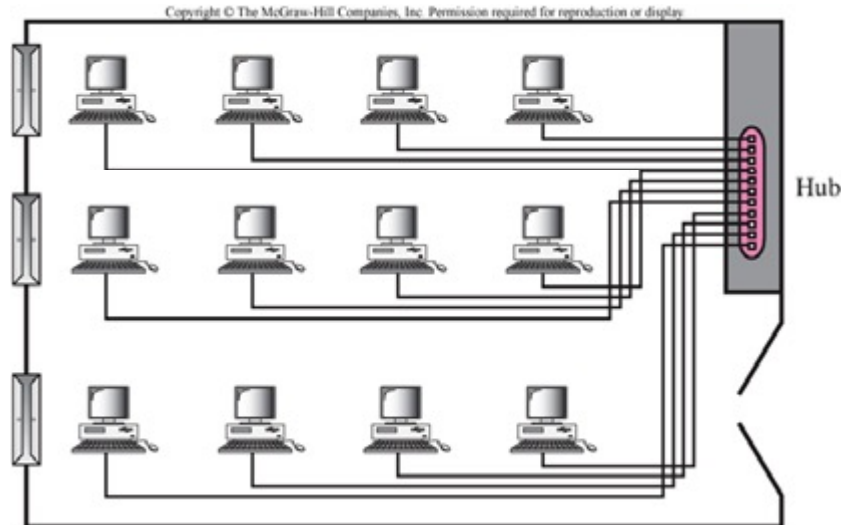
# Topoloji - Hybrid

- Daha büyük bir topoloji oluşturmak için farklı topolojilerdeki ağlar birleştirilebilir.

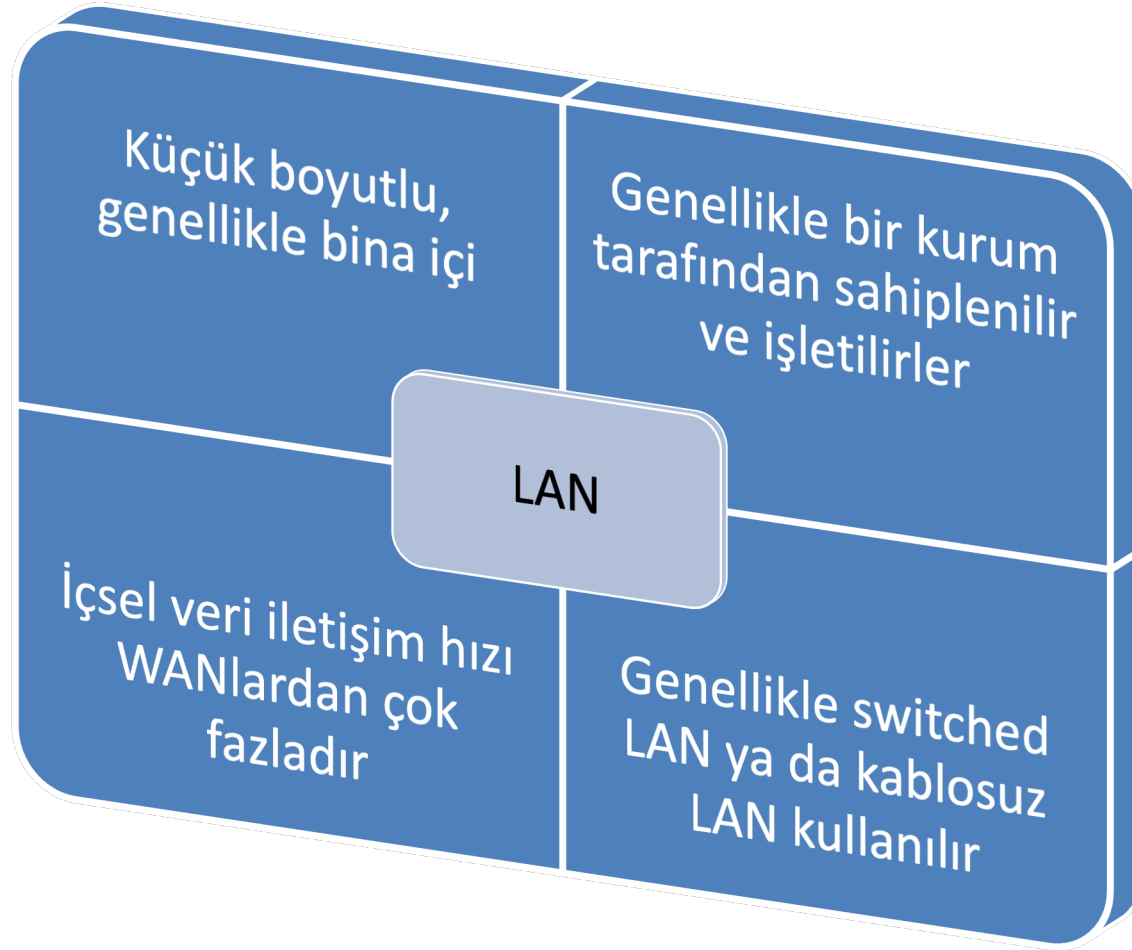


# Ağ kategorileri - LAN

- Ağlar local-area network (LAN) ve wide-area network (WAN) olarak iki gruba ayrılır.
- Metropolitan area network (MAN) ise iki tip arasındaki ağ yapısıdır.
- LAN iki veya daha fazla bilgisayar arasında donanım, yazılım veya data paylaşımı için kullanılır. LAN boyutu birkaç kilometreyle sınırlıdır.
- İlk LAN'lar 4-16 Mbps hızında iken günümüzde 100-1000 Mbps hızındadır.

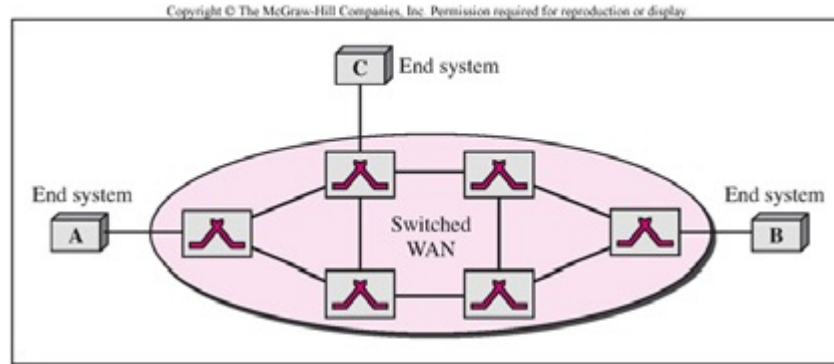


# LAN - Özet

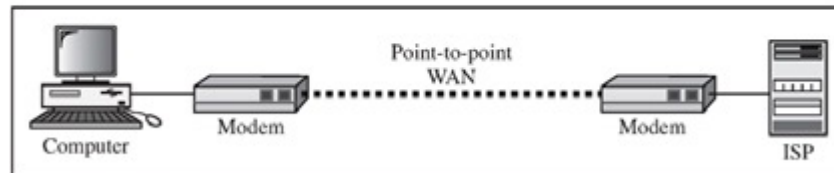


# Ağ kategorileri - WAN

- WAN uzak mesafelerde ses, data, resim,... iletimini sağlar. Bir ülke, kıta veya dünya ölçeğinde olabilir.
- Ağ iletim ve anahtarlama elemanlarından oluşur. İletim hatları genelde fiber optik gibi yüksek kapasitelidir.
- Aşağıda switched ve point-to-point WAN görülmektedir.



a. Switched WAN



b. Point-to-point WAN



# Geniş alan ağları

Kullanılan teknikler:

- Devre anahtarlama / Circuit switching
- Paket anahtarlama / Packet switching
- Frame relay
- Asynchronous Transfer Mode (ATM)



# Devre Anahtarlama

- Özel bir iletişim yolu kullanır
- Bağlanan düğümler arasındaki fiziksel bağlantılar dizisi vardır
- Her bağlantı için ayrılmış mantıksal bir kanal vardır
- Hızlı iletim
- Devre anahtarlamanın en yaygın örneği telefon şebekesidir

# Paket Anahtarlama

- Veriler paketler denilen küçük parçalar halinde gönderilir
- Paketler, kaynaktan hedefe giden bir yol boyunca düğüm noktasından düğüme geçirilir
- Paket anahtarlama ağları, terminal-uç birim cihazları ve bilgisayar-bilgisayar iletişimleri için yaygın olarak kullanılmaktadır.

# Frame Relay

- Frame Relay, geniş ağ alanları üzerinden yüksek hızlarda hizmet veren, kiralık hatlara göre daha verimli ve ucuz bağlantı imkanı sağlayan bir teknolojidir.
- Frame Relay, verileri paketler (frame) halinde iletir.
- Veri taşınmasını ve verilerin sinyalleştirilmesini ilgili arayüz tanımlaması ile gerçekleştirir.
- Bu arayüzler birden fazla kullanıcının haberleşme kaynaklarının paylaşılması esasına dayanır.
- Ağa bağlanan tek bir hat ile birden fazla noktaya haberleşme imkanı sağlar.
- İki uç arasında sürekli ayrılmış özel bir hat yerine, gereksinim duyuldukça kullanılan geniş ağ bandı bu noktada kullanılır.
- Frame Relay, ağ aracılığıyla sanal devreler kurar.

# Asynchronous Transfer Mode (ATM)

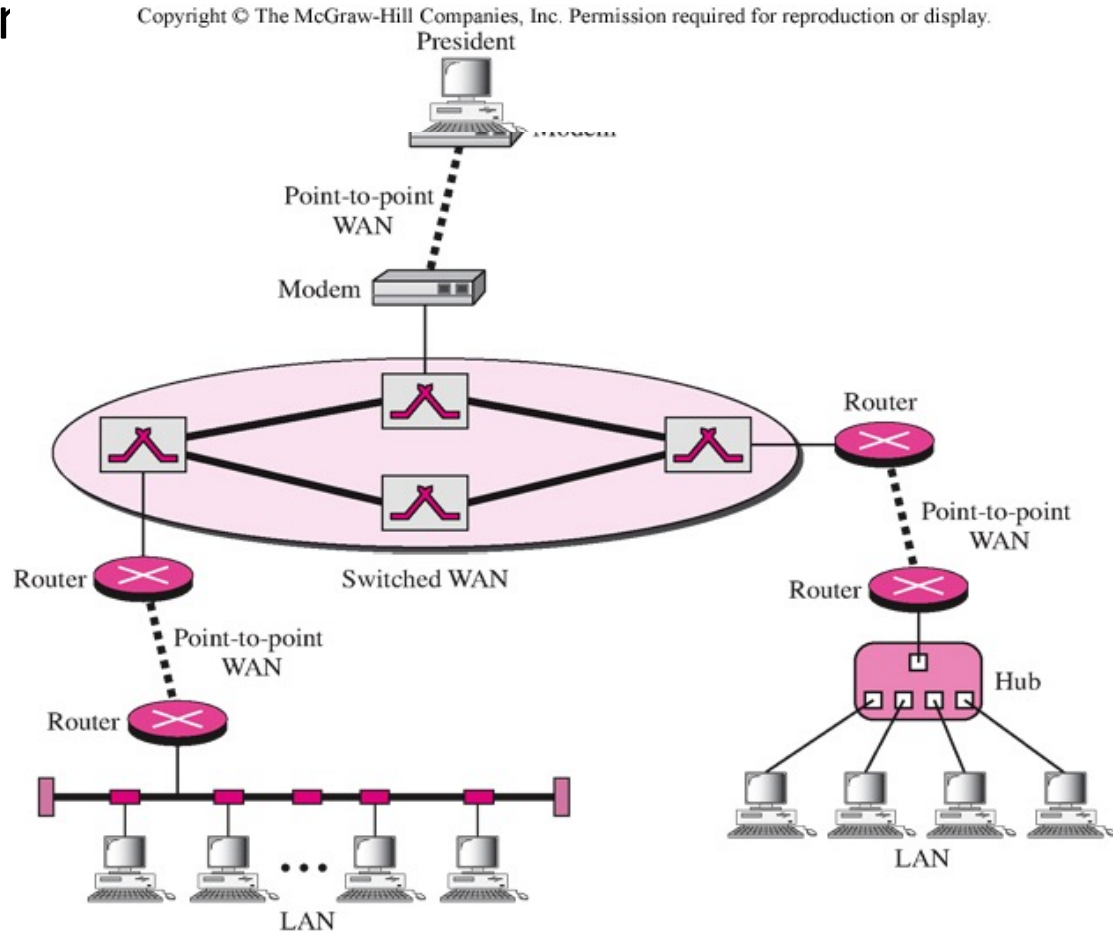
- Geniş alanda daha fazla bant genişliği gerektiren erişim uygulamalarının altyapısını oluşturmaktadır.
- Paket anahtarlama iletim tekniğinin bir türü sayılabilecek hücre aktarımını, devre anahtarlama teknolojisinin faydalarını da alarak gerçekleştirir.
- Ses, görüntü ve veri gibi farklı yapısal özelliklere sahip trafikleri, aynı platform üzerinden taşır.
- Gerçek zamanlı veri iletimi için son derece uygundur
- Donanım bazlı hücre anahtarlama kullanılır
- Taşıyıcı hücreler sabit olarak 53 byte büyüklüğündedir.
- 53 byte'tan büyük çerçeveler ATM adaptasyon seviyesi tarafından uygun formata getirilerek iletim sağlanır.

# WAN - Özet

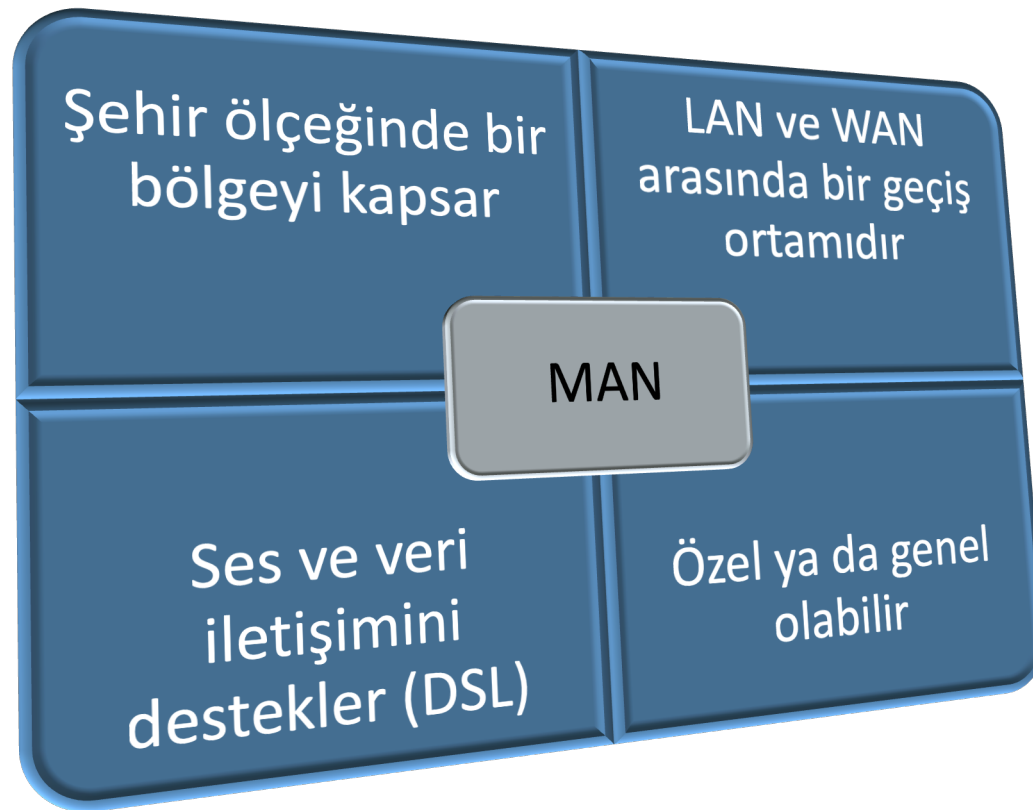
- İlk switched WAN X.25 tir.
- X.25 ağları yerine daha sonra Frame Relay kullanılmaya başlanmıştır.
- Daha sonra ortaya çıkan ATM ağlar da switched WAN'dır.
- Günümüzde kablosuz WANlar daha sık kullanılmaktadır.

# Ağ kategorileri - MAN

- MAN bir şehir ölçeğinde hızlı iletişim sağlamak için kullanılır.
- DSL bağlantılar MAN kategorisindedir.
- İki veya daha fazla ağın birleşmesiyle **internetwork** veya **internet** oluşur.
- En bilinen örneği **kablo TV** ağlarıdır.
- Günümüzde kullanılan IEEE 801.16 (**WiMAX**) da bir diğer MAN örneğidir



# MAN - Özet



# Internet

- Internet günümüzde yaşam şekillerini ve iş yapma biçimlerini değiştirmiştir. Internet birbirine bağlı yüzbinlerce bilgisayar ağından oluşmaktadır.
- 1960'lı yıllarda bilgisayarlar tek başına kullanılıyordu. Advanced Research Projects Agency (ARPA) bilgisayarları birbirine bağlamanın yolunu araştırıyordu.
- 1967 yılında ARPA tarafından ARPANET geliştirildi. 1969 yılında 4 düğüme (University of California at Los Angeles, University of California at Santa Barbara, Stanford Research Institute ve University of Utah) sahip ağ geliştirildi. Network Control Protocol adlı yazılım iletişimi sağlamaktaydı.



# Internet

- 1957 ARPA (Advanced Research Project Agency) kuruldu
- 1967 ARPA bünyesindeki bilgisayarlara uzaktan erişim fikri ortaya çıktı
- Bu amaçla paket switching kavramı tartışılmaya başlandı
- 1967 ARPANET kuruldu
- Her bilgisayar bir IMP (Interface Message Processor) bağlandı
- Her IMP diğer iki IMP'ye 56kbps'lik iletim hatları ile bağlandı
- Uygulama yazılımı??

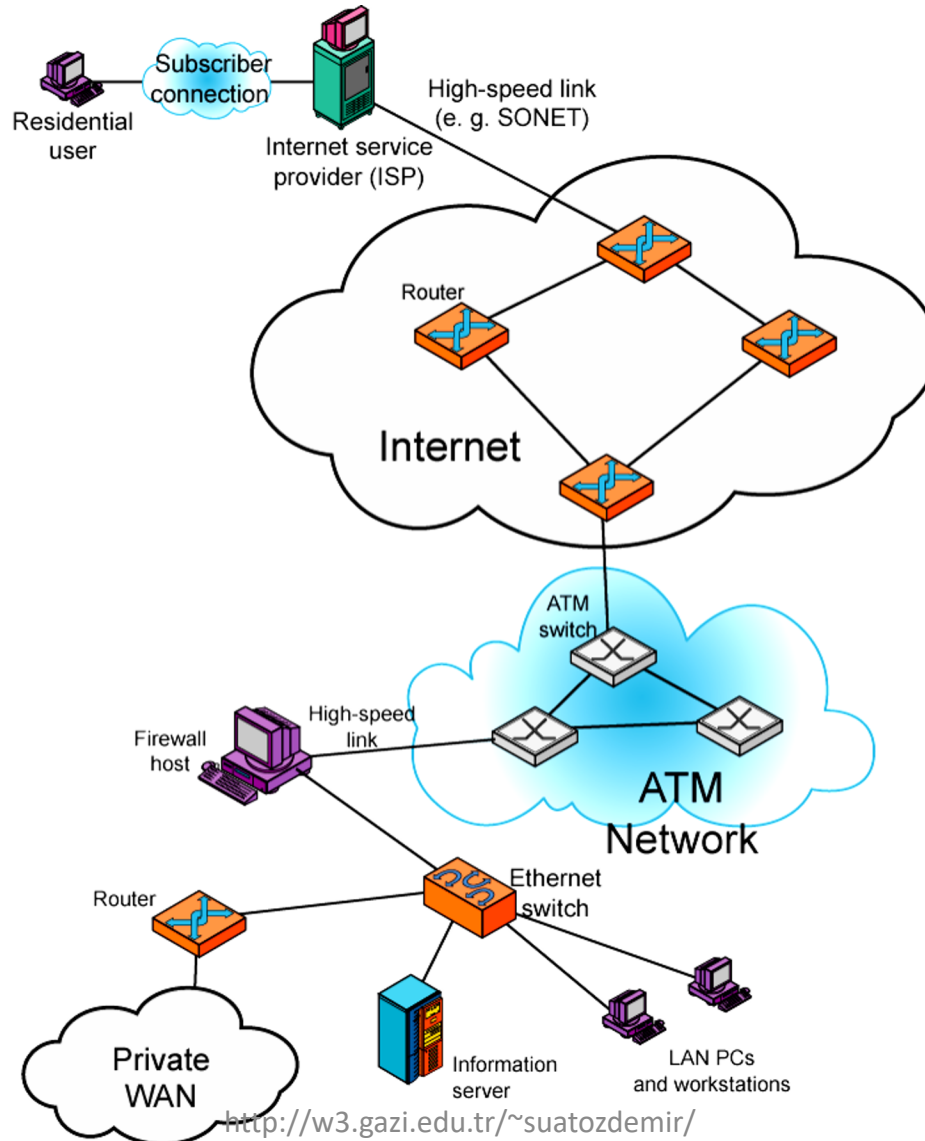
# Internet

- 1972 yılında ARPANET ekibinden Vint Cerf ve Bob Kahn tarafından end-to-end paket göndermek için TCP (Transmission Control Protocol) geliştirildi.
- Kısa süre sonra bu protokol, TCP ve Internetworking Protocol (IP) olarak ikiye ayrılmıştır.
- IP datagram yönlendirmesini yaparken, TCP segmentlere ayırma, birleştirme ve hata denetimi gibi işleri yapmaktadır.
- ARPANET daha sonra NSFNET olarak tüm üniversiteleri birbirine bağlayacak şekilde gelişti (1988)
- Internet günümüzde sürekli büyümekte ve gelişmektedir.
- Sürekli yeni uygulamalar, ağlar ve cihazlar Internet'e bağlanmaktadır.

# Internet

- Son kullanıcılar ISP (Internet Service Provider-Internet Servis Sağlayıcı)'lerle Internet'e bağlanmaktadır.
- Uluslararası ulusal bölgesel ve yerel ISP'ler vardır
- Uluslararası ISP'ler ülkeleri birbirine bağlar.
- Ulusal ISP'leri özel şirketler oluşturur (TTNet, Superonline).
- Ulusal ağları (backbone) birbirine NAP (Network Access Points) bağlar.
- Bölgesel ISP'ler daha küçüktür ve bir veya birkaç ulusal ISP'ye bağlıdır.
- Yerel ISP'ler son kullanıcıya direk Internet erişim sağlar. (Üniversite,...)

# Örnek ağ konfigürasyonu



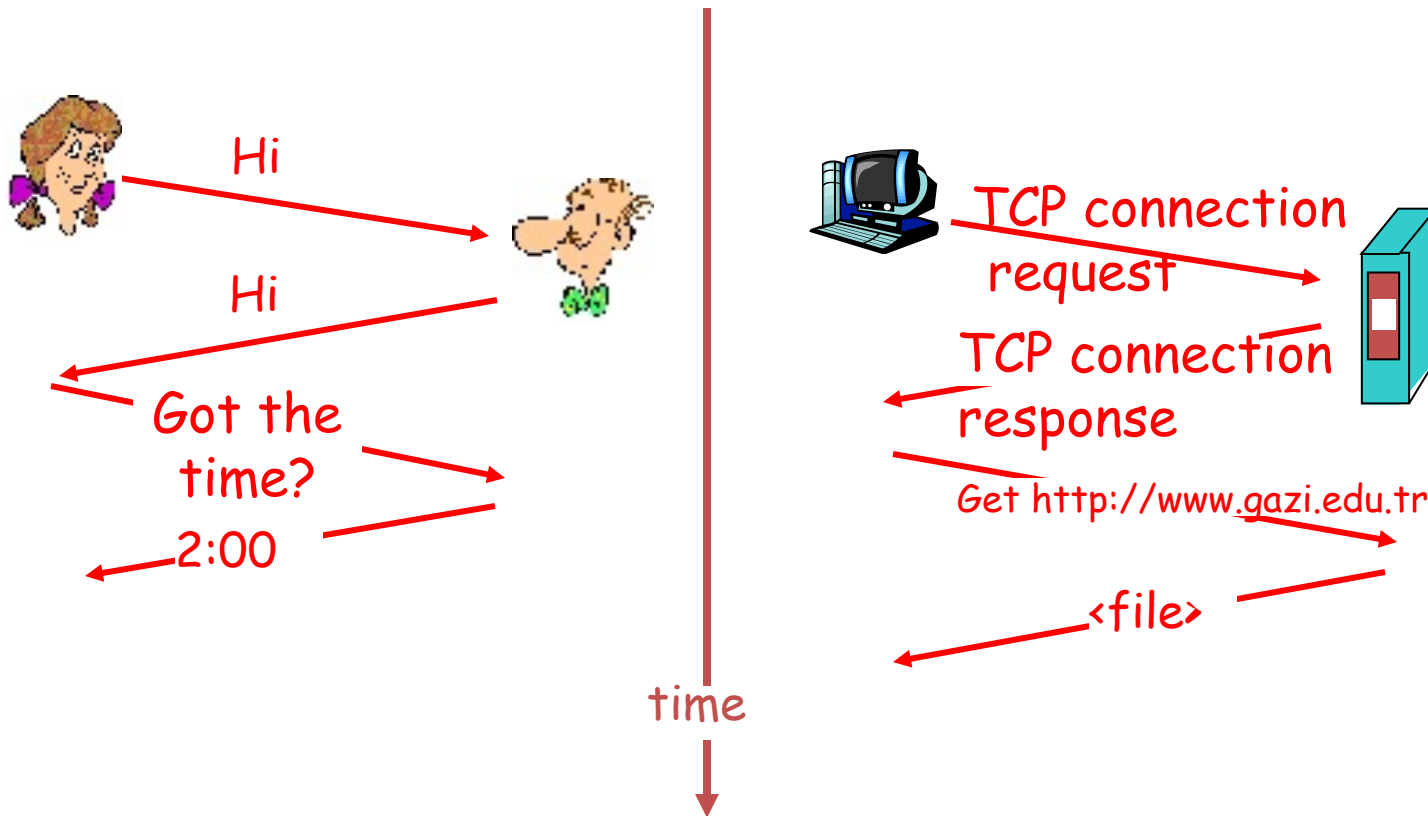
# Protokoller ve Standartlar

- İletişim yapabilmek için birimler bir protokol üzerinde anlaşırlar.
- Bir protokol veri iletişimini yöneten kurallar kümesidir.
- Bir protokol neyin iletileceğini, ne zaman iletileceğini ve nasıl iletileceğini tanımlar.
- Bir protokolün anahtar bileşenleri syntax, semantics ve timing' tir.
  - **Syntax:** Verinin yapısı veya biçimidir. (paketteki ilk 8 bit adres olsun gibi)
  - **Semantics:** Bit gruplarının anlamını gösterir. (adres bir sonraki node'umu yoksa hedefimi gösteriyor)
  - **Timing:** Verinin ne zaman iletileceği ve hangi hızda iletileceği bilgisini gösterir. Alıcı ve verici arasındaki hız uyumsuzluklarını giderir.

# Protokol nedir?

İnsanlar arasında protokol

Bilgisayar ağı protokolü



# Protokoller ve Standartlar

- Standartlar farklı üreticilerin ürünlerinin birlikte çalışabilirliklerini sağlar.
- De facto: bir kurum tarafından onaylanmamış ancak yaygın bir şekilde kullanılan standartlardır. (sound blaster)
- De jure: bir kurum tarafından onaylanmış standartlardır (IEEE 802 11)
- Standart organizasyonları
- ISO (International Organization for Standards) : bilimsel, ekonomik ve teknolojik alanlarda çalışır. (OSI başvuru modeli)
- ANSI (American National Standards Institute) : ANSI karakter set, ANSI-C, ANSI-SQL
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) : IEEE 802.x
- Internet draft: Internet standartları detaylı bir süreçten geçer. Özellikler belirlenir ve Internet draft olarak yayınlanır. Internet draft üzerinde çalışılan dökümanı gösterir.
- RFC (Request For Comments): Internet otoriteleri tarafından draft döküman RFC olarak yayınlanır. Her RFC dokümanı bir numaraya ve özellikle bir alana yöneliktir.