

# İletişim Ağları Communication Networks

Hazırlayan: M. Ali Akcayol  
Gazi Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Bu dersin sunumları, "Behrouz A. Forouzan, Data Communications and Networking 4/E, McGraw-Hill, 2007." kitabı kullanılarak hazırlanmıştır.

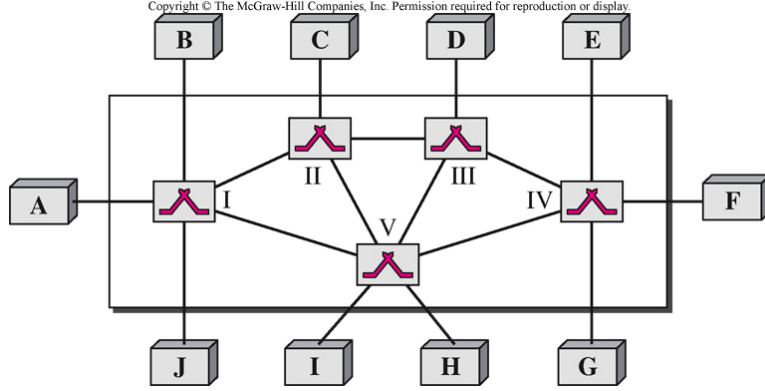
## İçerik

---

- ▶ Giriş
- ▶ Devre anahtarlama ağılar
- ▶ Datagram ağılar
- ▶ Sanal devre ağılar
- ▶ Switch yapısı

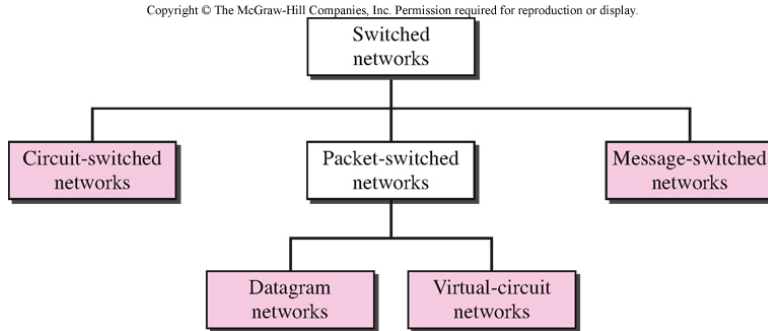
## Giriş

- ▶ Anahtarlmalı ağlar node'lar arasındaki bağlantıyı **switch**'lerle yapar.
- ▶ Anahtarlmalı ağlarda switch'lerden **bir kısmı uç sistemlere bağlıdır, bir kısmı yönlendirme için kullanılır.**
- ▶ Şekilde A,B,C,D,... uç sistemlerdir, I, II, III, IV ve V switch'tir.



## Giriş

- ▶ 3 tür anahtarlama yapısı:
  - ▶ **circuit switching** (devre anahtarlama)
  - ▶ **packet switching** (paket anahtarlama)
  - ▶ **message switching** (mesaj anahtarlama)
- ▶ Mesaj anahtarlmalı ağlarda her switch tüm mesajı aldıktan sonra bir sonraki switch'e yönlendirir (e-posta).

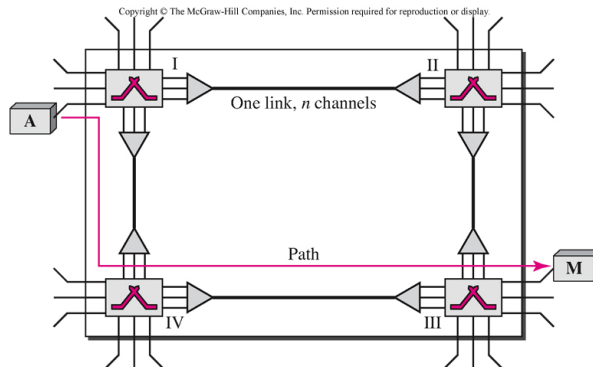


## İçerik

- ▶ Giriş
- ▶ Devre anahtarlama ağlar
- ▶ Datagram ağlar
- ▶ Sanal devre ağları
- ▶ Switch yapısı

## Devre anahtarlama ağlar

- ▶ Circuit-switched ağlar fiziksel bağlı switch'lerden oluşur.
- ▶ İki cihaz arasındaki **her bağlantı, atanmış bir kanalı kullanır.**
- ▶ Her link **FDM** veya **TDM** ile **n tane kanala bölünebilir.**
- ▶ Şekilde **4 switch** ve **4 link**'ten oluşan devre anahtarlama ağ görülmektedir. FDM veya TDM ile  $n=3$  kanal oluşturulmuştur.



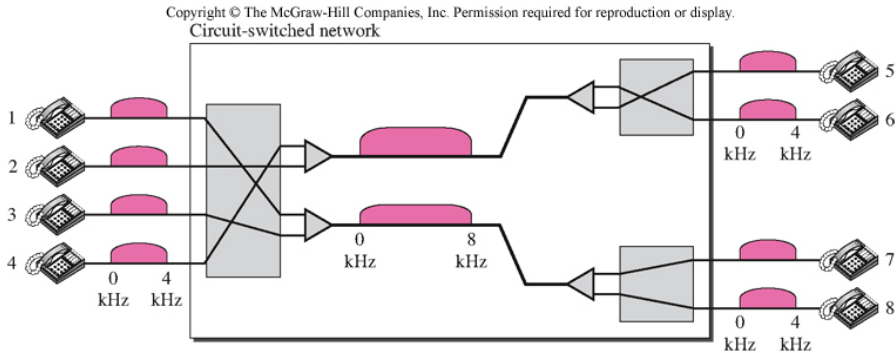
## Devre anahtarlamalı ağlar

- ▶ Bir uç sistem diğeriyle bağlantı için istekte bulunur (**setup phase**).
- ▶ Bir circuit (devre) için bütün linklerde kanal ayrılır ve **tüm kanalların birleşimiyle atanmış bir yol oluşturulur**.
- ▶ Yol oluşturulduktan sonra veri transferi gerçekleştirilir (**data transfer**).
- ▶ Transfer bittikten sonra devre kaldırılır (**teardown**).
- ▶ **Circuit-switching fiziksel katmanda yapılır**.
- ▶ İletişim süresince FDM veya TDM'le oluşturulan kanallar, **switch buffer'ları, switch işlem zamanı ve switch giriş/çıkış portları veri transferi için ayrılmış olur**.
- ▶ Veri transferi aşamasında adresleme gerekmez, **setup aşamasında end-to-end yol kurulur**.

## Devre anahtarlamalı ağlar

### Örnek

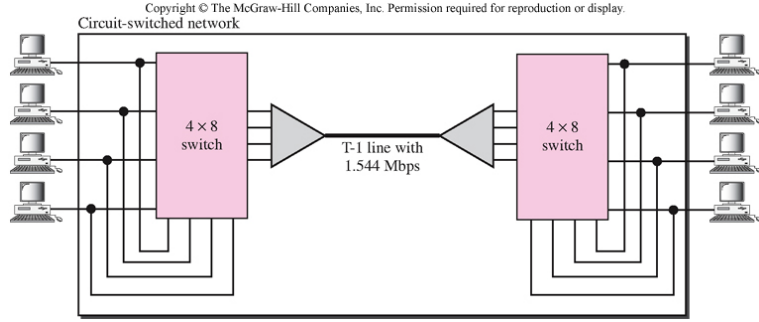
- ▶ Şekilde 8 telefon birbirine bağlanıyor.
- ▶ Her link FDM ile iki ses kanalı oluşturur.
- ▶ Her link için bant genişliği 8 kHz.



## Devre anahtarlamalı ağlar

### Örnek

- ▶ Şekilde özel bir şirket için devre anahtarlamalı ağ ile iki farklı ofisteki bilgisayarlar birbirine bağlıdır.
- ▶ Ofisler 1,544 Mbps kiralık bir hat ile birbirine bağlıdır.
- ▶ 4x8 iki switch kullanılmaktadır.
- ▶ Çıkışlardan 4 tanesi diğer ofise bağlantı için, diğerleri ofis içi bağlantı için kullanılmaktadır.

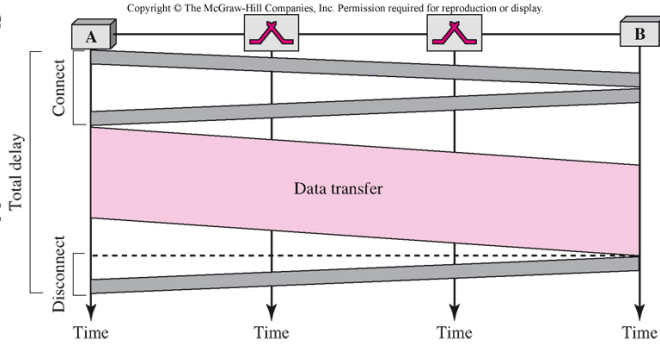


## Devre anahtarlamalı ağlar

- ▶ Circuit-switched ağda iletişim üç aşamada gerçekleştirilir:
  - ▶ **Connection setup**
  - ▶ **Data transfer**
  - ▶ **Connection teardown**
- ▶ İki uç sistem iletişime başlamadan önce bir devre kurulur.
- ▶ Bağlantı oluşturulduktan sonra iki uç sistem arasında veri transferi başlatılır.
- ▶ İki uç sistem bağlantıyı bitirmeye karar verdiğinde **ayrılmış kaynaklar serbest bırakılır.**

## Devre anahtarlama ağılar

- ▶ **Devre anahtarlama ağılar**, tüm iletişim boyunca kaynak ayrıldığından diğer ağlara göre **verimli değildir**.
- ▶ Ayrılan kaynak diğer uç sistemler tarafından kullanılamaz.
- ▶ Devre anahtarlama ağılarda **uçtan uca gecikme daha düşüktür**. Hiçbir switch'te bekleme olmaz.
- ▶ **Setup aşamasındaki toplam gecikme** kaynaktan hedefe istek için **yayılım gecikmesi** ve hedeften kaynağa **acknowledgment** bilgisinin dönüş süresidir.

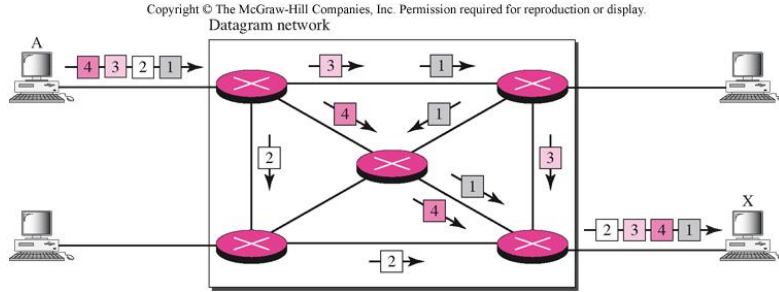


## İçerik

- ▶ Giriş
- ▶ Devre anahtarlama ağılar
- ▶ **Datagram ağılar**
- ▶ Sanal devre ağıları
- ▶ Switch yapısı

## Datagram ağlar

- ▶ **Bir mesaj** paket anahtarlama ağıda gönderilirken sabit veya değişken boyutlarda **pakete bölünür**.
- ▶ **Paket anahtarlama**da paketler için kaynak ayrılır.
- ▶ Paketler FIFO yaklaşımıyla işleme alınır ve kuyruk gecikmesi olur.
- ▶ Datagram ağlarda **her paket tek başına değerlendirilir**. Datagram anahtarlama **network layer'da gerçekleştirilir**.
- ▶ Datagram ağlar **connectionless ağlardır**.

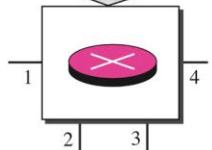


## Datagram ağlar

- ▶ Her switch hedef adreslerden oluşan bir yönlendirme tablosuna (**routing table**) sahiptir.
- ▶ **Yönlendirme tablosu dinamik olarak güncellenir**.
- ▶ **Her paket** header kısmında **hedef adresi içerir**.
- ▶ Bir paket switch'e geldiğinde hedef adres alınır ve yönlendirme tablosunda kayıtlara bakılarak en uygun yol seçilir.

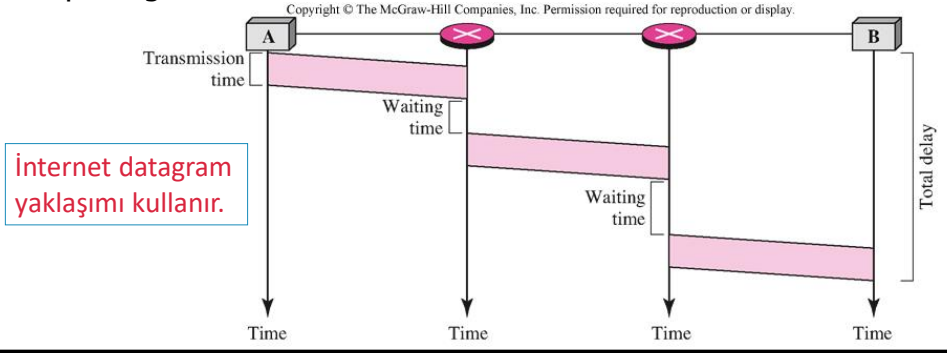
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Destination address	Output port
1232	1
4150	2
⋮	⋮
9130	3



## Datagram ağlar

- ▶ **Gecikme**, devre anahtarlmalı ağlara göre **ok fazladır**.
- ▶ Setup aşaması ve bağlantı sonlandırma aşaması olmamasına rağmen **her switch gelen paket üzerinde işlem yaptığından gecikme çok olur**.
- ▶ şekilde 3 tane transmission time ( $3T$ ), 3 tane propagation delay ( $3\tau$ ) ve 2 tane bekleme süresi ( $w1+w2$ ) vardır.
- ▶ Toplam gecikme =  $3T + 3\tau + w1 + w2$



## İçerik

- ▶ Giriş
- ▶ Devre anahtarlmalı ağlar
- ▶ Datagram ağlar
- ▶ **Sanal devre ağları**
- ▶ Switch yapısı



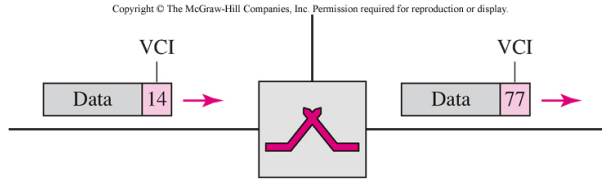
## Sanal devre ağları

- ▶ Sanal devre ağları, **datagram ağlar ile devre anahtarlama ağlarının özelliklerine sahiptir.**
- ▶ Devre anahtarlama ağlar gibi **setup ve teardown aşamaları vardır.**
- ▶ Sanal devre ağlarındaki her paket adres bilgisi bulundurur ancak **adres bir sonraki switch ve kanalı belirler.**
- ▶ Devre anahtarlama ağlarındaki gibi **tüm paketler setup aşamasında belirlenen aynı yolu kullanır.**
- ▶ **Sanal devre ağları data link katmanında** oluşturulur.
- ▶ **Datagram ağlar network katmanında** oluşturulur.
- ▶ **Devre anahtarlama ağlar fiziksel katmanda** oluşturulur.

## Sanal devre ağları

### Adresleme

- ▶ Bir frame, bir switch'e gelirken bir VCI numarasına sahiptir, çıkarken farklı bir VCI numarasına sahiptir.



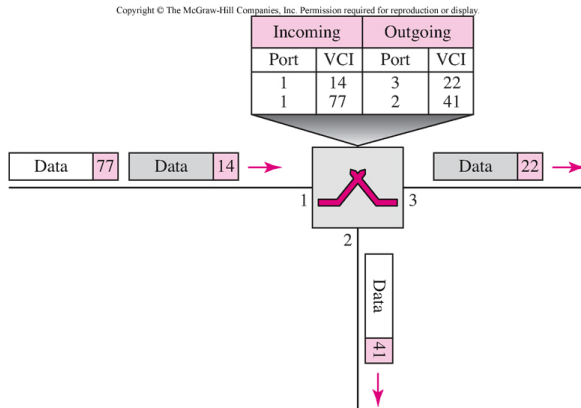
## Sanal devre ağları

### Üç aşama

- ▶ Virtual-circuit ağlarda üç aşama vardır:
  - ▶ **Setup**
  - ▶ **Data transfer**
  - ▶ **Teardown**
- ▶ **Setup aşamasında**, kaynak ve hedef arasında yol kurulur.
- ▶ **Teardown aşamasında**, switch'lerdeki bağlantıya ait bilgiler silinir.
- ▶ **Data transfer aşamasında**, tüm switch'lerdeki girişler kullanılarak veri aktarımı yapılır.

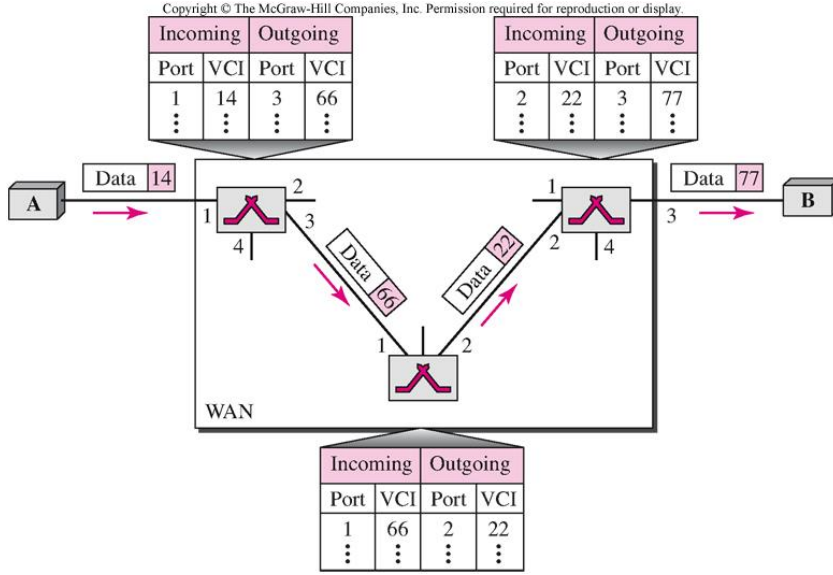
## Sanal devre ağları

- ▶ **Her switch** gelen frame'deki VCI numarası ve geldiği port numarasına göre **bir çıkış portu ve çıkış için VCI belirler**.
- ▶ Şekilde bir switch için gelen ve giden frame'lere atanan port ve VCI numaraları görölmektedir.



## Sanal devre ağıları

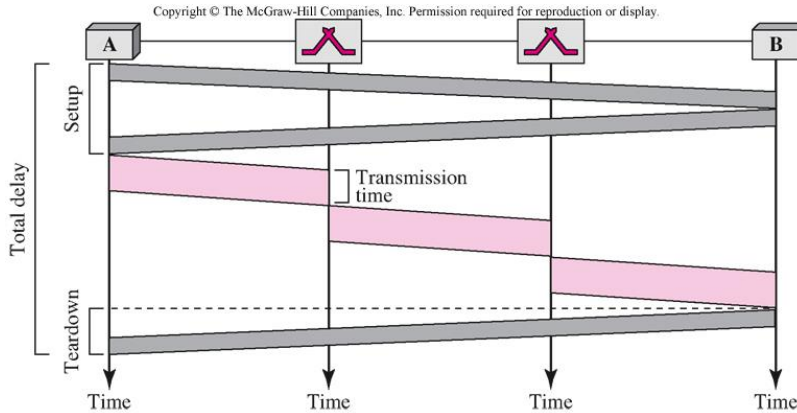
- Şekilde frame'lerin VCI değerlerinin değişimi görülmektedir.



## Sanal devre ağıları

### Gecikme

- Sanal devre ağlarında setup ve teardown için süre gerekir.
- 3 transmission time ( $3T$ ), 3 propagation time ( $3\tau$ ) gerekir.



Virtual-circuit ağlar **Frame Relay** ve **ATM** ağlarda kullanılır.

## İçerik

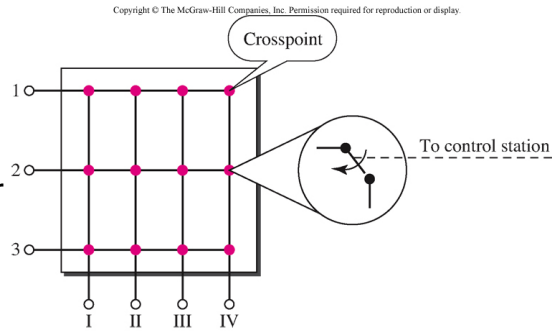
- ▶ Giriş
- ▶ Devre anahtarlama ağılar
- ▶ Datagram ağılar
- ▶ Sanal devre ağıları
- ▶ **Switch yapısı**

## Switch yapısı

- ▶ **Circuit-switched** ve **packet-switched** ağlarda **switch'ler** kullanılır.
- ▶ Devre anahtarlama iki farklı teknoloji kullanır: **space-division switch** veya **time-division-switch**.

### Space-division switch

- ▶ Crossbar switch, **n adet girişi m adet çıkışa** bağlar.
- ▶ Elektronik microswitch'ler (transistör) kullanılır.
- ▶ **En büyük dezavantajı** giriş\*çıkış kadar crosspoint gerektirmesidir.
- ▶ 1.000 giriş 1.000 çıkış için 1.000.000 crosspoints gerekir.



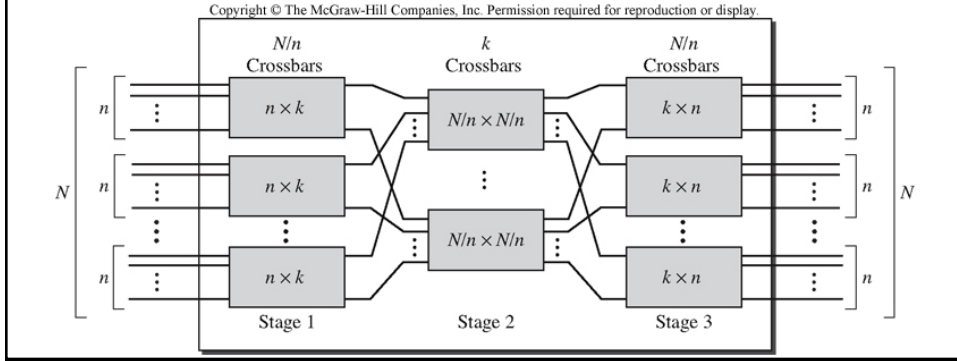
Herhangi bir anda %25 crosspoint kullanılır.

## Switch yapısı

### Space-division switch - devam

- ▶ **Multistage switch**, crossbar switch'leri aşamalı birleştirir.
- ▶ Switch içerisinde çok sayıda yol oluşturup **toplam crosspoint sayısı azaltılır**.
- ▶ İlk aşamada her birisi  $n \times k$  crossbar switch kullanılır.

$$\text{Crosspoint sayısı} = (N/n)(nk) + k(N/n)(N/n) + N/n(kn) = 2kN + k(N/n)^2$$



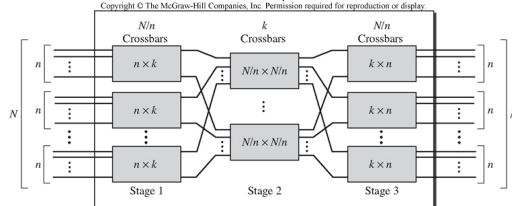
## Switch yapısı

### Space-division switch - devam

- ▶ **Multistage switch- örnek**
- ▶ 200x200 switch'i ( $N=200$ ),  $k=4$  ve  $n=20$  olan üç aşamalı switch ile tasarlayalım.
- ▶ **İlk aşamada  $N/n=200/20=10$  switch gerekir.**  
Her birisi  $20 \times 4$  boyutundadır.
- ▶ **İkinci aşamada 4 crossbar kullanılır.**  
Her birisi  $10 \times 10$  boyutundadır.

$$\text{Crosspoint sayısı} = 2.k.N + k(N/n)^2 = 2.4.200 + 4.(200/20)^2 = 2.000$$

Tek Crossbar switch olursa,  $200 \times 200 = 40.000$  crossbar gerekir.

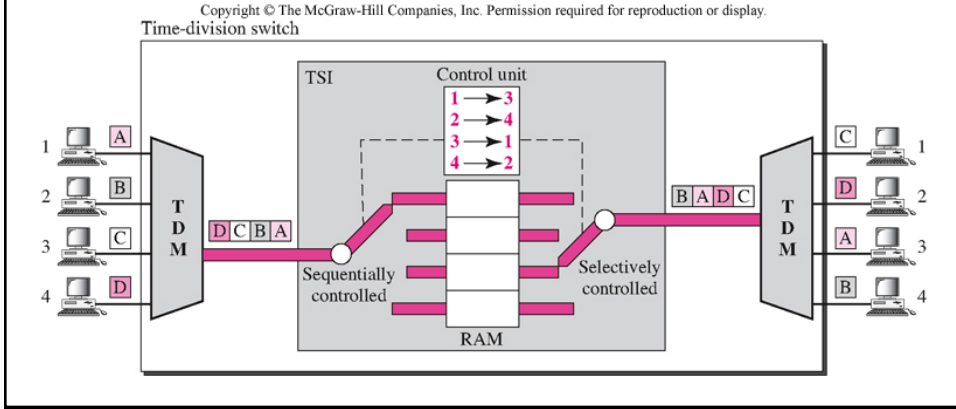


Çok aşamada  
%5 oranında  
crosspoints  
gerekir.

## Switch yapısı

### Time-division switch

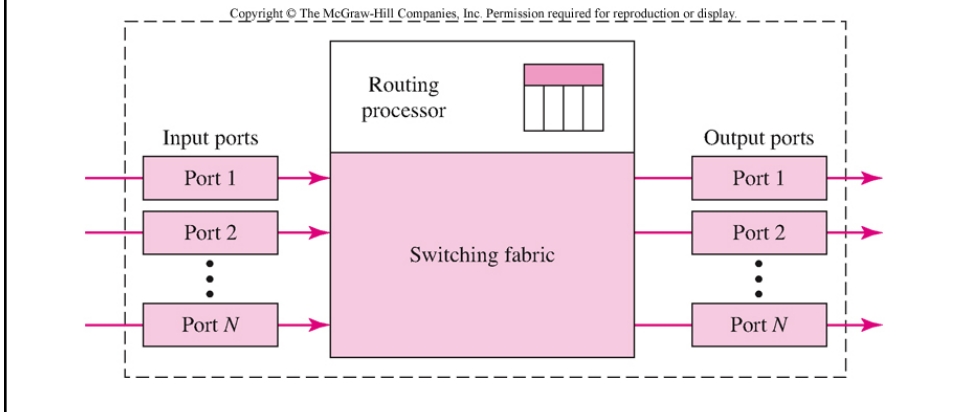
- ▶ **Time-Slot Interchange (TSI)**, en popüler teknolojidir.
- ▶ **TDM multiplexer** ve **TDM demultiplexer** kullanılır.
- ▶ TSI bir RAM belleğe sahiptir ve giriş ile çıkış bağlantılarına ait bilgiyi saklar.



## Switch yapısı

### Paket switch yapısı

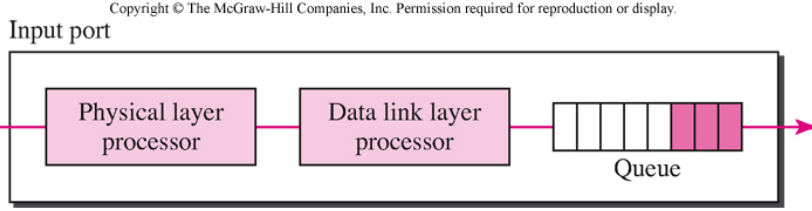
- ▶ Paket anahtarlama ağılarda kullanılan switch'ler devre anahtarlama ağılardaki switch'lerden farklıdır.
- ▶ **Bir paket switch** 4 elemandan oluşur: **input ports**, **output ports**, **routing processor** ve **switching fabric**.



## Switch yapısı

### Paket switch yapısı – devam

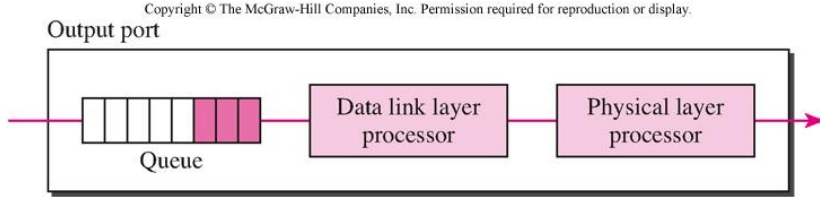
- ▶ **Giriş portları, fiziksel ve data link katman** fonksiyonlarını gerçekleştirir.
- ▶ Giriş portlarında paketlerdeki hatalar denetlenir ve düzeltilir.
- ▶ Giriş portları, **fiziksel katman işlemcisi** ve **data link katman işlemcisi** ve **buffer'a sahiptir**.



## Switch yapısı

### Paket switch yapısı – devam

- ▶ **Çıkış portları**, giriş portlarının yaptığı işleri ters sırada gerçekleştirir.

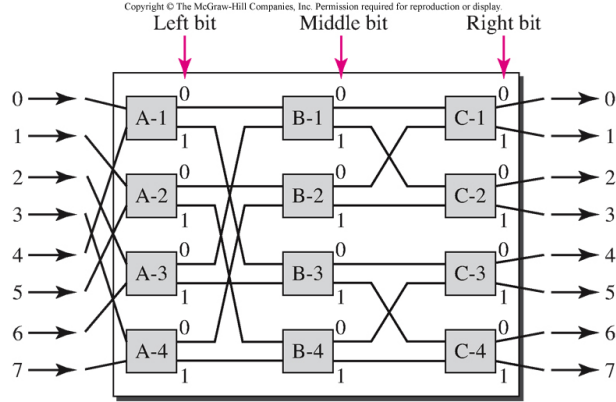


- ▶ **Routing processor, network katmanında çalışır.** Bir sonraki hop adresi belirlenir.
- ▶ **Routing processor routing tablosu kullanır.**
- ▶ Switching fabrics, giriş kuyruğundan çıkış kuyruğuna paketi taşır.
- ▶ **Switching fabrics** olarak **crossbar switch**, **banyan switch** veya **batcher-banyan switch** kullanılır.

## Switch yapısı

### Paket switch yapısı – switching fabric (banyan switch)

- ▶ Her aşamada microswitch vardır ve **paketler** çıkış portlarına **binary string**'le gönderilir.
- ▶ **n giriş n çıkış için  $\log_2 n$**  aşama vardır.
- ▶ Her aşamada **n/2 microswitch** vardır.
- ▶ **İlk aşama**, paketi en yüksek bit değerine göre yönlendirir.
- ▶ **İkinci aşama**, ikinci bit değerine göre yönlendirir.

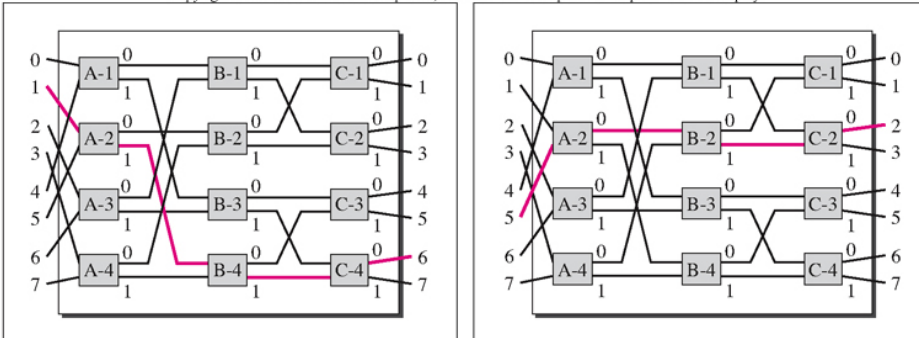


## Switch yapısı

### Paket switch yapısı – switching fabric (banyan switch)

- ▶ Şekilde 110 ve 010 için paketin yönlendirilmesi görülmektedir.
- ▶ Her aşamada en soldaki bir bit ile yönlendirme yapılır.

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



a. Input 1 sending a cell to output 6 (110)

b. Input 5 sending a cell to output 2 (010)



## Switch yapısı

### Paket switch yapısı-switching fabric (batcher-banyan)

- ▶ Banyan switch'lerde aynı çıkış portuna iki paket gelirse collision olur.
- ▶ **Batcher switch** gelen paketleri hedef adrese göre sıralar.
- ▶ **Trap modülü** aynı çıkış portuna sahip paketlerin eşzamanlı geçişini engeller.

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

