

Bilgisayar Programcılığı Uzaktan Eğitim Programı

**e-BİLG 121 AĞ TEKNOLOJİLERİNİN
TEMELLERİ**

Öğr. Gör. Bekir Güler

E-mail: bguler@fatih.edu.tr

Hafta 6: Ağ (Network) katmanı II

□ 4.4 İnternet ağ katmanı fonksiyonları

- IPv4 adresleme
- ICMP
- IPv6

□ 4.5 Yönlendirme, iletme algoritmaları

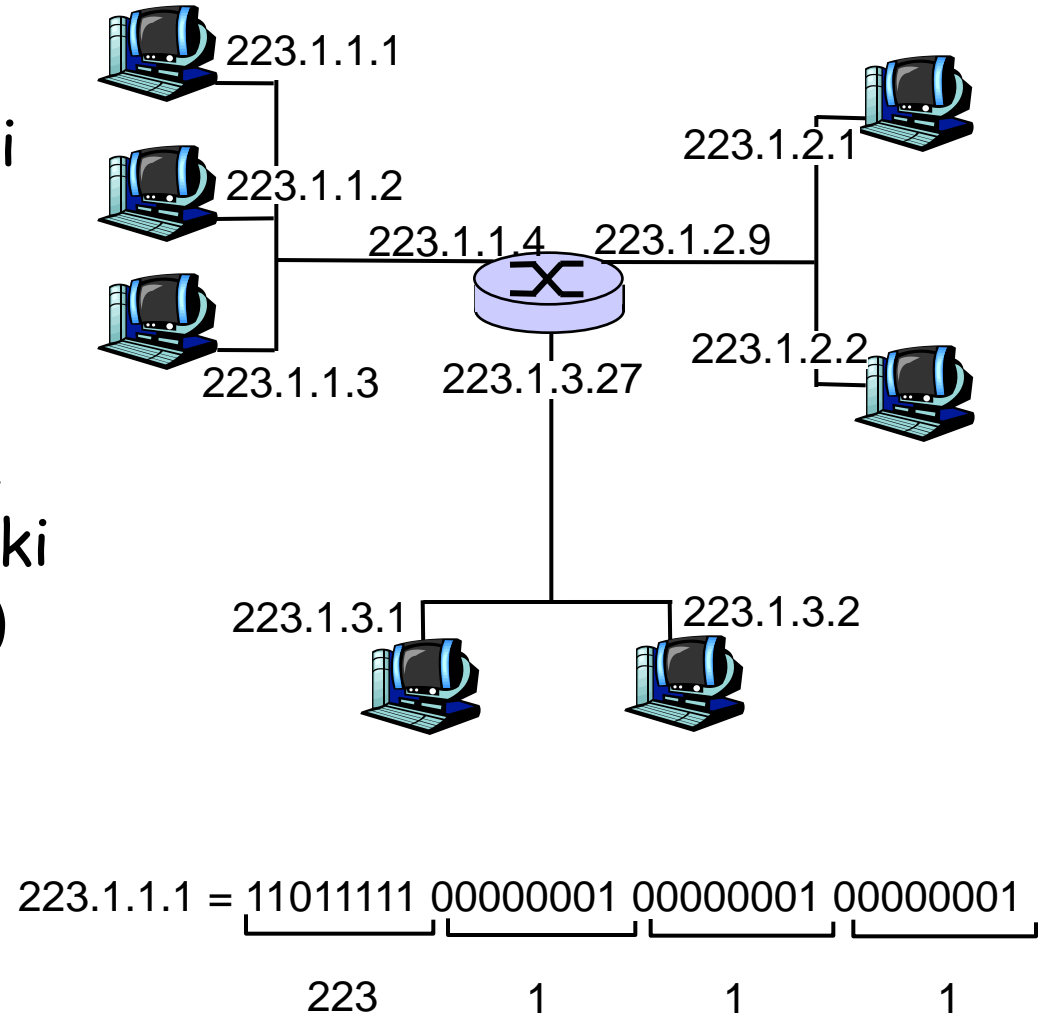
- Bağlantı durum (Link-State) Algoritmaları
- Uzaklık vektör (Distance Vector) algoritması
- Hiyerarşik yönlendirme

□ 4.6 İnternet'te yönlendirme

- RIP
- OSPF
- BGP

4.4.2 IP Adresleme: Giriş

- ❑ **IP adresi:** Bilgisayar ve yönlendirici arabirimlerini tanımlayan 32-bit'lik bir tanımlayıcıdır
- ❑ **Arabirim (interface):** Bilgisayar/yönlendirici ve fiziksel bağlantı arasındaki bağlantı örnek: (Ağ kartı)
 - Yönlendiricinin birden çok arabirimi vardır
 - Bilgisayarın genellikle tek arabirimi vardır
 - Her bir arabirime bir IP adresi verilir



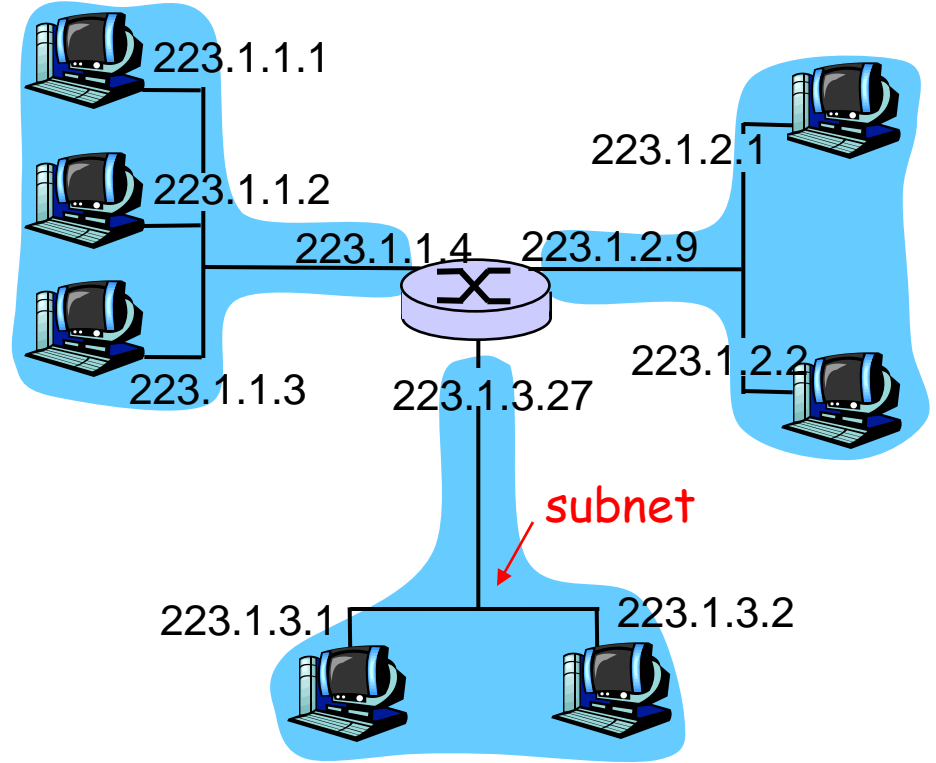
Alt ağlar (Subnets)

❑ IP adresi:

- Subnet bölümü
(IP adresinde soldaki bölüm)
- Host bölümü
(IP adresinde soldaki bölüm)

❑ subnet nedir?

- Aynı subnet'de aygıtların IP adresinde subnet bölümü aynıdır
- Aynı subnet'de aygıtlar yönlendirici olmadan iletim yaparlar

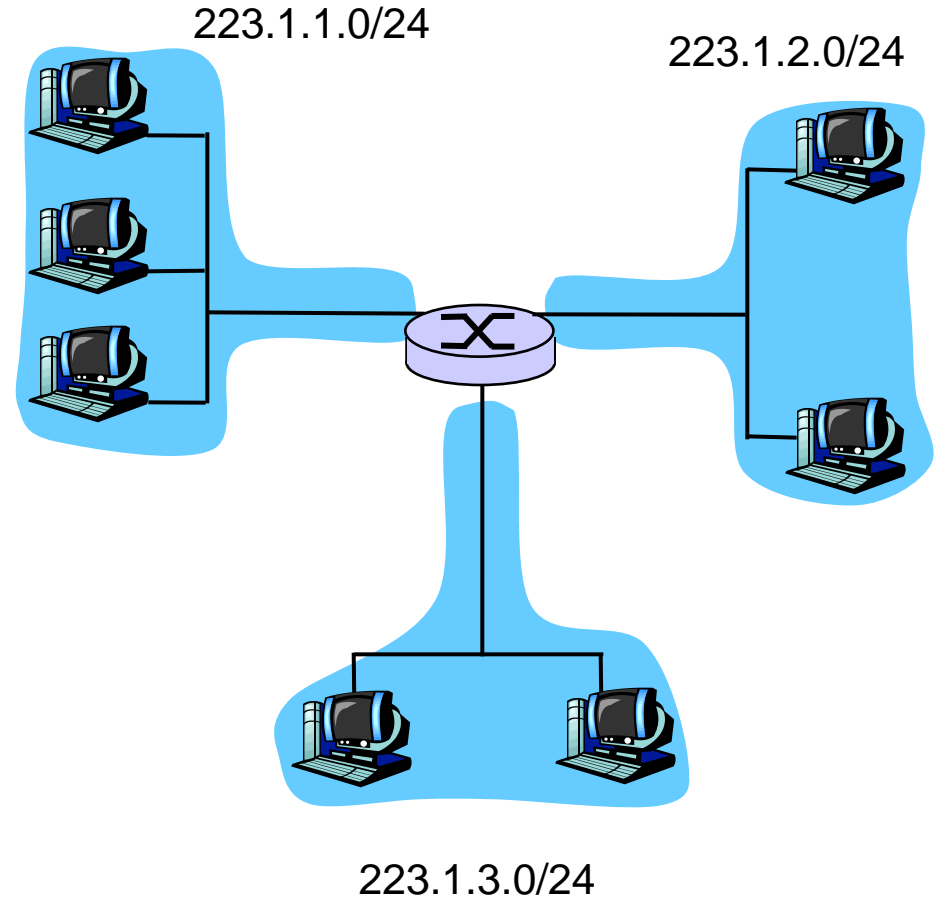


3 alt ağdan oluşan ağ

Subnets

Subnet nasıl tespit edilir?

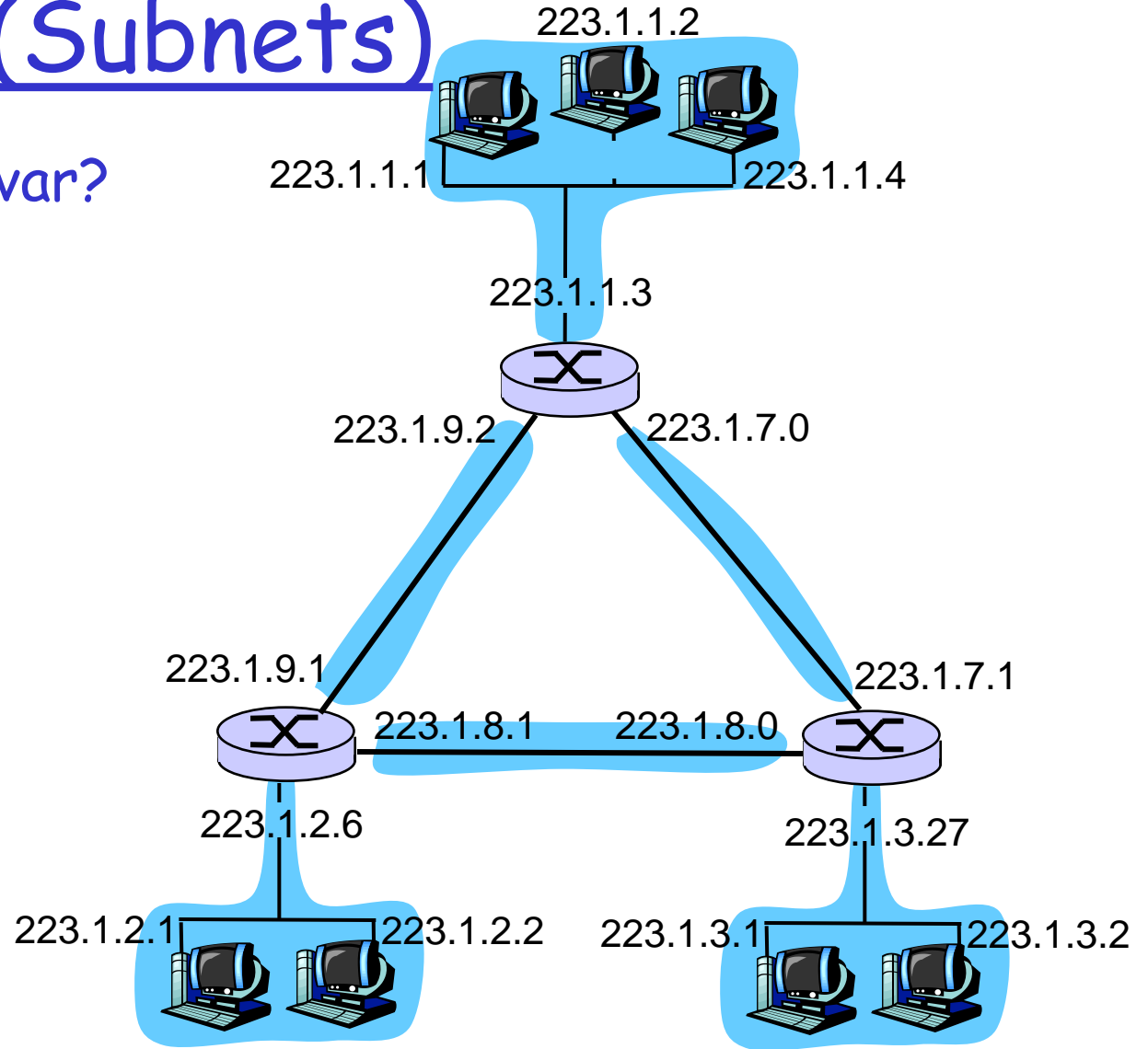
- Subnetleri tespit etmek için arabirimler yönlendiriciden ayrılır. Ayrılmış bir ağ şeklinde kalan her bir ağ parçası bir subnet oluşturur



Alt ağ maskesi (Subnet mask): /24

Alt ağlar (Subnets)

Kaç tane subnet var?



IP adresleme: CIDR

CIDR: Sınıfsız ağlar arası yönlendirme
(**C**lassless **I**nter**D**omain **R**outing)

- Adresin **subnet bölümü** rasgele bir uzunlukta olabilir
- Adres formatı: **a.b.c.d/x**, burada x subnet bölümü bit sayısını gösterir



200.23.16.0/23

IP adresi nasıl alınır?

S: Bir bilgisayar IP adresini nasıl alır?

□ Bir dosyadan alabilir

- Windows: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
- UNIX: /etc/rc.config

□ Dinamik bilgisayar yapılandırma protokolü

(Dynamic Host Configuration Protocol- DHCP):

IP adresi, DHCP sunucusundan dinamik olarak alınır

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Amaç: Ağa bağlanan bilgisayarların IP adreslerini bir ağ sunucusundan dinamik (otomatik) olarak almasıdır

Kullanılan adreslerin kullanım süresi uzatılabilir

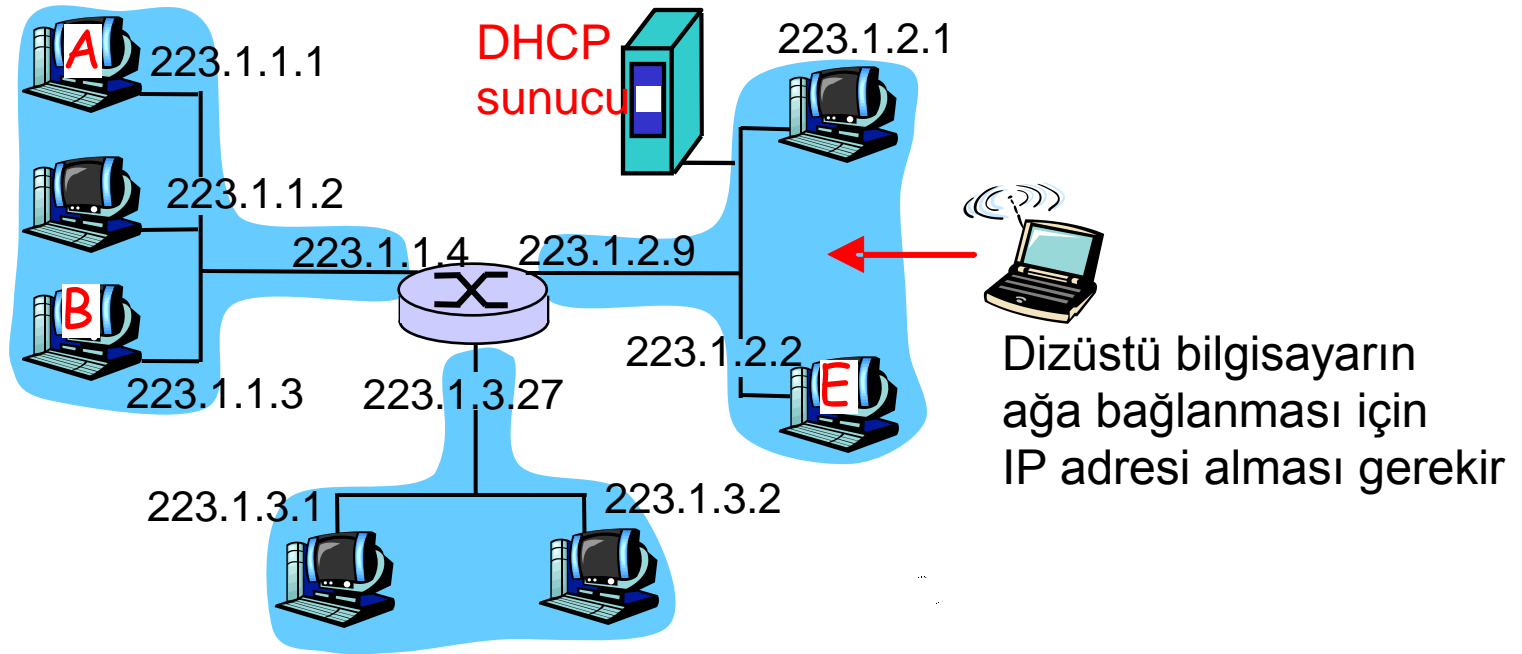
Önceden kullanılmış o anda boşta olan adresler yeniden kullanılabilir

Gezici kullanıcıların kısa zaman içinde olsa ağa bağlanmasını sağlar

DHCP genel bakış:

- Bilgisayar "DHCP discover" mesajı yayınlar
- DHCP sunucusu "DHCP offer" mesajı ile cevap verir
- Bilgisayar, "DHCP request" mesajı ile IP adresi ister
- DHCP sunucusu "DHCP ack" mesajı ile IP adresi gönderir

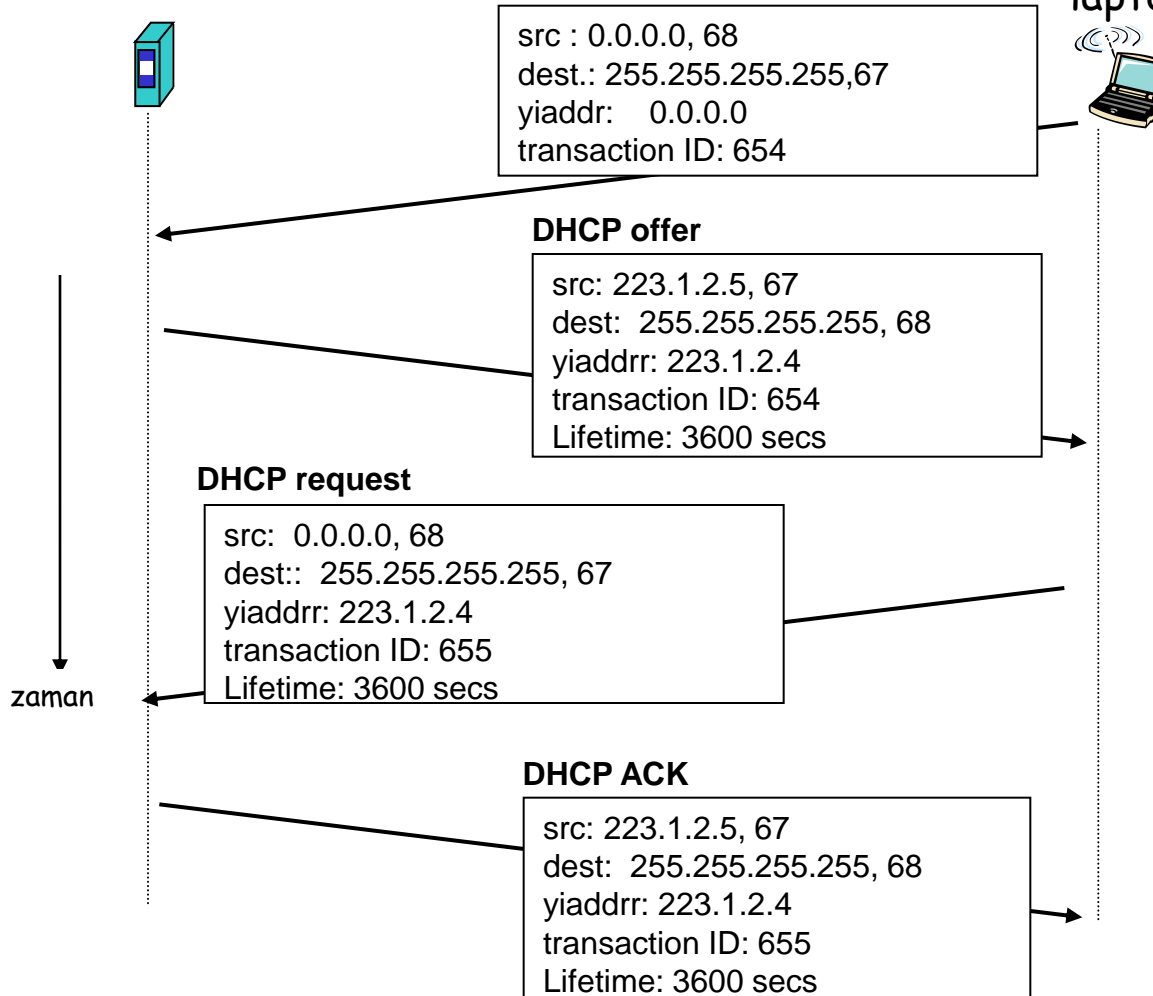
DHCP client-server örneği



DHCP client-server örneği

DHCP sunucu: 223.1.2.5

Ağa katılan
laptop



DHCP: IP adresinden daha fazlası verilir

DHCP sunucusu, client bilgisayara IP adresi ile birlikte başka bilgilerde verir:

- Diğer ağlara çıkışı sağlayan aygıtın adresini (default gateway)
- DNS sunucusunun IP adresini
- Ağ maskesini (Subnet mask)

IP adresi nasıl alınır?

S: Bir kurum IP adresinin bir subnet parçasını nasıl alır?

C: İnternet servis sağlayıcı kuruma istenilen IP veya IP aralıklarını ücret karşılığında tahsis eder

ISP adres aralığı 11001000 00010111 00010000 00000000 200.23.16.0/20

Kurum 0	<u>11001000 00010111 00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Kurum 1	<u>11001000 00010111 00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Kurum 2	<u>11001000 00010111 00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...
Kurum 7	<u>11001000 00010111 00011110</u>	00000000	200.23.30.0/23

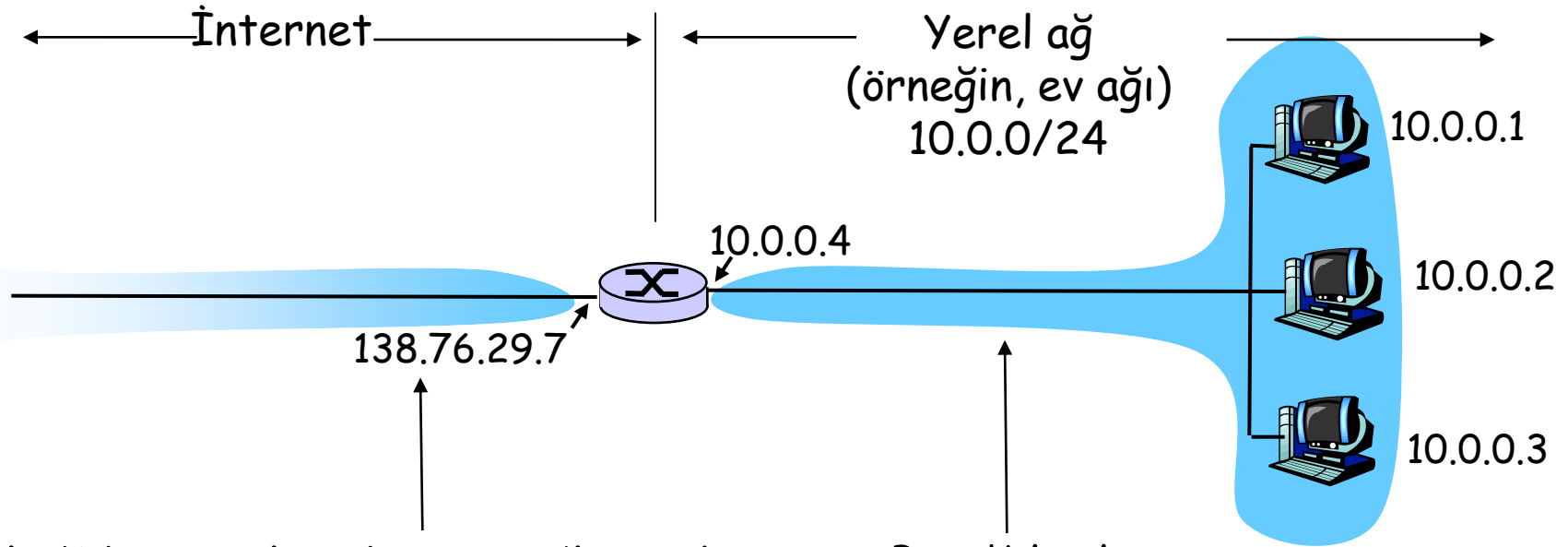
ISP, adres bloğu nasıl alır?

S: Bir ISP, Adres bloğunu (aralığını) nasıl alır?

C: **ICANN**: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- IP adreslerini tahsis eder
- DNS sunucularını yönetir
- Domain isimlerini atar

Ağ adres çevirisi (Network Address Translation- NAT)



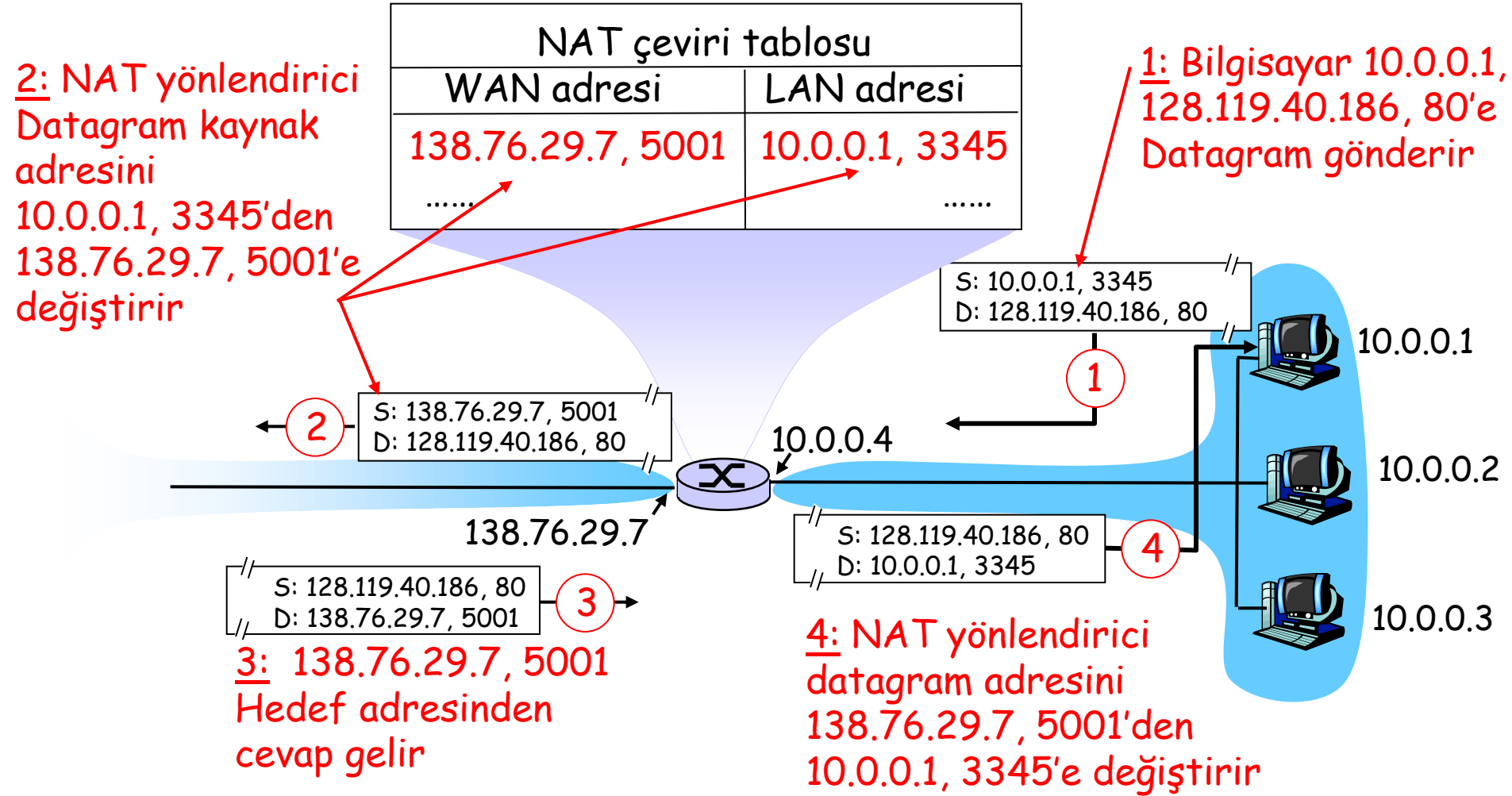
Yerel ağdan ayrılan datagram'lar tek IP adresine
(NAT IP address: 138.76.29.7) sahiptir. Fakat kaynak port numaraları farklıdır

Bu ağda datagram kaynak ve hedef IP adresleri için 10.0.0.0/24 aralığı kullanılır

NAT Faydaları

- ISP'den bir IP adres aralığı alınmasına gerek yoktur. Bütün aygıtlar için bir IP adresi yeterli olur
- Yerel ağdaki aygıtların adresleri internetten bağımsız olarak değiştirilebilir
- Yerel aygıtların adresleri değiştirilmeden ISP değiştirilebilir
- Yerel aygıtların adresleri internet tarafından görünmez. Böylece güvenlik sağlanmış olur

NAT adreslerin deęiřtirilmesi



4.4.3 İnternet Kontrol Mesaj Protokolü

(Internet Control Message Protocol- ICMP)

- ❑ Bilgisayar ve yönlendiriciler tarafından ağda kontrol için kullanılır.
- ❑ Hata bildirimi erişilemeyen bilgisayar, ağ ve port için kullanılır
 - Ping (aygıtın çalışıp çalışmadığı kontrol edilir)
 - ICMP mesajları, IP datagram'ları içinde taşınır

<u>Tür Kodu</u>		<u>Açıklaması</u>
0	0	echo reply (ping)
3	0	dest. network unreachable
3	1	dest host unreachable
3	2	dest protocol unreachable
3	3	dest port unreachable
3	6	dest network unknown
3	7	dest host unknown
4	0	source quench (congestion control - not used)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	bad IP header

Traceroute ve ICMP

- ❑ Kaynak bir UDP segment serisini hedefe gönderir
 - Birinci segment TTL =1
 - İkinci segment TTL=2, vb.
- ❑ n. Datagram n. yönlendiriciye ulaştığında:
 - Yönlendirici datagramları atar
 - Kaynağa bir ICMP mesajı gönderir (type 11, code 0)
 - Mesaj yönlendiricinin adını ve adresini içerir

- ❑ ICMP mesajları ulaştığında, kaynak RTT'yi hesaplar
- ❑ Traceroute yukarıdaki işlemi 3 kez yapar

Durdurma kriteri

- ❑ UDP segment sonunda hedefe ulaşır
- ❑ ICMP, ulaşmazsa "host unreachable" mesajını gönderir (type 3, code 3)

4.4.4 IPv6

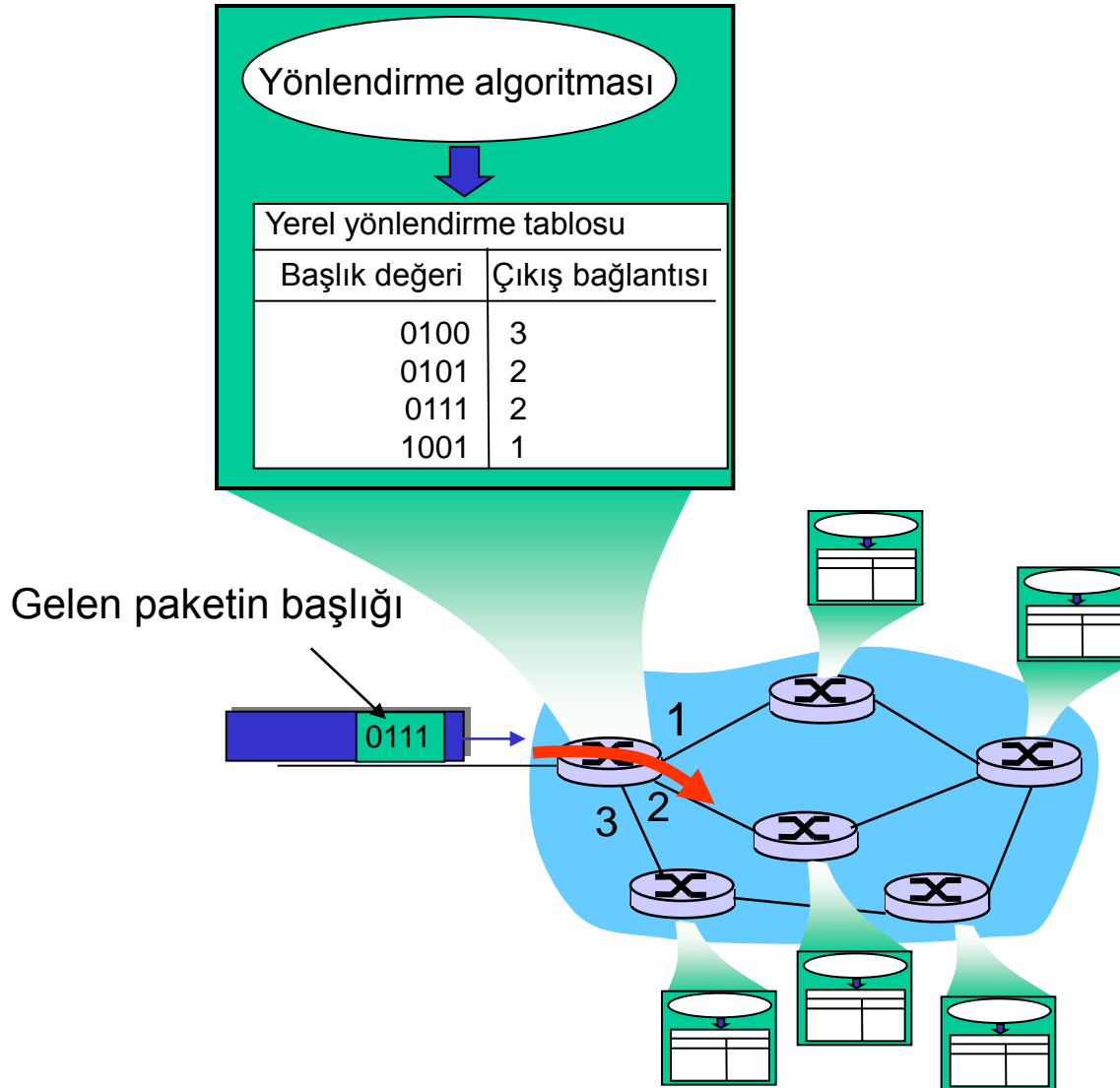
- ❑ 32-bit adres alanı (IPv4) sonunda tamamen tahsis edilecekti.
- ❑ IP sıkıntısını çözmek için 128-bitlik olan IPv6 geliştirildi

S: 32 ve 128 bitin anlamı nedir?

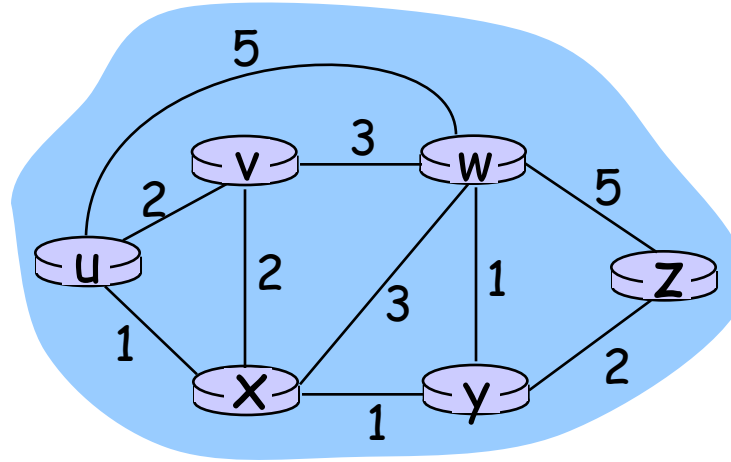
IPv4'den IPv6'ya geçiş

- ❑ Bütün yönlendiriciler aynı anda güncelleştirilemezdi
Ağ hem IPv4 hem de IPv6 yönlendiricilerle nasıl çalışacaktı?
- ❑ IPv6 datagramları, IPv4 yönlendiricileri arasında IPv4 datagramları olarak taşındı

4.5 Yönlendirme, iletme algoritmaları



Yönlendiricilerin grafiksel gösterimi

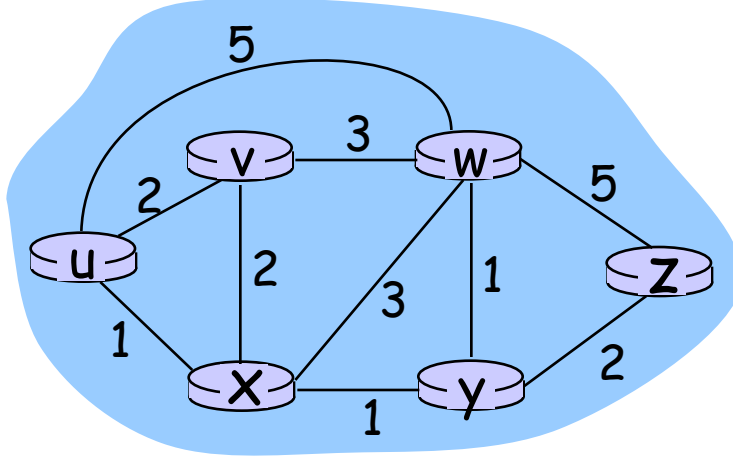


Yönlendirici kümesi (YK) = { u, v, w, x, y, z }

Bağlantı kümesi (BK) = { (u,v), (u,x), (v,x), (v,w), (x,w), (x,y), (w,y), (w,z), (y,z) }

Örnek: P2P ağda YK bilgisayarlara BK ise aralarındaki TCP bağlantılarına karşılık gelir

Grafiksel gösterimde uzaklık



v ve w düğümleri arasındaki yolun maliyeti 3 tir

Soru: u ve z arasında en düşük maliyetli yol nedir?

Yönlendirme algoritmaları en düşük maliyetli yolu bulur

Yönlendirme algoritmaları (routing algorithms)

1. Link state, **Dijkstra's algorithm**
2. Distance Vector, **Bellman-Ford Equation**
3. Hierarchical routing

Yönlendirme algoritmalarının sınıflandırılması

Genel mi merkezi olmayan mı?

Genel:

- ❑ Yönlendiricilerin hepsi topolojinin tam bağlantı maliyet bilgisine sahiptir

Merkezi olmayan:

- ❑ Bir yönlendirici kendisine fiziksel olarak bağlı komşularını ve bağlantı maliyetlerini bilir
- ❑ Komşularla olan bağlantı ve maliyeti yinelemeli olarak hesaplanır, bu bilgilerin alış verişi yapılır

Statik mi Dinamik mi?

Statik:

- ❑ Yollar zaman içinde yavaş yavaş değişir

Dinamik:

- ❑ Yollar hızlı bir şekilde değişir
 - Dönemsel güncelleştirme

4.5.1. Bağlantı durum (Link-State) Algoritmaları

- ❑ Bağlantı maliyetleri bütün düğümler tarafından biliniyor
 - Bağlantı durumunun yayınlanması ile gerçekleştirilir
 - Bütün düğümler aynı bilgiye sahiptir
- ❑ Bir düğümden diğer tüm düğümlere en düşük maliyetli yolu hesaplar
 - En düşük maliyetli düğüm için yönlendirme tablosunu verir
- ❑ K yinelemeden sonra hedefe en düşük maliyetli yolu bulur

4.5.2 Uzaklık vektör (Distance Vector) algoritması

- ❑ Her bir düğüm komşusunun uzaklık maliyetini bilir
- ❑ Bir düğüm bağlı olduğu düğümleri bilir
- ❑ Bir düğüm aynı zamanda komşularının bağlı olduğu düğümleri de bilir

Temel düşünce:

- ❑ Belli zamanlarda her bir düğüm kendi uzaklık değerlerini komşularına gönderir
- ❑ Bir düğüm komşusundan uzaklık değeri aldığı anda yönlendirme tablosunda bu değeri günceller

Link State ve Distance Vector algoritmalarını karşılaştırması

Mesaj oranı

- LS: ağdaki yönlendiricilerin hepsi ile mesaj alış verişi yapılır
- DV: sadece komşu yönlendiricilerle mesaj alış verişi yapılır

Sağlamlık: yönlendirici arızalanırsa ne olur?

LS:

- Yönlendirici yanlış bağlantı maliyeti yayınlar
- Her yönlendirici sadece kendi tablosunu hesaplar

DV:

- DV yönlendirici yanlış yol maliyeti yayınlar
- Her yönlendiricinin tablosu diğerleri tarafından kullanılır
 - Hata ağa yayılır

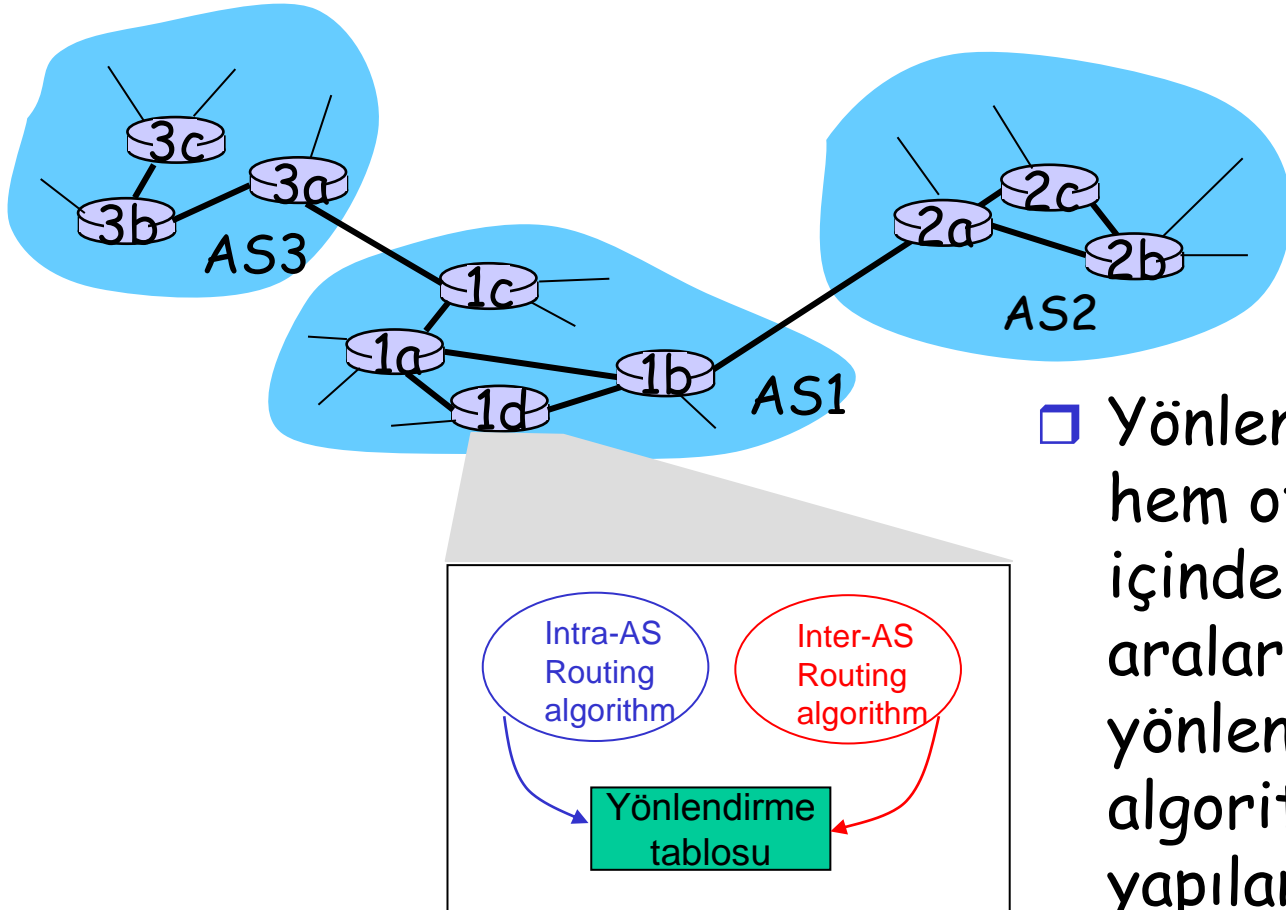
4.5.3 Hiyerarşik yönlendirme

- ❑ Yönlendiriciler otonom sistem "**autonomous systems**" (AS) denilen bölgelere toplanırlar
- ❑ Aynı otonom bölgede bulunan yönlendiriciler aynı yönlendirme algoritmalarını çalıştırırlar
- ❑ Farklı otonom bölgede bulunan yönlendiriciler farklı yönlendirme algoritmaları çalıştırabilirler

Gateway(ağ geçidi) router

- ❑ Başka bir AS'ta bulunan yönlendiriciye doğrudan bağlantı

Birbirine bağılı otonom sistemler



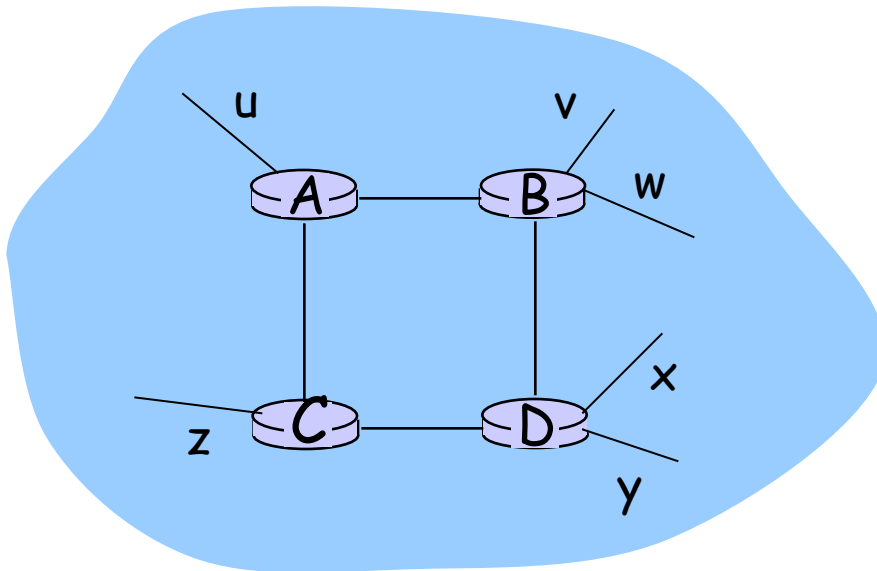
- Yönlendirme tablosu hem otonom sistem içindeki hem de aralarındaki yönlendirme algoritmaları ile yapılandırılır

4.6 İnternet'te yönlendirme

- ❑ En yaygın yönlendirme algoritmaları:
 - RIP: Routing Information Protocol
 - OSPF: Open Shortest Path First
 - IGRP: Interior Gateway Routing Protocol
(Cisco'ya özel)

4.6.1 RIP (Routing Information Protocol)

- ❑ Uzak vektör (distance vector) algoritması
- ❑ İlk olarak BSD-UNIX 1982 versiyonuna dahil edildi
- ❑ Uzaklık ölçüsü: atlama (hop) sayısı (maksimum= 15 hop)



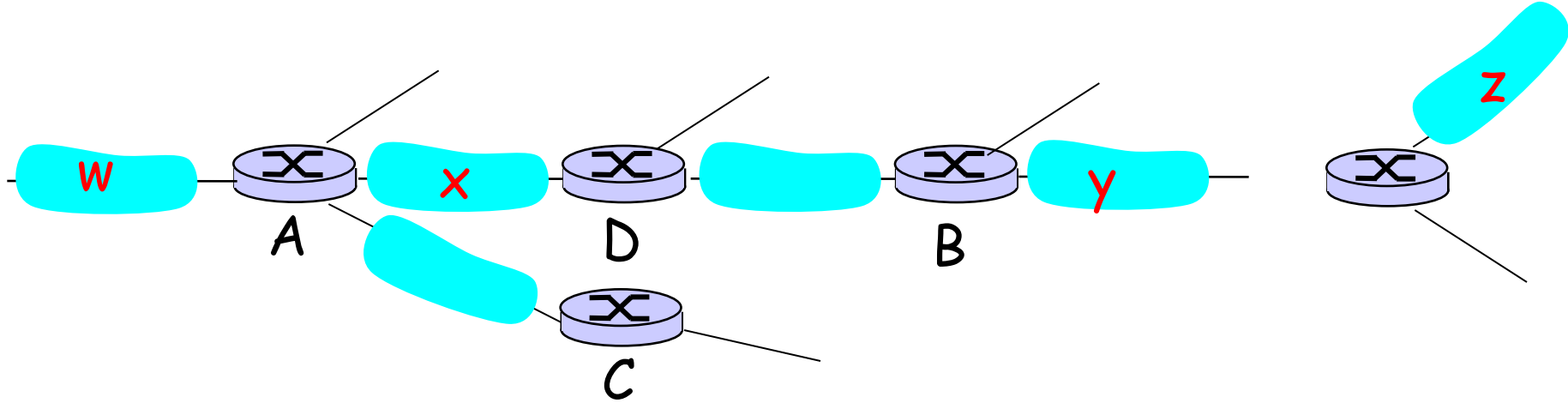
Yönlendirici A'dan alt ağlara:

Hedef	Atlama Sayısı
u	1
v	2
w	2
x	3
y	3
z	2

RIP yönlendirme bilgilerini yayınlaması

- DV algoritmalarında bu bilgiler her 30 saniyede güncelleştirilir

RIP: Örnek



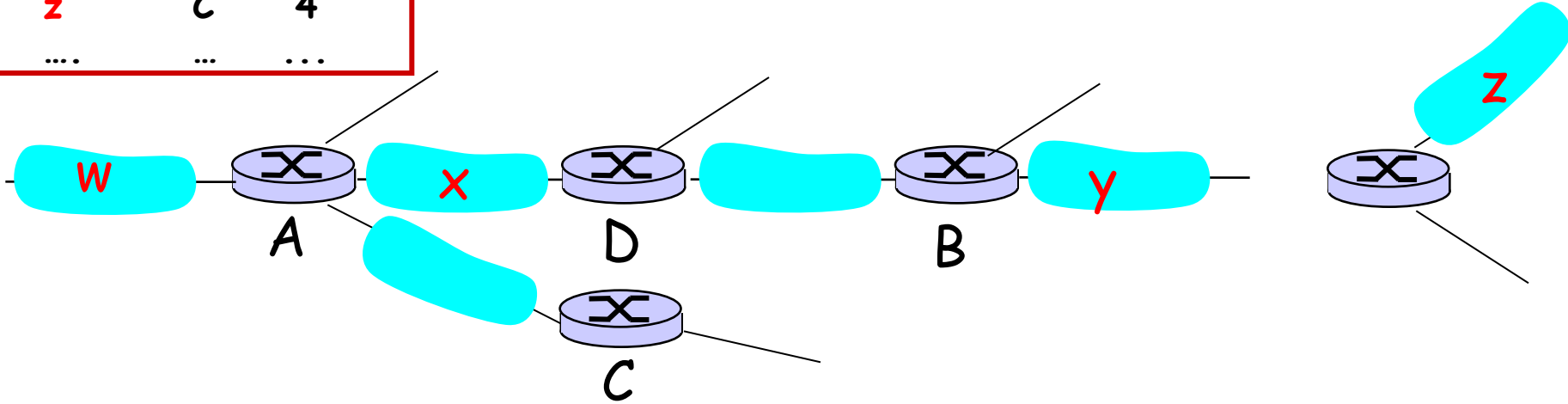
Hedef Ağ	Sonraki Yönlendirici	Hedefe kalan hop sayısı
W	A	2
Y	B	2
Z	B	7
X	--	1
...

Yönlendirme/iletme tablosu D

RIP: Örnek

A'dan D'ye yönlendirme bilgilerinin iletilmesi

Hedef	Son.	Hop #
w	-	1
x	-	1
z	C	4
...

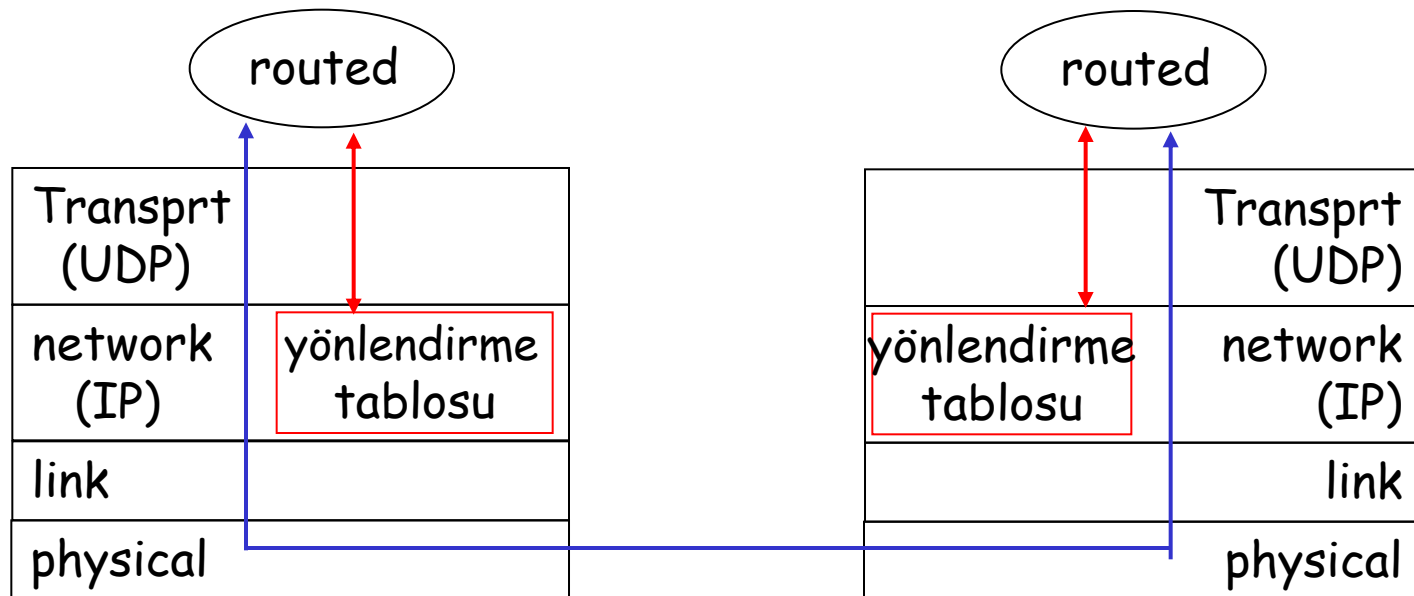


Hedef Ağ	Sonraki yönlendirici	Hedefe kalan hop sayısı
w	A	2
y	B	2
z	B A	7 5
x	--	1
...

Yönlendirme / iletilme tablosu D

RIP tablolarının işlenmesi

- ❑ RIP yönlendirme tabloları routed işlemi ile yönetilir
- ❑ Düzenli olarak UDP paketleri gönderilerek yönlendirme tabloları güncel tutulur



4.6.2 OSPF (Open Shortest Path First)

- ❑ Bağlantı durum (Link State) algoritması kullanır
 - Her düğümde topoloji haritası vardır
 - Dijkstra's algoritması kullanılarak yol hesaplanır
- ❑ Duyuru otonom bölgenin (AS) tamamına yapılır
 - OSPF mesajları doğrudan IP üzerinden taşınır. (TCP veya UDP ile taşınmaz)

OSPF'nin gelişmiş özellikleri (RIP'te yok)

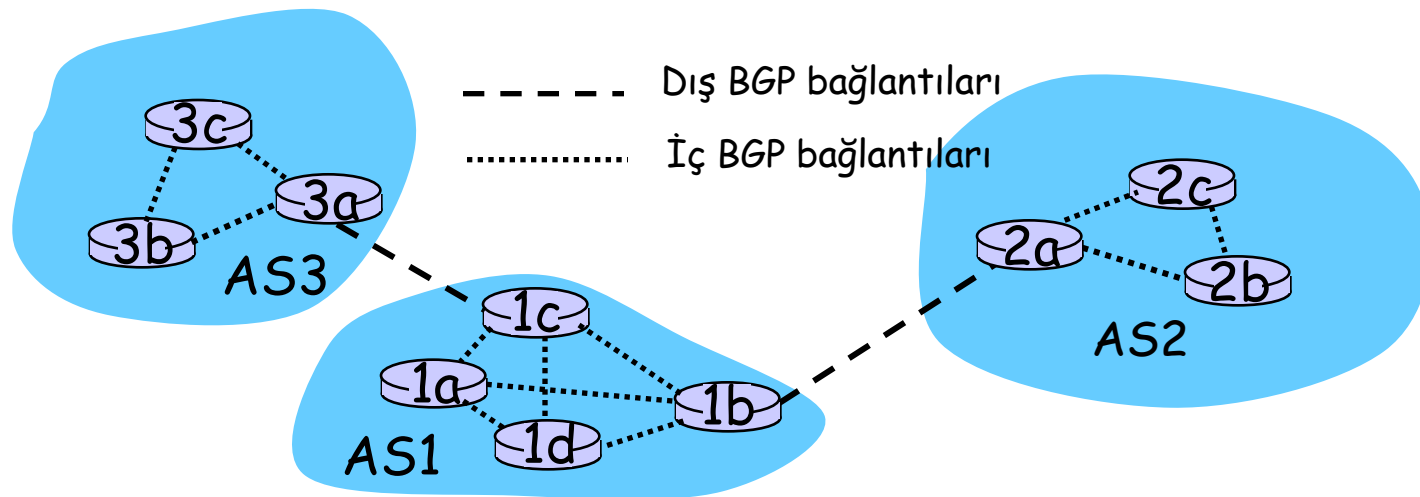
- ❑ **Güvenlik:** OSPF mesajlarında kimlik denetimi yapılır
- ❑ Maliyeti aynı olan yollara izin verilir (RIP'te tek yola izin verilir)
- ❑ Entegre edilmiş uni- ve **multicast** desteği
- ❑ Büyük ağlar için **Hiyerarşik** OSPF

4.6.3 Internet AS'lar arası yönlendirme: BGP

- ❑ BGP aşağıdakileri sağlar:
 1. Komşu AS'lardan bir subnet'in ulaşılabilirlik bilgilerini elde eder
 2. Elde ettiği ulaşılabilirlik bilgilerini AS tüm yönlendiricilerine yayar
 3. Ulaşılabilirlik bilgilerine göre en iyi yolu belirler
- ❑ Subnet'in varlığını internet'e ilan etmesini sağlar

BGP temelleri

- ❑ Yönlendirici çiftleri, yönlendirme bilgilerini TCP bağlantıları üzerinden değiştirirler
 - Yönlendirici çiftleri arasında fiziksel bağlantının olması gerekir
- ❑ AS2, bir öneki AS1'ye bildirdiğinde:
 - AS2 bildirdiği önekli datagram'ları ileteceğine söz verir
 - AS2 kendi öneklerini toplar



Ulaşılabilirlik bilgilerinin dağıtılması

- ❑ 3a ve 1c arasında dış BGP bağlantısı ile, AS3 önek ulaşılabilirlik bilgilerini AS1'e gönderir.
 - 1c, iç BGP bağlantıları ile yeni önek bilgilerini tüm AS1 yönlendiricilerine dağıtır
 - Sonra 1b yeni ulaşılabilirlik bilgilerini 1b-2a, BGP bağlantısını kullanarak AS2'ye yeniden yayınlayabilir
- ❑ Yönlendirici yeni önekler öğrendiğinde, yönlendirme tablosun önek için bir girdi oluşturur

