

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **BİLİŞİM TEKNOLOJİSİ**

**YÖNLENDİRME TEMELLERİ  
481BB0131**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. YÖNLENDİRİLMİŞ PROTOKOLLER.....	3
1.1. Yönlendirilebilir ve Yönlendirilmiş Protokoller .....	3
1.2. Yönlendirilmiş Protokol (IP) .....	5
1.3. IP Paketlerinin Yapısı .....	10
UYGULAMA FAALİYETİ .....	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	17
2. IP YÖNLENDİRME PROTOKOLLERİ.....	17
2.1. Yönlendirme .....	17
2.1.1. Statik Yönlendirme .....	18
2.1.2. Dinamik Yönlendirme .....	21
2.2. Yönlendirme ve Anahtarlama Karşılaştırması .....	22
2.3. Yönlendirilmiş ve Yönlendirme Karşılaştırılması .....	24
2.4. Yönlendirme Tablosu.....	26
2.4.1. Varsayılan Yönlendirilme İletiminin Konfigürasyonu .....	27
2.5. Yönlendirme Algoritmaları.....	31
2.5.1. Bağlantı Durumu Yönlendirmesi.....	36
2.5.2. Uzaklık Vektörü Yönlendirmesi.....	40
2.6. Metrik Değer Parametreleri .....	43
UYGULAMA FAALİYETİ .....	44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	47
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	48
CEVAP ANAHTARLARI.....	49
KAYNAKÇA .....	50

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>481BB0131</b>
<b>ALAN</b>	<b>Bilişim Teknolojileri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Ağ İşletmenliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Yönlendirme Temelleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Yönlendirilmiş protokoller ve IP yönlendirme protokolleri ile ilgili bilgilerin bulunduğu öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖNKOŞUL</b>	Ethernet modülünü tamamlamış olmak
<b>YETERLİK</b>	Yönlendirilmiş protokollerini ve IP yönlendirme protokollerini tanımak, yönlendirme tablolarını incelemek ve bunlarla ilgili komutları kullanabilmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, temel yönlendirme işlemlerini yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Yönlendirme iletişim kuralını kavrayarak yönlendirme tablosunu aracılığıyla yönlendiricileri tespit edebileceksiniz. <b>2.</b> Yönlendirme protokollerini kavrayarak yönlendirme tablosunu inceleyebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Ağla birbirine bağlı bilgisayar laboratuvarı <b>Donanım:</b> Yönlendirici veya simülatör programı, telnet programı, firewall özellikli ağ donanımı
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Yönlendirme bilgisayar ağları üzerinde yer alan bir bilgisayarın aynı ya da farklı bir ağ üzerinde bulunan başka bir bilgisayara hangi yollar üzerinden ulaşacağına karar verirken kullanılan yöntemdir. İnternet protokolü (IP), internetin yönlendirilmiş protokolüdür. IP adreslemesi, paketlerin en iyi yolu kullanarak kaynaktan hedefe doğru yönlendirilmesini sağlar. Paketin yayılımı, giydirmedeki değişiklikler, ulaşılamaz protokoller de verinin uygun bir şekilde iletilmesinde kritik noktalar. Bu modül de bu konuların hepsi tek tek işlenecektir.

Yönlendirilmiş protokol ile yönlendirmenin arasındaki farklar bu konuyu öğrenen öğrenciler için kafa karışıklığının temel ve en yaygın kaynaklarından biridir. Bu ifadeler tanıdık gelebilir fakat farklıdır. Bu modül ile aynı zamanda yönlendiricilerin kullanıcı ile internet arasındaki en iyi yolu belirlemek için tercih ettikleri yönlendirme protokolleri de anlatılacaktır.

Dünya üzerinde kullanılan IP adresleri tektir. İnterneti kullanan bütün ağ cihazlarına real (gerçek) ip vermek mümkün değildir. Alt ağlar yardımı ile adresleme belirli bir sisteme oturtulmuştur. Alt ağ oluşumu ağ üzerindeki yöneticiye beraber çalıştığı her bir ağ parçasının ölçüsünü belirlemeye imkân verir. Ağ üzerinde kaç segment olduğu bir kere belirlendiği zaman, hangi ağda hangi aygıtın açık olduğunu belirlemek için alt ağ maskesini kullanılabilir. Bu modülü öğrenerek yönlendirmenin temellerini anlamış olacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Yönlendirme iletişim kuralını kavrayarak yönlendirme tablosunu görüntüleyip yönlendiricileri tespit edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- OSI katmanları hakkında bilgi toplayınız, topladığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
- IP adresi ve alt ağ maskesi (subnet mask) hangi ölçütlere göre verilmektedir. Bu konuyla alakalı topladığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
- RIP, IGRP, EIGRP, OSPF yönlendirme protokollerini araştırınız.

## 1. YÖNLENDİRİLMİŞ PROTOKOLLER

### 1.1. Yönlendirilebilir ve Yönlendirilmiş Protokoller

Yönlendirme bilgisayar ağları üzerinde yer alan bir bilgisayarın aynı ya da farklı bir ağ üzerinde bulunan başka bir bilgisayara nasıl hangi yollar üzerinden ulaşacağına karar verirken kullanılan yöntemdir.

Yönlendirme işleminin nasıl yapıldığını öğrenebilmek için IP (Internet Protocol) paket yapısını anlamak gereklidir. IP katmanı daima, sistemin bir ağa bağlı olduğunu varsayar. Ethernet tabanlı bir ağ üzerinde sadece karşı istasyonun Ethernet adresini bilmek yeterli olduğu için her şey çok kolaydır. Eğer bilgiler farklı ağlar üzerindeki noktalara gönderilmek istenirse sorgulamalar başlar. Bir ağ üzerinden farklı bir ağ üzerine geçecek bilgi trafiğini kontrol etmek, onu yönlendirmek görevi genel olarak geçiş yolu aygıtlarına (gateway) aittir. IP protokolü kullanan ağlarda IP yönlendirme işlerini yerine getiren ağ cihazlarına **yönlendirici (router)** adı verilir.

Ağdaki iletişim kuralları, protokollerde düzenlenir. Örneğin, aynı dili kullanan insanlar, nasıl birbirlerinin dediklerini anlayabiliyorlar ise iletişimde de aynı kulları (protokoller) kullanan ağ cihazları birbirleri ile haberleşebilirler. Bilgisayarlar aynı ya da uyumlu protokollerini kullanıyorlarsa birbirleriyle iletişim kurabilir.

Yönlendirme, bilgi paketlerinin yönlendirme tablosunda yer alan IP bilgilerine göre uygun yol seçilerek geçirilmesidir. Yönlendirme protokolleri ise bu tabloların oluşturulmasında bilgi değişimini sağlayan programlardır. Yönlendirme protokolleri, ağ içindeki veri yolunu belirlemeden ve yolun bağdaşmasından sorumludur. Yönlendiriciler, yönlendirme protokollerini kullanarak hangi ağların erişilebilir durumda olduğunu belirtir.

Bu ağlara erişip kullanılacak en iyi yolu kararlaştırmak için aralarında bilgi alışverişinde bulunur. Bu nedenle yönlendirme protokolleri, ağ içindeki yönlendiricilerin yerlerini belirlemek için gereklidir ve sadece yönlendiriciler arasında kullanılır.

Protokoller iç ve dış olarak iki kısma ayrılmıştır. İç protokoller büyük olmayan özel ağ içindeki yönlendiriciler arasında kullanılırken dış protokoller birbirinden bağımsız ve geniş ağlar arasındaki yönlendiriciler üzerinde programlanır.

Yönlendirme protokolleri ile yönlendirmeli protokoller genellikle karıştırılır ancak, farklı tanımlardır. Yönlendirme protokolleri dinamik yönlendirme tablosu oluşturmak için kullanılan RIP, OSPF, EGP, IGP, BGP gibi protokolleri; yönlendirmeli protokoller ise IP, IPX, DEC net, Apple Talk gibi protokolleri anlatır.

**IGP (Interior Gateway Protocol – İç Ağ Geçiti Protokolü ):** IGP, özel ve bağımsız ağlar içindeki yönlendiricilerde kullanılan bir iç protokoldür. Bağımsız özel ağlarda temel ölçüt hız ve başarımın (performansın) yüksek olmasıdır. Ağ içerisinde olabilecek herhangi bir kesintiye karşı, en uygun yol hızlıca belirlenmelidir. IP ağ uygulamalarından iyi bilinen RIP ve OSPF, bu protokole dayanır.

**RIP (Routing information Protocol - Yönlendirici Bilgi Protokolü ):** RIP uzaklık vektör algoritmasına dayanır ve IGP'nin bir uygulamasıdır. İlk olarak XEROX Network System protokol kümesi içinde kullanılmış olup daha sonra IP ağ uygulamalarında kendisine geniş bir alan bulmuştur. UNIX işletim sistemiyle beraber gelen **yönlendirilmiş** özelliği bir RIP uygulamasıdır. Bu protokolda, en uygun yol atlama sayısına dayanılarak hesaplanır, her varış adresi için en iyi yol bilgisi tabloda tutulur. Uygulamada RIP için atlama sayısının en fazla 15 olacağı kabul edilmiştir. Bu değerden daha uzak yerler ulaşılmaz durum olarak değerlendirilir.

**OSPF (Open Shortest Path First - İlk Açık Yöne Öncelik ):** OSPF geniş IP ağlarda kullanılan ve bağlantı durum algoritmasına dayanan bir protokoldür. Bu protokol hiyerarşik yapı içinde çalışır ve benzer hiyerarşik düzeyde olan yönlendiriciler arasında tablo güncellenmesi için kullanılır. Genel olarak IP ağlarda omurgayı oluşturan yönlendiriciler üzerinde programlanır. OSPF genişçe ağlarda RIP'e göre daha iyi sonuç vermektedir. Dolayısıyla onun yerine de facto standard hâline gelmeye başlamıştır.

**EGP (Exterior Gateway Protocol - Dış Ağ Geçiti Protokolü ):** EGP bağımsız ağ içindeki yönlendiricilerde değil de bu tür ağları birbirine bağlayan yönlendiricilerde kullanılan bir protokol sınıfıdır. Bu algorithmada temel gereksinim IGP'de olduğu gibi işlerin hızlı gerçekleşmesi olmayıp güvenliğin daha sıkı tutulmasıdır.

**BGP (Border Gateway Protocol – Sınır Geçit Protokolü ):** Bağımsız ağlar arası yönlendirme bilgisi değiş tokuşu, EGP2'nin eksiklerini gidermek için geliştirilmiştir. Yönlendirme tablosu güncellenmesinde EGP2'ye daha az bilgi transferi gerekir ve gerçekleşmesi daha kolay bir protokoldür. Ancak sağlıklı çalışan bir yönlendirme protokolü olmasına karşın yavaş bir yönlendirme protokolüdür.



Yönlendirilmiş protokol, OSI referans modelinin 3. katmanı olan “Ağ (Network)” katmanını, ağın bir tarafından diğer tarafına bilgi transferini sağlamak için kullanır. Bu protokolün ağ numarası atama ve her bir makineye bir alan adresi verme yetkisinin olması gerekir.

Yönlendirilebilir protokol ise var olan bir organizasyondaki ağ yönlendiricileri arasında güncellemeler gönderir. Yönlendirilmiş protokoller olmadan ağ iletişimi, yerel segmentte kısıtlı kalır. Yönlendirilebilir protokoller, kendi yönlendirme tablolarını sürdürmek için yönlendiricileri bir diğeriyle iletişimi etkin kılar.

1980'li yıllarda LAN'lar küçüktü ve bir ağ kablosu ile ağ oluşturmak mümkündü. Ancak günümüzde LAN'lar diğer LAN'larla iletişim kurarak WAN'ları oluşturmaktadır. Bu durumda birden çok ağı birbirine bağlayacak ve farklı ağlarla iletişim kurabilecek protokollere gereksinim duyulmuştur. İşte bu durumda yönlendirilebilir ve yönlendirilemez protokoller ortaya çıkmıştır.

Örneğin, TCP/IP protokolü yönlendirilebilir bir protokoldür ve bu özelliğiyle LAN ve WAN'larda kullanılır.

## 1.2. Yönlendirilmiş Protokol (IP)

İnternet protokolü (IP), ağ adreslemesinde kullanılan düzendir. IP, iki bilgisayar (aygıt) paketlerin yönlendirilmesini sağlayan bağlantısız bir protokoldür. IP, yönlendirme protokolü üzerinde veri için en etkili yönlendirmeyi belirler. TCP katmanına gelen bilgi, segmentlere ayrıldıktan sonra IP katmanına yollanır. IP katmanı, kendisine gelen TCP segmenti içinde ne olduğu ile ilgilenmez. Sadece kendisine verilen bu bilgiyi ilgili IP adresine yollamak amacındadır. IP katmanının görevi bu segment için ulaşılmak istenen noktaya gidecek bir “yol” (route) bulmaktır.

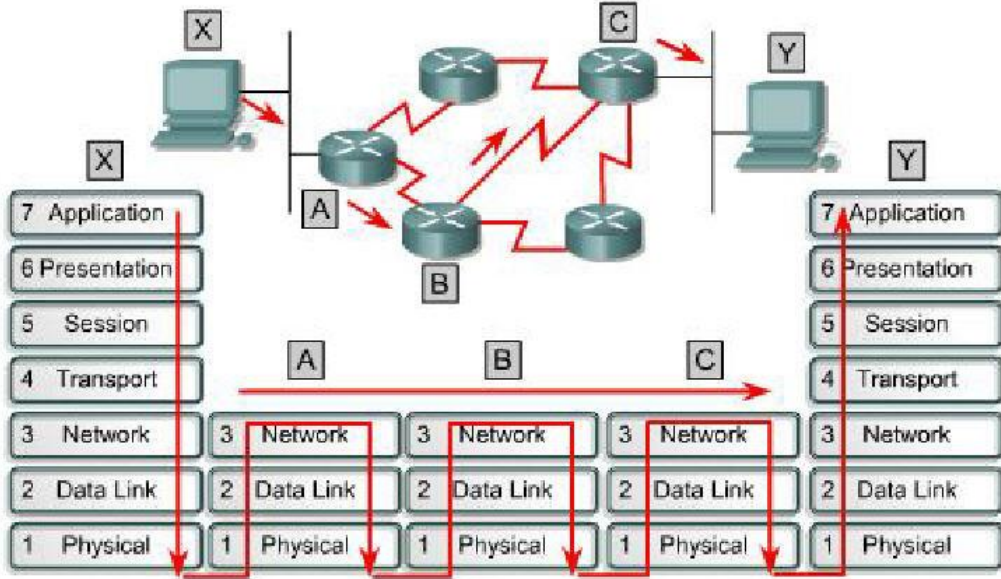
Arada geçilecek sistemler ve geçiş yollarının bu paketi doğru yere geçirmesi için kendi başlık bilgisini TCP katmanından gelen “Segment”e ekler. TCP katmanından gelen segmentlere IP başlığının eklenmesi ile oluşturulan IP paket birimlerine datagram adı verilir. IP başlığı eklenmiş bir Datagram aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Aşağıda “Datagram”ın yapısı görülmektedir.

IP Başlığı	TCP Veri
------------	----------

**Şekil 1.1: Datagram yapısı**

İnternet Protokolü TCP katmanından gelen veriyi gideceği adrese ulaştırma sırasında sadece veriye IP başlığını ekleyip yollar. IP alıcının bu veriyi kabul edeceği konusunda hiçbir kontrol yapmaz. Bunun yanında alınan “Datagram”ların sıralanması ve hata kontrolü gibi işlemleri bir üst katmana bırakır. İnternet Protokolü'nün bu özelliğinden dolayı bağlantısız protokol olarak tanımlanır.

OSI modelinde bilgi akışı başladığında veri her katta işlenir. Her bir katmanın görevi bir üst katmana işlenecek veriyi sağlamaktır. Verinin iletimi üst katmandan alt katmana doğru olur. Gönderilen verinin kablo ile iletimi fiziksel katman tarafından gerçekleştirilir.



**Şekil 1.2: Router (Yönlendirici), kendi servisinin üst katman fonksiyonlarını destekler**

Veri, bir katmandan diğerine iletilmeden önce paketlere bölünür. Paket, bir aygıtın diğerine veri aktarmada kullanılan bir birim veridir. Her katmanda pakete ek bilgiler (format ya da adres) eklenir. Verinin iletimi üst katmandan alt katmana doğru olur. Verinin kablo ile iletimi fiziksel katman tarafından gerçekleştirilir. Diğer bilgisayarda ise önce fiziksel katman ile karşılanan veri üst katmanlara doğru hareket eder. Katmanlar hakkındaki bilgiler aşağıda verilmiştir.

**7. Uygulama (Application) katmanı:** Kullanıcıya en yakın olan bu katman, kullanıcı ve kullanıcının bilgisayarında kullanmış olduğu uygulamalara ağ servisleri sağlamakla yükümlüdür. Uygulama katmanı en üstte bulunduğu için bir başka katmana servis sağlamaz. Bir uygulamanın iletişimle ilgili olan parçasını destekler. Bu katmanın fonksiyonları arasında şunlar bulunmaktadır:

İletişim kurmak isteyen bilgisayarların mevcut durumlarının uygun olup olmadığının belirlenmesi ve uygulamalar arası iletişimin kurulması, beraber çalışan uygulamaların senkronize olması, hata giderimi için gerekli prosedüre karar verilmesi ve data(veri) bütünlüğünü yönetmesidir.

Dosya transferi, e-posta ve uzaktan erişim gibi protokolleri destekler. Bu protokoller aşağıdaki gibidir.

- **Dosya transfer protokolü (File Transfer Protocol–FTP):** Bir kullanıcıdan diğerine kolay dosya transferi yapmak için kullanılır. TCP'nin servislerini

kullanır. Böylelikle dosyaların doğru ve güvenli bir şekilde transferi garantilenmiş olur.

- **Önemsiz dosya transfer protokolü ( Trivial File Transfer Protocol–TFTP):** TFTP bağlantısız bir protokol olarak UDP kullanmaktadır. TFTP genellikle yönlendiricilerde yapılandırma veya IOS bilgilerinin gönderiminde kullanılır.
- **Ağ dosya sistemi protokolü ( Network File System–NFS):** Sun Micro Sistem tarafından kullanılan ve uzaktaki depolama aygıtına erişim için kullanılan dosya transfer protokolüdür.
- **Basit posta transfer protokolü (Simple Mail Transfer Protocol–SMTP):** Elektronik posta hizmeti sunar. Postaların güvenli bir şekilde adreslerine ulaşabilmesi için TCP servislerinden yararlanır.
- **Telnet:** Uzak terminal, erişim protokolüdür. TCP'nin servislerini kullanır. Terminal servisi sunan bir kullanıcıya bağlanmak için kullanılır.
- **Basit ağ yönetim protokolü ( Simple Network Management Protocol –SNMP):** TCP/IP hostlarını standart bir takım ağ yönetim fonksiyonlarını kullanarak yönetim işleminde kullanılır. UDP servislerini kullanır.
- **Alan ad sistemi (Domain Name System–DNS):** İnternet üzerindeki kullanıcıların isimlerini ve bunlara karşılık gelen IP adreslerini veri tabanı hâlinde tutmayı sağlayan bir protokoldür. İsim kullanarak servis almak isteyen protokol veya uygulamalarla ilgili kullanıcının IP adresini temin etmek için kullanılır. Genelde UDP servislerinden yararlanır.

**6. Sunum (Presentation) katmanı:** Bilgisayarlar arası iletişimde gönderilecek bilginin bilgiyi alacak bilgisayar tarafından da anlaşılabilmesi için bilginin ortak bir formata dönüştürüldüğü katmandır. İletişimi gerçekleştirecek olan bilgisayarların farklı yazılımlara sahip olduğunu düşündüğünüzde bu işlevin önemi anlaşılmaktadır. Ayrıca bu katmanın işlevleri arasında iletişimin güvenli olması için bilginin şifreleme işlemi de bulunmaktadır. Formatların bazıları şunlardır:

- JPEG
- ASCII
- EBCDIC
- TIFF
- GIF
- PICT
- MPEG
- MIDI
- Şifreleme (Encryption)

**5. Oturum (Session) katmanı:** İletişimde olan bilgisayarların uygulamalar arasındaki oturumu kurar, yönetir ve sona erdirir. Böylelikle iletişim kurmuş olan iki bilgisayar arasında birden fazla uygulama çalıştırılır ve bunlar birbiriyle karıştırılmaz. Bu katmanda kullanılan servislerden bazıları şunlardır:

- RPC
- SQL
- NFS
- Netbios adları
- AppleTalk ASP
- DECnet SCP

**4. Taşıma (Transport) katmanı:** Nakil katmanı, gönderilecek bilginin bozulmadan güvenli bir şekilde karşı taraftaki bilgisayara ulaştırılmasından sorumludur. Bu katman iletişim kurmak isteyen bilgisayarların sanal olarak iletişim kurmalarını, bu iletişimin yönetimini ve iletişimin sona erdirilmesini sağlar. Üst katmanlardan gelen her türlü bilgi nakil katmanı tarafından karşı tarafa ulaştırılır. Nakil katmanına ulaşan bilgiyi güvenli bir şekilde hedef bilgisayara ulaştırılması için parçalara ayrılır. Bu parçalara “Segment” denir. Ayrıca bu katmanın işlevleri arasında gönderilen bilginin karşı tarafa bozulmadan güvenli bir şekilde ulaşip ulaşmadığını kontrol eder. Eğer bilgi karşı tarafa ulaşmamışsa bilginin tekrar gönderilmesini sağlayacak mekanizmayı da yönetir. Bütün bu işlevleri yerine getiren protokollerden birkaçı şunlardır:

- TCP
- UDP
- SPX

**3. Ağ (Network) katmanı:** İletişim kurmak isteyen iki bilgisayarın birbirlerinin yerlerini tespit etmelerini sağlamak için mantıksal ve hiyerarşik adresleme yapılması gerekmektedir. Ayrıca mantıksal adrese sahip bilgisayarların büyük ağlarda iletişim için en kısa yolu bulmak zorundadır. En kısa yolu bulma işlemine **yönlendirme** (routing) denir. Ayrıca gönderilecek bilginin ağ ortamına (medium) en uygun ölçülerde olacak şekilde 4. katmanda segmentlere ayrılan bilginin bu katmanda **paketlere** (packet) dönüştürülmesi gerekmektedir. Her ağ ortamının maksimum taşıyabileceği trafiğe “Maksimum Transfer Birimi” (Maximum Transfer Unit-MTU) denir.

Bu katmanda veriler “router”lar aracılığıyla yönlendirilir. Ağ aşamasında mesajlar adreslenir ayrıca mantıksal adresler fiziksel adreslere çevrilir. Bu aşamada ağ trafiği, yönlendirme gibi işlemler de yapılır.

Bir paket, yönlendirici tarafından alındığında hedef IP adresi kontrol edilir. Ağ katmanının iki farklı fonksiyonu vardır. Bunlar:

**Adresleme (Addressing):** Ağ katmanında kullanılan adresleme sistemi hiyerarşik olmak zorundadır. Yeni uygulamaların geliştirilmesinden dolayı hem mevcut ağlardaki büyüme eğilimi hem de yeni ağların kurulması adresleme sisteminin hiyerarşik olmasını gerektirmektedir. Her ne sebeple olursa olsun genişleyen ağlarda bazı problemler

oluşmaktadır. Nasıl ki bir şehirde trafiğe çıkan araç sayısında artma olduğu zaman trafik akış hızının yavaşlaması ve trafik akış hızını artırmak için yeni yollar ve otobanlar yapmak gerekiyorsa data trafiğinde de aynı türden çözümlere ihtiyaç vardır. Ayrıca yaşadığımız şehirde posta sisteminin verimli çalışabilmesi için mahalleler, caddeler, sokaklar ve binaları numaralandırma sistemi kurularak o şehirde adreslerin karışması önleniyorsa ve yönetim kolaylaştırılıyorsa aynen bilgisayar ağlarında da bu türlü çözümlere ihtiyaç vardır. Data trafiğinde de ağ performansının makul seviyede olması, adresleme sisteminin hiyerarşik yapıda olması arzulanan çözümlerdir.

Hiyerarşik adresleme sistemi bilgi paketini hedef bilgisayara en etkili ve kısa yolla ulaşımını sağlamaktadır. Ayrıca aynı şehirde belli bir bölgeyi tek bir mahalle adı altında toplamak gibi hiyerarşik adresleme sistemi ile belli bir grup bilgisayarı tek bir adres altında toplamak mümkün olmaktadır. Ayrıca bu sistem paketlerin yönlendirme işlemini de mümkün hale getirmektedir.

**Yönlendirme (Routing):** Ağ katmanının ikinci en önemli görevi olan yönlendirme işlemi iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümü gönderilecek data paketinin mevcut yol alternatiflerinden en iyisini seçmektir. Bu seçme işlemine **yol belirleme** (path determination) denir. Bu yol belirleme işleminde karar verme mekanizması belirli bir algoritma kullanarak işlemektedir. En kısa zamanda hedef bilgisayara data paketinin gönderilebilmesi için algoritma kullanan protokollere **yönlendirici protokoller** (routing protocol) denir. Yönlendirme işleminin ikinci bölümü ise belirlenen en iyi yola yönlendirici (router) tarafından paketin gönderilmesidir. Bu işleme de **yönlendirme** (routing) denir.

Ağ katmanındaki bütün bu işlemleri yönlendirici (router) yapmaktadır. Yönlendiriciler kendi görevlerini yerine getirebilmek için hafızalarında yönlendirme tabloları (routing table) ve yönlendirici protokollerin (routing protocol) yazılımları bulunmaktadır. Yönlendiriciler birbirine bağladıkları her ağ “Segment”i için bir arayüz bulundurur. Her arayüzü için de bir adres tanımlanmalıdır. Yönlendiricilerde bulunan yönlendirme tabloları bağladıkları ağ “Segment”lerinin ağ adresleri ile ara yüzlerin bulunduğu bir tablodur. Yönlendiricilerin güncelleştirilmesinde yapılan ana işlem her yönlendirici üzerinde bulunan yönlendirme tablolarının güncelleştirilmesidir.

Bu katmanda kullanılan protokollerden bazıları şunlardır:

- IP
- IPX
- AppleTalk DDP
- ARP
- RARP
- ICMP

**2. Veri hattı (Data Link )** katmanında “Data Link Katmanı” fiziksel ağ ortamı üzerinde bilginin nasıl taşınacağını tanımlar. Ayrıca bu katman fiziksel adreslemeyi de tanımlar. Fiziksel adrese “Media Access Control-MAC” adresi denir. Bu katman iki alt katmandan oluşur. Bu katmanlar, “Media Access Control-MAC” (802.3) ve “Logical Link

Control-LLC” (802.2)dır. Bu katmanlar hakkında detaylı bilgi daha sonra verilecektir. 3. katmanda paketlere dönüştürülen bilgi, bu katmanda artık fiziksel ortama aktarılmadan önce son kez işlem görerek frame yapılarına dönüştürülür.

Bu katmanda kullanılan protokollerden bazıları şunlardır:

- IEEE 802.3/802.2
- HDLC
- Frame Relay
- PPP
- FDDI
- ATM
- IEEE 802.5

**1. Fiziksel (Physical )** katmanı en alt katmandır. “Fiziksel Katman”, artık frame yapılarına dönüştürülmüş bilginin dijital rakamlara (yani 1 ve 0) dönüştürülerek fiziksel ortama aktarılacak katmandır. Bu katmanda fiziksel iletişimin elektriksel, mekanik, prosedürel ve fonksiyonel özelliklerinin fiziksel iletişimin başlatıldığı, yönetildiği ve bitirildiği protokollerin tanımlandığı katmandır. Bu özelliklerden bazıları voltaj seviyesi, fiziksel bilgi gönderim hızı, maksimum transfer mesafesi ve konnektörlerdir.

Bu katmanda kullanılan standartlardan bazıları şunlardır:

- EIA/TIA-232
- V.35
- EIA/TIA-449
- V.24
- RJ45
- FDDI
- Ethernet

### **1.3. IP Paketlerinin Yapısı**

Yönlendirme katmanında tanımlı IP protokolü bir üst katmandan gelen “Segment”leri alıcıya uygun yoldan ve hatasız olarak ulaştırmakla yükümlüdür. Bu amaçla bu katmanda da gelen “Segment”lere özel bir IP başlık bilgisi eklenir. IP paketi 32 bitlik satırlardan oluşur. IP başlık bilgisinin formatı aşağıdaki şekilde görülmektedir.

1	4	8	16	24	32
Sürüm (Version)	Başlık Uzunluğu (IHL)	Servis Tipi (Type of Service)		Toplam Uzunluk (Total Length)	
Tanıtıcı (Identification)			D F	M F	Parça No (Fragment offset)
Time to Live (Yaşam Süresi)	Protokol		Başlık Sınaması (Header Checksum)		
Kaynak Adresi (Source Address)					
Varış Adresi (Destination Address)					
Seçenekler (0 veya daha fazla satır) (Options)					
Veri (Data)					

**Şekil 1.3: IP Paket yapısı**

Bu formatta kullanılan önemli ifadelerin açıklamaları aşağıda verilmektedir.

- **Uyarılama (Version) :** O anda kullanılan IP uyarlamasını gösterir. Farklı uyarlamada başlıktaki alanların yerleri değişiklik gösterdiğinden paketin doğru yorumlanması için kullanılır.
- **Başlık uzunluğu (IP Header Length) :** Datagram başlığının gerçek uzunluğunu gösterir.
- **Hizmet türü (Service Type) :** “Datagram”ın nasıl yönlendirileceğini belirler. Yönlendirilmesinde yapılan yol seçiminde ve bağlantıda kullanılır. “Datagram”lara bu alan aracılığıyla önem düzeyi atanabilir.
- **Toplam uzunluk (Total Length) :** Tüm IP paketinin (başlık ve veri dâhil) uzunluğunu belirtir.
- **Kimlik saptaması (Identification) :** Kullanıcı karşı tarafla etkileşim içindeyken mesajlar parçalanarak birçok Datagram içinde gönderilebilir. Bu alan, aynı kullanıcı mesajının farklı “Datagram”lar içinde bulunması durumunu açıklayan kimlik bilgisini içerir.
- **Bayrak bitleri (Flags) :** Parçalama (Fragmentation) kontrolünde kullanılır. Bir datagram parçalanıp parçalanmadığı, onun parçalanma izninin olup olmadığı gibi bilgilere ait kodlar taşır. Üç tane olan bayrak bitlerinden ilki (D biti), içinde bulunduğu “Datagram”ın kaç parçadan oluştuğunu belirtir. Eğer 1 ise gönderilen verinin tek “Datagram”dan oluştuğu anlaşılır. Alıcıya “başkası yok, bekleme.” anlamında mesaj iletir. İkinci bayraksa parçalanıp birçok Datagram

- hâlinde gönderilen verinin en son olduğunu belirtir. Üçüncüsü, saklı tutulmuştur.
- **Yaşam süresi ( Time to Live ) :** “Datagram”ın ağ üzerinde dolaşan sürecini belirtir. Verici tarafında yerleştirilen dolaşma değeri her düğümden geçerken azaltılır, sıfıra ulaşırsa kaybolmuş olduğu varsayılarak Datagram ağdan çıkarılır.
  - **Protokol (Protocol):** Bir “Datagram”ın hangi üst katman protokolüne ait olduğunu belirtir. Alıcı tarafın IP katmanı bu alana bakarak paketi bir üstünde bulunan protokollerden hangisine iletileceğini anlar.
  - **Başlık için Hata .Sınama Bitleri ( Header Checksum):** Datagram başlık kısmının hatasız iletilip iletilmediğini sınamak için kullanılır.
  - **Gönderici IP adresi ( Source Address):** Datagramın gideceği yerin internet adresi yerleştirilir.
  - **Seçenekler (Options):** Bu alan değişik amaçlar için kullanılır. Güvenlik, hata raporlama vb. seçimlidir. Ancak kullanılırsa 32 bitin katları uzunlukta olmalıdır.

IP adresleri IPv4(32 bit) ve IPv6(128 bit) olmak üzere iki çeşit IP adresi vardır. Günümüzde yaygın olarak 32 bitlik (IPv4) adresleme mekanizması kullanılmaktadır. İnternetin yaygınlaşması ve IPv4 adreslerinin çok hızlı tükenmesi ile birlikte IPv6 adreslerinin kullanılmasına yönelim hız kanacaktır. IPv6 işlevselliği, kullanım kolaylığı sayesinde büyük faydalar sağlayacaktır.

IPV4 adresleri 32 bitten oluşur. Bu adresler, 8 bitlik gruplar ( octetler) hâlinde noktalarla ayrılarak gösterilir.

XXXXXXXX . XXXXXXXX . XXXXXXXX. XXXXXXXX şeklinde.

Bu durumda XXXXXXXX olarak gösterilen ifadeler 0 ile 255 arasında değer alabilir. Buna “noktalı ondalık gösterim” (dotted decimal notation) de denir. X’in 0 (sıfır) olduğu durumda 00000000, X’in 1( bir) olduğu durumda 11111111 = 255’tir).

128 bitten oluşan IPv6 adreslerinin ilk 64 bitlik kısmı alt ağı adreslemek için kullanılan adres blok bilgisini içermektedir. Adres bloğu, bir paketin varacağı son bağa kadar olan yolda yönlendirilmesini sağlamaktadır. Geriye kalan 64 bit ise bu bağa vardığında paketin son alıcısının tespitinde kullanılmaktadır. IPv6 adresleri 16’lık bir düzende aşağıdaki gibi ifade edilir:

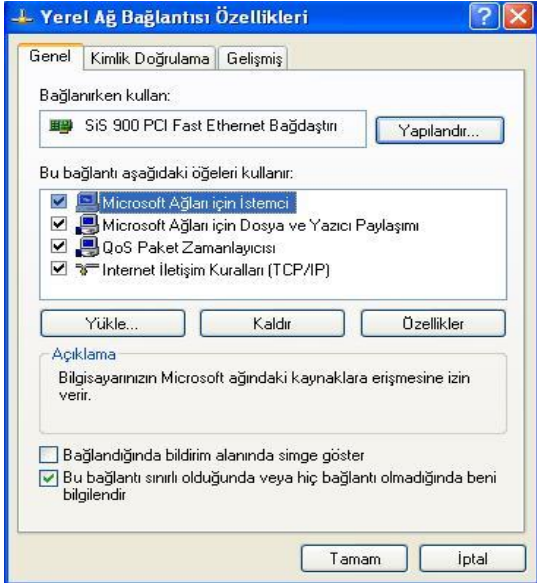
Örneğin, 2045:ab28:6cef :85a1:331e:a66f:cdd1

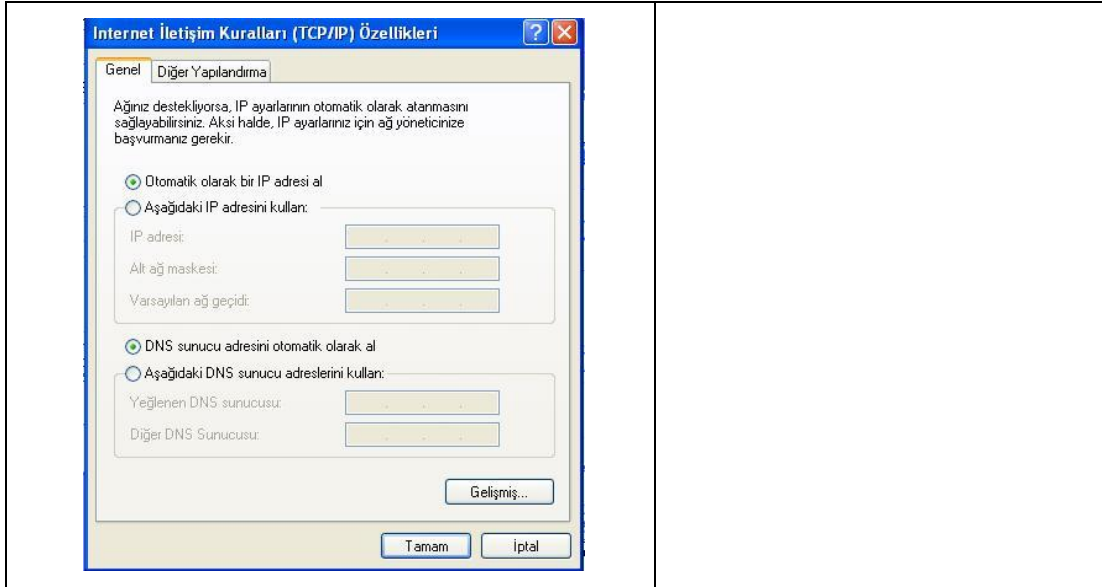
IP adreslerinin dağıtılması ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) tarafından organize edilir. Her ülkede ICANN’ye bağlı olarak çalışan yerel birimler vardır.



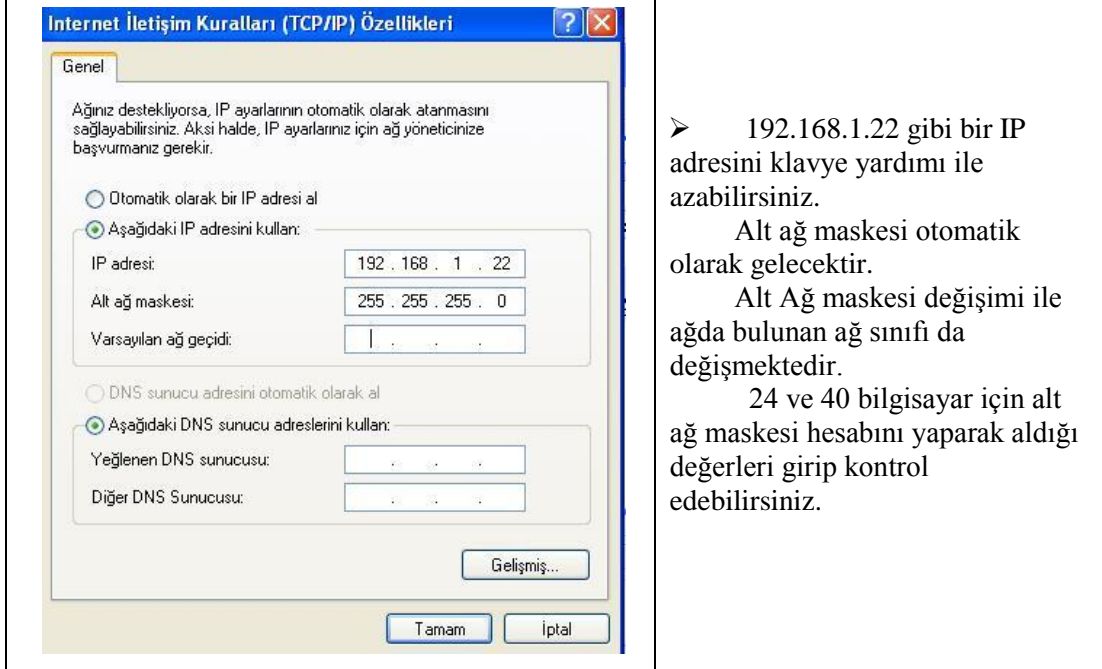
## UYGULAMA FAALİYETİ

Laboratuvarda bulunan bilgisayarlara IP adresi atayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Ağ bağlantılarını seçiniz.</p>	<p>➤ Başlat → Denetim Masasına gidiniz.</p>
<p>➤ Yerel Ağ bağlantısına çift tıklayınız.</p>	<p>➤ Bilgisayarımızda TCP / IP yüklü olup olmadığını kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Yerel Ağ Bağlantısı seçeneğinin üzerine gelip farenin sağ tuşuna basınız. Açılan menüden “Özellikler”i seçiniz.</p> 	
<p>➤ İnternet İletişim Kuralları (TCP/IP) seçeneği seçilerek özellikler düğmesine tıklayınız.</p>	<p>➤ Ağımızda IP adresi dağıtan bir DHCP sunucusu olduğunda (Bu bir sunucu makine ya da modem olabilir.) ve bilgisayar ile DHCP sunucusu arasında bir bağlantı varsa “Otomatik olarak bir IP adresi al” seçeneğini işaretlersek otomatik olarak bilgisayar IP’sini DHCP sunucusundan alır.</p> <p>➤ Ağımızda bir DHCP sunucusu yoksa “Aşağıdaki IP adresini Kullan” seçeneği işaretlenir.</p>



➤ Kullanmak istediğiniz IP adresini giriniz.



➤ 192.168.1.22 gibi bir IP adresini klavye yardımı ile azabilirsiniz.

Alt ağ maskesi otomatik olarak gelecektir.

Alt Ağ maskesi değişimi ile ağda bulunan ağ sınıfı da değişmektedir.

24 ve 40 bilgisayar için alt ağ maskesi hesabını yaparak aldığı değerleri girip kontrol edebilirsiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yönlendirmeyi öğrendiniz mi ?		
2. Yönlendirilmiş Protokol'u anladınız mı?		
3. IP paket yapısını öğrendiniz mi?		
4. Bilginin bir noktadan diğer bir noktaya iletimin aşamalarını öğrendiniz mi?		
5. IP Adres çeşitlerini ve aralıklarını öğrendiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) IP nin sorumluluğu, üst katmandan gelen “Segment” ya da “Datagram”ları birbirine bağlı ağlar üzerinden iletmektir.
2. ( ) Ağ adresini gösteren bölüme son ek (suffix), düğüm adresini gösteren bölüme de önek (prefix)denir.
3. ( ) IP paketi, bir başlık bilgisi ve IP verisinden oluşur.
4. ( ) Data, IP başlığının toplam uzunluğunu verir.
5. ( ) Bir ağ içinde birden fazla yönlendirilmiş protokol bulunabilir.
6. ( ) Yönlendirmeli protokoller, uzaklık vektörü (RIP, IGRP) ve bağlantı-durum (OSPF) yönlendirme protokollerini içerir.
7. ( ) Protokoller birinci yol ve ikinci yol olarak iki kısma ayrılmıştır.
8. ( ) IP paketlerine Datagram denir.
9. ( ) Yönlendirilebilir protokol, bilgisayarların birbirleriyle ağ aracılığıyla nasıl iletişim kuracağını belirleyen kurallar bütünüdür.
10. ( ) Yönlendirme protokolleri dinamik yönlendirme tablosu oluşturmak için kullanılan RIP,OSPF, EGP gibi protokoller; yönlendirilmiş protokoller ise IP,IPX,DEC net,Apple Talk gibi protokollerdir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Yönlendirme protokollerini kavrayarak yönlendirme tablosunu inceleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Yönlendirme tablolarında kullanılan komutları araştırınız ve sınıfta tartışınız.
- Uzaklık vektörü yönlendirmesi ve bağlantı-durum yönlendirmeleri arasındaki farkları araştırınız.
- Yönlendirme algoritmalarının yönlendirme tabloları ile ilgisini araştırınız ve sınıfta tartışınız.

## 2. IP YÖNLENDİRME PROTOKOLLERİ

### 2.1. Yönlendirme

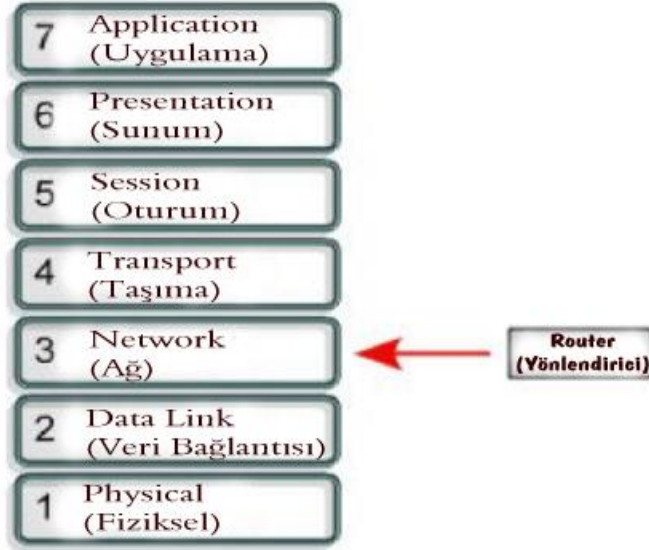
Bir ağdan diğer bir ağa gitmek için yönlendirme yapılır. Yönlendirmeler bir yönlendiriciden diğer bir yönlendiriciye dinamik bir şekilde olabilir. Yöneticiler tarafından yönlendiricilere statik olarak atanabilir. Yönlendirmenin diğer bir tanımı ise bir aygıttan diğerine giden en etkin yolu bulmak olarak tanımlanabilir. Ağda yönlendirme işlemi yapabilmek için yönlendiricilerin bazı bilgileri edinmeleri gerekmektedir. Bunlar:

- Yönlendirilecek paketin hedef adresi
- Rotaların (Hedefe gidilecek yol) keşfedilmesi
- En iyi rotanın seçilmesi
- Yönlendirme bilgilerinin yönlendiriciler arasında devamlılığının sağlanması

Yukarıda belirtilen bilgilerin bir kısmı yönlendirilen protokoller (routed protocol), diğer bir kısmı ise yönlendiren protokoller (routing protocol) tarafından sağlanmaktadır. Bu iki kavram birbirinden farklı işlevlere sahiptir. Yönlendirilen protokoller, mantıksal adresleme yapan üç katman protokollerdir. IP ve IPX bu protokollere örnek olarak verilebilir. Paketlerin hedef ve kaynak adresleri bu protokoller ile öğrenilmektedir. Yönlendiren protokoller ise IP ve IPX gibi yönlendirilen protokolleri kendilerine özgü algoritmalar kullanarak yönlendirir. Yönlendiren protokoller dinamik olarak çalışmaktadır. Fakat "IP ve IPX paketleri" sabit olarak da yönlendirilebilmektedir.

Yönlendiricinin ilk ve öncelikli olan görevi yönlendirmedir. Bunun yanında yönlendiricilerin iki anahtar görevi de bulunmaktadır. Bunlar:

- Yönlendiriciler bir yönlendirme tablosu oluşturmalı ve diğer yönlendiricilerin ağ topolojisindeki değişimlerinden haberdar olmalıdır. Bunu da yönlendirme protokolü kullanarak diğer yönlendiricilerle haberleşerek yapar.
- Paketler arayüze ulaştığında yönlendiriciler paketin nereye gönderileceğini belirlemek için yönlendirme tablosunu kullanmalıdır.



Şekil 2.1: OSI referans modeli ve router'ın bulunduğu katman

### 2.1.1. Statik Yönlendirme

Ağ yöneticisinin bütün ağdaki alt ağları her yönlendiricide uygun bir şekilde elle konfigüre etmesine sabit (statik) yönlendirme denmektedir. Bu tarz ağ yönetiminin hem avantajı hem de dezavantajı vardır.

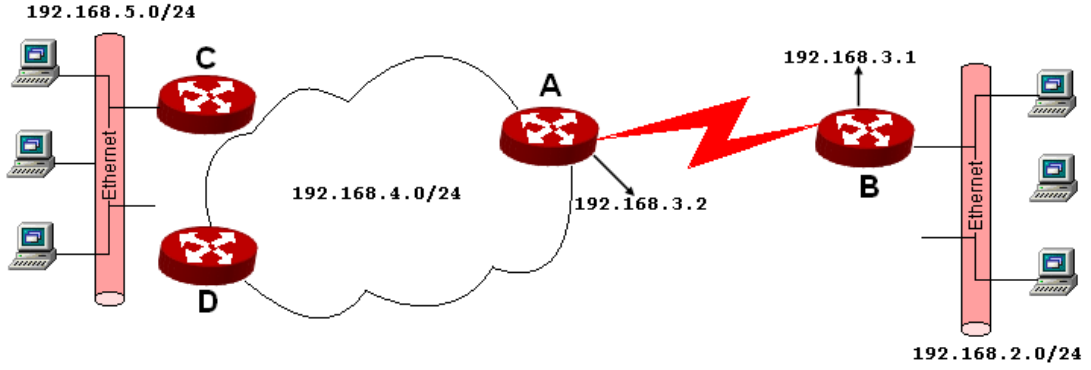
- Yönlendiricilerde daha az işlemci kullanımı,
- Ağ üzerinde yönlendirme mesajları için gerekli olan bant genişliğinin kullanılmaması,
- Döngülerin oluşma riskinin olmaması gibi avantajlar özellikle küçük ağlar için statik yönlendirmeyi, daha etkin bir yönetim hâline getirmektedir.

Fakat sabit yönlendirme yapılırken

- Ağ yöneticisinin ağ yapısını iyi bilen ve yapılandırabilen yetkin bir kişi olması,
- Büyük ağlarda yönlendirme için gerekli yapılandırılmanın yapılmasının çok zaman alması,
- Hata yapma riskinin yüksek olması,

- Ufak değişiklikler dahi olsa birçok yönlendirilmelerin silinmesi ve eklenmesinin karmaşası gibi sebeplerden dolayı büyük ağlar için bu yöntem tercih edilmemelidir.

### 2.1.1.1. Statik Yönlendirmeyi Yapılandırma



Şekil 2.2: Ağ örneği

Şekil 2.2’de basit bir küçük ağ verilmiştir. Bu ağ küçük olması sebebiyle sabit olarak yönlendirilebilir. A ve B yönlendiricilerinde yapılması gereken adımlar ve yapılandırma aşağıya çıkarılmıştır:

Statik IP yönlendirmede şu adımlar kullanılacaktır:

- İstenen tüm hedef ağların, alt ağ maskelerinin, alt ağ geçitlerinin tanımlanması yapılacaktır. Alt ağ geçidi, diğer ara yüzler ya da bir sonraki tanımlanmış adres olabilir
- Global konfigürasyon moduna girilir.
- “IP Route” komutu ile alt ağ geçidine ilişkin “hedef adres” ve “alt ağ maskesi” izlenir. Ağa ulaşmak için hangi rotayı takip edeceğini belirlemek adına ya o ağa ulaşmamızı sağlayan seri arayüzü ya da o seri arayüze bağlı olan Router’ın bacağının ip adresi yazılır(Adım 3).
- Üçüncü adım diğer hedef ağların tanımlanması için tekrarlanır.
- Global konfigürasyon modundan çıkılır.
- Copy running-config startup-config komutu kullanılarak NVRAM’e aktif yapılandırma kayıt edilir.

Yapılandırmada kullanılacak komut satırları:

```
RouterA#
RouterA(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.3.1(veya se 0/0/0)
RouterA(config)#ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.4.2(veya se 0/0/1)
RouterA(config)#exit
RouterA(config)#show ip route

Codes: C – connected, S – static, I – IGRP, R – RIP, M – Mobile, B – BGP,
D – EIGRP, EX – EIGRP external, O – OSPF, IA – OSPF inter area, N1 – OSPF NSSA
external type 1, N2 – OSPF NSSA external type 2, E1 – OSPF external type 1, E2 –
OSPF external type 2, E – EGP, i – IS-IS, L1 – IS-IS level-1, L2 – IS-IS level-2,
* - candidate default, U – per-user static route, o- ODR

Geçityolu of last resort is not set

C 192.168.3.0 is directly connected, serial0
S 192.168.2.0 [1/0] via 192.168.3.1
S 192.168.5.0 [1/0] via 192.168.4.2
C 192.168.4.0 is directly connected, serial1

RouterB#
RouterB(config)#ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.3.2
RouterB(config)#ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.3.2
RouterB(config)#exit

RouterB(config)#show ip route
Codes: C – connected, S – static, I – IGRP, R – RIP, M – Mobile, B – BGP,
D – EIGRP, EX – EIGRP external, O – OSPF, IA – OSPF inter area, N1 – OSPF NSSA
external type 1, N2 – OSPF NSSA external type 2, E1 – OSPF external type 1, E2 –
OSPF external type 2, E – EGP, i – IS-IS, L1 – IS-IS level-1, L2 – IS-IS level-2,
* - candidate default, U – per-user static route, o- ODR

Geçityolu of last resort is not set

C 192.168.2.0 is directly connected, Ethernet0
S 192.168.4.0 [1/0] via 192.168.3.2
S 192.168.5.0 [1/0] via 192.168.3.2
C 192.168.3.0 is directly connected, serial0

RouterB# copy running-config startup-config(Veya kısaca “wr” yazılır.)
RouterA# copy running-config startup-config(Veya kısaca “wr” yazılır.)
```

Burada C (Connect) programlaması yapılan routera doğrudan bağlı olan ağları, S (Static) ise “Routerda Static” olarak tanımlanmış olan ağları göstermektedir.



## 2.1.2. Dinamik Yönlendirme

Dinamik yönlendirme ağ üzerinde kullanılan yönlendiricilerin yönlendirme bilgilerinin dinamik olarak yönetilmesi ve güncellenmesi olarak tanımlanabilir. Dinamik yönlendirmeye izin verilen bir yönlendirici ağdaki diğer yönlendiriciler ile bilgilerini paylaşarak diğer yönlendiricilere olan yakınlığı hakkındaki bilgileri bilir. Yönlendiricilere bilgiler bağlı oldukları diğer yönlendiricilerden gelir. Bunun için yönlendirme protokolleri kullanılır. Bunları kullanarak otomatik olarak yönlendirme tabloları oluşturulur ve korunur.

### 2.1.2.1. Yönlendirme Protokollerine Giriş

WAN'larda yönlendirme işlemi çok önemlidir. Önemli olan paketlerin kaybolmadan ve en kısa sürede alıcısına iletilmesidir. Bir geniş alan ağında (WAN), yönlendirici sayısı ve bunlara bağlı IP ağların sayısı az olduğu durumlarda yönlendirme işlemi kolaydır, yönlendirme bilgileri doğrudan statik değerlerle yapılabilir. Fakat yönlendirici ve bağlı olan IP ağlarının sayısı arttığı zaman ağ üzerinde yanlış yönlendirmeler oluşabilmektedir ve ağın yönetimi zorlaşmaktadır. Özellikle yedekli bağlantıların olduğu durumlarda, elle müdahale etmeksizin ağ topolojisinin otomatik olarak değişmesini sağlamak gereklidir. Bu nedenlerle dinamik yönlendirme teknolojisi ve dinamik yönlendirme protokolleri geliştirilmiştir.

### 2.1.2.2. Özerk Sistemler

Özerk sistem belirli sınırlar içerisinde (Bu sınır bina, şehir, bölge veya kıta olabilir.) yönetim stratejileri ve yönetim biçimleri bir olan bir ağ altında toplanmış bütünlüğe verilen addır yani geniş bir ağın sadece tek bir yetki tarafından yönetilen mantıksal parçalarından her birine denir. Bu sistemler kendi bünyelerinde farklı yönlendirme protokolleri kullanmalarına karşın bu özerk sistemler arasında ortak yönlendirme protokolleri kullanılır. Özerk sistemlere bir kimlik numarası atanır. Bu özerk sistem numaraları 16 bitlik numaralardır. Yönlendirme protokolleri (IGRP vb.) için özerk sistem atanmasını ister.

### 2.1.2.3. Yönlendirme Protokollerinin ve Özerk Sistemlerin Amacı

Dinamik yönlendirme protokollerinin amaçları:

- Ağ cihazları üzerinde bulunan yönlendirme bilgilerinin diğer ağ cihazları ile paylaşılmasını sağlamak
- Ağın sürekliliğini sağlamak
- Ağ üzerinde meydana gelebilecek insan kaynaklı problemleri en aza indirmek
- Yük dağılımını sağlayarak ağın hızlı çalışmasını sağlamak
- Topolojide olabilecek birçok değişikliğin yönlendiriciler tarafından algılanarak gerekli değişikliklerin otomatik olarak yapılması şeklinde sıralanabilir.

#### 2.1.2.4. Yönlendirme Protokolleri Sınıflarının Tanımlanması

**Dinamik yönlendirme protokolleri şunlardır:**

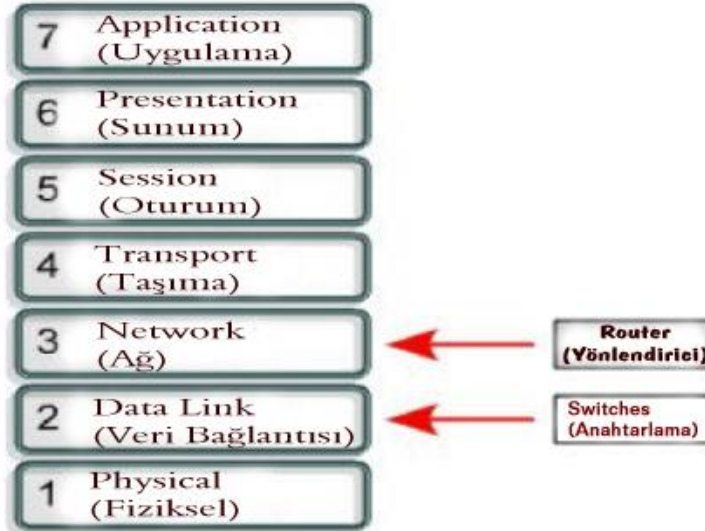
İç ağ geçidi yönlendirme protokolleri (Interior Geçityolu Routing Protocols- IGRP)  
Dış ağ geçidi yönlendirme protokolleri (Exterior Geçityolu Routing Protocols-EGRP)

### 2.2. Yönlendirme ve Anahtarlama Karşılaştırması

Ağ oluşturmak, iki ya da birden fazla istemciyi (bilgisayar ve çevre birim cihazları ) veri paylaşımı için birbirine bağlamak için anahtarlar ve yönlendiriciler kullanılır. Her iki cihazda ağa bağlı olan diğer cihazlar ile haberleşmeyi sağlar. Aynı görevi yapıyorlarmış gibi görünseler de ağ içerisinde çok farklı işlevleri gerçekleştirir.

Anahtarlar, (bir bina veya kampüs içindeki ağ gibi) aynı ağda bulunan birden çok cihazı bağlamak için kullanılır. Anahtarlar, çeşitli cihazların bilgileri paylaşmasına ve birbiriyle iletişimine izin vererek birer denetleyici gibi çalışır. Bilgi paylaşımı ve kaynak ayırma yöntemleriyle anahtarlar maddi açıdan tasarruf sağlar ve üretkenliği artırır. Anahtarlama, 2. katmanda (Data Link) oluşur. Sadece kendi MAC adresi olanları işler.

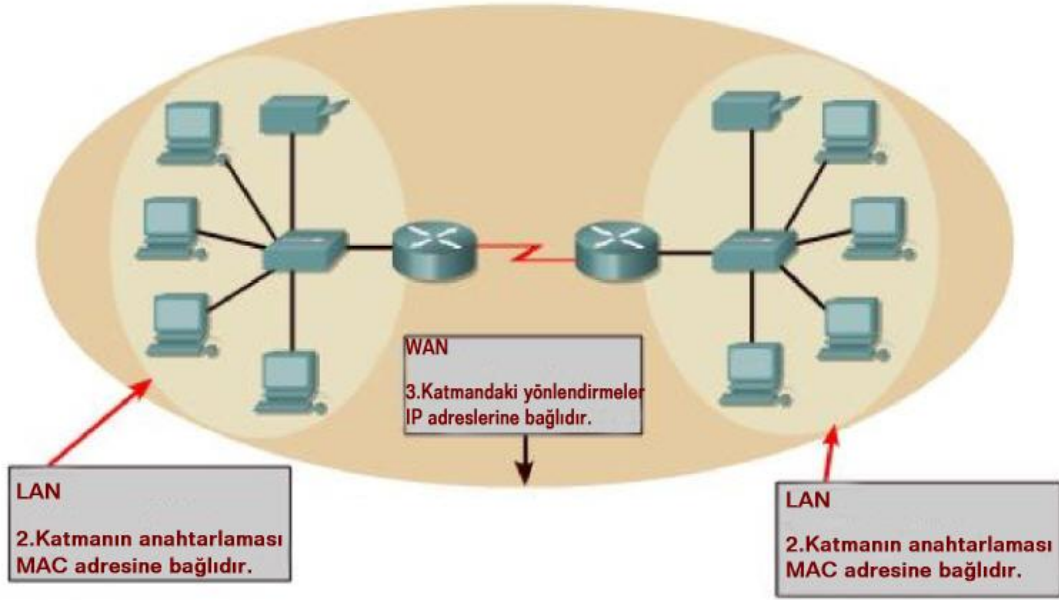
Yönlendiriciler, birden çok ağı birbirine bağlamak için kullanılır. Örneğin, bilgisayar ağınızı İnternet'e bağlamak ve dolayısıyla İnternet bağlantısını kullanıcılar arasında paylaşmak için bir yönlendirici kullanırsınız. Yönlendirici, bilgilerin hızlı bir şekilde ulaşması için en iyi yolu seçerek bir dağıtıcı işlevi görür. Yönlendirme, 3. katmanda (Network) oluşur. Yönlendiriciler, IP adres tablosu tutar.



Şekil 2.3: Anahtarlama ve yönlendiricinin OSI katman bilgisi

En büyük fark, anahtarlama katman 2'de, yönlendirme ise katman 3'te oluşur. Bu ayrımın anlamı anahtarlama ve yönlendirme veri transferi için farklı bilgi kullanır.

Anahtarlamayla yönlendirmenin arasındaki ilişki uzak ve yerel telefon aramaları arasındaki ilişki gibidir. Eğer telefonda aynı alan kodu içinde bir arama yapılırsa anahtarlı çoklayıcılar aramayı gerçekleştirir. Anahtarlamalı çoklayıcılar sadece kendi yerel bölgelerindeki aramaları yapabilir. Yerel anahtarlamalı çoklayıcılar uzak mesafelerdeki aramaları yapamaz. Eğer alan kodunun dışında bir arama geldiyse normal anahtarlamalı çoklayıcı aramayı bir üstü olan yüksek seviye anahtarlamalı çoklayıcısına gönderir ve aramayı o kontrol eder veya yapar.



Şekil 2.4: OSI'nin 2. ve 3. katmanları ile anahtarlama ve IP ilişkisi

Yönlendiriciler telefon örneğindeki yüksek seviyeli anahtarlamalı çoklayıcılar gibi iş yaparlar. Şekil 2.4 katman 2 adreslemesi için ARP tablosunu ve katman 3 adreslemesi için yönlendirme tablosunu göstermektedir. Her bilgisayar ve yönlendirici arayüzü katman 2 iletişimi için ARP tablosuna sahip olmalıdır. ARP tablosu, genel yayın için gerekli etkili olan tek şeydir. Yönlendiriciler de yönlendirme tablosu sayesinde genel yayın grubu üzerinden veri yönlendirmesi yapabilir. Her ARP tablosu IP - MAC adres çiftleri içerir. Yönlendirme tabloları aynı zamanda yönlendirme ulaşılabılır ağlar için ağ IP adresi, bu ağların sekme sayısı veya uzaklıkları ve ara yüzleri için yapılacak yolu da öğretir. Katman 2 sadece kendi yerel MAC adresi olanları yönetir ve katman 3 IP adreslemesini başaramaz. Yerel IP adresli olmayan bir kullanıcı bir bilgi gönderdiğinde bu bilgi varsayılan ağ geçidi olarak ta bilinen en yakın yönlendiriciye gider. Kullanıcı hedef MAC adresi olarak yönlendiricinin MAC adresini kullanır.

Katman 2 anahtarlamalı çoklayıcıları aynı mantıksal ağa veya alt ağa sahip olan "Segment"leri birbirine bağlar. Eğer kullanıcı x, başka bir ağa veya alt ağa bir çerçeve göndermek isterse çerçeveyi aynı zamanda anahtarlamalı çoklayıcıya bağlı olan yönlendiriciye gönderir. Anahtarlamalı çoklayıcı bu çerçeveyi iletirken yönlendirici tabanlı

MAC adresini kullanır. Yönlendiriciler paketi hangi adrese göndermelerine karar vermek için katman 3 adreslerini inceler. Kullanıcı x yönlendiricinin IP adresini bilir çünkü yönlendiricinin IP adresi aynı zamanda varsayılan ağ geçidinin de IP adresidir.

Katman 2 anahtarlamalı çoklayıcıları MAC adreslerini bilen bir tablo tutar fakat yönlendiriciler, yönlendirme tablosu olarak bilinen IP adreslerinin tablosunu tutar. Bu iki adres arasındaki fark ise MAC adresleri mantıksal olarak düzenlenmemiştir fakat IP adresleri hiyerarşik bir düzene göre sıralanmıştır. Katman 2 aygıtları düzenlenmemiş makul numaralı MAC adreslerini kullanabilir. Çünkü aygıt sadece kendi “Segment”indeki tabloları arayıp bulmak zorundadır. Fakat yönlendiriciler büyük bir adres hacmini kullanmak zorundadır. Bu yüzden yönlendiriciler, aynı adresleri birlikte tutan ve tek bir ağ gibi davranan adresleri tablolayan bir organizasyona ihtiyaç duyar. Eğer IP adresleri organize edilmez ise internet basit şekilde çalışmaz.

Özellikler	Router	Anahtar
Hız	Yavaşlatıcı	Hızlandırıcı
OSI Katman	3. Katman	2. Katman
Kullanılan Adres	IP	MAC
Yayımlamak	Blok	İletmek
Güvenlik	Yükseltici	Alçaltıcı

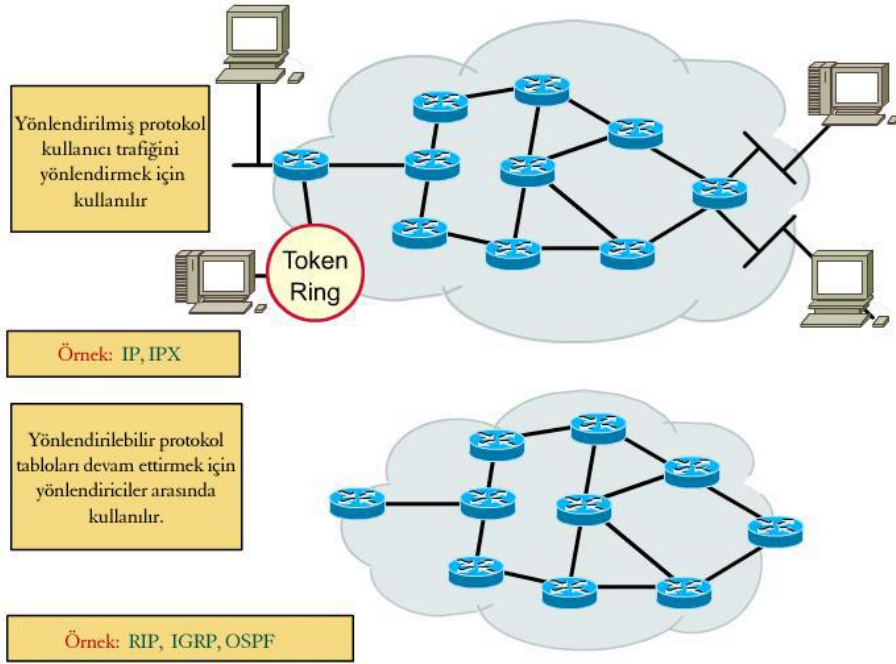
Şekil 2.5: Yönlendirici ve anahtar arasındaki farklar

Yönlendirilmiş ağ ile anahtarlanmış ağ arasındaki bir diğer fark ise anahtarlanmış ağın genel yayını bloke etmemesidir. Sonuç olarak anahtarlamalı çoklayıcılar genel yayın fırtınaları tarafından bozulabilir. Yönlendiriciler yerel ağdaki genel yayınları engeller. Böylece genel yayın fırtınaları nerede türediyse sadece o grubu etkiler. Yönlendiriciler genel yayınları engellediği için daha fazla güvenlik ve bant genişliği de sağlar.

### 2.3. Yönlendirilmiş ve Yönlendirme Karşılaştırılması

Yönlendirilmiş protokol, ağlar arası trafik akışını sağlamak için kullanılan ağ katmanı protokolüdür. IP, IPX ve AppleTalk yönlendirilmiş protokolünün bir örneğidir. Yönlendirilmiş protokoller bir ağdaki alanın diğer bir ağdaki alanla iletişimini, kaynak ve hedef ağ arasındaki ileri yönlendirici trafiğiyle sağlar.

Yönlendirilebilir protokoller, farklı bir amaca hizmet eder. Kaynak ve hedef alanlara bilgi aktarımında kullanılmaktan ziyade birbiri arasında bilgi değişimi için yönlendiriciler tarafından kullanılır. Örneğin, yönlendiricilerimizin ağlar arasında değişken olarak birbirleri hakkında bilgi almalarını istiyorsak onları RIP veya IGRP gibi ortak kullanılan protokoller ile yapılandırırız. Bir diğer ifadeyle yönlendirilebilir protokoller, yönlendiricilerin iletişimine izin verir.



**Şekil 2.5: Yönlendirilmiş ve yönlendirilebilir protokol yapısı ve örnekleri**

Yönlendirilebilir protokoller, ağlar arası bilgi alışverişini, yönlendirme tablolarının dinamik olarak inşa edilmesine izin vererek kolaylaştırır. Geleneksel IP yönlendirmesi yalın kalır. Çünkü yönlendiricinin paket hedefini göz önüne aldığı bir sonraki atlama yönünü kullanır.

Yönlendirilmiş protokol ise adres şemasında uygun olan bir noktadan diğer bir noktaya, paket iletimini uygun hâle getirecek gerekli bilgiyi ağ katmanlarına veren protokoldür. Yönlendirilmiş protokoller, biçimi tanır ve paketin içindeki alanları kullanır. Yönlendirilebilir protokoller, paketi ağ içinde yönlendirici sayesinde dağıtır. Yönlendiriciler diğer bütün yönlendiricilerin ağa bağlı olduğunu bilerek kendilerine en uygun yolu belirleyebilir.

Protokol	Yönlendirilmiş Protokol	Yönlendirilebilir Protokol
IPX	✓	
XNS	✓	
RIP		✓
IP	✓	
BGP		✓
DECNet	✓	
AppleTalk	✓	
IGRP		✓
Banyan VINES	✓	
OSPF		✓
EIGRP		✓

Şekil 2.7: Yönlendirilmiş ve yönlendirilebilir protokoller listesi

## 2.4. Yönlendirme Tablosu

Tüm yönlendirme protokollerinin ve algoritmalarının amacı, yönlendirme tablolarını oluşturup bu tabloları kullanıcı protokollerinin hizmetine sunmaktır. Uzaklık vektör algoritması da yönlendirme tablolarını bu amaç doğrultusunda oluşturur. Bu algoritma tarafından oluşturulan yönlendirme tablosu içinde şu bilgiler yer alır:

- Hedef ağın IP adresi (mantıksal ağ adresi)
- Hedef ağa olan uzaklık (sekme sayısı ya da metrik)
- Hedef ağa ulaşmak için paketin ilk uğrak noktası olan komşu yönlendiricinin IP adresi
- Yol bilgisinin kaynağı ( hangi yönlendirici protokolü tarafından oluşturulduğu)
- Yol bilgisinin en son güncellendiği zamandan bu yana geçen süre

Bir yönlendirici ilk kez açıldığında tablosunda sadece statik tanımlar vardır. Statik tanımlar ağ yöneticisi tarafından yönlendiriciye işlenir. Yönlendirici tabloları, açılıştan sonra uzaklık vektörü algoritmasını kullanan bir protokol tarafından dinamik olarak güncellenir.

Yönlendirme tabloları temelde statik ve dinamik olmak üzere iki yaklaşım ile oluşturulur. Statik yönlendirme tabloları belli bir algoritmaya dayanarak önceden oluşturulur ve bir daha değiştirilmez. Bu durumda, bir düğümden diğer düğümlere ulaşmak için kullanılacak yollar önceden bellidir ve ağdaki trafiğin değişiminden etkilenmez.

## 2.4.1. Varsayılan Yönlendirilme İletiminin Konfigürasyonu

Varsayılan yönlendirmede hedef ile yönlendirme paketleri kullanılırken yönlendirme tablosundaki diğer yönlendirmeler eşleştirilemez. İnternette tüm ağlara yapılan yönlendirmeler çoğu zaman lüzumsuz ve elverişsizdir. İnternet trafiği için “router”lar tipik olarak konfigüre edilir.

Statik yönlendirmede varsayılan yönlendirme formatı aşağıdaki gibidir.

**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [bir sonraki adres | giden kendi arayüzü]**

0.0.0.0 maskesi yönlendirilen paketlerin hedef ip adreslerini lojik “ve” işlemine tabi tutar. Eğer paket yönlendirme tablosundaki yönlendirmelerle eşleşmiyorsa 0.0.0.0 ağına yönlenecektir.

### ➤ Varsayılan yönlendirme konfigürasyonunda aşağıdaki adımlar izlenir:

- Global konfigürasyon moduna girilir.
- IP route komutu yazılarak hedef ağ için 0.0.0.0 ve alt ağ için 0.0.0.0 adresleri girilir.
- Bir sonraki routerin IP adresi ya da dış ağa olan bağlantılara yerel “router”dan varsayılan bir yönlendirme yapmak için alt ağ geçidi girilir.
- Global konfigürasyon modundan çıkılır.  
copy running-config startup-config komutu kullanılarak NVRAM’e aktif konfigürasyon kayıt edilir.

Örneğin, Yukarıdaki adımları çalışma alanımıza eklediğimiz bir router için konfigüre edecek olursak

```
RouterA(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 se 0/0/0
RouterA(config)#exit
RouterA# wr
Building configuration...
[OK]
```

### ➤ Show ip route komutu

Yönlendirici, bir yöneticinin konfigürasyonundan veya diğer yönlendiricilerden yönlendirme protokolleri aracılığıyla yolları öğrenir. Yönlendiriciler, bu yönlendirme bilgisini yönlendirme cetvellerinde saklar ve dinamik hafızada (DRAM) kullanır. Yönlendirme cetveli, ağ iletişimi için en iyi yolların listesini içerir. Yönlendiriciler bu cetveli ileri paket kararları yapmakta kullanır.

“Show ip route” komutu yönlendiriciler üzerindeki IP yönlendirme cetvelinin içeriğini gösterir. Bu cetvel bilinen tüm ağlara ve alt birimlerine girişleri, bu bilginin nasıl öğrenildiğini belirten bir kod içerir.

Aşağıdakiler “show ip route” komutuyla birlikte kullanılabilen bazı ek komutlardır.

**show ip route connected**  
**show ip route network**  
**show ip route rip**  
**show ip route igrp**  
**show ip route static**

Bir komuta ait alt parametrelerin olup olmadığını görmek istiyorsak yani komutla birlikte kullanılacak komutların olup olmadığını öğrenmek için komutu yazdıktan sonra boşluk bırakarak “?” ekleyip enter tuşuna basmalıyız.

#### ➤ **Kaynak ve hedef yolun tanımlanması**

Bir ağ kümesindeki trafiği girmek için ağ katmanında ağ tanımlaması gerçekleşir. Yol tayin işlemi, varış yeri için uygulanabilir yönlerin değerlendirilmesini ve tercih edilmiş işleyen bir paketin kurulmasını mümkün kılar.

Ağ katmanı, birbirine bağlı ağlar arasındaki paket ulaşımını baştan sona gösterir. Ağ katmanı, kaynak ağdan hedef ağına paket gönderirken IP yönlendirme cetvelini kullanır. Yönlendirici hangi yolun kullanılacağını belirledikten sonra paketi bir arabirimden diğerine veya paketin varacağı en iyi yolu gösteren porta yollar.

Paket iletişimi için 2. ve 3. katman adresleri kullanılır. Her arabirimde, paket ağ boyunca hareket ettikçe, yönlendirme tablosu incelenir ve yönlendirici bir sonraki adımı belirler. Sonra paket sonraki adımın MAC adresi kullanılarak iletilir. IP kaynağı ve varış yeri hiçbir zaman değişmez.

3. Katman adresi paketi kaynaktan varışa yönlendirmede kullanılır. Kaynak ve hedef IP adresleri aynı kalır. MAC adresi her aşamada veya yönlendiricide değişir. Veri iletim katmanı adresi gereklidir. Çünkü ağ içindeki iletim 2. katmandaki adres tarafından belirlenir.

#### ➤ **Yönetimsel uzaklık yolunu tanımlama**

Yönetimsel uzaklık mesafesi yönlendiricinin özel varış yerine olan en iyi rotayı belirlemesi için anahtar bilgidir. Yönetimsel uzaklık, yol bilgisinin kaynağının güvenilirliğini ölçen bir numaradır. Mesafe azaldıkça kaynağın güvenilirliği artar.

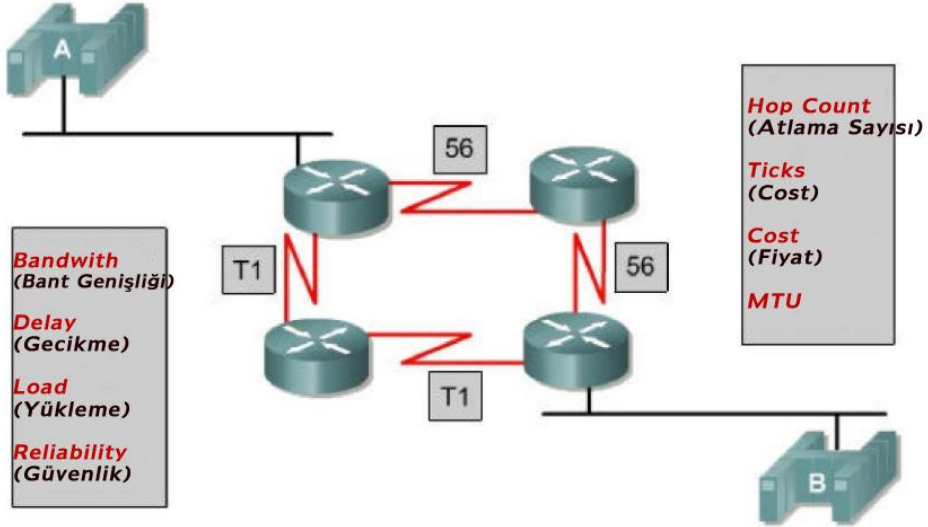


Protokoller	Varsayılan Yönetici Uzaklıkları
Connected	0
Static	1
EIGRP summary route	5
eBGP	20
EIGRP (Internal)	90
IGRP	100
OSPF	110
IS	115
RIP	120
EIGRP (External)	170
iBGP (external)	200

Şekil 2.7: Protokollerin varsayılan yönetici uzaklık çizelgesi

#### ➤ Metrik yol tanımlanması

Metrik, yola ulaşılabilirliği ölçen bir değerdir. Yönlendirme protokolleri varışa olan en iyi yolu belirlemek için metrikleri kullanır.

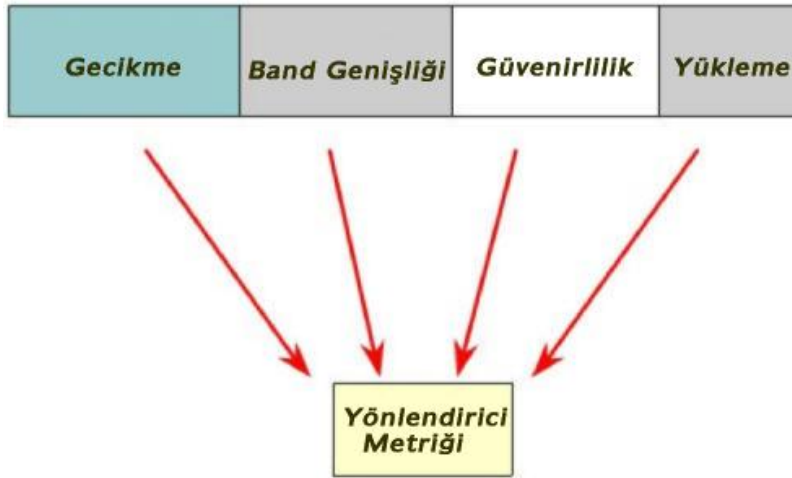


Şekil 2.8: Metrikleri yol tanımlanmasında önemli olan faktörler

Her yönlendirme algoritması kendi içinde en iyi yolun hangisi olduğunu anlatır. Algoritma ağdaki her bir yol için metrik değeri denenen bir numara oluşturur. Genelde metrik numara küçüldükçe yol iyileşir.

Metric	Tanım
<b>Hop Count (Atlama Sayısı)</b>	<i>Yönlendirici router sayısı, hedefe ulaşmak için hareket ettirilmeli. En az atlama sayılı yol tercih edilir.</i>
<b>Bandwidth (Band Genişliği)</b>	<i>Hız bağlantısı, en yüksek ağ genişli olan yol tercih edilir.</i>
<b>Delay (Gecikme)</b>	<i>Bir paketin bir bağlantıda yol alma süresi, en az gecikmeli yol seçilir.</i>
<b>Load (Yükleme)</b>	<i>Bir bağlantı üstündeki aktivite sayısı. CISCO yönlendirmelerinde bu değer 1 ile 255 arasında değişebilir. En az yüklemeye 1'i, en çok yüklemeye ise 255'dir. En az yüklemeli yollar tercih edilir.</i>
<b>Reliability (Güvenlik)</b>	<i>Bir bağlantıdaki hata oranıdır. CISCO'da bu değerler 1 ile 255 arasında değer alır. 255 en yüksek güvenilirliği gösterir ve tercih edilir.</i>

Şekil 2.9: Metrikleri yol tanımlanmasında önemli olan faktörler ve tanımları



Şekil 2.10: Yönlendirici metriğine etki eden faktörler

#### ➤ Sonraki atlama yolunun tanımlanması

Yönlendirme algoritmaları yönlendirme tablolarını çeşitli bilgilerle doldurur. Varış yeri/sonraki adım bileşkesi, belli bir hedefe, özel bir yönlendiriciye paket göndererek ulaşabileceğini söyler.

Router gelen bir paketi aldığı zaman varış adresini kontrol eder ve bu adresi sonraki sekmeyle birleştirmeye çalışır.

### ➤ Son yönlendirme güncellemesinin incelenmesi

Aşağıdaki komutlar son yönlendirme güncellemesini bulmak için kullanılır.

```
show ip route
show ip route network
show ip protocols
show ip rip database
```

## 2.5. Yönlendirme Algoritmaları

Yönlendirme algoritmaları, yönlendiriciler üzerinde tutulan ve en uygun yolun belirlenmesinde kullanılan tabloların dinamik olarak güncellenmesi için kullanılır. Temelde, biri **uzaklık vektörü**, diğeri **bağlantı durum algoritması** olarak adlandırılan iki farklı yönlendirme algoritması vardır. RIP, OSPF, IGP gibi birçok yönlendirme protokolü bu iki algoritmadan birine dayanır.

Protokol	Metric	Maximum Yönlendirme Sayısı	Başlangıç
RIP	Atlama Sayısı	15	Xerox
IGRP	Band Genişliği Yükleme Gecikme Güvenilirlik	255	Cisco

Şekil 2.14: Yönlendirme algoritmaları, yönlendirme protokollerinin özelliklerine göre şekillenir.

Yönlendirme protokolleri tasarımında aşağıdaki önemli noktalar dikkate alınmalıdır:

- Optimizasyon
- Basit ve düşük kayıplı
- Süreklilik ve sağlıklılık
- Esneklik
- Hızlı yakınsaklık

Yönlendirme algoritmaları en iyi yolu seçerken farklı metrik değerleri kullanır. Her algoritmanın kendine göre avantajları vardır. Algoritmalar aşağıdaki farklı değerler baz alınarak işlem yapar:

- Bant genişliği
- Gecikme
- Yük
- Güvenlik
- Atlama sayısı
- Maliyet
- İm (tick) sayısı

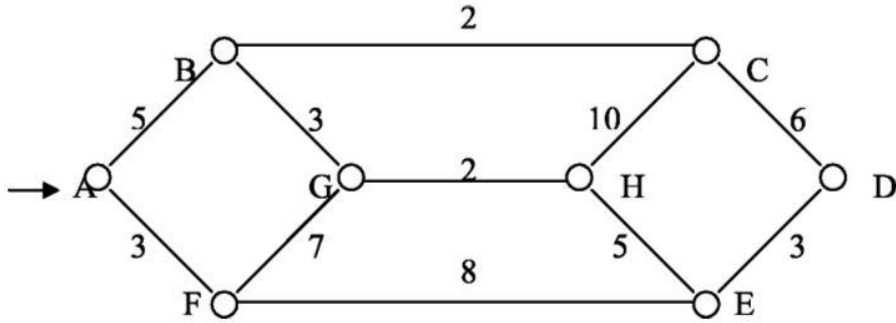
### ➤ En kısa yolu bulma algoritması (Dijkstra's Shortest Path Algorithm)

Yönlendirme teknikleri üzerinde düşünmeye başladığınızda akla gelebilecek ilk teknik, iki nokta arasındaki en kısa yolu bulmak ve paketleri o yol üzerinden aktarmak olacaktır. En kısa yolu bulma algoritması, verilen iki düğüm arasındaki en kısa yolu bulan bir algoritmadır. Basit ve gerçekleştirmesi kolay olması nedeniyle geniş kullanım alanı bulmuştur.

Bilgisayar ağlarında iki nokta arasındaki en kısa yolu bulurken ölçüt olarak,

- Bağlantı noktaları arasındaki coğrafi uzaklık,
- Geçilen düğüm (sekme) sayısı,
- Hatlar üzerinde ortaya çıkan aktarım süreleri, düğümlerdeki kuyruklarda bekleme süreleri (gecikme değerleri) kullanılabilir. Sonuçta amacımız, kullanılan ölçüte bağlı olarak kaynak noktasından varış noktasına en kısa yolun bulunmasıdır.

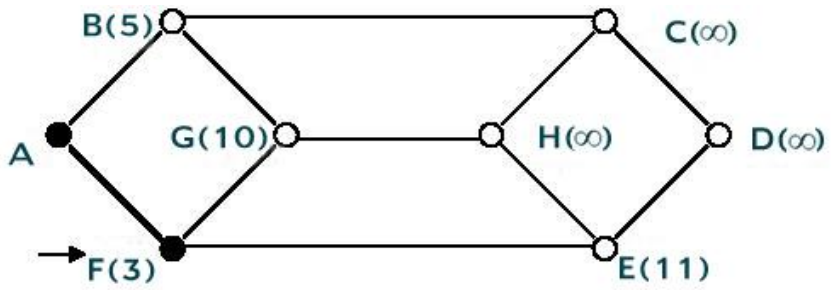
Bu bölümde açıklanacak en kısa yol algoritması "Dijkstra" tarafından geliştirilmiştir.



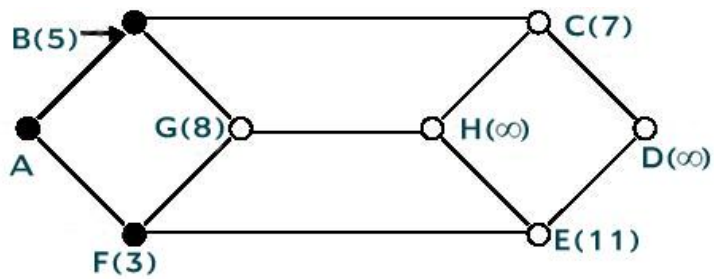
Şekil 2.12: Örnek ağ yapısı

Yukarıdaki şekilde kullanılan ölçütün gecikme değerleri olduğunu düşünüp A noktasından diğer noktalara en kısa yolu bulalım.

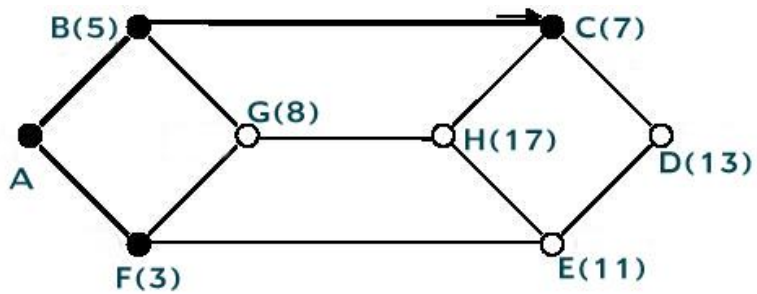
Önce A düğümünden başlıyoruz ve ona komşu olan düğümleri inceleyip onlara **geçici uzaklık değerlerini** atıyoruz. Şekil 2-12'de B ve F düğümleri için belirlenmiş geçici uzaklık değerleri bulabilirsiniz. Diğer düğümler henüz incelenmediği için onların geçici uzaklık değerleri sonsuz işareti ile gösterilmiştir.



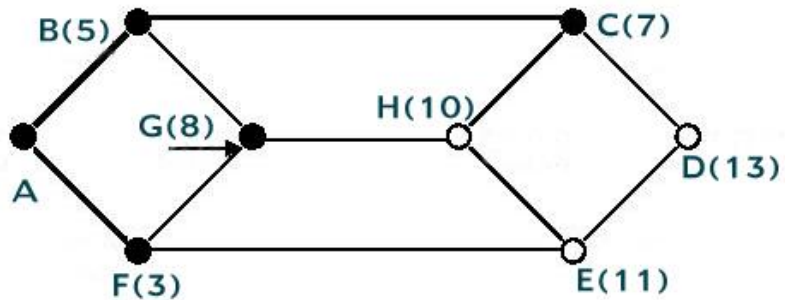
(a)



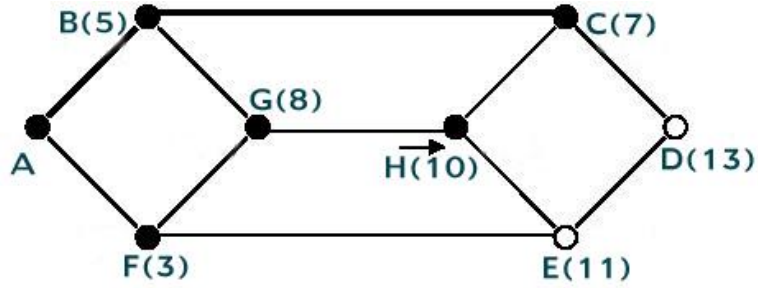
(b)



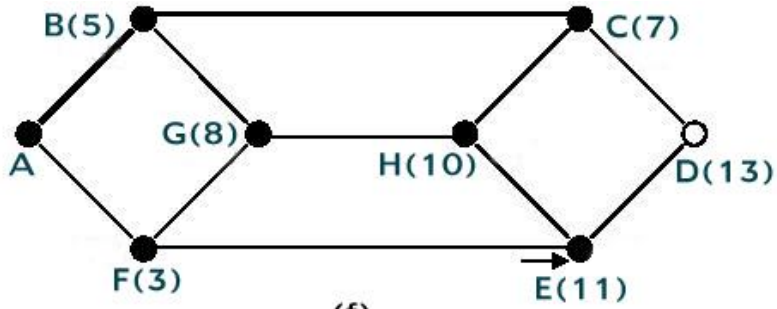
(c)



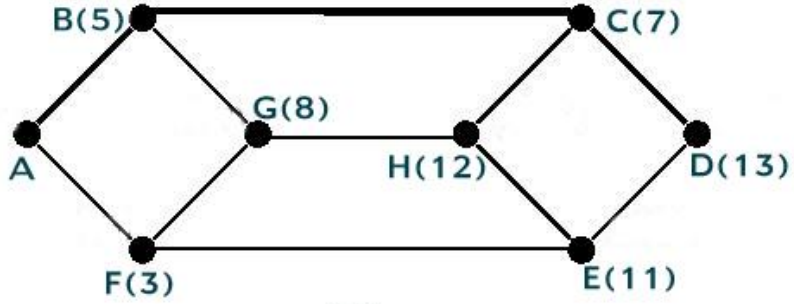
(d)



(e)



(f)



(g)

Şekil 2.13: Geçici uzaklık değerlerinin belirlenmesi

Daha sonra sırası ile A'dan ulaşılan en yakın düğümden (bu örnekte F) başlayarak uzaklık belirlemeye devam ediyoruz. F'nin seçiminden sonraki uzaklık değerleri Şekil 2.13(b)'de verilmiştir. B, C, G, H ve E'nin seçiminden sonraki uzaklık değerleri Şekil 2.13(c-g)'de gösterilmiştir.

Örnekten de anlaşılacağı gibi bu yöntemde son düğüm dışında tüm düğümler bir kez işlenmiştir. Yukarıdaki örnekte A düğümüne olan en kısa yollar hesaplanmıştır yani kaynak düğüm A'dır. Aynı yöntem kullanılarak diğer kaynak düğümler için de hesaplama yapılır.

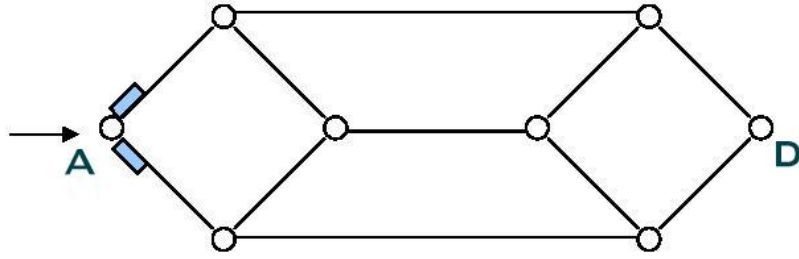
“Dijkstra”nın en kısa yol algoritması adım adım Şekil 2-14'te verilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
L =	0	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	3	$\infty$	$\infty$	A
	5	0	2	$\infty$	$\infty$	$\infty$	3	$\infty$	B
	$\infty$	2	0	6	$\infty$	$\infty$	$\infty$	10	C
	$\infty$	$\infty$	6	0	3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	D
	$\infty$	$\infty$	$\infty$	3	0	8	$\infty$	5	E
	3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	8	0	7	$\infty$	F
	$\infty$	3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	7	0	2	G
	$\infty$	$\infty$	10	$\infty$	5	$\infty$	2	0	H

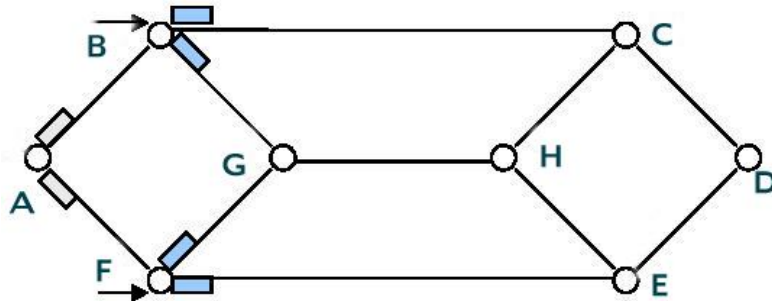
Şekil 2.14: "Dijkstra"nın en kısa yol algoritması

➤ Sel (Taşkın-Flooding) algoritması

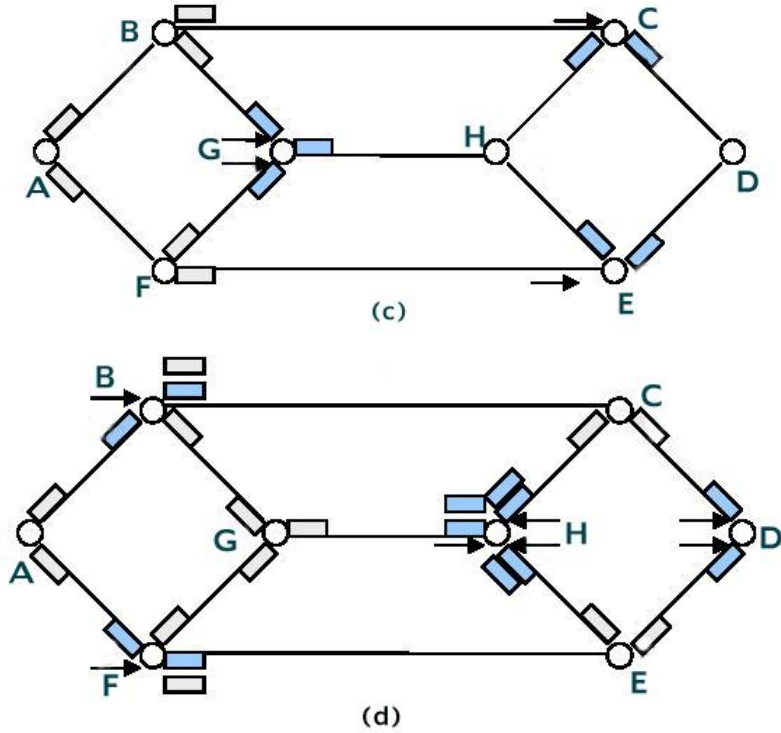
Bu yöntemde bir düğüme ulaşan paketin kopyaları çıkarılır ve bu kopyalar paketin geldiği hat dışındaki tüm hatlardan gönderilir. Doğal olarak bu yöntem aynı paketin pek çok kopyasının yaratılmasına ve bu kopyaların ağdaki trafiği aşırı derecede yoğunlaştırmasına neden olacaktır. Bu dezavantaja karşın taşkın yönteminde seçilecek hat için özel hesaplamalar yapılmasına gerek kalmaz. Paket, doğal olarak ek kısa yol üzerinden varış noktasına erişir. Ancak bu sırada aynı paketin pek çok kopyası yaratılır. Hatta aynı kopyalar pek çok kez aynı düğümlere ulaşır. Şekil 2-15(a-d), A düğümünden D düğümüne gönderilen bir paketin üç sekme içindeki çoğalmasını ve eriştiği düğümleri gösterir.



(a)



(b)



Şekil 2.15: Taşkın tekniğinde paketlerin ağ içinde yayılması

Tekniğin dezavantajlarını önlemek için paketlere **sekme sayacı** eklenmesi önerilmiştir. Sekme sayacına, paket yaratıldığında, kaynak düğüm tarafından kaynak ve varış düğümleri arasındaki sekme sayısını gösteren bir değer atanır. Sekme sayacının değeri geçilen her düğümde bir azaltılır. Sekme sayacı sıfır değerine ulaştığında, paket varış noktasına ulaşmamışsa yok edilir. Paketlerin aynı düğüm tarafından tekrar tekrar kopyalanmasını engellemek için önerilen bir diğer yöntem ise her düğümün yarattığı/kopyaladığı paketlerin kaydını tutmasıdır. Yeni gelen bir paketin kopyalarının yaratılmasından önce bu kayıtlar kontrol edilir ve paket daha önce çoğaltılmadıysa işleme devam edilir aksi hâlde paket yok edilir.

Sel algoritması genellikle pratik değildir ama askeri amaçlar için uygun olabilir. Bir anda çok sayıda “router” bombalama sonucu devreden çıksa bile sel algoritmasının sağlamlığı nedeniyle paketin karşıya ulaşma şansı yüksektir. Burada da tablolar statik olarak belirlendiği için algoritma statiktir.

### 2.5.1. Bağlantı Durumu Yönlendirmesi

Bu algoritma uzaklık vektörü algoritmasının yerine konulmak amacıyla geliştirilmiştir. Uzaklık ölçütü olarak hop(geçiş noktası) yerine paket gecikmesini kullanır. Bu şekilde yönlendiriciler arasındaki hızlı ve yavaş bağlantıları ayırt edebilir. (Hop metriğinde bu ayırım yapılamaz.)



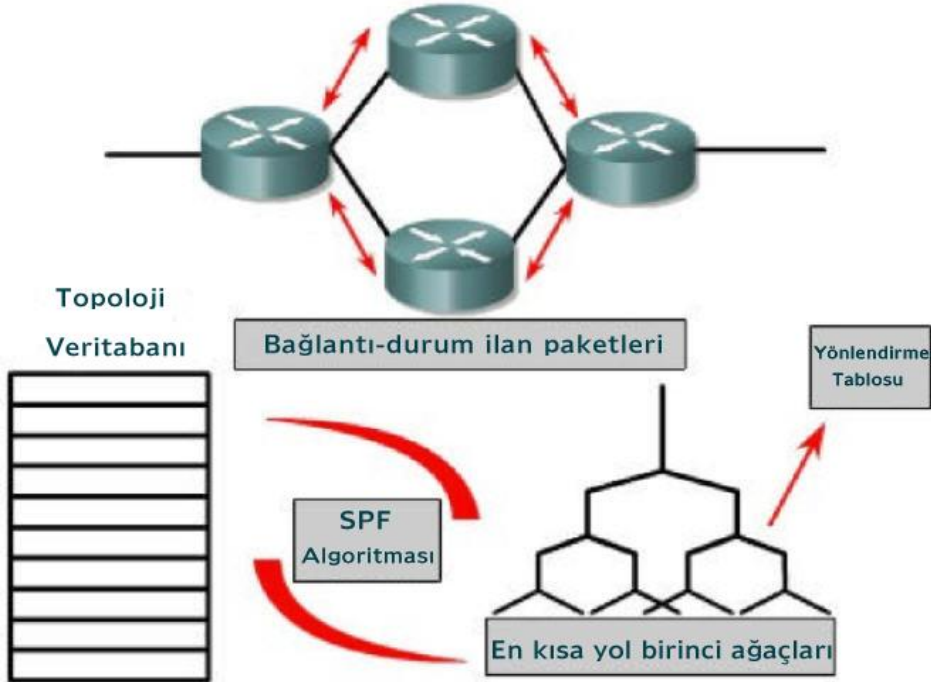
Bir “router” açıldığı zaman algoritma gereği yaptığı işler şunlardır:

- Komşularını keşfet ve ağ adreslerini öğren.
- Her komşuya gecikmeyi ölç.
- Öğrendiklerini bildiren bir paket oluştur.
- Bu paketi bütün yönlendiricilere gönder.
- Diğer tüm yönlendiricilere en kısa mesafeyi hesapla.

Bu algoritma “Dijkstras” algoritması ya da en kısa yol ilk yoldur (SPF) algoritması olarak da bilinir. Bağlantı-durum yönlendirme algoritmaları topoloji bilgilerinin karışık veri yapısını korur. Uzaklık vektör algoritmasında uzak ağlar hakkındaki bilgiler kesin değildir. Uzaktaki yönlendiricilerin bilgileri bilinmez. Bağlantı-durum yönlendirme algoritması uzaktaki yönlendiricilerin birbirine nasıl bağlandığının hakkındaki tüm bilgileri bulundurur.

#### ➤ Bağlantı-durum yönlendirmede kullanılanlar

- **Bağlantı-durum reklamları (LSAs):** Diğer yönlendiricilere gönderilen yönlendirme bilgilerinin olduğu küçük paketlerdir.
- **Topoloji veri tabanı:** Topoloji veri tabanı, bağlantı-durum reklamlarından toplanılan bilgilerin saklandığı yerdir.
- **SPF algoritması:** En kısa yol en iyi yoldur algoritması veri tabanındaki sonuçlara göre performansı hesaplarlar.
- **Yönlendirme tabloları:** Arayüzleri ve bilinen yolları listeler.

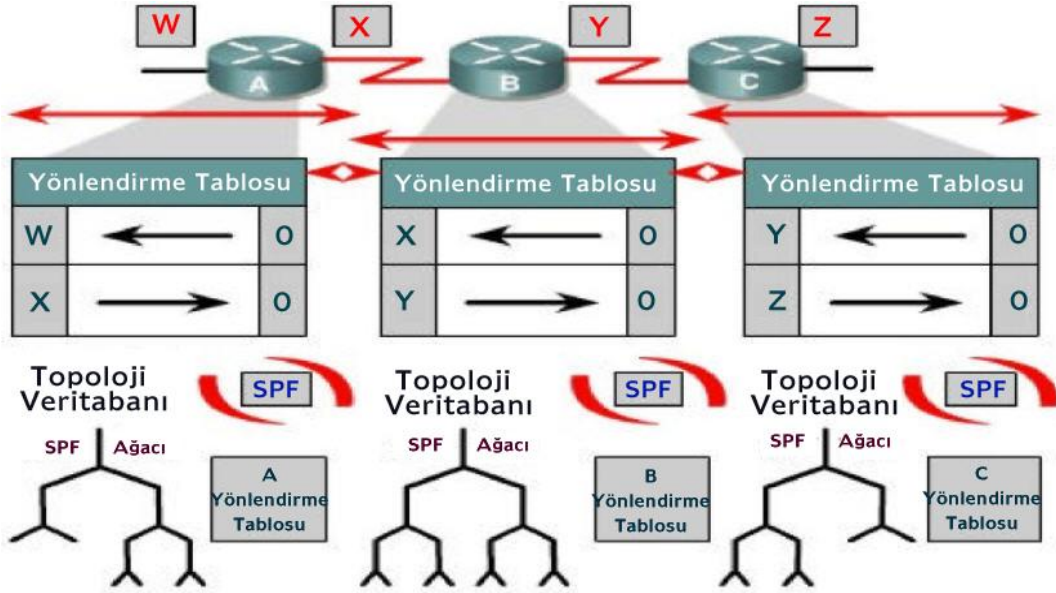


Şekil 2.16: Bağlantı-durum yönlendirmesi

- Bağlantı-durum yönlendirme ile ağ keşfetme işlemleri

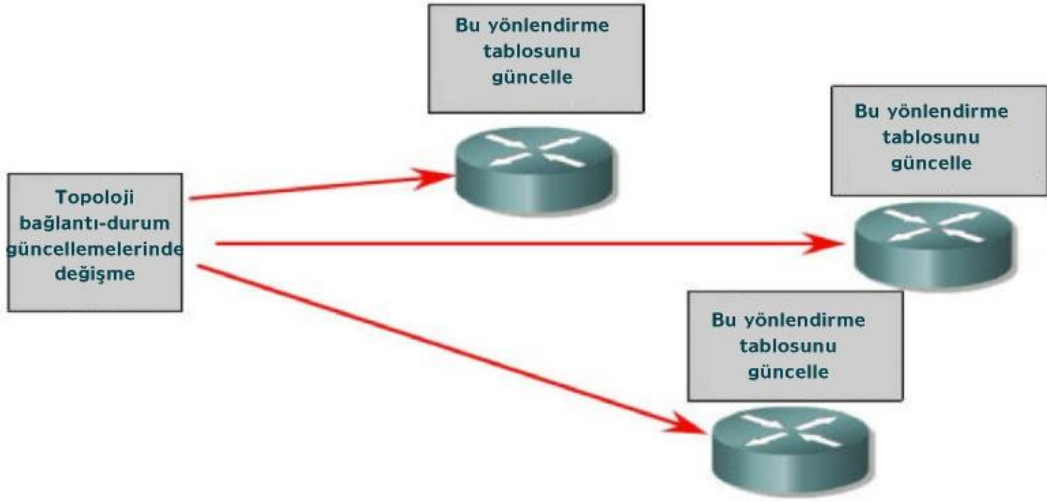
Bilgilere direkt sahip olmak için ağlara direkt bağlantı başlatıldığında yönlendiriciler arasında bu algoritmalar değiştirilir. Her “router” paralelindeki diğer “router” ile değiştirilen tüm bağlantı durum algoritmalarını veri tabanında oluşturur.

“En kısa en iyi yoldur” algoritması ağa ulaşılabilirliğini hesaplar. Router bu ağın lojik ağacını oluşturur. Ağ ortamındaki bağlantı-durum protokolünde her bir ağa mümkün yolların oluşunu köke ekler. Yönlendirici, en iyi yolu listeler ve yönlendirme tablosunda, arabirimlerin uzaktaki ağa olan uzaklıklarını listeler. Topolojinin durum detayları ve elemanları diğer veri tabanlarında dahi korunur.



Şekil 2.17: Bağlantı-durum yönlendirme ile ağ keşfetme işlemleri

Yönlendirici, bağlantı-durum topolojisindeki gönderilen değiştirilmiş bilgilerden ilk olarak haberdar olur. Ağ ortamındaki tüm yönlendiricilere ortak yönlendirme bilgilerini gönderir. Yakınsama arşivlerine, her bir router yakınlarındaki yönlendiricilerin isimlerini, arayüz durumlarını ve yakınlarındaki hattın değerlerini yazar. Router, bağlantı-durum algoritması paketleri ile yakınlardaki yenilikler ile hatlardaki değişiklik bilgilerinin listelerini oluşturur. Paketler diğer yönlendiricilerin hepsinin çevirisini diğer yönlendiricilere bildirir.



**Şekil 2.18: Topoloji bağlantı-durum güncellemelerinde değişme**

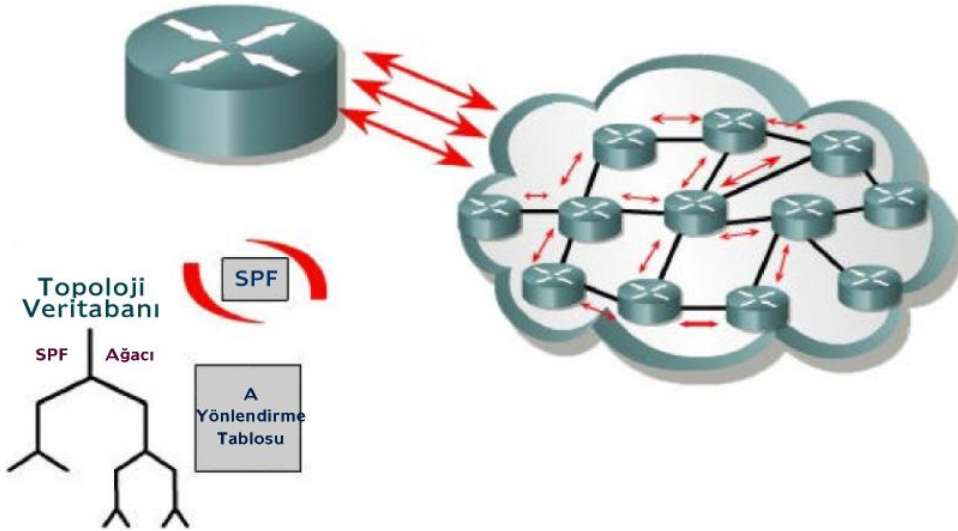
Yönlendirici, paketleri çevirdiği zaman veri tabanı, en son gelen bilgileri ve “en kısa yol en iyi yol algoritması” kullanan diğer ağlara yol hesapları ve ađ ortamında kullanılan biriktirilmiş verinin haritasını günceller.

Bağlantı- durum ilgileri:

- İşlemci ek yükü
- Hafıza gereksinimleri
- Bant genişliği tüketimi

Yönlendiriciler, bağlantı-durum algoritmasını kullanırlarken uzaklık vektör yönlendirme protokolünden daha çok hafıza ve işlem gücüne gereksinim duyar. Yönlendiricilerin hafızaları çeşitli veri tabanlarından tüm bilgileri alabilmek için topoloji ağacı ve yönlendirme tablosu oluşturmak için yeterli olmak zorundadır. Bağlantı-durum paketleri başlangıçta bant genişliğini tüketirler. Kesif işlemleri süresince tüm yönlendiriciler diğer yönlendiricilere paketleri göndermek için bu yönlendirme protokolünü kullanır.

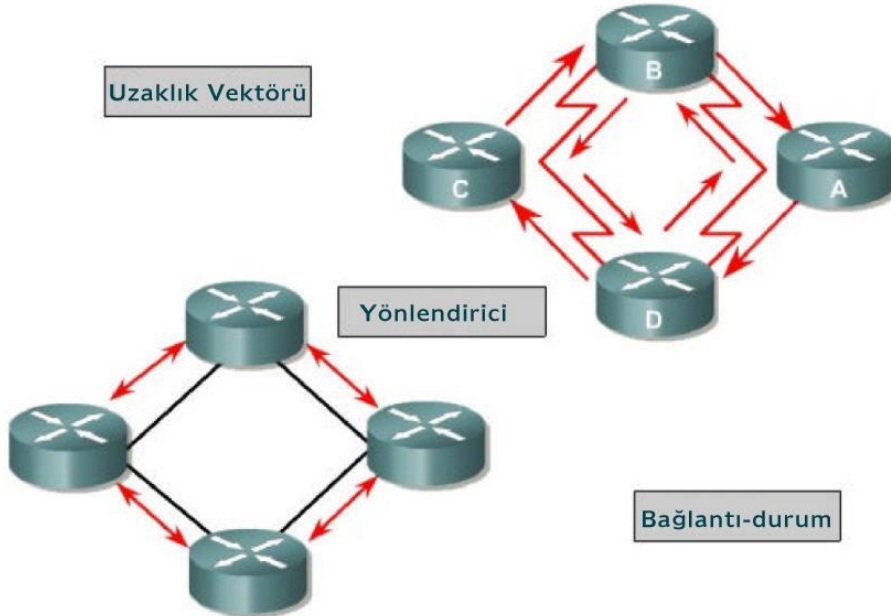
Yönlendirme trafiği kullanıcı verilerini taşımak için geçici olarak bant genişliğini kullanır ve ağda taşıma oluşur. Başlangıçtaki bu taşkınlık, bu protokolün genellikle en ufak bant genişliğine ihtiyaç duyar.



Şekil 2.19: Yönlendiricilerin hafızaları, veri tabanlarından tüm bilgileri alabilmek için topoloji oluşturur.

### 2.5.2. Uzaklık Vektörü Yönlendirmesi

Uzaklık vektörü yönlendirmesi, vektör yaklaşımlarına ve ağ topluluğundaki bağlantılara olan uzaklığa göre yönlendirme yapar.

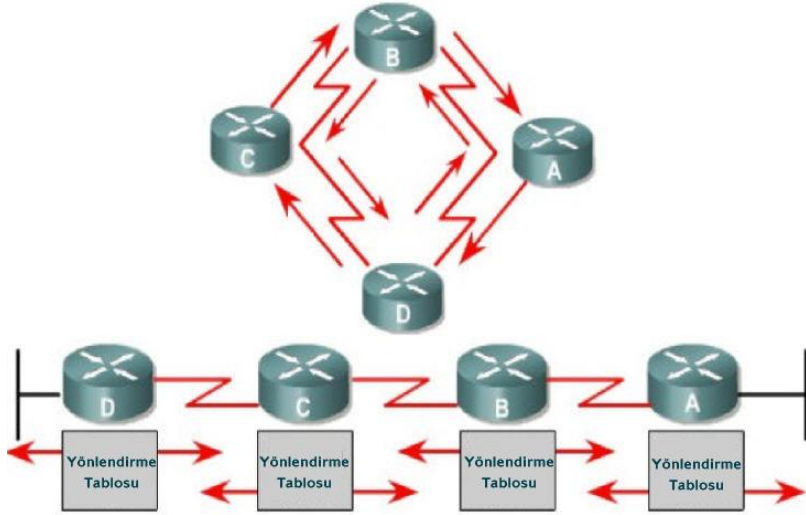


Şekil 2.20: Yönlendiricinin uzaklık vektör ve bağlantı-durum yönlendirme arasındaki ilişki

### ➤ Uzaklık vektör yönlendirme protokolünün özellikleri

Uzaklık vektör yönlendirme algoritmaları, bir yönlendiriciden diğer bir yönlendiriciye yönlendirme tablolarının kopyalarını periyodik olarak gönderir. Düzenli olarak yapılan güncellemelerle yönlendiriciler arasında topoloji değişiklikleri haberleşir. Uzaklık vektörünün temel yönlendirme algoritması bellman-ford algoritmaları olarak da bilinir.

Her yönlendirici, direkt olarak bağlandığı yönlendiriciden yönlendirme tablolarını alır. Örneğin, B-router bilgileri A-routerından bilgileri alınca A-routerı B'ye uzaklık vektör numaralarını ekler. B-“router”ına gelen yeni yönlendirme tablosu yakınlardaki C routerına gönderilir. Yakınlardaki diğer yönlendiricilere olan tüm yönler adım adım işlenir.

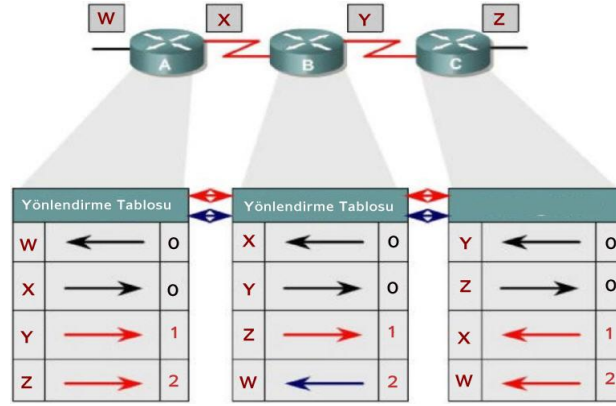


**Şekil 2.21: Her router yakınlardaki direkt olarak bağlandığı yönlendiriciden yönlendirme tablolarının alınması**

Algoritma sonunda, ağ topolojisinin bilgilerinin veri tabanı da korunması için uzaklık vektörleri biriktirilir. Yine de uzaklık vektör algoritması, “router” sadece yakınındaki “router”ı görsün diye ağ çalışma ortamının tam topolojisini bilmesine izin vermez.

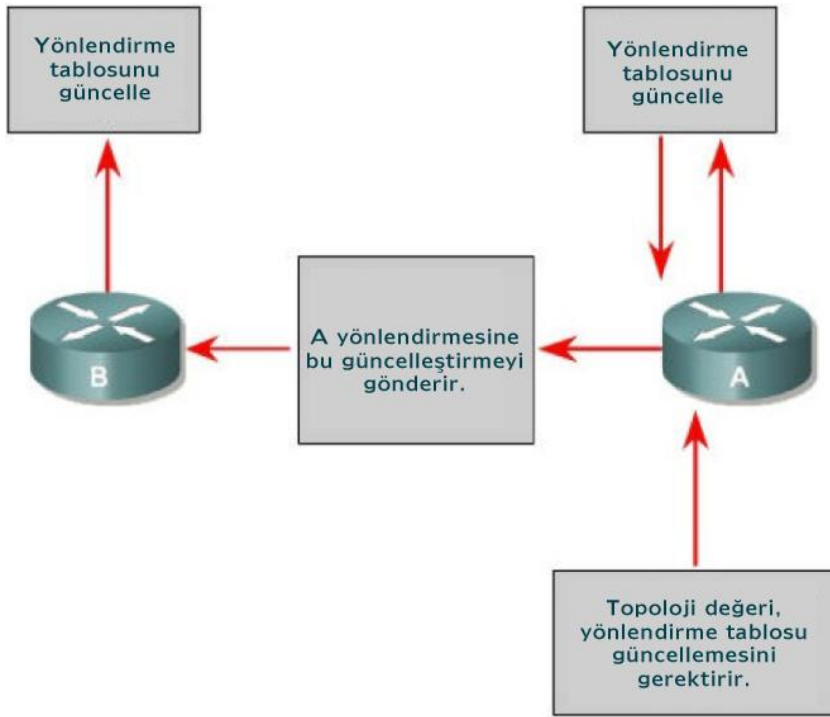
Her router uzaklık vektörünü kullanarak kendi yakınındakini belirtir. Ara yüzlerin iletiminde doğrudan bağlı ağın uzaklığı 0 ile gösterilir. Yönlendiriciler yakındakilerin bilgilerini çevirirken hedefteki ağlara olan en iyi yolu keşfeder. A-Routeri B “router”ından aldığı bilgileri çevirerek diğer ağların yapısını öğrenir.

Her ağın diğerine olan gidişi, çok uzaktaki ağlarla nasıl gidileceği, yönlendirme tablosunda uzaklık vektörlerinin biriktirilmesi ile mümkündür.



**Şekil 2.22: Her ağın diğerleriyle iletişimi, yönlendirme tablosunda uzaklık vektörlerinin biriktirilmesi ile mümkün olması**

Yönlendirme tablosu güncellemeleri topolojide bir değişiklik olduğu zaman yapılır. Ağ kesif işlemleri gibi topoloji değişiklikleri bir yönlendiriciden diğer bir yönlendiriciye adım adım işlenir.



**Şekil 2.23: Yönlendirme tablosu güncellemelerinin topolojide bir değişiklik olduğu zaman yapılması**

Uzaklık vektörü algoritmaları her router için bitişiklerindeki her bir router ın gönderdiği yönlendirme tablosunu çağırır. Yönlendirme tabloları metrik olarak tanımlanmış tüm yollar

hakkındaki bilgileri muhafaza eder. Ayrıca tabloda, ilk “roter”dan yolu üzerindeki her bir routerin lojik adreslerini alır.

Uzaklık vektörünün analogisinde anayolların kesişmesinde bulunan sinyallerde olabilir. Sinyal noktalarına doğru hedef ve hedefe olan uzaklık gösterilir. Daha uzaktaki anayol düştüğünde, diğer sinyaller hedefe doğrudur. Fakat uzaklık kısalmıştır. Uzaklık artsa da azalsa da trafik en iyi yolu izler.

Uzaklık vektör algoritması yakınlardaki yönlendiricilerin temel bilgilerini sunarak yönlendirme kararı verir.

Bu protokol sistem kaynaklarını daha az kullanır. Fakat yavaşlık yakınsamadan katlanılabılır. Geniş sistemlere metrik kullanarak ölçeklenemez. Protokolün temeli uzaklık bulmak (atlamaların sayısı) ve çalışma alanındaki her bir bağlantıya olan vektördür. Algoritmalar periyotlarda bir yönlendiriciden diğer bir yönlendiriciye yönlendirmenin tamamlanmasında kopyaların geçmesini ihtiva eder.

Bu tip yönlendirme protokollerinin yönlendirme tabloları ile yakınlardaki her yönlendiriciye basit bir şekilde ulaşmak ister. Her bir ağ yolu için yakınlardaki düşük maliyetli tanıtımları çevirir. RIP ve IGRP ortak bir uzaklık yönlendirme protokolüdür.

## 2.6. Metrik Değer Parametreleri

Metrik değer hesaplamasında en basit hesap yöntemi, yönlendiriciler arasındaki atlama sayısının (hop count) baz alınmasıdır. Gerçekte bu değer paketlerin alıcısına en hızlı gitmesini sağlamayabilir. Çünkü iki düğüm arasında atlama sayısı 2 olan bir yol 1 olan bir başka yoldan daha hızlı aktarım gerçekleştirebilir. Bu durumda paketlerin aktarılması için daha hızlı yol var iken atlama sayısı küçük diye metrik değeri 1 olan yola yönlendirme yapılır. Bu durumların önüne geçmek için ağın ayrıntısını gösteren parametreler de kullanılır.

Bunlar kısaca aşağıdaki gibidir:

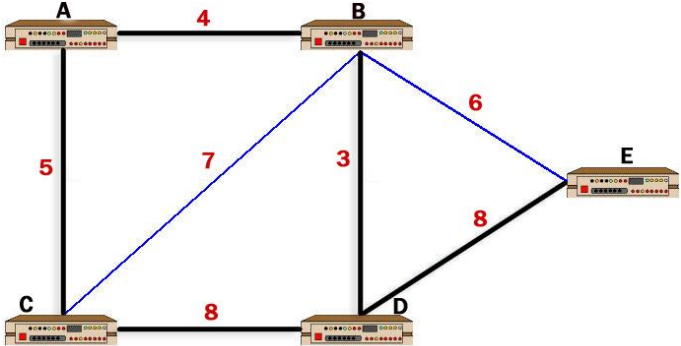
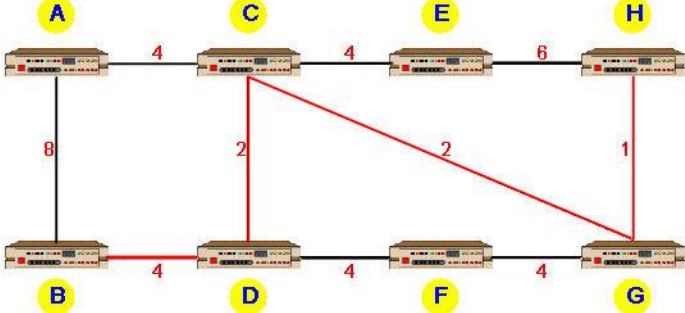
- En ucuz yola göre
- Servis kalitesi gereksinimine göre
- Gereksinimi duyulan servis türüne göre
- Uygulama politikalarına göre
- Var olan diğer yolun da kullanılmasına göre

En uygun yol bulunurken yukarıdaki gibi parametrelerin de göz önüne alınması yönlendiricide gerekecek işlemci gücünü ve diğer donanım gereksinimi artıracığından kenar yönlendiricilerde pek fazla kullanılmaz, daha çok merkez yönlendiricilerde kullanılır.

Yukarıdaki parametrelerinden özellikle var olan diğer yolun da kullanılması dikkate değerdir. Birçok uygulamada yedek anlamında ana bağlantıya ek olarak ikinci bir bağlantı yapılır. Bunun amacı, ana bağlantıda bir kesinti olduğunda, iletişimin yavaş da olsa sağlanmasıdır. Normalde bu ikinci bağlantı kullanılmaz. Ancak yönlendirici ana bağlantı ile yedek bağlantı arasında yük paylaşımı yapılacağı ilkesine göre konfigüre edilirse en iyi yolu bulmada ikinci yol da göz önüne alınır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yönlendirme protokollerini kavrayarak yönlendirme algoritmasının simülasyonunu çıkarınız.

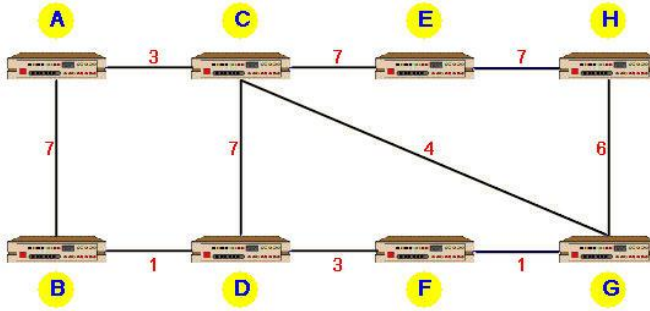
İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Router(yönlendirici) simülatör programlarını kullanarak aşağıdaki bağlantı şekillerinin simülasyonlarını çıkarınız.</p> <p>➤ En kısa yol yönlendirme algoritması simülatörünü kullanarak bağlantı değerlerini değiştirip sonuçları görebilirsiniz.(C'den E'ye doğru)</p> 	<p>➤ Router simülatör programları, routerları (yönlendirici) kullanmadan ağ bağlantısının nasıl sonuç vereceğini size bildirir. Ağ yapısındaki değerleri değiştirerek bu işlemleri gerçekleştiriniz. Size en kısa yolu hesaplayacak ve sonucu verecektir. Değişik simülatör programlarını kullanabilirsiniz.</p>
<p>➤ Uzaklık vektörü algoritması simülatörünü kullanarak bağlantı değerlerini değiştirip sonuçları görebilirsiniz.(B'den H'ye doğru en kısa yolu)</p> 	<p>➤ Router simülatör programları, routerları (yönlendirici) kullanmadan ağ bağlantısının nasıl sonuç vereceğini size bildirir. Ağ yapısındaki değerleri değiştirerek bu işlemleri gerçekleştiriniz. Size en kısa yolu hesaplayacak ve sonucu verecektir. Değişik simülatör programlarını kullanabilirsiniz.</p>



**B'den H'ye EN KISA YOL: B-D-C-G-H**

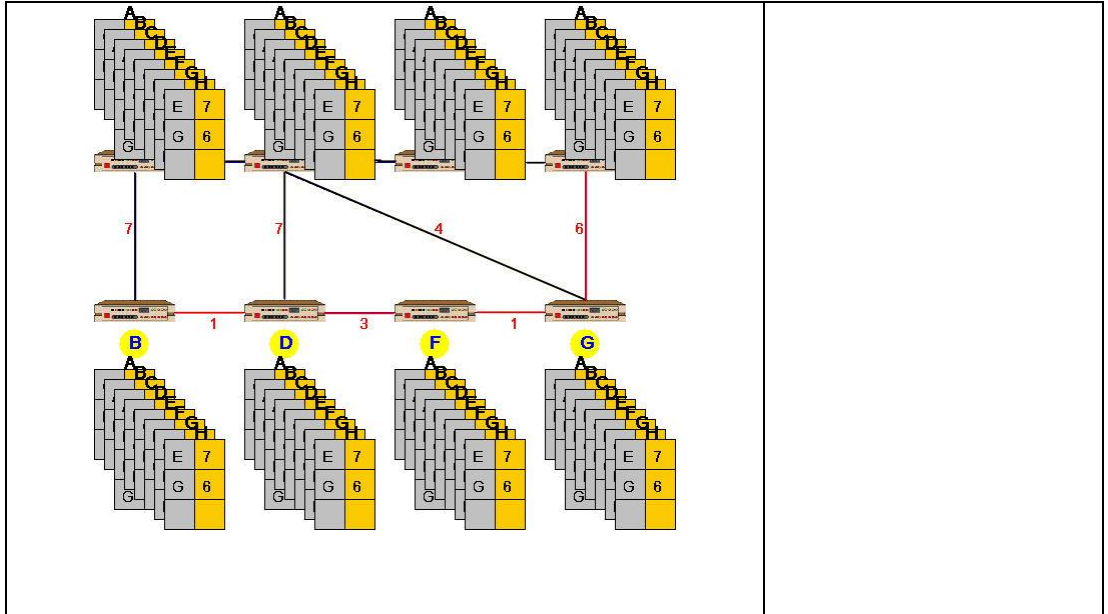
	A	B	C	D	E	F	G	H
B	8	0	6	4	10	8	8	9
D	6	4	2	0	6	4	4	5
A	0	8	4	6	8	10	6	7

- Uzaklık değeri: 9 değerini bulmalısınız.
- Bağlantı-durum algoritması simülatorünü kullanarak bağlantı değerlerini değiştirip sonuçları görebilirsiniz.(B'den H'ye doğru en kısa yolu)

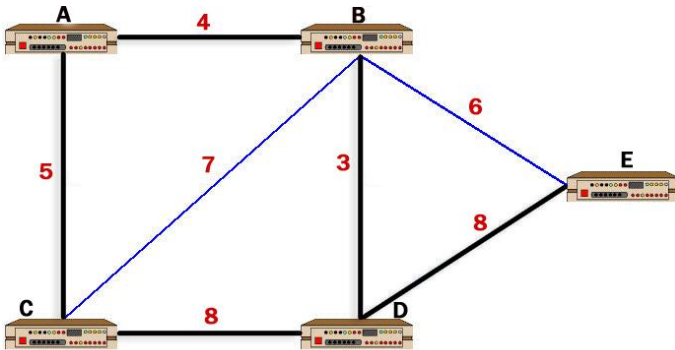


SONUÇLAR	
A	BA
B	başlangıç noktası
C	BDC
D	BD
E	BDCE
F	BDF
G	BDFG
H	BDFGH

- Router simülator programları, routerları (yönlendirici) kullanmadan ağ bağlantısının nasıl sonuç vereceğini size bildirir. Ağ yapısındaki değerleri değiştirerek bu işlemleri gerçekleştiriniz. Size en kısa yolu hesaplayacak ve sonucu verecektir. Değişik simülator programlarını kullanabilirsiniz.



- Router(yönlendirici) simülör programlarını kullanarak aşağıdaki bağlantı şekillerinin simülasyonlarını çıkarınız.
  - En kısa yol yönlendirme algoritması simülörünü kullanarak bağlantı değerlerini değiştirip sonuçları görebilirsiniz(C'den E'ye doğru).



- Router simülör programları, routerları (yönlendirici) kullanmadan ağ bağlantısının nasıl sonuç vereceğini size bildirir. Ağ yapısındaki değerleri değiştirerek bu işlemleri gerçekleştiriniz. Size en kısa yolu hesaplayacak ve sonucu verecektir. Değişik simülör programlarını kullanabilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Yönlendirme, OSI katman 3 fonksiyonudur.
2. ( ) Anahtarlama, OSI'nin 3 katmanında oluşur.
3. ( ) Yönlendirilebilir protokoller, kaynak ve hedef hostlara bilgi aktarıp kullanmaktan ziyade, birbiri arasında bilgi değişimi için yönlendiriciler(router) tarafından kullanılır.
4. ( ) Yönlendirme algoritmaları, yönlendiriciler üzerinde tutulan ve en uygun yolun belirlenmesinde kullanılan tabloların dinamik olarak güncellenmesi için kullanılır.
5. ( ) En kısa yolu bulma algoritmasında, bir düğüme ulaşan paketin, kopyaları çıkarılır ve bu kopyalar paketin geldiği bağlantı (hat) dışındaki tüm bağlantılardan gönderilir.
6. ( ) Metrik değer hesaplamasında en basit hesap yöntemi, yönlendiriciler arasındaki atlama sayısının (hop count) baz alınmasıdır.
7. ( ) Yönlendirme tabloları, diğer yönlendiricilere gönderilen yönlendirme bilgilerinin olduğu küçük paketlerden oluşur.
8. ( ) Tabloların oluşturulma yönteminden bağımsız olarak belirli özelliklerin sağlanması gereklidir. Bunlar **doğruluk, basitlik, sağlamlık, kararlılık, adillik ve optimalliktir**.
9. ( ) Routing algoritmaları, sel(taşkın) ve bağlantı-durum algoritmaları olmak üzere iki sınıfa ayrılır.
10. ( ) Algoritmalar aşağıdaki farklı değerler baz alarak işlemlerini yaparlar. Bunlar: Bant genişliği, gecikme, yük, güvenlik, atlama sayısı, maliyet, im (tick) sayısı

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
<b>Yönlendirilmiş Protokoller</b>		
1. Yönlendirilmiş protokoller ile yönlendirilmiş protokolleri tanıdınız mı?		
2. “Yönlendirilmiş Protokol”ü anladınız mı?		
3. IP paket yapısını öğrendiniz mi?		
4. IP paket yapılarındaki alt ağ maskesini öğrendiniz mi?		
<b>IP Yönlendirme Protokolleri</b>		
6. Yönlendirmeyi öğrendiniz mi?		
7. Yönlendirme ile anahtarlama arasındaki farklılıkları öğrendiniz mi?		
8. Yönlendirilmiş ve Yönlendirme Protokolleri arasındaki farklılıkları öğrendiniz mi?		
9. Yönlendirme tablosunu öğrendiniz mi?		
10. Yönlendirme algoritmalarının amacını öğrendiniz mi?		
11. Bağlantı-durum yönlendirmesini anladınız mı?		
12. Uzaklık vektörü yönlendirmesini öğrendiniz mi?		
13. Metrik değer parametrelerini anladınız mı?		
14. Simülatör programlarını kullanmayı öğrendiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	Doğru
2.	Yanlış
3.	Doğru
4.	Yanlış
5.	Doğru
6.	Doğru
7.	Yanlış
8.	Doğru
9.	Doğru
10.	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	Doğru
2.	Yanlış
3.	Doğru
4.	Doğru
5.	Yanlış
6.	Doğru
7.	Yanlış
8.	Doğru
9.	Yanlış
10.	Doğru

## KAYNAKÇA

- KAPLAN Yasin, “**Network Veri Haberleşmesi Uygulamaları**”, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2006.
- TURGUT Hulusi, “**Ağ Teknolojilerine Giriş**”, Pusula Yayıncılık, İstanbul, 2005.
- SIYAN Karanjit S. Ph.D., **PARKER Tim Ph.D.**, Indianapolis, Sams Publishing, 2002.
- YILDIRIMOĞLU Murat, **Tcp/IP Internet’in Evrensel Dili**, Pusula Yayıncılık, 1999.
- STEVENS W. Richard, **TCP/IP Illustrated Volume1 The Protocols**, Addison Wesley Professional, 1993.
- CARNE E. Bryan, **A Professional’s Guide to Data Communication in a TCP/IP World**, Artech House Inc., London, 2004.
- FEIT Sidnie, **TCP/IP First Edition**, McGraw-Hill School Education Group, 1998.
- RFC: 793, **Transmission Control Protokol Darpa Internet Program Protocol Specification**, Information Sciences Institute University Of Southern California, 1981.
- RFC: 768 **User Datagram Protocol**, Information Sciences Institute University Of Southern California, 1980.