Bilgisayar Ağları Ders Notları

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Murat Özalp

İÇİNDEKİLER

1. Giriş ve Teşekkür

Bu çalışma, 2022 yılında BŞEÜ Bilgisayar Mühendisliği 4. sınıf öğrencilerinin önerisi üzerine başlatılmıştır. El yazısı ile yazılmış ve eski kalmış olan ders notlarının kolay güncellenmesi ve güncel tutulması amacını taşımaktadır.

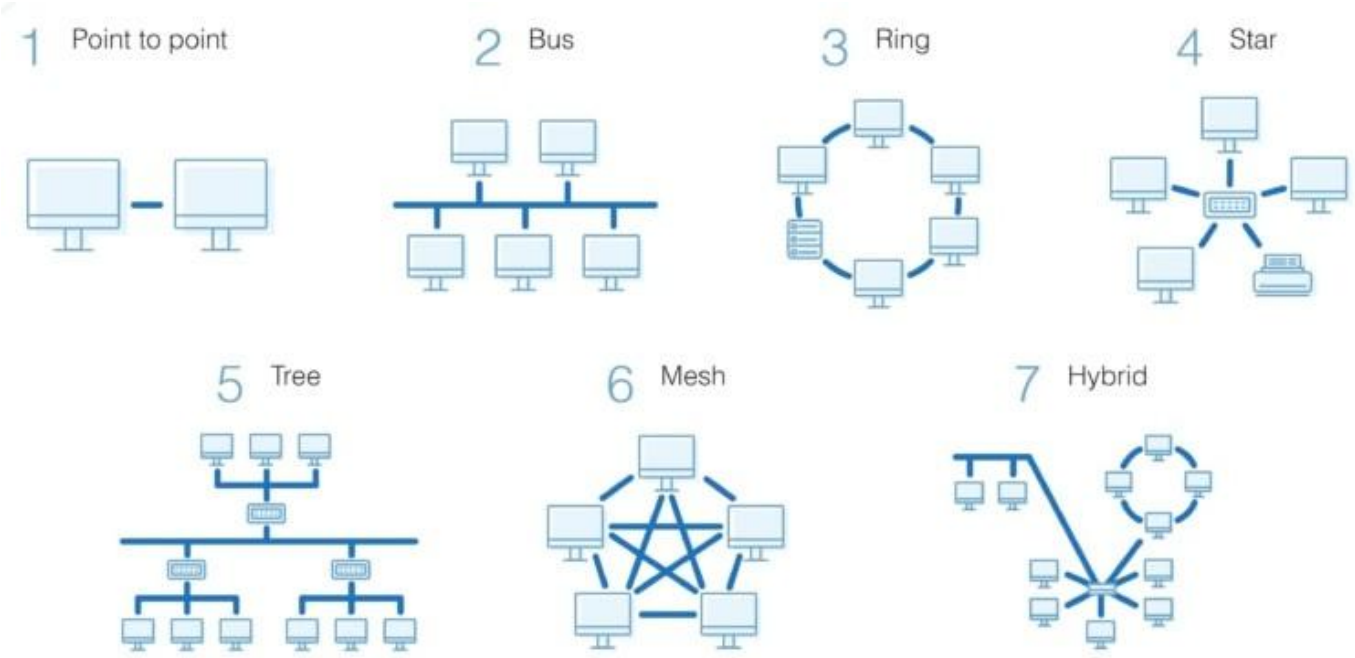
1.1 Katkıda bulunanlar

- Ibrahim Khalil Atteib Yacoub
- Aleyna Çelik
- Burhan Hoşlan
- Mahamat kabir Souleymane

Siteyi yaparken şuradaki dokümanı uyguladım: https://github.com/ldeluigi/markdown-docs **mkdocs** kullanılarak oluşturulmuştur.

2. Ağ Topolojileri

Ağ topolojisi, bir ağı oluşturan cihazların fiziksel ve mantıksal yerleşim biçimidir. Bu bölümde çokça bilinen fiziksel ağ topolojilerini inceleyeceğiz.

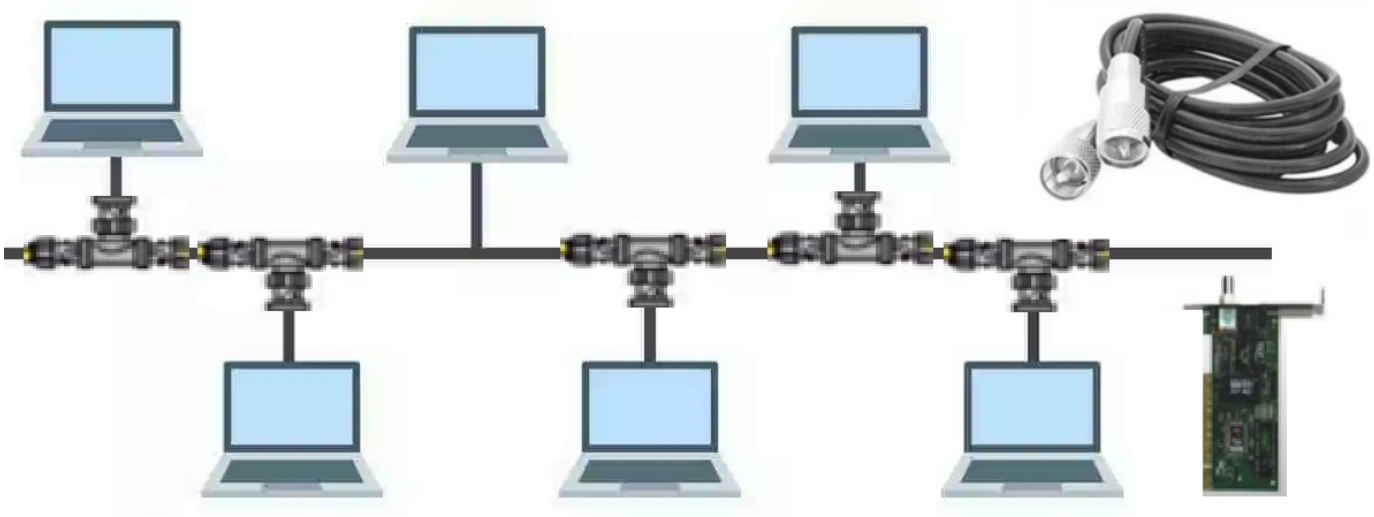


Görsel kaynağı: https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology

> **Note**
>
> "Ağ topolojisi" kavramını her kullandığımızda, bilgisayar ağlarından bahsettiğimizi unutmayalım. Bilgisayar ağlarının dışında da ağ sistemleri bulunmaktadır ve bunlar farklı topolojiler kullanıyor olabilirler.

2.1 Doğrusal (Bus) Topoloji

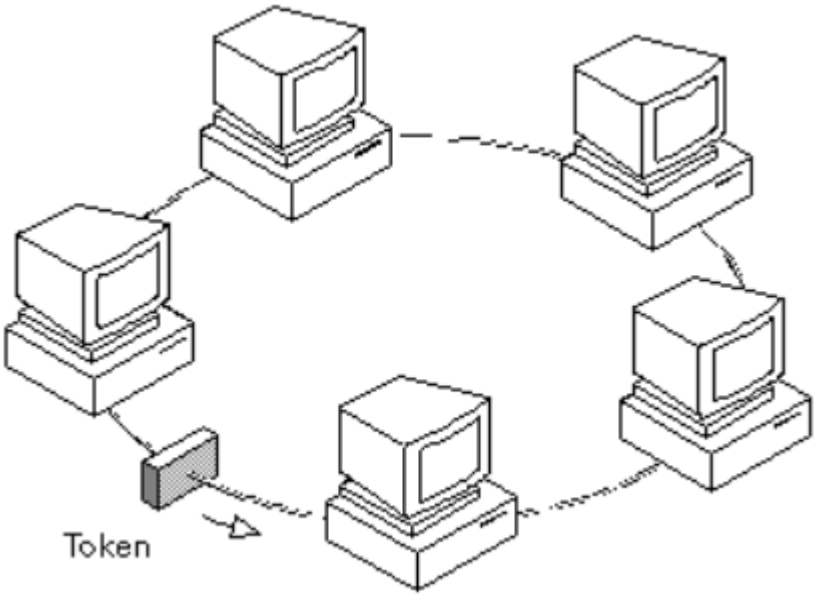
Doğrusal bir hat üzerinde bilgisayarların T konnektörlerle bağlanması şeklinde kurulur. Hattın her iki ucunda sonlandırıcı kullanmak zorunludur. Koaksiyel kablo kullanılır. Ağın herhangi bir noktasında arıza olması durumunda ağın tamamı çöker. Ağdaki veri trafiği tüm uçlara gider. Herkes herkesin trafiğini görebilir. Bu yüzden çok fazla **çakışma (collision)** olur.



Görsel kaynağı: https://www.lunarcomputercollege.com/computer-network-topologies/

2.2 Halka (Ring) Topoloji

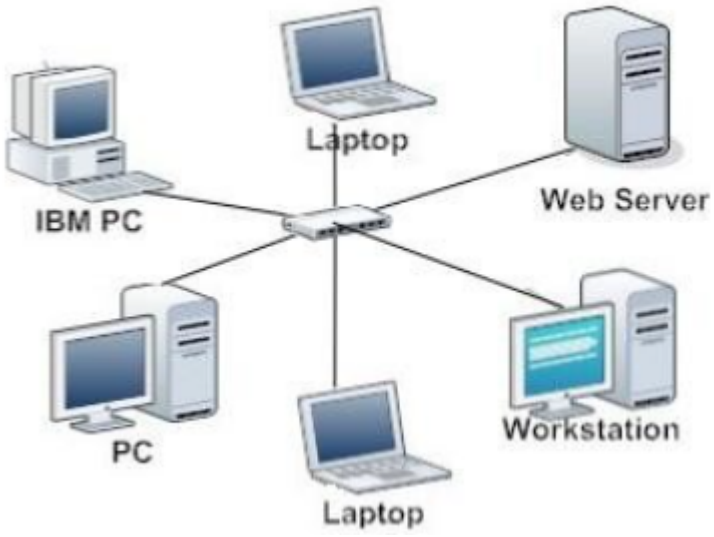
Doğrusal topolojiye benzer. Sonlandırıcı kullanılmaz. Hattın iki ucu birleşiktir. Hatta sanal bir jeton dolaşır(token).Jeton sırası gelen bilgisayar, jeton boş ise göndereceği veriyi hatta yerleştirir. Bilgisayarlar sırayla veri gönderdiklerinden çakışma daha azdır. Günümüzde hiç kullanılmamaktadır. Herkes herkesin verisini kullanabilmektedir.



Görsel kaynağı: https://www.cse.iitk.ac.in/users/dheeraj/cs425/lec07.html

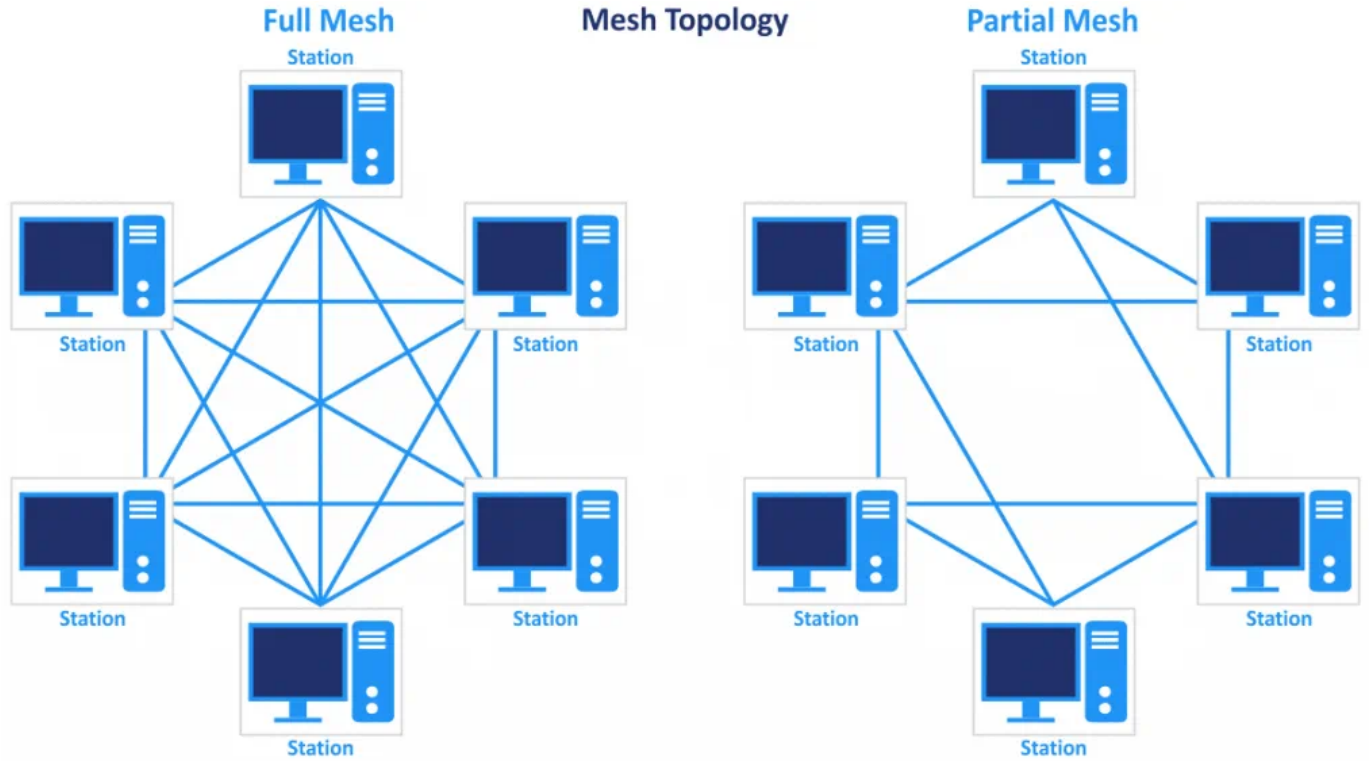
2.3 Yıldız (Star) Topoloji

Merkezde dağıtıcı bir cihaz olur. Buradan tüm bilgisayarlara birer kablo gider. Ağın bir noktasındaki arıza sadece ilgili bilgisayarın ağ bağlantısına zarar verir. Genellikle **(**bükümlü çift (twisted pair,xtp)) kullanılır. Trafiğin herkese mi gönderileceği ya da sadece ilgili uca mı gideceği dağıtıcıya bağlıdır. Dağıtıcının performansı ve kabiliyeti ağı doğrudan etkiler. Günümüzde en yaygın topolojidir.



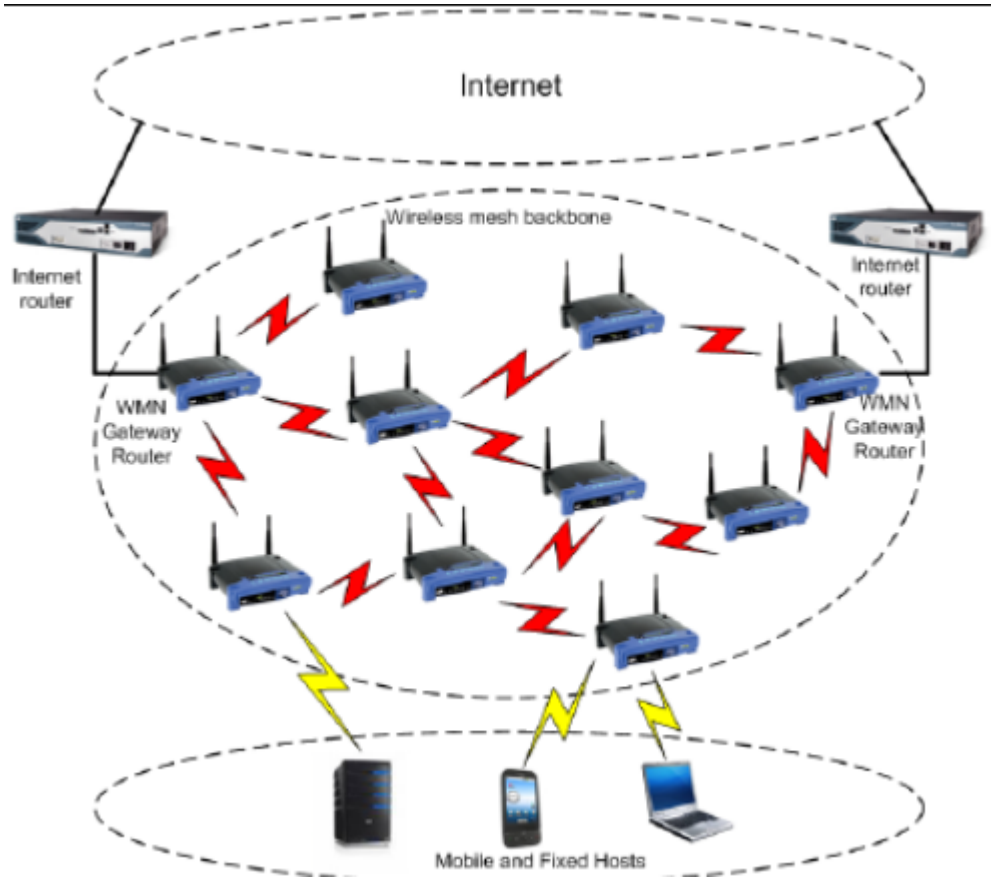
Görsel kaynağı: https://www.researchgate.net/publication/327897159_Hotel_Reservation_System_Based_Local_Area_Network_at_Samarinda

2.4 Örgü (Mesh) Topoloji



Görsel kaynağı: https://www.nakivo.com/blog/types-of-network-topology-explained/

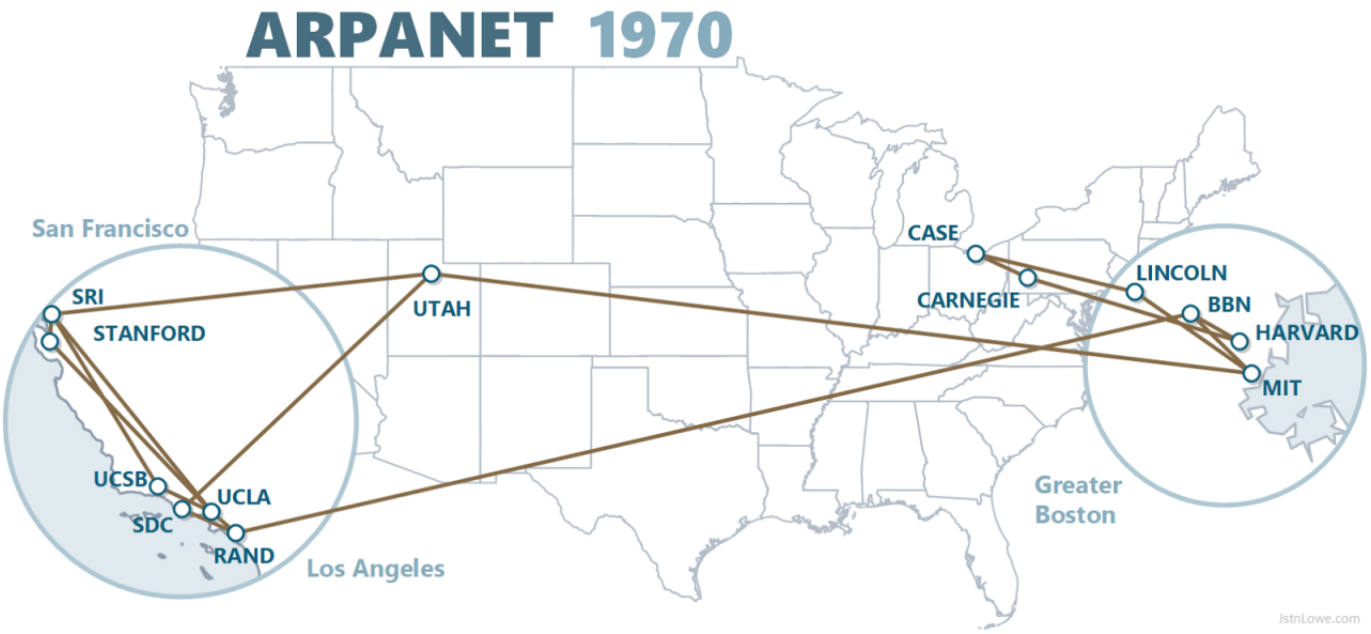
Uçları arasında birden fazla rota üzerinde haberleşme imkanı olan yapılardır. Günümüzde genellikle farklı yıldız ağlar arasında yedekleme amacı olarak kullanılır. Bunun dışında kablosuz ağlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır.



Görsel kaynağı: https://www.researchgate.net/publication/234015211_FastM_Design_and_Evaluation_of_a_Fast_Mobility_Mechanism_for_Wireless_Mesh_Networks

3. OSI Modeli

3.1 İnternet'in Kısa Tarihçesi



ARPANET 1970

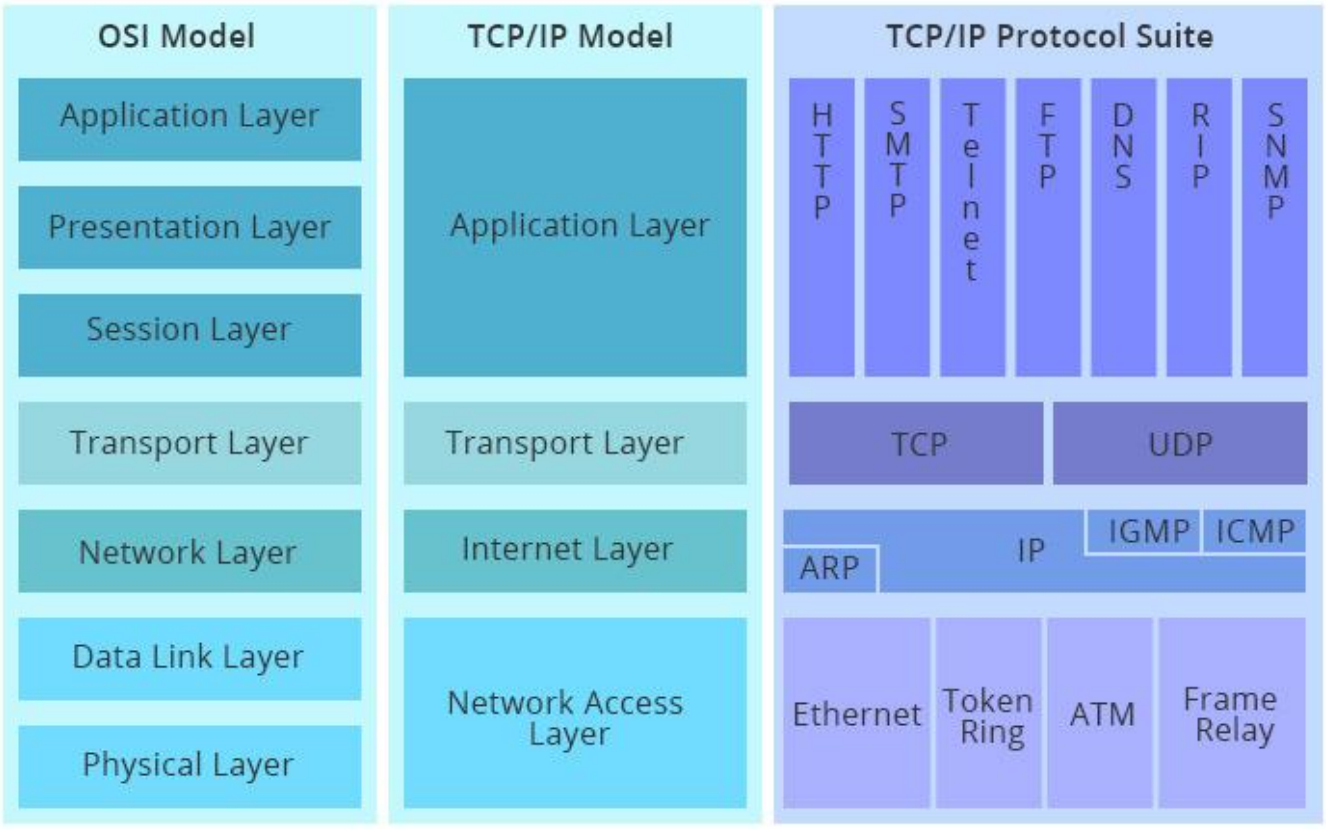
ARPANET, "Advanced Research Projects Agency Network" (Gelişmiş Araştırma Projeleri Ajansı Ağı) kısaltmasıdır. ARPANET, ABD Savunma Bakanlığı'nın (DARPA) finanse ettiği ve 1960'ların sonlarında ve 1970'lerin başlarında geliştirildi. İnternet'in dedesidir.

TCP/IP modeli 1989'da 1122 ve 1123 numaralı RFC'ler ile yayınlanmıştır. OSI modeli ise 1978'de taslak olarak yayınlanmış, 1984'te ise standart halini almıştır.

1980'lerin sonlarında bu teknolojiler, sivil ve ticari kullanıma açılarak İnternet'i başlattı.

3.2 OSI ve TCP/IP modelleri

Bilgisayar ağlarının nasıl çalıştığını anlamak için kullanılır. Geliştirilen donanımlar ve yazılımlar bu modellere uygun olursa İnternet üzerinde sorunsuzca iletişim kurabilirler.



Görsel kaynağı: https://community.fs.com/article/tcpip-vs-osi-whats-the-difference-between-the-two-models.html

TCP/IP	OSI
Implementation of OSI model	Reference model
Model around which Internet is developed	This is a theoretical model
Has only 4 layers	Has 7 layers
Considered more reliable	Considered a reference tool
Protocols are not strictly defined	Stricter boundaries for the protocols
Horizontal approach	Vertical approach
Combines the session and presentation layer in the application layer	Has separate session and presentation layer
Protocols were developed first and then the model was developed	Model was developed before the development of protocols
Supports only connectionless communication in the network layer	Supports connectionless and connection-oriented communication in the network layer
Protocol dependent standard	Protocol independent standard InstrumentationTools.com

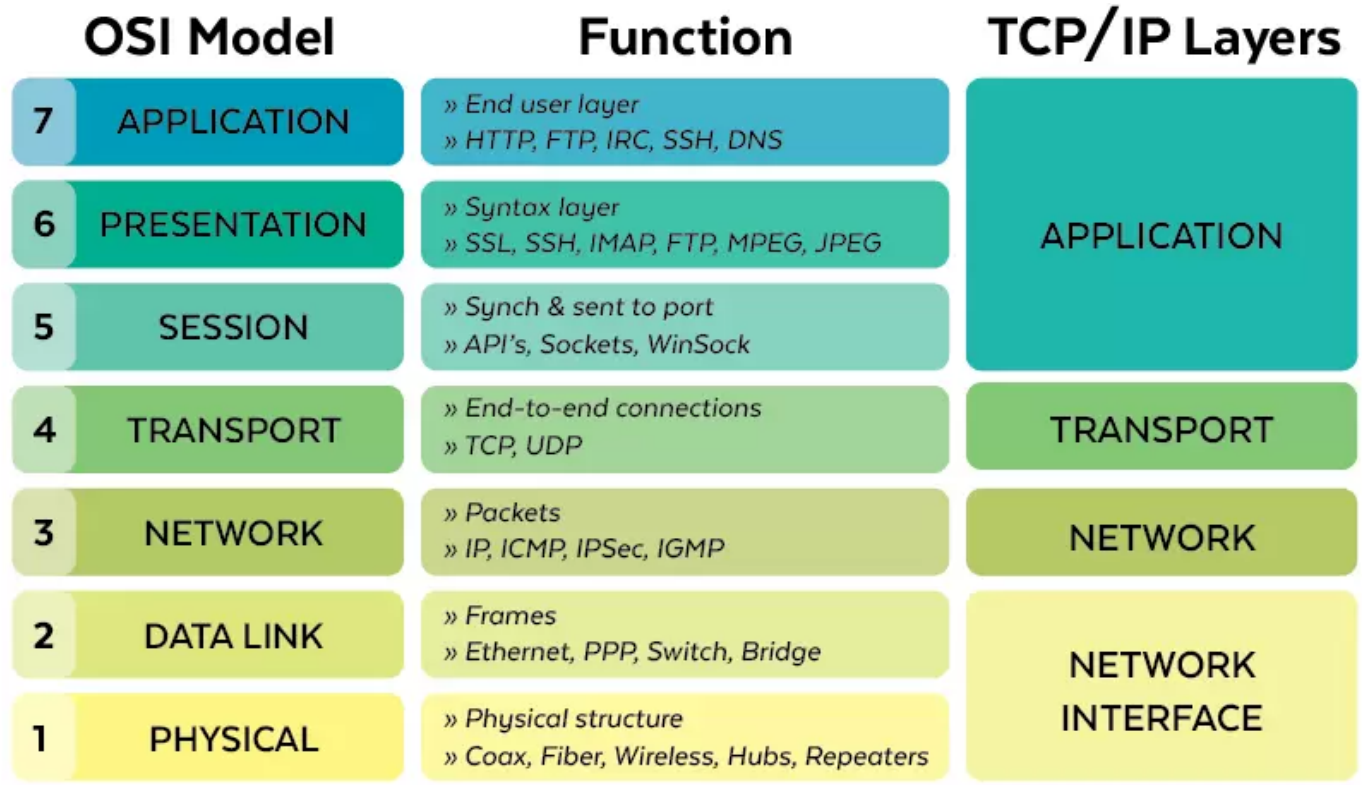
Görsel kaynağı: https://instrumentationtools.com/difference-tcpip-model-osi-model/

3.3 OSI MODELİ KATMANLARI

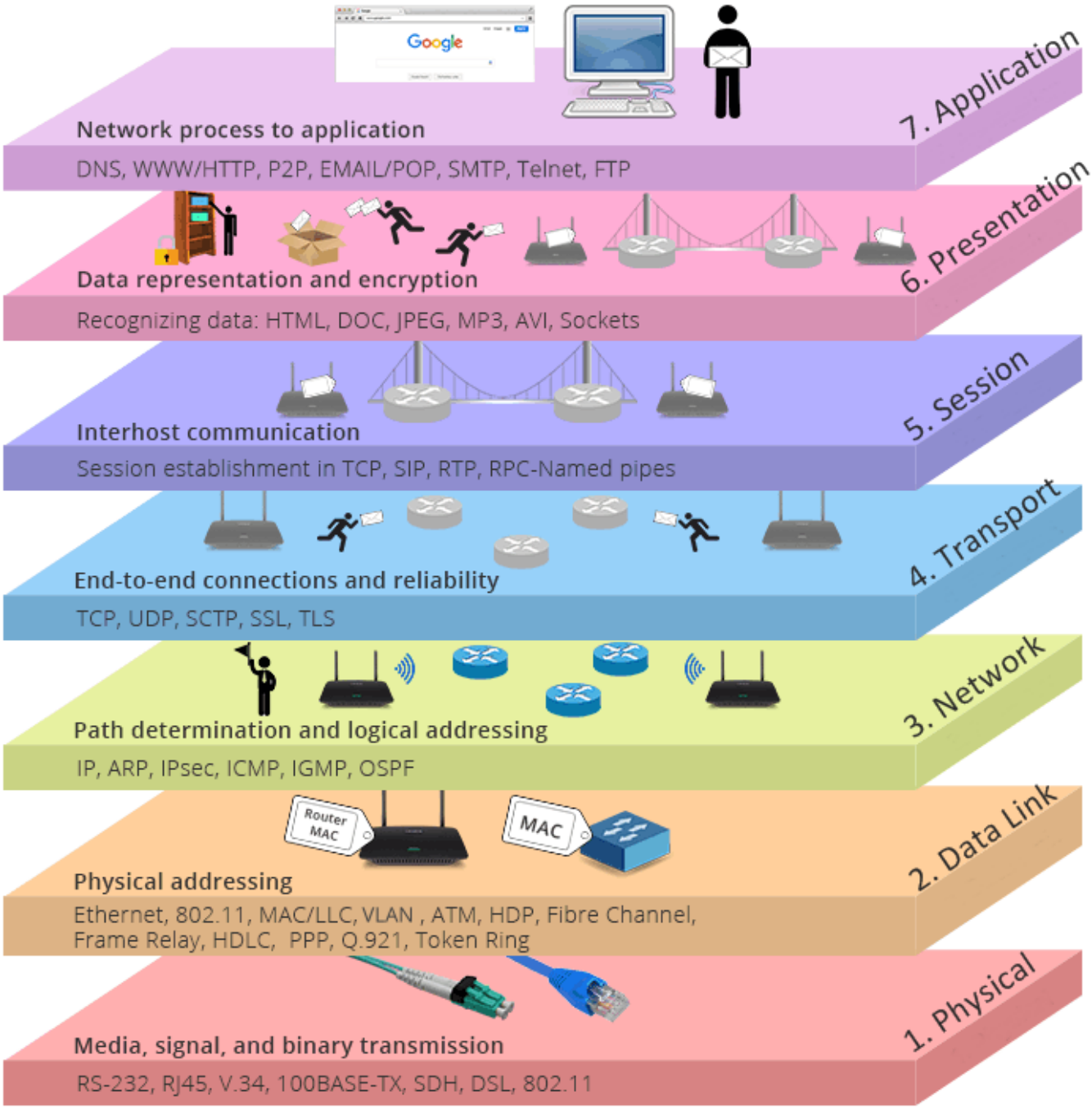
Bir bilgisayardan gönderilen bir bilginin diğer bilgisayara nasıl ulaştığını anlatmak için tasarlanmıştır. İletişimi 7 katmanlı mimarı ile tanımlar. Ağ elemanlarının nasıl çalıştığını ve verinin iletimi sırasında hangi işlemlerden geçtiğini kavramak için kullanılan rehberdir. OSI Katmanlarının mantığını anlamak ağları planlamak, ağ üzerinden çalışan program yazmak ve ağ sorunlarını çözmek için önemlidir.

- 7-Uygulama (Application)
- 6-Sunum (Presentation)
- 5-Oturum (Session)
- 4-Taşıma (Transport)
- 3-Ağ (IP)
- 2-Veri Bağlantı (Data link)
- 1-Fiziksel (Physical)

Görsel kaynağı: https://www.practicalnetworking.net/series/packet-traveling/osi-model/



Görsel kaynağı: https://planetechusa.com/layer-2-vs-layer-3-switches/



Görsel kaynağı: https://community.fs.com/article/tcpip-vs-osi-whats-the-difference-between-the-two-models.html

3.3.1 1: Fiziksel Katman

Haberleşme kanalının elektriksel ve mekanik olarak tanımlandığı katmandır. Bir uçtan gönderilen sinyalin karşı uca iletilmesinden sorumludur. Sayısal haberleşmede en küçük birim bit olduğundan bu katmanın hızı **bps, b/s (bit/saniye)** cinsindendir. Birinci katman donanımları:

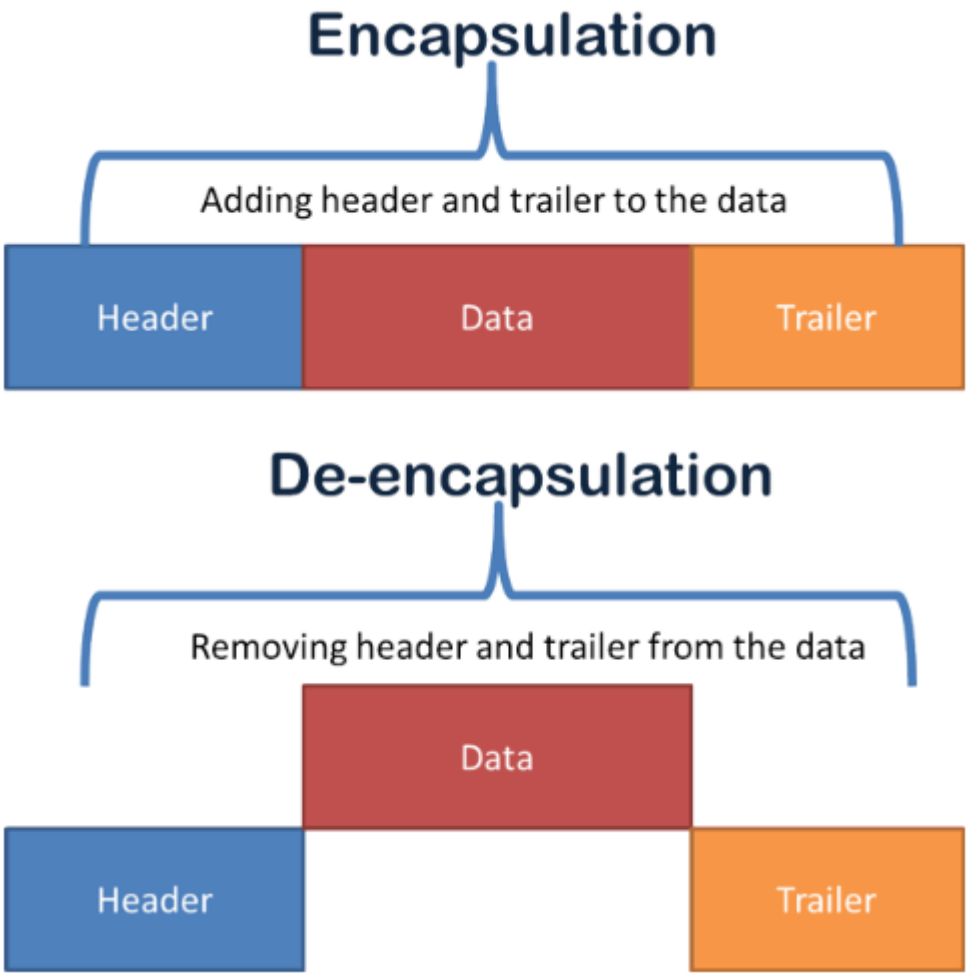
1. Bakır ve fiber optik kablolar
2. RF (Antenler)
3. Sinyali (işareti) elektrik olarak yükselten ve çoklayan HUB cihazları
4. Tekrarlayıcılar (repeater)
5. Kablosuz iletişimde kullanılan hava

3.3.2 2: Veri Bağlantı Katmanı

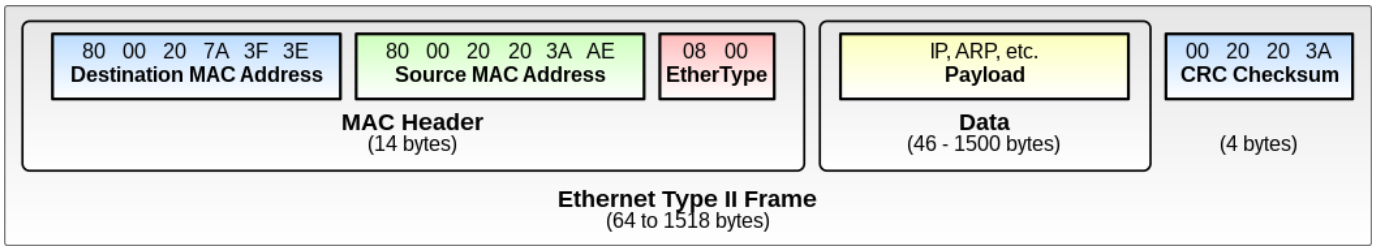
Verinin fiziksel ortamdan güvenli bir şekilde taşınmasından sorumlu olan katmandır. Kaynaktan çıkan verilerin(bitler) hedefe ulaşan verilerle aynı olup olmadığını sınayan sistemler kullanılır. En çok kullanılan hata bulma algoritmaları **eşlik biti (parity check)** ve **CRC algoritmasıdır**.

Görsel kaynağı: https://www.hbmacit.com/2020/06/12/c-ile-parite-biti-hesaplama/

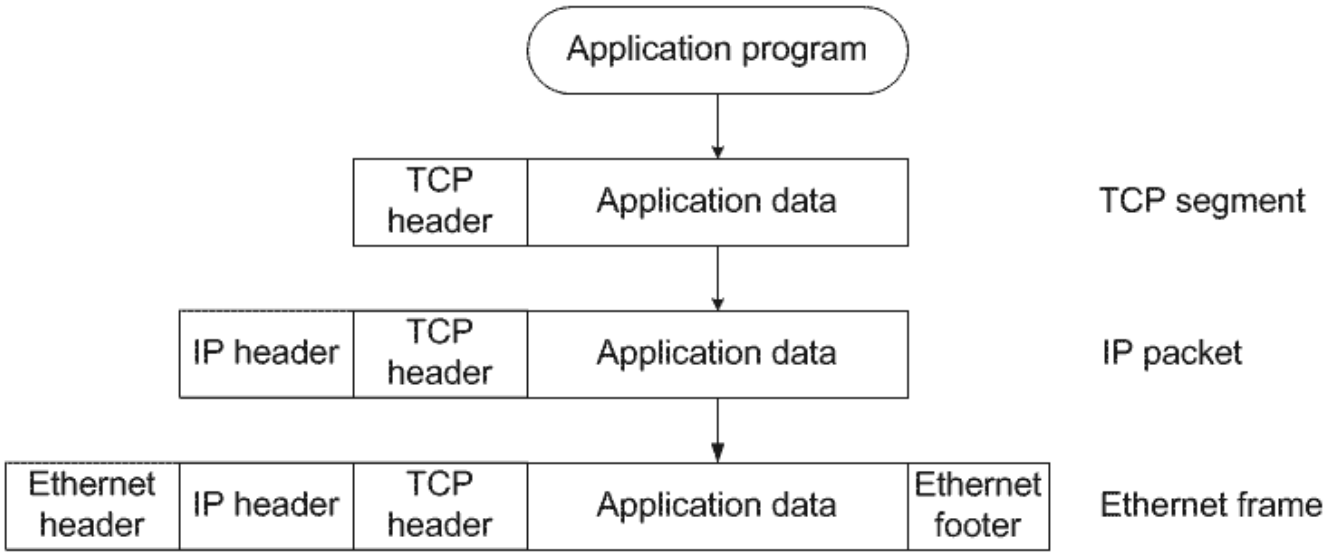
Verinin doğru olup olmadığına bakmaz, sadece sağlamlığını kontrol eder. Bu katmanda üst katmandan gelen veriler çerçeve (frame) adı verilen paketleme işlemini tabi tutulur. Kapsülleme de denir. Birbirine doğrudan bağlı ağ cihazlarının aynı kapsülleme yöntemini (ikinci katman protokolünü) kullanması gerekir.



Görsel kaynağı: https://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/data-encapsulation-and-de-encapsulation-explained.html



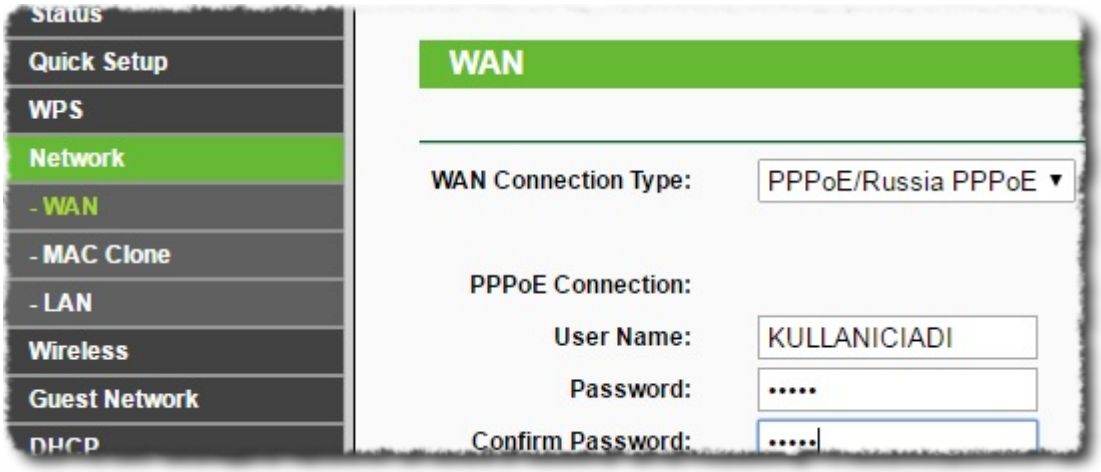
Görsel kaynağı: https://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet_frame



Görsel kaynağı: http://som.csudh.edu/cis/471/hout/netech/encapsulation.htm

Günümüzde en yaygın ikinci katman protokolleri

- Yerel ağda (LAN): **Ethernet**
- Uzak ağlarda (WAN) : **Metroethernet**. Eskiden ATM, PPP, Frame-Relay gibi protokoller vardı ama günümüzde kullanımı azaldı. Eskiden çevirmeli ağlarda kullanılan PPP yerine günümüzde PPPoE kullanılıyor artık.



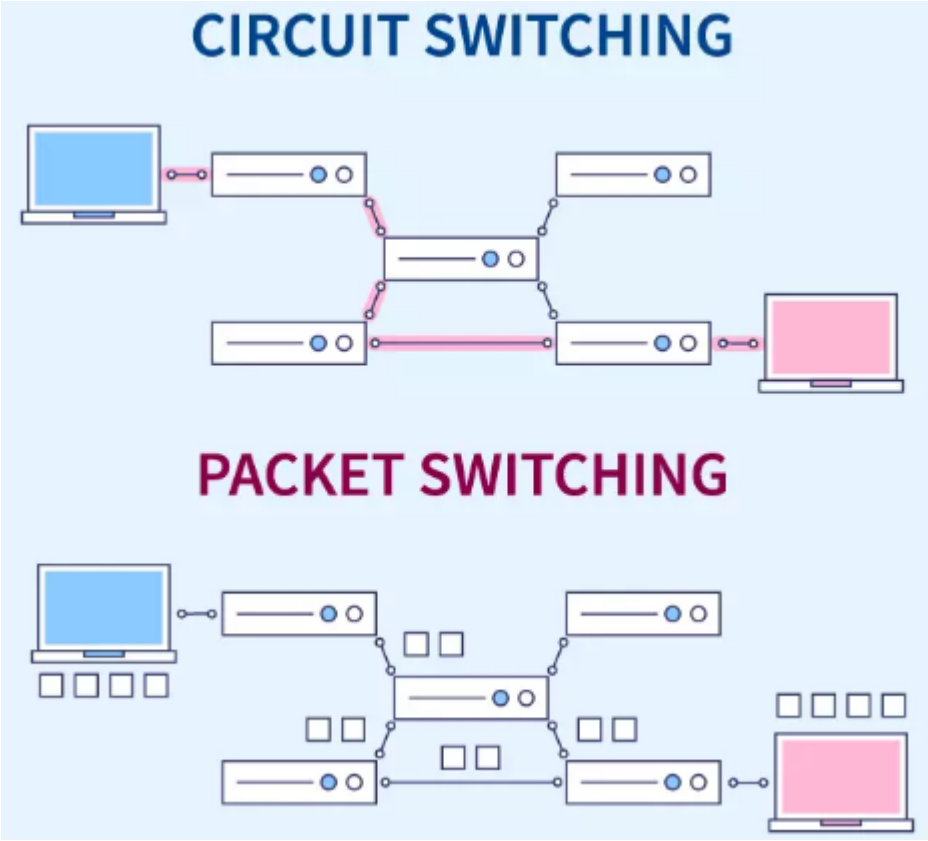
Görsel kaynağı: https://www.alfanett.com.tr/modem.html

3.3.3 LAN ve WAN nedir?

- **LAN**: Local Area Network (yerel alan ağı). Kendi arazisi (binası) içerisinde, kimseden izin almaya gerek kalmadan kablolama yapılan ağlara LAN denir. Örneğin üniversite kampüsü ya da aynı binanın birkaç katını kullanan şirketler gibi.
- **WAN**: Wide Area Network (geniş alan ağı). Kurumların kendi arazisinin (binasının) dışında olan bir yer ile kurulan ağlardır. Sokağın karşısındaki binaya kablo çekemeyiz. Eğer karşılıklı iki binada iletişim kurulması gerekiyorsa, ISP (Internet Service Provider ~ internet servis sağlayıcı) firmadan hizmet satın almak gerekir.
- **Fark ne?**: LAN'da istediğimiz kablolama türü ve istediğimiz protokolü kullanabiliriz. Hiç bir kısıtlama olmadan ağa bağlanabiliriz. WAN'da ise servis sağlayıcının sunduğu hizmetlerden ve onun kurallarına uyarak bağlanabiliriz.

3.3.4 Anahtarlama Türleri

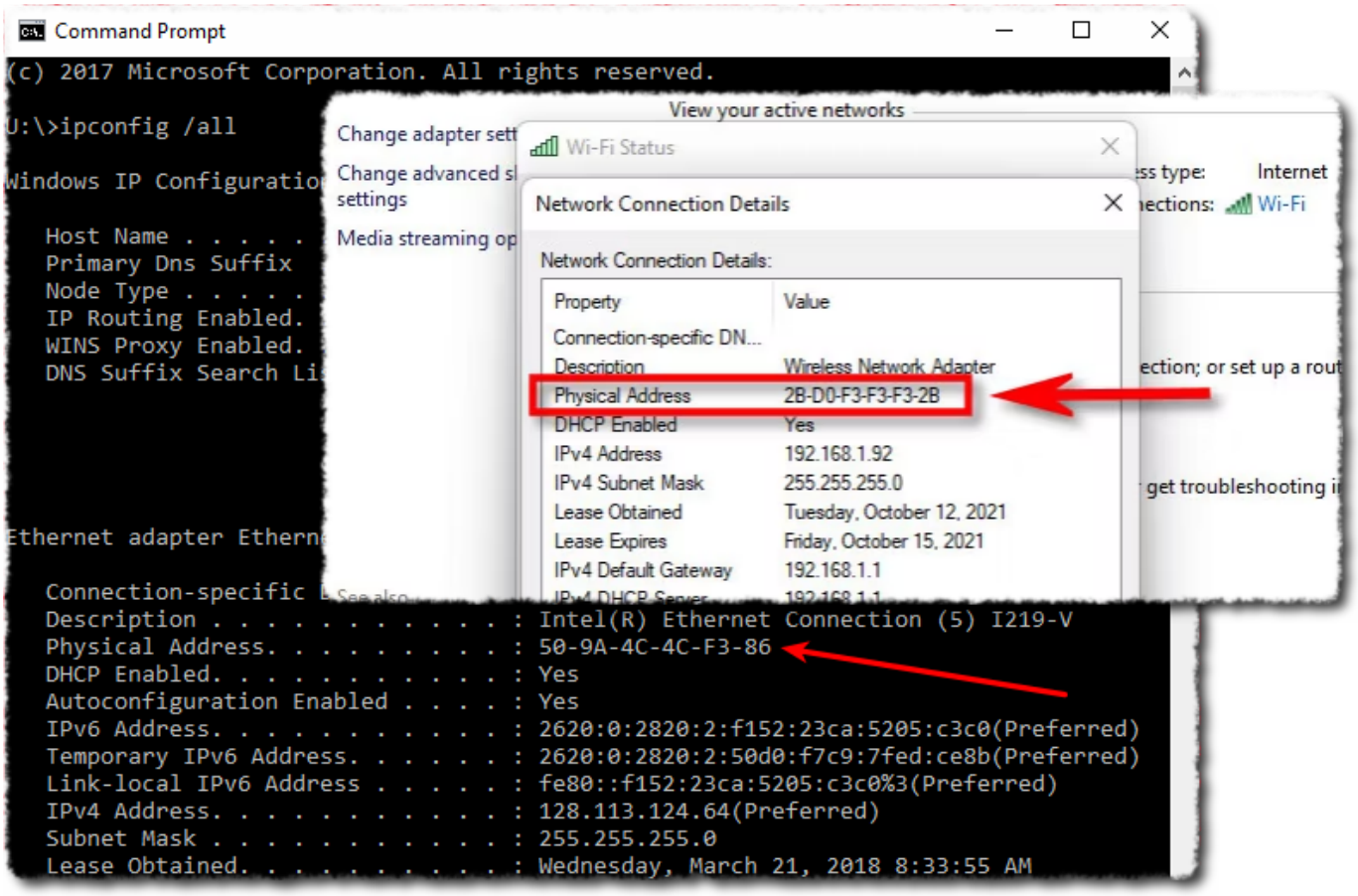
- **Devre Anahtarlama**: Veri aktarımı, fiziksel değişiklikle yapılır.
- **Paket Anahtarlama**: Veri aktarımı, her bir veri paketi için hesaplanarak, yazılımsal olarak yapılır.



Görsel kaynağı: https://www.scaler.com/topics/computer-network/circuit-switching-and-packet-switching/

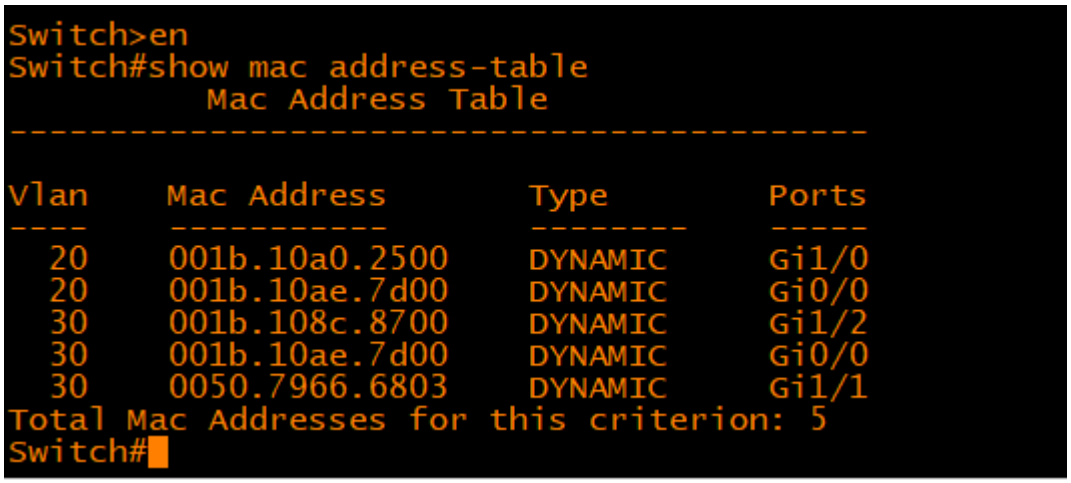
3.3.5 Ethernet Protokolünde Anahtarlama

Ethernet protokolünde kaynak ve hedef adresleri olarak **MAC** adresi (fiziksel adres) kullanılır. Çakışmaları engellemek için aynı ağda iki MAC adresi olmamalıdır.

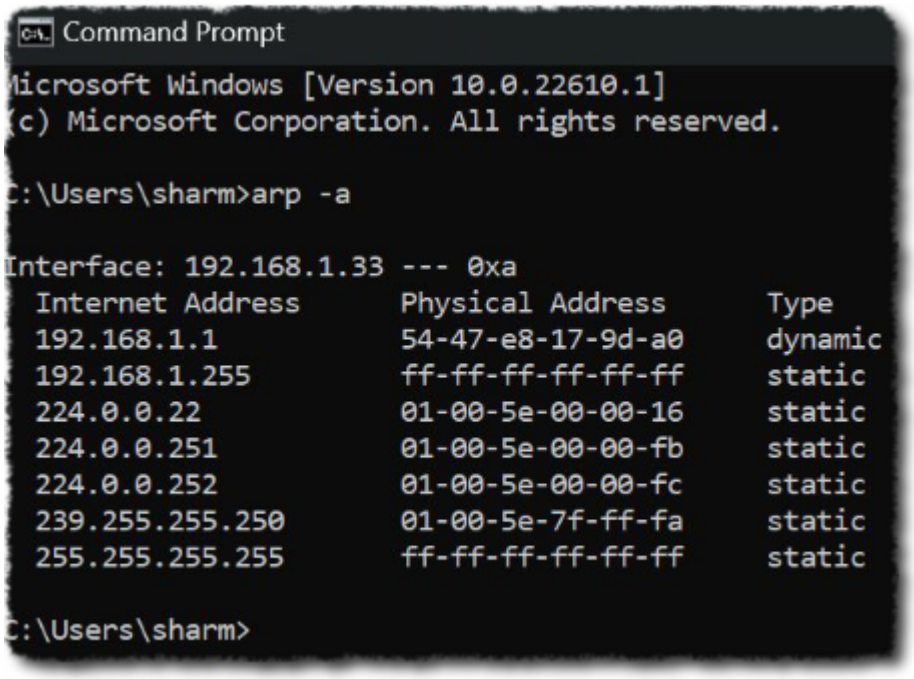


Windows'ta MAC adresi (fiziksel adres)

3.3.6 MAC Adres Tablosu

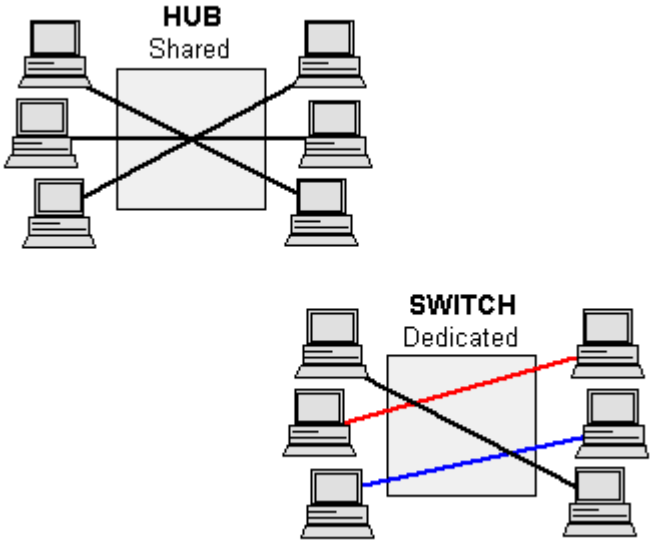


Görsel kaynağı: https://community.spiceworks.com/t/how-to-find-ip-mac-addresses-on-cisco-ios-devices/1012165



Görsel kaynağı: https://www.geeksforgeeks.org/what-is-mac-address-table/

Anahtarlar (switch) ikinci katmanda çalışır. Anahtarlar portlarına bağlı olan cihazların MAC adreslerini bilmek zorundadır (otomatik öğrenir). Bu şekilde iki farklı portu arasındaki trafiği, diğer cihazlar görmeden aktarabilirler. **HUB'lardan en önemli farkı budur**.

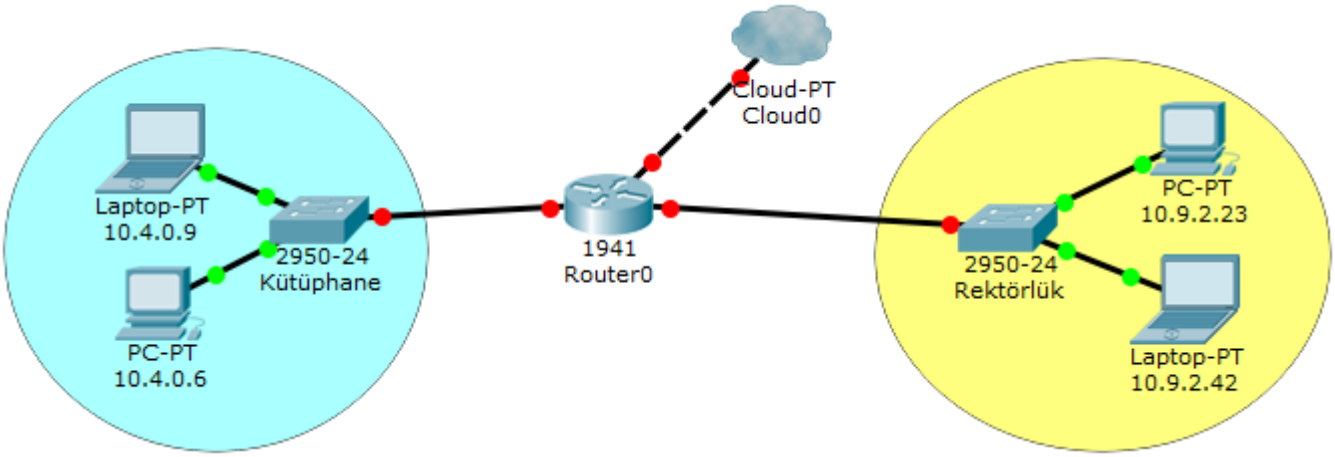


Görsel kaynağı: https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/ethernet-hub

3.3.7 3: Ağ Katmanı (IP)

İnternet dünyanın farklı yerlerindeki ağlar üzerinden erişebilir kiler katman budur. Kaynak ve hedef olarak IP adresi kullanılır. IP yönlendirilebilir bir protokol olduğundan her türlü veri aağı üzerinden haberleşmeye olarak sağlanır. Bu katman en önemli görevi yönlendirme işlemidir. Yönlendirme işlemi birden fazla ağ arayüzüne (network interface) sahip olan yönlendirici(router) adı verilen cihazlar tarafından yapılır. IP internetin temel protokolüdür. Yani bir PC internete bağlanacaksa IP'yi mutlaka biliyor olmalıdır. Bazı anahtarlar üçüncü katmanda da çalışabilmektedir.

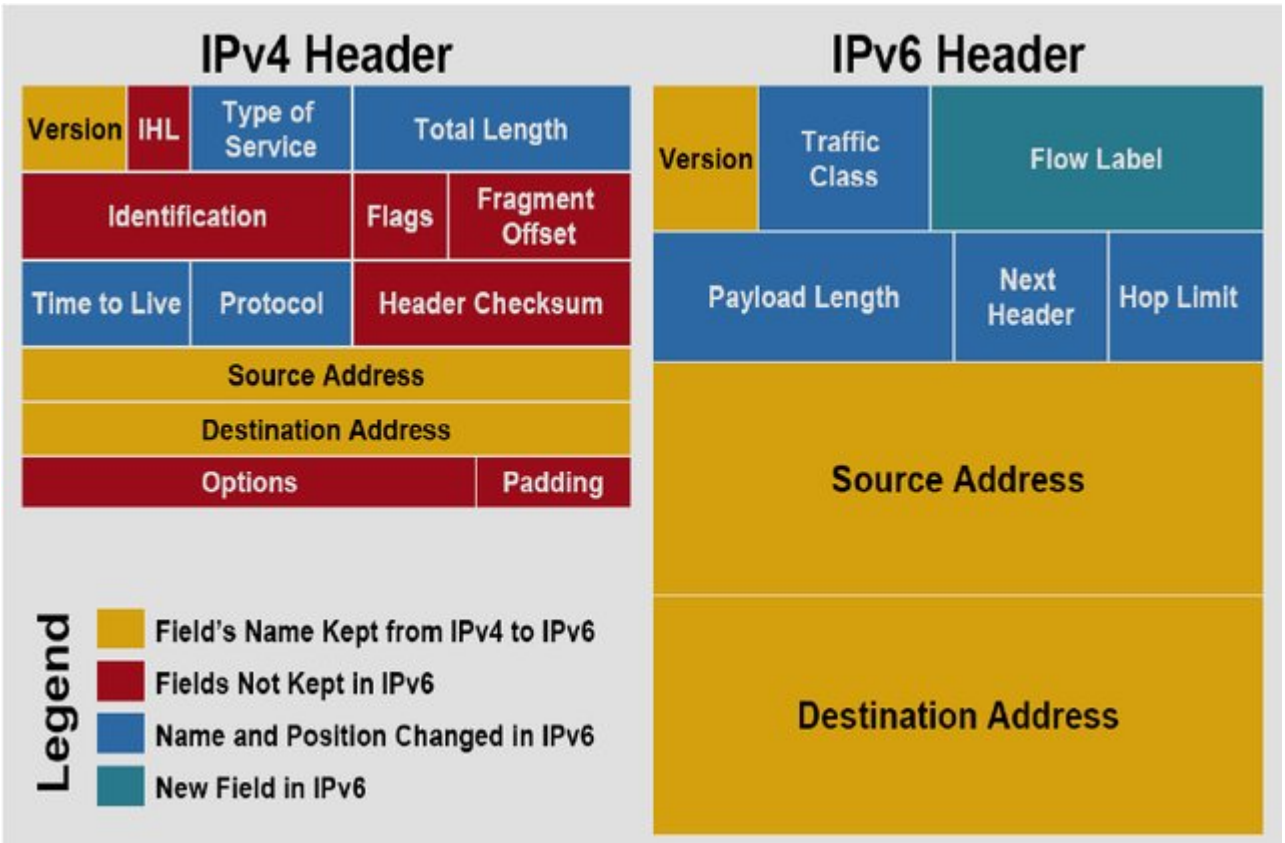
> **Note**
>
> 3. katmanda aktarılan verinin en küçük anlamlı birimine `paket` denir.



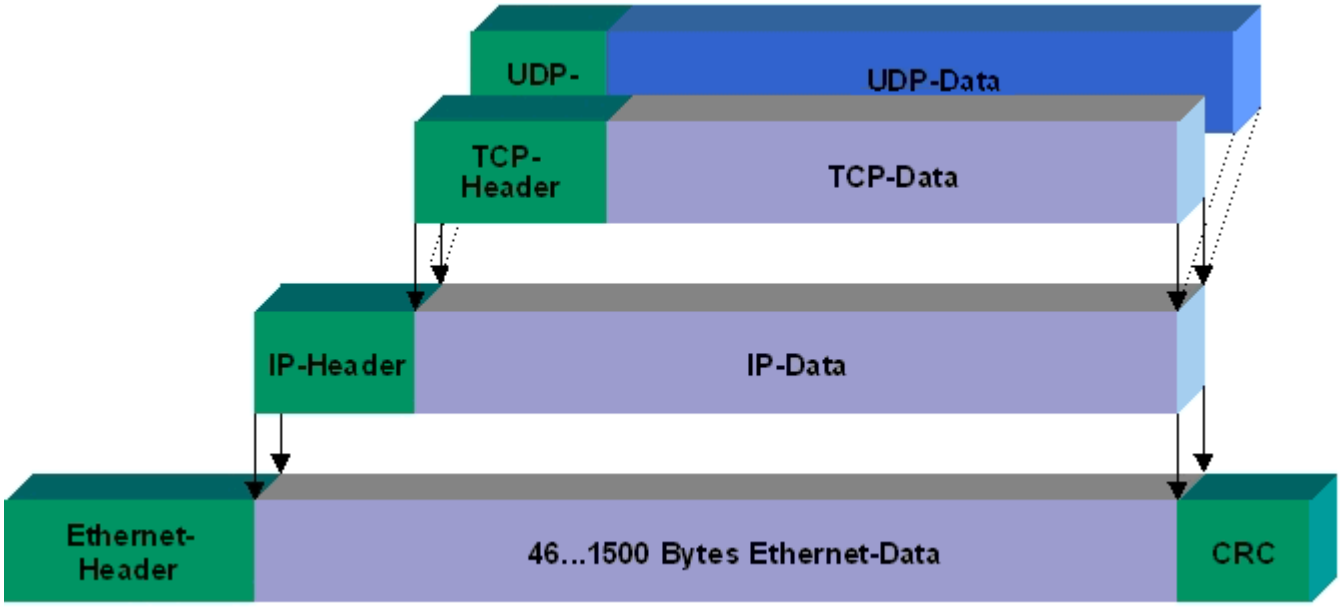
Ağlar arası bağlantı

Farklı ağların birbiri ile görüşmesi için mutlaka yönlendirme yapılması gerekir. Yukarıdaki şekilde iki farklı ağ yönlendirme yapılarak bağlanmıştır.

- **Kütüphane** tarafındaki bilgisayarlar aynı ağdadır. Birbirleriyle MAC adresleriyle haberleşir (2. katman).
- **Rektörlük** tarafındaki bilgisayarlar aynı ağdadır. Birbirleriyle MAC adresleriyle haberleşir (2. katman).
- **Kütüphane** ve **Rektörlük** bilgisayarları farklı ağlarda olduklarından birbirleriyle MAC adresleriyle haberleşemez, IP adresi ile yönlendirme yapılarak haberleşebilirler. (3. katman).



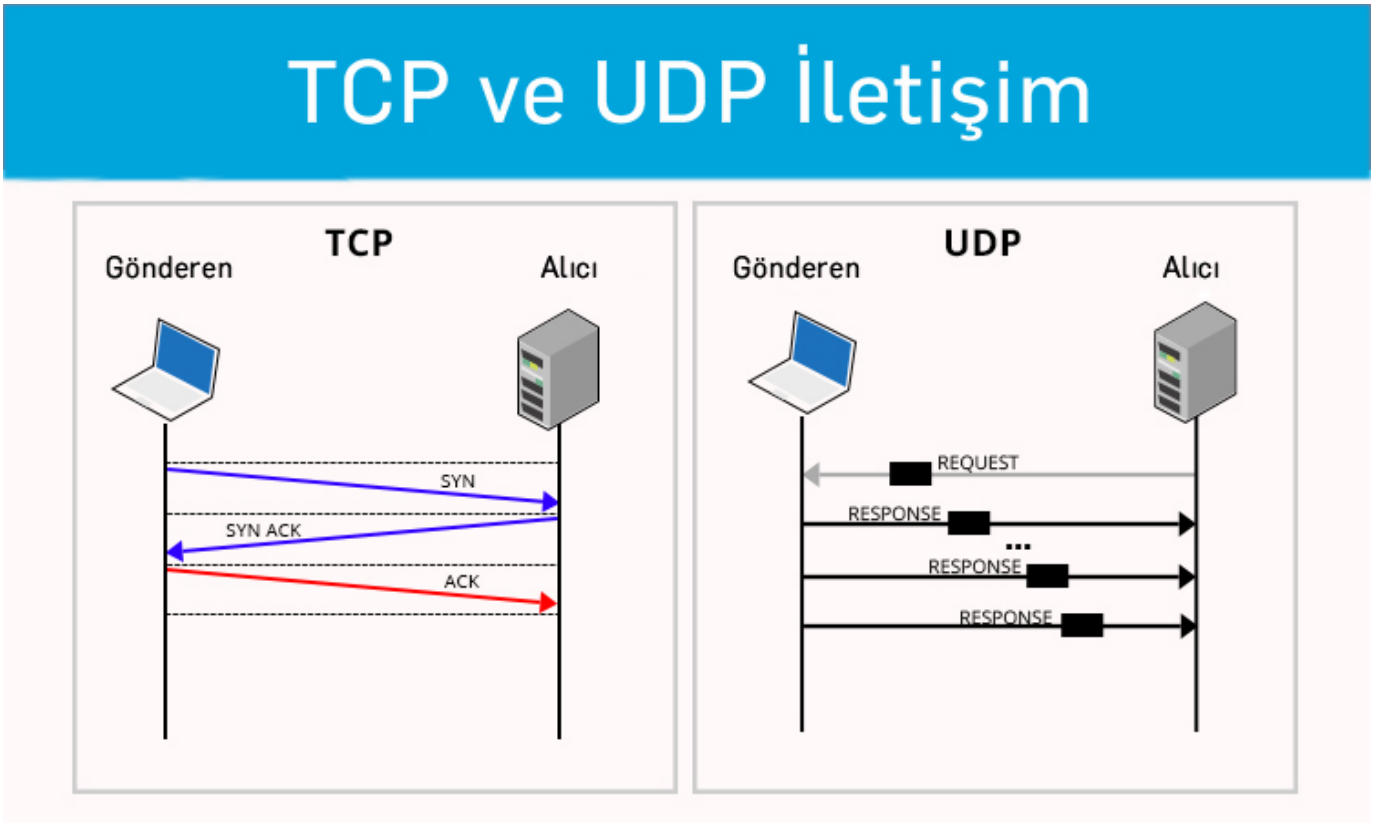
Görsel Kaynağı: https://www.researchgate.net/publication/269810379_IPv4IPv6_Transition



Görsel Kaynağı: https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/bc9191/2792604555.html&id=

3.3.8 4: Taşıma Katmanı

İnternette IP üzerinde kullanılan 2 tane 4. katman protokolü vardır. Bunlar `TCP` ve `UDP`'dir. Bu katman uygulama programları için seri iletişim kanalları kuran katmandır. Bu kanallar port adı verilen servis numaralarıyla kurulur.



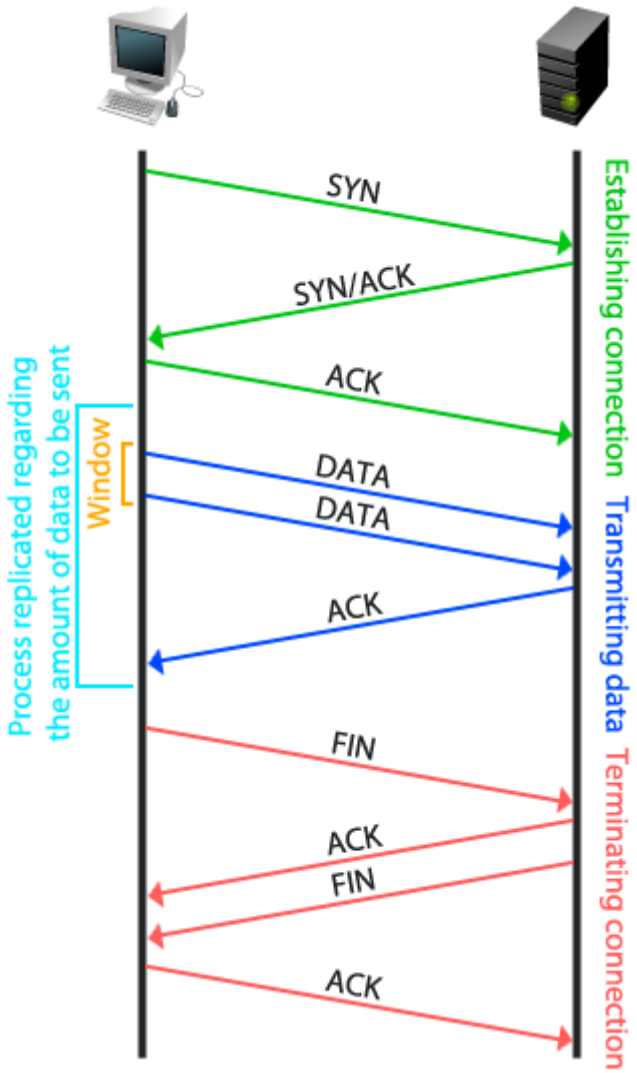
Görsel Kaynağı: https://www.karel.com.tr/bilgi/tcp-ve-udp-arasindaki-farklar-nedir

- **TCP**: Bağlantı temelli bir protokoldür. Trafik başlamadan önce karşıdaki uca müsait olup olmadığı sorulur. Bu yönüyle telefon görüşmesine benzer.
- **UDP**: Bağlantı temelli değildir. Trafik doğrudan başlatıldığı için paketlerin iletimi garanti edilmez. SMS gönderimine benzetilebilir. Özellikle gerçek zamanlı görüntü ve ses taşıma uygulamalarında elverişlidir. TCP'ye göre daha hızlıdır.

	TCP	UDP
Bağlantı Kurulumu	Güvenli Bağlantı Kurulur	Bağlantısız Çalışır
İletim Yönetimi	Paketi sırasıyla gönderilir	Paket akış şeklinde gönderilir
Hata Tespit ve düzeltilmesi	Mevcuttur	Mevcut değildir
Teslim Garantisi	Gönderdiğini onaylar	Onay mekanizması yoktur.
Hız	Yavaş	Hızlı
Tıkanıklık Kontrolü	Tıkanıklık kontrolü vardır.	Tıkanıklık kontrolü yoktur.
Bağlantı Koparma	Bağlantı koparma sürecine sahiptir.	Bağlantı koparma süreci yoktur.

Görsel Kaynağı: https://medium.com/@mehmet.topac/tcp-nedi%CC%87r-udp-nedi%CC%87r-farklari-nelerdi%CC%87r-6ff6a29573b7

3 way handshaking - 3 aşamalı el sıkışma



Görsel Kaynağı: https://toschprod.wordpress.com/2012/01/30/osi-model-layer-4-transport/

Görsel Kaynağı: https://www.reddit.com/r/ProgrammerHumor/comments/18hkwj0/acknowledge/

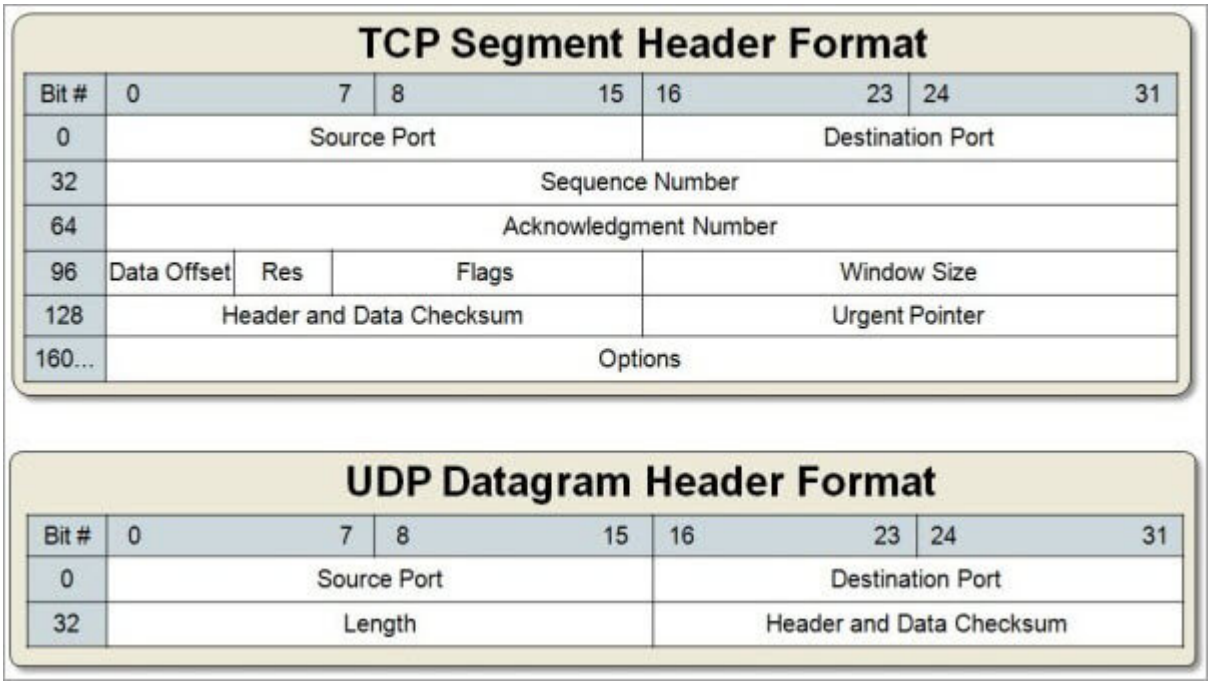
> **Note**
>
> Dördüncü katmanın bir başka görevi de üst katmanlardan gelen veriyi bölümleyerek daha küçük parçalara ayırmaktır. Bu parçalara `segment` denir.

TCP'de el sıkışmadan sonra, ilk olarak veri boyutu ve toplam kaç parçada gönderileceği karşı tarafa söylenir. Sonra segmentler halinde veri gönderilir.

Örnek senaryolar

- HTTP üzerinden 1GB'lık program indireceksek ve 80 segment halinde karşıya gönderilecekse, `1/80, 2/80, ..., 80/80` şeklinde parçalanarak ve her bir segmente numara eklenerek karşıya iletilir.
- İnternetten radyo dinleyeceksek genelde **UDP** ile dinleriz. Çünkü gelecek olan verinin boyutu (kaç GB?) belli değil. Segmentasyon yapma şansı yok.

Görsel kaynağı: https://www.pinterest.com/pin/808536939357862630/



Görsel kaynağı: https://www.softwaretestinghelp.com/tcp-vs-udp/

3.3.9 5-7: Uygulama Seviyesi Katmanları

Aslında uygulama seviyesi sadece 7. katmandır. Ancak 5 ve 6 yaygın kullanılmadığından ve farklı uygulamalar arasında standart olmadığından bu derste üçünü tek başlıkta inceliyoruz.

Uygulama programları genellikle 7. katmanda ulaşmakta ve genellikle doğruden 4. katman ile iletişime geçmektedir. Oturum ve sunum gibi işlemler yapılacaksa da genellikle uygulama içerisinde yapılıp 4. katmana aktarılmaktadır.

Yaygın kullanılan bazı servisler

Bilgisayar ağları kapsamında **Servis** (hizmet) kavramı, ağ üzerinde belirli bir portu dinleyen uygulama anlamındadır. Örneğin, WEB portunu (TCP 80) web sunucusu dinler. Web sunucusu uygulamasına servis denir bu durumda.

- DHCP (UDP 67 & 68)
- DNS (UDP 53)
- HTTP (TCP 80)
- HTTPS (TCP 443)
- SMTP (TCP 25)
- SSH (TCP 22)
- RDP (TCP 3389)
- MS-SQL (TCP 1433)
- MySQL (TCP 3306)

3.4 OSI modelini anlamak için kullanılabilecek uygulamalar

- **ping** (hping): Karşı uç ile aramızda 3. katmanda bağlantı var mı? Paketler kaç milisaniyede gidip geliyor? Büyük paketler ve küçük paketler ağdan aynı şekilde gidebiliyor mu?
- **traceroute (tracert)**: Uzzktaki bir sisteme IP üserinden hangi rotadan gittiğimizi gösterir. ICMP kapalı olan sistemlerde `TCP Trace` denenebilir.

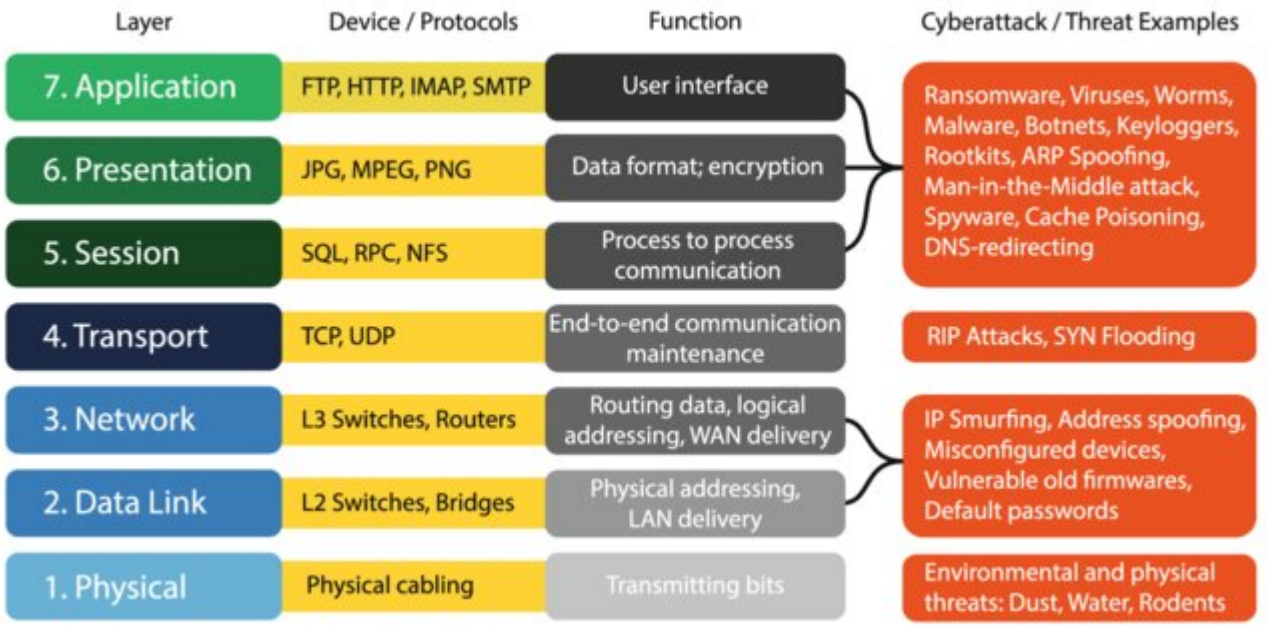
- **Telnet**: Ağlarda yönetim ve kontrol amaçlı kullanılır. Ağ cihazlarının genellikle tamamı telnet ile yönetimi destekler. Bunun dışında, 2 cihaz arasında 4. katmanda bağlantı (erişebilirlik) kontrolü yapmak için de kullanılır. Örneğin SMTP veya HTTP gibi protokoller, Telnet ile çalıştırılabilir.
- **netstat** Bilgisayarımızda açık olan portları ve aktif ağ bağlantılarımızı gösterir. Linux'ta `sudo netstat -antulp` şeklinde en güzel çıktıyı verir.
- **nmap** (zenmap): TCP ve UDP port taraması yapar. 0-65536 arası tüm portlar ya da belirli portlar taranabilir. Script taraması sayesinde zafiyet taraması bile yapabilir. Çok güçlü bir araçtır.
- **wireshark (tcpdump)**: Ethernet kartını izler, tüm trafikleri kaydeder. İstenirse filtre girilerek kayıt yapması da sağlanabilir.
- **TCPView (Microsoft)** Windows'ta aktif ağ bağlantılarını gösterir. Hangi uygulama nereye bağlantı yapıyor?

3.5 Wireshark ile trafik analizi

Örnek uygulamalar:

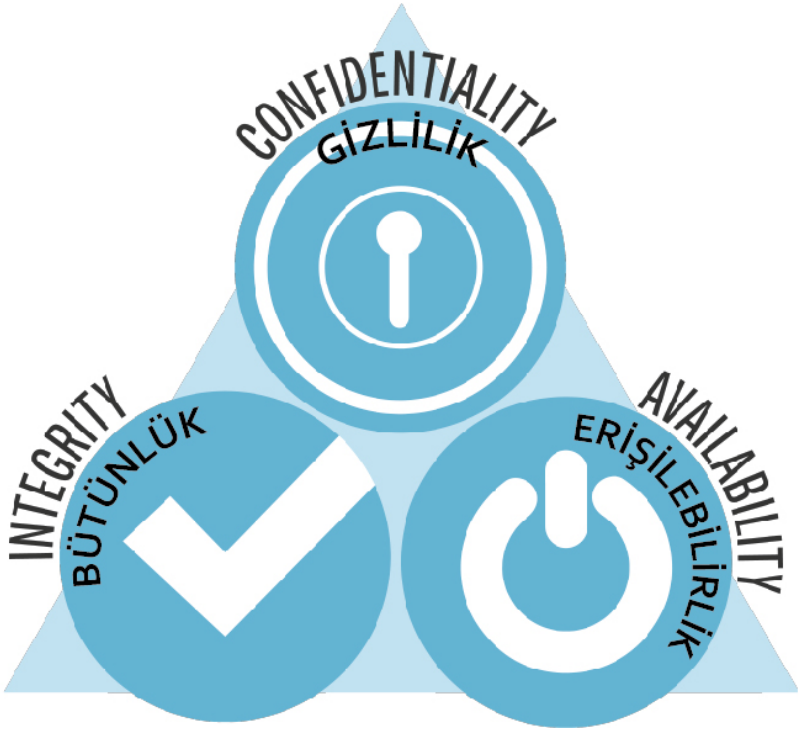
- DHCP trafiği
- TCP 3-way handshake
- HTTP/Telnet vb. parola görüntüleme
- DNS ve HTTP trafikleri arka arkaya

3.6 OSI modeli ve güvenlik

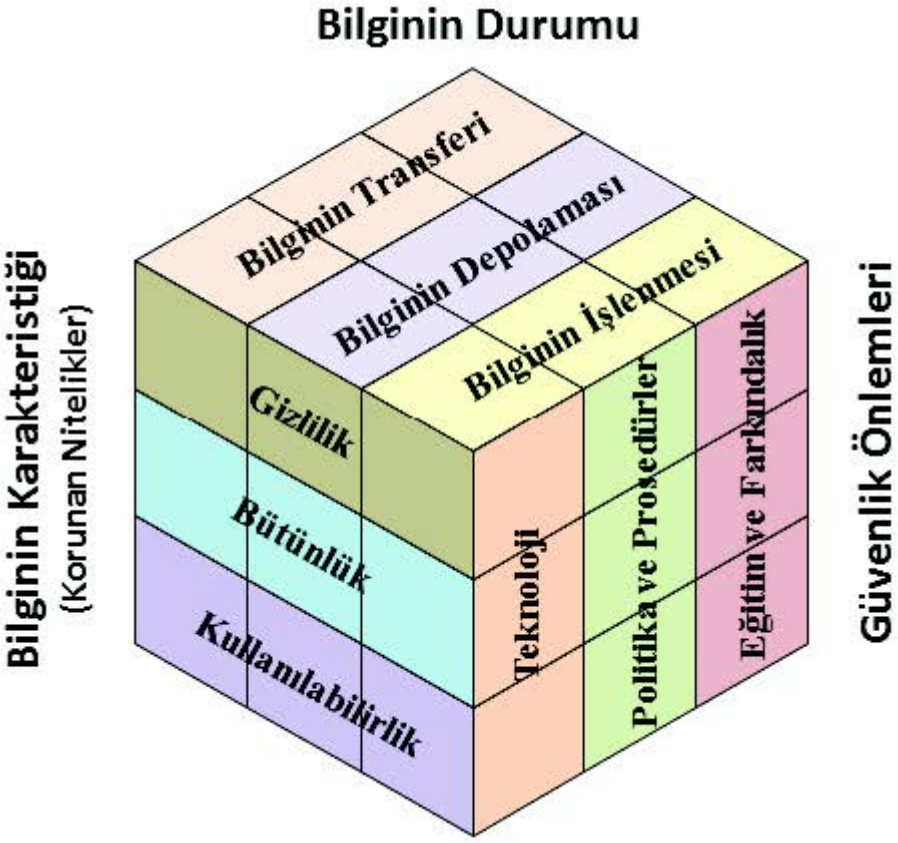


Görsel kaynağı: https://www.researchgate.net/publication/346192126_Requirements_for_cybersecurity_in_agricultural_communication_networks/

3.6.1 Bilgi güvenliğinin temel unsurları



CIA üçgeni. Görsel kaynağı: https://fikirjeneratoru.com/bilgi-guvenligi-ve-bilgi-guvenligi-unsurlari/



McCumber Küpü. Görsel kaynağı: https://fikirjeneratoru.com/bilgi-guvenligi-ve-bilgi-guvenligi-unsurlari/

Genişletilmiş CIA üçgeni

4. Temel Kavramlar

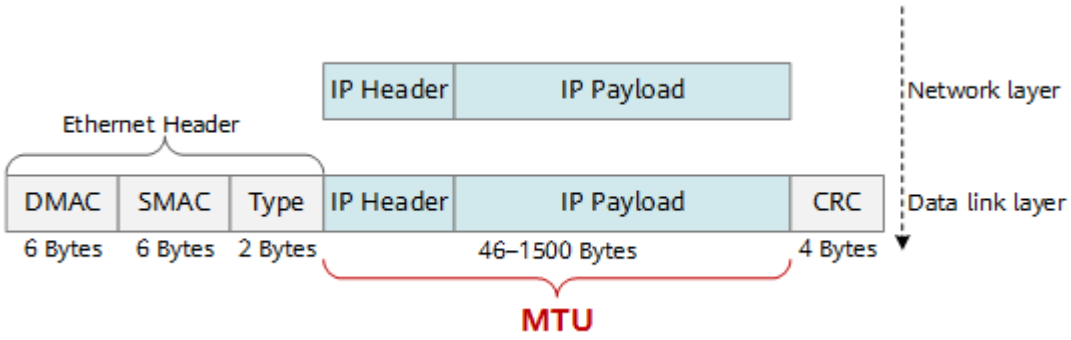
4.1 Aktarım Verimliliği

$$\small{\mathtt{Aktarım \ Verimliliği = {Veri \over (Veri + TCP/UDP \ başlığı + IP \ başlığı + Ethernet \ başlığı)}}}$$

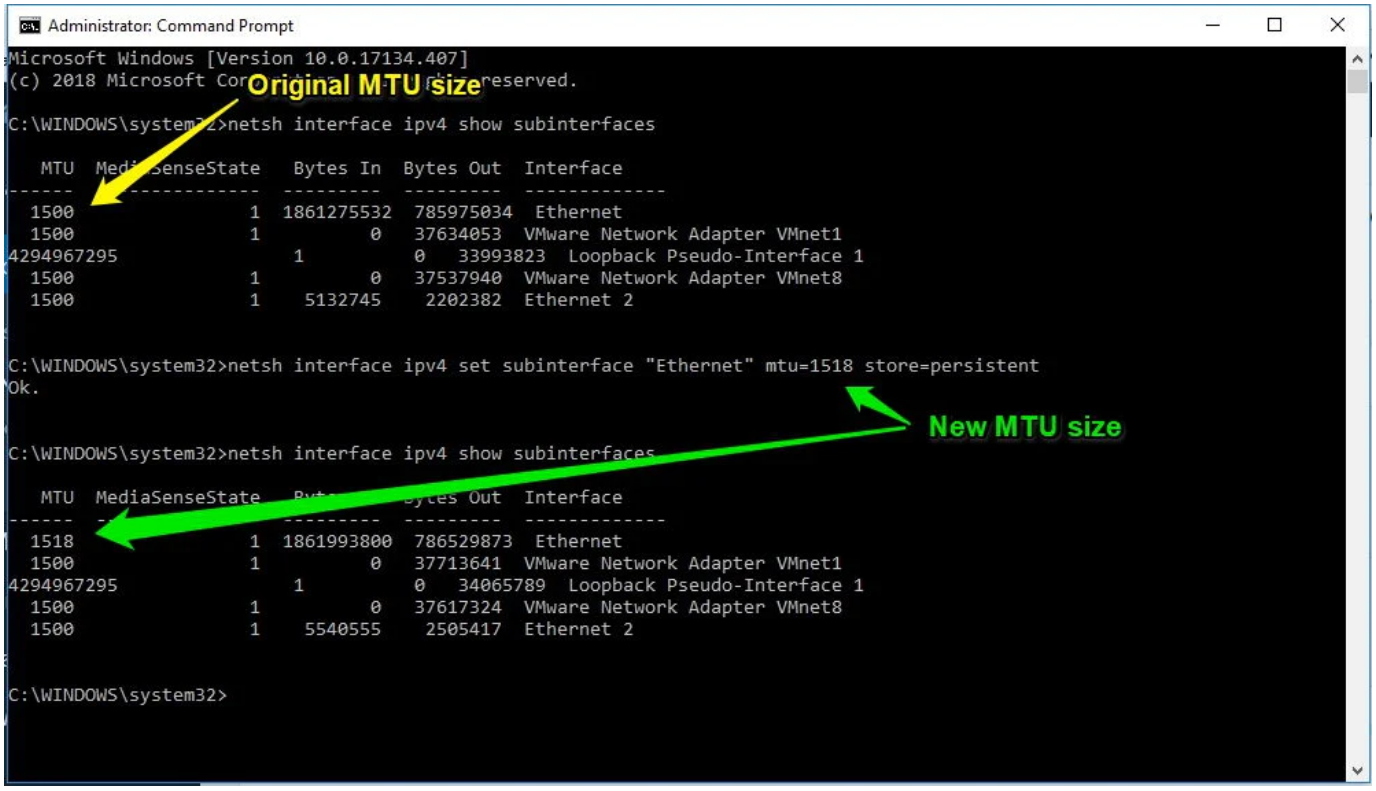
Bu denkleme göre; bir seferde gönderilen veri bloğu ne kadar büyürse, verim o kadar artar.

4.2 MTU

Maximum Transmission Unit. Bir seferde gönderilebilecek maksimum veri miktarını belirler. Ethernet ağlarında MTU değeri varsayılan olarak **1500 bayt/kapsül**



Görsel Kaynağı: https://info.support.huawei.com/info-finder/encyclopedia/en/MTU.html/



Görsel Kaynağı: https://softkeys.uk/blogs/blog/how-to-check-mtu-size-in-windows-10/

4.3 RTT

Round Trip Time. Paketlerin karşı tarafa gidip geri gelmesi için geçen süre.

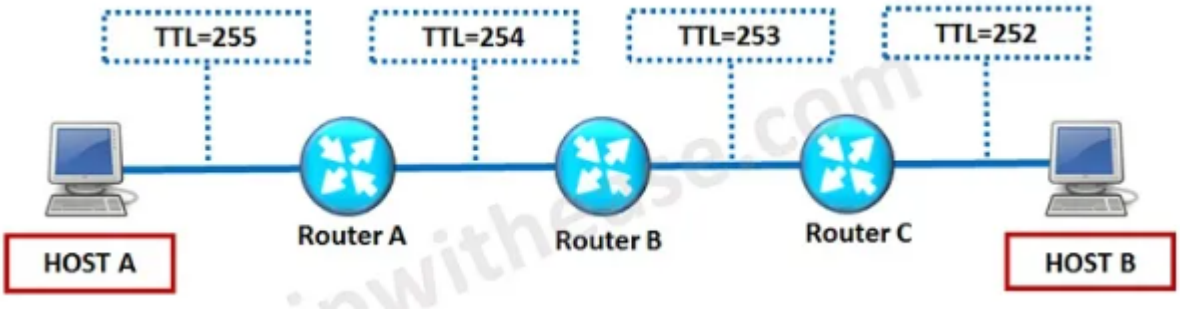
```
murat@BSEU0793:~$ ping -c3 bilecik.edu.tr
PING bilecik.edu.tr (79.123.224.15) 56(84) bytes of data.
64 bytes from www.bilecik.edu.tr (79.123.224.15): icmp_seq=1 ttl=126 time=1.75 ms
64 bytes from www.bilecik.edu.tr (79.123.224.15): icmp_seq=2 ttl=126 time=2.13 ms
64 bytes from www.bilecik.edu.tr (79.123.224.15): icmp_seq=3 ttl=126 time=2.61 ms

--- bilecik.edu.tr ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2004ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.753/2.165/2.613/0.352 ms
murat@BSEU0793:~$ 
```

RTT

Linux'ta ping çıktısı

4.4 TTL

Time to Live. Paketlerin ağda sonsuza kadar dolaşmaması için kullanılan **yaşam süresi**dir. Başlangıç TTL değeri sistemden sisteme değişir. 256, 128 veya 64 olabilmektedir. Bir paket, **hop noktaları** arasında her aktarıldığında **TTL değeri 1 azalır**.



Görsel kaynağı: https://ipwithease.com/what-is-time-to-live-ttl-in-networking/

Zamana Karşı filmindeki insanların TTL değeri

4.5 Bant Genişliği (Bandwidth)

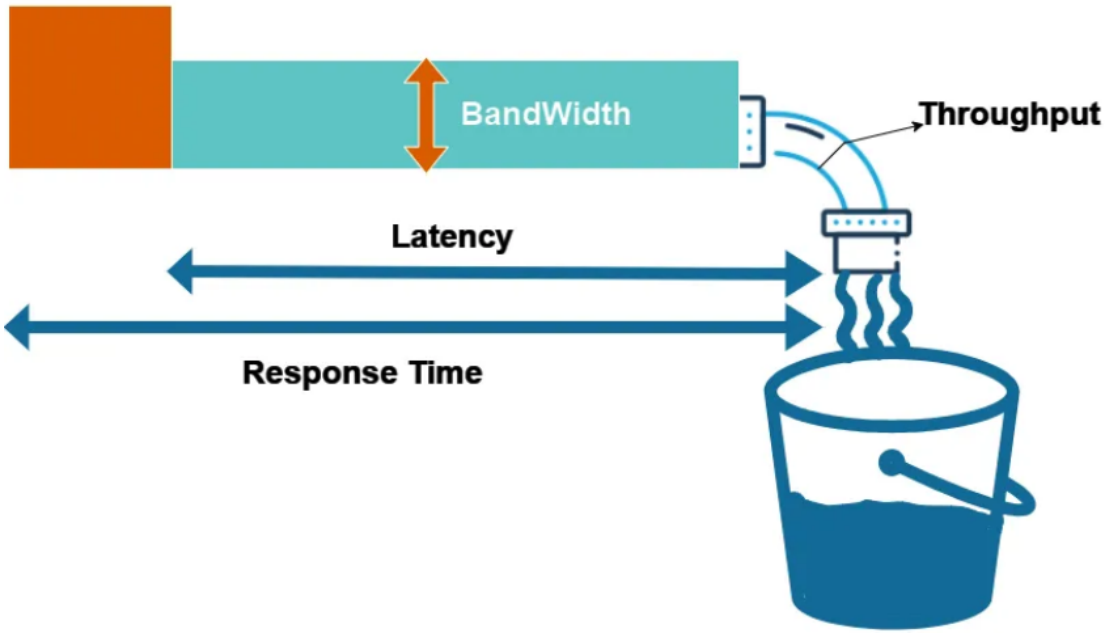
Haberleşme kanalının veya iletim ortamının kapasitesini ifade etmek için kullanılır. Analog sinyallerde birini **Hertz (hz)** iken, dijital sistemlerde **bps (b/s)** şeklindedir.

> **Note**
>
> "Bant genişliği" kavramını otoban yolda şerit sayısı gibi düşünebiliriz. Trafik ne kadar fazla olursa olsun, şerit sayısı arttıkça trafik sorunsuz ilerleyebilir. Bu kavram doğrudan iletimin hızını ifade etmemekte ama dolaylı olarak iletim süresinin kısalmasını sağlamaktadır.

Bir haberleşme sistemi, gönderici, alıcı ve iletim ortamından oluşur. İletim kapasitesi en küçük olan, bütün sistemin bant genişliği belirler.

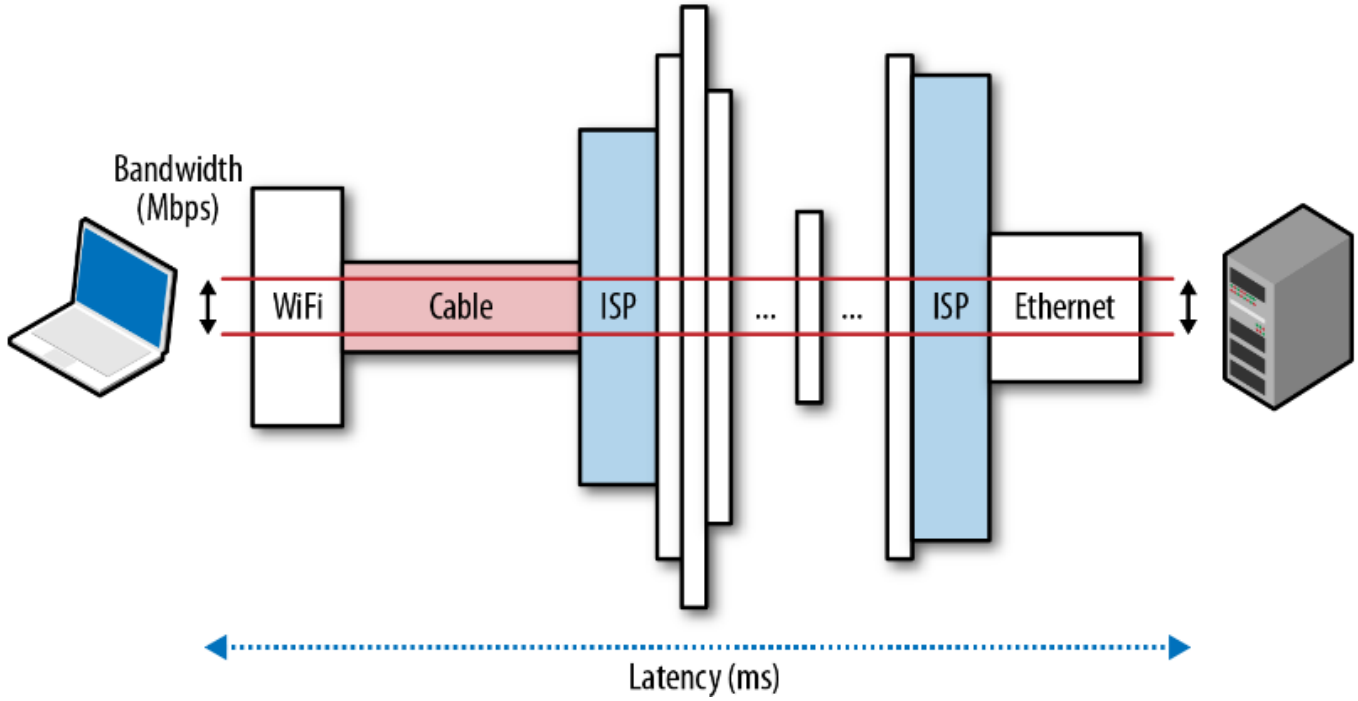
Bant genişliği ile ilgili diğer kavramlar:

1. Latency (gecikme süresi): Verinin ağ üzerinde aktarımı sırasında geçen süre.
2. Response time (cevap süresi): Bilgisayarların performansı da dahil edilerek cevap almak için geçen toplam süre.
3. Throughput (işlem hacmi): Bant genişliği teorik bir kavram iken, işlem hacmi uygulamada görülen gerçek kapasiteyi ifade eder. Anahtar (switch) cihazlarının da işlem kapasitesi bu kavram ile ifade edilir.

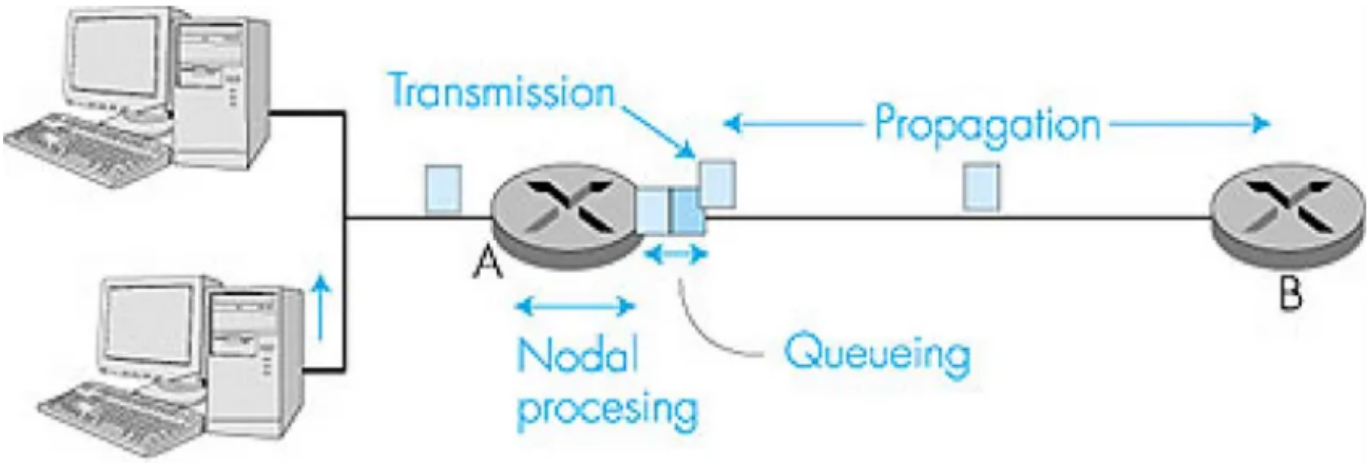


Görsel kaynağı:https://medium.com/@sandeep15mca/latency-bandwidth-throughput-and-response-time-0ee4d9028277

4.6 Gecikme kaynakları



Görsel kaynağı:https://www.oreilly.com/content/primer-on-latency-and-bandwidth/

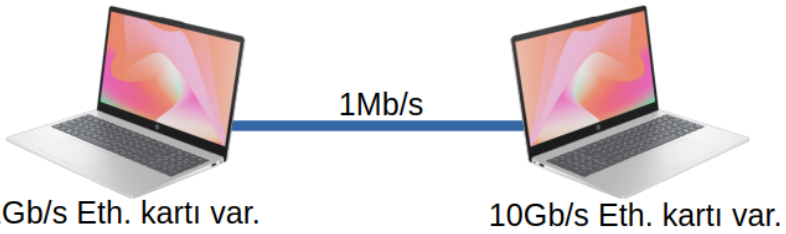


Gecikme Kaynakları. Görsel kaynağı: https://medium.com/@ComNetworks2014/computer-networks-traffic-delay-and-throughput-97c1c2820466/

Örnek Soru

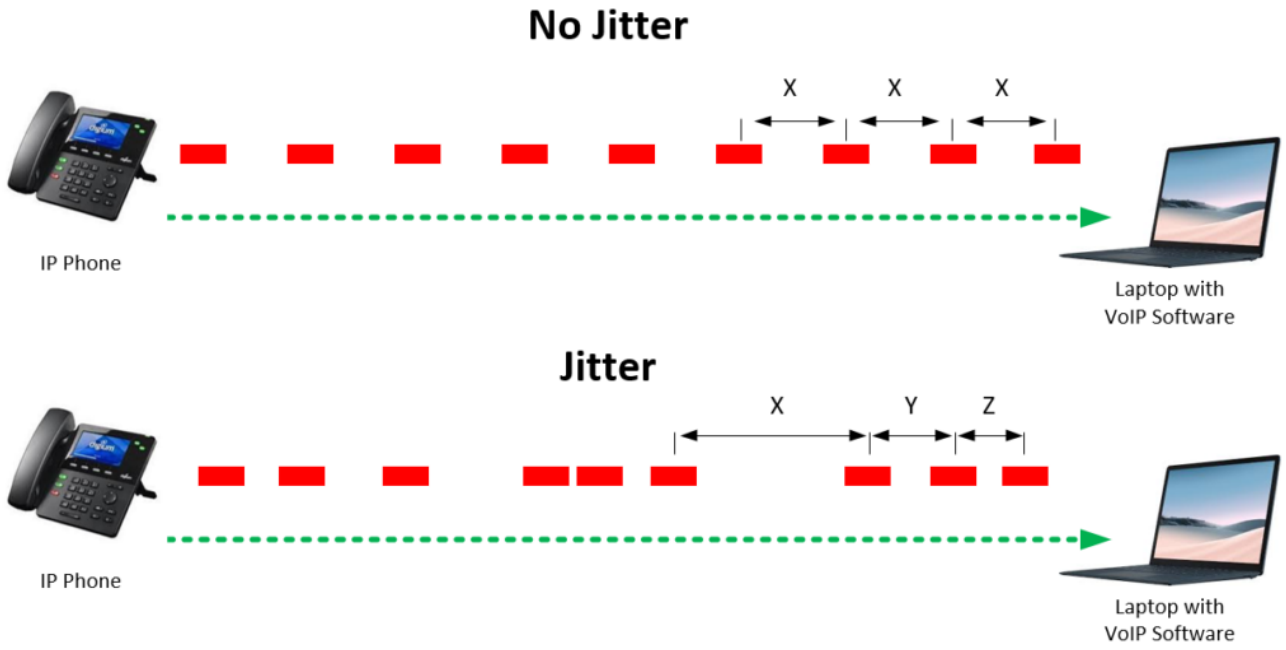
240 MB büyüklüğündeki bir MP3 dosyası, görseldeki sistemde 4 dakikada aktarılıyor.

1. Bu sistemin aktarım kapasitesini (bant genişliğini) bulunuz.
2. Aktarılan dosya, MP3 yerine MPG olsaydı ne olurdu?



4.7 Jitter

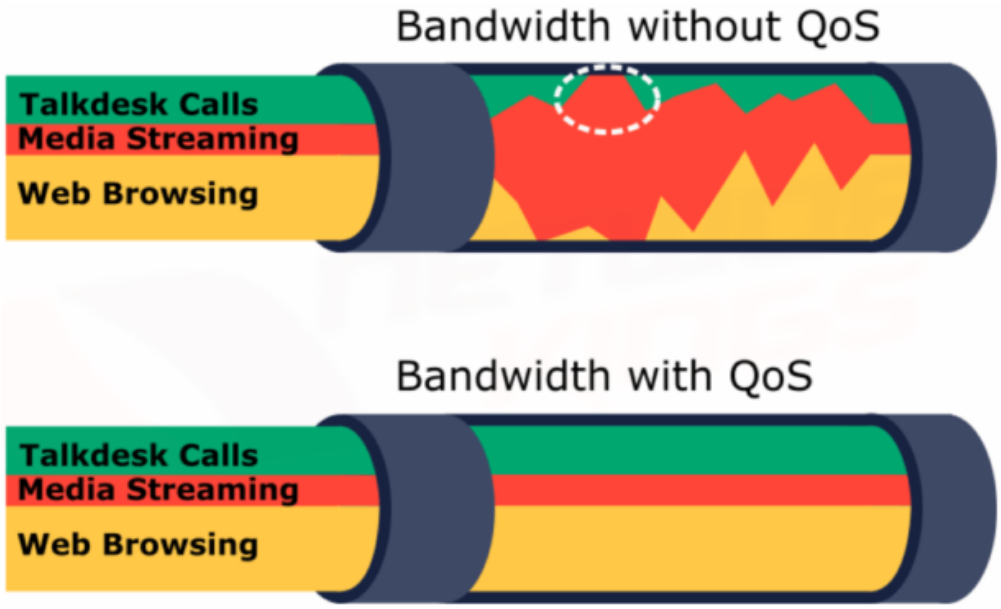
Dilimize *seğirme, sapma* şeklinde çevrilebilir. Giden veri paketlerinin gecikme sürelerinde farklılık olması durumu. Özellikle canlı anlık iletişimin sağlıksız olmasına sebep olabilir.



Görsel kaynağı: https://sonary.com/content/jitter-what-it-is-and-how-to-deal-with-it/

4.8 QoS - hizmet önceliklendirme

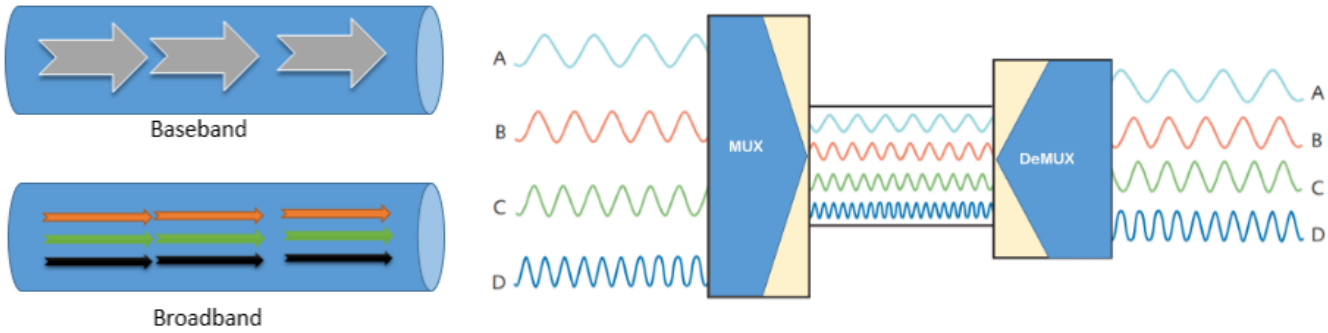
Quality of Service. Bant genişliğinin verimli kullanılması için bazı trafik verilerine öncelik vermek için kullanılır. Ambulans önceliği gibi düşünebilirsiniz. Belirli IP adreslerine ya da belirli uygulamalara öncelik verilebilir. Özellikle canlı anlık iletişim sağlayan telefon görüşme uygulamaları gibi durumları önceliklendirmek için kullanılır.



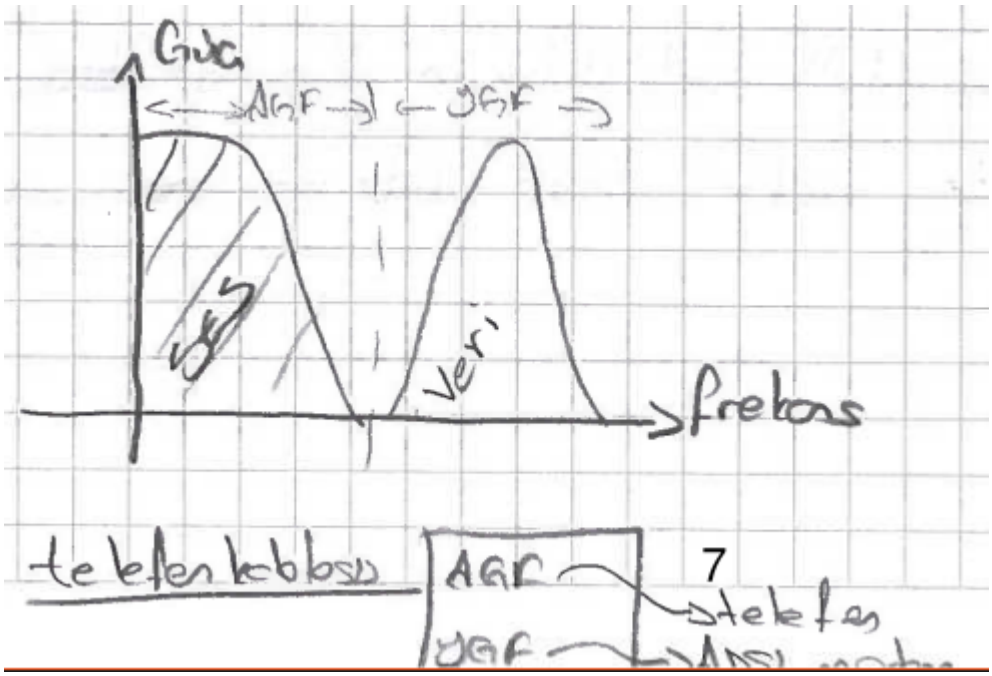
QoS. Görsel kaynağı: https://www.nwkings.com/qos-in-networking/

4.9 Temel Bant ve Geniş Bant

- **Temel bant**(*Base Band*). İletim ortamında tek bir frekans bandı kullanılır. Böylece teorik olarak iletim ortamının tüm kapasitesi tek bir kanal için kullanılır. Ethernet'te temel bant kullanılır.
- **Geniş Bant** (*Broad band*). İletim ortamında birden fazla frekans bandı kullanılır. bulunur. Basit bir frekans band filtresi sayesinde kanallar ayrıştırılabilir. Telefon hattından aynı anda ses verinin taşınması buna örnektir.



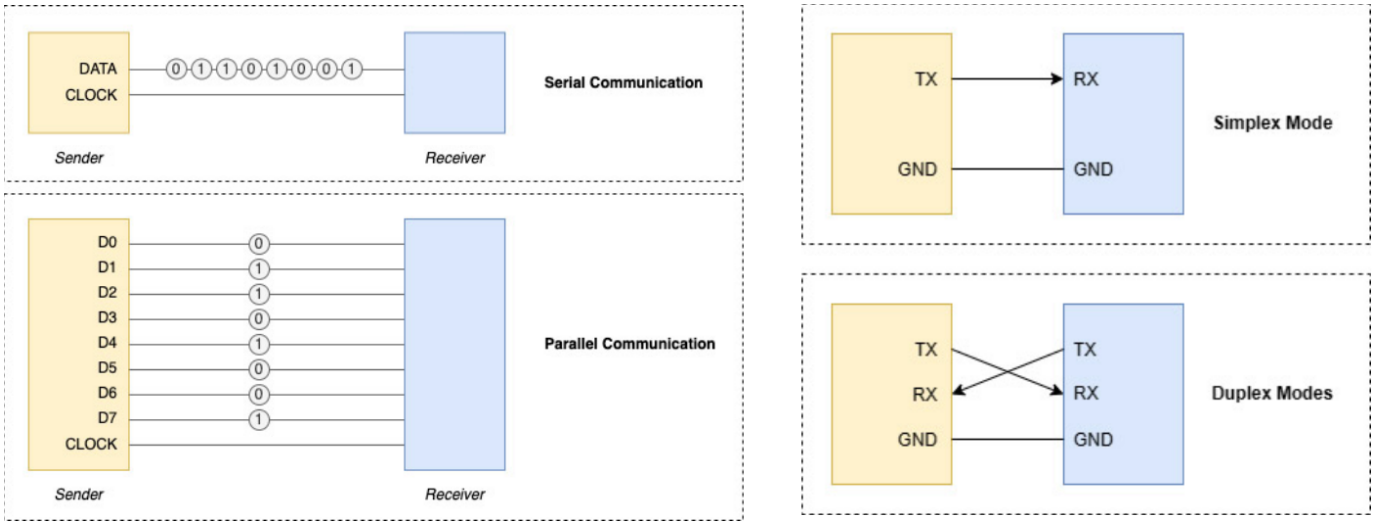
Görsel Kaynağı: https://www.computernetworkingnotes.com/networking-tutorials/differences-between-baseband-and-broadband-explained.html/



Geniş bant içindeki farklı verileri ayrıştırma

4.10 Paralel ve Seri İletişim

Paralel iletişimde byte düzeyinde iletişim sağlanır. İki uç arasında en az 8 tane fiziksel iletim ortamı olmalıdır. Band genişliği teorik olarak 8 hat daha fazla olduğu düşünülebilir. Ancak hem maliyet hem protokol tercihi hem de kullanılan topoloji gibi etkenler bu konuda etkilidir.



Görsel kaynağı: https://www.digikey.com/en/maker/tutorials/2023/what-is-serial-communication-and-how-does-it-compare-to-parallel

Araştırma sorusu

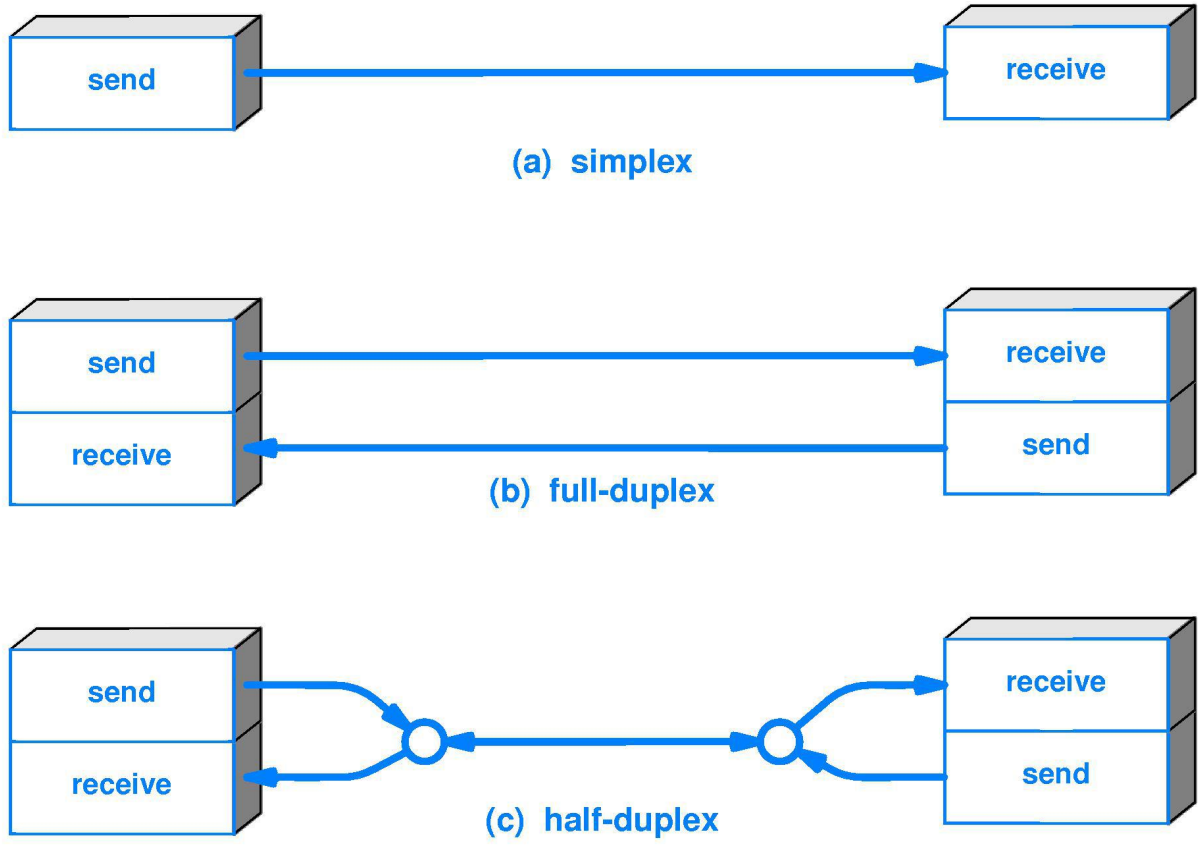
Paralel iletişim daha hızlı olmasına rağmen neden günümüzde hala bazı yerlerde seri iletişim kullanılıyor? Gündelik hayatımızda bilgisayar kullanırken nerelerde seri iletişim kuruyoruz?

4.11 Haberleşme Kanalı Modları

1. **Simplex Kanal**: Televizyon ve radyo gibi yayının tek taraflı olarak yapıldığı kanallardır.

2. **Half-dubleks Kanal**: Çıft yönlü iletişim vardır. Ancak aynı anda sadece bir taraf veri gönderebilir. **telsiz** gibi.
3. **Full-dupleks Kanal**: İki uç arasında iki tane simplex kanal vardır. Böylece aynı anda iki taraf veri gönderebilir ve alabilir. Örnek **telefon görüşmeleri**.

   Günümüzde tüm bilgisayar ağları **full-dupleks**'tir.



Görsel kaynağı: https://www.blackbox.co.uk/gb-gb/page/25069/Resources/Technical-Resources/Black-Box-Explains/Fibre-Optic-Cable/Simplex-vs-duplex-fiber-patch-cable/

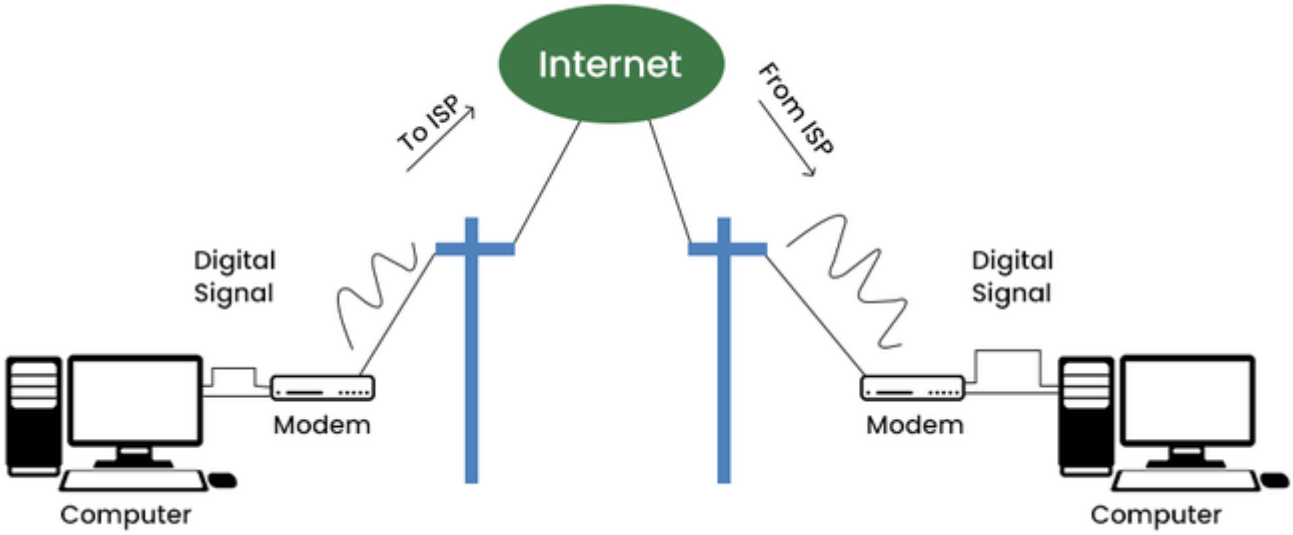
5. İletim Ortamları

Temelde **atmosfer** ve **kablo** olmak üzere iki farklı iletim ortamı mevcuttur. Atmosferde RF (radyo frekans) dalgalarını kullanarak iletişim gerçekleşir. Kablolarda ise genellikle **fiberoptik** ve **bakır** kablo kullanılmaktadır.

İnternet yaygınlaşmaya başladığında, dünyadaki her eve kablo çekmek mümkün olmadığından, mevcut altyapılardan nasıl yararlanılacağına çalışıldı. Her eve gidebilecek en kolay yöntem telefon hattı olduğundan ilk İnternet bağlantıları telefon hattı üzerinden sağlandı. Eskiden telefon hattı üzerinden internet hizmeti de kullanmaya çalışırken, şimdi internet altyapısı üzerinden *-ihtiyaç olursa-* telefon hizmeti de kullanabiliyoruz.

5.1 İki Telli Bakır Telefon Hattı

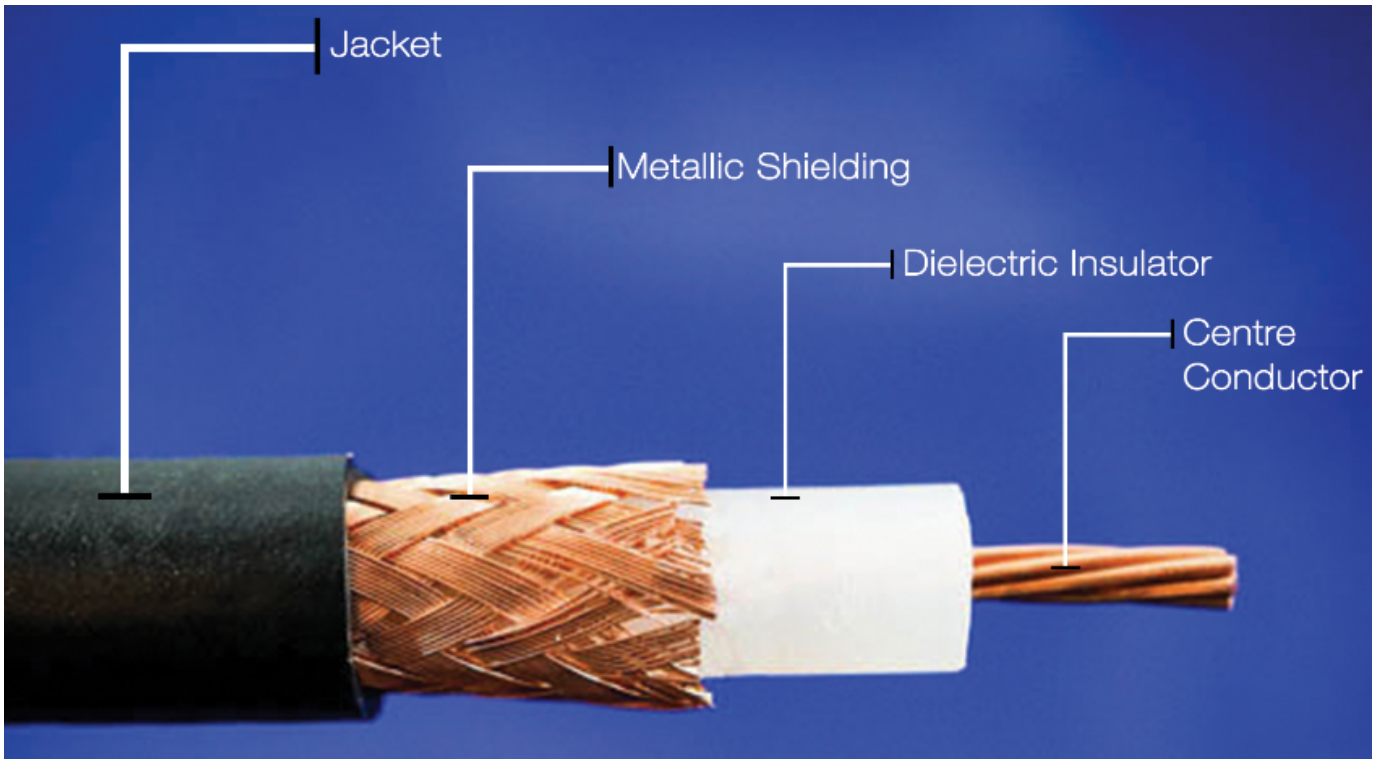
Telefon iletişimini sağlamak için tasarlanmıştır. İnternet'te yaygın kullanılan ilk kablo türüdür. Temel bant ve geniş bant internet hizmeti verilmektedir. Analog modülasyon teknikleriyle en fazla 56 Kb/s'lik band genişliği sağlar. xDSL teknolojileriyle teorik olarak 400 Mb/s'lik bant genişliğine ulaşılmaktadır.



Görsel kaynağı: https://www.geeksforgeeks.org/types-of-internet-connection/

5.2 Koaksiyel (Coaxial) Kablo

Genellikle elektriksel gürültünün yoğun olduğu şartlarda kullanılırdı.Yalıtkan bir tüpün içerisinde giden bir tel ve tüpün dışına sarılmış kafes şeklinde teller vardır. Yerel ağlarda (LAN) 180m'de(max) 10M b/s bant genişliği sağlar. Bu kullanımı 10 Base 2 olarak bilinir. Daha sonra 500 m mesafede çalıştırılacak hale getirilir. 10 Base 2 ismiyle standartlaştırılmıştır. 50 ohm'luk direnç değeri vardır. BNC tarzında konnektörler kullanılır. Günümüzde LAN'da hiç kullanılmamaktadır. Sebebi hem 10 Mb/s hızının çok düşük olması, hem de UTP kablolar kadar ekonomik ve işlevsel olmamasıdır. Bilgisayar ağlarında doğrusal (bus) topolojilerde kullanılmıştır.



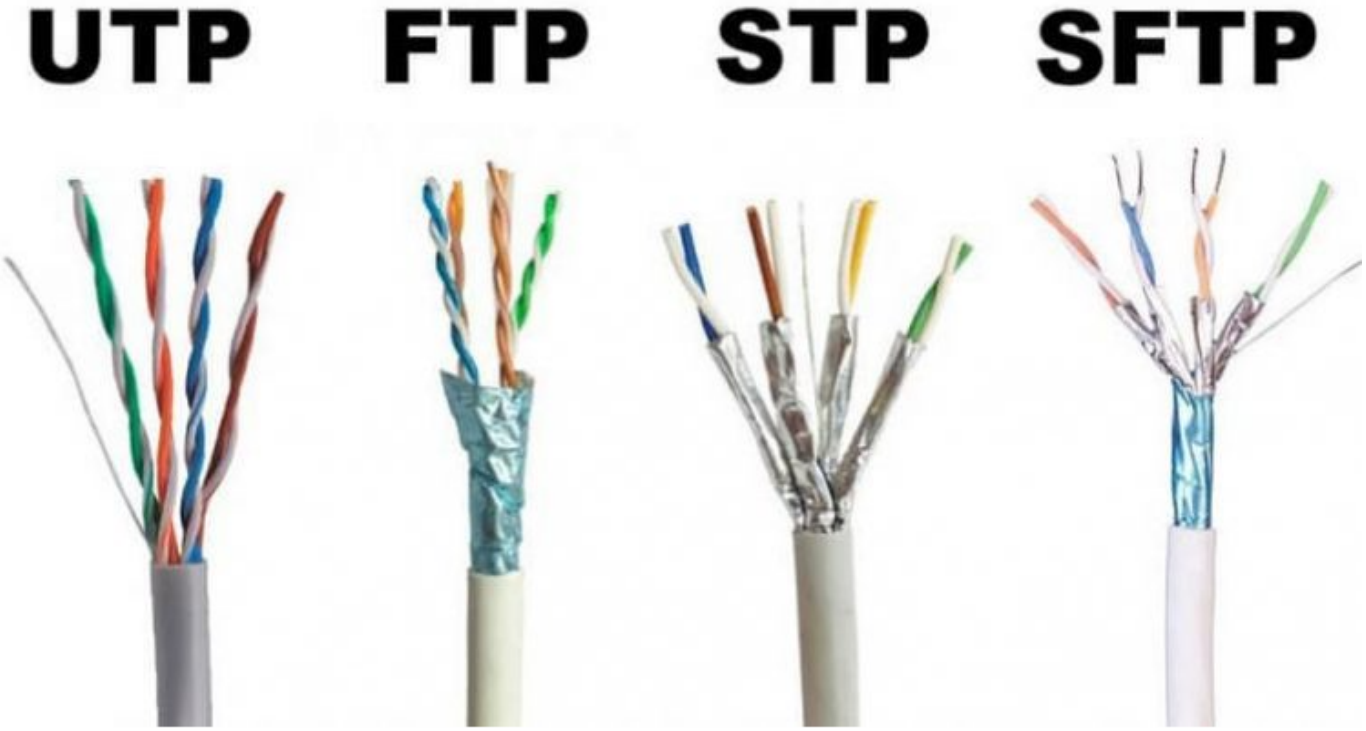
Görsel kaynağı: https://www.wiremasters.com/newshub/news/the-ins-and-outs-of-coaxial-cable

BNC Konnektörler

5.3 Bükümlü Çift Kablo (Twisted Pair Cable)

İçerisinde bükülmüş çiftler halinde bakır tel bulunur. Kabloların birbirleri üzerindeki direnç elektromanyetik etkisini azaltmak için ikişerli olarak sarılı durumundadırlar.

Bükümlü çift kablo



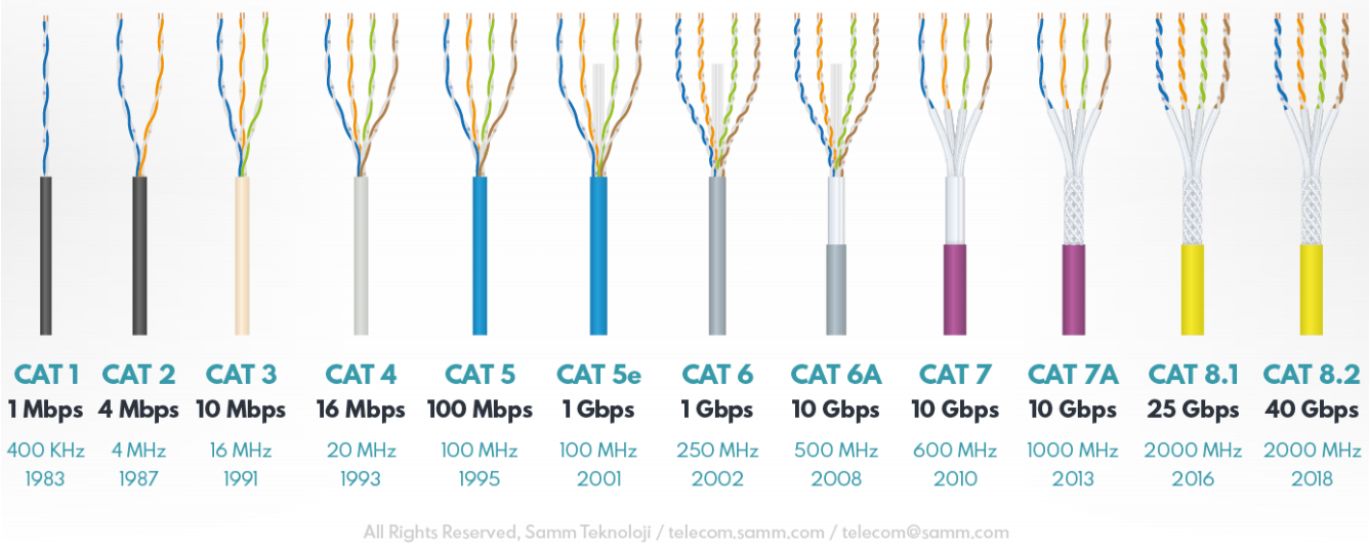
Görsel kaynağı: https://www.linx-com.com/copper-construction/

- U: Unshilded (Korumasız)
- F: Foiled (Folyolu)
- S: Shielded (Korumalı)

5.3.1 Frekanslarına Göre xTP kablolar

Category	Maximum Speed	Max. Length	Frequency	SHIELDING	Application
CAT 1	Up to 1Mbps(Carry only Voice)	--	1MHz	Unshielded	Old telephone cabling
CAT 2	Up to 4Mbps	--	4MHz	Unshielded	Token Ring Network
CAT 3	Up to 10Mbps	100m	16MHz	Unshielded	Token Ring & 10BASE-T Network
CAT 4	Up to 16Mbps	100m	20MHz	Unshielded	Token Ring Network
CAT 5	Up to 100Mbps	100m	100MHz	Unshielded	Ethernet, Fast ethernet and Token Ring
CAT 5e	Up to 1Gbps	100m	100MHz	Unshielded or Shielded	Ethernet, Fast ethernet & Gigabit ethernet
CAT 6	Up to 10Gbps	100m	250MHz	Unshielded or Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(37 - 55 meter)
CAT 6a	Up to 10Gbps	100m	500MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(37 - 55 meter)
CAT 7	Up to 10Gbps	100m	600MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(100 meter)
CAT 8	Up to 40Gbps	100m	2000MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 25G-40G Ethernet(30 meter)

Görsel kaynağı: https://dc.mynetworkinsights.com/categories-of-copper-twisted-pair-cables/



{width="800"}
Görsel kaynağı: https://telecom.samm.com/history-of-ethernet-lan-cables-categories

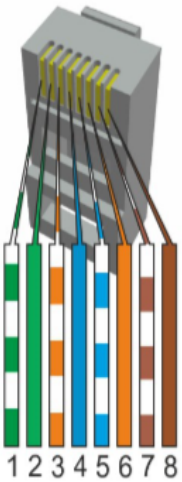
CAT-1, CAT-2, CAT-3

Telefon hatlarında kullanılır, ağlarda kullanılmaz.

Görsel kaynağı: https://www.electricalvolt.com/how-to-crimp-rj45-connector/

Bükümlü çift CAT5 VE CAT6 Kabloları sonlandırmak için RJ-45 adı verilen konnektörler kullanılır. Bu kablolar iki farklı iki şekilde sonlandırılabilir.**568-A,568-B**
Kablonun iki ucunun aynı standartlarla sonlandırılmasına **düz (Straight kablo)** denir. İki ucunda iki farklı standartta sonlandırılma yapılırsa **çapraz(cross-over)kablo** adı verilir.

5.3.2 Ethernet Kablosunda Pin Dizilimi

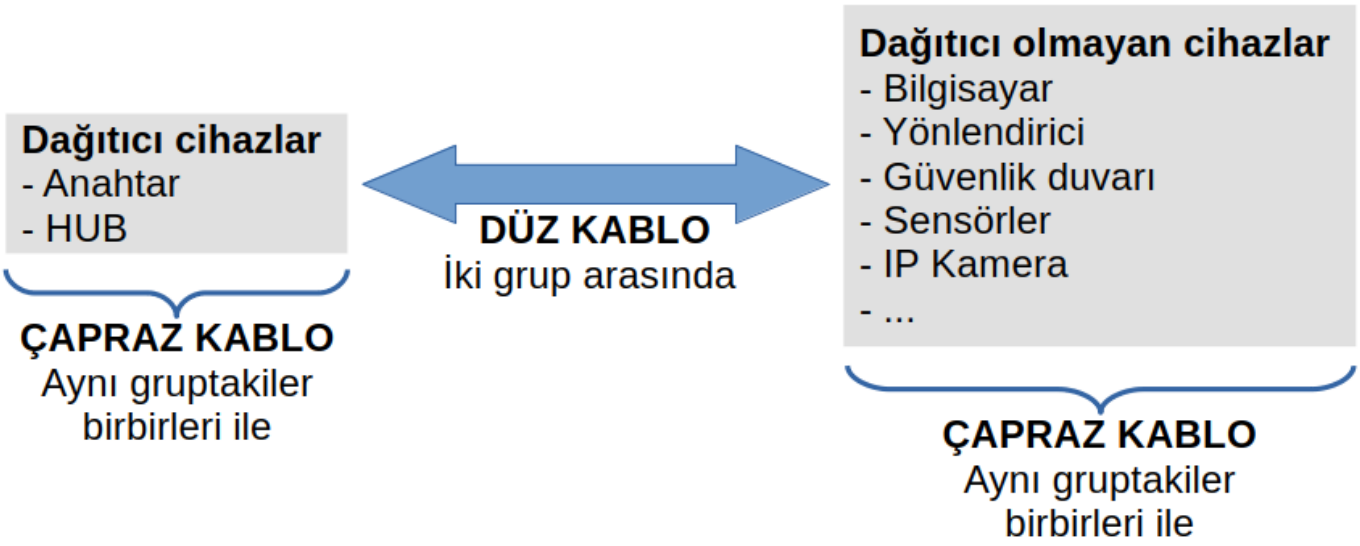


RJ45 Pin #	Wire Color (T568A)	Wire Diagram (T568A)	10Base-T Signal 100Base-TX Signal	1000Base-T Signal
1	White/Green		Transmit+	BI_DA+
2	Green		Transmit-	BI_DA-
3	White/Orange		Receive+	BI_DB+
4	Blue		Unused	BI_DC+
5	White/Blue		Unused	BI_DC-
6	Orange		Receive-	BI_DB-
7	White/Brown		Unused	BI_DD+
8	Brown		Unused	BI_DD-

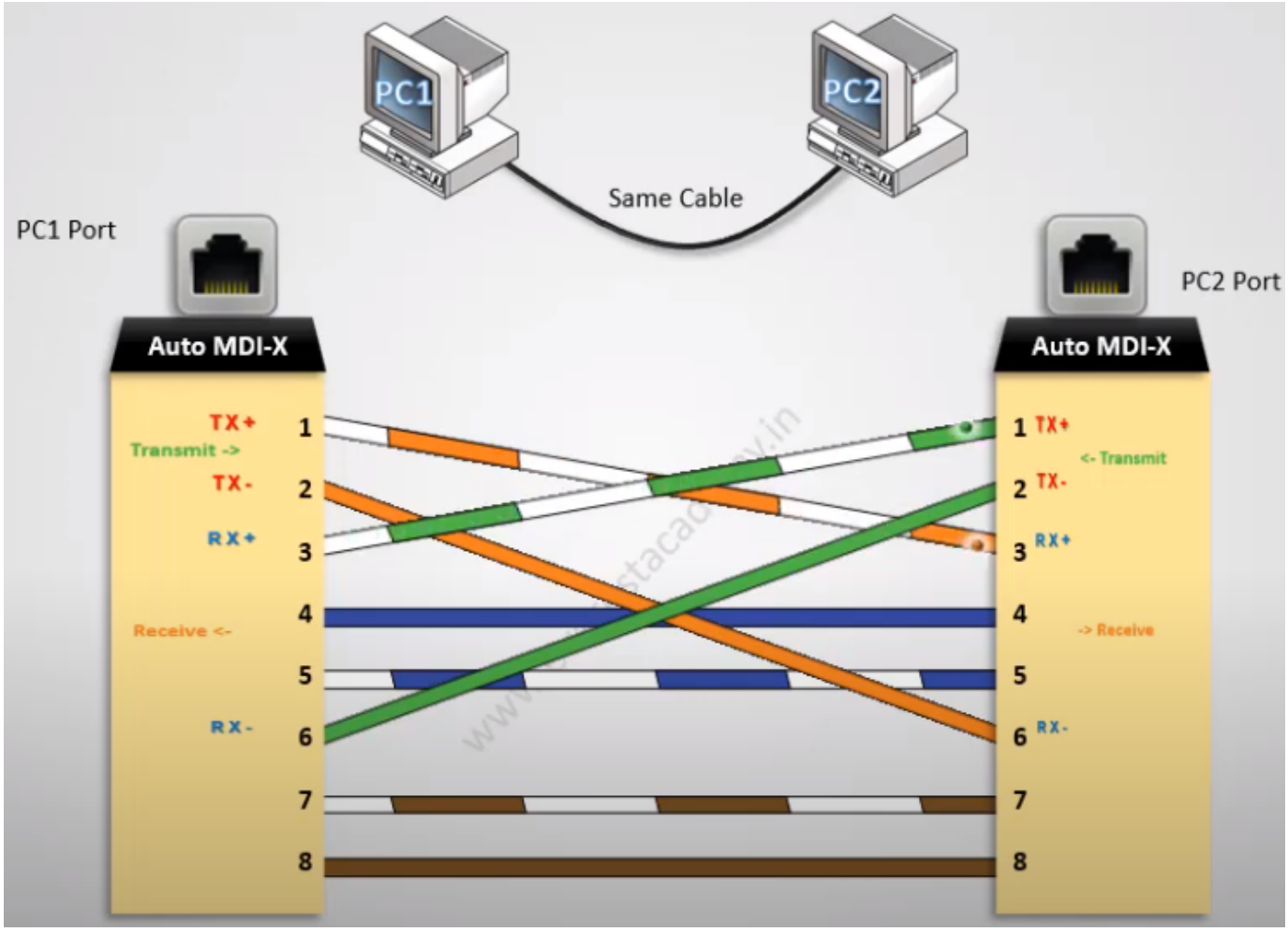
Görsel kaynağı: https://resources.altium.com/p/gigabit-ethernet-101-basics-implementation/

5.3.3 Çapraz ve Düz Kablo

Bilgisayar ile dağıtıcı cihazların (anahtar, hub) iletişim kurabilmesi için; Bilgisayarın TX (Transmit) hattına karşılık anahtarın RX (Receive) hattı denk gelmelidir. Dağıtıcı olan ve olmayan cihazların pinleri karşılıklı denk gelecek şekilde (TX <-> RX) tasarlanmıştır. Ancak aynı türde iki cihaz birbirine bağlanırsa o zaman TX-TX ve RX-RX portlar karşılıklı gelmiş olur. Bu durumda çapraz (Crossover) kablo kullanılır.



Çapraz kablo ne zaman kullanılır?



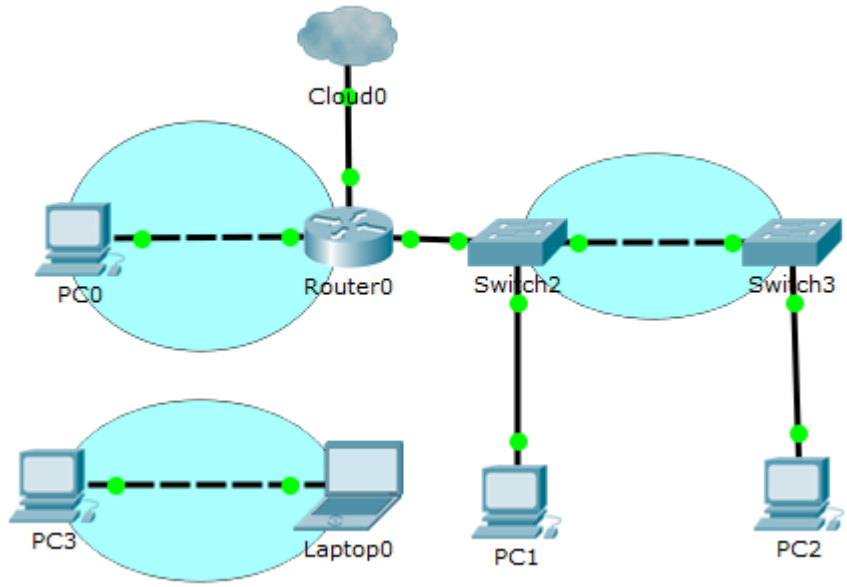
FastEthernet çapraz kablosu. Görsel kaynağı: https://www.youtube.com/watch?v=WSIuPM4q5Tw/

Auto-MDI-X

Yeni ağ cihazlarının tamamı Auto-MDI-X adı verilen teknoloji sayesinde karşıdaki cihazın ne tarz bir cihaz olduğunu anlar ve hangi pin'in ne amaçla kullanılacağını buna göre düzenler.

Örnek

Görsel, Cisco Packet Tracer uygulamasında oluşturulmuştur. Kesikli çizgiler çapraz kabloyu temsil eder. Düz çizgi de düz kabloyu temsil eder.



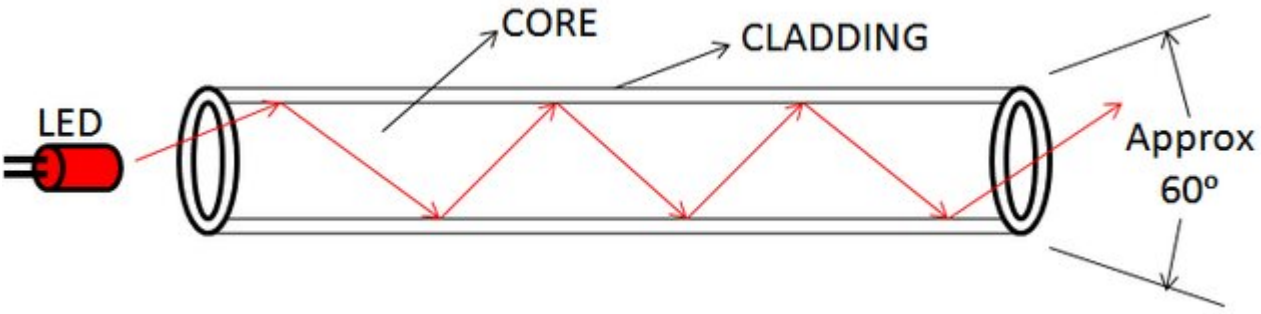
Çapraz kablo kullanım yerleri (örnek)

5.4 Fiberoptik Kablolar

Işığın cam bir tüp içinde iletilmesi şeklinde çalışır. Veri optik dalgalar arıcılığı ile ışığın yansıma kurallarına göre elde edilir. Elektriksel sinyallere kıyasla, sinyalin mesafeye bağlı zayıflama ve kayıpları çok azdır. Bakır kablolarda olduğu gibi gerilim farkından kaynaklanan topraklama ihtiyacı yoktur.

Verici tarafından ışık kaynağı olarak lazer diyod(led), alıcı tarafında ise fotodiyod ya da foto transistör gibi elektronik elemanlar kullanılır.

Uzak mesafelerde veri iletişimi konusunda fiberoptik kablo dışında Wifi ve uydu iletişimi gibi seçenekler de bulunmaktadır. Ancak en sağlam ve ucuz seçenek fiberoptik kablolardır.

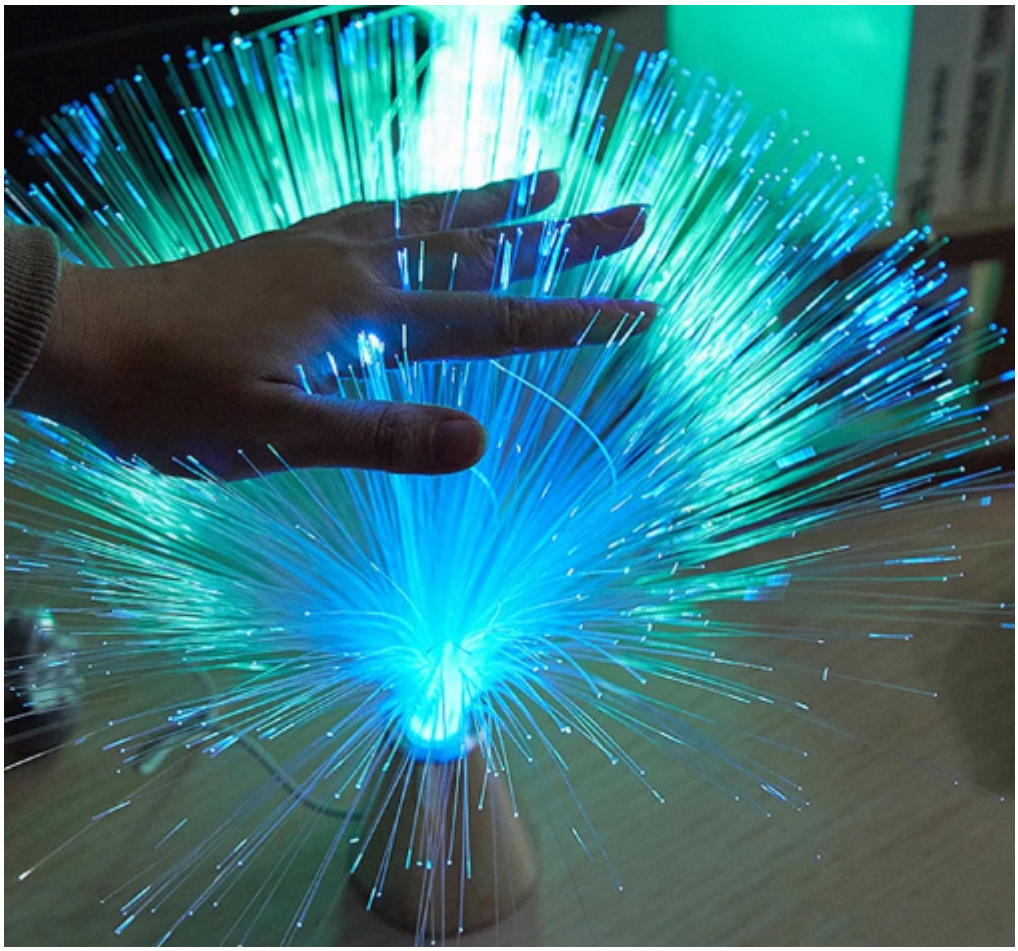


Görsel kaynağı: https://www.researchgate.net/publication/325386764_Optical_Fiber_Sensor_Review_and_Applications/

5.4.1 Fiberoptik kablo avantajları

1. **Yüksek hız ve bant genişliği**: Fiber optik kablolar, geleneksel metal iletişim hatlarına göre daha yüksek bant genişliği sağlar. Bu sayede hızlı ve verimli veri aktarımı mümkün olur.
2. **Daha az sinyal zayıflaması**: Optik fiberdeki sinyal kaybı bakır tellere göre daha azdır. Bu nedenle daha uzun mesafelerde veri iletimi sağlanabilir.

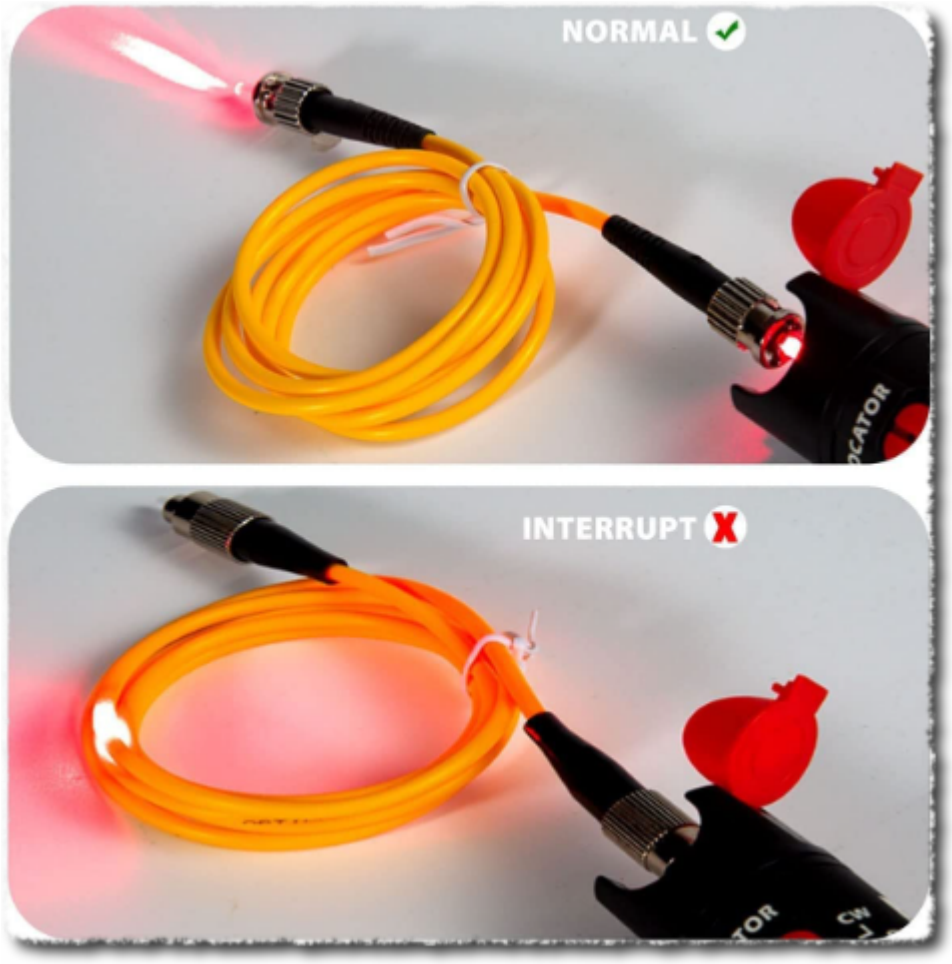
3. **Daha az elektromanyetik girişim (EMI)**: Fiber optik kablolar, elektromanyetik girişime karşı daha az duyarlıdır ve daha güvenilirdir.
4. **İnce ve hafif**: Fiber optik kablolar, bakır kablolar gibi kalın ve ağır değildir. Bu özellikleri sayesinde kurulum ve bakım işlemleri daha kolaydır.
5. **Dış ortam koşullarına dayanıklı**: Sıcaklık değişimleri, su baskınları, şiddetli hava ve nem gibi çevresel parametrelere karşı dayanıklıdır.
6. **Güvenli**: Elektromanyetik enerji sızması meydana gelmediği için bilgi güvenliği de sağlanmış olur. Kötü kişilerin araya girmesi, bakırdaki kadar kolay değildir.



Görsel kaynağı: https://he.aliexpress.com/item/1005005348057886.html/

5.4.2 Fiberoptik kablo dezavantajları

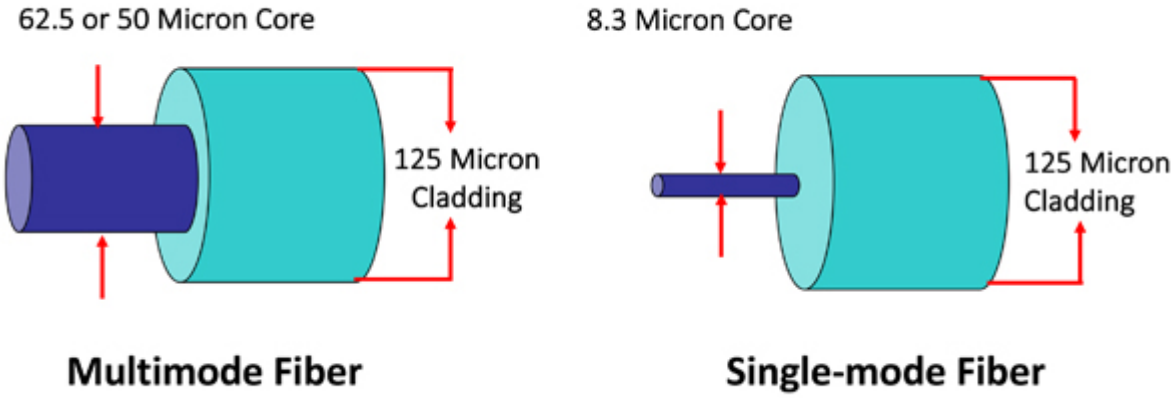
1. **Kırılganlık** - Fiber optik, bakır tellere kıyasla daha kırılgandır ve hasara karşı daha hassastır. Fiber optik kabloları bükmemeli veya bükmemelisiniz.
2. **Pahalı**. Yerel ağlarda, bakır kablolar ve ekipmanlarına göre maliyetli olmaktadır.



Görsel kaynağı: https://www.amazon.in/3D-Cloud-Plastic-Connector-Equipment/dp/B07SZFLHB1/

5.4.3 Fiberoptik kablo türleri

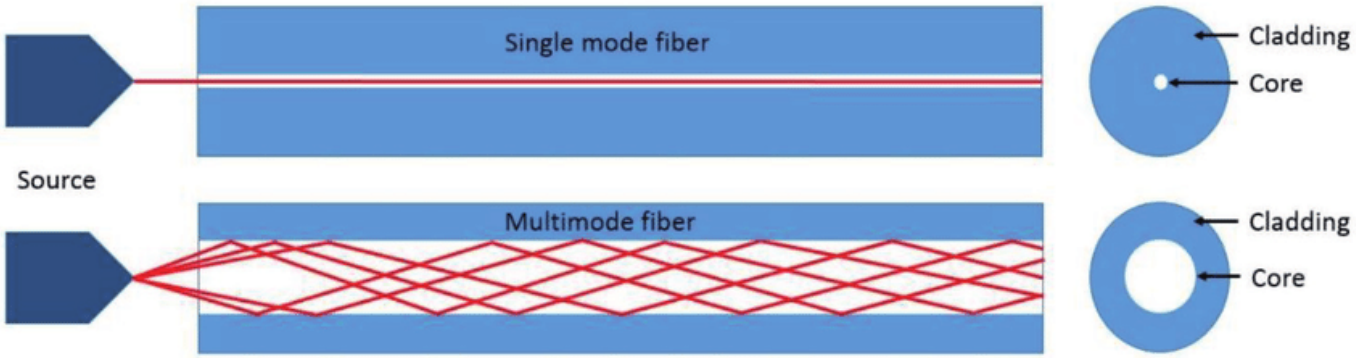
Işık ileten tüpün çapına göre; Single Mod(SM) ve Multi Mod(MM) olmak üzere ikiye ayrılır:



Görsel kaynağı: https://learn.aflglobal.com/enterprise/single-mode-vs-multimode/

Multi-Mode: Bina ya da kampüs içi kısa mesafelerde tercih edilir. Verici ve alıcı maliyetleri single moda göre yarı yarıya azdır.

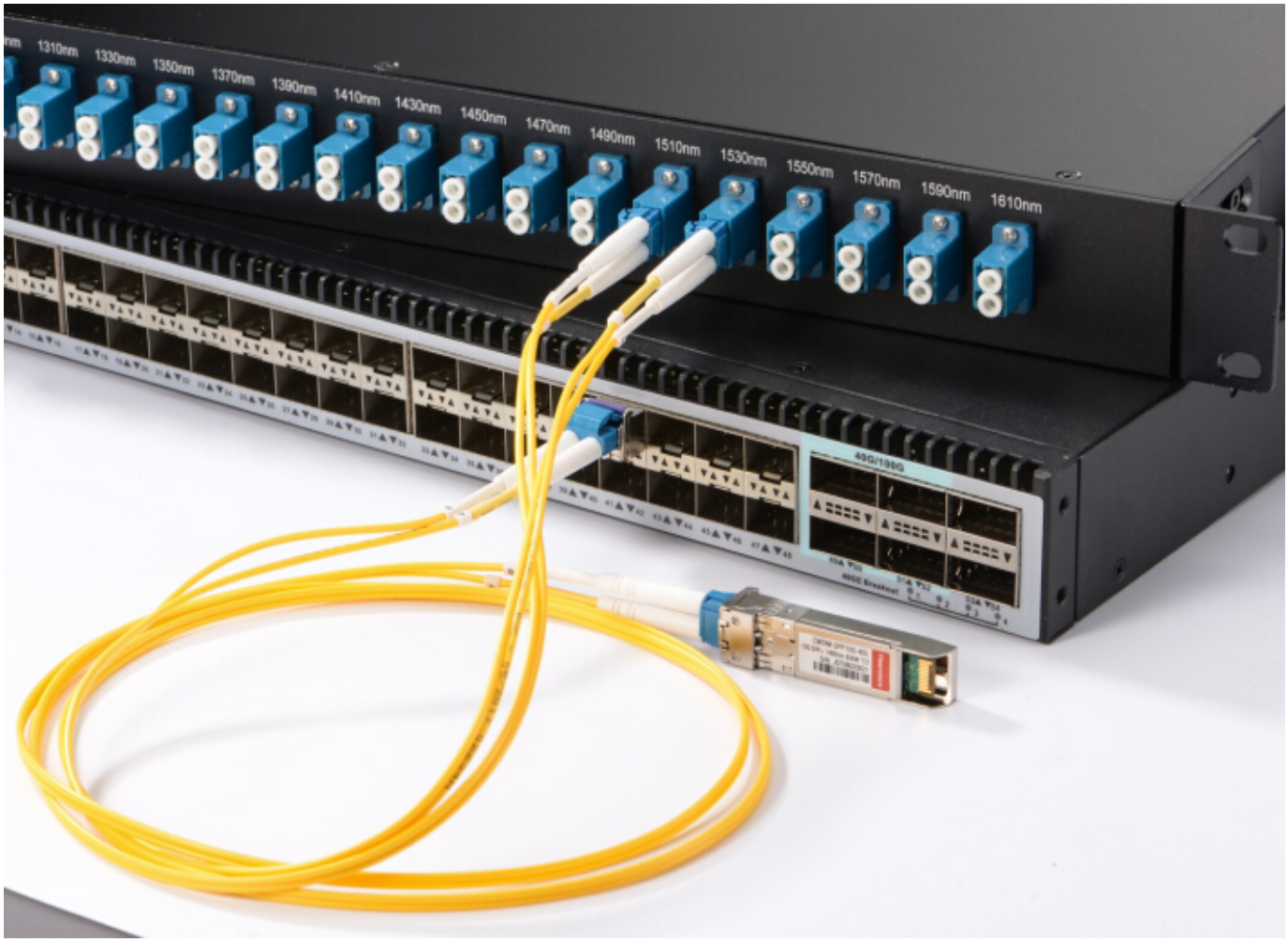
Single-Mode: Daha uzun mesafelerde daha yüksek bant genişliğine imkan sağlar. Verici ve alıcı donanım maliyetleri daha fazladır.



Görsel kaynağı: https://fukuoka-ken-ken.co.jp/multi-mode-optical-fiber-k.html

5.4.4 Fiberoptik çeviriciler

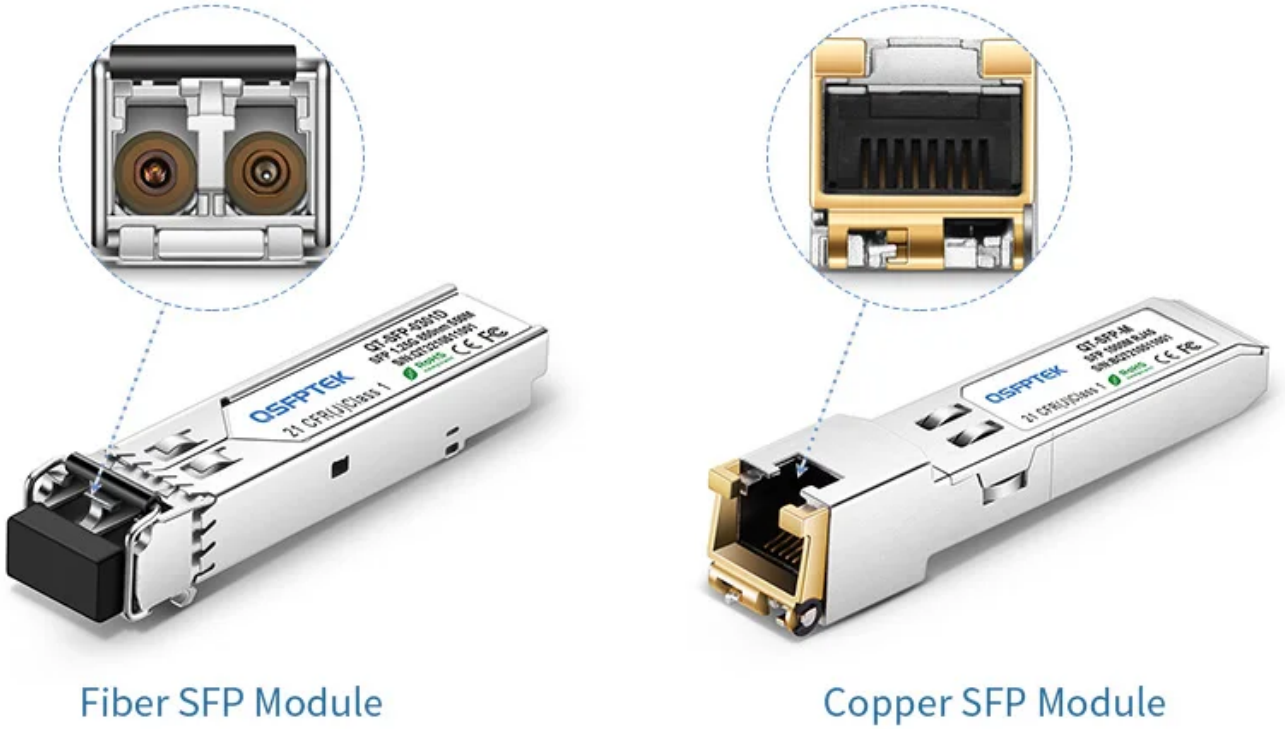
Fiberoptik kablodan gelen ışık sinyallerinin bakır yerel ağlarda kullanılabilmesi için elektriksel sinyallere dönüştürülmesini sağlar. Günümüzde, SFP adı verilen küçük tipte çeviriciler kullanılmaktadır.



Görsel kaynağı: https://salepubsm.live/product_details/37305281.html/

SFP'ler, switch'lere takılarak kullanılır. Kullanılan çeviriciye göre bağlantının bant genişliği belirlenir. Fiberoptik çeviriciler için kullanılan diğer isimler şöyle sıralanabilir:

- F/O converter
- F/O transceiver (transmitter & receiver)
- GBIC. *Gigabit Interface Connector*. Switch modülü halinde olur.
- SFP. *Small Form-factor Pluggable Module*. Switch modülü halinde olur. Bakır ve fiber için SFP'ler bulunmaktadır.



Görsel kaynağı: https://www.qsfptek.com/qt-news/sfp-module-introduction-sfp-meaning-fiber-sfp-and-copper-sfp/

5.5 YEREL AĞLAR (LAN)

Kablo çekebileceğimiz (bize ait olan) yerler yerel ağlardır. Yerel ağın fiziksel büyüklük ile ilgisi yoktur. Fabrika, kampüs arazisi, hatta organize sanayi bölgesi gibi ortak kullanılan alanlar bile yerel ağ olabilir. Yerel ağlarda bant genişliği, protokol, topoloji tercihi gibi konularda, kurum kendi isteğine göre karar verilebilir. LAN'ları, WAN'lardan ayıran en önemli konu budur. Günümüz yerel ağlarında ethernet harici protokol kullanılmamaktadır.

5.6 Ethernet Protokolü

İlk kez "INTEL VE XEROX" tarafından geliştirilmiştir.Daha sonra IEEE(Institue of Electrical and Electronical Enginner) tarafından 809.3 ismi ile standartlaştırılmıştır.

5.7 10 M b/s Ethernet Portları

10 Base 2 : 10 sayısı 10 m b/s'yi ifade eder.Base sözcüğü temel bandı ifade eder.En sondaki kablo türüdür.2 olduğunda ince (thin) kooksiyel kablodur.
10 Base 5 : Sondaki 5 Kalın(thick) kooksiyel kablo olduğunu belirtir.
10 Base T :Bükümlü çift kablo olduğunu ifade eder.

5.8 100 M b/s ETHERNET PORTLARI

100 Base Tx : Fast Ethernet Cat-5 kablo kullanılır.
100 Base Fx :F harfi Fiberoptik Kablo kullanıldığını belirtir.

5.9 1000 M b/s ETHERNET PORTLARI

1000 Base-T : Cat5 ve Cat6 kablolar kullanılır.Ancak Cat6 tercih edilir.
1000 Base-Lx : L long kısaltmasıdır.SM,MM,FO kblolar kullanılır.Uzak mesafelerde tercih edilir.En önemli dezavantajı maliyetlerin SX'e göre fazla olmasıdır.
1000 Base-SX : Yalnızca mm FO kablolar kullanılır.Kısa mesafeleri destekler.Ekipmanları daha ucuzdur.

5.10 FİBEROPTİK SONLANDIRMA ŞEKİLLERİ

LC,SC,ST,FC sonlandırma mevcuttur.Günümüzde en yagın olan "LC" tipi sonlandırma şeklidir.

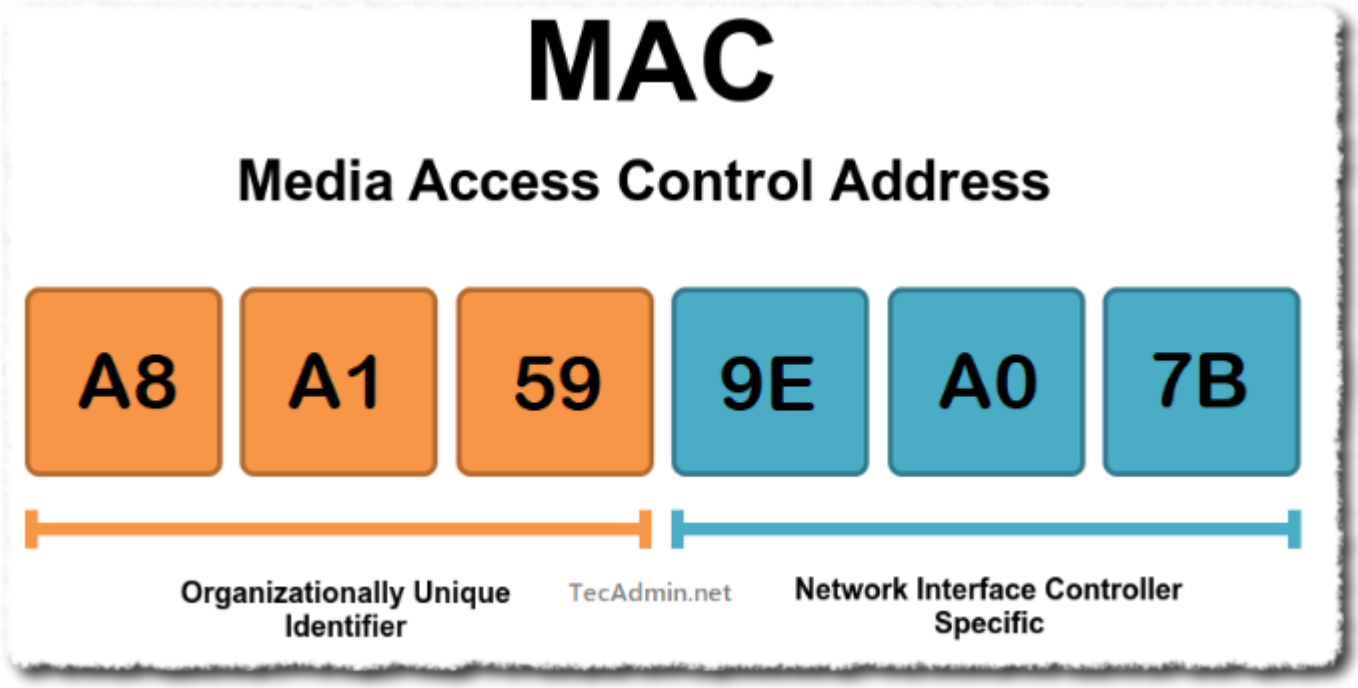
fibersonlandırma

fibersonlandırma

*F/O eki füzyon cihazı ile yapılır.2 tane cam tüpleri kaynatarak birbirine ekler.
İşlemler mikron seviyesinde yapıldığından kendi mikroskopu olan ve hassasiyeti yüksek olan cihazlar kullanılır.
F/O kablo testleri "OTDR" isimli cihaz ile yapılır.

6. Yerel Ağlar - LAN/VLAN

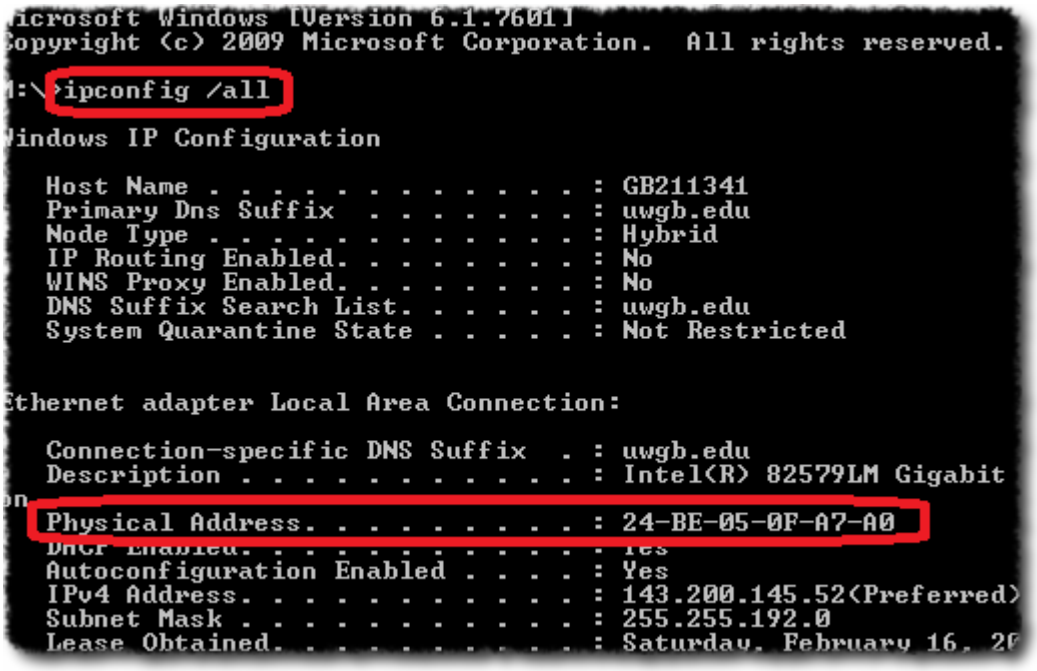
Yerel ağlarda haberleşmeyi sağlayan ethernet çerçevesinde(frame) 48 bitlik adres kullanılır. MAC adresi 16'lık sayı sisteminde 12 tane karakter ile gösterilir.



Görsel kaynağı: https://tecadmin.net/media-access-control-address/

İlk 6 karakter (ilk 24 bit) üretici kodunu (OUI), son 6 karakter ise seri numarasını belirtir. Bir üretici aynı MAC adresini birden fazla karta veremez. Dolayısıyla *-teorik olarak-* MAC adresleri dünyada tektir (*uniq*).

> **Dikkat**
>
> Birden fazla aynı MAC adresi aynı ağ üzerinde (LAN / VLAN) olmamalıdır.

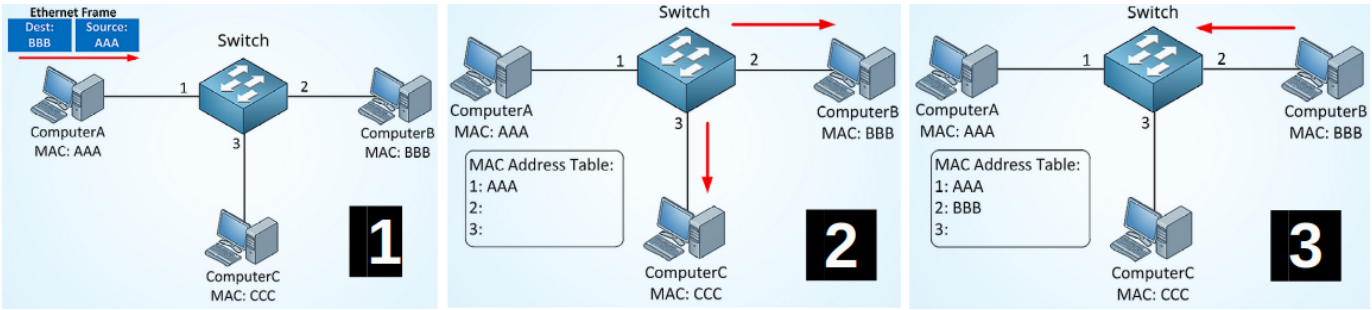


*Görsel kaynağı: https://uknowit.uwgb.edu/page.php?id=28810/

6.1 ARP

"Adres Çözümleme Protokolü" anlamındadır. İkinci katmanda çalışır. Ağdaki Bilgisayarların MAC adreslerini öğrenmek ve bu cihazdaki ARP tablosunu güncellemek en temel görevidir.

Ağa yeni bağlanan cihaz IP adresi henüz olmadığından yayın mesajı göndererek IP adresi ister. Anahtarlarda tutulan IP ve MAC adreslerinin tablosuna "ARP tablosu" denir. ARP Tablosu dinamik olarak güncellenir ancak istenirse elle düzenleme ya da statik kayıt işlemi yapılabilir.



Görsel kaynağı: https://community.fs.com/article/switch-mac-address-whats-it-and-how-does-it-work.html

Soru

ARP tablosunda "statik kayıt ekleme özelliği" ne işe yarar?

6.2 Yayın Adresi (Broadcast Address)

Tüm yerel ağı temsil eden adrese **yayın adresi** denir. Bu adrese gönderilen veri, ağdaki tüm cihazlara aynı anda ulaştırılır. İkinci veya üçüncü katmanda yayın mesajı gönderilebilir.

İkinci katmanda yayın adresi göndermek için çerçevedeki hedef MAC adresi kısmında tüm bitler 1 yapılır. Dolayısıyla hedef adresi FF:FF:FF:FF:FF:FF olmuş olur.

6.3 Yayın Alanı

Bilgisayarların doğrudan MAC adresleriyle haberleştikleri alandır. Bir yayın paketi gönderildiğinde, bunu alabilen tüm cihazlar aynı yayın alanındadır.

> **Yayın alanı, ağ geçidinde biter**
>
> Bir bilgisayar kendi yayın alanında olmayan başka bir bilgisayarla haberleşmek için "ağ geçidinden" geçmek zorundadır.

6.4 Çarpışma Alanı

Bir yayın alanı içerisinde bir veya birden fazla çarpışma alanı bulunabilir.Aynı çarpışma alanındaki bilgisayarlar birbirine gelen her paketi görürler,ancak sadece kendi mac adreslerine gelen her paketi alırlar. Çarpışma alanı aynı anda sadece bir pc tarafından kullanılabilir. İki PC aynı anda paket göndermek isterse çarpışma(collision) oluşur. Adını buradan alır.

> **Çarpışma alanı**
>
> Çarpışma alanı istenmeyen bir durumdur. HUB'lar çarpışma alanına sebep olur.

Soru1

Soru1

1)Kaç tane yayın alanı vardır? 2
2)Kaç tane çarpışma alanı vardır? 3
3)Her çarpışma alanında kaç tane bilgisayar vardır?
4)Her yayın alanında kaç tane bilgisayar vardır?
Birinci yayın alanında 3 tane
İkinci yayın alanında 8 tane
*YAYIN ALANI:mecburen ağ geçidi kullanılır.
*ÇARPIŞMA ALANI:Birbirlerinin verisini görecekler.

Soru2

Soru2

A ile B aynı anda paket gönderebilir mi? Yaçarpışma olur ya da sıra
B ile C aynı anda paket gönderebilir mi?
B ile C aynı Pc gönderirse olur,ancak farklı olursa aralarındaki topolojileri bilmediğimiz için bilemeyiz.
C yayın mesajı gönderdiğinde tüm pc’lere gider mi?
Evet tüm Pclere gider.
B ile C aynı arasındaki trafiği F görür mü?
Normal zamanda göremez.Ancak örneğin aynalama gibi işlemerde görebilir.
Anahtar üzerinde pc’lerin haricinde dış dünya ile iletişim kurmak için bağlantı yapılan porta "upink" poru denir. Anahtarın bilgisayara bağlanan normal portlarına(bakır portlara 45 port) "giriş portu" denir.Genel olarak 100mb/s-1000mb/s olurken "uplink portları" genellikle daha kapasiteli olur. Anahtarları birbirinden ayıran bir diğer özellikte "demir gücü kapasitesi"anahtarın aynı anda çevirebileceği trafik miktarına "switchfabric" ya da "through put"denir.

6.5 Ağ Geçidi (gateway)

Bir ağdaki bilgisayarlar, kendi ağı dışındaki ağlara gidebilmek için ağ geçidinden geçmek zorundadır. Başka bir deyişle; "ağ geçidi, bir ağın dışarı açılan kapısıdır". Sıradan bir PC, 3.katman(L3) anahtar, yönlendirici veya özel üretilmiş donanımlar ağ geçidi görevi yapabilir. Hatta cep telefonumuzun internet bağlantısını bilgisayarımıza paylaştırdığımızda, cep telefonumuz, bilgisayar için bir "ağ geçidi" olmaktadır.

Bazı ağ geçitleri, üzerindeki ağ arayüzüne(interface) bağlı olarak ethernet, Frame Relay, ATM, PPPoE gibi protokolleri kullanılabilme özelliğine sahip olduğundan bazı kaynaklarda *protokol çevirici* olarak adlandırılır.

Önceden bahsedildiği gibi, anahtarlar çarpışma alanını geçirmezler ancak yayın trafiğini geçirirler. Bünyesinde çok fazla anahtar (çok faza bilgisayar) bulunan yerel ağlarda yayın paketlerin çokluğu, ağı hantallaştırabilir. Bu nedenle LAN'ları birden fazla alt ağlara bölmek performansı arttıracaktır.

Örnek yayın mesajları:
- IPV4 İIPV6 mesajları
- Komşuluk mesajları
- Donanım keşif mesajları
- Ip alma (DHCP)mesajları
- Virüs (solucan) gibi kötü yazılımlar

6.6 Alt Ağa Bölme Yöntemleri

Klasik yöntemde her bir ağ için bir fiziksel bir ağ geçidi kullanılması zorunludur. Dolayısıyla cihazların ve iletim ortamlarının sınırları en önemli kısıtlardır.

Bir **VLAN yapısı**nda ise fiziksel bir müdahale olmadan, hatta uzaktan bağlanarak ağ istenilen şekilde özelleştirilebilir.

Sanal ağ kullanmanın avantajları - Farklı anahtarlar üzerindeki bilgisayarlar aynı ağda olabilir. - Aynı anahtarda birden fazla farklı ağ (VLAN) olabilir. - Ağlarda değişiklik yapmak için fiziksel değişiklik yapmaya gerek yoktur. Uzaktan dahi kolayca yapılabilir.

6.7 Ağları bölmenin faydaları

1. **İşletme Kolaylığı**: Ağlar küçük olduğunda sorunu çözmek kolaylaşır. Ağ isimleri, IP grupları ve kullanım yerleri eşleştirilerek hiyerarşik sistemler oluşturulabilir.
2. **PC sayısını azaltmak**: Her bir ağdaki pc sayısını azaltarak yayın alanını daraltmak, fazlalık yayın mesajlarını azaltmak ve performansı arttırmak
3. **Güvenlik**: Birbirine erişimi kısıtlamaması gereken ağlar arasında erişim denetim listeleri (Access Control List ~ ACL) oluşturularak erişim kısıtlanabilir.

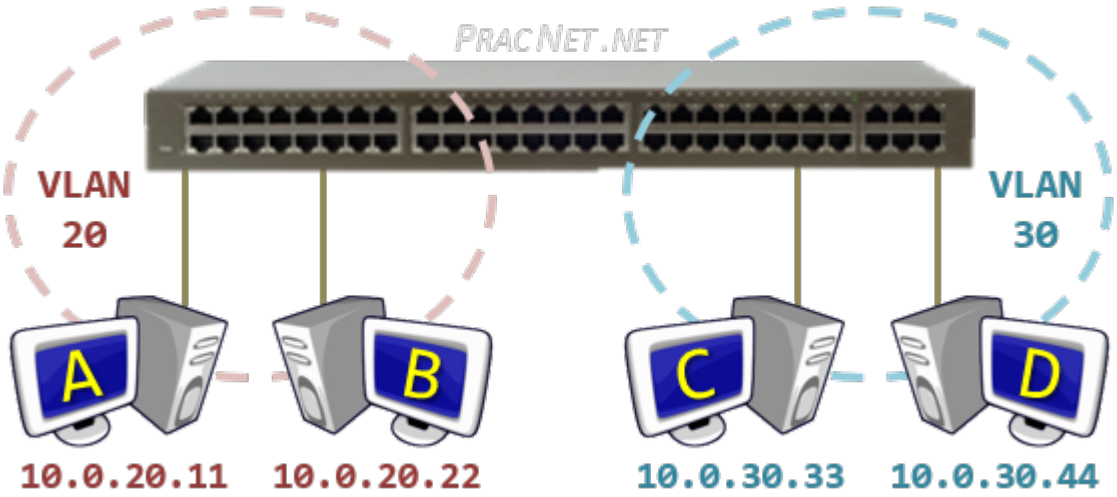
Esneklik: Eğer ağı VLAN ile bölersek; farklı coğrafyadaki bilgisayarlar aynı VLAN'da olabilir ya da aynı anahtar üzerinde birden fazla farklı VLAN olabilir.

LAN-VLAN

LAN-VLAN

6.8 VLAN Anahtarlar

Üzerinde sanal ağlar tanımlanabilen anahtarlardır. Aynı zamanda ayarlanabilir anahtarlardır. Bu nedenle yönetilebilir anahtarlar da denmektedir. VLAN anahtarın üzerindeki portlar gruplandırılarak birden çok sanal ağ oluşturulabilir.



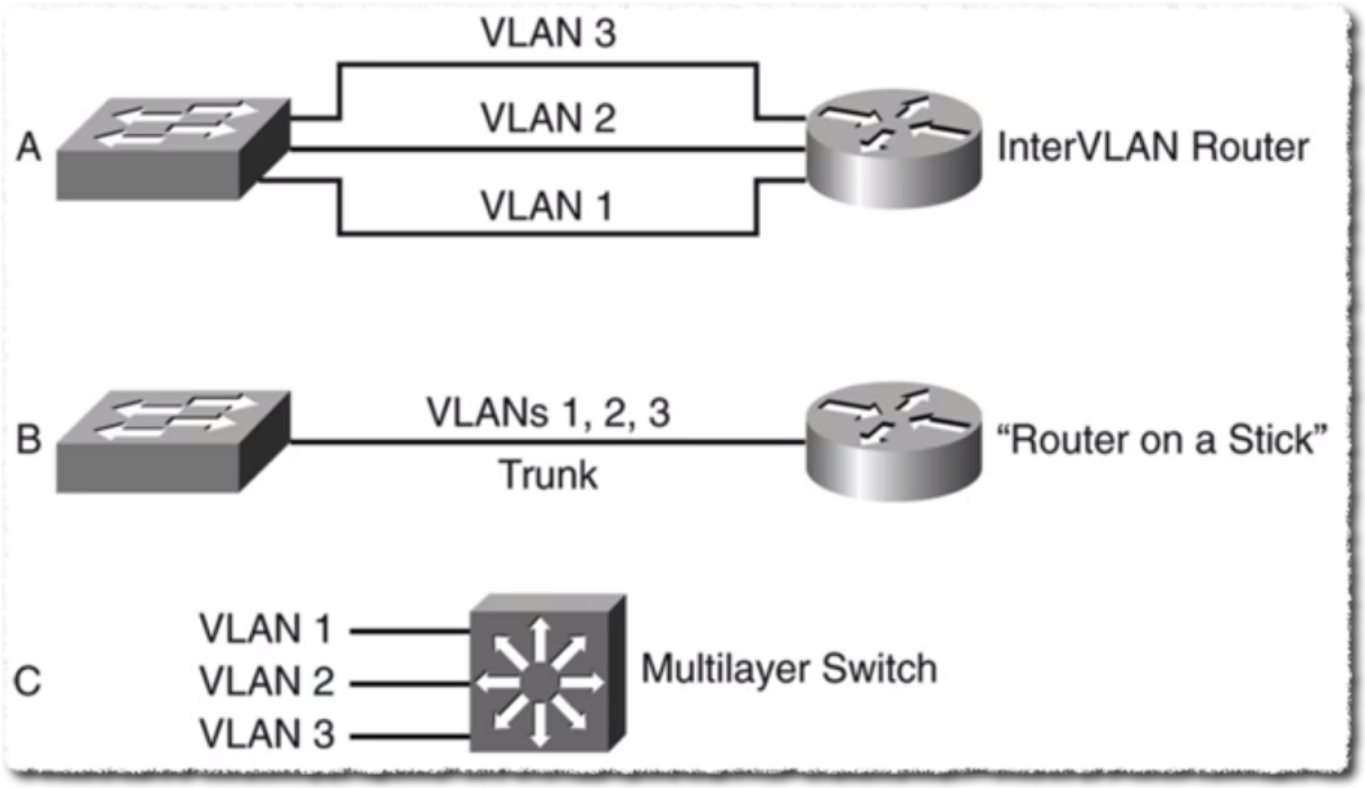
Görsel kaynağı: https://www.practicalnetworking.net/stand-alone/routing-between-vlans/

Her bir sanal anahtar, ayrı bir ağ gibi çalıştırılabilir. Bu sanal ağlara "VLAN" (Virtual LAN ~ Sanal Ağ) denir. Her bir VLAN'ın kendine özel VLAN-ID isminde bir tanımlayıcı numarası olur. Anahtarların fiziksel portları, VLAN ID'ler ile eşleştirilerek ağlar düzenlenir.

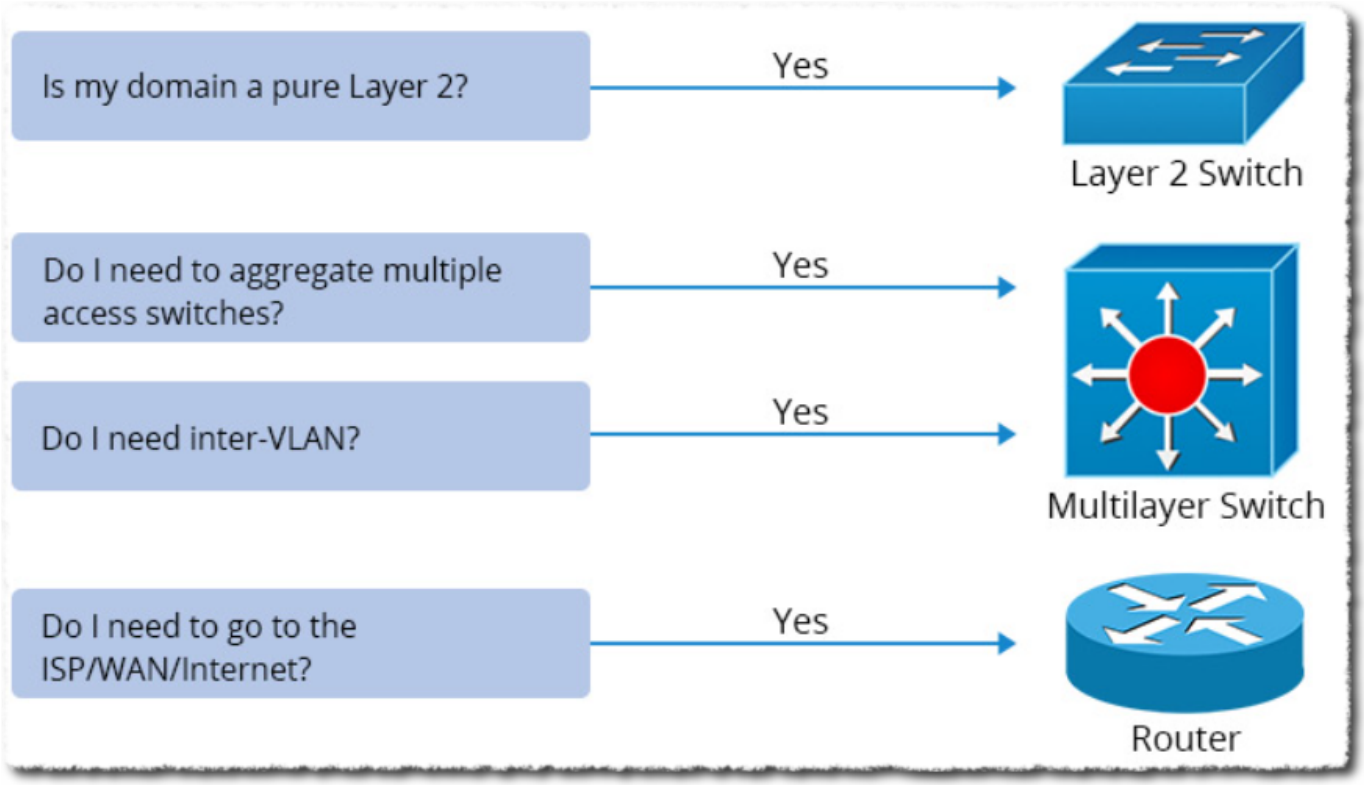
Info

Aynı VLAN numarasına sahip portlar aynı sanal ağa aittir.

Bazı durumlarda VLAN yapılandırılması portlardan ve fiziksel bağlantılardan bağımsız olarak yapılabilir. Örneğin PC'nin MAC adreslerine göre ya da kullanıcı kimlik doğrulama yöntemine göre (parola, parmak izi, vb.) VLAN ataması yapılabilir. VLAN anahtarlar üzerinde birden fazla sanal ağ oluşturulursa bu alt ağlar arasında trafiğin yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu yönlendirme işlemi anahtarın kendi üzerinde veya ayrı bir yönlendirici cihazla yapmak mümkündür.

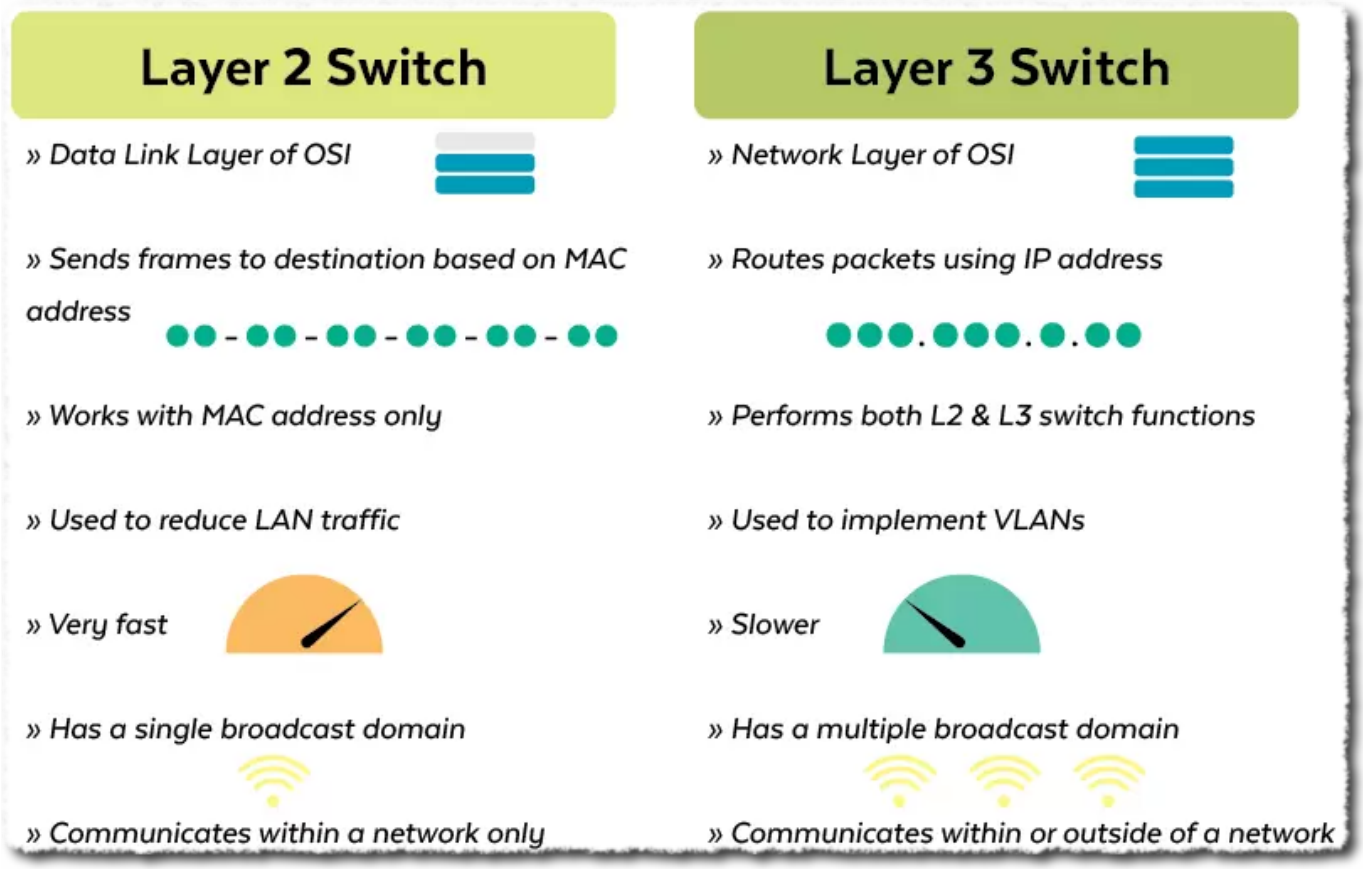


Görsel kaynağı: https://www.youtube.com/watch?v=SPloaasxkMQ



Görsel kaynağı: https://www.qsfptek.com/qt-news/how-to-choose-best-aggregation-switch.html

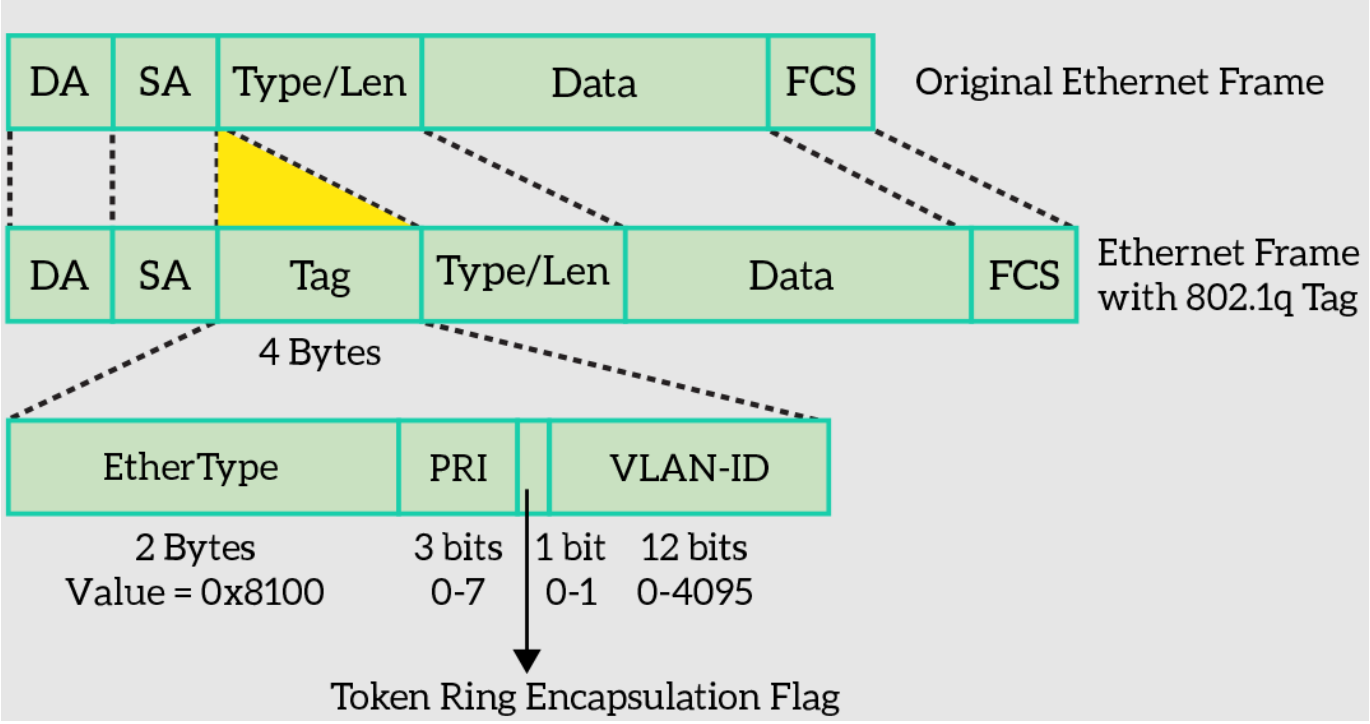
Anahtar üzerinde yönlendirme yapılacaksa 3 katmanda(L3) çakıştırılacak bir anahtar kullanılmalıdır.



*Görsel kaynağı: https://planetechusa.com/layer-2-vs-layer-3-switches

6.9 IEEE 8021.Q VLAN protokolü

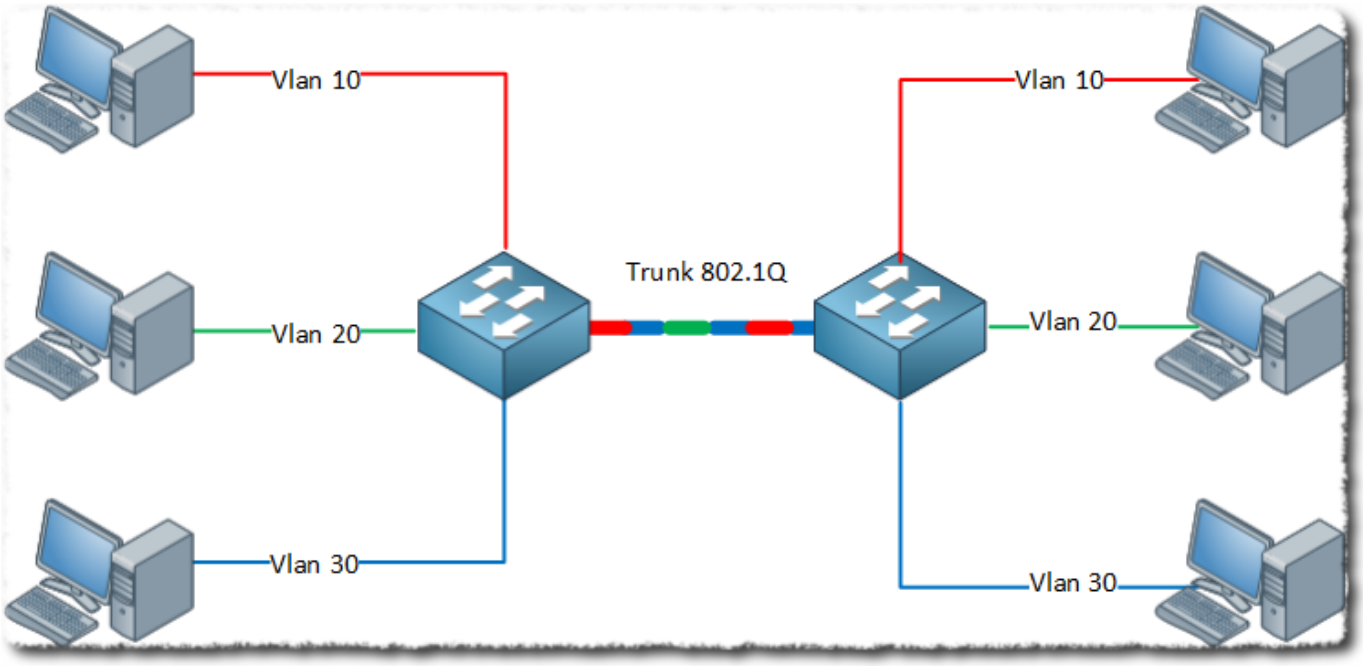
Dot1q olarak ta bilinir. Ethernet protokolü ilk tasarlandığında VLAN ihtiyacı yoktu. 1998 yılında yayınlanan 802.1q protokolü ile Ethernet protokolü VLAN farkındalığı kazandı.



Görsel kaynağı: https://www.ictshore.com/free-ccna-course/vlans-configuration-cisco-switch/

trunk (tagged) port: Anahtarın herhangi bir portundan birden fazla VLAN taşınması gerekiyorsa o port trunk olarak yapılandırılmalıdır. Aynı zamanda bu bağlantıya da "trunk" denir. Genellikle iki anahtar arasında kullanılır ancak ihtiyaca göre 1 bilgisayara bile trunk bağlantı verilebilir. Anahtarlar, bu portta gelen-giden trafiklere bakarak başlık bilgisindeki trafiğin ilgili VLAN'a gitmesini sağlar.

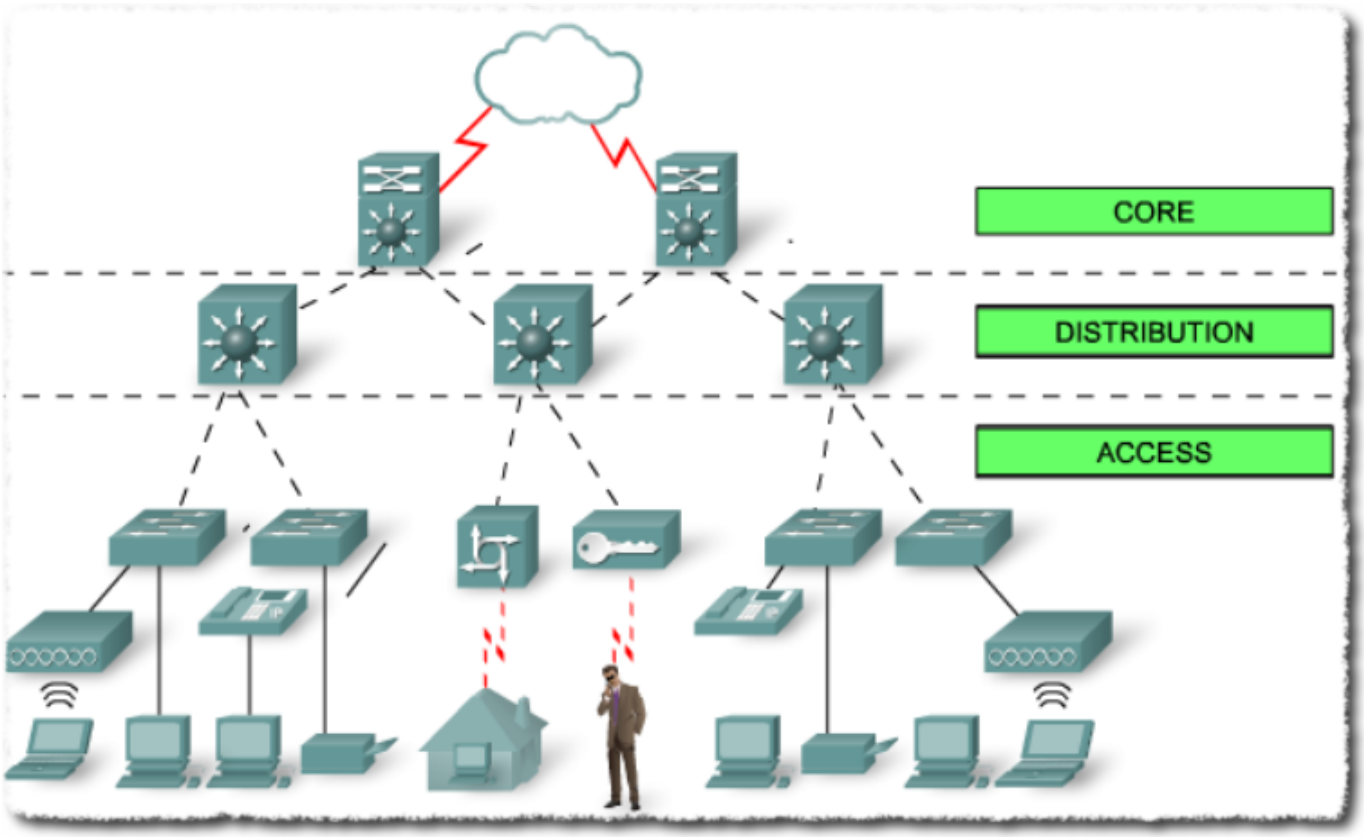
acces (untagged) port: Bu portta VLAN etiketleri olmaz. Anahtar üzerinde config yapılarak, bu porttan gelen-giden tüm trafiğin belirli bir VLAN'a gitmesi sağlanır.



Görsel kaynağı: https://networklessons.com/switching/802-1q-encapsulation-explained

Cisco firması `trunk/access` sözcüklerini kullanırken diğer üreticiler genellikle `tagged/untagged` sözcüklerini tercih etmektedir.

6.10 Anahtar Kullanım Mimarisi



Görsel kaynağı: https://blog.router-switch.com/2014/04/network-design-with-examples-core-and-distribution/

1. **OMURGA(CORE)**
   Üçüncü katman veya daha üstü anahtar kullanılır.Genellikle tüm Vlanlar burda oluşturulur.Ağın tüm yönlendirme yükü bunun üzerindedir.Bu nedenle genellikle yedekli kullanır.Performansı çok fazladır.Binalar arası bağlantıyı sağlamak için kullanılır.Bu nedenle çok sayıda fiberoptik port sergilerler.Modüler yapıdadırlar,yani port sayıları ve türleri modüler halinde takılıp çıkartılabilir.Modülerin takıldığı yere "şase" denir.Fiziksel olarak çok yer kaplarlar ve pahalıdırlar.

Görsel kaynağı: https://thenetworkinstallers.com/blog/fiber-optic-installation-process/

2. **Dağıtım(Distrubution)Katmanı**
   Omurga anahtarında bağlı olan ve binaların içerisinde küçük bir omurga gibi düşünebileceğimiz anahtarlardır.Omurga anahtarına göre daha ucuzdur.L2 veya L3 olabilir.

3. **KENAR**
   Son kullanıcı cihazlarının bağlandığı anahtarlardır.Bu nedenle özel görevleri olabilir.
   İhtiyaca göre :
   802.1x(Kimlik Doğrulama)
   PoE(802.3aaf) Enerji göndermek için kullanılır.
   Captive Portal

	Access	Distribution	Core
Bandwidth aggregation	✓	✓	✓
Fast Ethernet/Gigabit Ethernet	✓		
Gigabit Ethernet/10 Gigabit Ethernet		✓	✓
High forwarding rate		✓	✓
Layer-3 Support		✓	✓
Port security	✓		
Power over Ethernet (PoE)	✓		
Quality of Service (QoS)	✓	✓	✓
Redundant components		✓	✓
Security Policies/Access Control Lists		✓	
Very High forwarding rate			✓
VLANs	✓		

Görsel kaynağı: https://blog.router-switch.com/2014/04/network-design-with-examples-core-and-distribution/

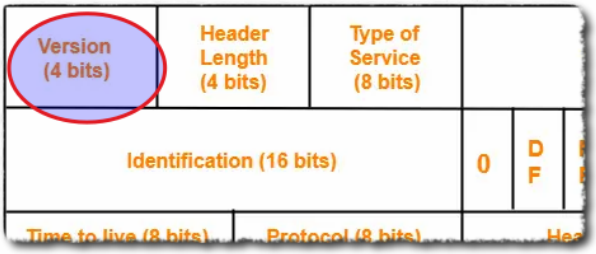
Örnek:
20 portlu bir VLAN anahtar 4 portlu bir ağ geçidine bağlanabiliyorAşağıdaki durumları yorumlayınız.

1)Her portun port sayısı 5'er tanedir.
Böyle bir zorunluluk yoktu̇.
2)Bir valan anahtar üzerine doğrudan bağlanacak PC sayısı 16'dır
16 tane de olabilir daha fazla da olabilir.
3)Her vlana atanmış portlar ardışık olmak zorundadır
Öyle bir şey yok.Esneklik özelliği vardır .

7. İnternet'in Protokolü: IP

Bu bölümdeki içeriği anlattığım bir video var. Alt ağlara bölme konusuna kadar anlatmıştım. İsteyenler videodan da faydalanabilir: https://www.youtube.com/embed/e9-lU0aXz1g

7.1 Genel Bilgiler



IPv4 adresleri tükendiği için, artık IPv6 adresleri dağıtılmaktadır. Uzunca bir süre daha ikisini birlikte kullanmak zorundayız.

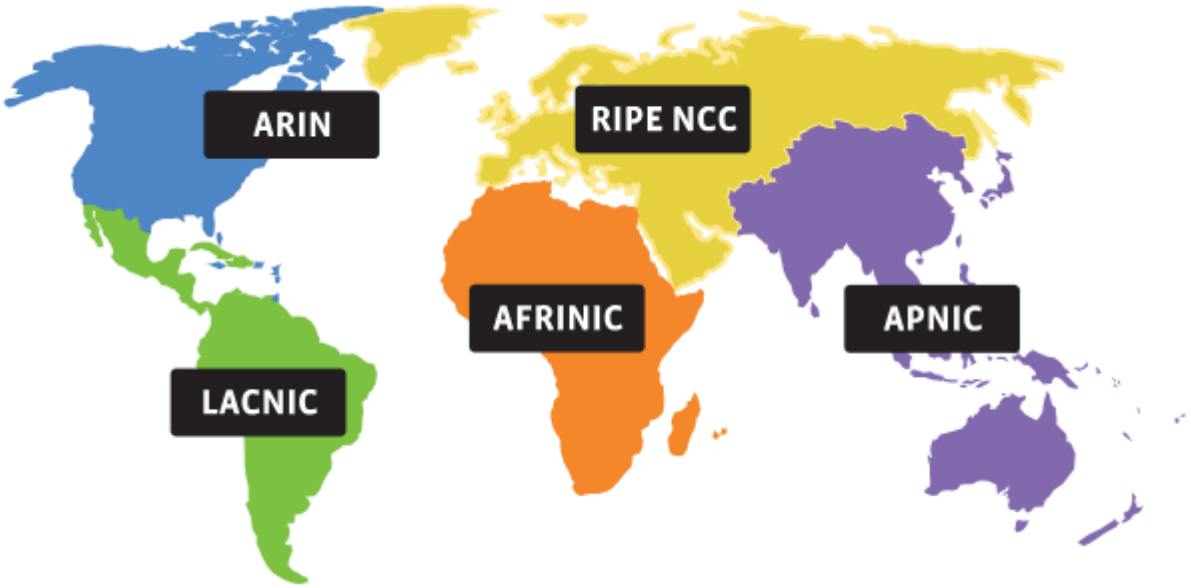
IPv4 adresleme sisteminde \(2^{32}\) IP adresi kullanılabilirken, IPv6 adreslemesinde \(2^{128}\) adet IP adresi kullanılabilmektedir. Aşağıda bu iki sayı açık olarak yazılmıştır:

- **IPv4 adres sayısı**: \(4.294.967.296\) (yaklaşık 4,3 milyar)
- **IPv6 adres sayısı**: \(340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456\)

Bu ders içerisinde IP ifadesi her kullanıldığında, IPv4 anlaşılmalıdır. Bu ders açısından ikisi arasındaki en önemli fark; birisinin 32, diğerinin ise 128 bit olmasıdır. IP hesaplamaları tamamen aynıdır. Hesap mantığını anlamak için v4 hesapları *-kısa olduğu için-* daha iyi olacaktır. Sonrasında aynı hesapları v6'da da yapabilirsiniz.

7.1.1 IANA: IP Dağıtan Kuruluş

https://www.iana.org/ web sitesinde faaliyetleri hakkında bilgi alınabilir.



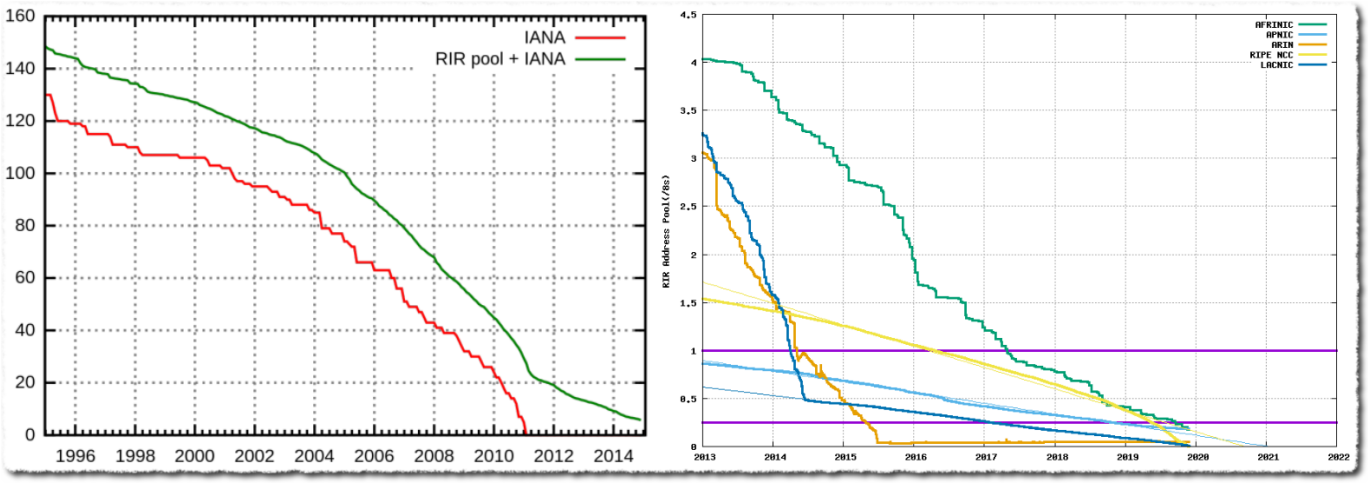
IANA tarafından yetkilendirilen bölgesel internet kayıtçıları (RIR)

IANA, IP adreslerini /8 şeklinde RIR'lara dağıttı.

Prefix	Designation	Date	WHOIS
000/8	IANA - Local Identification	1981-09	
001/8	APNIC	2010-01	whois.apnic.net
002/8	RIPE NCC	2009-09	whois.ripe.net
003/8	Administered by ARIN	1994-05	whois.arin.net
004/8	Administered by ARIN	1992-12	whois.arin.net

Görsel kaynağı: https://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.xhtml

IANA elindeki tüm IPv4 adresleri 2011'de bitti.



Görsel kaynağı: https://en.wikipedia.org/wiki/IPv4_address_exhaustion

7.1.2 IP Sınıfları

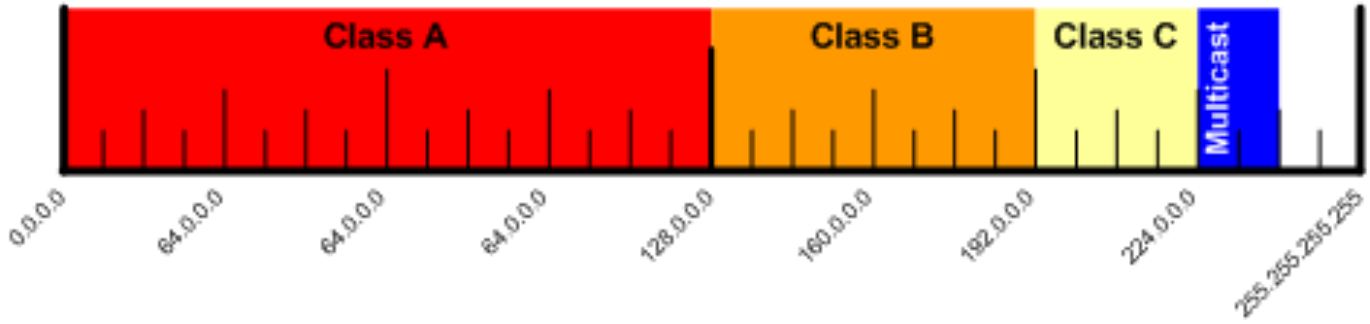
IP'nin ilk tasarlandığı sıralarda ortaya çıkmış bir kavramdır. Kurumlarda IP adresleri tahsis edilirken ihtiyaca göre optimal sayıda IP adresi verebilmek için tasarlanmıştır. En büyük IP sınıfı A sınıfı olanlar, en küçük IP sınıfı da C sınıfı olanlardır.

> **Güncel bilgi**
>
> Günümüzde IP sınıfları bu anlamın yanında, ağın büyüklüğünü ifade etmek için kullanılmaktadır.

Five Different Classes of IPv4 Addresses

Class	First Octet decimal (range)	First Octet binary (range)	IP range	Subnet Mask	Hosts per Network ID	# of networks
Class A	0 – 127	0XXXXXXX	0.0.0.0-127.255.255.255	255.0.0.0	$2^{24}-2$	2^{7}
Class B	128 – 191	10XXXXXX	128.0.0.0-191.255.255.255	255.255.0.0	$2^{16}-2$	2^{14}
Class C	192 – 223	110XXXXX	192.0.0.0-223.255.255.255	255.255.255.0	$2^{8}-2$	2^{21}
Class D (Multicast)	224 – 239	1110XXXX	224.0.0.0-239.255.255.255			
Class E (Experimental)	240 – 255	1111XXXX	240.0.0.0-255.255.255.255			

Görsel kaynağı: https://medium.com/networks-security/tricks-to-remember-five-classes-of-ipv4-484c191678fb



Görsel kaynağı: https://www.routerfreak.com/definitive-guide-ip-address-classes/

Örnekler:

- **BŞEÜ**: `79.123.224.15` A sınıfı olduğu için, bu IP'nin dahil olduğu ağda \(2^{24}\) (~16M) tane IP olabilir.
- **ODTÜ**: `144.122.145.153` IP adresi B sınıfıdır. Bu IP'nin dahil olduğu ağda, \(2^{16}\) (~65K) tane IP olabilir.
- **SAÜ**: `193.140.253.240` IP adresi C sınıfıdır. Bu IP'nin dahil olduğu ağda \(2^8\) (256) tane IP olabilir.

> **IP sınıflarının günümüzdeki anlamı**
>
> İlk başta IP adresleri dağıtılırken kolaylık olsun diye tasarlanmış olan IP sınıfları günümüzde bu anlamda kullanılmamaktadır. BŞEÜ'de 16M IP adresi yoktur. SAÜ'de de C sınıfından (256) daha fazla IP adresi vardır. Örneklerden sadece ODTÜ'nünki gerçekten B sınıfı olarak (~65K) tahsis edilmiştir.

7.2 Rezerve IP Adresleri

IETF ve IANA tarafından, özel amaçlar için kullanılmak üzere farklı adres blokları ayrılmıştır. En temel olarak; özel ve genel IP adresleri şeklinde bir ayrım yapılmıştır. İç ağda özel IP adresine sahip olan bilgisayarlar, İnternet'e çıkarken genel IP adresi kullanırlar.

Bunların dışında da farklı amaçlarla ayrılmış adres aralıkları bulunmaktadır. Aşağıda ayrılmış olan bu adresler kısaca açıklanmıştır.

7.2.1 Özel ve genel IP Adresleri (Private & public IP Blocks)

Özel (private) IP adresleri, İnternet'te kullanılmayan IP adresleridir. Bu nedenle *sanal IP adresi* de denir. İnternet üzerinde hiçbir yönlendirici tarafından iletilmezler. Bu adreslerin kullanım amacı, test uygulamaları ve NAT uygulamaları gibi durumlardır. Aşağıdaki tabloda özel IP adres aralıkları verilmiştir. Bunların dışındaki adresler, genel (public) IP adresidir.

CIDR gösterimi	Adres aralığı	IP sayısı
/8	10.0.0.0 - 10.255.255.255	16.777.216
/12	172.16.0.0 - 172.31.255.255	1.048.576
/16	192.168.0.0 - 192.168.255.255	65.536

7.2.2 Diğer ayrılmış IP adres aralıkları

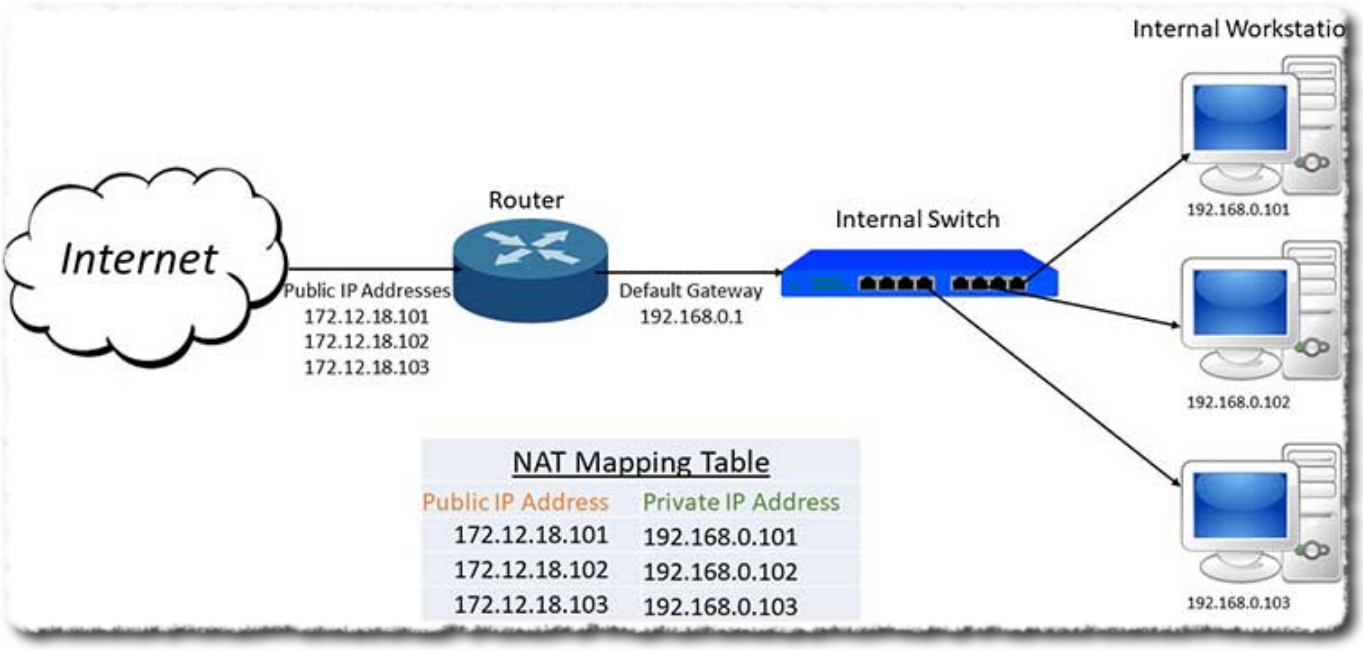
Adres bloğu	Adres aralığı	Adres sayısı	Açıklama
0.0.0.0/8	0.0.0.0 - 0.255.255.255	16.777.216	Ağın kendisi (“Bu” ağ)
127.0.0.0/8	127.0.0.0 - 127.255.255.255	16.777.216	Loopback (localhost)
169.254.0.0/16	169.254.0.0 - 169.254.255.255	65.536	Link-local

Loopback adresi: Bilgisayarın kendisini temsil eder. Paketler bilgisayardan cihazdan asla ayrılmazlar. Bilgisayarın kendi üzerinde çalıştırılan uygulamalar için kullanılır. Test amacıyla da kullanılabilir.

IPv4 için, `127.0.0.0/8` A sınıfı adres bloğunun tamamı loopback için ayrılmıştır. IPv6'da ise bu amaçla sadece `::1` adresi kullanılır.

Link-local adresler: DHCP vasıtasıyla otomatik IP almak üzere yapılandırılmış ağlarda, bir IP adresi alamayan bilgisayarlar bu bloktan kendi kendine bir IP adresi verirler. Eğer bir bilgisayarda `169.254.X.X` şeklinde bir IP adresi görürseniz, "*bu bilgisayar IP alamamış*" denir. Eğer DHCP sisteminde bir sorun olursa, link-local adresler sayesinde aynı ağdaki (LAN) bilgisayarlar kendileri arasında haberleşebilirler.

7.2.3 NAT (Network Address Translation)



Görsel kaynağı: https://onlinecomputertips.com/support-categories/networking/601-network-address-translation-nat/

Bir IP adresinin, diğer ağlara giderken farklı bir adrese dönüştürülmesi işlemidir. Genellikle, kurumlarda tahsis edilen az sayıda - *hatta tek*- public IP adresini, çok sayıda bilgisayarda kullanabilmek için uygulanır. IPv4'ün beklenenden erken bitmesine karşılık çözüm olarak kullanılmaktadır. IPv6'ya geçildiğinde bu işlemlere gerek kalmayacaktır.

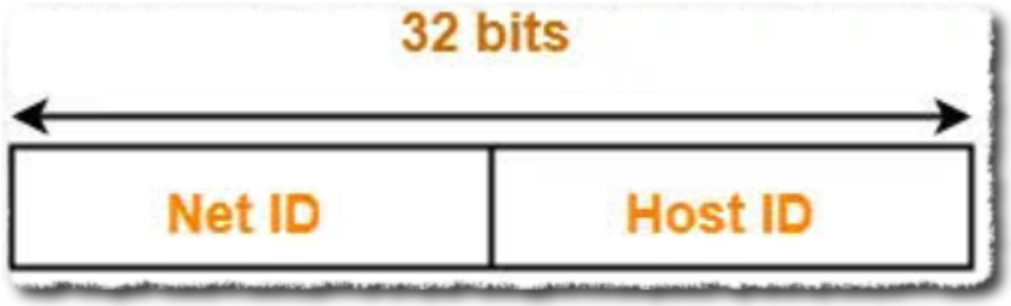
NAT Tablosu: NAT işlemi yapılırken hangi IP adresini kimin ne zaman kullandığını tutar. Bu sayede ilgili IP'nin yaptığı isteklere gelen cevaplar doğru şekilde iletilebilir.

> **Bahçe terliği benzetmesi**
>
> Yalnızca 1 public IP adresi olan bir kurumun ağında çok sayıda bilgisayar internet'e çıkıyor olsun. Bu örneği, evin arka bahçe kapısında tek terlik bulunmasına benzetebiliriz. Bahçede işi olan kişi terliği giyer, işini halledince terliği çıkarıp eve girer. Sonra başkası aynı terliği kullanır. Bahçeyi gören komşular hep aynı terlikleri görürler ama o terlikleri kullanan kişi değişmiş olur.

7.3 IP Adresi ve Hesaplamaları

32 bit uzunluğa sahip olan IP adresi 2 temel bileşene sahiptir:

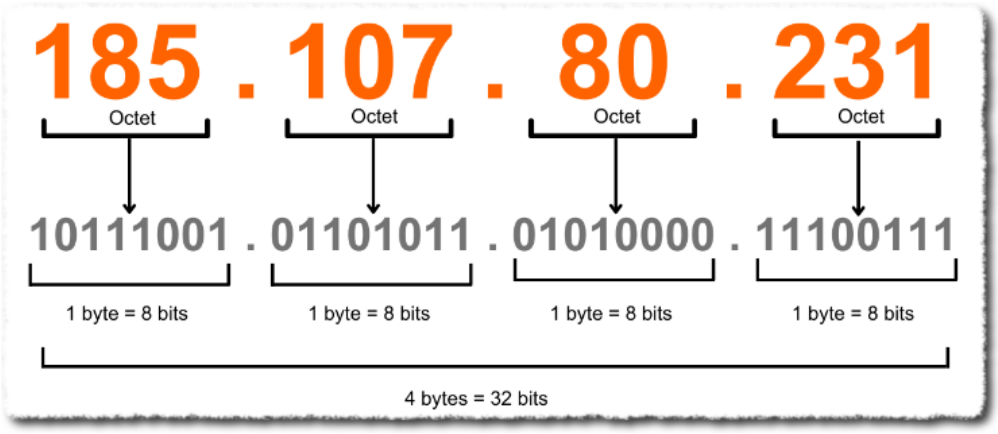
1. Ağ tanımlayıcı
2. Host tanımlayıcı



IP bileşenleri

> **Host**
>
> Bir ağ içerisinde IP atanabilen ve kendisinin ağa bağlanma ihtiyacı olan cihazların tümüne **host** denir. Örneğin; bilgisayar, yönlendirici, güvenlik duvarı, akıllı saat, cep telefonu, IoT cihazları, vb.

IP adresleri 32 bitin sekizerli olarak gruplandırılması ve onluk (decimal) olarak gösterilmesi şeklindedir. Bu 8 bitlik grupların her birine **oktet** denir. Her oktet birbirinden nokta ile ayrılır.



Görsel kaynağı: https://www.cloudns.net/blog/what-is-ipv4-everything-you-need-to-know/

Kaç bitle kaç adres?

\(N\) tane bit kullanılarak yapılacak bir adresleme sisteminde, \(2^N\) tane adres kullanılabilir.

Decimal	Binary	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

4 bit ile 2^4=16 tane farklı adres kullanılabilir

7.3.1 Host ve Network Kısımlarının Ayrıştırılması

Bir IP adresinde soldan itibaren ilk X tane bit ağ tanımlayıcısıdır. Geri kalan Y tane bit te host tanımlayıcısıdır. Bu durumda \(X+Y=32\) olur.

IP address class	Address format	Address range	Network ID	Subnet mask
Class A	N H H H	0.0.0.0-127.255.255.255	0.0.0.0-127.0.0.0	255.0.0.0
Class B	N N H H	128.0.0.0-191.255.255.255	128.0.0.0-192.255.0.0	255.255.0.0
Class C	N N N H	192.0.0.0-223.255.255.255	192.0.0.0-223.255.255.0	255.255.255.0

Görsel kaynağı: https://sherihansliit.blogspot.com/2012/12/understanding-ip-address-configuration.html/

Müteahhit problemi

Metin adında bir müteahhit, bir arazi üzerinde konut projesi yapacak. Metin'e şu şartlarla izin veriliyor:

1. Toplam 16 tane adres numarası kullanabilir. Bu numaraları bina numarası veya daire numarası olarak kullanabilir.
2. Her binada zemin kat ve çatı katında kimse oturamaz.

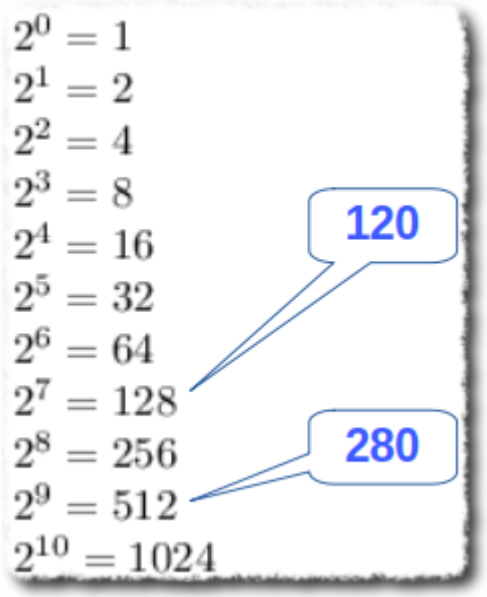
Metin, kaç daireli kaç bina yapmalı ki; hem kârı çok azalmasın hem de müşteriler mutsuz olmasın?

Müteahhit problemi. 16 daireli tek bina mı, 8 daireli 2 bina mı, ya da?

Note

Ağlardaki bilgisayar sayıları (kullanılabilecek IP sayıları) belirlenirken maksimum kapasite 2'nin kuvveti \((2^n)\) alınarak belirlenir.

ÖRNEK : Bir şirketin iki farklı şubesinde 120 ve 280 adet bilgisayar kullanılmaktadır. Bu şirketler için optimal ağ büyüklüklerini hesaplayınız.



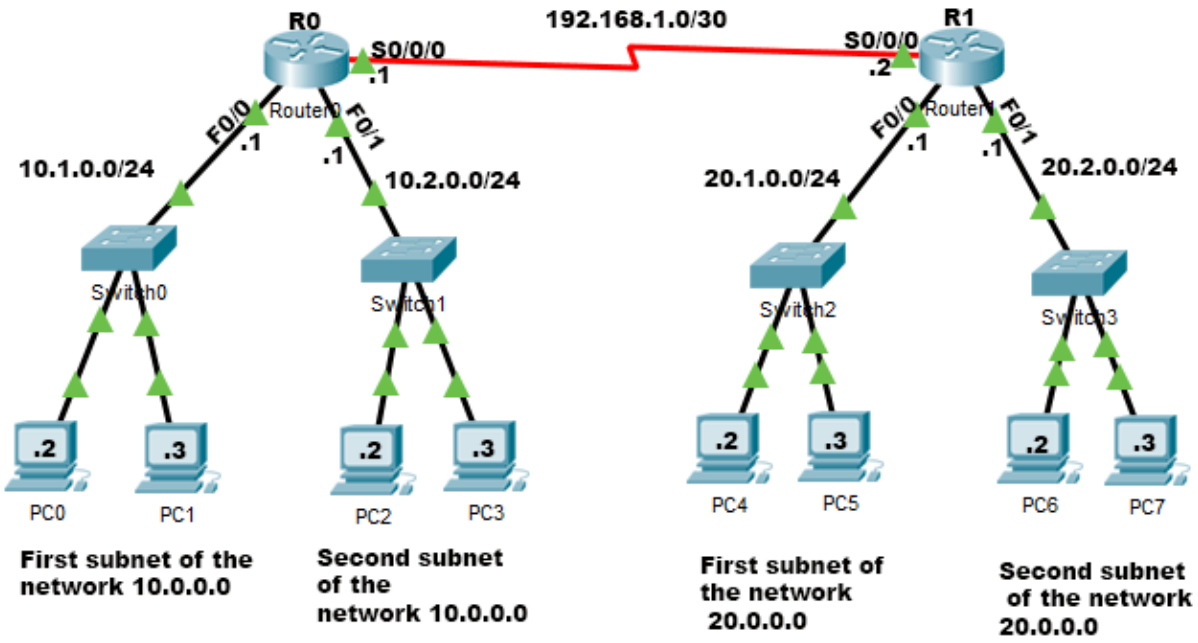
> **IP sayısı ve host sayısı**
>
> Host tanımlayıcısı kısmındaki bit sayısı ile elde edilebilecek adres sayısı, o ağda kullanılabilecek IP adresi sayısıdır. Her ağın ilk IP adresi `ağ adresi` ve son IP adresi de `yayın adresi` olarak kullanıldığından, her ağda kullanılabilecek **host sayısı IP sayısından 2 eksiktir**.

- Host bitleri : \(N\) tane
- Ağdaki IP adresi : \(2^N\) tane
- Ağda kullanılabilecek host sayısı \(2^N-2\)

ÖRNEK : 10.9.8.0 IP adresinin 30. bitten sonra bölündüğünü varsayalım. Bu ağda kullanılabilecek bütün IP adreslerini, kullanım amacına göre yazalım.

IP sayısı = \(2^2=4\) tane
Host sayısı = \(2^2-2=2\) tane

1. IP adresi 10.9.8.0 : `Ağ adresi`
2. IP adresi 10.9.8.1 : `Hostlar için kullanılabilir`
3. IP adresi 10.9.8.2 : `Hostlar için kullanılabilir`
4. IP adresi 10.9.8.3 : `Yayın adresi`



Örnek /30 ağ kullanım şekli: Dummy Network
Görsel kaynağı: https://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/contiguous-and-discontiguous-networks-explained.html

7.3.2 Ağ Maskesi (Netmask)

"Alt ağ maskesi" de denir Ağın kaçıncı bitten bölündüğü belirtir. IP adresi gibi 32 bitten oluşur. İkilik sistemde soldan itibaren `1`'lerle başlar, sonra `0`'larla devam eder. 1'den 0'a geçilen nokta, ağın bölündüğü kısımdır. Gündelik hayatta kolay olması için, onluk sistemde kullanılır.

Ağ maskesinin temel görevleri:

1. IP adresinde, `network ID` ile `host ID` kısımlarının hangi bitlerden ayrıldığını belirlemek.
2. Ağın büyüklüğünü belirtmek
3. Ağın nerede başladığı (ağ adresi) hesabında kullanmak

Örnek bazı maskeler:

```
255.255.255.0       11111111.11111111.11111111.00000000
255.0.0.0           11111111.00000000.00000000.00000000
```

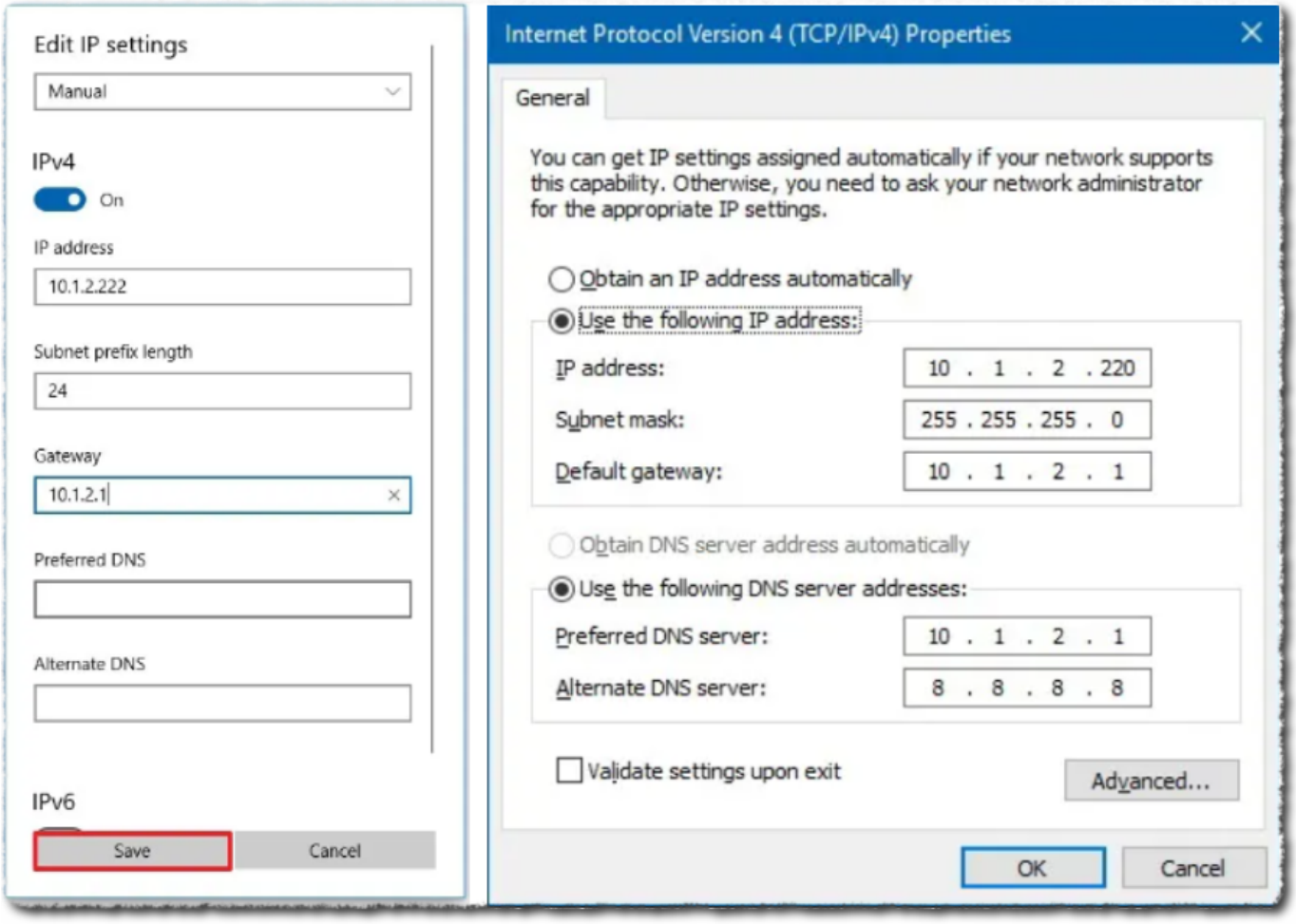
Görsel kaynağı: https://www.bestpickreports.com/blog/post/6-painting-hacks-with-tape/

> **Note**
>
> IP adresi ile beraber, ağ maskesinin kullanılması zorunludur.

Netwok	Host	Host	Host
255	0	0	0

Netwok	Network	Host	Host
255	255	0	0

Netwok	Network	Network	Host
255	255	255	0



Windows'ta iki farklı yerden IP yapılandırması yapılabiliyor. Görsel kaynağı: https://pureinfotech.com/set-static-ip-address-windows-10/

Suffix	Hosts	32-Borrowed=CIDR	2^Borrowed = Hosts	Binary=> dec = Suffix
.255	1	/32	0	11111111
.254	2	/31	1	11111110
.252	4	/30	2	11111100
.248	8	/29	3	11111000
.240	16	/28	4	11110000
.224	32	/27	5	11100000
.192	64	/26	6	11000000
.128	128	/25	7	10000000

Görsel kaynağı: https://www.trance-cat.com/electrical-circuit-calculators/en/subnet-mask-calculator.php

7.3.3 CIDR Notasyonu

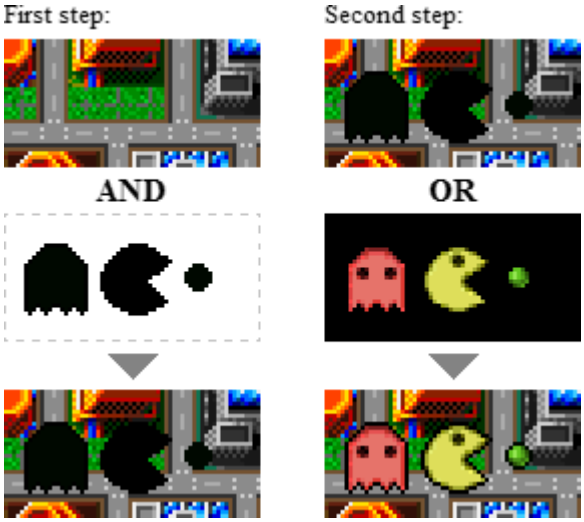
Ağ maskesine alternatif olarak CIDR Notasyonu kullanılmaktadır. Bu gösterim şeklinde, IP adresinin sağına `/` işareti konulup kaçıncı bitten sonra bölündüğü bilgisi yazılır.

Örnekler:

- `192.168.1.75` IP adresli ve `255.255.255.0` ağ maskesine sahip bir cihazın CIDR notasyonu `192.168.1.75/24` şeklindedir.
- `10.1.0.0` ve `255.0.0.0` ise `10.1.0.0/8` olarak gösterilir.
- `10.9.8.0` ve `255.255.255.128` ise `10.9.8.0/25` şeklinde gösterilir. (`128` ikilik tabanda `10000000` şeklinde gösterildiğinden soldan itibaren 25 tane `1`, 7 tane de `0` vardır.)

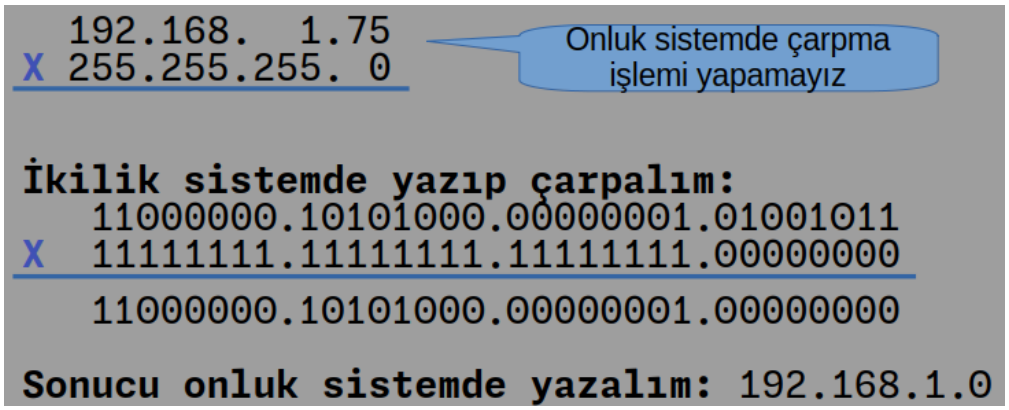
7.3.4 Ağ adresi

Ağ maskesi herhangi bir IP adresi ile ikilik sistemde çarpılırsa (mantıksal `VE` işlemi) çıkan sonuç **ağın adresi**ni verir. Bu sayede, ağın nerede başladığı bulunmuş olur.



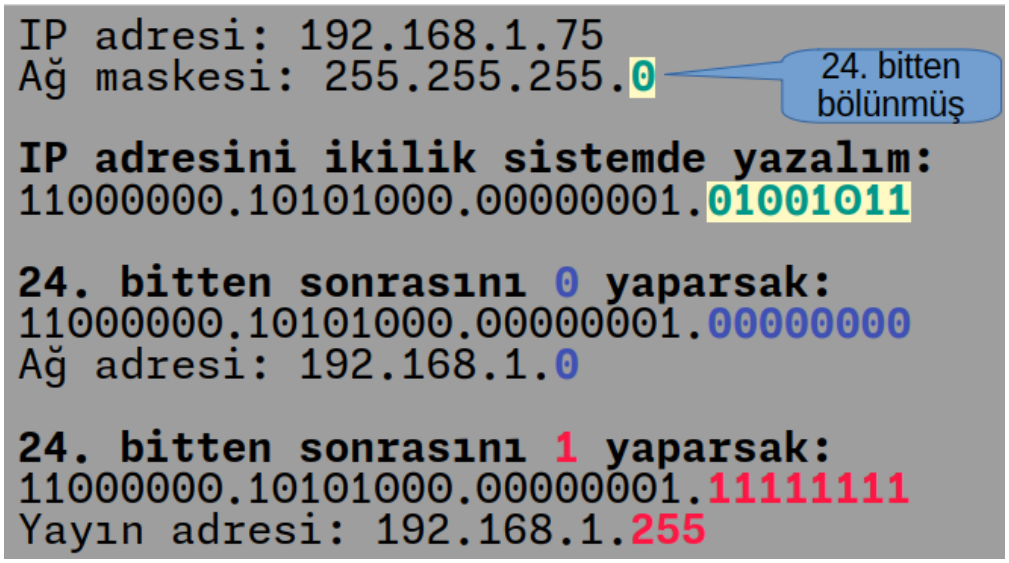
Görsel kaynağı: https://en.wikipedia.org/wiki/Mask_%28computing%29

Örnek: IP adresi `192.168.1.75` olsun. Alt ağ maskesi de `255.255.255.0` olsun. Bu ağın ağ adresini bulalım.



7.3.5 Ağ adresi ve yayın adresinin pratik hesabı

IP adresinin nereden bölündüğünü biliyorsak; **IP adresinde** bu bitten sonrası `1` yapılırsa, `yayın adresi` ni buluruz. Aynı bitleri `0` yaptığımızda ise `ağ adresi` ni buluruz.



7.3.6 IP hesaplarında formüller ve özet

1. **IP (v4) adresleri \(32\) bitten oluşur**. Bu bitler sekizer gruplu (oktet) olarak yazılır ve okunur. Örnek: `10.170.265.44` . IP adresinin her oktetinde 8 bit bulunduğundan, hiç bir oktet 255'ten büyük olamaz. Yani az önce verdiğim IP adresi, bozuk bir IP adresidir.
2. IP adresindeki \(32\) bitin soldan itibaren \(M\) tanesi ağı tanımlar. geri kalan \(N\) tanesi de (\(N=32-M\)) hostları tanımlar. Bu iki bileşeni birbirinden ayırmanın iki yolu vardır:

- **CIDR** gösteriminde bölü işareti ("/") kullanılır. örnek: `10.5.0.100/16`
- **Maske** ile gösteriminde M tane 1, N tane 0 olacak şekilde bitler ifade edilir. Sonra 10'luk sisteme çevrilerek IP adresinin yanına yazılır. Örnek: `10.5.0.100 - 255.255.0.0`

3. Bir **ağda kaç IP** olduğunu bulmak için, bölü işaretinden sonraki bitlerin sayısına bakılır. \(N\) tane bit varsa, \(2^N\) formülü ile ağdaki IP sayısı hesaplanır.
4. Ağları alt ağlara bölmeye başlamadan önce mutlaka mevcut ağı tanımla. Nerede başlar? Nerede biter? Maskesi nedir? CIDR gösterimi nedir? Bu ağda kaç IP vardır?

5. Bir ağın **alt ağ maskesi**ni bulmak için;
   - IP adresinde, bölü'den önceki bitlerin tamamı `1` yapılır.
   - IP adresinde, bölü'den sonraki bitlerin tamamı `0` yapılır.
   - Sonra 10'luk sisteme çevrilir.
6. Bir ağın **ağ adresi**ni bulmak için;
   - IP adresinde bölü'den sonraki bitlerin tamamı 0 yapılır. Sonra 10'luk sisteme çevrilir.
7. Bir ağın **yayın adresi**ni bulmak için;
   - IP adresinde bölü'den sonraki bitlerin tamamı 1 yapılır. Sonra 10'luk sisteme çevrilir.
8. \(/N\) şeklinde verilen bir ağı 2 alt ağa bölersek, yeni ağlar \(/(N-1)\) olmuş olur. Yani bölü işareti 1 bit sağa kaymış olur. Örneğin, `/20` şeklinde bir ağı ikiye bölersek iki tane `/21` ağ oluşur. Benzer şekilde, \(/N\) şeklindeki bir ağı dörde bölersek, 2 bit kaydırmalıyız. Yani `/20` şeklindeki ağ dörde bölünürse elimizde 4 tane `/22` ağ oluşur.

7.4 Alt Ağlara Bölme

IP adresi ve ağı temsil eden bit sayısı belirli olan bir ağ, birden fazla küçük ağlara bölünebilir. Alt ağa bölme işlemi alt ağ maskesinde bit kaydırılarak yapılır. /N şeklindeki bir ağ için; /(N+1) şeklinde 1 bitlik kaydırma yapılırsa, önceki ağ ikiye bölünmüş olur. 2 bit kaydırılırsa, 4'e bölünmüş olur. Bu şekilde \(2^n\) tane alt ağ bölme işlemi yapılabilir.

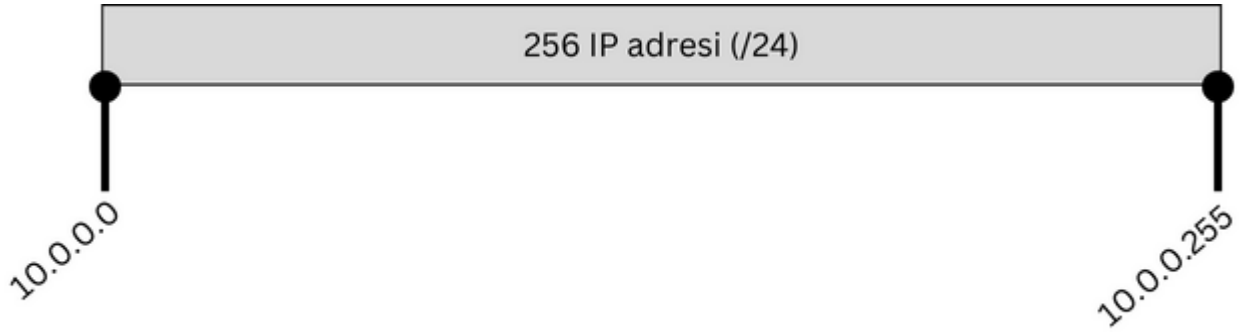
> **Not:**
>
> Çözüme geçmeden önce mutlaka bölünmemiş ağın analiz edilmesi gerekir. Başlangıç-bitiş adreslerini ve kaç IP adresi olduğunu belirlemeliyiz.

7.4.1 Örnek-1: İkiye bölme

> **İkiye bölme**
>
> 10.0.0.0/24 ağını iki ayrı ağa bölünüz.

ANALİZ

- Verilen ağ `/24` şeklindedir. Bunu ağ maskesi cinsinden yazmak istersek; 24 tane `1`, 8 tane `0` olur. Yani alt ağ maskesi `255.255.255.0` şeklindedir.
- Bu ağda hostları tanımlamak için 8 bit kullanılmıştır. Demek ki ağda \(2^8\)= `256` tane IP adresi vardır. İkiye böldüğümüzde `128` IP'lik iki ayrı ağ oluşacaktır.
- Ana ağın başlangıç noktasını belirlemek için ağ adresini bulmalıyız. Bu ağda ağ adresi `10.0.0.0` IP adresidir.
- Ana ağın son IP adresi ise yayın adresidir. Bunu hesaplarsak, `10.0.0.255` buluruz.

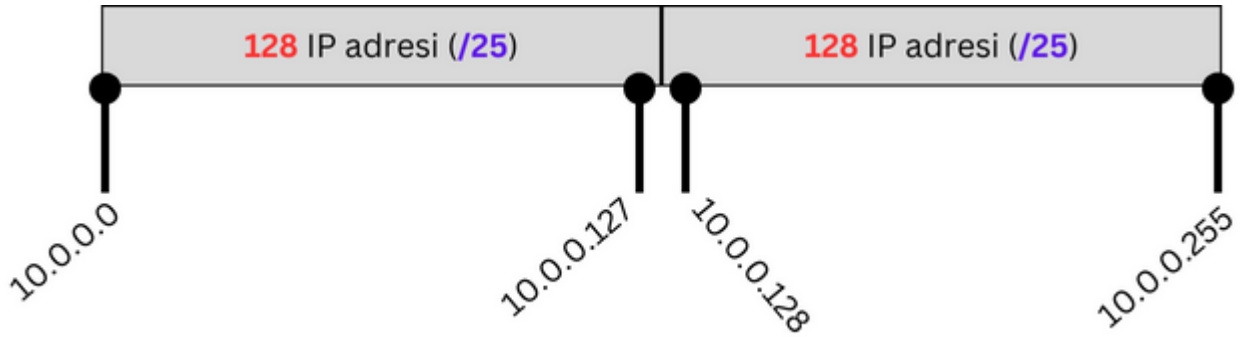


Görsel: IP adres aralığı. Bölünmeden önceki hali

ÇÖZÜM

- Ana ağın maskesini ikilik sistemde `11111111.11111111.11111111.00000000` şeklinde yazabiliriz.
- `24.` bitten bölünmüş olan ağda 1 bit kaydırma yaparsak; `25 tane 1`, `7 tane 0` olacaktır. Bu durumda ana ağı ikiye bölmüş oluruz. Her bir alt ağda \(2^7\)= `128` tane IP adresi olur.
- Ağ bölündükten sonra 1. alt ağın başlangıç adresi (ağ adresi), ana ağın ağ adresi ile aynı olacaktır. Buna göre tabloyu oluşturabiliriz.

	Ağ adresi	Yayın adresi	Ağ maskesi	IP sayısı	Host sayısı
1. ağ	10.0.0.0/25	10.0.0.127	255.255.255.128	128	126
2. ağ	10.0.0.128/25	10.0.0.255	255.255.255.128	128	126



Görsel: IP adres aralığı. İkiye bölünmüş hali

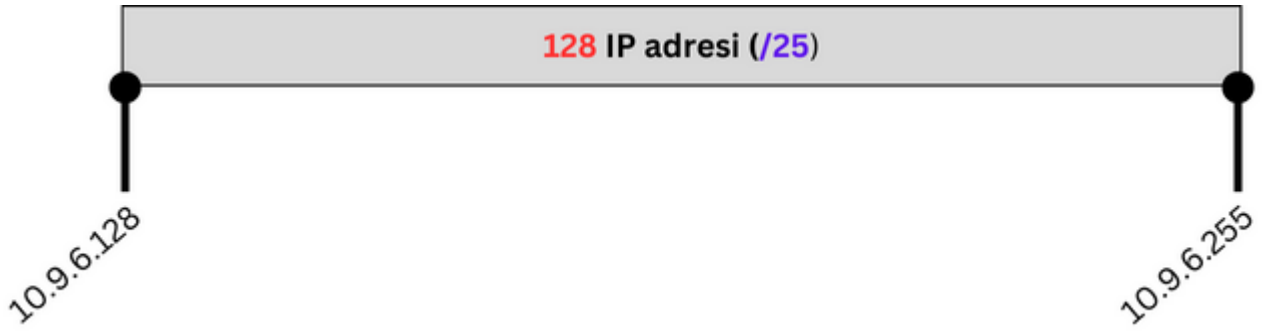
7.4.2 Örnek-2: Dörde bölme

Dörde bölme

10.9.6.200/25 şeklinde verilen bir IP adresi var. Bu IP adresinin bulunduğu ağı, 4 ayrı alt ağa bölünüz.

ANALİZ

- **Alt ağ maskesi:** Verilen ağ `/25` şeklindedir. Bunu ağ maskesi cinsinden yazmak istersek; 25 tane `1`, 7 tane `0` olur. Yani alt ağ maskesi `255.255.255.128` şeklindedir. Bunu dörde böldüğümüzde, `/27` şeklinde 4 tane alt ağ oluşacaktır.
- **Ağdaki IP sayısı:** Bu ağda hostları tanımlamak için 7 bit kullanılmıştır. Demek ki ağda \(2^7\)= `128` tane IP adresi vardır. Dörde böldüğümüzde `32` IP'lik dört ayrı ağ oluşacaktır.
- **Ağ adresi:** Ana ağın başlangıç noktasını belirlemek için, IP adresindeki 25. bitten sonrasını 0 yaparsak "10.9.6.$(10000000)_2$" olur. Bunu onluk olarak yazarsak, ağ adresini `10.9.6.128` şeklinde buluruz.
- **Yayın adresi:** Ana ağın son IP adresini hesaplamak için 25. bitten sonrasını 1 yaparsak "10.9.6.$(11111111)_2$" olur. Bunu onluk olarak yazarsak, `10.9.6.255` buluruz.

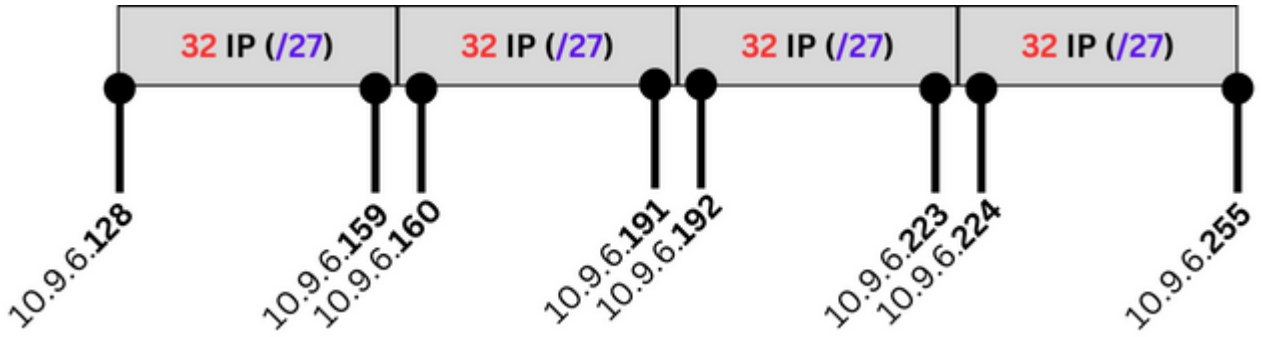


Görsel: IP adres aralığı. Bölünmeden önceki hali

ÇÖZÜM

- `25`. bitten bölünmüş olan ağda `2` bit kaydırma yaparsak; ağı dörde bölmüş oluruz (2^2=4). Alt ağların maskesinde; 27 tane 1, 5 tane 0 olacaktır. Bu durumda ana ağı dörde bölmüş oluruz. Her bir alt ağda 32 tane IP adresi olur.
- Ağ bölündükten sonra 1. alt ağın başlangıç adresi (ağ adresi), ana ağın ağ adresi ile aynı olacaktır. Buna göre tabloyu oluşturabiliriz.
- İlk ağın ilk IP adresinden itibaren, `32` ekleyerek devam edersek, bütün alt ağların ağ adreslerini bulabiliriz.

	Ağ adresi	Yayın adresi	Ağ maskesi	IP sayısı	Host sayısı
1. ağ	10.9.6.128/27	10.9.6.159	255.255.255.224	32	30
2. ağ	10.9.6.160/27	10.9.6.191	255.255.255.224	32	30
3. ağ	10.9.6.192/27	10.9.6.223	255.255.255.224	32	30
4. ağ	10.9.6.224/27	10.9.6.255	255.255.255.224	32	30



Görsel: IP adres aralığı. Bölündükten sonra

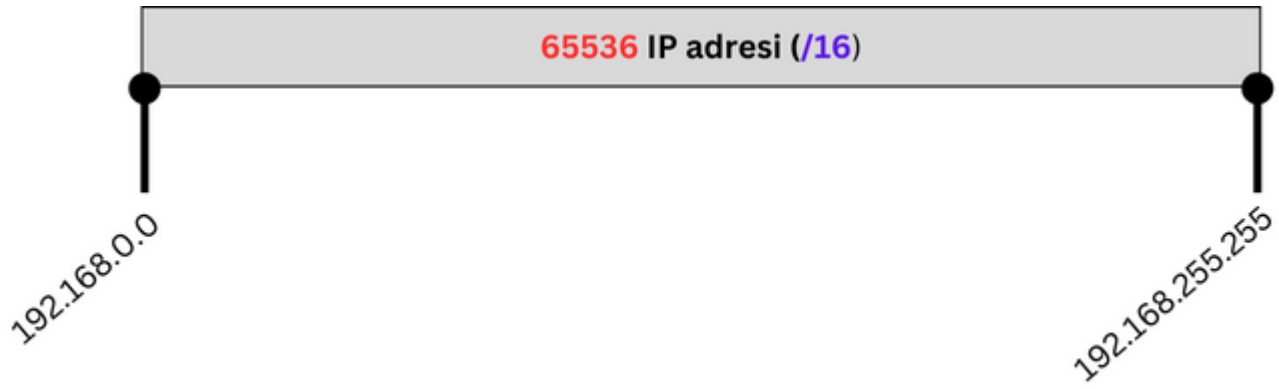
7.4.3 Örnek-3: Büyük ağları bölme

Büyük ağları bölme

192.168.1.100/16 ağını 8 alt ağa bölün. İlk ve son alt ağlar için şunları hesaplayın:
- Ağ adresi
- Yayın adresi
- Alt ağ maskesi

ANALİZ

- **Alt ağ maskesi:** Verilen ağ `/16` şeklindedir. Bunu ağ maskesi cinsinden yazmak istersek; 16 tane `1`, 16 tane `0` olur. Yani alt ağ maskesi `255.255.0.0` şeklindedir. Bunu sekize böldüğümüzde, `/19` şeklinde 8 tane alt ağ oluşacaktır.
- **Ağdaki IP sayısı:** Bu ağda hostları tanımlamak için 16 bit kullanılmıştır. Demek ki ağda \(2^16\)= `65536` tane IP adresi vardır. Sekize böldüğümüzde `8192` IP'lik sekiz ayrı ağ oluşacaktır.
- **Ağ adresi:** Ana ağın başlangıç noktasını belirlemek için, IP adresindeki 16. bitten sonrasını 0 yaparsak `192.168.0.0` olur.
- **Yayın adresi:** Ana ağın son IP adresini hesaplamak için 16. bitten sonrasını 1 yaparsak `192.168.255.255` olur.

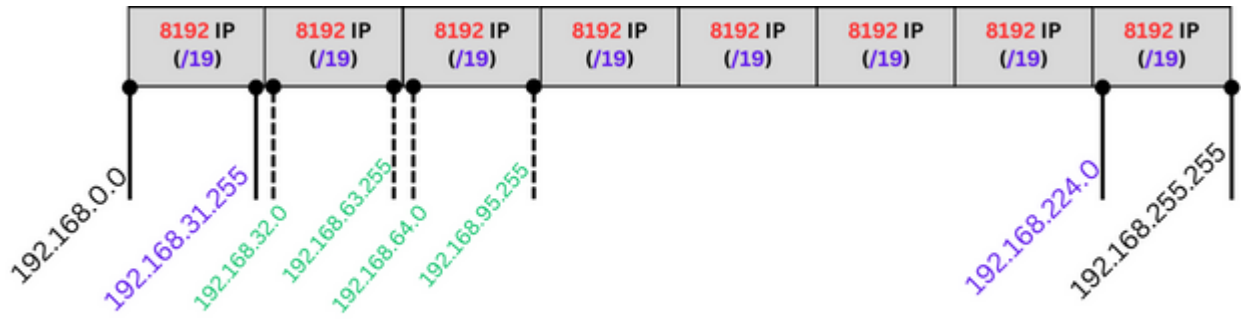


Görsel: IP adres aralığı. Bölünmeden önceki hali

> **Not:**
>
> Küçük ağlarda alt ağları hesaplamak için, örneğin 32'şer ilerleyerek kolayca hesaplayabiliyoruz. Ancak büyük ağlarda 8192 ekleyerek gitmek çok kolay olmayacak. Bu örneğin öncekilerden farklı yanı budur. Aşağıdaki çözüme dikkat ediniz.

ÇÖZÜM

- `16` . bitten bölünmüş olan ağda `3` bit kaydırma yaparsak; ağı sekize bölmüş oluruz (2^3=8). Alt ağların maskesinde; 19 tane 1, 13 tane 0 olacaktır. Bu durumda ana ağı sekize bölmüş oluruz. Her bir alt ağda 8192 tane (2^{13}) IP adresi olur.
- Ağ bölündükten sonra **1. alt ağın başlangıç adresi** (ağ adresi), ana ağın ağ adresi ile aynı olacaktır: `192.168.0.0`
- **Son alt ağın yayın adresi** de ana ağın yayın adresi ile aynı olacaktır: `192.168.255.255`
- Birinci alt ağın yayın adresini bulmak için, bu alt ağ içindeki herhangi bir IP adresini örnek olarak alıp, 19. bitten sonrasını 1 yapabiliriz. Elimizde zaten bu alt ağdan bir IP adresi var. 192.168.0.0 IP adresi hem bölünmemiş ana ağın, hem de bölündükten sonraki ilk alt ağın bir parçasıdır. Eğer /16 olarak düşünülürse, ana ağın bir parçası olarak hesaplanabilir. /19 olarak düşündüğümüzde ise 8192 IP adresine sahip olan 1. alt ağa ait bir IP adresidir. 192.168.0.0 IP adresinin 19. bitten sonrasını 1 yaparsak **birinci alt ağın yayın adresi**ni buluruz:
192.168.(00011111.11111111)$_2$ = `192.168.31.255`
- Üstteki maddeye benzer şekilde; son alt ağdan 1 IP adresini alıp bunun ağ adresini (/19 olarak) hesaplarsak, son alt ağın ağ adresini bulmuş oluruz. Bu nedenle son alt ağa ait olan 192.168.255.255 IP adresinin 19. bitten sonrasını 0 yaparsak **son alt ağın ağ adresi**ni buluruz:
192.168.(11100000.00000000)$_2$ = `192.168.224.0`
- Yeni oluşan küçük ağların alt ağ maskesini hesaplamak için /19 olan ifadeyi ikilik sistemde yazmalıyız:
(11111111.11111111.11100000.00000000)$_2$ = `255.255.224.0`



Görsel: IP adres aralığı. Bölündükten sonra

Görsel üzerinde siyah ile işaretlenen IP adresleri zaten ilk analizde bulunmuştu. Mavi ile işaretlenenler, soruda istenen ve çözümde bulduğumuz IP adresleri. Yeşil ile işaretlenenler soruda istenmiyordu ama birkaç tanesini göstermek istedim şekil üzerinde de. Soruda istenen verileri yeniden tablo halinde yazalım:

	Ağ adresi	Yayın adresi	Ağ maskesi
1. ağ	192.168.0.0/19	192.168.31.255	255.255.224.0
8. ağ	192.168.224.0/19	192.168.255.255	255.255.224.0

7.4.4 Örnek-4: Farklı büyüklüklerde alt ağlar

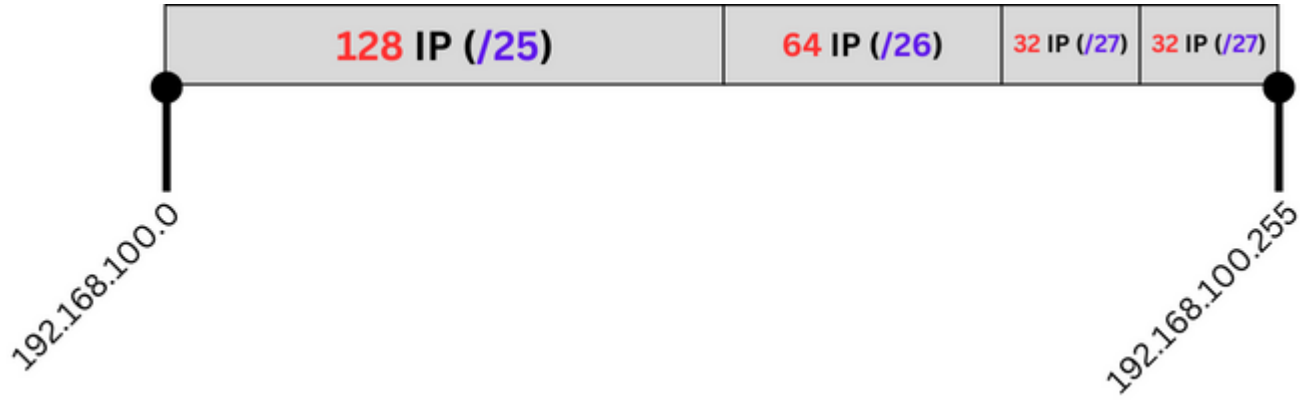
Farklı büyüklüklerde alt ağlar

Bir şirkete 192.168.100.0/24 şeklinde IP aralığı tahsis edilmiştir. Şekilde sistem yöneticisi ağdaki aşırı yayın trafiğinin sorun çıkardığını düşünerek ağı alt ağlara bölmek istiyor. Birimlerin PC sayısı aşağıdaki gibidir.

Teknik birim=70, Pazarlama=40, Muhasebe=20, İdari birim=25

ANALİZ

- **Alt ağ maskesi:** Verilen ağ `/14` şeklindedir. Bunu ağ maskesi cinsinden yazmak istersek; `255.255.0.0` şeklindedir.
- **Ağdaki IP sayısı:** Ağda \(2^8\)= `256` tane IP adresi vardır.
- **Ağ adresi:** IP adresindeki 24. bitten sonrasını 0 yaparsak `192.168.100.0/24` olur.
- **Yayın adresi:** Ana ağın son IP adresini hesaplamak için 16. bitten sonrasını 1 yaparsak `192.168.100.255` olur.
- Her birim için 2^n formülüne göre optimum ağ büyüklüklerini yazalım:
  Teknik: $2^7 = 128$
  Pazarlama : $2^6 = 64$
  Muhasebe: $2^5 = 32$
  İdari: $2^5 = 32$
- Ağları alt ağlara bölerken iki eşit parçaya bölündüğünü biliyoruz. Burada ise farklı boyutlarda ağ ihtiyacı var. Normalde bu tarz bir uygulama pek olmamaktadır. Ancak verilen soru özellikle hazırlanmıştır. Önce ağı ikiye bölerek 2x128 ağ yapılabilir. Sonra bu alt ağlardan birisi yeniden ikiye bölünerek 128+64+64 şeklinde 3 ağ yapılabilir. BU 64'lerden birisi bir daha ikiye bölünürse 128+64+32+32 şeklinde 4 tane alt ağ elde edebiliriz. Bu da tam örneğe uygun hale gelmektedir.



Görsel: bölünme sonrası durum

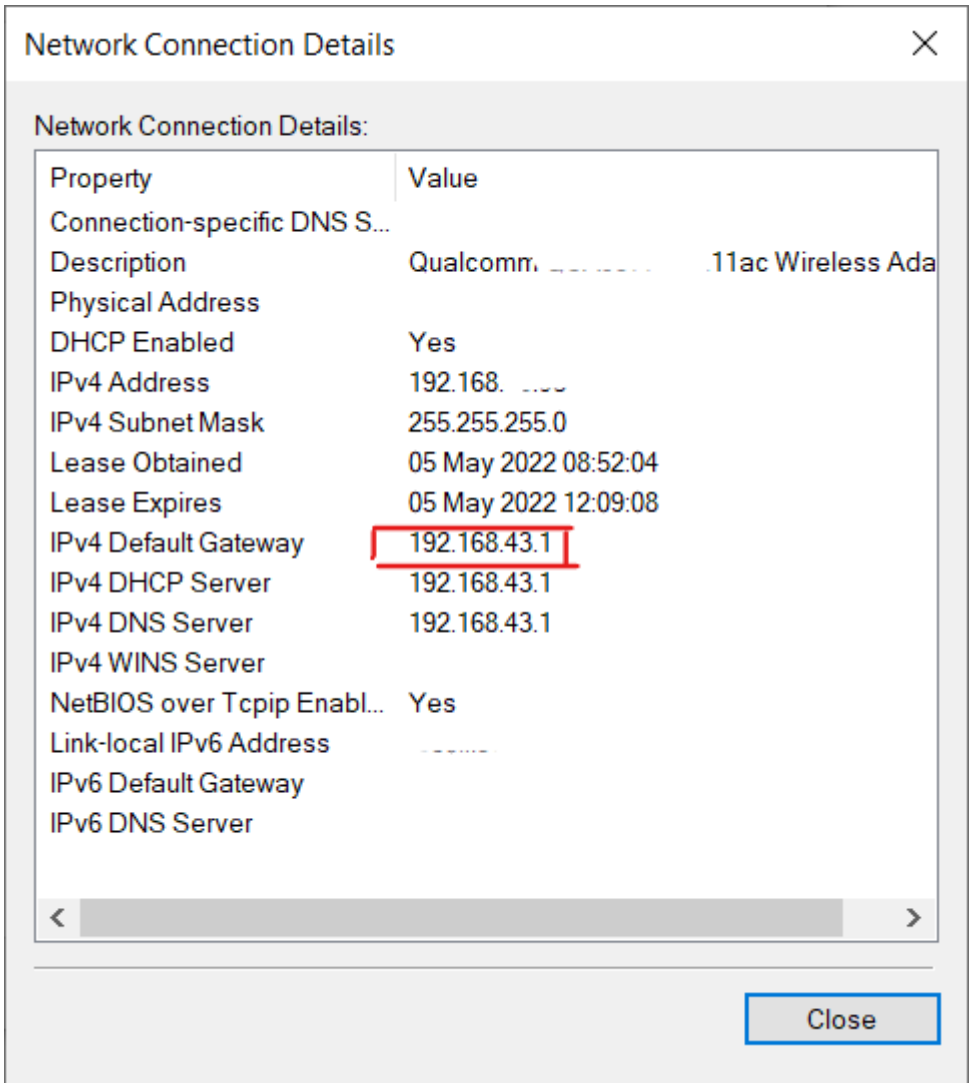
ÇÖZÜM

Çözümü size bırakıyorum.

7.4.5 Çalışma soruları

1. /17 şeklinde gösterilen ağın maskesi nedir?
2. IP adresi 10.10.0.0 ve alt ağ maskesi 255.255.0.0 olan bir bilgisayarın bulunduğu ağda kaç IP olabilir?
3. 255.255.255.224 şeklindeki alt ağ maskesi olan bir ağda kaç host olabilir?
4. 192.168.1.0/8 ağını ikiye bölün.
5. 172.16.172.220/26 ağını ikiye bölün.
6. 10.0.0.0/8 ağını 16'ya bölün. Sadece ilk alt ağ için ağ adresi, yayın adresi, alt ağ maskesi değerlerini hesaplayın.
7. 10.0.0.0/29 ağını ikiye bölün.
8. 10.50.100.200/25 şeklinde IP adresi tahsis edilmiş bir bilgisayarın ağ adresi ve yayın adresi nedir?

7.5 Ağ Geçidi IP Adresleri



Görsel: Windows bilgisayarda ağ geçidi IP adresi

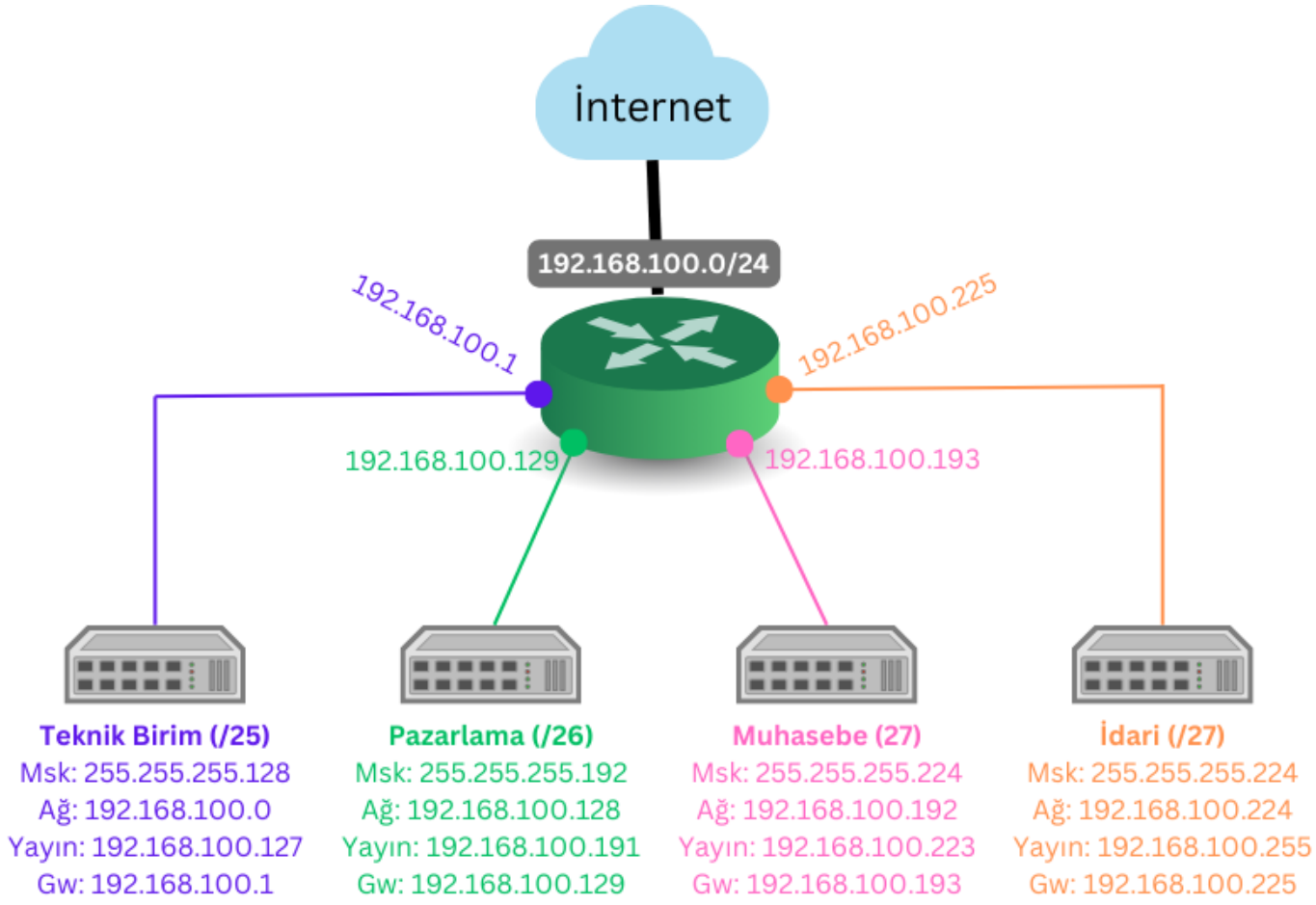
Aynı ağdaki bilgisayarlar, kendi aralarında 2. katmanda MAC adresleri ile haberleşirler. Farklı bir ağdaki IP adresi ile iletişim kurmak istediklerinde, ilk gitmeleri gereken yer, kendi ağ geçidi olarak bildikleri IP adresidir. Ağ geçidi, bir ağdaki bilgisayarların diğer ağlara gidebilmesi için geçmeleri gereken kapıya denir.

Genellikle her ağda yalnızca 1 tane ağ geçidi olur. Bu da IP adresleri ile beraber bilgisayarlara otomatik olarak gönderilir. Özel durumlarda ağlarda birden fazla ağ geçidi olabilir. Bu tarz durumlarda hangi hedeflere giderken hangi ağ geçidinden geçmesi gerektiğini belirten "yönlendirme tablosu" kullanılır.

Her ağ için; ilk IP adresinin ağ adresi, son IP adresinin yayın adresi olduğunu biliyoruz. Kural olmamakla birlikte, genel teamüllere göre, ağ adresinden sonraki ilk IP adresi (kullanılabilecek ilk host adresi) ağ geçidi olarak belirlenir.

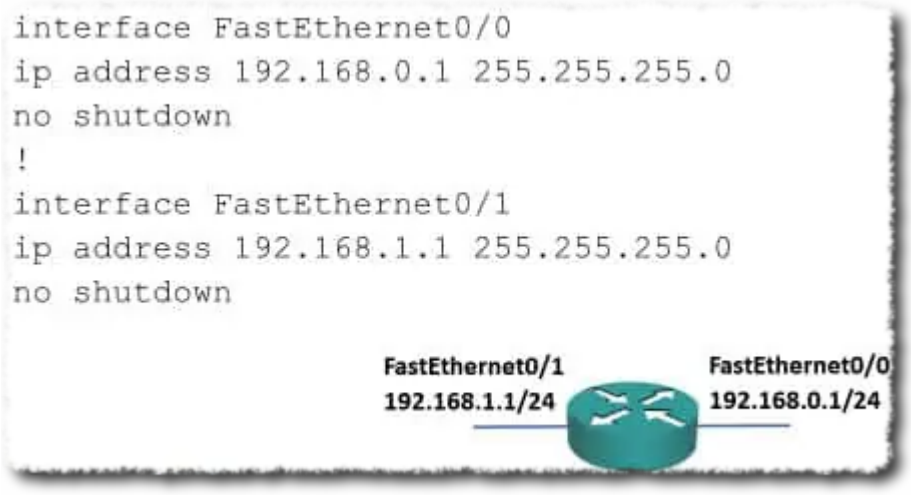
> **Ağ geçidi IP adresi**
>
> Ağ geçidi IP adresi, her bir ağın doğrudan bağlı olduğu yönlendirici arayüzünde (interface, ağ arabirimi, port, ethernet kartı, NIC[*Network Interface Card*]) tanımlı olan IP adresi olmak zorundadır.

Yukarıdaki örnek için ağ geçidi bilgileri aşağıdaki görselde verilmiştir. Her ağın kullanılabilir ilk host adresi "ağ geçidi" IP adresi olarak yönlendiricinin ilgili bacağına (NIC) verilmiştir. Yönlendiricinin WAN bacağı ise internet bağlantısı olarak kullanılmaktadır. Bu bacakta 256 IP adresi tanımlıdır.



Görsel: Önceki örneğin ağ bilgileri

Aşağıdaki görselde, Cisco yönlendiricilerde bir bacağa (NIC, Ethernet kartı, port) IP adresinin nasıl verildiği görülmektedir. Görselde verilen yönlendiricide iki NIC vardır: `FastEthernet 0/1` ve `FastEthernet 1/1` şeklinde. Bu iki interface'e IP adresi verilebilmesi için yapılması gereken konfig te aynı görselin üst kısmındaki metinlerde verilmiştir.

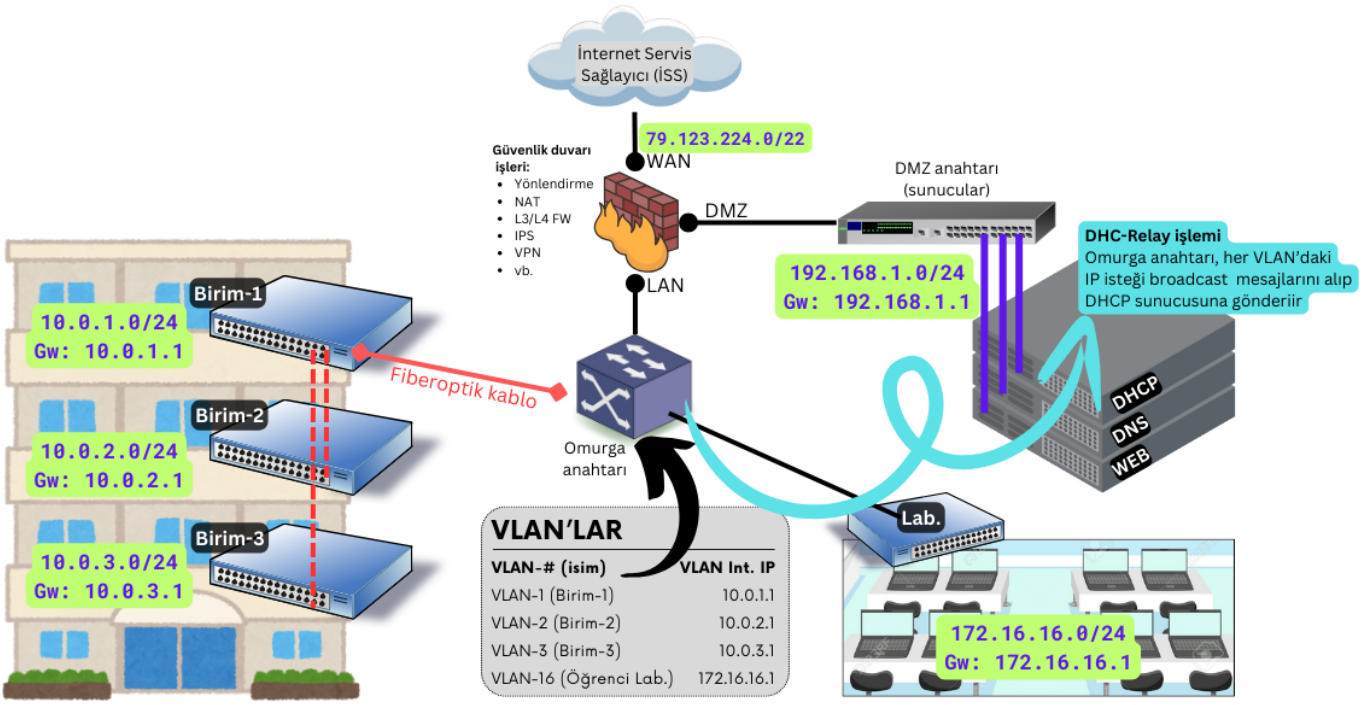


Görsel kaynağı: https://www.flackbox.com/cisco-basic-router-switch-configuration

Aşağıdaki görselde kurumlarda güncel durumda kullanılan standart bir topoloji verilmiştir. Artık bulut tabanlı çözümlere geçilmeye başladığı için birçok kurumda fiziksek sunucu bile bulunmamaktadır. Ancak kendi veri merkezi olan ve sunucusu olan

kurumlar bu tarz bir yapı kullanmaktadır. Bu görsele ilaveten istenirse; IPS, WAF, traffic shaper, NAC, vb. birçok sistem eklenebilir. Ancak sade olması için minimal çizim yapılmıştır. Görselde birkaç noktayı vurgulayabiliriz:

1. Güvenlik duvarının 3 bacağı (*interface, NIC, port, Ethernet kartı. Hepsi aynı anlamda.*) var: LAN, WAN ve DMZ. İstenirse bu bölgelerin sayısı arttırılabilir.
2. Hem LAN'lar hem de VLAN'lar kullanılıyor.
3. VLAN'lar omurga anahtarında oluşturulmuş. Her VLAN'ın bir interface'i (sanal NIC) var. Bu interface'lere IP adresi verilmiş. Her VLAN'daki her bilgisayarın da ağ geçidi bu IP adresleri olarak kullanılıyor.
4. Herhangi bir VLAN veya LAN'da bir PC IP almak istediğinde, "Ortamda DHCP sunucusu var mı?" (`discovery`) diye bir broadcast mesajı gönderiyor. Bu mesaj sadece kendi ağındaki IP'lere gidiyor. Bu IP'lere kendi ağ geçidi de dahil. Ağ geçidi olan cihaz da (*bu topoloji için omurga anahtarı*) bu mesajı alıp DHCP sunucuya aktarıyor. Gelen cevabı (`offer`) ilgili PC'ye geri gönderiyor. Bir IP alma isteğinin, başka bir ağdaki sunucuya iletilmesi işlemine DHCP relay denir. DHCP relay işlemini; anahtar, yönlendirici ya da ağdaki herhangi bir PC yapabilir.
5. Sunucu bölgesinde otomatik IP kullanılmayabilir. Elle yönetmek çok zor olmaz, hatta "elle IP vermek" hataları da azaltabilir. Ancak kullanıcı bilgisayarlarında her zaman otomatik IP kullanırız.
6. DHCP sunucusuna bir "IP isteği" mesajı geldiğinde, sunucu bu mesaja 4 temel veri içeren bir cevap döndürür: IP adresi, alt ağ maskesi, ağ geçidi, DNS sunucu IP adresi. İstenirse bunlara ilave başka veriler de gönderilebilir: NTP server, TFTP server, vb.
7. Evlerde kullandığımız xDSL modemler buradaki bir çok işi tek başına yapıyor: Protokol çevirme, yönlendirme, NAT, güvenlik duvarı, switching, Wifi Access point, traffic shaping, vb.



Kurumlarda kullanılan güncel topoloji

Aşağıdaki görselde Cisco cihazlarda yapılan bir DHCP-relay işlemi gösterilmiştir. Görseldeki 50.0.0.10 IP adresi, o network'ün DHCP server IP adresidir.

```
Router(config)#interface fastethernet 0/1
Router(config-if)#ip helper-address 50.0.0.10
Router(config-if)#exit
```

Görsel: Cisco DHCP relay işlemi

7.6 İki Bilgisayar Aynı Ağda Mı?

İki bilgisayar aynı ağda mı?

A bilgisayarı; iletişim kurmak istediği B bilgisayarı ile aynı ağda olup olmadığını anlamak için, B nin IP adresiyle kendi ağ maskesini çarpar. Çıkan sonucu kendi ağ adresiyle karşılaştırır.

7.6.1 Örnek-5

Örnek-5

10.0.0.127/24 ve 10.0.0.128/24 IP adreslerinin, birbirleri ile haberleşebilmek için ağ geçidine ihtiyaçları var mıdır?

A'nın B ile haberleşmesi :

B'nin IP adresi 10.0.0.128
A'nın ağ maskesi x 10.0.0.128
10.0.0.0

Çıkan sonuç A'nın ağ adresiyle aynı olduğundan haberleşirler.

A'nın C ile haberleşmesi :

C'nin IP adresi 10.0.0.254
A'nın ağ maskesi x 10.0.0.128
10.0.0.128

Çıkan sonuç A'nın ağ adresiyle aynı olmadığından haberleşemezler.

8. IP Yönlendirme

IP’nin yönlendirilebilir olması protokolün en güçlü özelliğidir. Çok sayıda iletişim protokolü mevcut olmasına rağmen IP’nin yönlendirilebilir esnek yapısı internetin temel dili olmasını sağlamıştır. Yönlendirme işlemini "Yönlendirici(Router)" yapar.

Yönlendirme Tablosunda

1. Kaynak
2. Hedef(Ip ve Maske)
3. Ağ Geçidi
4. Ara Birim(Interface)
5. Ölçüt(Metrik)

Yönlendirme Tablosu

Yönlendirme Tablosu

8.1 STATİK YÖNLENDİRME

Ağ yöneticisi tarafından elle sabit olarak yazılır.Genellikle yönlendiricisi ve yönlendirme işlemi çok fazla olmayan ağlarda kullanılır.Yönlendirme tablolarının güncellemesi ağdaki fiziksel değişikliklere göre yeniden elle yapılmalıdır.

Statik Yönlendirme

Statik Yönlendirme

8.2 DİNAMİK YÖNLENDİRME

Yönlendirme algoritmaları tarafından hesaplanarak bulunur. Ağ yöneticisi tarafından önceden bazı filtreler ve tanımlamalar yapılmalıdır. Ağda değişiklik olduğunda yollar otomatik olarak düzeltilir. En yaygın yönlendirme algoritmaları OSPF, BGP, RIP şeklindedir.

Dinamik Yönlendirme1

Dinamik Yönlendirme1

şekildeki ağın sağlıklı çalışabilmesi için ..... sağlanmalıdır

Dinamik Yönlendirme2

Dinamik Yönlendirme2

1. C’nin E1 bacağı ile A aynı ağda olmalıdır.
2. C’nin E2 bacağı ile B aynı ağda olmalıdır.
3. A’nin ağ geçidi C’nin E1 bacağındaki IP olmadır.
4. B’nın ağ geçidi C’nin E2 bacağındaki IP olmalıdır.
5. C’ye IP yönlendirme komutu verilmelidir.

Yönlendirme tablosunda birbirini kapsayan kurallar var ise bunlar küçükten büyüğe sıra ie değerlendirilir.

Dinamik Yönlendirme3

Dinamik Yönlendirme3

Örnek trafik 10.0.0.5 IP'yi google götürmek üzere /26 kullanır. Gerçi hepsini kapsıyor ondan en küçüğün kabul eder. 10.0.0.199 google göstermek için /24 kullanır.

Dinamik Yönlendirme4

Dinamik Yönlendirme4

Yönlendirme Tablosu

A → B	10.0.1.0/24	10.0.2.0/24	E2
B → A	10.0.2.0/24	10.0.1.0/24	E1
(A+B) →	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	E3

Tablo XXX

NOT: Yönlendiriciler de kendisine doğrudan bağlıdan (directly connected) ağlar için genellikle yönlendirme çünkü doğrudan bağlı olan bütün ağlar tanırlar.

Directly Connected	Eklenmesi Gerekenler
A→ 1,2	A→ 3,5,b } 3 satır kural eklemesi gerekiyor
B→ 2,3,4	A→ 1,5,b } 3 satır
c→ 1,2	A→ 1,3 } 2 satır

Tablo XXX

9. Bilgisayar Ağları Modelleme

Bu başlıkta simülatör ve emülatör kavramları açıklanmaya çalışılıp örnek uygulamalar verilecektir.

9.1 Simülatör & Emülatör

Bilgisayar üzerinde bir ağı modellemek için; simülatör ve emülatör şeklinde iki tür program kullanılmaktadır:

Simülatör: Gerçek ortamdaki sistemler ile (çok benzese de) birebir aynı şekilde çalışmaz. Uçuş simülatörleri buna örnek gösterilebilir. Gerçek sistemlerde kullanılan donanımların üzerindeki yazılımlar bunda kullanılmaz, simülatörlerde kullanılan sanal cihazlarda özel geliştirilmiş ve kısıtlı yazılımlar çalışır. Ayrık zamanda çalışır: gerçek hayatta binlerce saat sürecek bir işlem 1 saniyede yapılabilir; gerçek hayatta 1ms içerisinde biten bir eylem saniyelerce sürecek şekilde yavaşlatılabilir.

Emülatör: Gerçek cihazlarda kullanılan yazılımlar doğrudan burada da çalıştırılır. Virtualbox üzerinde Windows çalıştırmak için, gerçek Windows kurulumu yaptığımızı hatırlayın. Donanımlar sanallaştırılır ama donanımlar üzerinde gerçek yazılımlar (işletim sistemleri) kullanılır. Gerçek zamanda çalışır.

Simülatör ve emülatör kavramlarını bilgisayar ağları konusu özelinde özetlemeye çalışalım.

İnternet'in ortak dilinin IP olması gibi, bilgisayar ağlarında ortak donanım da Cisco firmasının ürünleridir. Pazara erken girmiş olması, ürünlerinin kaliteli olması, geniş ürün yelpazesi olması, bol miktarda dokümanı olması, kullanıcı sayısının çok olması, vb. nedenlerle bilgisayar ağları çalışan hemen herkes Cisco cihazlara hakim olmaktadır. Bu nedenle, ağ modelleme programlarında öncelikle Cisco cihazlara (yönlendirici, anahtar, vb.) destek sağlanmaktadır.

Emülatör uygulamalarında, -*simülatörlerden farklı olarak*- gerçek Cisco işletim sistemi kullanılması gerekmektedir. Gerçek işletim sistemi kullanıldığı için, gerçek cihazlarla yapılan fiziksel ağ uygulamalarına çok yakın bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Bunun en büyük dezavantajı ise Cisco işletim sistemleri ücretli olduğu için ilave maliyet çıkarmasıdır. Diğer taraftan; bu işletim sistemlerinin İnternet'in yeraltı dünyasında yaygınlaşması gibi illegal durumlara da sebebiyet vermektedir.

9.2 Ağ Modelleme Platformları (Ücretsiz Olanlar)

9.2.1 Cisco Packet Tracer

Cisco firması tarafından geliştirilmektedir. Cisco'nun Networking Academy adı altında vermiş olduğu eğitimlerde katılımcılara verilmektedir. Bunun haricinde satışı bulunmamaktadır. Simülatör tarzında bir uygulamadır.

Cisco Packet Tracer arayüzü. Sol tarafta "mantıksal", sağ tarafta "fiziksel" görünüm

Cisco Packet Tracer arayüzü. Sol tarafta "mantıksal", sağ tarafta "fiziksel" görünüm

Kataloğunda Sadece Cisco firmasına ait ürünler bulunmaktadır. Yönlendirici, anahtar, kablosuz erişim noktası, IP telefon sistemler, vb. farklı türde ürünler kullanılabilmektedir. Linux ve Windows sürümleri bulunmaktadır. Program kurulduğunda, ilave bir işlem yapmaya gerek kalmadan tüm özellikleri ile aktif halde olmaktadır. Program içerisinde oluşturulan sanal cihazların gerçek hayat ile bağlantısı yapılamamaktadır. Sadece klasik bilgisayar ağları değil, üst katmanlarda da uygulama gerçekleştirilebilmektedir. Sanal sunucu cihazı üzerinden HTTP, DNS, e-posta sunucuları gibi servisler de simüle edilebilmektedir.

9.2.2 GNS3 (Graphical Network Simulator 3)

Cisco'nun kendi cihazları için tasarladığı IOS isimli işletim sistemlerini kullanır. Bu IOS'lerden GNS3 içerisine en az 1 tane dahil edilmelidir. Bu IOS'leri elde etmek için yasal bir yol malesef bulunmamaktadır. Cisco müşterisi olanlar WEB üzerinden indirebilmektedir. Bunun haricinde satışı bulunmamaktadır. VirtualBox PC'leri bunun içine dahil edilebilmektedir. Gerçek yönlendirici imajları ve gerçek sanal bilgisayarlar kullandığından oldukça gerçekçi bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Cisco

sertifikasyon sınavlarına hazırlananlar için de kullanışlıdır. Programın önemli bir özelliği de sanal ağda kullanılan sanal makinaların Host-PC (fiziksel bilgisayar) üzerinden internet'e çıkabilmesidir.

GNS3 arayüzü içindeki yönlendiricinin konsolu

GNS3 arayüzü içindeki yönlendiricinin konsolu

9.2.3 CORE (Common Open Resource Emulator)

Linux ve BSD üzerinde çalışıyor. Windows üzerinde sanal bilgisayarda çalıştırılabiliyor. Hatta kendi sitesinde, VmWare Player için hazır imajları da var. CORE içindeki her bir sanal PC'de Linux çalışıyor. Sanal ağ üzerinde lazım olan tüm işlevleri bu Linux'lar vasıtasıyla gerçekleştirilebiliyor. DHCP sunucusu, yönlendirici hizmeti, WEB sunucusu, vb. tüm işlevler Linux platformları üzerinden sağlanabiliyor. Yönlendirici olarak Cisco kullanma alışkanlığı olanlar, bir sanal Linux üzerine Quagga kurarak, onu sahte Cisco yönlendiriciye çevirebilirler.

Sanal ağı, gerçek ağa bağlayarak internet'e çıkarma özelliği bulunmaktadır. Büyük projelerde kullanmak üzere dağıtık hesaplama desteği de bulunmaktadır. Örneğin; elinizde 3 tane fiziksel PC varsa ve 200 tane node'dan oluşan sanal bir ağ kullanmak istiyorsanız, node'ları iki fiziksel PC'ye paylaştırabilir, 1 PC'yi de GUI amacı ile kullanabilirsiniz. Phyton ile script yazılabildiğini de belirtelim.

CORE ekran görüntüsü

CORE ekran görüntüsü

9.2.4 Diğerleri

- **NS2:** http://www.isi.edu/nsnam/ns/
- **NS3:** https://www.nsnam.org/ (NS2'nin devamı olarak yapılmasına rağmen geriye doğru uyumluluğu olmadığından ayrı bir yazılım olarak değerlendiriliyor)

- **Cloonix**: http://clownix.net Açık kaynaklı. KVM sanal makine desteği var.
- **IMUNES**: http://www.imunes.net Açık kaynaklı. FreeBSD üzerinde çalışıyor. Sanal makinede çalıştırılabilir.
- **OMNeT++**: http://www.omnetpp.org/
- **Marionnet**: http://www.marionnet.org/EN/
- **Mininet**: http://www.mininet.org
- **Netkit:** http://wiki.netkit.org
- **Psimulator2:** http://code.google.com/p/psimulator/
- **Virtualsquare:** http://wiki.virtualsquare.org/wiki/index.php/Main_Page
- **VNX and VNUML:** http://www.dit.upm.es/vnx
- **OPNET (Ücretli):** http://www.riverbed.com/products/performance-management-control/opnet.html

9.3 CORE İle Uygulama

9.3.1 Genel Bilgiler

1. Linux'ta çalışyor. Konteyner kullanıyor.
2. As an emulator, CORE builds a representation of a real computer network that runs in real time, as opposed to simulation.
3. The live-running emulation can be connected to physical networks and routers.
4. It provides an environment for running real applications and protocols, taking advantage of tools provided by the Linux operating system.

Kullanım alanları: 1. network and protocol research 2. demonstrations 3. application and platform testing 4. evaluating networking scenarios 5. security studies 6. and increasing the size of physical test networks.

Mimari
Çok sayıda bileşenden oluşuyor. Hepsini ayrı ayrı kurmaya gerek yok, otomasyon betiği kendisi kuruyor.

9.3.2 Kurulum

1. https://coreemu.github.io/core/install.html
2. Emülasyonda kullanılacak cihaz sayısına göre CPU ve bellek ihtiyacı var.
3. Ubuntu ve Centos destekleniyor ama diğer Linux'lara da kurulabilir. Centos 8 üzerine kurdum. Ubuntuda hatırlamadığım sorunlar yaşadım. Çok ta uğraşmadım.

9.3.3 Arayüz tanıtımı

1. Save/open
2. Canvas size, Wallpaper
3. View/show

9.3.4 Uygulamalar

1. ping
2. ifconfig
3. traceroute
4. nmap
5. netstat
6. tcpdump
7. iperf3

10. Kaynaklar

1. http://www.brianlinkletter.com/open-source-network-simulators/
2. http://www.finmars.co.uk/blog/4-evaluating-network-simulation-tools
3. http://nil.uniza.sk/network-simulation-and-modelling/network-simulators-list

11. Deneme Tahtası

11.1 Material for MkDocs

https://squidfunk.github.io/mkdocs-material/reference/

11.2 Callouts eklentisi

https://squidfunk.github.io/mkdocs-material/reference/admonitions/#classic-admonitions-docsstylesheetsextracss

Writing custom titles

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla et euismod nulla. Curabitur feugiat, tortor non consequat finibus, justo purus auctor massa, nec semper lorem quam in massa.

Writing custom titles

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla et euismod nulla. Curabitur feugiat, tortor non consequat finibus, justo purus auctor massa, nec semper lorem quam in massa.

Note

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla et euismod nulla. Curabitur feugiat, tortor non consequat finibus, justo purus auctor massa, nec semper lorem quam in massa.

11.3 PlantUML Grafiği

```
Alice -> Bob
```

```
@startuml sign_in_sequence

title "Sign In Sequence Diagram"

actor User
participant "@action authenticate" as authenticate
entity User as UserModel

User -> authenticate: {"email": email, "password": password}
```

11.4 Mermaid Grafiği

```
graph LR
    hello --> world
    world --> again
    again --> hello
```

```
graph LR
  A[Start] --> B{Error?};
  B -->|Yes| C[Hmm...];
  C --> D[Debug];
  D --> B;
  B ---->|No| E[Yay!];
```

11.5 Formül denemesi

math kütüphanesi

11.5.1 Satır içi formül

When \(a \ne 0\), there are two solutions to \(ax^2 + bx + c = 0\) and they are

11.5.2 Satır arası formül

```
\[ x = {-b \pm \sqrt{b^2-4ac} \over 2a} \]
```

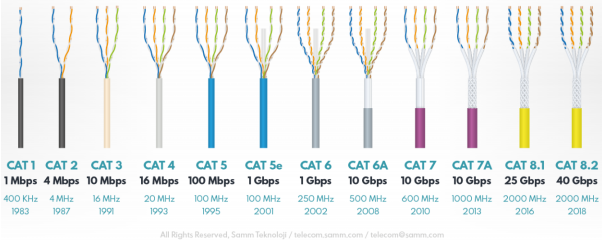
11.6 Dipnot ve sözlük kullanımı

IP, bps, RF ve OSI[1] gibi ifadeler sözlük şeklinde kullanılabilir. BSEU MF.

11.7 Görsel kullanımı

Boyut kullanılabiliyor. Başlık ta kullanılabiliyor ama VSCode'da görünmüyor, yazımı da pek güzel değil.

11.7.1 Görselde boyut kullanma



Görsel kaynağı: https://telecom.samm.com/history-of-ethernet-lan-cables-categories

11.7.2 Görselde başlık metni kullanımı

Görsel kaynağı: https://www.electricalvolt.com/how-to-crimp-rj45-connector/

12. Son başlık.

..

1. OSI -Open Systems Interconnection- modeli ISO tarafından geliştirilmiştir. ↵