



KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

Linux Ağ Yönetimi

14. Hafta – Linux'ta Ağ Oluşturma



Yrd. Doç. Dr. A. Burak İNNER

Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği
Yapay Zeka ve Benzetim Sistemleri Ar-Ge Lab.
<http://yapbenzet.kocaeli.edu.tr>

Neden Ağ Bağlantısı ??

Ağ, Linux Kullanıcıları / geliştiricileri için çok önemli bir araçtır

- İnternete bağlanabilmek için makinemizi kurun
- Makine bilgilerinizi tanımlayın (arabirimler / IP Adresi / ...)
- Dosyaları uzak makinelere / uzak makinalara kopyala
- Dosyaları web'den / web'den kopyala
- Uzak bir makineye uzaktan erişme
- Ve diğer önemli görevler

Neden Ağ Bağlantısı ??

Gömülü bir geliştirici için, ağ daha da önemlidir.

Gömülü Sistemler normalde ekran olmadan gelir ve bir ana makine aracılığıyla ona bağlanmamız gerekir.

Gömülü olan hedefe aşağıdakiler için bağlanmamız gerekecek:

- Günlükleri okuma
- Programı hata ayıklama
- Bazı yapılandırma dosyalarını ayarlama
- Yeni resim yüklemek



Yani...

Gömülü bir kullanıcıya / geliştiriciye ağ oluşturma iki ana amacı hedeflemektedir

Uzak bir makineye veya internete bağlanma

Bu genellikle bir Ethernet bağlantısı kullanılarak yapılır

Katıştırılmış hedefe bir ana makine bağlayın

Bu, örneğin;

- JTAG Connection
- Serial Console Connection
- Ethernet Connection

Ağ Temelleri

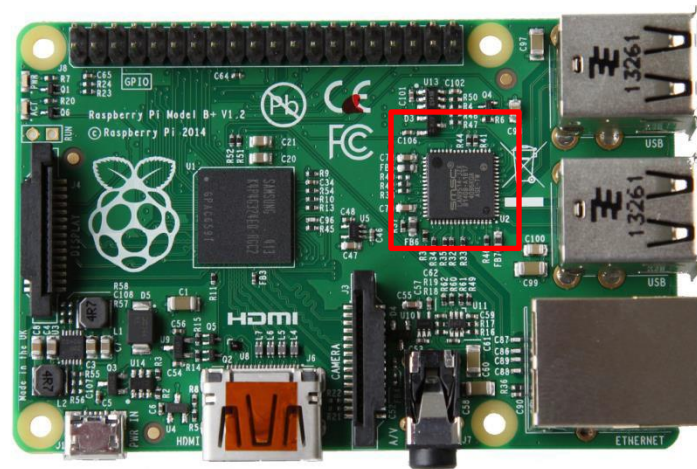
Ađ Arayüzleri

Bilgisayar / kart bir veya daha fazla ađ arayüzüne sahip olabilir
Donanım'da, bu,

- Ethernet NIC kartı
- WiFi bağlantı noktası

Linux'ta, her arabirim bir ada sahiptir,

- (eth0, eth1, ...)



Ağ Arayüzlerini Gösterme(ifconfig Komutu)

\$ ifconfig

\$ ifconfig <arayüz adı> [up/down]

Bu komut, arayüzlerin gösterilmesi ve yönetilmesinden sorumludur
Sistemdeki arabirimleri göstermek için

\$ ifconfig

\$ ifconfig -s (Soyut bir açıklama gösterir)

Belirli bir arabirim hakkındaki bilgileri göstermek için ise

\$ ifconfig eth1 kullanılır

Etkinleştirmek / devre dışı bırakmak içinse

\$ ifconfig eth1 up

\$ ifconfig eth2 down kullanılır

Ağ Arayüzlerini Gösterme(ifconfig Komutu)

```
linuxagyonetimi@ubuntu:~$ ifconfig
enp0s3: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.2.15 netmask 255.255.255.0 broadcast 10.0.2.255
    inet6 fe80::a00:27ff:fe6f:1c22 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 08:00:27:6f:1c:22 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 12 bytes 5074 (5.0 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 31 bytes 3147 (3.1 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 326 bytes 24184 (24.1 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 326 bytes 24184 (24.1 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

linuxagyonetimi@ubuntu:~$ _
```


MAC adresi

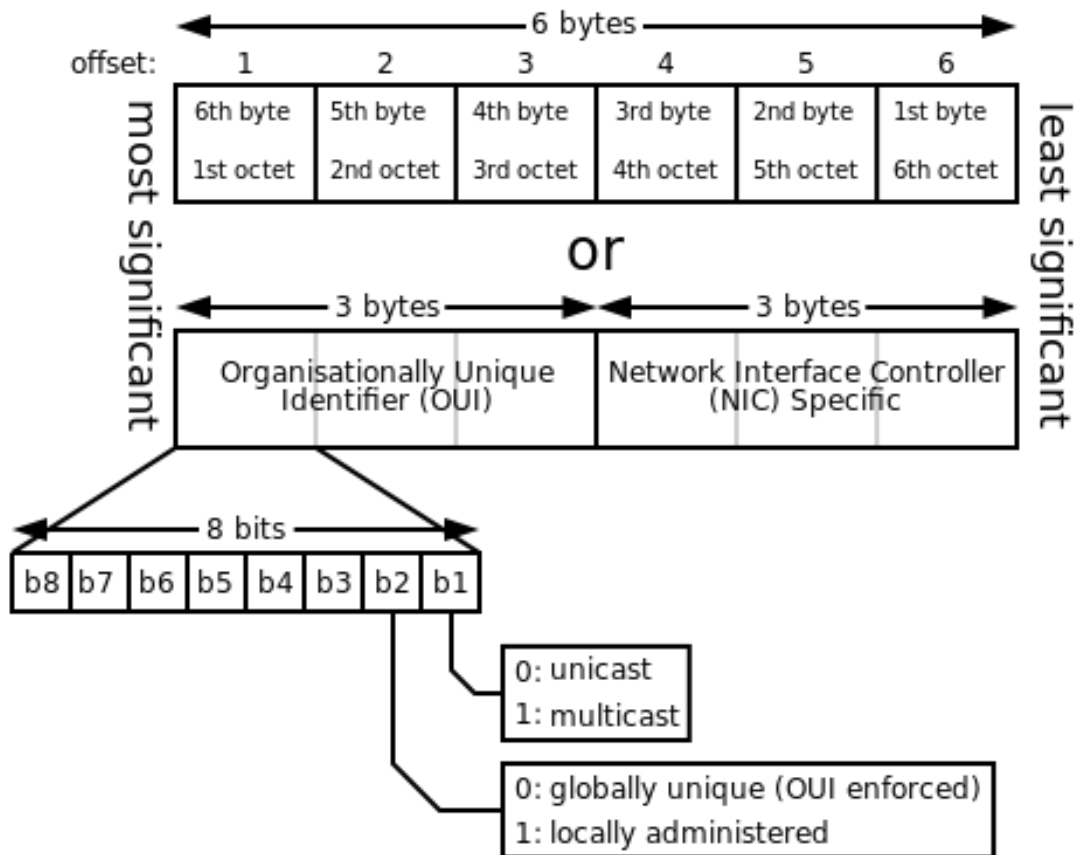
- MAC adresine ayrıca Donanım Adresi
- Her bir NIC kartı için benzersiz bir adres (üretici tarafından belirlenir)
- Aşağıdaki gibi onaltılık biçimde (4 bitlik rakamlar) yazılan 48 bitlik bir sayıdır,

68: 05: CA: 03: 19: 9C

Not:

- Onaltılık format, her 4 biti tek bir haneye dönüştüren bir formattır
4 bit 16 kombinasyon gerektirdiğinden (0 - 15 arası değerleri alır)
- Rakamlar (0-9, A, B, C, D, E, F) kullanılır
- Buna göre, MAC adresi 48 bit olduğundan, 12 onaltılık basamak

MAC addressi



MAC adresi

Manufacturer = Intel

00:0C:F1:AC:34:F1

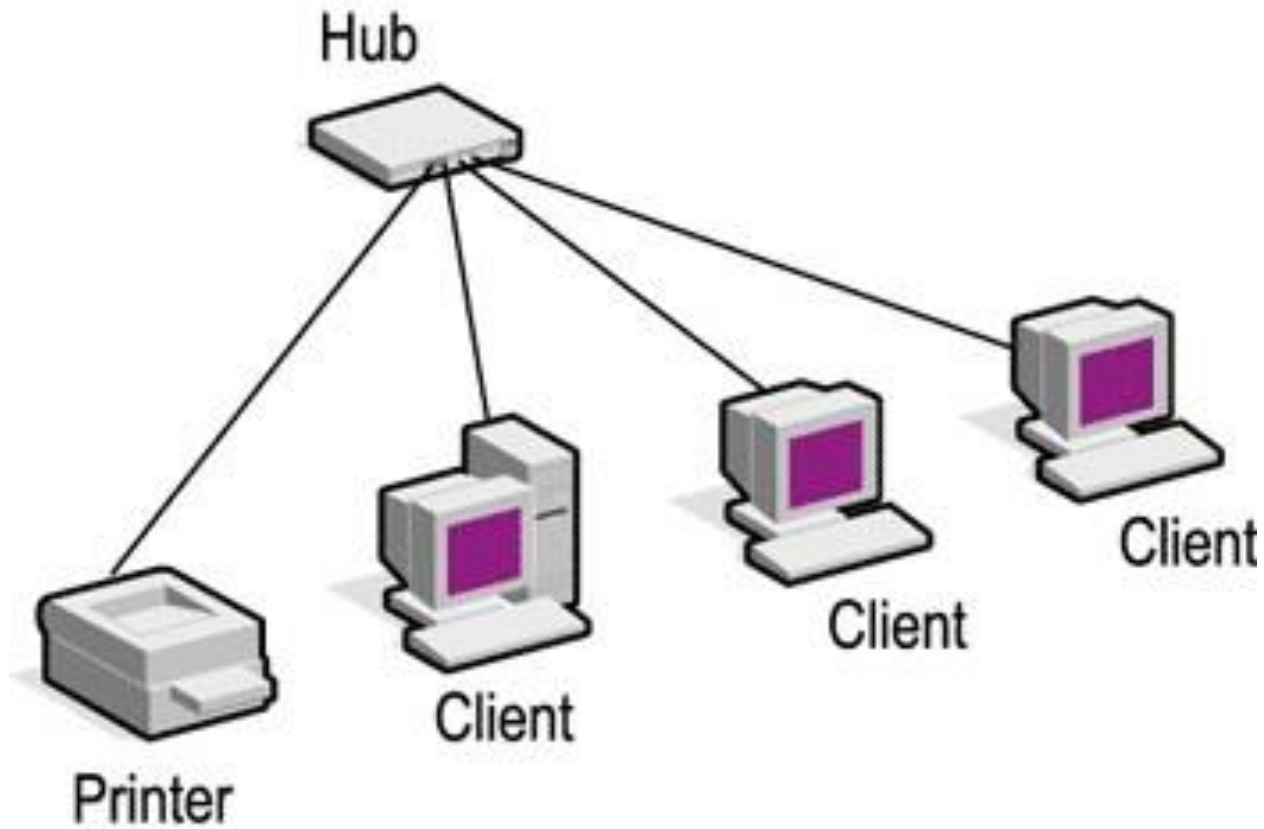
0000:0000

Unicast Address

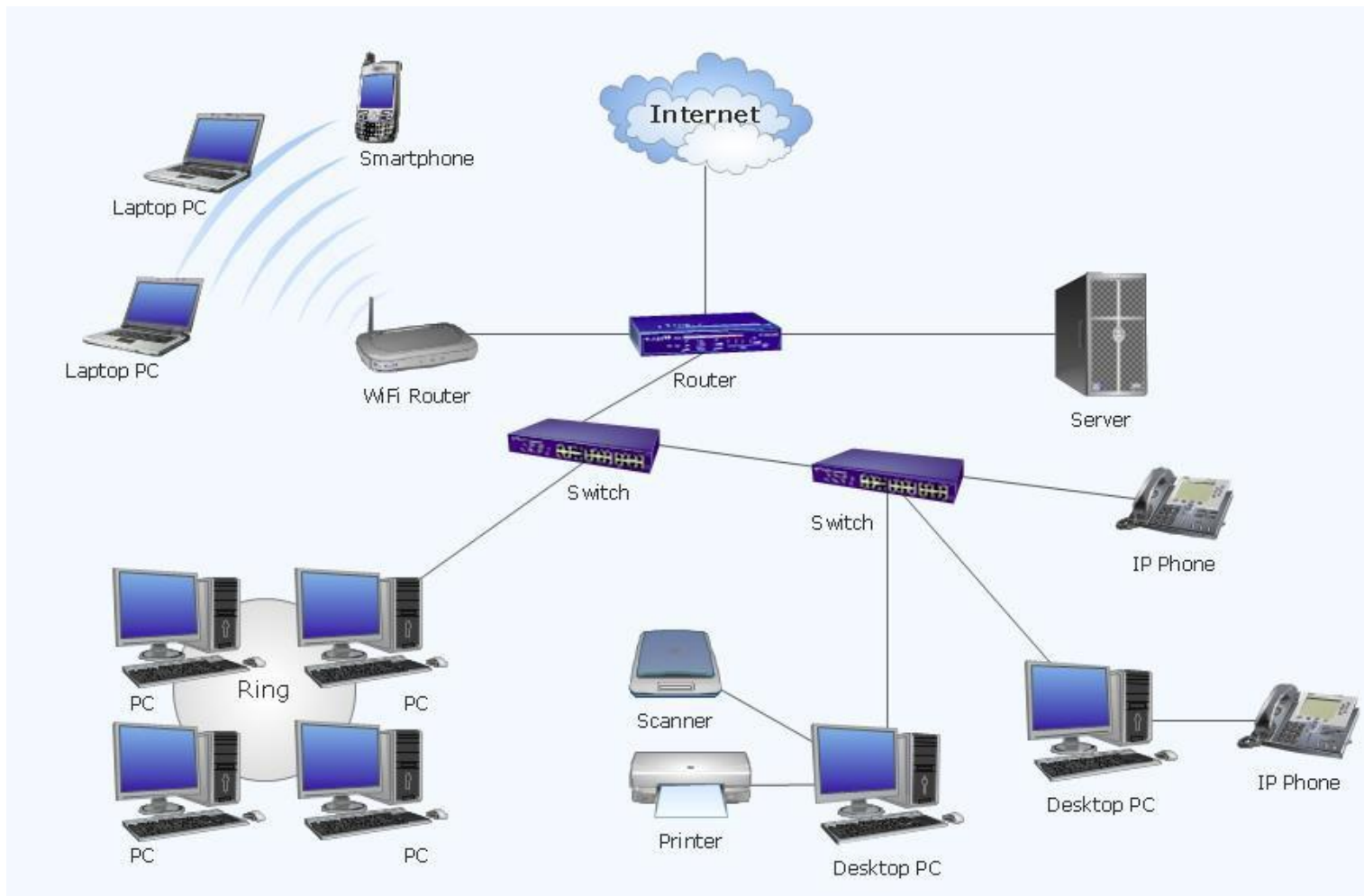
Globally Unique



Yerel Ağ Bağlantısı



Gerçek Bir Ağ



Gerçek Bir Ağ

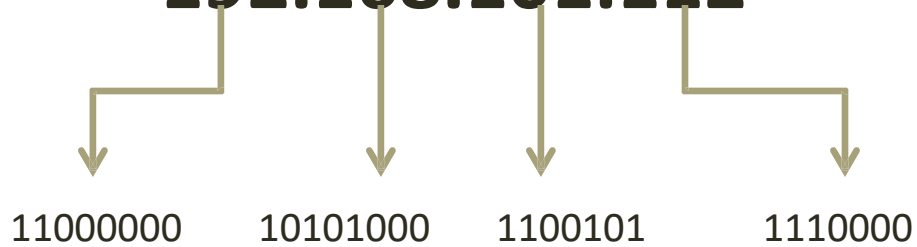
Daha gerçekçi bir ağda, tüm bilgisayar aynı LAN'da bulunmaz,

- Cihazlar arasındaki mesafe sınırı
 - Farklı gereksinim türleri (Kablolu / kablosuz / ...)
 - Aygıtları gruplar halinde izole etmek gerekiyor
 - Diğer...
-
- Dolayısıyla, tipik bir ağ, birbirine bazı yönlendirme cihazlarıyla birbirine bağlı bir LAN grupundan oluşur
 - Her LAN içerisinde MAC adresi bu LAN içindeki iletişim için kullanılır
 - Bununla birlikte, MAC Adresi artık farklı LAN'lardaki cihazlar arasında iletişim kurmak için yeterli değildir ve daha global bir adresleme şemasına ihtiyacımız var.
 - Buna, IP adresini kullanan ağ adresleme adı verilir.

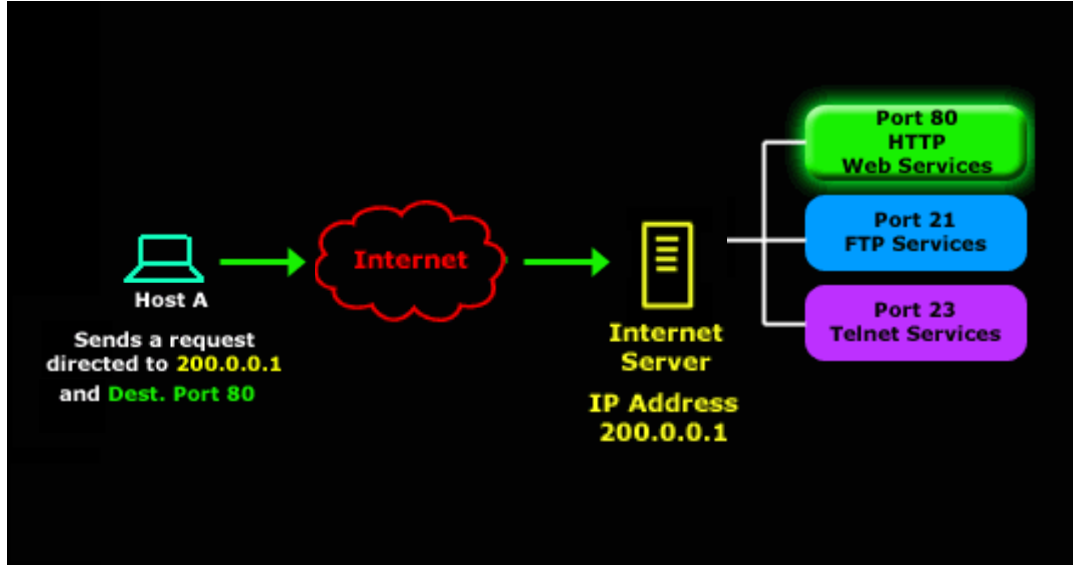
- Ağdaki bir makinadaki herhangi bir ağ arabirimi,
 - IP Adresi Bazen arabirimin birden fazla IP-Adresi olabilir
- IP adresi, bir nokta ile ayrılmış 4 sayıdan (0-255) oluşur
- Örnek:
192.168.101.112
 - Bu varsayılarak, IPv4'ü kullanıyoruz, başka bir sürüm de IPv6'dır.
 - Farklı bir formata sahip 0-255 arasındaki numaranın 8 bitlik bir sayı olduğunu unutmayın

IP Adresi

192.168.101.112



IP Adresi Yeterli Mi?

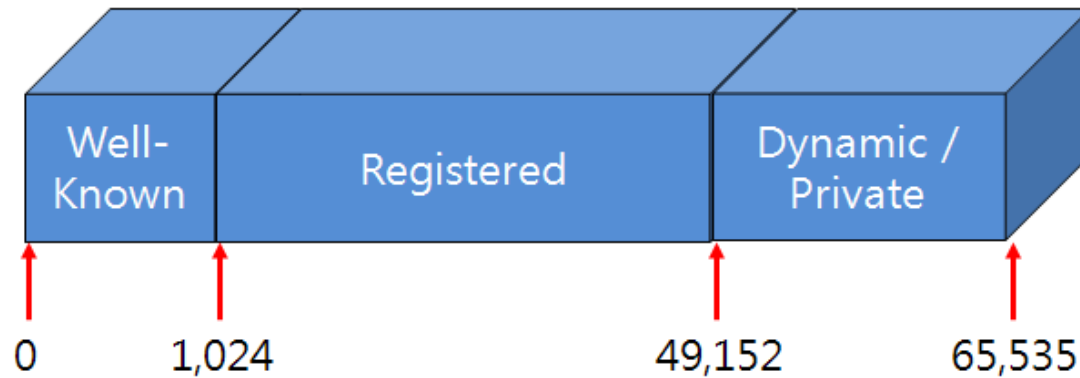


Bağlantı noktası numaraları, aynı IP Adresi içindeki farklı hizmetleri tanımlar

Her bağlantının hem kaynak bağlantı noktası hem de hedef bağlantı noktası numaraları olacaktır.

Port numaraları

Port Number (0~65,535)

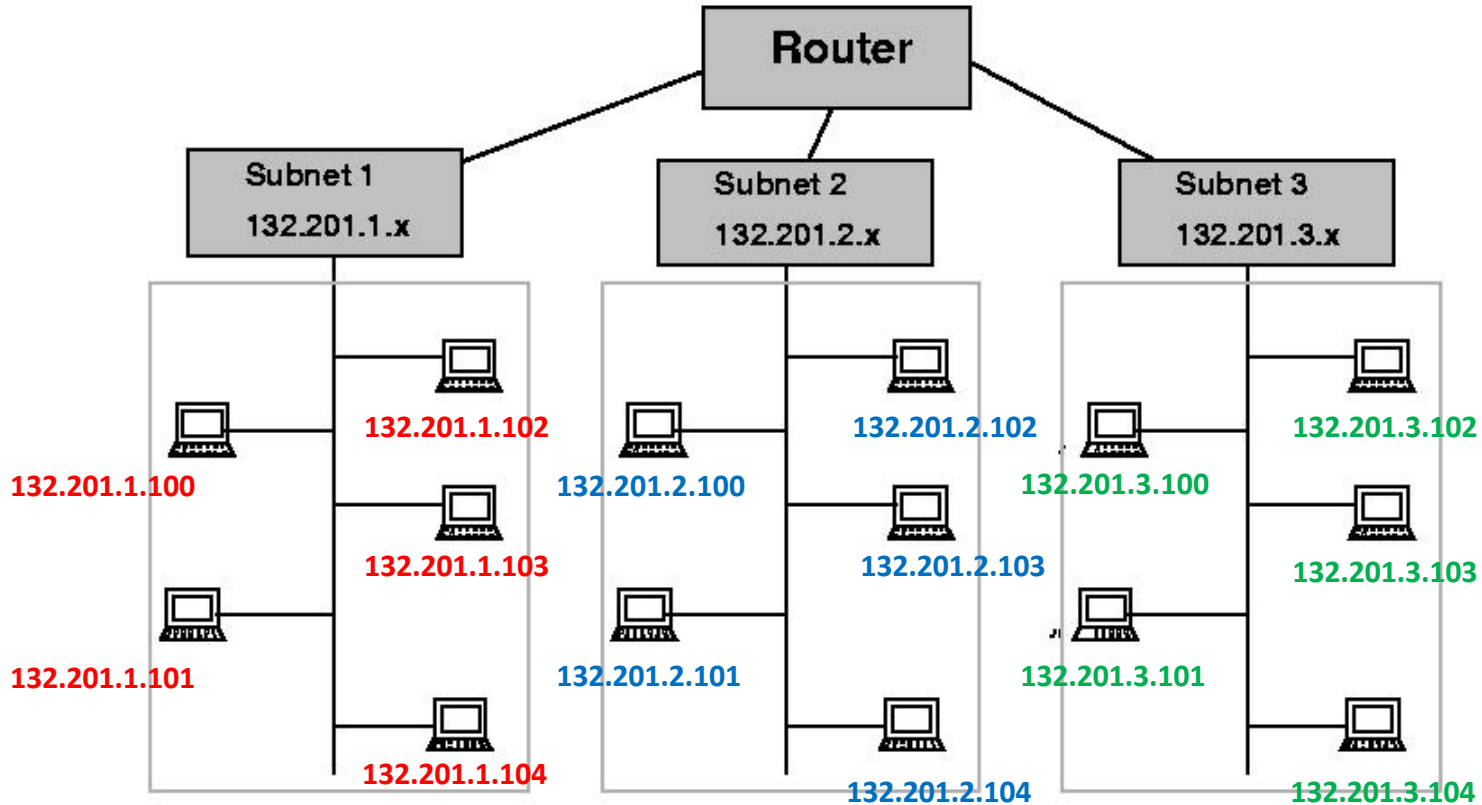


Some Well Know Port Numbers	Services
21	FTP
22	SSH
23	Telnet
25	SMTP
53	DNS
80	HTTP
110	POP3
143	IMAP

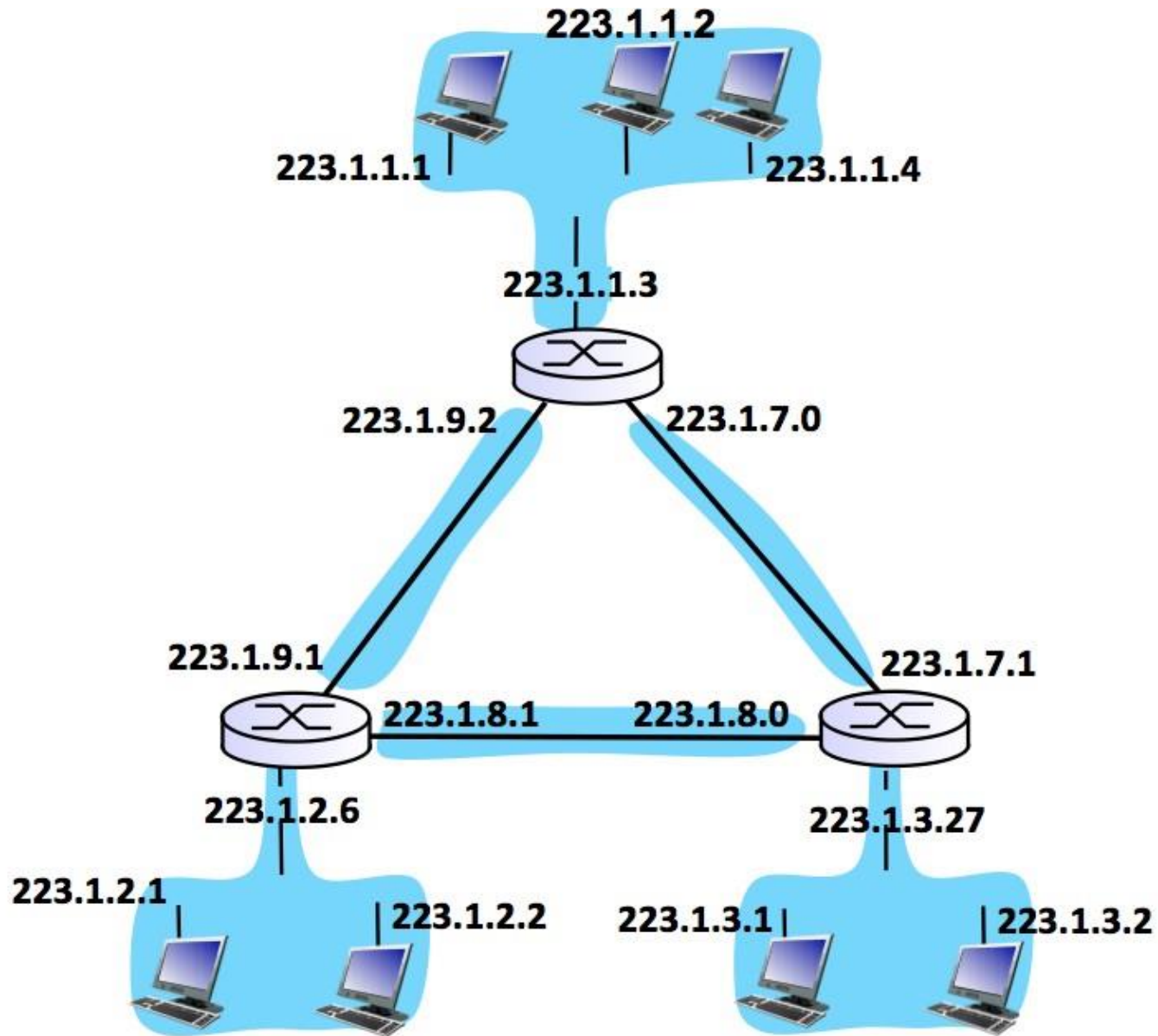
Subnet

Yönlendirmeyi kolaylaştırmak için,

- makineleri küçük ağlara (alt ağlar) böler
- Alt ağlar, IP adresinin üst kısmını paylaşır



Subnet

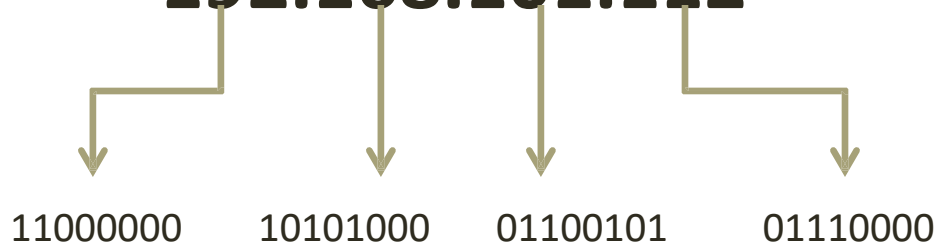


Subnet

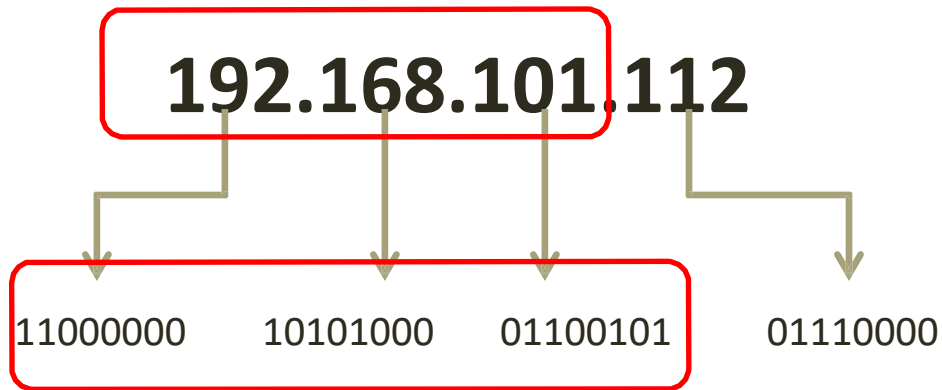
- Aynı alt ağdaki ağ arabirimleri, IP adresinin üst kısmını paylaşır ve alt bölümde farklılık gösterir
- Alt ağ içinde paylaşılan bit sayısı alt ağ boyutunu kontrol eder
 - Örneğin, alt ağda paylaşılan üst 24 bit'imiz varsa (3 bayt), alt ağa sahip arabirimler yalnızca 8 bitten farklı olabilir; bu da maksimum 256 adrese yol açar
- Paylaşılan kısım yalnızca 20 bit'e indirildiği takdirde, değiştirilecek 12 bitimiz olur, bu da 4096 farklı adrese yol açar
- İçindeki arayüzler arasında paylaşılan IP Adresinin parçası alt ağ, **alt ağ maskesi(subnet mask)** olarak ifade edilir

Subnet Mask

192.168.101.112



Subnet Mask

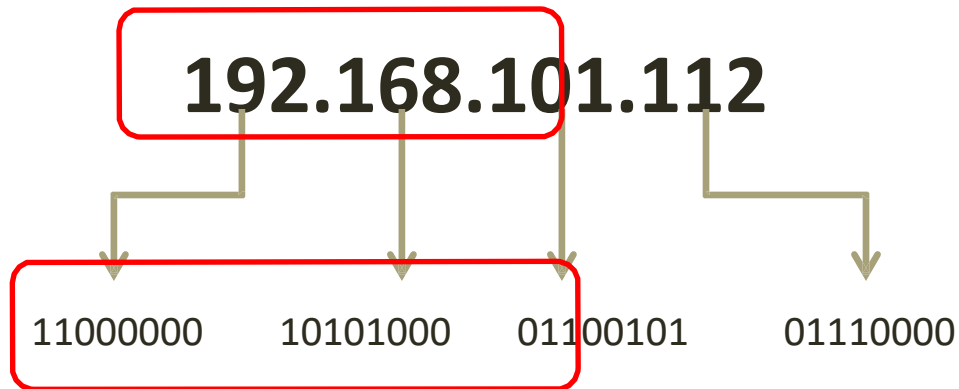


Subnet Address : 192.168.101.0

Subnet Mask : 255.255.255.0

Address : 192.168.101.112/24

Subnet Mask

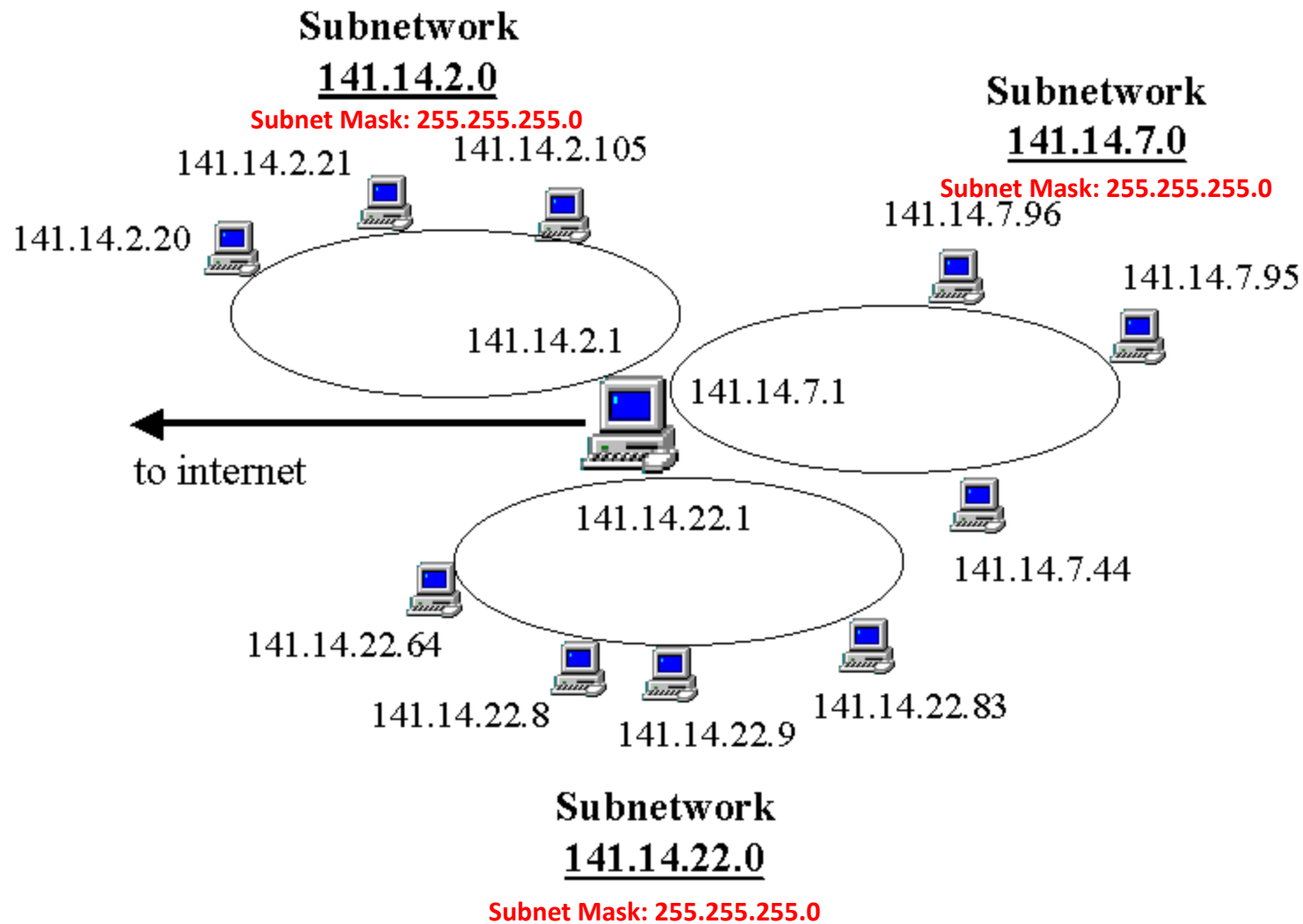


Subnet Address : 192.168.96.0

Subnet Mask : 255.255.240.0

Address : 192.168.101.112/19

Subnet Mask



Dotted Decimal Subnet Mask	Binary Subnet Mask	Slash Notation	Number of host bits	Hosts Possible 2 ⁿ -
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8	24	16777214
255.128.0.0	11111111.10000000.00000000.00000000	/19	23	8388606
255.192.0.0	11111111.11000000.00000000.00000000	/10	22	4194302
255.224.0.0	11111111.11100000.00000000.00000000	/11	21	2097150
255.240.0.0	11111111.11110000.00000000.00000000	/12	20	1048574
255.248.0.0	11111111.11111000.00000000.00000000	/13	19	524286
255.252.0.0	11111111.11111100.00000000.00000000	/14	18	262142
255.254.0.0	11111111.11111110.00000000.00000000	/15	17	131070
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16	16	65534
255.255.128.0	11111111.11111111.10000000.00000000	/17	15	32766
255.255.192.0	11111111.11111111.11000000.00000000	/18	14	16382
255.255.224.0	11111111.11111111.11100000.00000000	/19	13	8190
255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000	/20	12	4094
255.255.248.0	11111111.11111111.11111000.00000000	/21	11	2046
255.255.252.0	11111111.11111111.11111100.00000000	/22	10	1022
255.255.254.0	11111111.11111111.11111110.00000000	/23	9	510
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24	8	254
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25	7	126
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26	6	62
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27	5	30
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28	4	14
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29	3	6
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30	2	2

Show Subnet Mask(ifconfig Command)

```
umut@Ubuntu-PC: ~  
umut@Ubuntu-PC:~$ clear  
umut@Ubuntu-PC:~$ ifconfig  
enp1s0    Link encap:Ethernet  HWaddr 68:f7:28:34:b6:02  
          UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1  
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0  
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0  
          collisions:0 txqueuelen:1000  
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)  
  
lo        Link encap:Local Loopback  
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0  
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host  
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1  
          RX packets:15717 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0  
          TX packets:15717 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0  
          collisions:0 txqueuelen:1  
          RX bytes:2132501 (2.1 MB)  TX bytes:2132501 (2.1 MB)  
  
wlp2s0    Link encap:Ethernet  HWaddr d0:7e:35:2d:c5:a8  
          inet addr:192.168.1.112 Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0  
          inet6 addr: fe80::3f73:1c80:5040:d0ee/64 Scope:Link  
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1  
          RX packets:324102 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0  
          TX packets:180849 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0  
          collisions:0 txqueuelen:1000  
          RX bytes:400180092 (400.1 MB)  TX bytes:27451948 (27.4 MB)  
  
umut@Ubuntu-PC:~$
```

\$ ifconfig

IP Adresi Paylaşılması

- IP Adresi iki farklı şekilde tahsis edilebilir,
 - Statik olarak tahsis edilen
 - Bu, manuel olarak veya bir başlangıç komut dosyası aracılığıyla yapılır
 - Adres her zaman aynı
 - Bir DHCP sunucusu üzerinden dinamik olarak ayrılmış
 - Makine başlangıçta bir DHCP sunucusundan bir IP Adresi vermesini ister.
 - DHCP sunucusu uygun içinde kullanılmayan bir IP adresi ile yanıt verir
 - Bu nedenle, makine önyükleme yapılacağı her seferinde IP adresi değişebilir
 - DHCP sunucusu, aynı IP Adresini her zaman belirli bir makineye atayacak şekilde yapılandırılabilir
- DHCP adres atamasını kullanmak daha elverişlidir ve daha esnektir
- IP adresi atanmadan önce DHCP sunucusuna erişilmesi gerektiğinden, makinelerle aynı LAN'da bulunmalıdır (genellikle LAN anahtarı içerisinde bulunur)

IP Adresinin Paylaşılması(ifconfig Command)

```
$ ifconfig <interface> <IP Address>
```

```
$ ifconfig <interface> <IP Address> netmask <netmask>
```

```
$ ifconfig <interface> netmask <netmask>
```

Bir Arayüz'e IP adresini statik olarak ayırmak ve / veya net maskesini ayarlamak için kullanılır

- Örnek:

```
$ ifconfig eth1 192.268.0.10
```

```
$ ifconfig eth1 netmask 255.255.255.224
```

```
$ ifconfig eth1 192.268.0.10 netmask 255.255.255.224
```

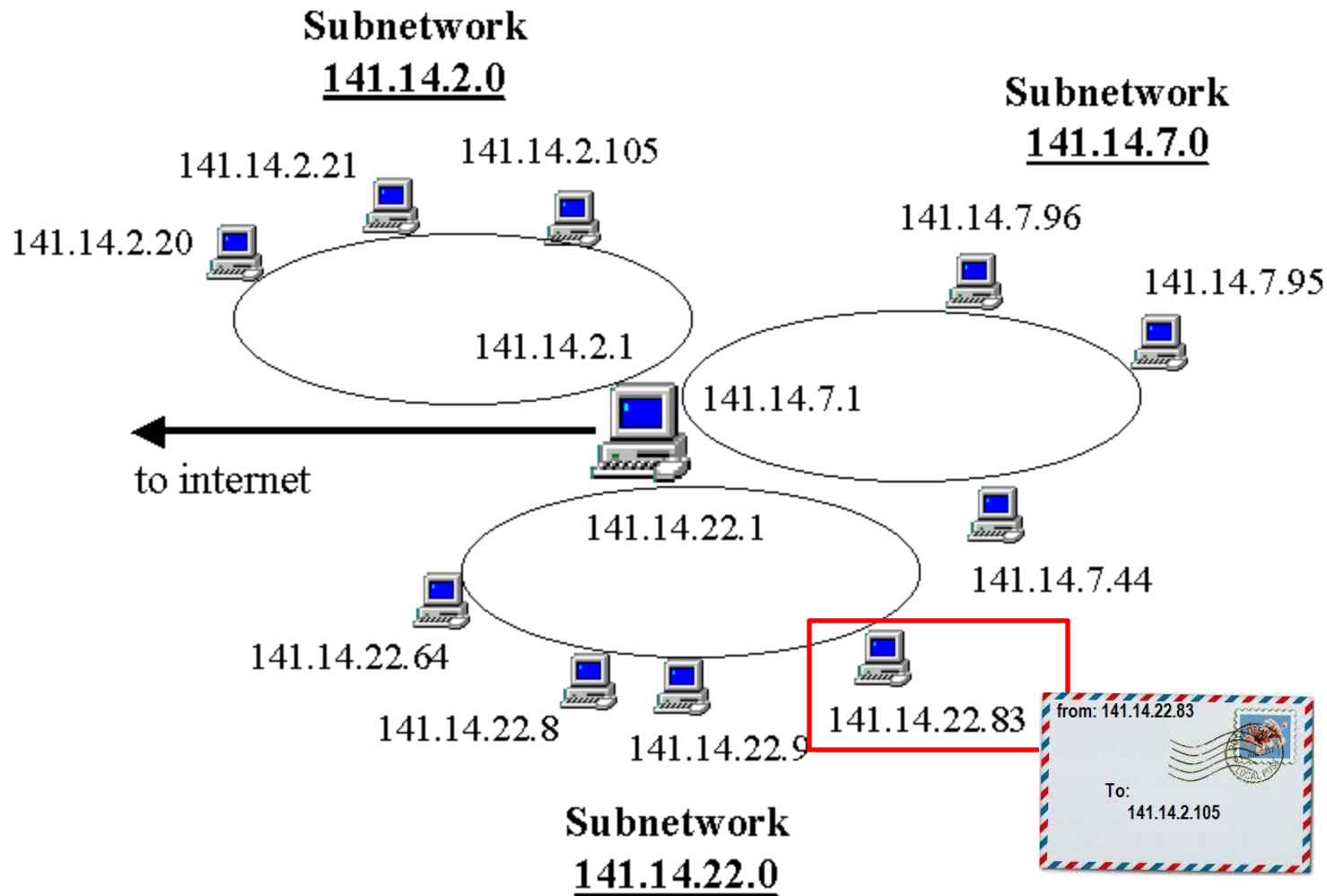
Özel IP Adresi

- Bazı IP Adreslerinin özel bir anlamı vardır,
 - Adres 127.0.0.1, Yerel Ana Bilgisayar için ayrılmıştır. Bu demek oluyor ki Döngü arka adresi olarak kullanılır
 - Tüm adreslerle biten (alt ağ maskesinden sonra) herhangi bir adres, bu alt ağdaki bir yayın adresidir
 - Örnek, Alt ağ 192.168.224.0/19'da yayın adresi 192.168.255.255 olur
 - Xxx.xxx.xxx.1 biçiminin herhangi bir adresi varsayılan ağ geçidi için ayrılmıştır.
 - Aşağıdaki alt ağlar özel adresleme için ayrılmıştır (daha sonra tartışılacaktır)

Subnet	Starting from	Ending at
10.0.0.0/8	10.0.0.0	10.255.255.255
172.16.0.0/12	172.16.0.0	172.31.255.255
192.168.0.0/16	192.168.0.0	192.168.255.255

Tamam ... Böylece
Yönlendirme Bitti mi ??

Tamam ... Böylece Yönlendirme Bitti mi ??



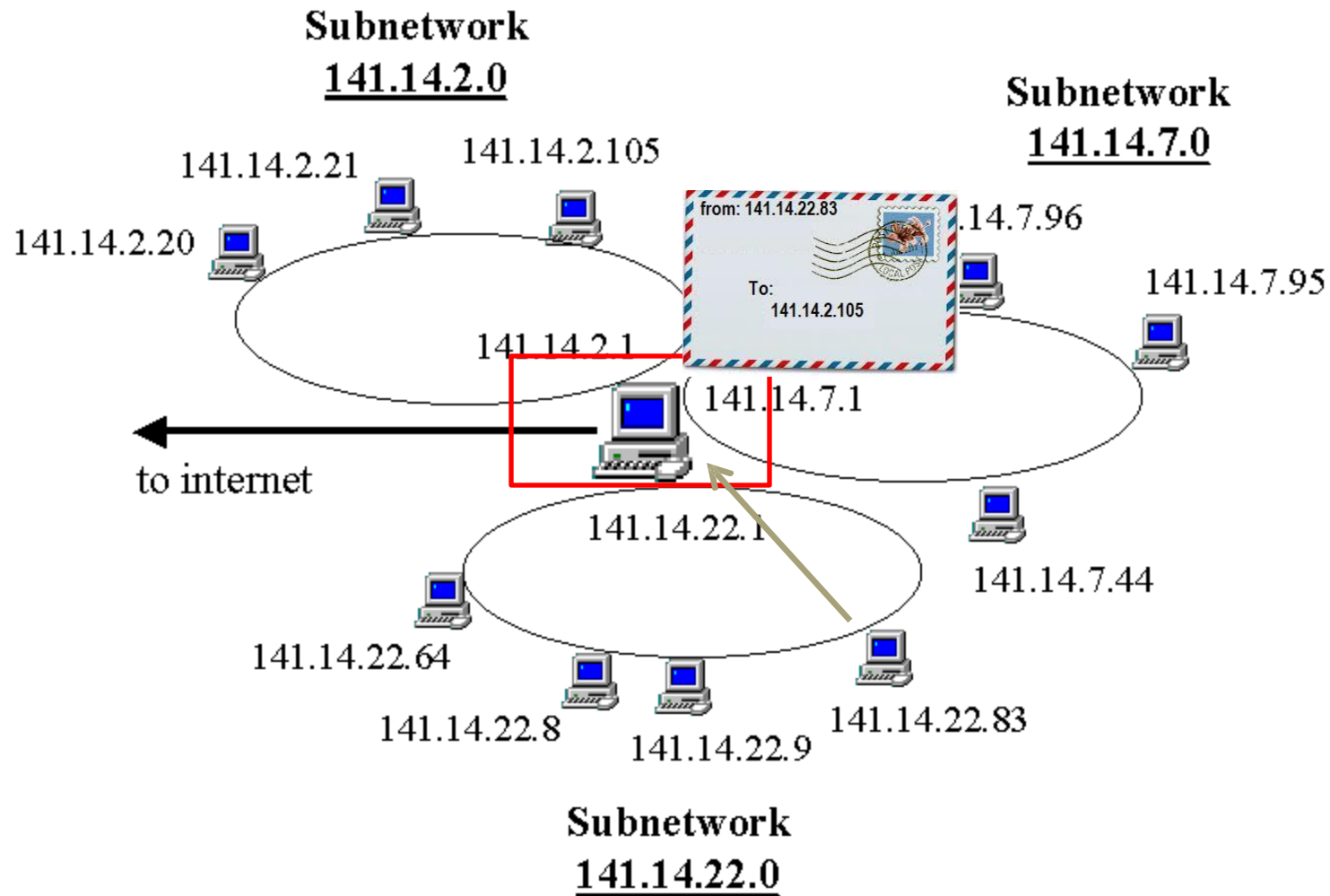
Yönlendirme Tablosunu Gösterme (route komutu)

- Route komutu, yönlendirme tablosunun girişlerini gösterir
\$ route
- Her rota şunları içerir:
 - Hedef: Bir ana bilgisayar adresi veya bir alt ağ adresi olsun, bu bir adres
 - Ağ maskesi: Hedef için bir alt ağ adresi kullanıldığında kullanılır.
 - Arabirim: Bu hedef için kullanılan arabirim
 - Gateway: Bu hedef için bir sonraki hop
- Bir paketin alınmasından sonra,
 - Linux paket hedef adresini, güzergah hedefleriyle eşleştirecek şekilde test eder
 - Bir eşleşme varsa, Linux tanımlanan arayüze, belirtilen GW adresine doğru paketi iletir

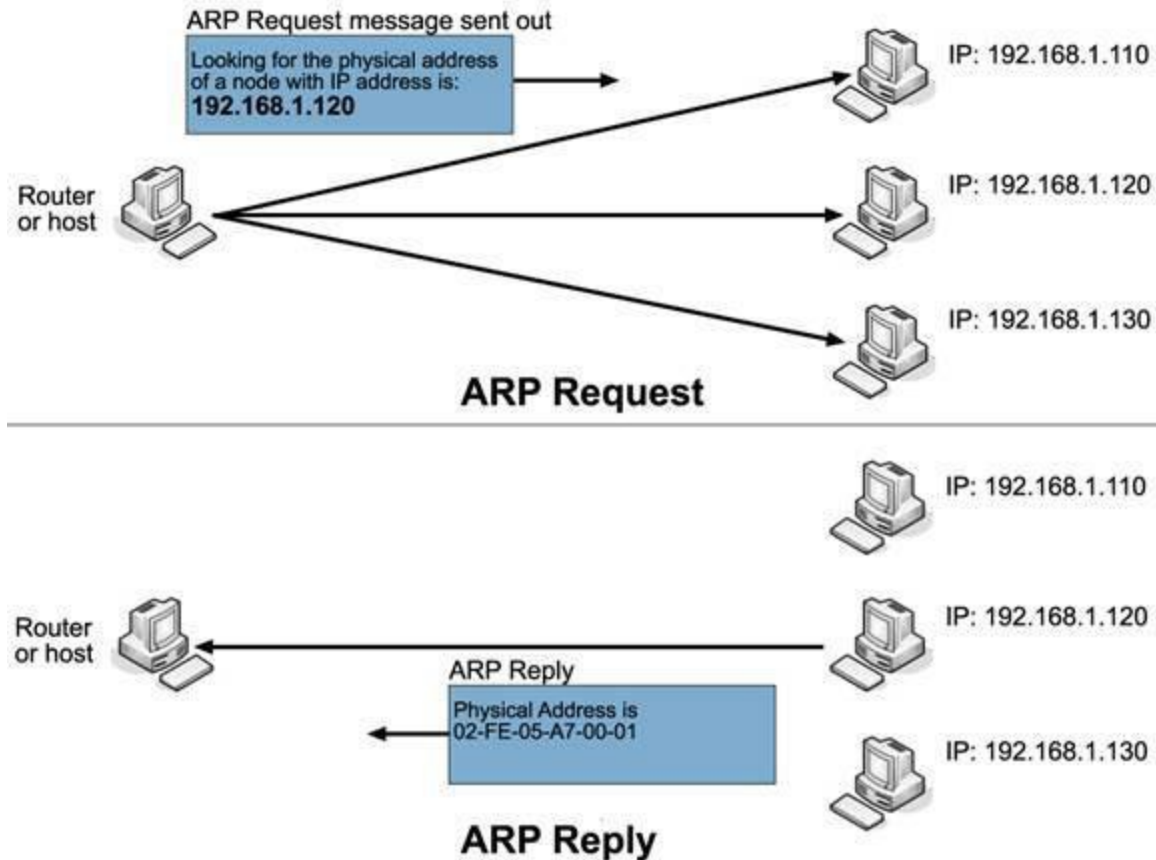
Yönlendirme Tablosunu Gösterme (route komutu)

```
umut@Ubuntu-PC: ~  
umut@Ubuntu-PC:~$ route  
Kernel IP routing table  
Destination      Gateway          Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface  
default          192.168.1.1    0.0.0.0         UG    600    0      0 wlp2s0  
link-local      *              255.255.0.0     U    1000   0      0 wlp2s0  
192.168.1.0     *              255.255.255.0   U    600    0      0 wlp2s0  
umut@Ubuntu-PC:~$
```

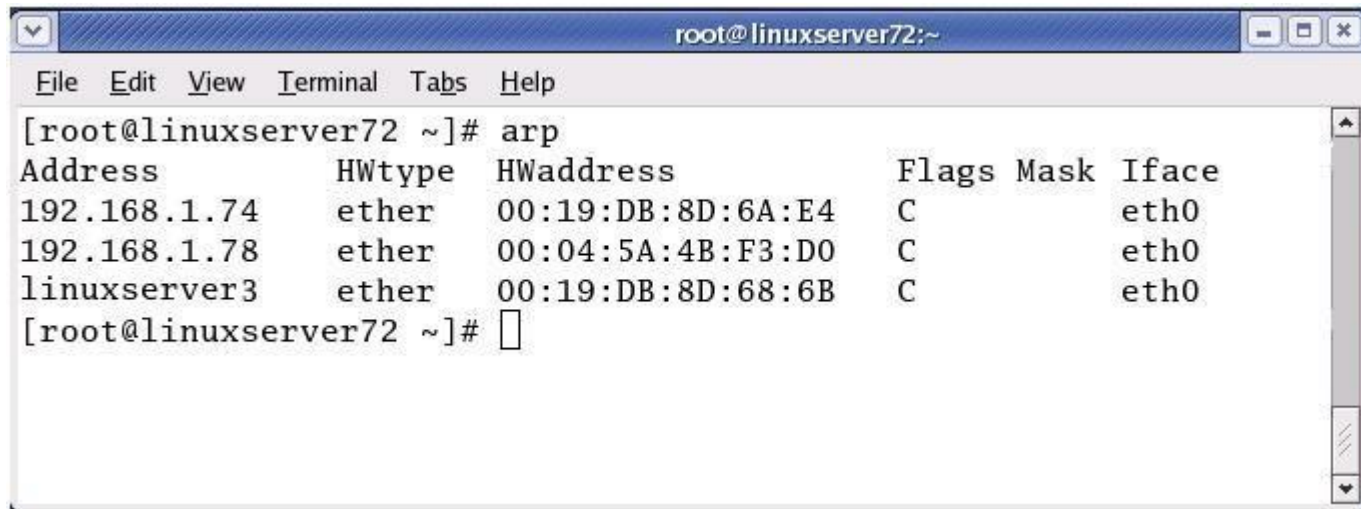
Tamam ... Böylece Yönlendirme Bitti mi ??



ARP Protokol



ARP Tablosunu Göster (arp komutu)

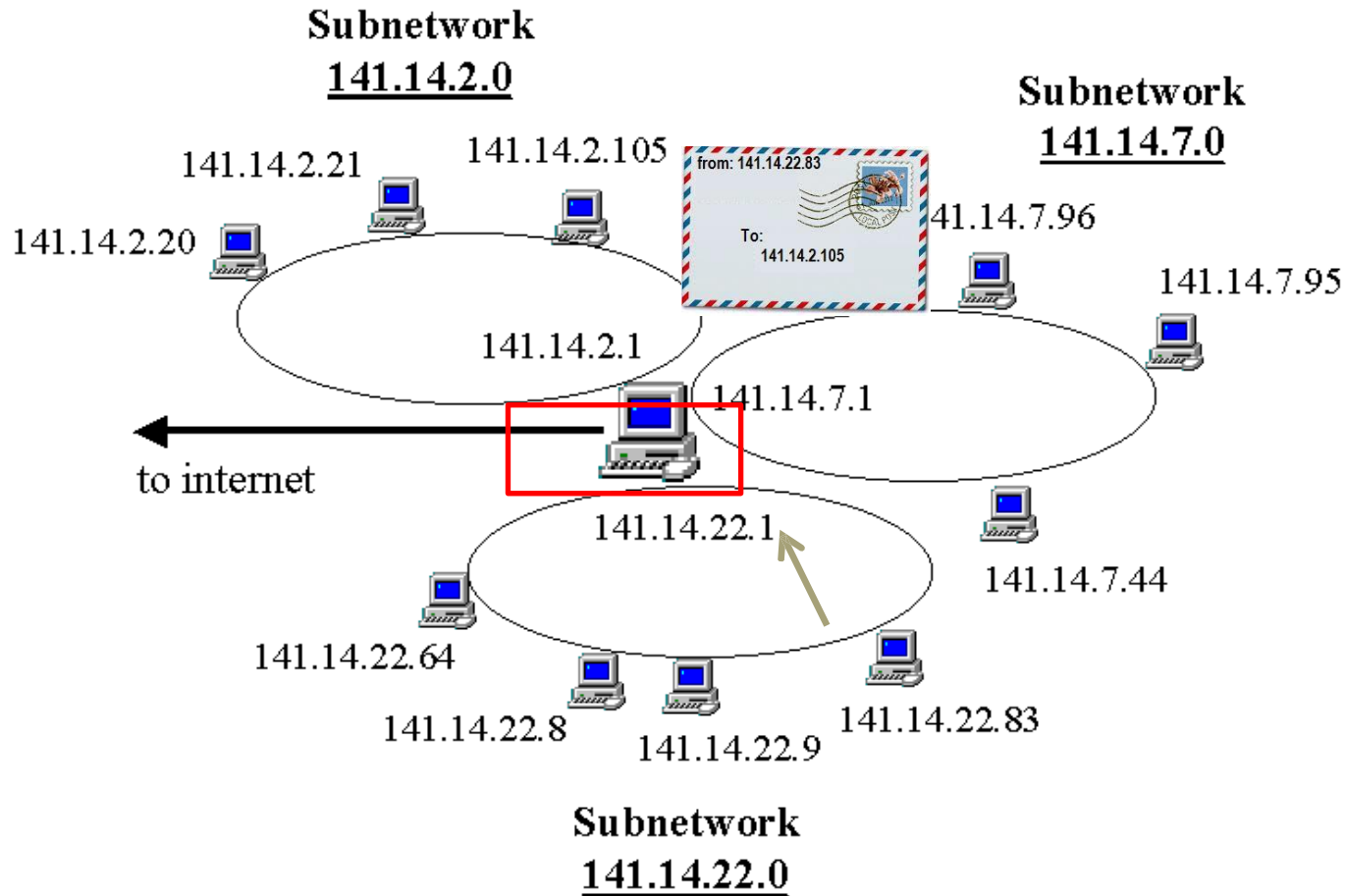


A terminal window titled "root@linuxserver72:~" showing the output of the "arp" command. The output is a table with columns: Address, HWtype, HWaddress, Flags, Mask, and Iface. The table lists three entries: 192.168.1.74, 192.168.1.78, and linuxserver3, all with HWtype "ether" and Iface "eth0".

```
File Edit View Terminal Tabs Help
[root@linuxserver72 ~]# arp
Address      HWtype  HWaddress      Flags Mask  Iface
192.168.1.74 ether    00:19:DB:8D:6A:E4  C      eth0
192.168.1.78 ether    00:04:5A:4B:F3:D0  C      eth0
linuxserver3 ether    00:19:DB:8D:68:6B  C      eth0
[root@linuxserver72 ~]#
```

Tamam ... Böylece Yönlendirme Bitti mi ??

- Şimdi makine varış yerinin MAC adresini biliyor ve paketini ona teslim edebiliyor.



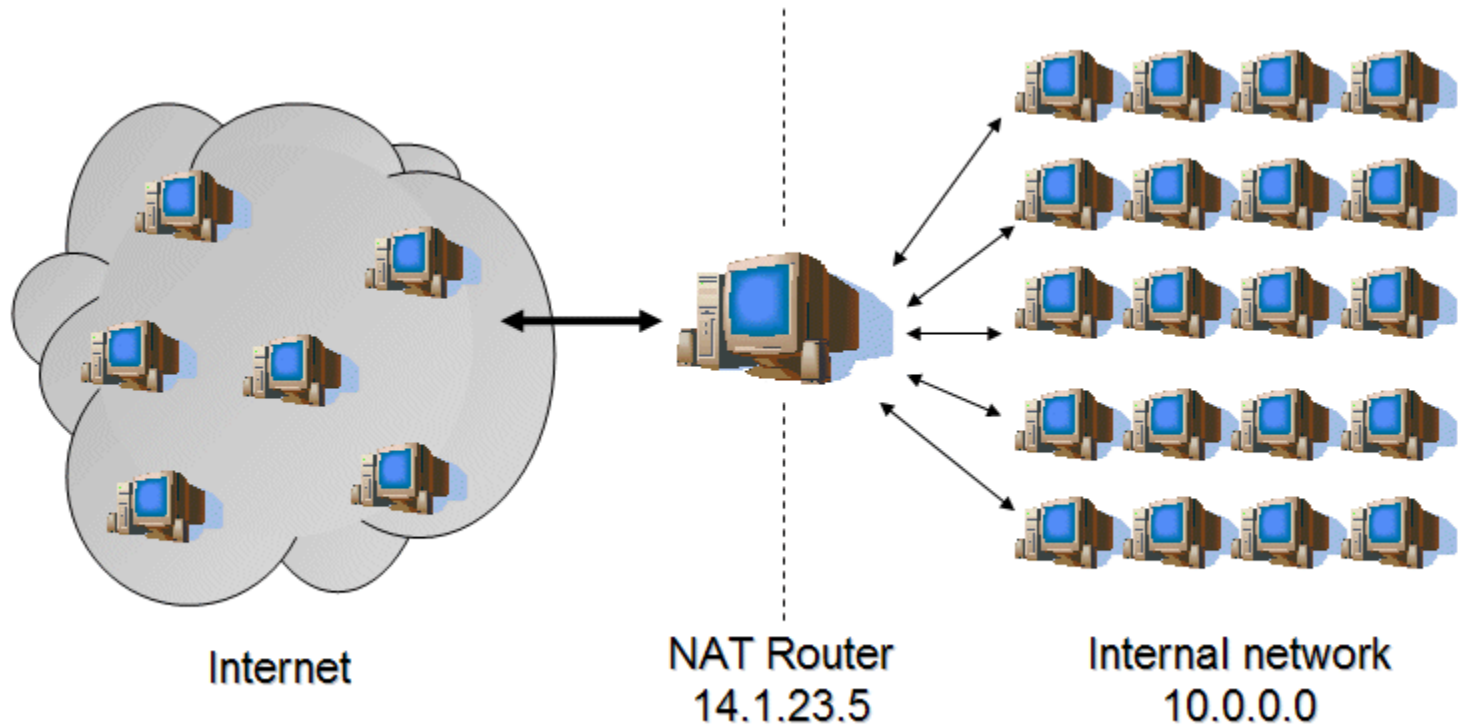
Tamam ... Böylece Yönlendirme Bitti mi ??

- Şimdi yönlendirici paket aldı
- Paketi iletmek için kullanılacak uygun arabirimi tanımlamak için **yönlendirme tablosunu** da kontrol etmelidir
- Hedef, 141.14.2.0/24 alt ağına ait bulundu ve arabirim tanımlandı
- Şimdi paketi alt ağdaki hedefine göndermeliyiz
- Paketin alt ağda teslim edilmesi MAC Adresine dayandığından hedefin MAC adresini bilmemiz gerekecek

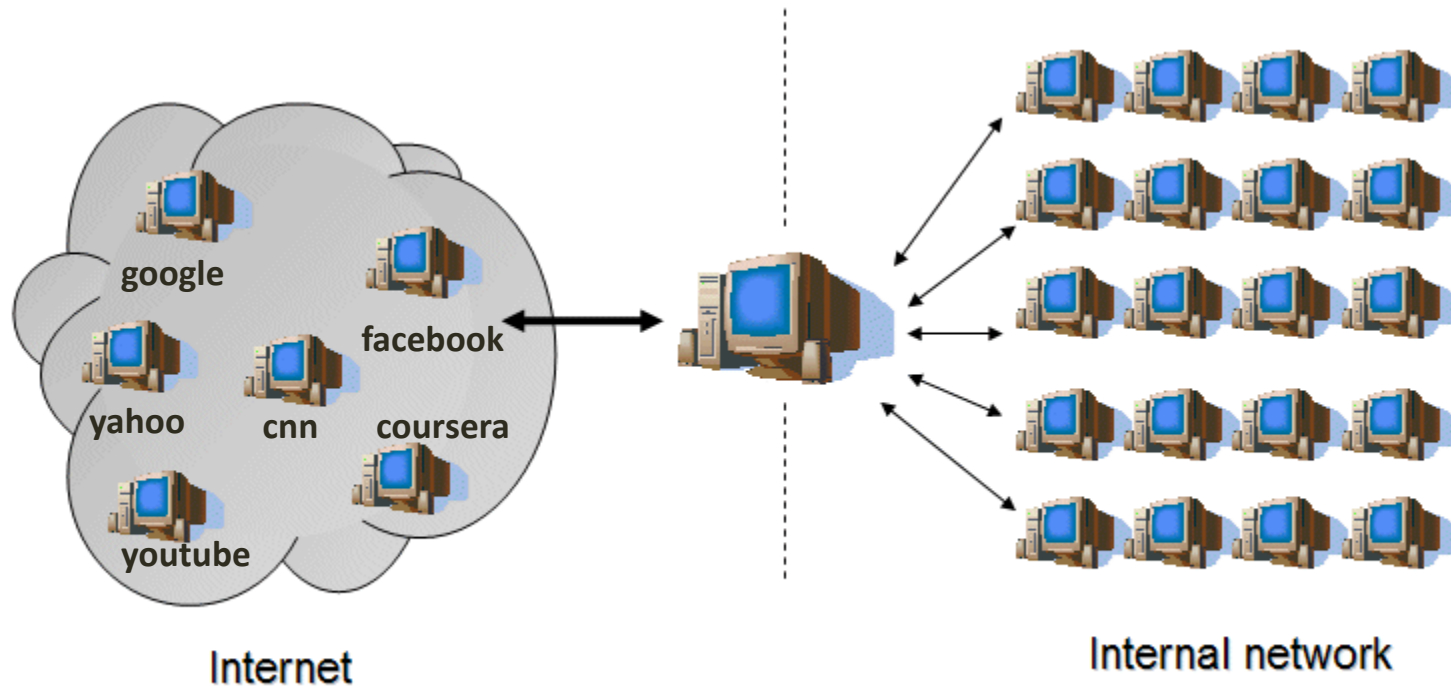
Ana bilgisayarın MAC adresi nedir 141.14.2.105 ???

Dahili IP Adresleme ve NAT

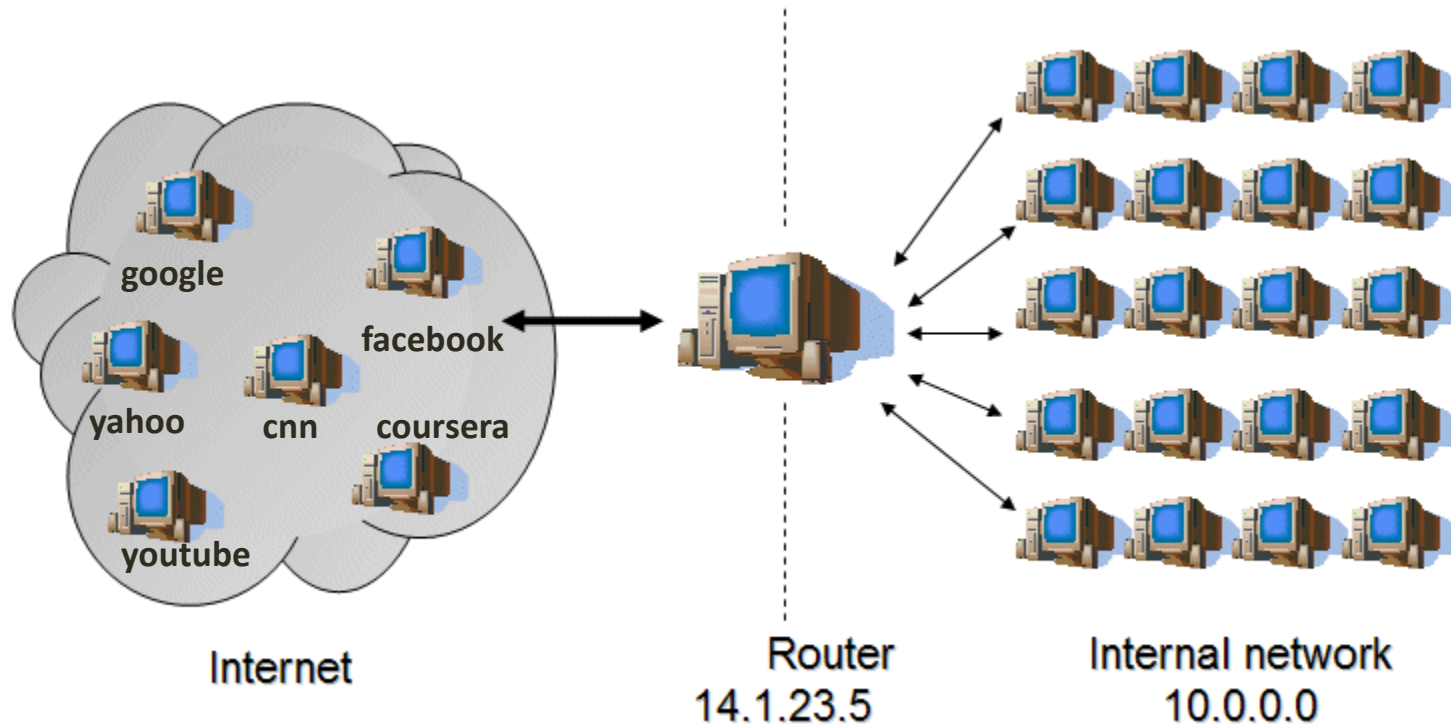
Neden NAT ??



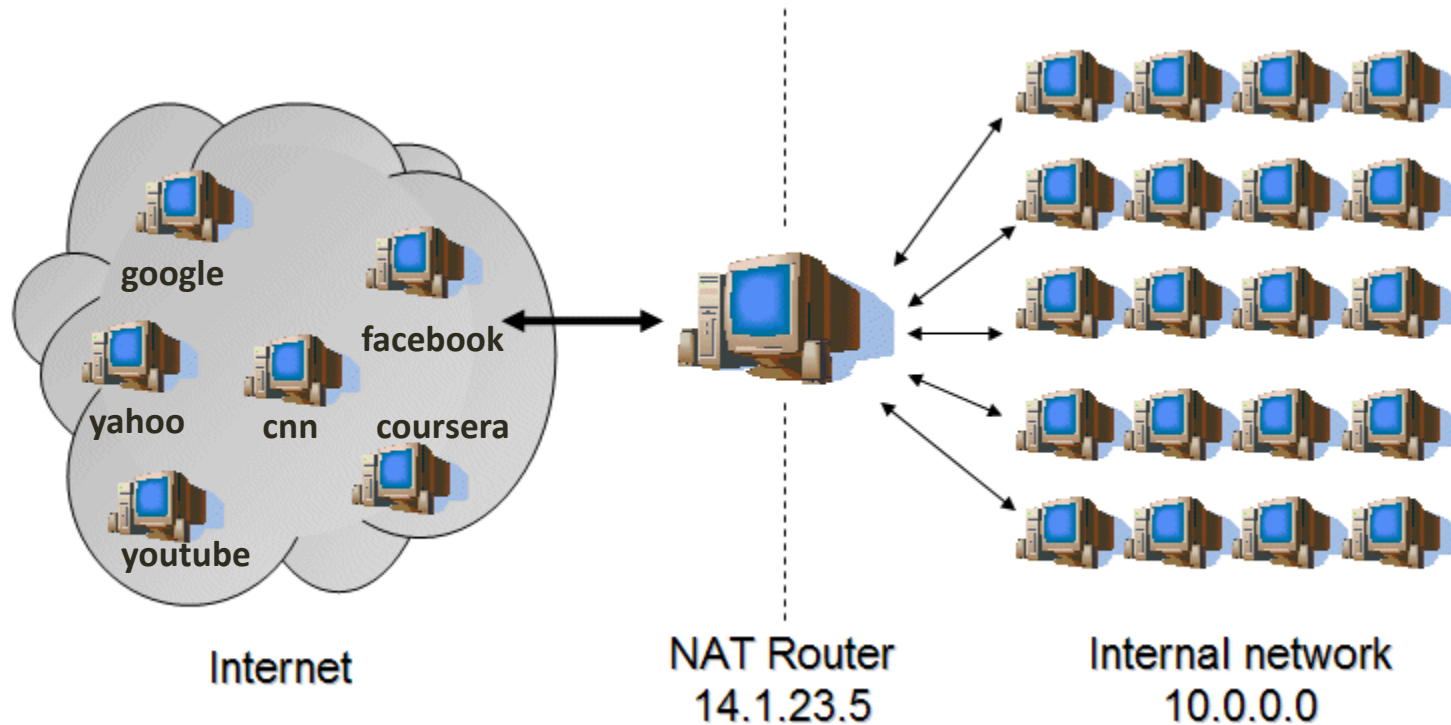
Neden NAT ??



Neden NAT ??



Neden NAT ??



98.10.10.5



220.16.16.5



192.168.101.7



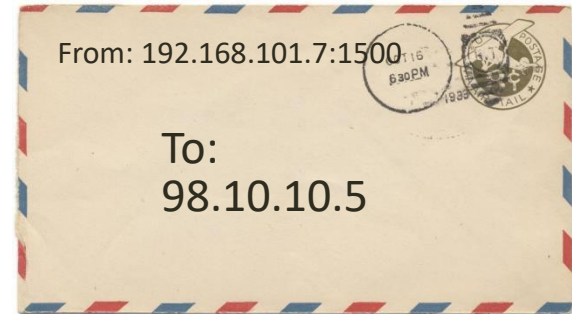
98.10.10.5



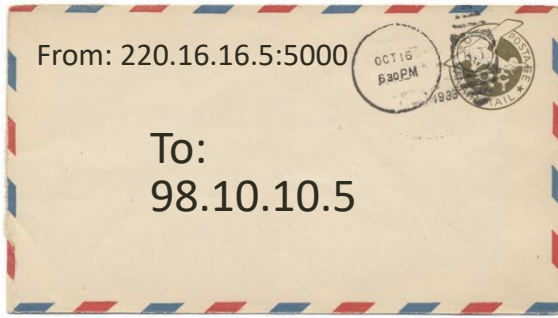
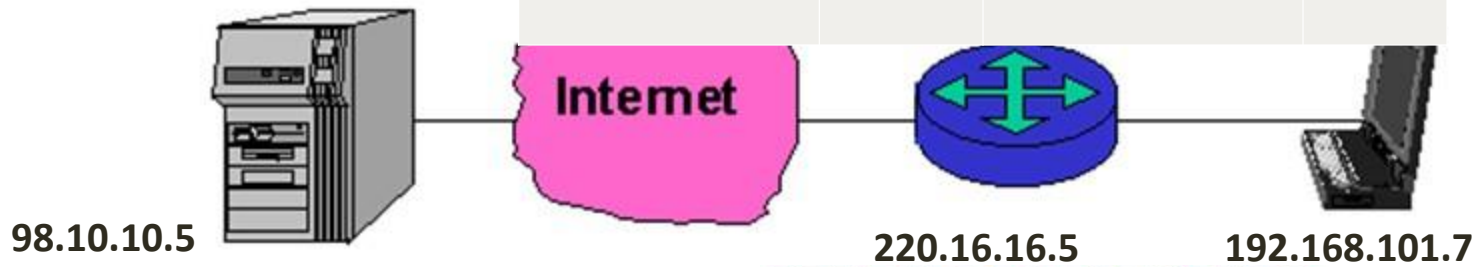
220.16.16.5



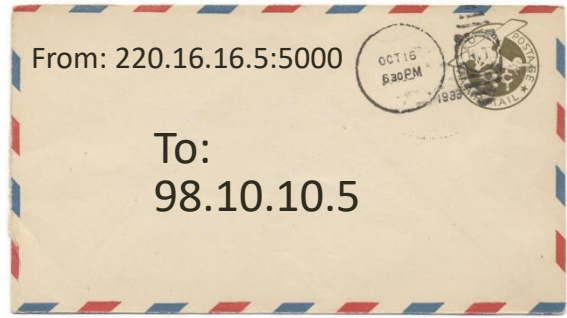
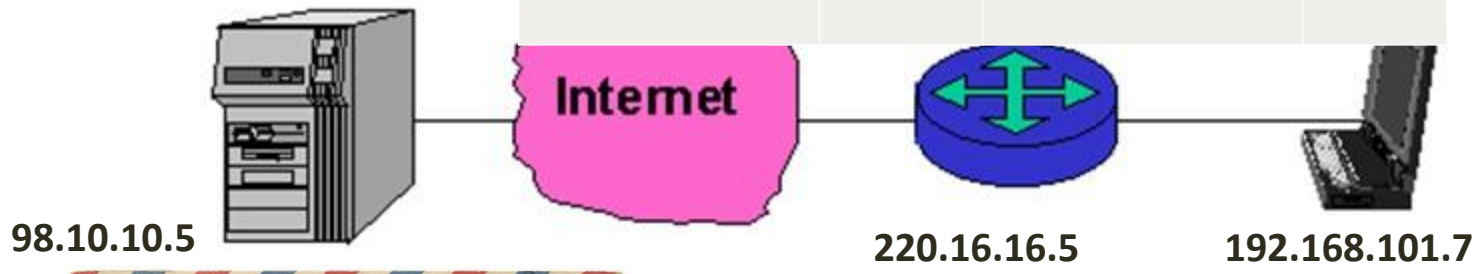
192.168.101.7



Public		Private	
220.16.16.5	5000	192.168.101.7	1500



Public		Private	
220.16.16.5	5000	192.168.101.7	1500



Public		Private	
220.16.16.5	5000	192.168.101.7	1500



98.10.10.5

220.16.16.5

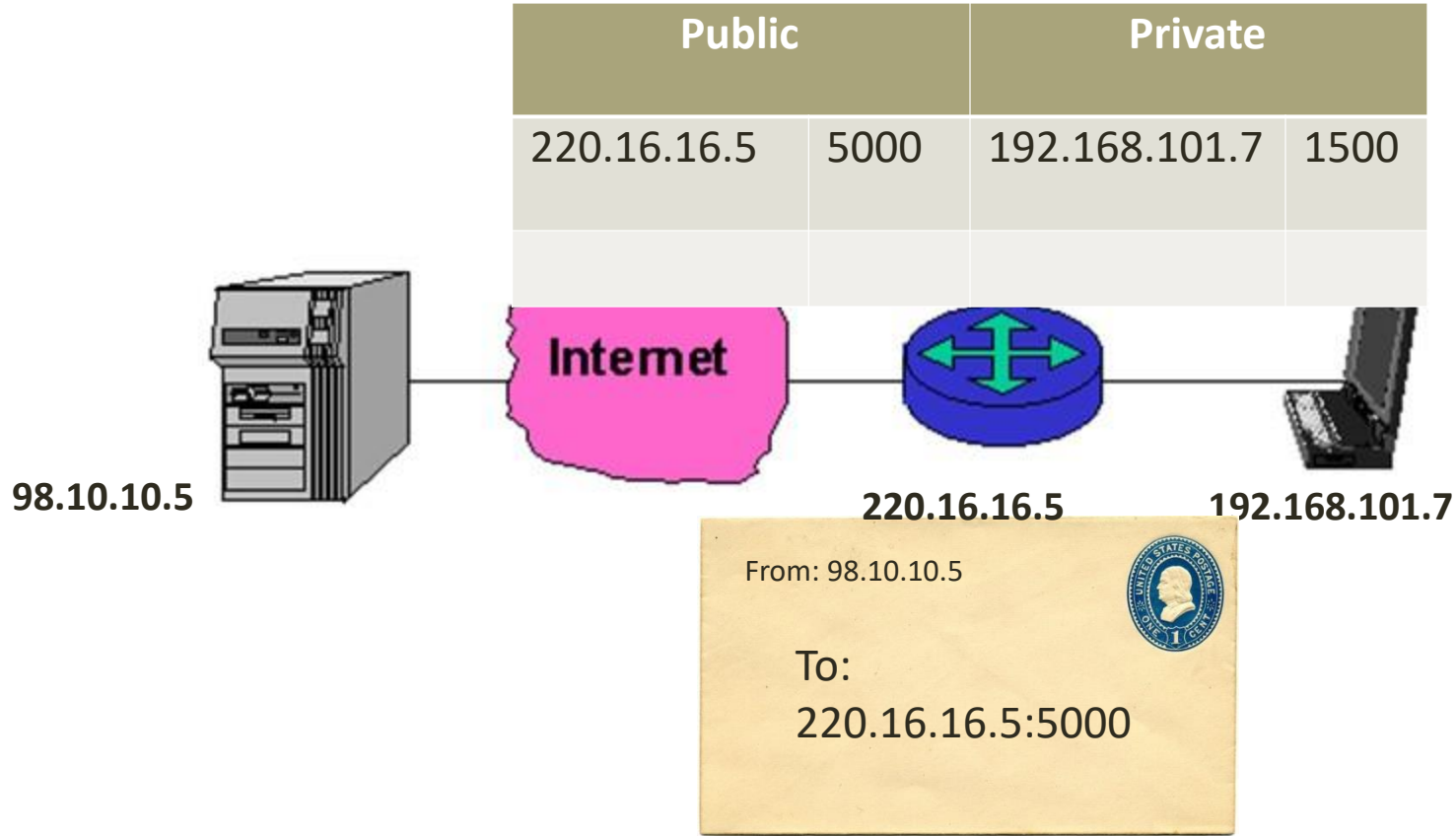
192.168.101.7

From: 98.10.10.5



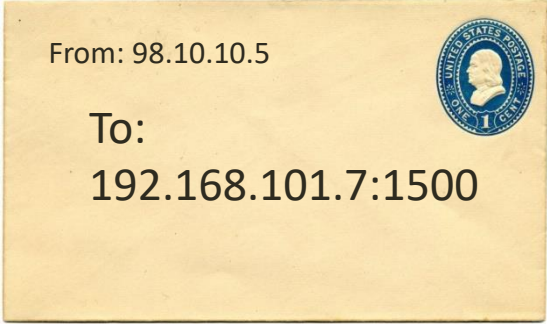
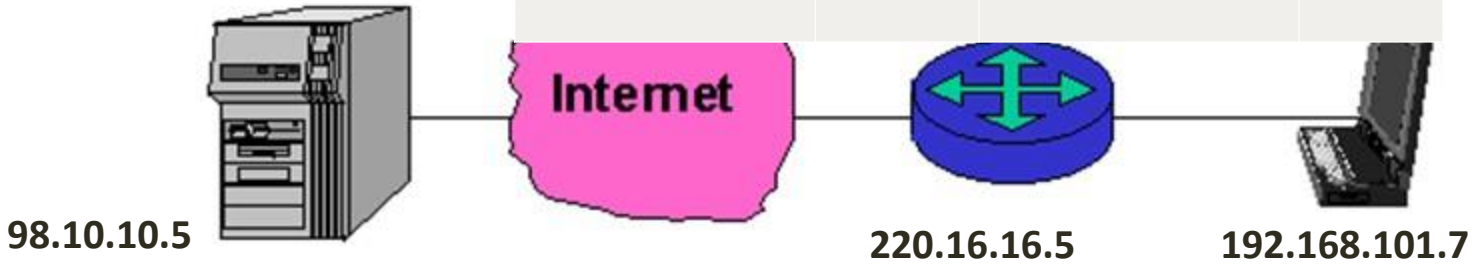
To:

220.16.16.5:5000

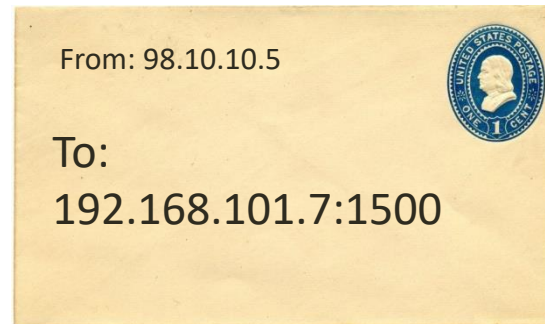
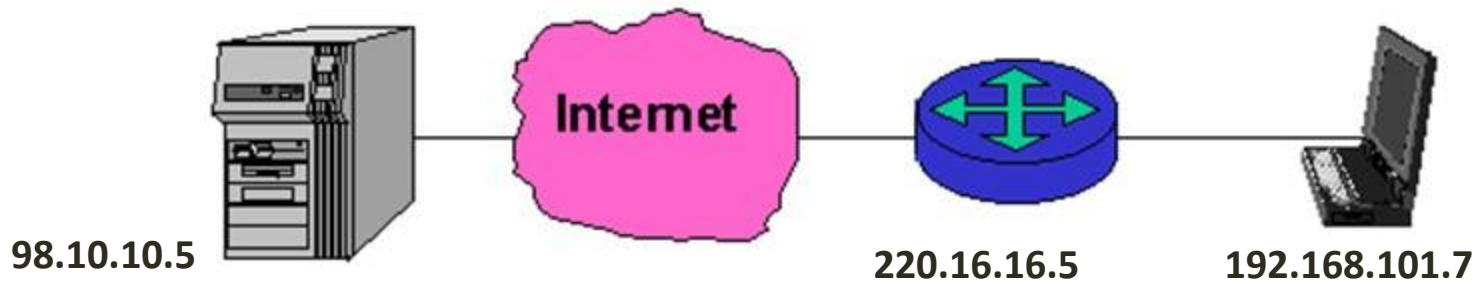




Public		Private	
220.16.16.5	5000	192.168.101.7	1500



Public		Private	
220.16.16.5	5000	192.168.101.7	1500



Ağ Adres Çevirisi

- NAT (Ağ Adresi Çevirisi), dahili ağı ağın geri kalanından gizlemek için kullanılır;
 - Gerekli yönetilen IP Adresi sayısını azaltın
 - Dahili ağı harici ağa erişimden koruyun
- NAT Yönlendiricisi, Dahili adresler / portlar ile kendi adres / portları (veya yönetilen adreslerin bazı listelerinden) arasında bir eşleme tablosu oluşturur.
 - Harici ağı sadece harici adresleri görür
 - Sadece küresel olarak yönetilen bir IP adresine ihtiyacımız var (yönlendirici için)

Subnet	Starting from	Ending at
10.0.0.0/8	10.0.0.0	10.255.255.255
The 172.16.0.0/12	172.16.0.0	e 172.31.255.255
192.168.0.0/16	192.168.0.0	192.168.255.255

Domain Names

Bir sunucuya erişirken, normal olarak IP Adresi yerine bir alan adı ile tanımlanır,

Daha okunabilir (134.11.234.102 yerine www.google.com)

Daha iyi taşınabilirlik (sunucu IP Adresini değiştirebiliriz)

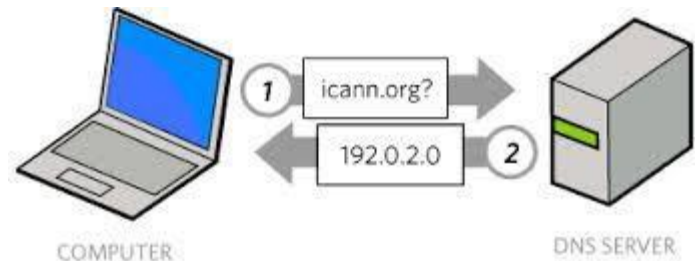
Yüksek Kullanılabilirliği Etkinleştirme (Arıza durumunda bekleme sunucusunu kullanma)

Yük paylaşımını etkinleştir (Yükü birden fazla sunucu arasında dağıtma)

Alan adını IP'ye dönüştürmenin bir yoluna ihtiyacımız var

Adres

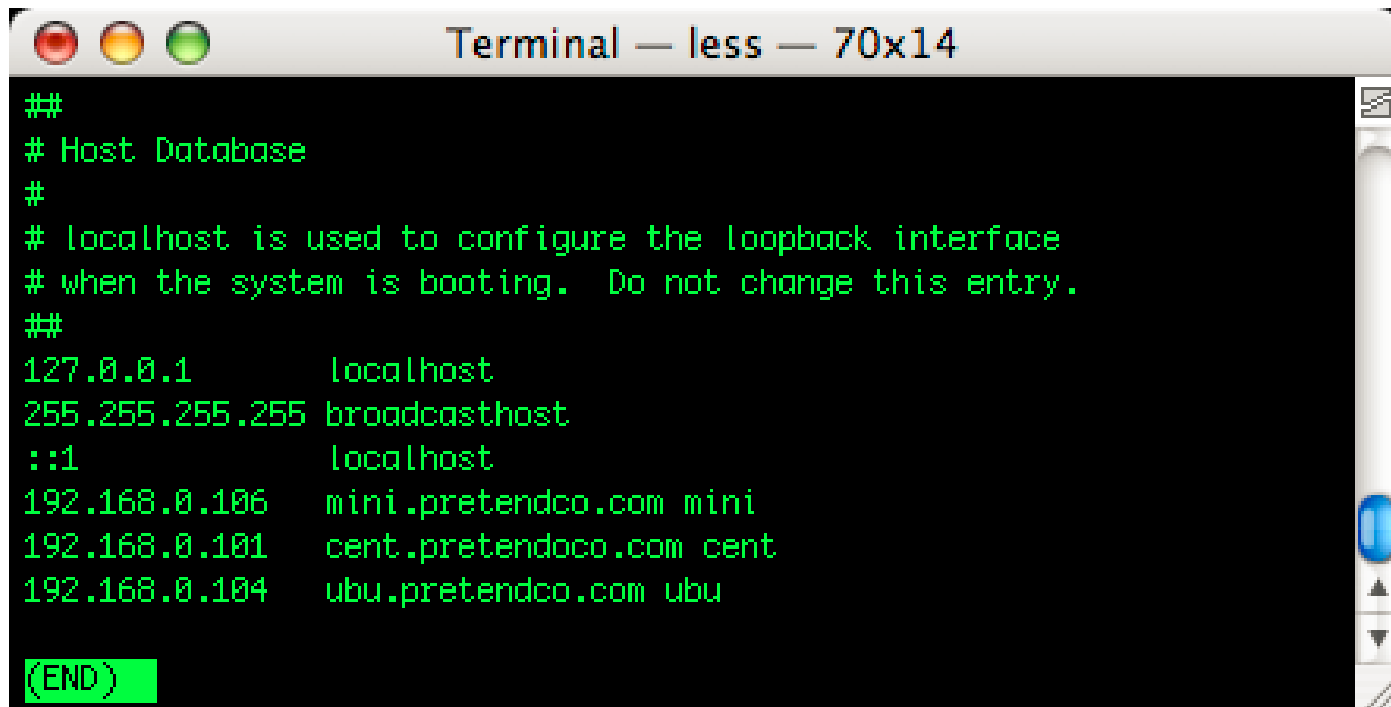
Bu, DNS Sunucusu aracılığıyla gerçekleştirilir



DNS Sunucu Bilgisi Ayarlama(/etc/resolv.conf)

- Etki alanı adlarını IP Adresi ile eşleştirmeyi arayacak ad sunucuları kümesini ayarlamak için /etc/resolv.conf dosyasını düzenleyin.
- Ad sunucuları aşağıdaki gibi belirtilir;
 - Ad sunucusu 208.67.222.222
 - Ad sunucusu 208.67.220.220
- Dosya üzerinde yapılan değişiklikler derhal yürürlüğe girer.

Makina Sunucu Takma Adı(/etc/hosts)

A terminal window titled "Terminal — less — 70x14" displaying the contents of the /etc/hosts file. The text is as follows:

```
##  
# Host Database  
#  
# localhost is used to configure the loopback interface  
# when the system is booting. Do not change this entry.  
##  
127.0.0.1    localhost  
255.255.255.255 broadcasthost  
:::1       localhost  
192.168.0.106 mini.pretendco.com mini  
192.168.0.101 cent.pretendco.com cent  
192.168.0.104 ubu.pretendco.com ubu  
  

```

/etc/hosts ana makinelere takma adların bir listesini içerir

Alan Adlarının Çözülmesi (host komutu)

\$ host <Domain adı>

- Bu komut bir alan adını aramak ve IP Adresi ile geri dönmek için kullanılır.
- Örnek:

\$ host www.google.com

Dig komutunun benzer bir iş yapabileceğini unutmayın.

\$ dig www.google.com

Kaynakça

- ☞ Ahmed ElArabawy, Linux for Embedded Systems for Arabs

Teşekkürler.



Dersin Sonu

Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği
Yapay Zeka ve Benzetim Sistemleri Ar-Ge Lab.
<http://yapbenzet.kocaeli.edu.tr/>