

T.C
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON
TEKNOLOJİLERİ

TEMEL BİLGİSAYAR AĞLARI 2

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ.....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1.....	3
1. BİLGİSAYAR AĞI KURMAK.....	3
1.1. Fiziksel Katman.....	3
1.2. Data Link Katmanı	4
1.2.1. Ethernet Paketi Göndermek.....	5
1.2.2. LAN Kablosu.....	6
1.2.3. Ethernet Paket ve Ağ İçinde İletişim	8
1.2.4. Switching Hub	9
UYGULAMA FAALİYETİ	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	13
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	14
2. Ağ (Network) Katmanı.....	14
2.1. IP Adres ve Yol (Path) Kontrolü	14
2.2. Güvenli Olmayan Bağlantısız İletim Tipi (Cennectionless Type)	15
2.3. Adres Çözümleme Protokolü (ARP)	17
2.3.1. ARP İçin Örnek	19
2.3.2. ARP Tablosu ve ARP Komutu.....	21
2.3.3. ARP Paket	21
2.3.4. ARP Paketi Yakalamak.....	22
2.4. Yönlendirme.....	25
2.4.1. Tracert Komutu.....	26
2.4.2. Yönlendirme Tablosu.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	39
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	40
KAYNAKÇA.....	41

AÇIKLAMALAR

KOD	481BB0078
ALAN	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Temel Bilgisayar Ağları
MODÜLÜN TANIMI	Bilgisayar ağlarını ve kuruluşunu ile birlikte haberleşme esnasında olan olayları anlatan öğretim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Temel Bilgisayar Ağları 1 modülünü almış olmak
YETERLİK	Temel Seviye eş düzeyli bilgisayar ağı kurmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç 1. Bilgisayar ağı kurmak ve ekipmanları tanımak
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Bilgisayar laboratuvarı Donanım: Bilgisayar,HUB, bağlantı elemanları (kablo, jak vb.)
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Ø Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen performans testi ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendirebileceksiniz. Ø Öğretmen, modül sonunda size ölçme teknikleri uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirebilecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bundan önceki modülde ağ topolojilerini, kablo yapımını ve IP sınıflarını öğrenmiştiniz. Bu modülde ise TCP/IP modelindeki katmanlarından olan fiziksel, data link ve ağ katmanını inceleyeceğiz. Katmanların iç yapıları ile birlikte barındırdıkları elemanları da tanıyacağız. Ayrıca ikinci bölümde bir ethernet paketi yakalayıp paket içindeki verileri yorumlayacağız. Böylelikle ağ içinde haberleşmenin nasıl sağlandığını ve haberleşme yapılmadan önce hangi işlemlerin gerçekleştirildiğini öğreneceğiz.

Bu modül size ağ programlamacılığı hakkında temel ön bilgiler kazandıracaktır. Ayrıca basit bir ağ kurulumunda hangi elemanları nasıl kullanacağımız hakkında bilgi kazandıracaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında basit bir ağ kurulumunu yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

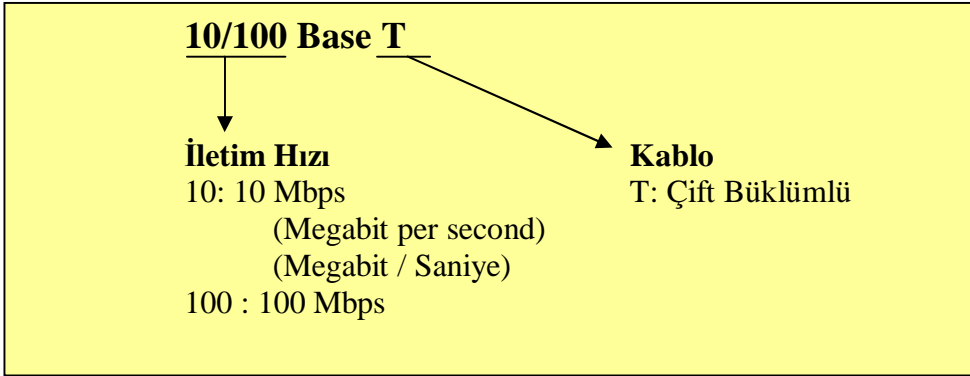
- Ø Fiziksel katman ve data link katmanı hakkında araştırma yapmalısınız.

1. BİLGİSAYAR AĞI KURMAK

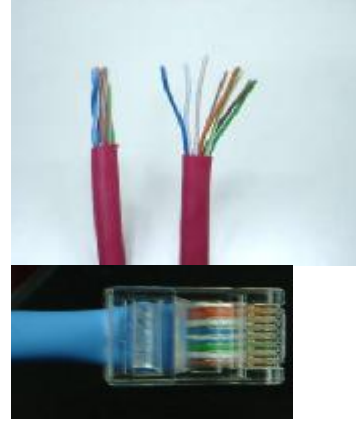
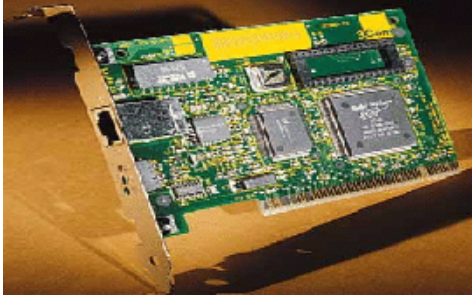
1.1. Fiziksel Katman

Bilgi iletimi; bakır kablo, fiber optic kablo ya da kablosuz bağlantılarla sağlanmaktadır. Bu bağlantılar bilgisayara **fiziksel katman (Physical layer)** üzerinden yapılır. Fiziksel katman, data link katmandan bilgiyi dijital binary sinyal olarak alır ve iletişim hattına uygun analog sinyale çevirir. Bu nedenle data link katmanı, iletişim amacıyla kullanılan donanımın özelliğini dikkate almak zorunda değildir.

İletişimde genelde 10/100 Base T standardı kullanılır. Açılımı aşağıda verilmiştir.



10/100BaseT sistemi için ethernet kart (LAN kart) kullanılır. Ethernet kart içinde fiziksel katman ve data link katmanı birliktedir. Ethernet kart ile çift bükümlü kabloyu bağlamak için genellikle RJ-45 konnektör kullanılır.



Şekil 1.1: Ethernet kartı ve RJ-45 konnektörlü çift büklümlü kablo

1.2. Data Link Katmanı

Data Link katmanı fiziksel katmana erişim ve kullanımı ile ilgili kuralları belirler. Bu katmanın görevinin önemli bir kısmı LAN kartı içerisinde gerçekleşir. Data Link katmanı ağa bağlı diğer bilgisayarları tanımlama, kablunun kimin tarafından kullanıldığı (meşgul olup olmadığı) ve fiziksel katmandan gelen verilerdeki hatalara karşı kontrol edici görev yapar.

Data link katmanı iki alt katmana sahiptir.

Data Link Katmanı	LLC(Logical Link Kontrol) katmanı	Bağlantıları kontrol eder.
	MAC (Media Access Control) Katmanı	Ağ hattının durumunu ve bilgi gönderme-alma işlemlerini kontrol eder.

Dünyada her ethernet kartının kendine ait yalnızca bir numarası vardır. Bu MAC adresi olarak isimlendirilir. Bazen hardware adres veya fiziksel adres olarak da karşımıza çıkabilir. Bu nedenle MAC adresi alt katmanında kullanılır. MAC adresi 6 byte'tır. İlk üç byte'ı üretici firmayı tanımlayan numaralardır. İkinci üç byte'ı ise kartın seri numarasıdır.

[MAC Adresi]

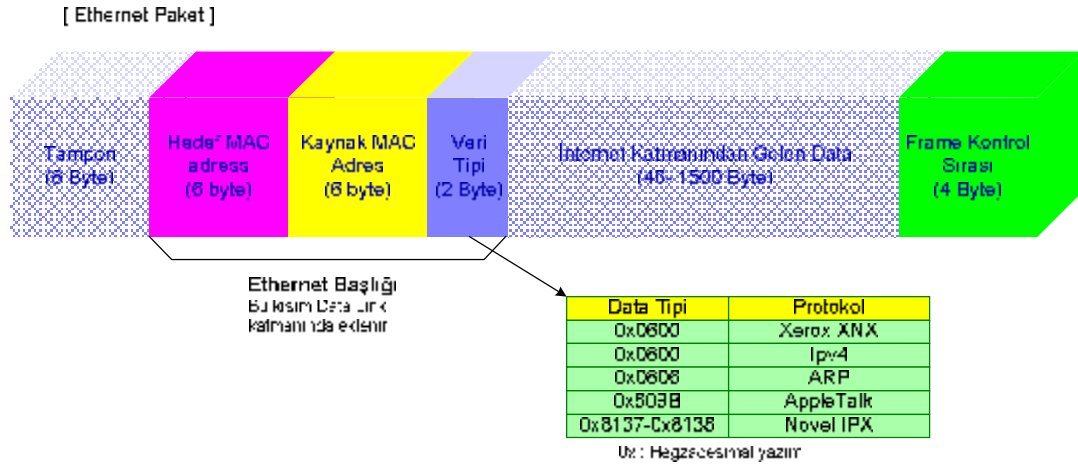
XX-XX-XX – **XX-XX-XX**
Üretici Firma kodu Seri Numarası

X: Hezadesimal sayı

ff-ff-ff-ff-ff-ff → Yayın (Broadcast) amacıyla kullanılan MAC adresidir.

Her bir üretici firma için 00-00-00 dan ff-ff-ff (16 777 216)'e kadar numara verme imkanı vardır. Bu nedenle 6 byte'lık sistem günümüzde yeterli gelmektedir.

Data link katman, gönderilecek pakete hedef bilgisayarın MAC adresini ekleyerek son şeklini verir. Paketin bu son haline ethernet paket adı verilir. Aşağıdaki şekilde ethernet paketin bölümleri gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Ethernet paketin yapısı

1.2.1. Ethernet Paketi Göndermek

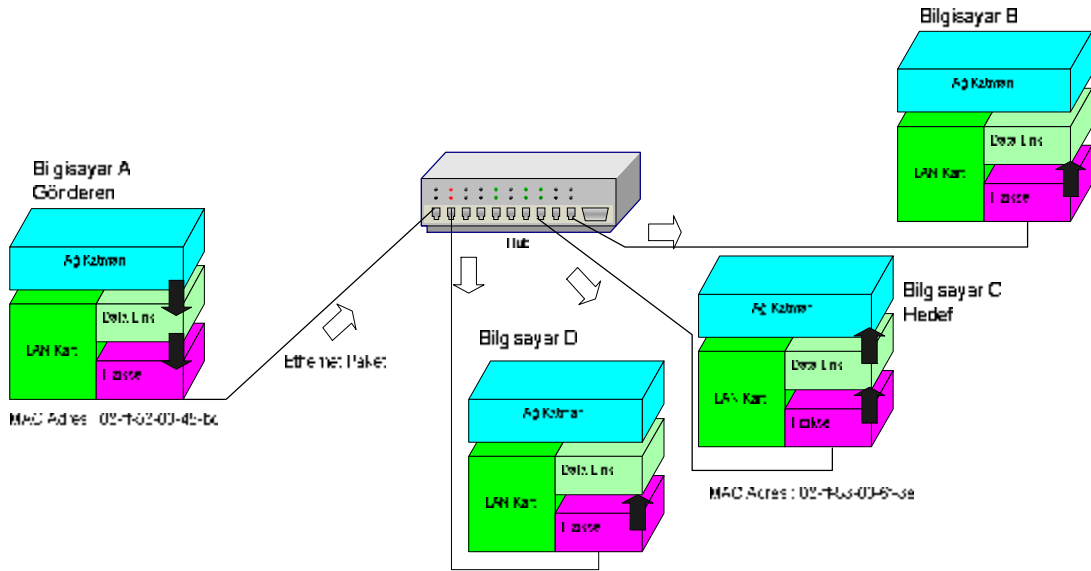
Şekil 1.3'de bir ethernet paketin bir bilgisayardan diğerine nasıl gönderildiği açıklanmıştır.

1. A'dan gönderilen ethernet paket ağdaki tüm LAN kartlar tarafından alınır (repeater hub kullanılıyorsa).

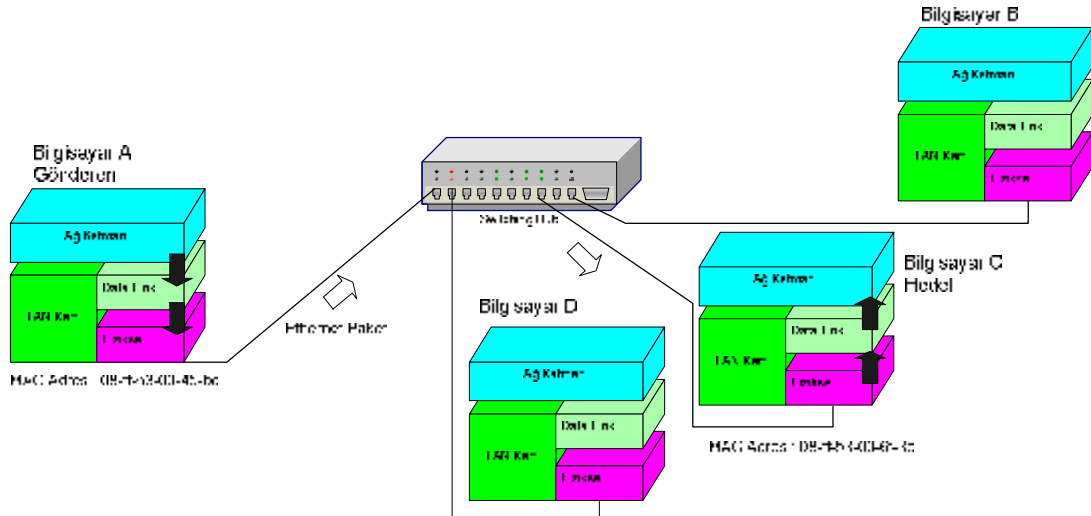
Eğer switching hub kullanılıyorsa sadece ilgili bilgisayara gönderilir (Şekil 1.4).

2. Her bilgisayarın data link katmanı paket içinde belirtilen hedef bilgisayarın MAC adresini kontrol eder.

3. Yanlızca pekt için belirtilen MAC adrese sahip bilgisayarda ethernet paket, ağ katmanına iletilir. Diğer bilgisayarlar bu paketi dikkate almaz.



Şekil 1.3: Ethernet paketi gönderme (repeater hub kullanılmıştır)



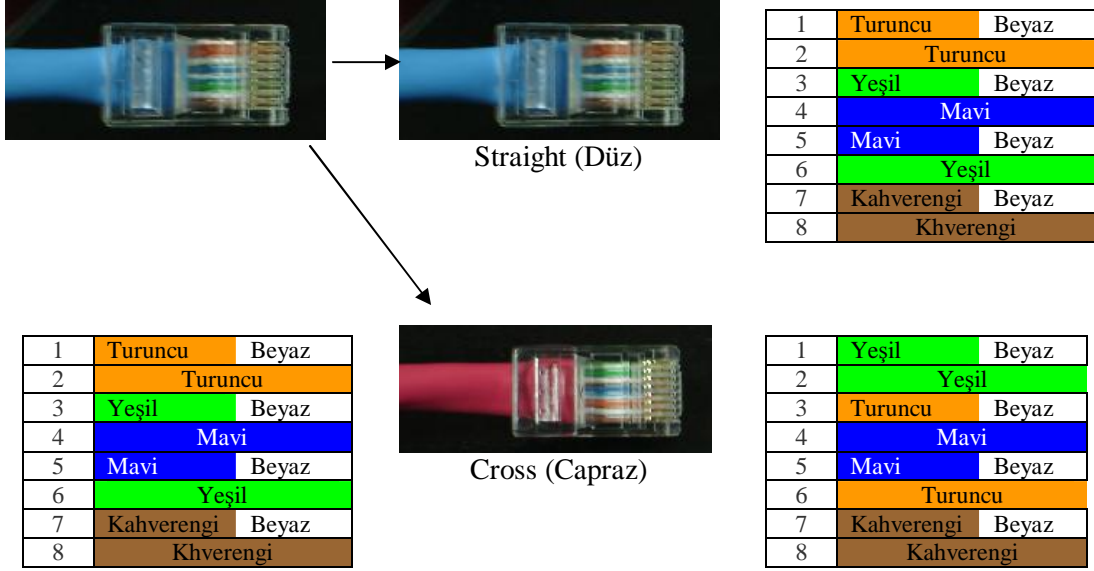
Şekil 1.4: Ethernet paketi gönderme (switching hub kullanılmış)

1.2.2. LAN Kablosu

Uygulamalarımızda kategori 5 (çift bükümlü) kablo kullanılacaktır. Dolayısıyla bağlantı elemanı olarak da RJ-45 jak kullanılacaktır. Kablodaki renk sırası önemlidir. İki farklı kablolama yöntemi vardır. Birincisi straight (düz) diğeri ise cross (çaraz) kablolama. Kablolama farklı olmasının nedeni konnektörün bağlanacağı ağ elemanının türüdür. Örneğin iki aynı ağ elemanını birbirine ağ kablosu ile bağlamak istediğimizde çapraz kablolama (Hub-Hub, bilgisayar-bilgisayar vs.) yaparız. farklı ağ elemanlarını birbirine bağlamak

istediğimizde ise (hub-bilgisayar vs.) düz kablolama yaparız. Ancak günümüzde yeni ağ elemanları bu farklı bağlantılara gerek kalmadan da bağlayabiliriz.

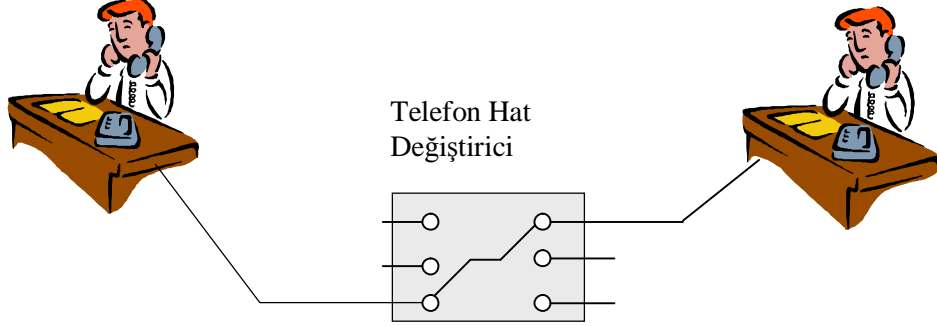
Şekil 1.5'te düz ve çapraz bağlantıda gösterilen, neredeyse standartlaşmış renk sıralarını kullanabilirsiniz.



Şekil 1.5: Düz ve çapraz kablo bağlantısı

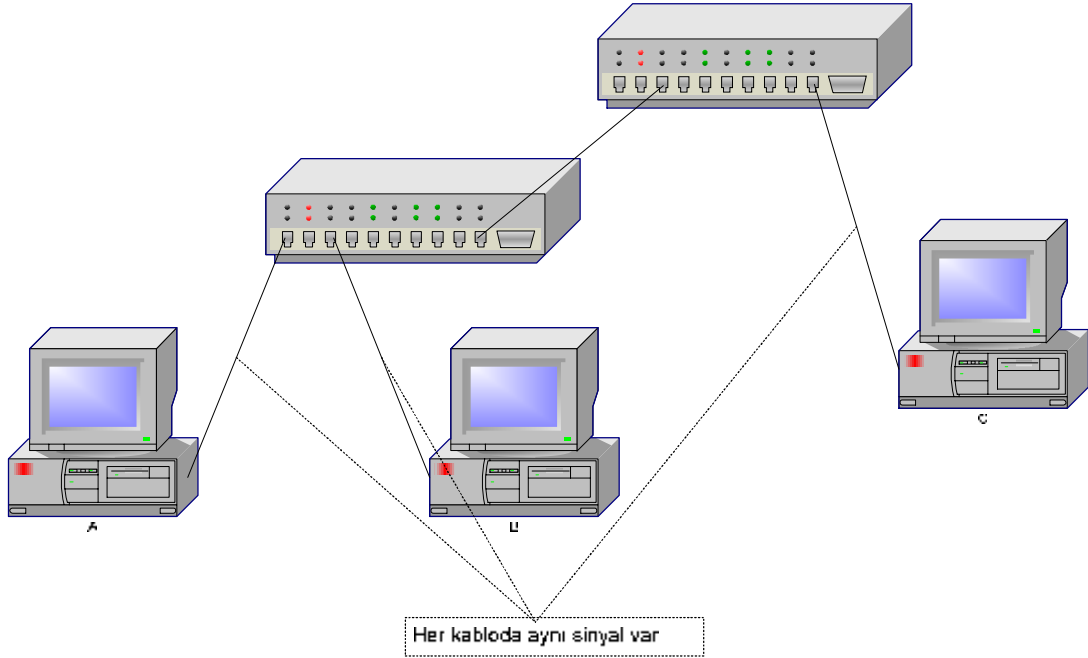
1.2.3. Ethernet Paket ve Ağ İçinde İletişim

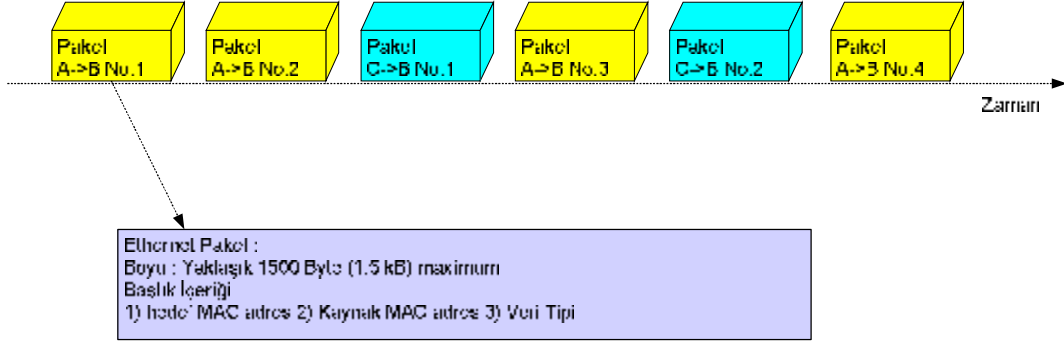
Telefon kullanarak yapılan iletişim ile ağ üzerinden yapılan iletişimi karşılaştırmak ağın daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Telefon görüşmelerinde görüşme anında yalnızca iki kişi tarafından hat kullanılır. Bu açıdan ağ ile telefon görüşmeleri arasında fark vardır.



Şekil 1.6: Telefon ile yapılan iletişim

Bilgisayar ağları daha çok e-posta ya da veri alışverişi amacı ile kullanılır. Veri, paket (yaklaşık 1.5 kB) adı verilen küçük parçalara bölünür ve bu paketler ağ üzerinden sırayla gönderilir. Aynı anda bir ağ üzerinde yalnızca bir paket vardır. Fakat verinin bir bütün olarak tamamlanmasını beklemeden farklı yönlerde farklı paketler ağ üzerinden gönderilebilir. Bu durum bize ağın aynı anda farklı kullanıcılar tarafından kullanıldığı izlenimi verir.





Şekil 1.7: Ağ içerisinde iletişim

Şimdide ağ içerisinde bir paketi göndermek için gerekli zamanı yaklaşık olarak hesaplayalım. Hesaplamayı kolaylaştırmak için aşağıdaki yaklaşık değerleri kullanalım.

İletim hızı 8 Mbps (10baseT için gerçekte 10 Mbps'dir)

Ethernet paket büyüklüğü 1500 Byte

Mbps : Mega bit per second (megabit / saniye)

1 Byte : 8 bit

Çözüm

Saniyede 8 Mb=8.106 bit gönderiliyor.

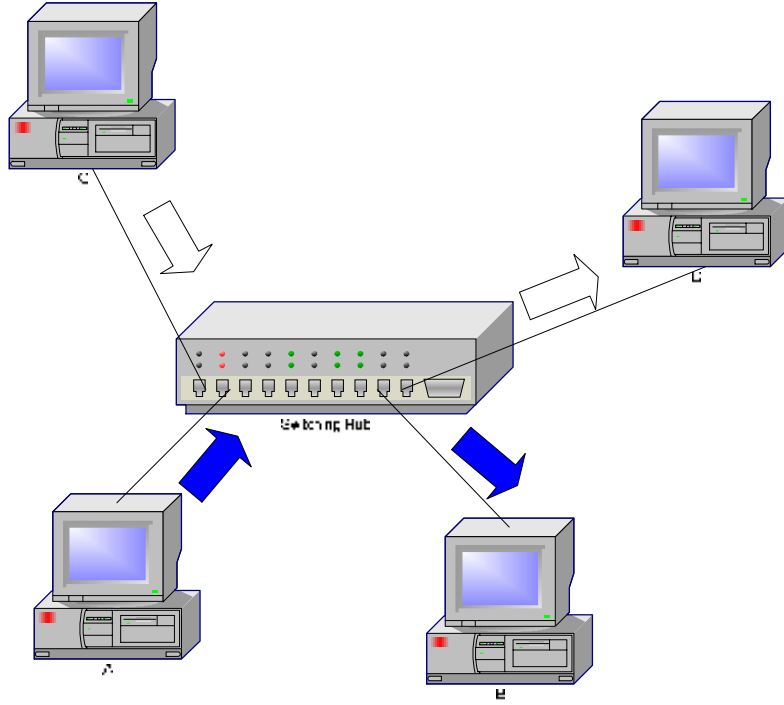
8.10⁶ bit 1s

1500.8 bit x

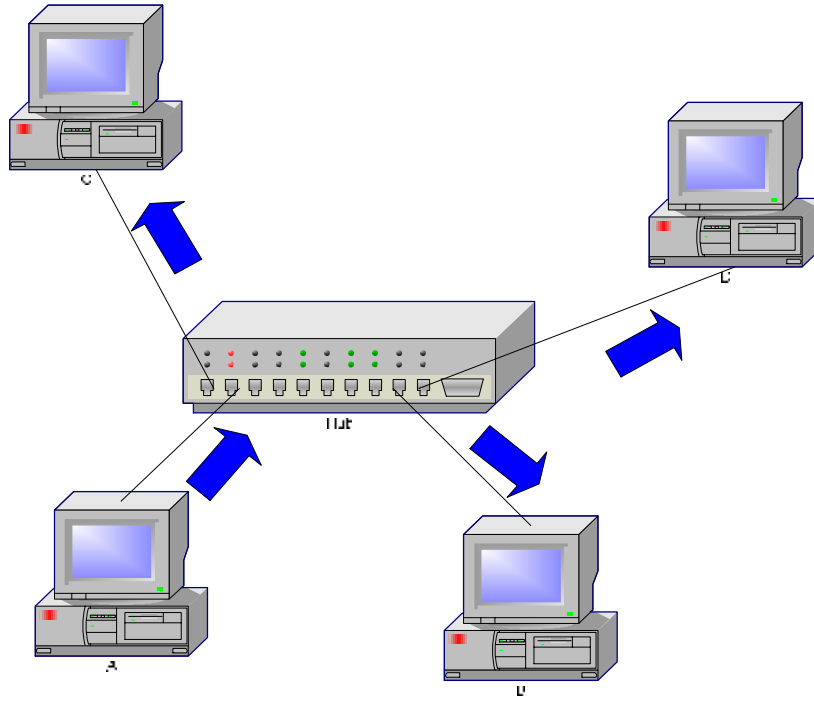
$$X = \frac{1500.8}{8.10^6}$$

X=1,5 ms

1.2.4. Switching Hub



Şekil 1.8: Switching hub kullanılan ağlar

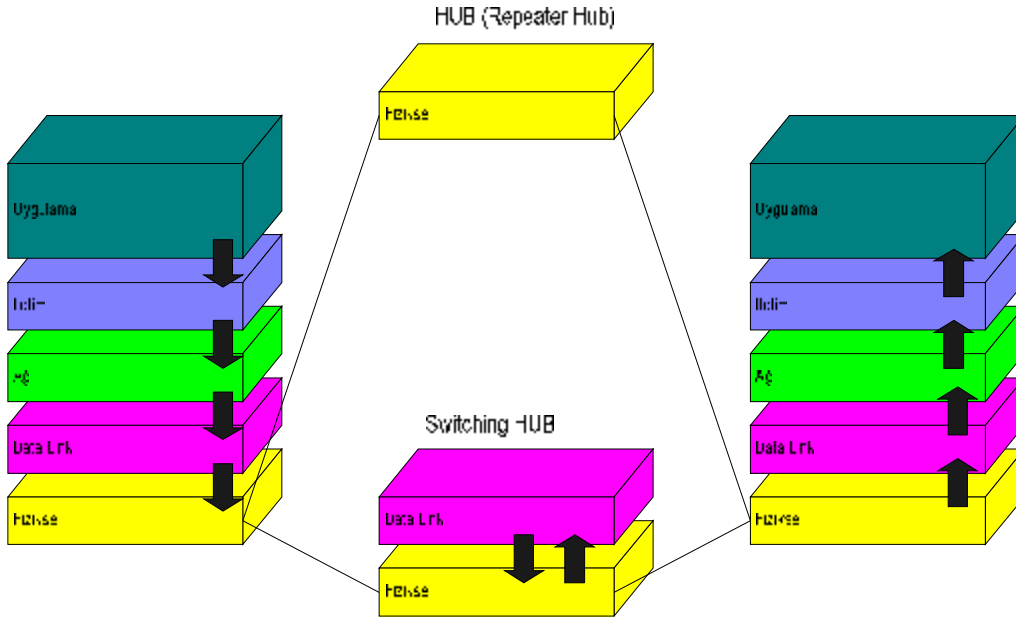


Şekil 1.9: Repeater hub kullanılan ağlar

Normal (repeater) hublarda veri hub'a bağlı her kabloya gönderilir (Şekil 1.9).

Switching hub, normal hublardan akıllıdır. Veriyi yalnızca hedef bilgisayara yönlendirir (Şekil 1.8). Portlarına bağlı bilgisayarın MAC adreslerini bir tablo Şeklinde aklında tutar. Paketi yalnızca hedef bilgisayara gönderdiğinden diğer hatlar aynı anda diğer paketler tarafından kullanılabilir. Bu sayede paket trafiğinin azalması sağlanır. Aynı anda birden fazla bilgisayar aynı hedefe ulaŐmak istendiğinde switching hub ile normal hub arasında hız ağısından fark olmaz.

Normal (repeater) hublar sadece fiziksel katmana sahiptir. Switching hub ise fiziksel katman ile birlikte Data Link katmanını da sahiptir. Ethernet paket baŐlıđını kontrol edebilir. Şekil 1.10 da bu ağıkça görülebilir.



Şekil 1.10: Hub katmanları

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yapınız.

- Ø Çapraz kablo ile iki bilgisayarı birbirine bağlayınız.
- Ø Düz kablo kullanarak dört adet bilgisayarı HUB kullanarak birbirine bağlayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Bilgisayarlara ethernet kartını takınız.Ø Bilgisayarlara birbirine bağlamak için çapraz (cross) kablo hazırlayınız.Ø Kabloları iki bilgisayara da bağlayınız.Ø Bilgisayarlara aynı ağ adresine sahip IP numaraları veriniz.Ø Diğer bilgisayarın IP numarasına ping atınız.Ø Düz kablo yaparak bilgisayar ile hub bağlantısını yapınız.Ø Bilgisayarlara aynı ağ adresine sahip IP numaraları veriniz.Ø Ping komutu ile bağlantınızı sınavınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Ethernet kartının sürücüsünün doğru olup olmadığına dikkat ediniz.Ø Kabloların renk sıralarına dikkat ediniz.Ø Kabloları test cihazı ile kontrol edebilirsiniz.Ø IP numaralarını verirken aynı ağ adresine sahip olup olmadığını kontrol ediniz.Ø Ping komutu ile diğer bilgisayarın IP adresine kontrol mesajı atmalısınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki sorulara uygun şıkları bularak cevap veriniz.

- 10/100BaseT ifadesindeki T aşağıdakilerden hangisini belirtir ?
A) Kablo tipini
B) Katmanı
C) İletim hızını
D) Jak tipini
- Hangisi data link katmanı içerisinde bir katmandır ?
A) İletim katmanı
B) Uygulama katmanı
C) MAC
D) Ağ katmanı
- Bir ethernet başlığı içerisinde hangisi bulunmaz ?
A) Hedef MAC adres
B) Kaynak MAC adres
C) Veri tipi
D) Hedef IP adres
- Aşağıdaki cihaz- cihaz bağlantısında cross kablo kullanılmalıdır ?
A) Bilgisayar- HUB
B) Bilgisayar- Bilgisayar
C) Bilgisayar- Router
D) HUB- Bilgisayar
- Hangisi switch hubın özelliklerinden değildir.
A) Repeater hublara göre daha hızlıdır.
B) Gönderilen paketleri yalnızca bağlı olan ilgili bilgisayara iletir.
C) İçerisinde fiziksel ile data link katmanı vardır.
D) gönderilen paketleri bağlı olduğu her bilgisayara gönderir.
- Ethernet paketin uzunluğu en fazla kaç byte olabilir ?
A) 1200
B) 1500
C) 1.5
D) 15
- MAC adresinin ilk 3 byte'ı neyi ifade eder ?
A) Üretici firmayı
B) Hedef bilgisayarı
C) Seri numarasını
D) Kaynak bilgisayarı

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Ağ içerisinde iletişimin nasıl yapıldığını öğrenebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

- Ø Ethernet paket ve ARP hakkında araştırma yapmalısınız.

2. AĞ (NETWORK) KATMANI

Ağ katmanının temel görevi yönlendirmedir. Ağ katmanı adresleme de yapmaktadır. Adresleme, ağdaki paketin yolunu bulabilmesidir. İnternette adreslerin bulunabilmesi için kullanılan protokole IP (internet protokol) adı verilir. Bu protokolün kullandığı adreslere IP adresi denir.

IP adresleri ve sınıfları ile ilgili ayrıntılı bilgi daha önceki modülde verilmişti.

Ağ katmanı iki bilgisayar arasındaki veri iletimini en kısa yoldan yapar. Yönlendiricilerde (router) hublardan farklı olarak bu katman bulunur. Bu katman sayesinde verilerin routerlarca yönlendirilmesi sağlanır. Ağ katmanında veriler adreslenir ve mantıksal adresler fiziksel adrese çevirilir. Bu esnada yönlendirme işlemi de yapılır. Bu fonksiyonları yapmak için yukarıda bahsi geçtiği gibi iki ana teknik kullanılır. Bunlar adresleme ve yönlendirmedir.

2.1. IP Adres ve Yol (Path) Kontrolü

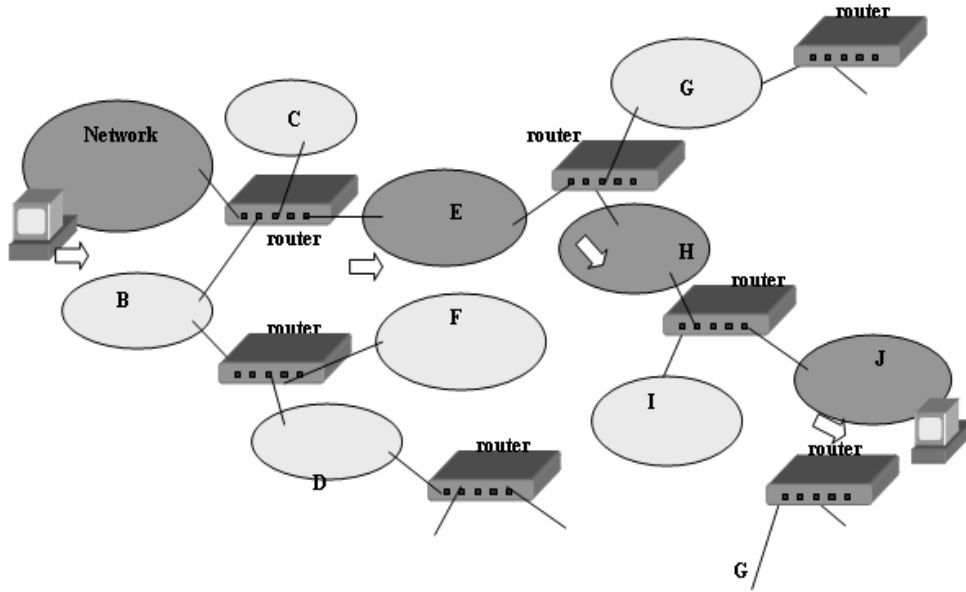
Bir ağ içinde iletişim için MAC adrese ihtiyaç vardır. Fakat tüm çalışmalar için yalnızca bir network uygun ve yeterli midir? Eğer yalnızca bir network yeterli değil diye düşünüyorsanız networkler arasında iletişim sağlamak için yeni bir adres sistemine ihtiyaç vardır.

MAC adres için dünyada bir tane olmaktan başka belirleyici bir özelliği yoktur. Eğer switching hub kullanmazsak bir ağ içinde veri trafiğinin yeterince yoğun olacağını söyleyebiliriz. İleride de açıklanacağı gibi yayın (Broadcast) işlemi bile network içinde yoğunluğa sebep olmaktadır. Çünkü yayın (Broadcast) yapıldığında network içindeki tüm hatlara sinyal gönderilir.

Bu nedenle 50'den fazla bilgisayar kullanılacaksa yalnızca bir networkün yeterli olacağını söyleyemeyiz. Bu durumda internet erişimi de pek verimli olamaz.

MAC adresten farklı olarak diğer bir adres sistemi **IP address** (Internet Protocol address) sistemidir ve **internet katmanında**(internet, INTer NETwork ifadesinden oluşur) kullanılır. IP adres sistemini kullanan router veri paketinin hangi portuna yönlendirileceğine kolayca karar verebilir.

Örneğin A networkünden J networküne şekilde belirtildiği yönde veri aktarılabilir. Buna yol (**path**) **kontrolü** denir ve internet katmanı tarafından bu görev yerine getirilir.



Şekil 2.1: Yol kontrolü

Şekilde A'dan gönderilen veri paketi E ve H ağları üzerinden J'ye ulaşır. Alternatif yollar olsaydı buralardan da ulaşabilirdi. Bu iletim sırasında diğer ağlar bundan etkilenmezler. Burada dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da paketin geçtiği tüm ağlarda fiziksel katmanın kullanılmış olmasıdır.

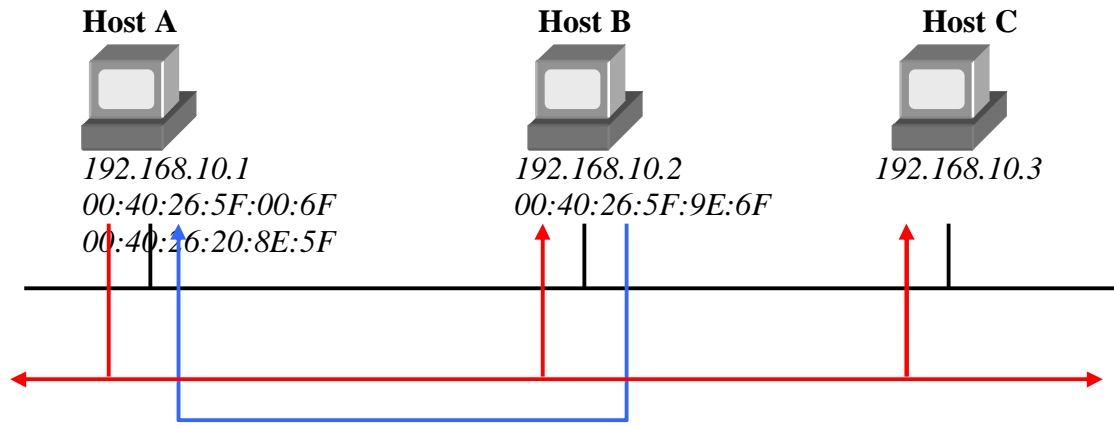
2.2. Güvenli Olmayan Bağlantısız İletim Tipi (Cennectionless Type)

Güvenli olmayan iletişim modunda hedef bilgisayar kapalı olsa bile veri iletilir. Gönderilen verinin doğru yere gidip gitmediği kontrol edilmez. Bu tip bağlantılar fonksiyonları basitleştirmek ve hızı arttırmak için yapılır. Diğer bağlantı tipleri, örneğin TCP güvenilir iletişimi sağlar. Verinin ulaşip ulaşmadığı ve doğru bir şekilde ulaşip ulaşmadığı mutlaka kontrol edilir ve geri bildirim yapılır. Sonuçta hız düşer ancak veri iletim güvenliği artar.

2.3. Adres Çözümleme Protokolü (ARP)

ARP (Address Resolution Protocol) IP adresinden MAC adresi elde eden bir protokoldür. IP adresinden MAC adresi elde etmek için aşağıda gösterilen sıra izlenir. Örneğin, Host A (192.168.10.1) Host B (192.168.10.2) ile haberleşmek istemektedir.

- Ø Host B'nin MAC adresini elde etmek için, Host A ARP istek paketini broadcast yapar. ARP istek paketi Host B'nin IP adresini (192.168.10.2) içerir.
- Ø Host B ARP istek paketini alır. sonra Host B Host A'ya MAC adresinin bulunduğu ARP cevap paketini gönderir.

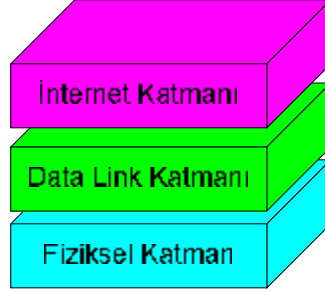


Şekil 2.2: ARP

Sık sık tekrarlanan ARP paketleri network üzerinde yoğunluğa sebep olur. Bu problemi çözmek için her bilgisayar, IP adreslerinin ve MAC adreslerinin bulunduğu ARP tablosunu geçici bir süre hafızasında tutar. Bir host ARP tablosunda bulunana IP adresleri için ARP isteği yapmaz. MAC adresleri belli zaman aralıklarıyla ARP tablosundan silinir.

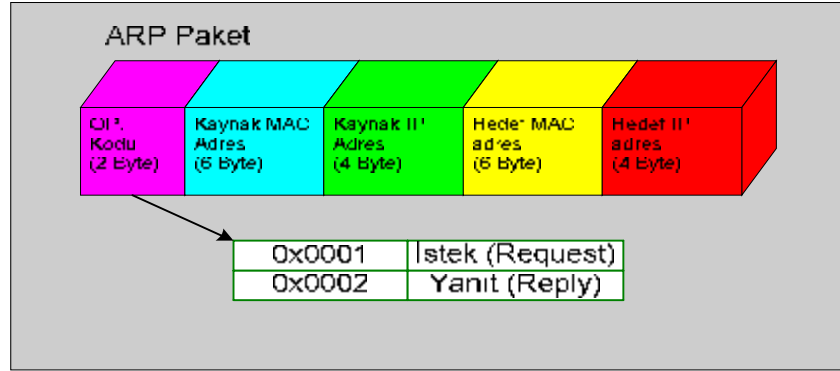
Ağlar arası ve ağ içindeki iletişimi daha iyi kavrayabilmek için IP adres ile MAC adres arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak gerekiyor. Çünkü internet katmanında hazırlanan ve hedef bilgisayarın IP adresini içeren veri paketi, MAC adres kullanılmadan data link katmanı üzerinden gönderilemez. Bu nedenle IP paket gönderilmeden önce internet katmanı hedef bilgisayarın MAC adresini sorar. Bunun için ARP istek paketi gönderilerek hedefin MAC adresini öğrenilir. Buna adres çözümleme denir ve **ARP** olarak isimlendirilir.

ARP amacıyla kullanılan pakete **ARP paket** denir.



Şekil 2.3: İnternet katmanının yeri

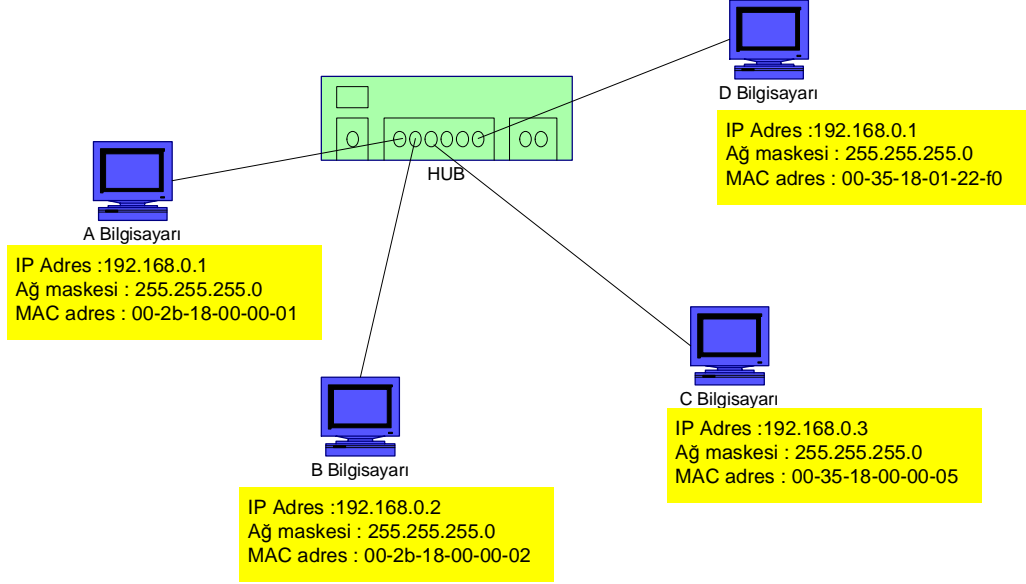
ARP paketin yapısı şekilde görülmektedir. Şekilde paketin bazı kısımları gösterilmemektedir. İleriki konularda ARP paket detaylı olarak tekrar incelenecektir.



Şekil 2.4: ARP paket (Sadece önemli bölümler)

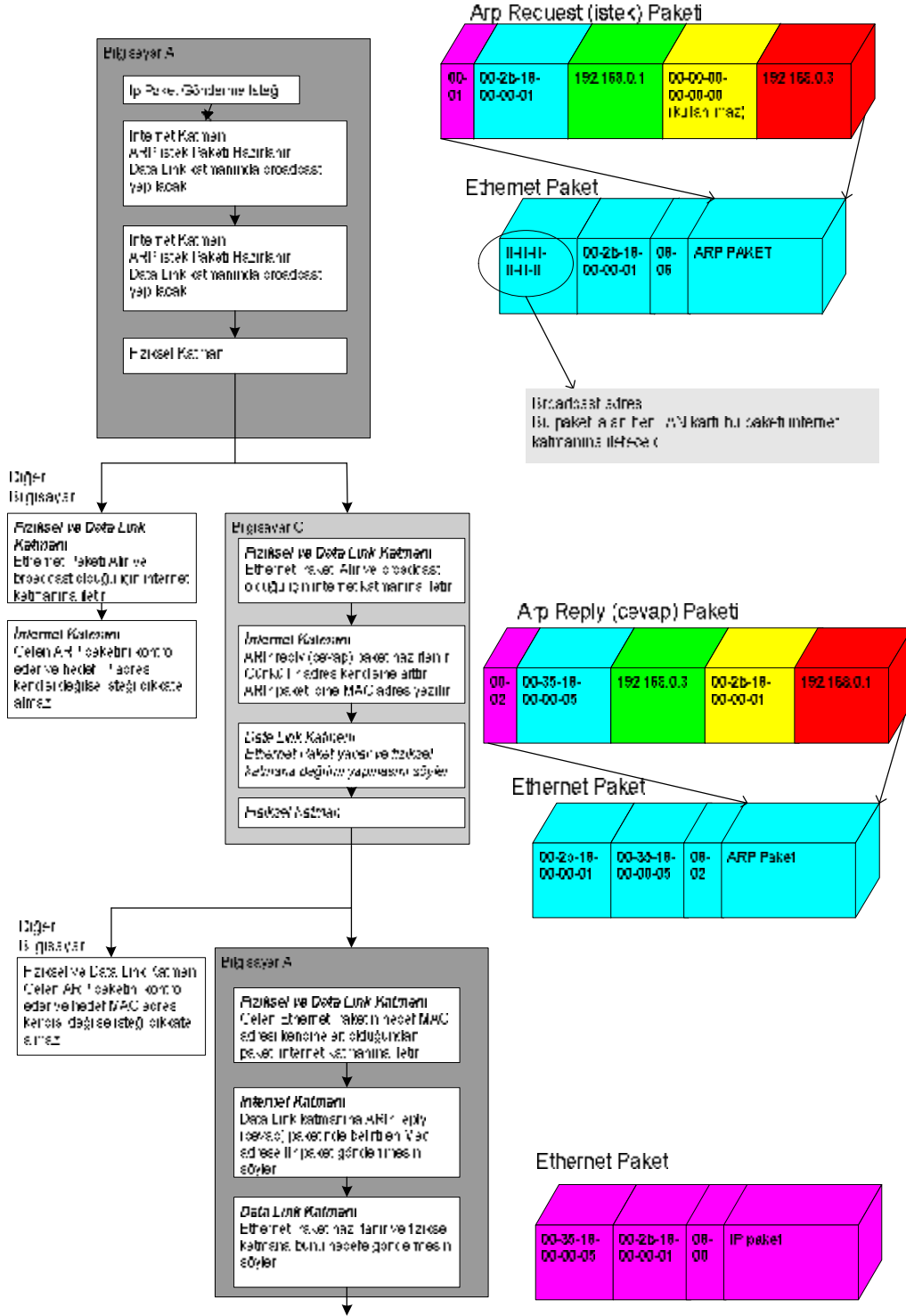
2.3.1. ARP İçin rnek

A bilgisayarından C bilgisayarına IP paket gönderilecektir.



Şekil 2.5: Adres zmleme ARP (1)

Bilgisayarlar arasında oluşan iletişim ve gönderilen paketlerin hangi bilgisayarda ne işleme tabi tutulduğunu Şekil 2.6'da takip edebilirsiniz..



Şekil 2.6: Adres çözümleme ARP

2.3.2. ARP Tablosu ve ARP Komutu

IP adres ve MAC adres ile ilgili bilgiler bilgisayarda bir süre saklı tutulur. Bu nedenle internet katmanı her zaman ARP isteği yapmaya gerek görmez. Komut isteminde (dos ortamı) arp komutu uygulanarak bu bilgiler görülebilir. Aşağıda uygulama sonucu görülmektedir.

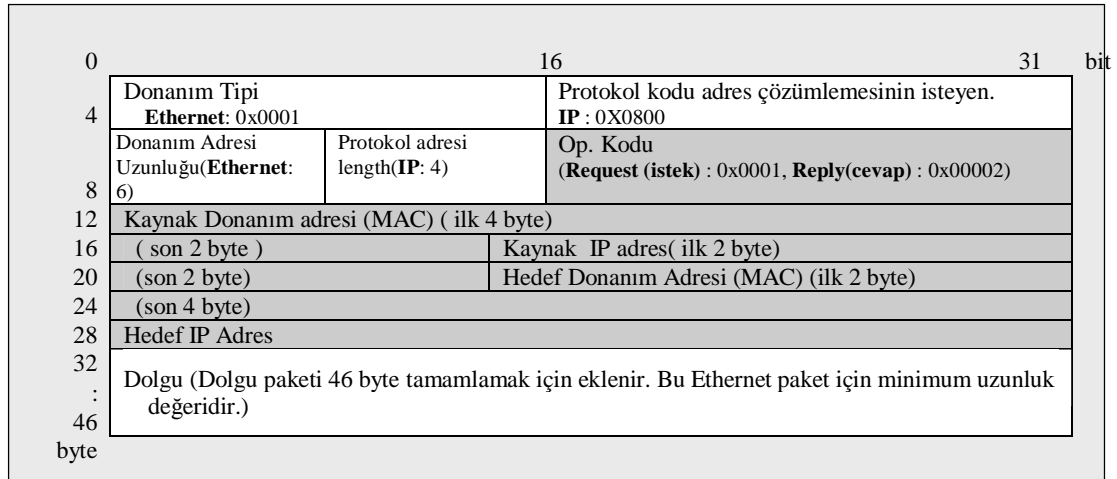
```
C:\XXX> arp -a

Interface: 192.168.0.13 on Interface 0x3
Internet Address      Physical Address  Type
192.168.0.250        00-00-85-0e-e8-4c dynamic
```

Burada **Interface**, bilgisayarın LAN kartına atanmış IP adresini ifade eder. **Internet Address**, diğer bilgisayarın IP adresini ve **Physical Address** ise MAC adresini ifade eder. **Type**, **dynamic** ise bu bilgilerin kısa bir süre için saklı tutulduğunu, bir süre sonra bilginin kaybolacağını ifade eder. Eğer istenirse bu bilgi bilgisayarda kalıcı olarak saklı tutulabilir. Yani arp komutu kullanılarak **static** yapılabilir.

2.3.3. ARP Paket

Aşağıda ARP paketin tam içeriği görülmektedir. ARP paket, yalnızca TCP/IP model tarafından kullanılmadığından, ana bölümün yanında bu paket içinde bazı ek bilgiler bulunmaktadır.



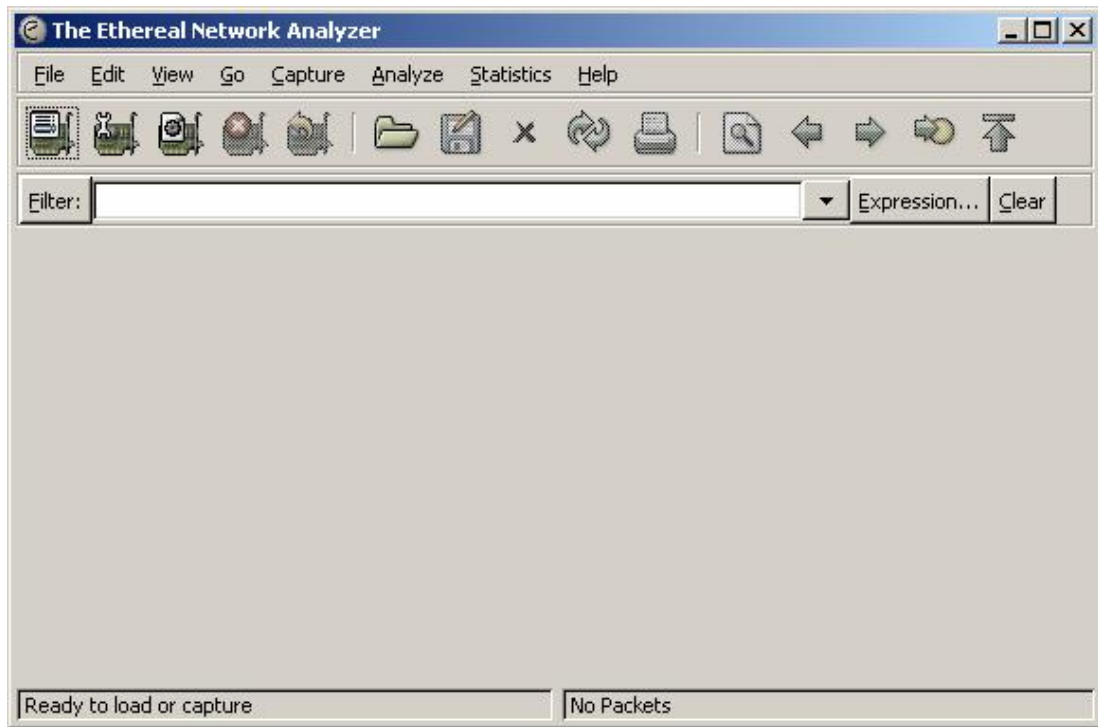
Şekil 2.7: Tam formda ARP paketi

2.3.4. ARP Paketi Yakalamak

Bilgisayar iletişim anında herhangi bir paketin içeriğini görebilmek için ağ analiz programını kullanabilirsiniz. Ethereal programı bu iş için uygun olacaktır. Ethereal programını internette ücretsiz olarak indirebilirsiniz. Program bir çok Linux versiyonunda otomatik kurulum şeklinde gelmektedir.

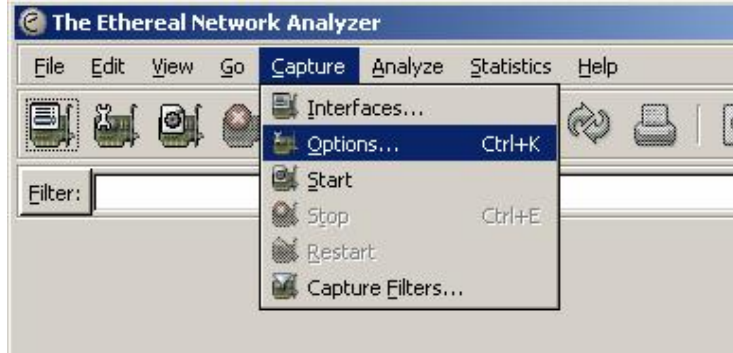
2.3.4.1 Ağ Analiz Programının Kullanımı

Ethereal programını çalıştırdığınızda karşınıza Şekil 2.8'deki arayüz gelecektir.

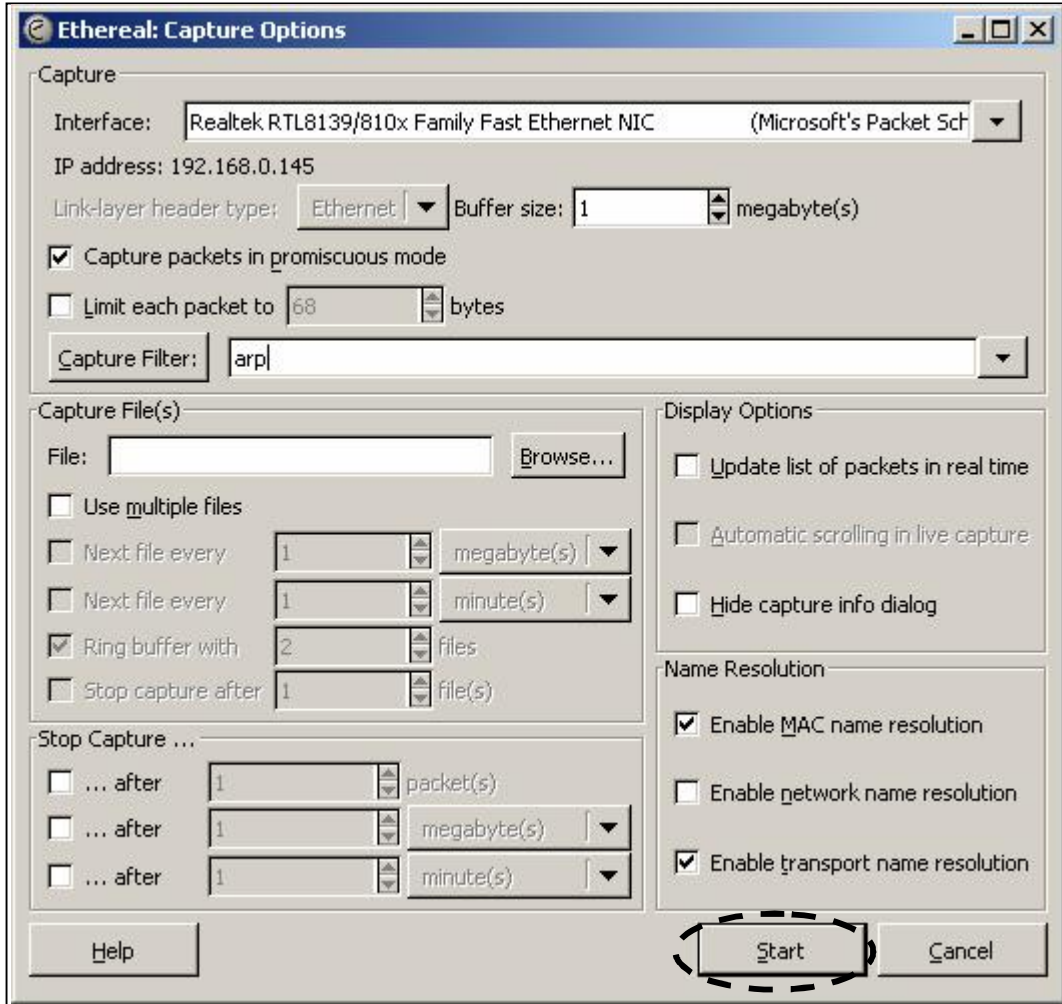


Şekil 2.8: Ağ analiz (network analyzer) programı arayüzü

Paket Yakalama işlemi için öncelikle yakalama kriterlerini (Ethernet kartı, filter vb.) belirlememiz gerekir. Şekil 2.9'daki seçenek seçimi yapıldıktan sonra Şekil 2.10'daki gibi ayarlamalar yapılabilir. Örneğin sadece arp paketleri yakalamak istediğimizde filter bölümüne arp yazabiliriz.

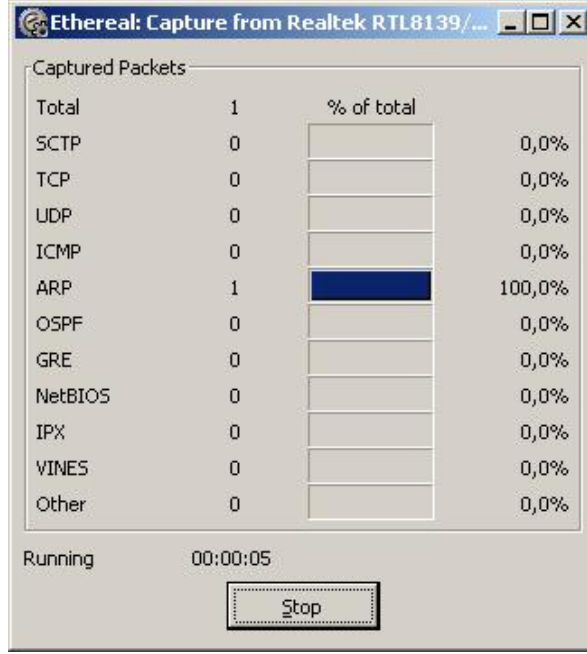


Şekil 2.9: Ağ analiz programı ayarlar seçeneği



Şekil 2.10: Ağ analiz programı ayarlar penceresi

Şekil 2.10'da gösterildiği gibi start düğmesine basarak yakalama işlemini başlatabiliriz. Yakalama işlemi başlar başlamaz aşağıdaki şekildeki pencere karşımıza gelecektir. İstendiği anda stop düğmesine basılarak yakalama işlemi durdurulabilir.



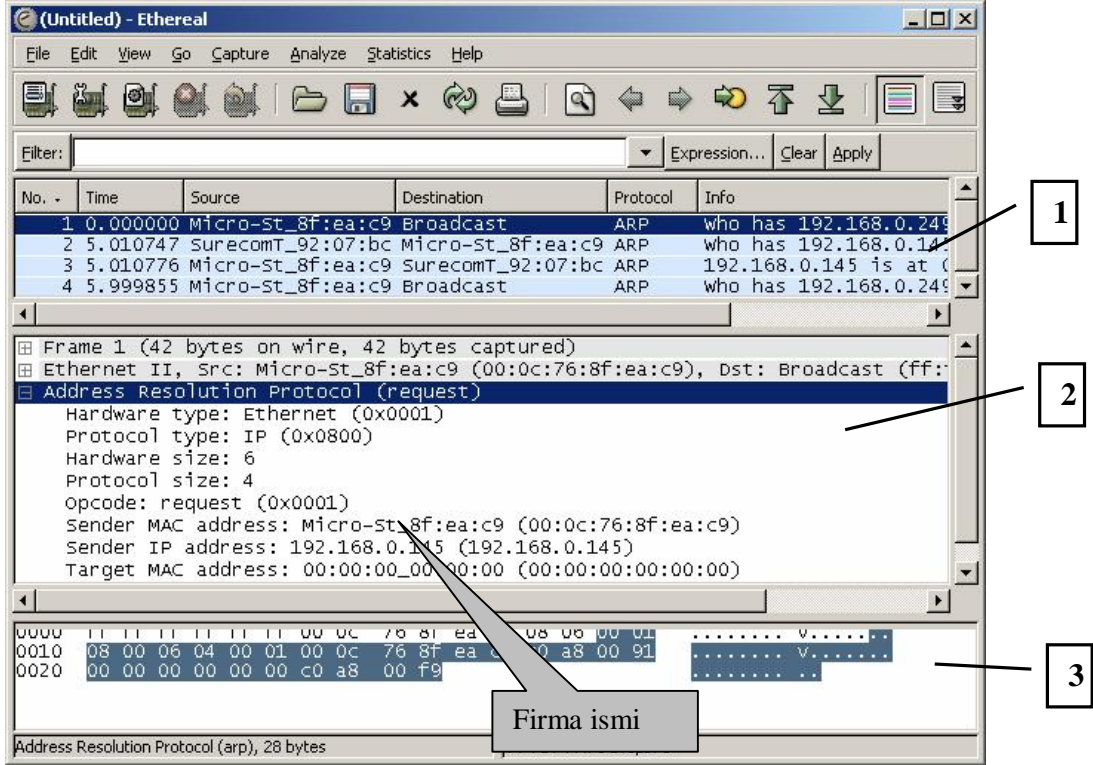
Şekil 2.11: Ağ analiz programı paket yakalama penceresi

Durdurulma işleminden sonra pencere Şekil 2.12'deki duruma gelecektir. Şekil 2.12' de penceri bölümleri detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

1. Paketler bölümü : Bu bölümde bilgisayarın ethernet kartına ulaşan paketler ile ilgili bilgilerin bulunduğu kısımdır.

2. Detay bölümü : Paketler bölümünden herhangi bir paket seçili ise o an seçilmiş olan paket içeriğini detaylı olarak buradan görebiliriz.

3. Binary bölümü : Seçili olan paket içerişinin binary gösterimi bulunmaktadır.



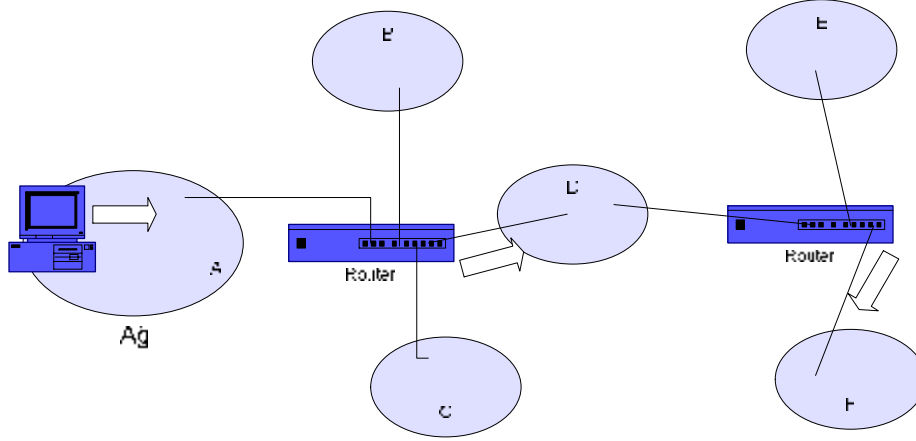
Şekil 2.12: Ağ analiz programı paket analiz penceresi

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü üzere analiz programı ARP paketleri yakaladı. Detay kısmında bakıldığında yukarıda seçili olan paketin içeriği görülmekte. Örnekte seçilen paket OP kodun 0001 olmasından dolayı bir ARP istek paketi olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca detaylar kısmında ARP paketin içeriği ayrıntılı olarak da görülmekte. Şekil 2.7'de verilen ARP paketi tam formdaki her bir bölüm burada birbirinden ayrı olarak listelenmektedir.

2.4. Yönlendirme

Adres çözümleme işlemi bilgisayarın internet (network) katmanında yapılır. Yapısında fiziksel katman ve data link katmanı barındıran ve ağa bağlantının yapıldığı Lan kart üzerinde adres çözümlemesi yapılmaz. ARP, aynı ağ içinde iletişimi sağlayan protokoldür ve path kontrolü için kullanılmaz. Bu nedenle arp protokolü bazen yalnızca data link katmanında dikkate alınır.

Burada TCP/IP model için çok önemli olan **IP** protocol ve **Yönlendirme(routing)** hakkında bilgi edineceğiz.



Şekil 2.13: Farklı ağların birbirine bağlanması

2.4.1. Tracert Komutu

Bu komutu kullanarak ağ dışına gönderilen IP paketin hedefe ulaşana kadar izlediği yol görülebilir.

```
>tracert domain adı veya IP adresi
```

Aşağıdaki şekilde yahoo.com adresine erişme durumunda gönderilen paketin hangi yolu izleyerek adrese ulaştığı görülmektedir.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings>tracert yahoo.com
En fazla 30 atlamanın üstünde
yahoo.com [66.94.234.131]'ye izleme yolu :
 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.0.1
 2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.18.1
 3  12 ms    13 ms    12 ms    dsl.static85105481.ttnet.net.tr [85.105.48.1]
 4  *        779 ms   *        10.20.13.174
 5  26 ms    26 ms    26 ms    ach_t1_2-izm_t1_2.ttnet.net.tr [212.156.120.251]
 6  *        *        *        İstek zaman aşımına uğradı.
 7  84 ms    153 ms   84 ms    62.67.33.41
 8  86 ms    84 ms    84 ms    ae-0-53.bbr1.Frankfurt1.Level3.net [4.68.118.65]
 9  248 ms   240 ms   240 ms   as-0-0.hbr1.SanJose1.Level3.net [64.159.1.133]
10  240 ms   270 ms   263 ms   ae-13-53.car3.SanJose1.Level3.net [4.68.123.77]
11  246 ms   247 ms   245 ms   4.71.112.14
12  263 ms   245 ms   246 ms   ge-3-0-0-p261.msr1.scd.yahoo.com [216.115.106.187]
13  253 ms   312 ms   247 ms   ten-2-3-bas2.scd.yahoo.com [66.218.82.223]
14  245 ms   336 ms   268 ms   fifaworldcup.yahoo.net [66.94.234.131]
İzleme tamamlandı.
```

Şekil 2.14: Tracert komutunun domain adı ile kullanımı

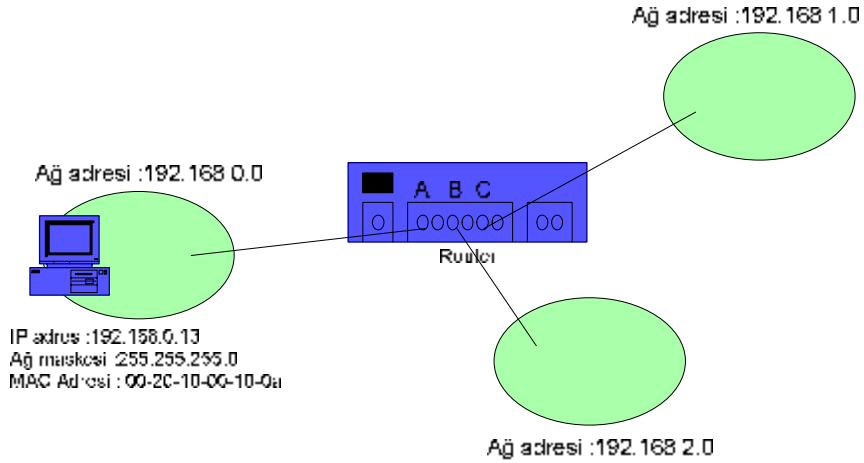
Aşağıdaki örnekte tracert komutunun IP ile kullanımını görebilirsiniz.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings>tracert 195.175.7.21
En fazla 30 atlamanın üstünde
getepeM160-izmM160.ttnet.net.tr [195.175.7.21]'ye izleme yolu :
 1  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.0.1
 2  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.18.1
 3  13 ms  13 ms  12 ms  dsl.static85105481.ttnet.net.tr [85.105.48.1]
 4  *      *      831 ms  10.20.13.174
 5  56 ms  39 ms  80 ms  izm_t1_1-izm_t2_2.ttnet.net.tr [212.156.120.91]
 6  25 ms  67 ms  82 ms  gyt_t1_1-izm_t1_1.ttnet.net.tr [212.156.120.291]
 7  142 ms 100 ms 122 ms  gyt_ebgp-gyt-t1_1.ttnet.net.tr [212.156.118.250]
 8  27 ms  33 ms  25 ms  getepeM160-izmM160.ttnet.net.tr [195.175.7.21]
İzleme tamamlandı.
```

Şekil 2.15: Tracert komutunun IP adres ile kullanımı

2.4.2. Yönlendirme Tablosu

İnternet katmanına sahip her sistem **yönlendirme tablosu**'na sahiptir ve bunu yol belirlemede kullanır. Hem bilgisayar için hem de router için yönlendirme tablosu söz konusudur. Burada dikkat edilmesi gereken bir konu, router'ın her portu IP adres ile birlikte MAC adrese sahip olduğudur. Her router'ın internet katmanı ve dolayısıyla data link katmanı ve fiziksel katmanı vardır. Aynı zamanda routerın her portu için **ARP tablosu** da vardır.



Şekil 2.16: Router ile bağlanmış ağ

	A	B	C
IP Adres	192.168.0.1	192.168.1.1	192.168.2.1
Ağ Maskesi	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0
MAC Adresi	0b-23-1b-00-1e-00	0b-23-1b-00-1e-01	0b-23-1b-00-1e-02

Tablo 2.1: Şekil 2.16 router portları IP, ağ maskesi ve MAC adres tablosu

2.4.2.1. Bilgisayar İçin Yönlendirme Tablosu

TCP/IP protokolü kurulan her bilgisayarın routing tablosu vardır. Gerçek routing tablosuna baktığımızda biraz karışık bir yapıya sahip olduğunu düşünebilirsiniz. Fakat bu tablo içinden biz önemli iki farklı veriye dikkat etmeliyiz. Bunlar yön belirleme amaçlıdır ve aşağıda belirtilmiştir. Tabloda Gateway, paketin nereden gönderileceğini ifade eder. Buna bilgisayar karar verir.

Ağ hedefi	Ağ Maskesi	Ağ Geçidi	Arabirim	Ölçüt	
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.1	192.168.0.145	20	A
192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.145	192.168.0.145	20	B

Tablo 2.2: Bilgisayar için yönlendirme tablosu

A) Yönlendirme tablosunda **ağ hedefi** 0.0.0.0 ve **ağ maskesi** 0.0.0.0 verileri varsayılan ağ geçidi içindir. Ağ geçidi veri paketi farklı bir ağa gönderilmek istendiğinde önemlidir ve hedef IP adres olarak işlem görür. Tabloda varsayılan ağ geçidi tabloya ağ geçidi kolonuna yazılır. Veri paketi bu durumda 192.168.0.145 ile belirtilen arabirim (LAN) kartı vasıtasıyla dışarıya gönderilir. Bir bilgisayarın varsayılan ağ geçidi sayısı birden fazla olabilir. Bilgisayar, ölçütü daha küçük olan ağ geçitini kullanacaktır. Eğer bağlantı sorunu yaşanırsa diğer yolu otomatik olarak deneyecektir.

B) Ağ içerisinde bir paket gönderilirken hedef IP adres ile ağ maskesi (Burada TCP/IP ayarlarında 255.255.255.0 olarak belirtilmiştir) arasında mantıksal (lojik) AND işlemi yapılır. Bu işlem sonucu "ağ hedefi" kolonundaki değere eşit olursa paket doğrudan hedef bilgisayara gönderilir (varsayılan ağ kullanılmadan).

Örnek 1:

Hedef IP adres :192.168.0.45

B Durumuna bakılır.

$192.168.0.45 \text{ AND } 255.255.255.0 > \text{sonuc } 192.168.0.0$

Sonuc hedef ağ adresine eşittir (192.168.0.0)

Bu durumda IP numarası 192.168.0.145 olan lan kartından paket aynı ağ içerisinde olduğundan doğrudan hedefe gönderilir.

Örnek 2: Hedef IP adresi :192.168.1.156

B durumuna bakılır.

192.168.1.156 AND 255.255.255.0 > sonuc 192.168.1.0
Sonuc hedef ağ adresine eşit değil.

Bu durumda A durumuna bakılır.

192.168.1.156 AND 0.0.0.0 >sonuç 0.0.0.0

Sonuç hedef ağ adresine eşit (0.0.0.0). Bu durumda paket dış ağa gönderilmek üzere 192.168.0.1 ağ geçidi adresine 192.168.0.145 LAN kartı üzerinden gönderilir.

Bilgisayarımızdaki yönlendirme tablosunu görebilmek için route print komutu kullanılır.

> *route print*

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings>route print
=====
Arabirim Listesi
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ..00 0c 76 8f ea c9 ..... Realtek RTL8139 Family PCI Fast Ethernet NIC - P
aket Zamanlayıcı Mini Ba-lant Noktası
=====
Etkin Yollar:
   Ağ Hedefi          Ağ Maskesi          Ağ Geçidi          Arabirim          Ölçüt
   0.0.0.0            0.0.0.0            192.168.0.1       192.168.0.145     20
   127.0.0.0          255.0.0.0          127.0.0.1         127.0.0.1         1
   192.168.0.0        255.255.255.0     192.168.0.145    192.168.0.145    20
   192.168.0.145     255.255.255.255   127.0.0.1         127.0.0.1         20
   192.168.0.255     255.255.255.255   192.168.0.145    192.168.0.145    20
   224.0.0.0          240.0.0.0          192.168.0.145    192.168.0.145    20
   255.255.255.255   255.255.255.255   192.168.0.145    192.168.0.145    1
Varsayılan
Ağ Geçidi:          192.168.0.1
=====
Sürekli Yollar:
Yok
C:\Documents and Settings>
```

Şekil 2.17: Route print komutu çıktısı

Bu tabloda paket gönderilmeden önce en alt kısımdan itibaren ağ maskesi ile AND işlemine tabi tutulur. Hedef ağ tutturulduğunda o hedef ağ satırındaki arabirim ve ağ geçidi kullanılarak ilgili yere ulaştırılır.

Bu tabloda bazı özel IP adresleri görülmektedir. Bu IP numaraları ve tanımları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

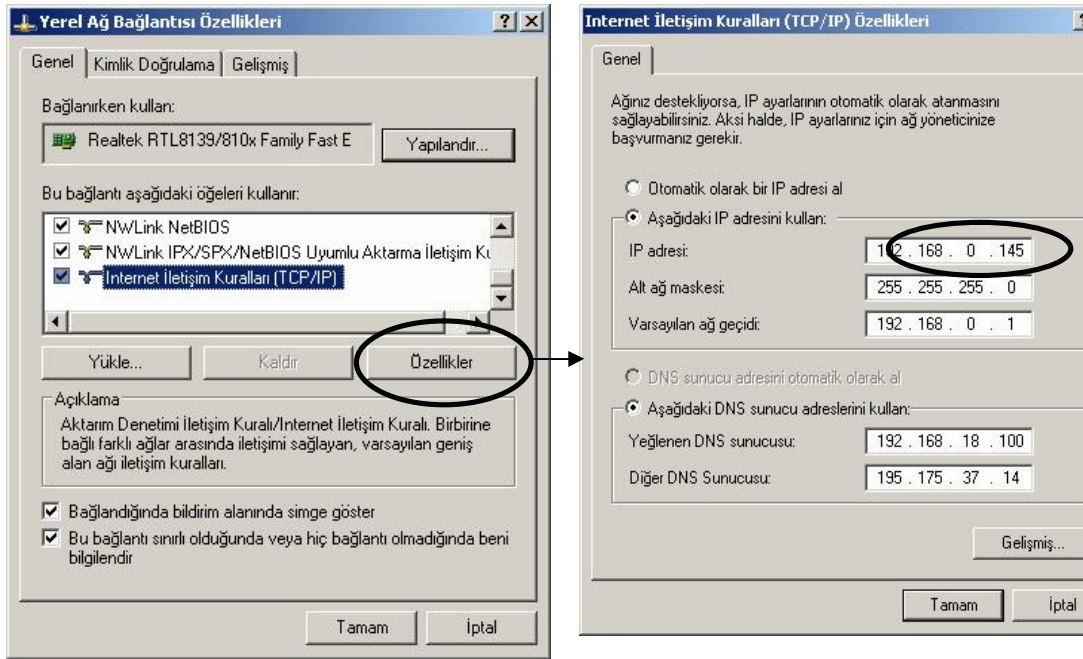
Özel IP adresler	Açıklama
Tüm bitler 1 255.255.255.255	Ağ içerisindeki tüm bilgisayarlara yayın yapılır.
Network adres bitleri hariç diğerleri 1 Örn : 192.168.0.255	Belirtilen ağ içerisindeki tüm bilgisayarlara yayın yapılır.
127.0.0.1	Loopback adres (bilgisayarın kendisi)
224.0.0.0	Çoklu yayın için kullanılan adres

Tablo 2.3: Özel IP adresler

Bilgisayarın TCP/IP Numaralarını Vermek

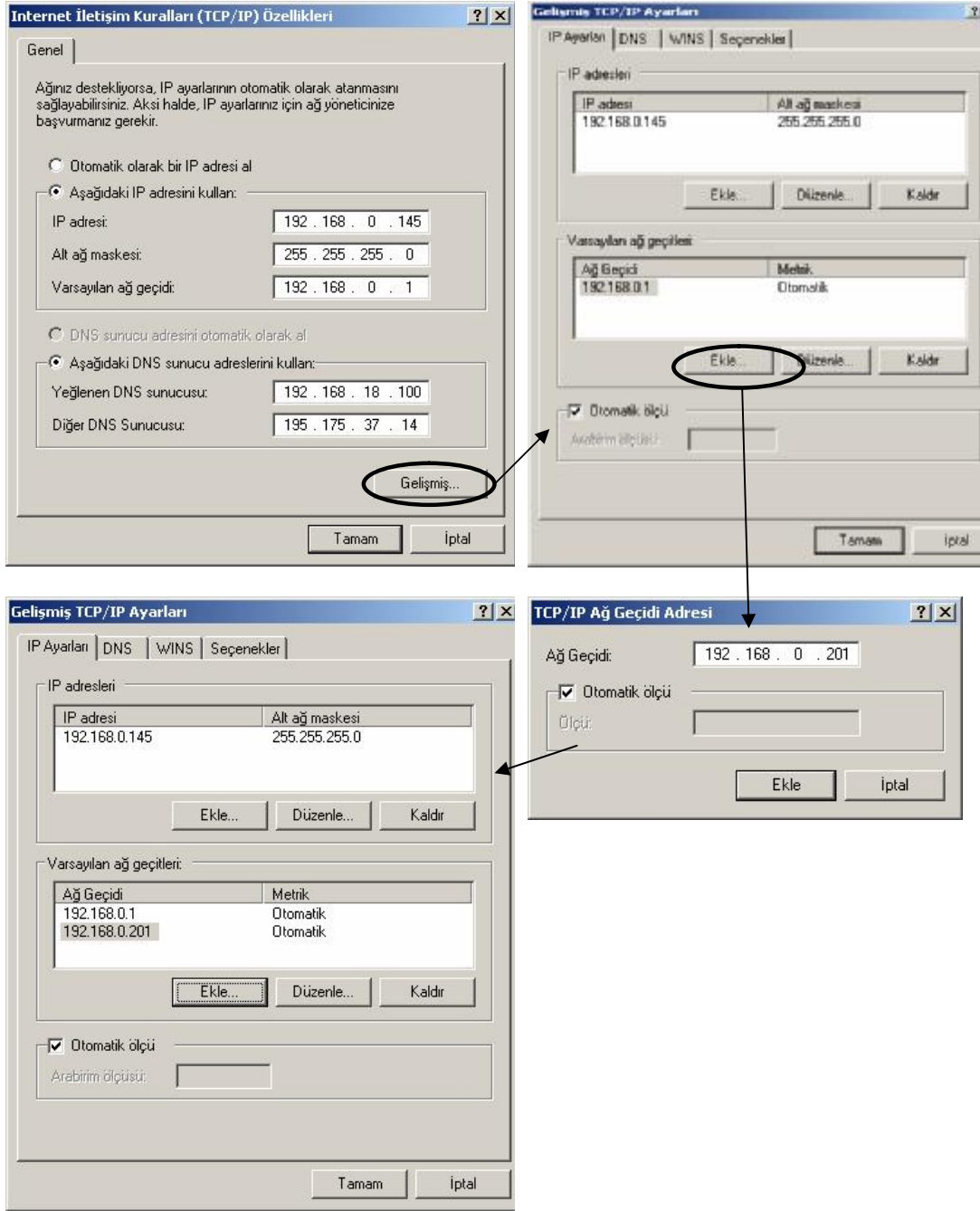
A. Alt ağ maskesi ve IP adresini değiştirmek

Denetim Masası- Ağ bağlantıları- Yerel ağ bağlantısı sağ klik açılan menüden özellikler seçilir.



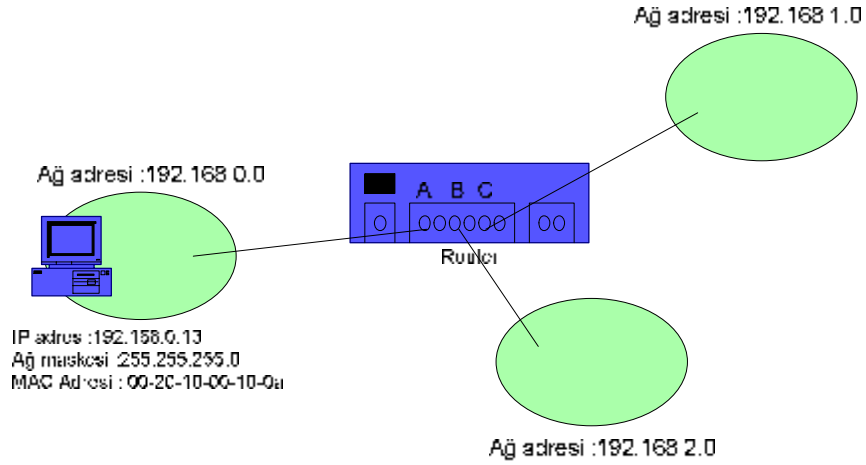
Şekil 2.18: IP ve ağ maskesinin değiştirilmesi

B. Farklı bir ağ geçidi ekleme



Şekil 2.19: Farklı bir ağ geçidi ekleme

2.4.2.2. Router İçin Yönlendirme Tablosu



	A portu	B portu	C portu
IP Adres	192.168.0.1	192.168.1.1	192.168.2.1
Ağ Maskesi	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0
MAC Adresi	0b-23-1b-00-1e-00	0b-23-1b-00-1e-01	0b-23-1b-00-1e-02

Şekil 2.20: Yönlendirme tablosu hazırlanacak bağlantı

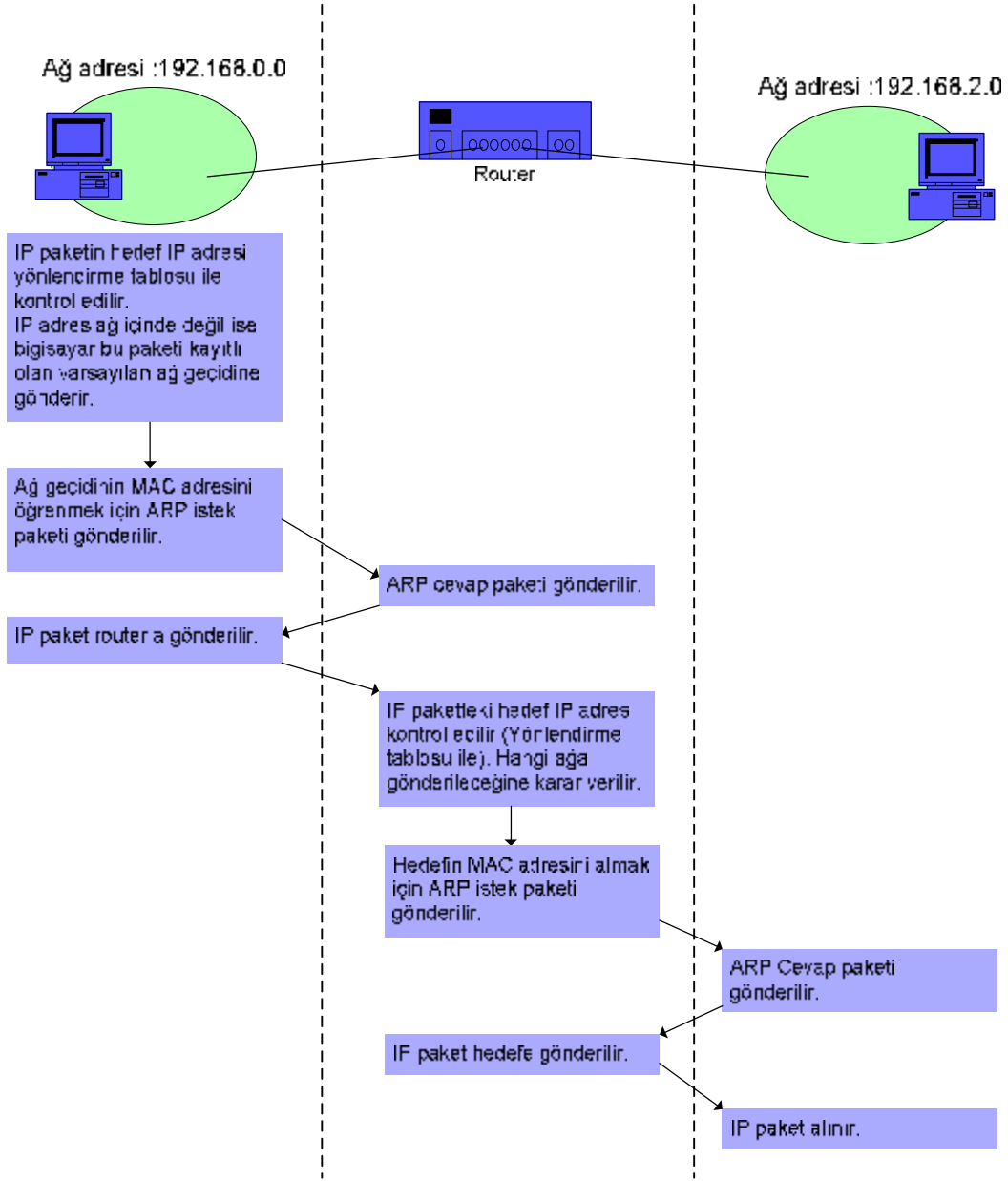
Hedef Ağ	Ağ Maskesi	Ağ Geçidi	Arabirim	Ölçüt
192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.1	192.168.0.1	1
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.1	1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.1	192.168.2.1	1

Tablo 2.4: Router yönlendirme tablosu

IP paket geldiğinde yapılan işlemler sırası ile aşağıdaki gibidir;

- Ø Hedef IP adres ile ağ maskesi AND işlemine tabi tutulur.
- Ø AND işlemi sonucu AĞ adresi belirlenir ve yönlendirme tablosunda belirtilen arabirim (port) üzerinden IP paket hedef ağa gönderilir.

Bir sonraki şekilde farklı bir ağdaki bilgisayar ile haberleşmek isteyen bir bilgisayarın paket trafiğini inceleyebilirsiniz.

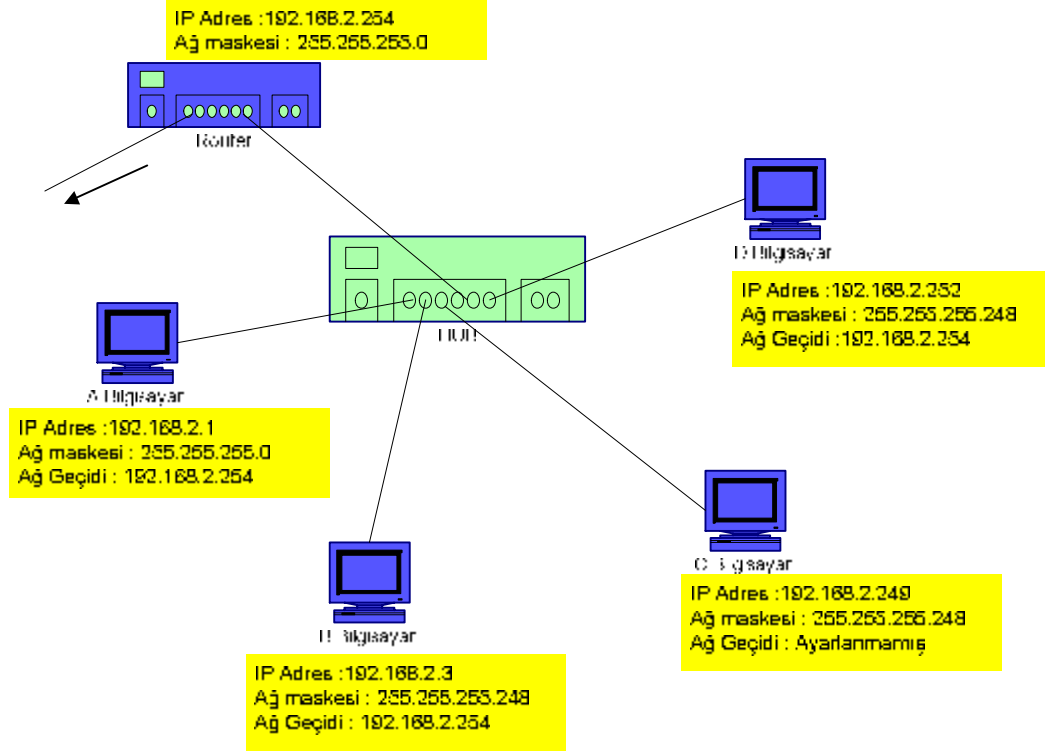


Şekil 2.21: IP paketin farklı bir ağa gönderilmesi

2.4.2.3. Yayın Segmenti ve Segment İçinde Birden Çok Ağ

Yayın yapıldığında ethernet paketin erişebildiği alan yayın segmenti (Broadcast Segment) olarak isimlendirilir. Normalde yayın segmenti bir ağa karşılık gelir. Yayın segmenti içerisinde birçok ağ adresi kullanılabilir. Bu konuyu anlamak problem çözümü için önemlidir.

Bir sonraki şeklimizdeki ağ yapısını inceleyelim. Daha iyi anlayabilmek için pinglerin karşılıklarını incelemek gerekir.



Şekil 2.22: Yayın segmenti örneği

Yukarıdaki şekildeki bilgisayarların ve routerin ağ adreslerini aşağıdaki tabloya yazalım.

Bilgisayar	Ağ Adresi	Bilgisayar	Ağ adresi
A	192.168.2.0	D	192.168.2.248
B	192.168.2.0	Router	192.168.2.0
C	192.168.2.248		

Tablo 2.5: Ağ adresleri

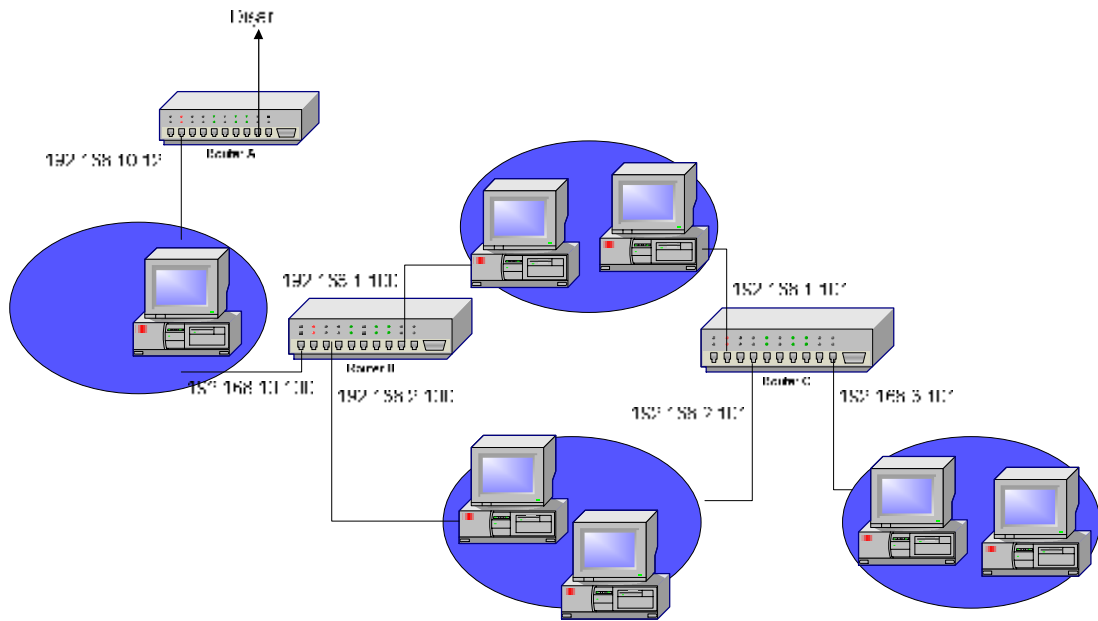
Şimdi de aşağıdaki durumları tek tek inceleyelim ;

1. C'den D'ye ping yapıldığında
2. C'den B'ye ping yapıldığında
3. B'den A'ya ping yapıldığında
4. A'dan C'ye ping yapıldığında
5. A'dan D'ye ping yapıldığında

İzlenen durumlar;

- Ø C den D ye ping yapıldığında ping' e cevap gelecektir. Çünkü bu iki bilgisayar aynı ağ adresine sahip.
- Ø C ve B farklı ağlardadır C bilgisayarına ağ geçidi verilmediği için ping cevabı alınmaz.
- Ø B ve A bilgisayarlarının Ağ maskeleri farklı olmasına rağmen AND işlemi sonucunda Ağ adreslerinin aynı olduğu görülmektedir. Bu nedenle ping'e cevap alınır.
- Ø A ya göre C aynı ağdadır bu nedenle Ping A dan C ye ulaşır.ç Ancak C ye göre A aynı ağda değildir. Ayrıca C bilgisayarında ağ geçidi tanımlanmadığından C den A ya cevap gidemez.
- Ø A dan D ye ping yapıldığında A, D yi aynı ağda algılar, bu nedenle ping isteği D'ye ulaşır. D cevap vermek için hedef IP yi ağ maskesi ile and işlemine alır. Buna göre A farklı bir ağda çıkar. Paket direct olarak AĞ geçidine yönlendirilir. Routera gelen paket routerın ağ maskesi ile AND işlemine tutulur. A bilgisayarı ile aynı ağda olduğu bulunur ve paket router üzerinden A bilgisayarına ulaşır. Arp –a komutu kullanılırsa MAC adresin router a ait olduğu görülebilir.

2.4.2.3. Ağ Geçidi ve Yönlendirici (Router) İçindeki Yönlendirme Tablosu



Şekil 2.23: Yönlendirici ile bağlanmış farklı ağlar

Şekil 2.23'teki yönlendiricilerden C ve B yönlendiricilerinin yönlendirme tablolarını yazalım.

C Yönlendiricisi (Router)

Hedef Ağ	Ağ Maskesi	Ağ Geçidi	Arabirim	Ölçüt
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.100	192.168.1.101	1
0.0.0.0	255.255.255.0	192.168.1.101	192.168.1.101	1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.101	192.168.2.101	1
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.3.101	192.168.3.101	1

Tablo 2.6: C Router için yönlendirme tablosu I. Alternatif

Hedef Ağ	Ağ Maskesi	Ağ Geçidi	Arabirim	Ölçüt
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.100	192.168.1.101	1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.2.101	192.168.2.101	2
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.101	192.168.1.101	1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.101	192.168.2.101	1
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.3.101	192.168.3.101	1

Tablo 2.7: C Router için yönlendirme tablosu II. alternatif

B Yönlendiricisi (Router)

Hedef Ağ	Ağ Maskesi	Ağ Geçidi	Arabirim	Ölçüt
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.10.102	192.168.10.100	1
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.100	192.168.1.100	1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.100	192.168.2.100	1
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.1.101	192.168.1.100	1
192.168.10.0	255.255.255.0	192.168.10.100	192.168.10.100	1

Tablo 2.8: B Router I için yönlendirme tablosu

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yapınız.

- Ø Kurulu bir ağ içerisinde ağ analiz programı kullanarak ARP istek paketi yakalayınız. Ağ analiz programındaki bilgilere göre aşağıdaki tabloda bulunan bölümleri doldurunuz.

0			16			31	bit
4	Donanım Tipi		Protokol Kodu Adres çözümlemesini isteyen				
8	Donanım Adresi Uzunluğu(Ethernet : 6)	Protokol adresi length(IP : 4)	Op. Kodu				
12	Kaynak Donanım adresi (MAC) (ilk 4 byte)						
16	(son 2 byte)		Kaynak IP adres(ilk 2 byte)				
20	(son 2 byte)		Hedef Donanım Adresi (MAC) (ilk 2 byte)				
24	(son 4 byte)						
28	Hedef IP Adres						
32	Dolgu (Dolgu paketi 46 byte tamamlamak için eklenir. Bu ethernet paket için minimum uzunluk değeridir.)						
46							
byte							

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Ağa bağlı bir bilgisyarda ağ analiz programını kurunuz.Ø Ağ analiz programını başlatınız.Ø Gerekli ayarları yapınız.Ø Yakalama işlemini başlatınız.Ø Bir süre sonra yakalama işlemini durdurunuz.Ø Yakalanan paketin içeriğine bakarak tabloyu doldurunuz.	<ul style="list-style-type: none">Ø ARP paketi yakalamak için ağınızda bulunan nacak daha önce haberleşmediğiniz bir bilgisayarın IP numarasına ping atabilirsiniz.Ø Ağ analiz programında filtreleme yaparak sadece ARP paketleri yakalatabilirsiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki sorulara uygun şıkları bularak cevap veriniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi adres çözümleme protokolünün kısa yazılışıdır.
A) TCP
B) IP
C) UDP
D) ARP
2. Bilgisayarımızda kayıtlı arp tablosunu görüntülemek için hangi omut dizesini kullanırız
A) Arp -s
B) Arp -t
C) Arp -a
D) Ping
3. Aşağıdaki op kodlarından hangisi ARP istek paketi olduğunu gösterir.
A) 0x0001
B) 0x0000
C) 0x0006
D) 0x0007
4. Aşağıdakilerden hangisi bir domaine kadar olan yolu gösteren komuttur.
A) Route print
B) Tracert domain adı
C) Route domain adı
D) Arp
5. Hangisi bilgisayarda kayıtlı olan yönlendirme tablosunu görmemize yarar
A) Route print
B) Tracert print
C) Arp print
D) Route add
6. Varsayılan ağ geçidi hangi durumda kullanılır.
A) Veri gönderilen bilgisayar aynı ağda iken
B) Veri gönderilen bilgisayara farklı ağda iken
C) Veri gönderilen bilgisayarda ip adresi yok iken
D) Veri gönderen bilgisayarın IP adresi yok iken
7. Aşağıdaki cihazların hangisinde yönlendirme tablosu yoktur.
A) Bilgisayar
B) Diz üstü bilgisayar.
C) Router (yönlendirici)
D) HUB

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modülde yaptığınız uygulamaları tekrar yapınız. Yaptığınız bu uygulamaları aşağıdaki tabloya göre değerlendiriniz.

AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen kriterleri uyguladıysanız "Evet" sütununa, uygulamadıysanız "Hayır" sütununa X işareti yazınız.		
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çapraz (cross) kabloyu renk sıraları doğru olarak yaptınız mı?		
2. Kabloyu test ettiniz mi?		
3. Ethernet kartını bilgisayara doğru olarak taktınız mı ?		
4. Ethernet sürücüsünü doğru olarak yüklediniz mi?		
5. İki bilgisayardan da ping attınız mı?		
6. Ping komutuna beklenen yanıtı aldınız mı?		
7. Düz (straight) kabloyu doğru renk sırasında yaptınız mı ?		
8. Bilgisayrları HUB a bağladınız mı?		
9. IP numaralarını doğru olarak verdiniz mi ?		
10. Ping komutu ile kurulan sistemi test ettiniz mi ?		
11. Ağ analiz programını doğru olarak çalıştırdınız mı ?		
12. Ağ analiz programının ayarlarını yaptınız mı ?		
13. ARP paketini yakaladınız mı?		
14. ARP paketinin içeriğini tabloya doğru olarak işlediniz mi?		

KAYNAKÇA

- Ø MASUDA Yoichi, İbrahim APA, **Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Bilgisayar Ağları 11. Sınıf Ders Kitabı**, Ağustos 2005.