

ANAHTARLAMA DEVRİMİ

Dr.Turgay KALAYCI¹ Dr.İsmail ÖZMEN²

¹ İ.Ü.Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Yardımcı Doçent

² İ.Ü.Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Programcılığı Bölümü, Öğretim Görevlisi

ABSTRACT : *Networking communications have passed through three major eras and is now entering its fourth. Each of these periods was driven by a new generation of computing hardware and applications, and each dramatically expanded the uses of computing. We are now at the beginning of the next era: that of switched, dedicated, high-speed networking.*

On this paper, three evolutions are introduced in short, and the concepts of the evolution that we are in are tried to be examined with its general lines, ATM switching, virtual LANs and routing which are known as the basic elements of the switching revolution are investigated.

I-AĞIN DÖRT EVRİMİ

1.EVRİM: ANABİLGİSAYAR AĞLARI (1965-1975)

Büyük merkezi makineler bilişimi etkilediği yıllarda, bir seri özel ağ mimarileri oluştu. Bunlar üreticinin terminalleri ile sistem arasında, güvenli sağlam bağlantılar sağladılar. Bütün uygulamalar anabilgisayar üzerinde çalıştırıldı ve ağdan geçen verinin büyük bir çoğunluğu metin (text) veriydi.

Anabilgisayar ağındaki en önemli elemanlar ileri-uç (front-end) işlemciler ve küme (cluster) denetleyicileriydi (Şekil-1). Terminal grupları deneticilere bağlanırdı ve bu deneticiler uçtan-uca kablolarla (yerel bağlantılar için) veya kiralık telefon hatlarıyla (uzak bağlantılar için) ileri-uç işlemcilerle bağlanıyorlardı. "Paylaşımlı bant genişliği" fikri telefon hattının bant genişliğinin sırası ile denetleyicilerin vasıtası ile Şekil 1. Tipik bir anabilgisayar yapısı uzak bağlantılar için kullanıldı. Bu dönemde etkin olan anabilgisayar satıcısı IBM idi. Bu ağlar bu dönemde o kadar güzel çalıştı ki, onların bazıları hala kısmen değişmemiştir. Çoğu ise, köprü veya yönlendiricilerle bağlanılan token-ring ağlarına dönüştü veya bütünüyle değiştirildi. LAN erişim metodunun bant genişliği ve esnekliği ile bileşik bir karmaşık yapıya sahip olan token-ring, ana bilgisayar tabanlı denetleyici/terminal ağındaki gibi aynı performans özelliklerinin çoğunu sağlar.

2.EVRİM: MİNİ BİLGİSAYAR AĞLARI (1975-1985)

Mini bilgisayarlar teknik olarak daha kullanışlı ve düşük maliyetli olduğundan çoğu işletme, mühendislik ve iş yeri uygulamalarını bu sistemlere kaydirdılar. Terminal erişimi, mini üzerindeki bir yuvaya eşzamansız terminaller bağlanılarak oldukça basit bir şekle koyuldu. Hata önleyen ve geniş alan hat paylaşımını sağlayan istatistiksel çoklayıcılar gelişti. Veri PBX'leri birçok ağları merkezileştirdi. Böylece terminal kullanıcılarına bilgisayarlarını seçme imkanı ve pahalı bilgisayar portları ile savaşıma imkanı verilmiş oldu (Şekil 2).

Ağ ortamında önemli bir değişiklik oldu: Bir ağın çeşitli parçaları bir çok satıcı tarafından sağlanmış olması. Bu durum süratle ağ teknolojisi değişim oranını arttırdı. Bir örnek olarak pazara giren küçük üreticilerin sayısının artması gösterilebilir.

En büyük mini bilgisayar üreticisi DEC (Digital Equipment Corporation), eşzamansız mini bilgisayar ağları içinde ilk liderlerdendi. Varolan terminaller direk olarak mini bilgisayarlara veya veri PBX'lerine bağlanmadan ziyade terminal sunucularına bağlandı. Terminal sunucuları 10 Mbps Ethernet Yerel Alan Ağı (LAN) üzerinden mini bilgisayarlara bağlandı. Bu mimaride terminal sunucuları Veri PBX 'leri ile yer değiştirdi ve uzak köprüler istatistiksel çoklayıcılarla yer değiştirdi.

Benzer bir evrimsel değişim IBM tarafından yapıldı. Yerel küme denetleyicilerini ana bilgisayara bağlayan uçtan-uca kablolar yerine token-ring yerel alan ağları geldi.

3.EVRİM: PAYLAŞIMLI BANTGENİŞLİKLİ LAN'LAR (1985-1995)

IBM, DEC ve diğer bir kaç daha küçük üreticinin terminal-tabanlı LAN'ları bilgisayar ağları için uygun ortam olarak kurulmuşlardı. Fakat kişisel bilgisayarların patlamasıyla esaslı bir kayma görüldü. Masa üstü bilgisayarlar kuruluşların içerisinde çoğaldı ve

kullanıcılar; yazıcılar ve dosya transferleri gibi fiziksel kaynaklarını paylaşma ihtiyacı duydular. Bu ihtiyacı karşılamak için, LAN tabanlı ağ işletim sistemleri ortaya çıktı. Bunlar kullanılan uygulamaları destekledi ve sabit bir hız, paylaşımlı veritabanı kullanan LAN tabanlı uygulamalarda gerçek bir yenilik sağladı (Şekil 3).

Bu ağların esası "paylaşımlı bant genişliği" kavramıdır. Bir çok PC ve başka aygıtlar sırasıyla bir Ethernet bölümüne veya bir token-ring'e bağlandı. Daha önceki PC'lerin çok kısıtlı işlem kapasiteleri olmasına, ve ağ işleminde sınırlı miktarda veri yoğunluğu işlemesine karşın, bu işlem oldukça iyi çalıştı.

Bu ağlarda iki esas problem vardı:

1. Kalın kablolar hantal ve kurulması pahalıydı, bağlantıları ve ses için standart olan yıldız topolojisine uymadı. Yıldız topolojisinde, bükümlü-çift kablolar her masadan kablolama tablosuna çekilir, genellikle bir veya daha fazla tablo binanın katlarına yerleştirilir.
2. Köprüler (Bridges) Ethernet ve token-ring'i bağlamak için kullanıldı. Doğal olarak köprüler belirli bir trafiği (mesajları) istasyonlara dağıtır. Bu, oldukça küçük ağlarda, trafik yoğunluğunun yüzdesinin çok az olduğu zamanlarda iyi çalıştı. Fakat çok geniş ağlarda bazı aygıtların ağa aşırı yük getirebilecek mesajlar göndermeye başladığı gözlemlendi.

Akıllı hub'lar kablolama problemini çözdü; bunlar Ethernet ve token-ring'i desteklediler. Her istasyon varolan bükümlü-çift kabloları kullanabildi. Burada da bir çok istasyon bir bölümü veya bir token-ring'i paylaştı fakat kablolama daha fazla yönetilebilir oldu.

Yönlendirme, hem dosya sunucularında hem de dış birimlerde, aşırı trafik olan ikinci problemini ağ yöneticilerine LAN'larını bölme imkanı vererek çözdü. Mesajlar (broadcast) yönlendiricilerde durduruldu ve kullanıcı trafiği LAN'lar arasında kontrol edildi. Yönlendiriciler bunu oldukça karmaşık protokolleri kullanarak yaptılar.

4. EVRİM : ANAHTARLAMA (1995 -)

Masaüstü bilgisayarlardaki inanılmaz gelişmeler ağ bilgişleminde üçüncü evrimi bitirdi. Bu makinelerin gücündeki hızlı büyüme sonucunda işlemci gücünde arttığından ağ bilgişleminde şu andaki evrime geçmede büyük bir etken olmuştur. İleri masaüstü bilgisayarlar Ethernet veya token-ring'in sağladığı işlemden daha fazla işlem yapabilmektedirler. Bu özellikle sunucular için geçerlidir, çünkü tüm bilgiler uygulama sunucularına gönderildiğinden, bunlar fiilen daha fazla kullanıcılara

destek verdiğinden daha fazla veri oranına gereksinim duyarlar (Şekil 4).

Bu gelişmiş donanım gücünden kullanıcılar faydalanır. Her endüstride ve her tip uygulamada, veri metin yerine görüntü (resim) ile temsil edilmektedir. Word Wide Web, döküman görüntüleme, tıbbi radyoloji, CAD, görüntülü eğitim ve ön baskı editlemesi aşırı derecede fazla bant genişliği isteyen uygulamalara bir kaç örnek olarak verilebilir. "Bisiklet" kelimesini transfer etmek için 8 bayt gönderilir. Bisiklet resmini transfer etmek için 80.000 bayt gönderilir. Basit bir görüntü üzisi transfer etmek için 8.000.000 bayt gönderilir.

Grafiksel işlemin ekonomik faydaları aşırı derecede fazladır. Bilgi sezgi ile daha çabuk anlaşılır. Kullanıcılar uygulamayı öğrenmek için daha az zaman harcarlar ve bilgi ile çalışmak için daha fazla zaman kalır. Kağıt kullanımı son derece azalır, neredeyse hiç kullanılmaz.

Çalışma uzaktaki insanlarla paylaşılabilir. Beceri, organizasyon veya sanayi içinde transfer edilebilir.

Bunlardan başka düşünülenler var olan ağ için aşırı yüklenme getirecektir. Bu durumda oldukça fazla kullanıcı ağa eklenmiş olacaktır. İstemci/sunucu uygulamaları bant genişliği gereksinimini arttıracaktır. Kurumsal uygulama sunucuları ve merkezi sunucu alanları yerel çalışma gruplarının dışına daha fazla trafiği taşıyacaktır.

Açıkça görülüyor ki, beş yıl önce geliştirilen hub ve yönlendirici teknikleri böylesine ağır yüklerle başedecek biçimde planlanmamıştır. Bağlama paneli ile Ethernet bölümlere veya ring'lere ayrılabilir. Fakat bu çözüm gerçek yüksek-bant genişliği olan uygulamaları ölçekliyemez ve bu çözümü yönetmek de zordur.

En iyi çözüm anahtarlamadır. Anahtarlanmış ağlarda her iş istasyonu ve sunucunun ağa adanmış kendi bağlantısı vardır. Yani, 20 kullanıcı, 10 Mbps Ethernet bölümünü paylaşacağına, 200 Mbps işlem yapma imkanı sağlanır. Ayrıca, anahtar yüksek-hızlı sunucu bağlantılarını desteklerse; 100BaseT, ATM ve FDDI gibi; veri, ağdaki iş istasyonlarına daha hızlı taşınabilir.

II-ANAHTARLAMA DEVRİMİNİN TEMEL ELEMANLARI

ATM ANAHTARLAMA

Son günlerde en önemli standart Eşzamansız Aktarım Kipi'dir. (ATM) Eşzamansız Aktarım Kipi - Asynchronous Transfer Mode (ATM), geleceğin ağları için standart anahtarlama mekanizması olarak geniş ölçüde kabul görmektedir. ATM genel geniş alan ağlarında olduğu gibi yerel ve genel geniş alan ağ ürünleri içinde çok hızlı bir şekilde yayılmaktadır.

Tablo 1. Ağın 4 evrimi

	1.Evrime 1965 – 1975	2.Evrime 1975 - 1985	3.Evrime 1985 - 1995	4.Evrime 1995 -
Odak	Anaçatı	Mini dosya	Sunucu	Ağ
Sunucu tipi	Anaçatı	Mini sunucu	Dosya sunucusu	Dosya sunucusu, Uygulama sunucusu
Kaynak tipleri	Anaçatı	Anaçatı	Görüntü sunucusu, PBX, Anaçatı	Herhangibiri
Kaynak adedi	Çok küçük	küçük	orta	büyük
Mimari	özel	özel	standart	standart
Uç aygıtlar	dump synch terminal	dump synch terminal	PC, iş istasyonu	PC, iş istasyonu, çoklu ortam
LAN/WAN farkı	orta	yüksek	yüksek	az
Bant genişliği miktarı	az	az	yüksek	oldukça yüksek
Bant genişliği tipi	paylaşımlı	adanmış	paylaşımlı	adanmış
En iyi kullanım biçimi	Metin veri	metin veri	program ve veri dosyaları	herhangi bir bilgi (metin,dosya)
Anahtar ağ teknolojileri	FEP, denetleyici	stat mux, veri pbx	akıllı hub, yönlendirici	LAN anahtarı, ATM anahtarı, Yönlendirici sunucusu

ATM küçük sabit uzunluklu hücreler kullanır. Çünkü bu hücreler değişken -uzunluklu paketlere nazaran geçiş süresini (Latency) daha az sürede tutarlar. ATM veri patlama (Bursty) bilgisini; LAN paketleri gibi ve sabit bit oran bilgisini; ses gibi birleştirebilir. ATM anahtarlama donanımında yürütüldüğünden ve anahtarları kendi aralarında birbirleriyle bağlantılı olduğundan, bu günün büyük ağ desteğinden daha fazlasını uygulamalara sağlayabilecek güçtedir. Sorun ATM'e geçilip geçilmeyeceği meselesi değildir, mesele ne kadar çabuk geçileceğidir. Ergeç, her masaya yüksek - hızlı ATM bağlantıları sağlanacaktır. Fakat bu işlem yakın bir geleceğe yayılacaktır. ATM arayüz kartları Ethernet arayüz kartlarına nazaran daha pahalıdır. ATM anahtar mimarisi hala gelişmektedir. ATM ile direk olarak bir kampusteki bütün bilgisayarları bağlama, ATM'i fiilen destekleyen o andaki anahtarlar için çok yüksek oranda bir bağlantı sağlayacaktır. Yüksek veri oranlarında ATM'i çalıştırmak isteyen çoğu kullanıcılar fiber optik veya kategori 5 UTP kablolarını döşemek zorunda kalacaklardır. Gelecek bir kaç yıl içinde çoğu kurumlar ATM'i önemli ölçüde kullanacaklardır. Fakat daha çok özel bant genişliği gereken çalışma grupları ve omurgalar için.

LAN ANAHTARLAMA

LAN anahtarlama ağ endüstrisinin en hızlı gelişen parçasıdır. Sebebi şudur: Fiyatlar hızla düşmektedir, 1993'de her anahtarlanan Ethernet port'u için fiyat 1500 - 2500\$ iken bugün her anahtarlanan port için 500\$'dir. Yönlendiricilerden farklı olarak, LAN anahtarları veriyi

yazılımdan ziyade donanım ile taşırlar. Bundan dolayı anahtarlar çok hızlıdır ve düşük maliyetle daha fazla işlem yaparlar. Çoğu LAN anahtarları düşük hızlı teknolojileri (Ethernet ve token ring gibi) ve yüksek hızlı teknolojileri (100BaseT, FDDI, ATM gibi) desteklerler. Çeşitli LAN teknolojilerini destekleyen anahtarlamanın yeteneği büyük bir altyapı değişimi yapmaksızın ağ işlemini arttırır. Anahtarlanan ağın imkanlarından yararlanmak isteyen kullanıcılar bugün masaüstü ATM'e atlamamalıdır. Çoğu uygulamalar, belirli aygıtları Ethernet ve token-ring bağlantılarına adayarak ve bu aygıtları 100BaseT, FDDI ve ATM sunucularına anahtarlayarak işlemde büyük artış görürler. Yani, iki çeşit anahtarlama gereklidir. Birinci tip Ethernet, token-ring ve FDDI arayüzleriyle sunucuları ve iş istasyonlarını bağlayan LAN anahtarlama değildir. Her aygıt kendi adanmış bağlantıya sahiptir. Aynı LAN anahtarına bağlanılan iki aygıt arasındaki bağlantılar (örneğin, bir iş istasyonu ve bir yerel dosya sunucusu) yerel olarak çok yüksek oranda işleyecektir. Anahtarlamanın ikinci tipi, sırası ile, bu anahtarları ATM anahtarlara bağlar. Bu yapılan şey multi-gigabit omurga dokusudur. Ve ATM LAN benzetimi kullanılarak, ATM anahtarına bağlanılan bir sunucu farklı LAN anahtarlarına bağlanılan iş istasyonlarını destekleyebilir.

Böylece ATM anahtar omurgası çeşitli biçimlerde iyileştirilmektedir. Yerel olarak anahtarlanan bağlantılar (LAN anahtarı içinde) ATM hücrelerine dönüştürülemezler. Bunun yerine, veri doğal paket formunda kalır, böylece gecikme (latency) azalmış olur. Yerel anahtarlama ATM omurgasının yükünü azaltır.

LAN anahtarları istatistiksel çoklayıcı etkisi sağlar, ATM anahtar dokusuna girişi kolaylaştırır; bunlar ise omurga ağı işlemlerini iyileştirir. Esas erişim elemanı olarak LAN anahtarlarının bileşimi ve çekirdek doku olarak ATM anahtarlama güçlü bir yeni düşünceyi gösterir. Sonuç olarak bu mimarinin yönetimi kolaydır ve akıllı hub'lar ve yönlendiricilerin oluşturduğu önceki modelden daha fazla performans sağlar.

SANAL LAN'LAR

LAN anahtarı/ATM anahtarı ağının birlikte kullanılmasından oluşan tekniğe "sanal LAN'lar" veya kısaca VLAN'lar denir. VLAN'lar hakkında iki şey düşünülebilir. VLAN fizikselden ziyade mantıksal kullanıcıların bir koleksiyonudur. Yönlendirici tabanlı ağda kullanıcılar ağ içindeki fiziksel yerleşimleri ile tanımlanırlar. Bu ağ katmanı adresinde anlatılır, şöyle ki; verinin hangi fiziksel bölüme veya ringe gideceğini yönlendirici söyler. Fiziksel LAN'daki kullanıcılar bu sebepten bir binada veya bu binanın bir bölümünde olmalıdır. Sanal LAN'da kat, bina hatta şehir ile sınırlanmasına gerek yoktur. Sanal LAN bir broadcast domain'dir. Bir hub üzerinde olduğu gibi sanal LAN içerisindeki tüm cihazlar sanal LAN içerisinde oluşan tüm broadcast'ları görürler. Hub ve yönlendirici içeren bir ağda paketler hub içerisinde tekrarlanır, hub'lar arasında ise yönlendirilir. Sanal ağlar içeren anahtarlama bir ağda ise paketler sanal ağ içerisinde anahtarlama, sanal ağlar arasında ise yönlendirilir. İkinci katman (MAC - Katmanı) broadcast yapan protokoller bir grubun tüm üyeleri tarafından görülebilecektir. Bu grup, yönlendirici/hub ağında bir bölüme veya ringe bağlı iş istasyonlarıdır. Anahtarlama bir ağda bu grup sanal LAN'dır. VLAN'lar aşırı broadcast problemi olmaksızın inşa edilebilen çok büyük anahtarlama ağlardır.

YÖNLENDİRME

Anahtarlama ağlarda yönlendirmeye hala gerek duyulur, fakat rolü başkadır. Bir binada veya kampusta veriyi taşımak için yönlendiricilere artık gerek yoktur. Anahtarlama sistemi bu fonksiyonu daha yüksek oranda ve üstelik daha az maliyetle sağlar. Yönlendirme şu anda VLAN'ları birbirine bağlamaktadır. VLAN bir broadcast domain'dir, ve broadcast domain'ler birbirleri ile yönlendirme sayesinde bağlanırlar. Anahtarlama bir ağda yönlendirme fonksiyonu çeşitli mertebelerde sağlanabilir. Yönlendirme sunucuları LAN anahtarları içinde olabilir. Böylece ağ içindeki ekipmanların sayısı azalır ve ağ yönetimi daha basitleşir. Eğer modüller yönlendirme sunucuları kullanılırsa yönlendirme gücünün kademesi (ve maliyeti) özel uygulamanın ihtiyaçlarına göre düzenlenebilir. LAN anahtarların içine monte edilen yönlendirme sunucuları, özel uygulamaların ihtiyacına bağımlı olarak ya dağıtılmıştır yada merkezleştirilmiştir. ATM anahtarlarına bağlanılan yönlendirme sunucuları, yönetimi ve üreticiler arası karmaşayı minimize ederler.

Fakat doğal olarak mimari bir problem vardır. Yönlendirmek üzere ATM anahtar, hücreleri tekrar paket haline getirmelidir ve sonra paket tabanlı yönlendirme yapılmalıdır. ATM anahtar üreticilerinin çoğu hücre anahtarlama üzerine yoğunlaşmıştır. Daha önce hub/anahtar ağındaki omurgada bulunan aynı yönlendiriciler tekrar düzenlenebilirler. Ethernet, token ring veya FDDI portları olan yönlendiriciler LAN anahtarlar üzerindeki portlara bağlanabilirler. VLAN'lar arasında yönlendirme ise LAN anahtarı/ATM anahtarı bağlanarak olur. Veya yönlendirici üzerindeki ATM portu birçok mantıksal kanalları destekleyebilir ve her biri ATM Emulated LAN'a bağlanabilir. Üçüncü seçenek, aynı sonucu verecek şekilde FDDI veya 100BaseT üzerinde işleyen ana bir protokol kullanmaktır.

III -SONUÇ

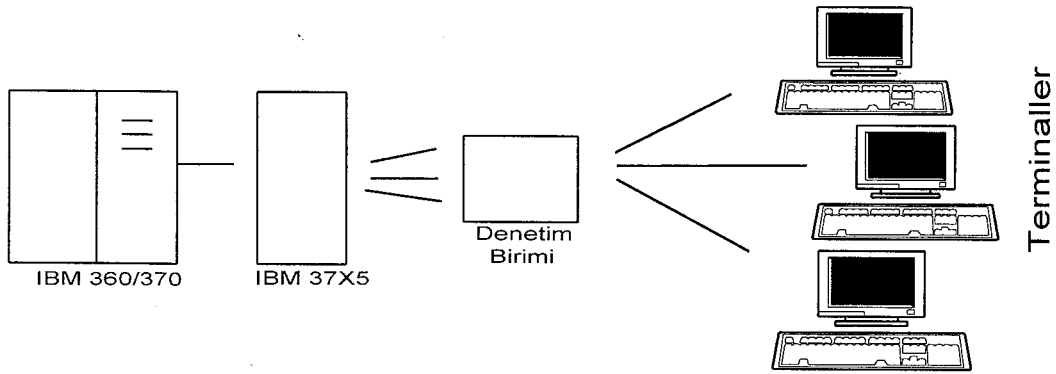
Ağ üzerinden iletişim üç büyük evrimden geçerek bugün dördüncüsüne girmiş bulunmaktadır. Bu dönemlerin her biri, bilişim uygulamaları ve donanımın yeni bir ürünü tarafından yönlendirilmiş ve her biri bilişimin kullanımına çarpıcı bir şekilde açılmıştır. Şimdi ise biz gelecek çağın başındayız. Bu da anahtarlama, adanmış, yüksek-hızlı ağlardır.

Bilgisayar ağlarında anahtarlama kullanımının artması ile birlikte "sanal ağlar" gündeme gelmiştir. Anahtarlar basit işlemler kullanarak yüksek performans seviyelerine ulaşırlar. Yönlendiricilerden çok köprülere benzerler. Bir anahtar ikinci katman (MAC) hedef/kaynak adreslerini kullanarak anahtarlama işlemini gerçekleştirir. Bu da yönlendirme işleminden çok daha kolaydır. Hub ve yönlendirici içeren bir ağda paketler hub içerisinde tekrarlanır, hublar arasında ise yönlendirilir. Sanal ağlar içeren anahtarlama bir ağda ise paketler sanal ağ içerisinde anahtarlama, sanal ağlar arasında ise yönlendirilir. İyi bir sanal ağ çözümü tüm bir binayı, kampusu veya şehiri kapsayabilir. Böylece yönlendirme ihtiyacı düşerken veri çok daha hızlı iletilebilir.

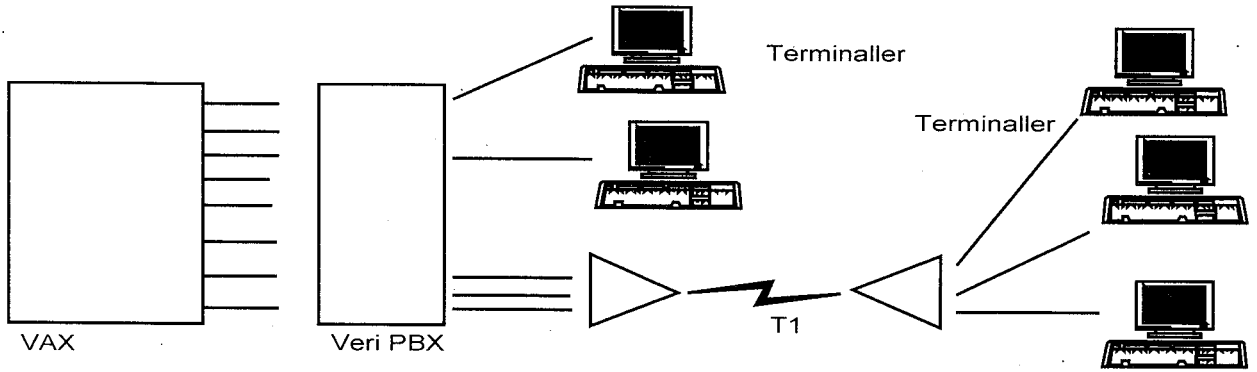
KAYNAKLAR

- [1] P.Newman, **ATM Technology for Corporate Networks**, IEEE Communications Magazine, 30(4),pp.90-101.IEEE Communications Society,April 1992.
- [2] C.F.Nche and C.Rodgers and D.J.Parish,**Implementing the Orwell protocol over a fibre-based high speed ATM network**. Electronics and Communication Engineering Journal,pp.345-350.IEEE,December 1992.
- [3] Daniel Stevenson, **Supercomputer Communications as an Application for Broadband Networks**, IEEE Globecom 91 Conference Record, Vol.2,IEEE,December 1991.

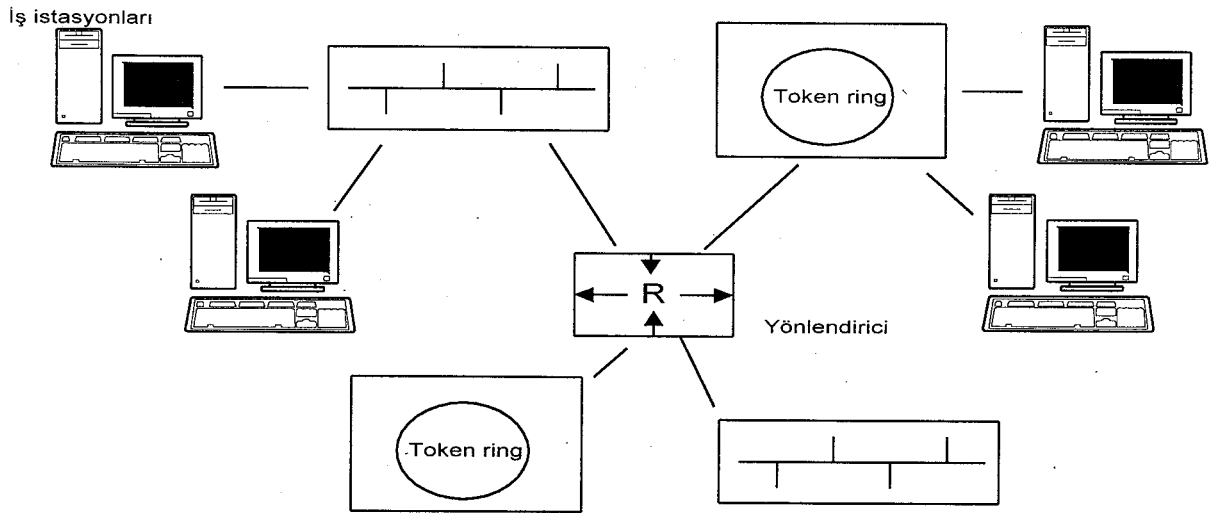
- [4] H-W.Braun,B.Chinoy,K.C.Claffy,G.C.Polyzos. **Analysis and Modelling of Wide Area Networks:Annual Status Report.** Technical Report. Applied Network Research,San Diego Supercomputer Center and Computer Systems Laboratory UCSD,February 1993.
- [5] J.W.Breen. **The Caroline Project: Service and Protocol Description.** Technical Report Monash University.Number 93-15.p.25,November 1993
- [6] **Asynchronous Transfer Mode (Boadband ISDN)Technical Overview.** Document Number GG24-4330-00. June 1994
- [7] **The Library for Systems Solutions Local Area Network Reference.** Document Number GG2-4111-00. March 1994
- [8] **High-Speed Networking Technology: An Introductory Survey.** Document Number GG24-3816-01. June 1993
- [9]T.Kalaycı. **Neden ATM ?.** TBD 13. Ulusal Bilişim Kurultayı. Bildiriler Kitabı. sayfa 215-220 Eylül 1996



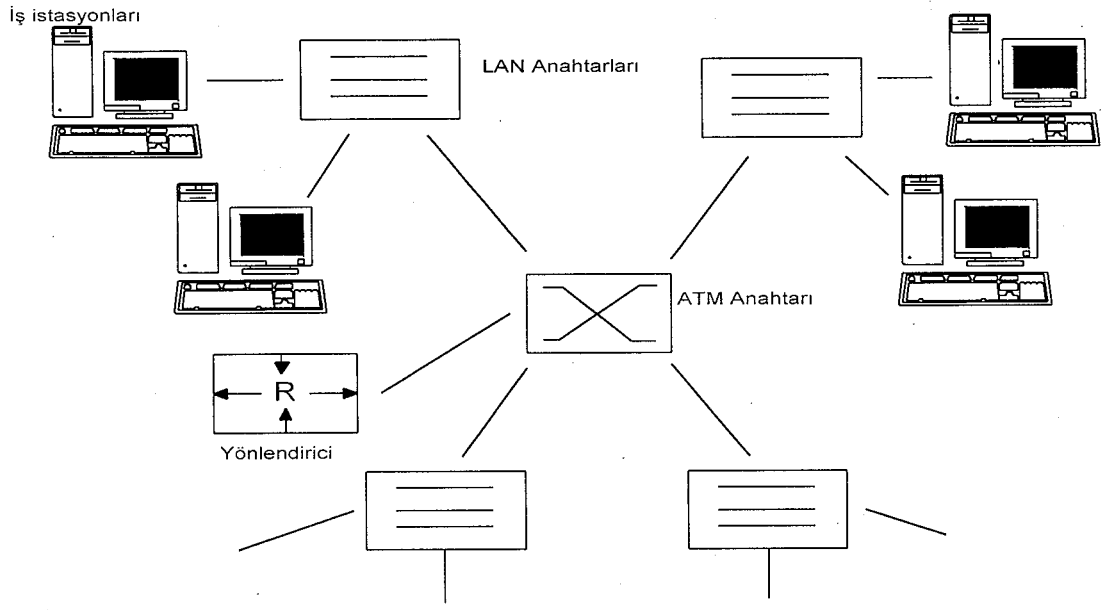
Şekil 1: Tipik bir anabilgisayar yapısı



Şekil 2: Mini bilgisayar evrimi



Şekil 3: Paylaşımlı bant genişlikli LAN'lar



Şekil 4. Anahtarlama Evrim