

Ağa Takılanlar

BİRKAÇ YIL öncesine kadar güçlü bir bilgisayar, ona bağlı terminallere hizmet verirdi. Bu sistemler; pahalı bir ana bilgisayar, her bir şirketin standart farklı olduğu için aynı derecede pahalı bir bağlantı ağı ve terminallerden oluşurdu. Bu tip masrafların altına giren bir kuruluş ise, parasının karşılığını almadan demode olan sistemini yenisiyle değiştirmek zorunda kalırdı. Ancak masa üstü PC'lerin ve iş istasyonlarının güçlerinin gün geçtikçe artması büyük değişikliklere yol açtı. Bilgiler bir ağa bağlı olan bir noktadan alınabiliyor, bir diğerinde işlenebiliyor ve üçüncü bir noktada da sonuçlar takip edilebiliyordu. Bir LAN'a (Local Area Network: Yerel Alan Ağı) bağlı bilgisayarlar, tüm I/O (Input/Output; Girdi/Çıktı) işlemlerini bir sunucuda yapabiliyor. Ancak gelişen teknolojiler bu durumu da kısa sürede bozmaya başladı. Çok daha fazla I/O gerektiren yeni programlar üretildi ve aktarılan bilginin niteliği de zaman içinde değişti. Önceleri sadece basit küçük ve programları aktaran ağlar, telekonferans sistemleriyle birlikte ses ve görüntü aktarmada kullanılmaya başlandı. Bunlara ek olarak, bir kuruluşun LAN'ı eskiden sadece birkaç bilgisayarı bağlarken, artık yüzlerce bilgisayarı ve LAN'ların bilgi aktarım kapasitesini aşan yükler yaratmakta.

Günümüzde en yaygın LAN sistemi olan ethernet, bir ana hatta bağlanan bilgisayarlardan oluşmaktadır. Bu tip LAN'lar paylaşılan bir ortamdır; yani bir kerede sadece bir iletişim olabilir. Ethernet ağlarının bilgi aktarma kapasitesi (basit genişliği) de 10 Mbps'tir. (10 Megabit per second: saniyede 10 milyon bit). Örneğin kaliteli bir video görüntüsünün aktarımı için en azından 6Mbps bant genişliğine ihtiyaç vardı veya bir mühendislik programı bir ağ üzerinden çalıştırıldığında, daha da fazla bir bant genişliğine ihtiyaç duyar. Bunlara benzer birkaç iş aynı anda yapıldığında LAN tıkanmaktadır.

Günümüzün ethernet LAN'larının yarattığı bu darboğaza ilk çözüm bulacak şirket, piyasada oldukça güçlü bir yer edinecekti. Bu nedenle birçok araştırma grubu bu konuya yöneldi. Ancak ethernet uzun yıllar süren çalışmalar sonucu çıkmış bir ağ iletişim protokolü oldu-

ğundan, tüm bu tecrübenin bir yana atılmasındansa, bu protokolün geliştirilmesinin daha uygun olacağı düşünülüyor.

Bir ağın kapasitesini arttırmak için birçok yol vardır. İlk akla gelen çözüm, bilgi sinyallerinin frekansını arttırmaktır. Standart ethernet 10 MHz frekansta çalışmaktadır. Frekansı 100 MHz'e çıkarıldığında, kapasitesi 10 kat artacaktır; ancak yaratacağı elektriksel gürültü de aynı miktarda artacaktır.

Bir diğer çözüm ise, ağın uçları arasında daha fazla paralel kablo bağlamaktır. 10 Base-T adı verilen, dört hatlı bir ethernet sistemi şimdilerde birçok iş yerinde kullanılmaktadır. Bu sistemde UTP (unshielded twisted pair; burgulu çift) kablo kullanılmaktadır. Ancak kablo sayısını arttırmak, kurulum maliyetini aynı ölçüde arttırmaktadır.

Üçüncü bir çözüm de sıkıştırılmış bilgi aktarmadır. Şu an birçok ethernet buna benzer bir sistemi kullanmaktadır; böylece, bant genişliğini fiziksel olarak arttırmadan daha fazla bilgi aktarmak mümkün olacaktır.

Şu an sunulmakta olan ethernet teknolojileri de bunların bir kısmından oluşmaktadır. Hep farklı olmalarına rağmen hedef bant genişliği olarak 1000 Mbps'i seçmişlerdir.

Önerilen bir ağ tipi 11 MHz'de çalışmakta ve 6 veya 4 çift paralel hattan oluşmaktadır. Bu sistem, standart FDDI (Fiber Distributed Data Interface: fiber bilgi arabirimi) kutucukları kullanılmaktadır. DCM adı verilen bir kodlama sistemi ile her saat döngüsünde 1 bit yerine 9 bit bilgi aktarabilmektedir. Günümüzün 10 Mbps'lik ethernet'lerinde bilgi NRZ (non-return to zero) olarak verilmekte, dönüştürücülerde Manchester kodlama sis-



temi ile kodlanıp sinyal gönderilmektedir. Oysa bu sistemde, doğrudan 4 bilgi bitini 5 aktarım bitine çevirme yapılmaktadır. Bu durumda, ethernet kartının 100 Mbps aktarabilmesi için 125 Mbps bilgi işlemesi gerekmektedir.

Bir başka hızlı ethernet sistemi olan 100 Base-X ise, voltaj değişiminin anlamlarını değiştirerek 100 Mbps bilgi iletir. Bu sistem 31 MHz'de çalışıyor. Gelen NRZ kodlu bilgi, 4 bilgi bitini 5 aktarım bitine çeviren bir kodlayıcıdan geçerek, üç seviyeli MLT-3 kodlaması ile aktarılıyor. Bu kodlama ile daha düşük frekansta sinyal gönderiliyor; böylece elektriksel gürültüde azalma oluyor. 100 Base-X de 10 Base-T gibi iki çift UTP kullanıyor ve sadece eldeki standartların geliştirilmesi ile üretilen bir sistem olduğundan birçok bilgisayar firması tarafından da destekleniyor.

100 Base-VG adı verilen, HP tarafından ortaya atılan bir başka sistemse bir merkezi dağıtıcı, hub kullanıyor. Hub, normal ethernetlerde de kullanılan bir sistemdir; ancak 100 Base-VG'de mecburi olarak bulunuyor; çünkü iki farklı görevi

yerine getiriyor: Birincisi kullanıcılar tarafından verilen öncelik sırasına göre bilgiyi aktarmak. İkincisi ise, bilgi trafiğini kontrol etmek.

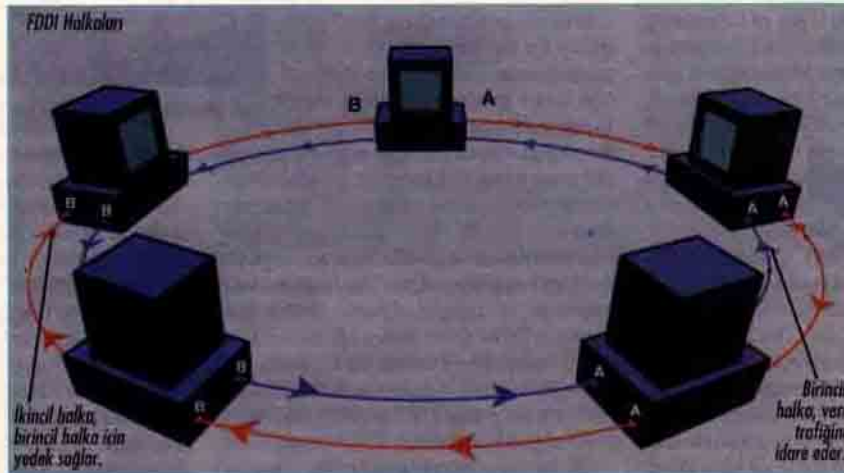
LAN'ın uçları ona 4 çift UTP kablo ile bağlanıyor. Kullanılan kodlama ise, NRZ tipi kodlama. Hızın artmasını sağlayan bir şey ise, bu sistemin uçlarının birbirlerinden bağımsız olarak bilgi sunma veya alma modlarında çalışıyor olması. Bu da hub'ın kontrolü altında oluyor.

Bu sistemlerin hepsi klasik ethernet sistemlerinden daha pahalıya mal olmaktadır. Ancak daha fazla bant genişliği için bunlara ihtiyaç vardır. Yine de, en pahalı 100 Mbps'lik hat yapısı hâlâ FDDI'dir.

FDDI

FDDI üzerindeki ilk çalışmalar 1984'de başlamıştı. Ancak sekiz yıl sonra tamamlanan çalışmaların sonucunda ortaya çıkan ürün beklemeğe değerini gösterdi. FDDI onunla aynı anda piyasada olan diğer ağlardan çok daha üstündü. 100 Mbps bilgi aktarım hızına sahipti. Fiber-optik kablo kullanıldığı için kopmuş veya müdahale edilemiyordu. Ethernet'in hata kontrol sistemlerine ihtiyaç duymamak için, halka şeklinde üretildi ve hata kontrolü yerine hatayı ayırma sistemi kullanıldı.

Standart FDDI donanımı iki tane zıt yönde dönen fiber optik halkadan oluşmaktadır (Aslında dönen halkalar değil bilgidir). Uçlar, bu halkalara bağlıdır. Halkalardan biri birincil, diğeri de ikincildir. Birincil halka ağır bilgi trafiği için kullanılırken, ikincisi hata giderici bir yedek sistem olmaktadır.



Ağa bağlı olan her makinenin en azından iki girişi vardır: A ve B girişleri. Bunlar, hem birincil, hem de ikincil halkaya bağlıdır. A girişi birincil halkanın girişi, ikincil halkanın çıkış noktasıdır. B girişi de ikincil halkanın giriş ve birincil çıkışına sahiptir. Bağlı olan bazı diğer makinelerde de M ve S girişleri de bulunmaktadır. FDDI ağı istasyonlardan ve yoğunlaştırıcılardan oluşmuştur. İstasyonlar iş istasyonları olabilecekleri gibi, diğer ağlarla iletişimi sağlayan bir router veya bridge de olabilirler. Yoğunlaştırıcılar ise istasyonlarla veya diğer yoğunlaştırıcılarla bağlantı sağlamak için kullanılırlar. M girişleri sadece yoğunlaştırıcılarda bulunur ve bağlantı girişidir. S girişleri de istasyonları yoğunlaştırıcılara bağlamak amacıyla kullanılır. Tüm bu girişler, hatalara karşı dayanıklılık ve hata kontrolü sağlarlar.

Performansı, hatalara karşı gücü ve güvenilirliği bu kadar iyi olan FDDI'ın yaygın olarak LAN'larda kullanılmamasının tek nedeni, çok pahalı olmasıdır. Yine de özellikleri nedeniyle bir kampüsün veya büyük bir şirket merkezinin ağının omurgası olarak tercih edilmektedir.

Sınırsız Bant Genişliği

100 Mbps'in da yetersiz kalacağı zamanlar uzak değil. Ancak sınırsız bir bant genişliğine ulaşmak da mümkün: Anahtarlar. Anahtarlamayı anlamak için bir telefon görüşmesini düşünün. Bir numarayla çeviriyorsunuz ve karşı taraf size yanıt veriyor. Konuşuyorsunuz. Gerçekten, aranızda birbirinizi bağlayan bir hat kurduz. Telefonlarınız bir veya birkaç anahtar üzerinden birbirlerine bağlandı. Telefonunuz Türkiye'deki yüz binlerce telefondan birine de aynı şekilde bağlı olabilir. Ve aynı anda binlercesi de bağlanmakta. Her bir hattın bant genişliği sınırlı olmasına rağmen bu dev anahtarlamalı ağı kapasitesi (yani toplam bant genişliği) astronomik sayılara ulaşmaktadır.

Paylaşılan ortam olan bir LAN'da kullanılabilen bant genişliği her bir hattın bant genişliğine eşittir. Yani, bir ethernet'in kullanılabilir ve maksimum

bant genişlikleri 10 Mbps'dir. Ağınza uçlar eklemek, yükünü arttırır, ama kapasitesini değil.

Bir anahtarlamalı ağı toplam bant genişliği ise, anahtara gelen hatların maksimum bant genişliklerinin hat sayısı ile çarpımının yarısına eşittir. Örneğin, bir anahtara 100 tane 10 Mbps'lik hat bağlanıyorsa bu sayede oluşan ağı toplam bant genişliği $(100 \times 10 \text{ Mbps}/2) = 0.5 \text{ Gbps}$ olur.

1980'lerde var olan telefon hatlarını, daha etkin olarak kullanmak isteyen telefon şirketleri ATM (Asynchronous Transfer Mode) düşüncesini geliştirmeye başladılar. ATM, bilginin 53 byte'lık hücrelere (veya paketlere) bölünüp bir seri anahtar üzerinden aktarılması yöntemidir. Gönderdiğiniz bilgi bir uçta parçalanır, hedefine vardığında yeniden birleştirilmektedir.

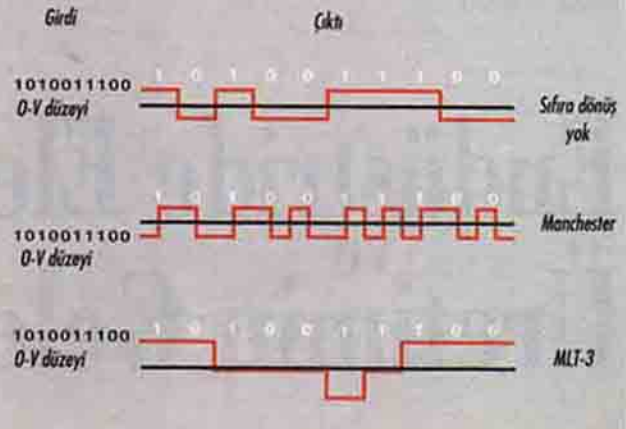
ATM aynı zamanda evrensel bir sistemdir. Bir uçtan gelen bilgi diğer uçtan çıkacaktır. Bilginin cinsi önemli değildir. Sistem bunu bilmez; hücrelerin içinde ne olduğu onu ilgilendirmemektedir; ses, müzik, yazı, hatta ethernet paketleri olabilir.

Talebe göre bant genişliği olan ATM ile ihtiyacınız kadını kullanabilirsiniz. Telefon bağlantısından farkı, iletişim boyunca iki uç arasında bir hat ayrılmaksız, bilgi aktarımı talep edildikçe hücreleri göndermektedir.

Bir ağda, gönderilen paketlerin yerlerine ulaşmalarını yönlendiricileri (router'lar) sağlamaktadır. Bunlar, farklı büyüklükteki paketlerde kayıtlı olan hedefleri okuyarak uygun yönlere göndermektedir. Paket büyüklüklerinin farklı olması nedeniyle, bu yönlendiricilerin zeki olmaları, yani bir yazılımla kontrol edilmeleri, gerekmektedir. Oysa ATM yönlendiricileri sabit büyüklükteki bilgi hücreleriyle çalıştırdıkları için, yönlendirme donanım üzerinden yapılabilmektedir. Donanım anahtarlaması, yazılım yönlendirmesinden daha hızlı olduğundan, ATM anahtarları evrensel ve inanılmaz derecede hızlı olabilmektedir. Ethernet LAN'lar 10 Mbps'te çalışırken, ATM ile bunun yüzlerce katı hıza erişmek mümkün olmaktadır.

Küçük bir LAN, tek bir ethernet hattına bağlı bilgisayarlar ve diğer uçlar

Sinyal Kodlama Şemaları



Bir sinyal şemasının, bit dizilerini ifade ediş şekli, ağı elektriksel karakteristiklerini belirler. Karmaşık sinyal şemaları (örneğin MLT-3), bir sinyali iletmek için gerekli voltaj değişikliklerini düşürerek elektriksel gürültüyü azaltabilirler.

dan oluşur. Daha büyük bir LAN ise, bir yıldız dizilimine sahiptir. Bir veya daha çok uca bağlı hatlar, merkezdeki bir hub'a bağlıdır. Hub, kendisine gelen bilgiyi tüm hatlara aktarır. Ağı bant genişliği hâlâ 10 Mbps'dir.

Bu hub'ın yerine bir ATM anahtarlamalı hub konulduğunda ne olacağını bir örnekle açıklayalım. Diyelim ki hub'ınıza 10 tane hat geliyor. Onu kapatıp yerine bir anahtarlamalı hub koyduğunuzda, ethernet'inizi 10 tane ethernet ağına çevirmiş olursunuz. İki hat arasındaki bilgi aktarım hızı hâlâ 10 Mbps'dir. Ancak, aynı anda 5 hattın diğer 5 hatta bilgi aktarılabilir. Bu, ağı toplam bant genişliğini $(5 \times 10 \text{ Mbps}) = 50 \text{ Mbps}$ 'a çıkaracaktır. Bu iş için hiçbir kablo çıkartılmamış, bilgisayarlarındaki network kartları değiştirilmemiştir. Kullanışınız ağı hâlâ ethernet'tir, ama her hat kendi başına bir ethernet haline gelmiştir. Böylece ağı, bilgilerin takıldığı bir darboğaz olmaktan çıkıp, bir otoyol haline döner.

ATM anahtarları ile WAN'lar (Wide Area Network: Geniş Alan Ağı) yaratılabilmekte, LAN'lar arasında bir omurga oluşturulabilmektedir. Bu, onu kampüs ve büyük kuruluşlar için ideal kılacaktır. Hatta, yoğun bilgi aktarımı gerektiren ve maliyetin pek önemli olmadığı durumlar-

da, masa üstü bilgisayarlar arasında bile kullanılabilir.

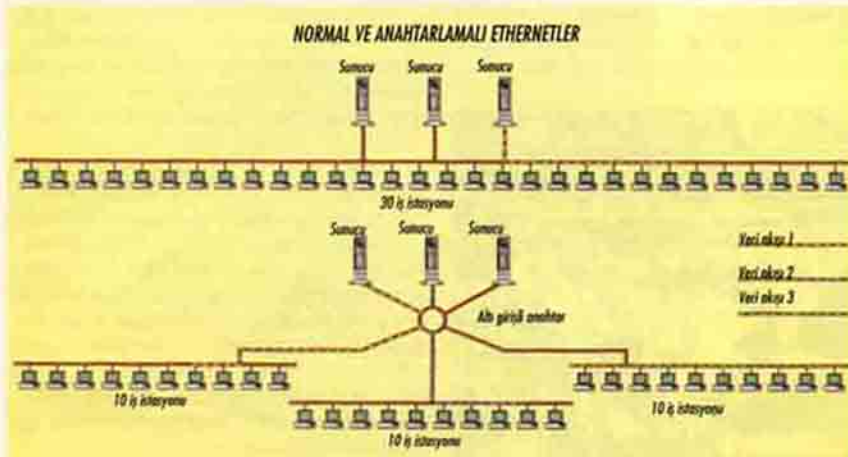
ATM'nin en inanılmaz özelliği, ilk kez telefon malzemesi üreticileri ile LAN malzemesi üreticilerinin aynı standart üzerinde çalışmalarını, aynı teknolojiyi geliştirmelerini ve bu teknolojileri aynı anda piyasaya sürmelerini sağlamış olmasıdır. Hatta, kablolu TV şirketleri de ATM'yi denemişlerdir. Bu teknolojinin böyle kullanılması oldukça heyecan vericidir. Çünkü, ATM ile bilgi iletişimindeki hiyerarşi ortadan kalkmakta ve teknolojiler arası dönüşümler azalmaktadır. Bu da temelde her şeyi kolaylaştırır.

Geçtiğimiz sürede bilgisayar kullanıcılarının %95'i 10 Mbps ile yetiniyorlardı. Ancak, yüksek hızla sahip ağların arasındaki ilk savaş paylaşılacak sunucular ve omurga ağlar arasında olacaktır.

Gelişmiş uygulamalar için 100 Mbps bant genişliğine ihtiyaç duyulan durumlarda artık FDDI'nin seçilme şansı oldukça azaldı. Gelişmiş ethernetlerin hızı onu ortadan kaldırmaya yetebilecek gibi. Ancak, ATM oldukça farklı bir olasılık sunuyor; bir LAN'daki her bilgisayara 10 Mbps'lik bir bant genişliği. Ancak uzmanların ortak görüşü yüksek hızlı ağlar konusundaki yarış kazanan sistemin ATM olduğu yolunda. ATM, talebe göre bant genişliği sunabilmekte ve özel ağlar (LAN'lar) ile kamu ağları (telefon ağları) arasında doğrudan bağlantı sağlayabilmekte. ATM ile daha önceden düşünülmeyen birçok şey yapılabilecek artık.

Bilgisayar dünyasındaki tüm ürünler gibi, ATM donanımının da fiyatlarının gün geçtikçe düşüyor olması, her çeşit kullanıcıyı mutlu edecektir. Telekomünikasyon gibi yüksek bant genişliği isteyen uygulamaların kullanıcılarından, uçucu simülasyonları ve doom gibi ağı üzerinde oynanabilen oyunların katılımcılarına kadar oldukça büyük bir yelpazenin kullanımına dev bir bilgi nehri sunulmaktadır.

Kaynaklar
 AT-Terran Networking, Byte Ağustos 1993.
 Hitting Warp Speed For Laws, Byte Mart 1993.
 Request for Comments



30 iş istasyonu arasında paylaşılmış üç dosya sunuculu normal bir ethernet ağında, bir seferde yalnızca bir tek iletişim kurulabilir. Ağa altılı bir anahtar eklendiğinde, bir seferdeki iletişim sayısı üçe çıkar.