

ATM AĞLARDA MPLS İLE SES VE VERİ TRANSFERİ UYGULAMASI

Burak TOLUN¹ İsmail ERTÜRK² İbrahim ÖZÇELİK³ Sinan TÜNCCEL⁴

^{1,4}Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Esentepe Kampüsü, Sakarya

²Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü,
Anıtpark Yanı 41300, Kocaeli

³Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
Esentepe Kampüsü, Sakarya

¹e-posta: tolunburak@hotmail.com

²e-posta: erturk@kou.edu.tr

³e-posta: ozcelik@sakarya.edu.tr

⁴e-posta: stuncel@sakarya.edu.tr

Anahtar sözcükler: MPLS, ATM, Ses ve Veri Transferi.

ABSTRACT

This paper presents an application of MPLS technique over ATM to transfer voice and data traffic with required Quality of Service. The simulation environment including the proposed scheme is followed by preliminary results and performance analysis of the model under different loads.

1. GİRİŞ

Ses, veri, resim ve video gibi değişik türdeki bilgilerin aynı ortamdan hızlı bir şekilde aktarılmasını sağlayan ve lokal/kampus alanlarda kullanılan ATM (Asenkron Transfer Modu) teknolojisi, gerekli bant genişliği, yüksek hız ve kullanıcılara verdiği hizmetin kalitesi açısından yüksek performans sağlayacak yeteneindedir. Ancak günümüzde TCP/IP ikili protokolü ve özellikle IP protokolü hemen tüm anonim (public) ve özel (private) veri ağlarının temelini teşkil etmektedir. Veri, ses ve çoklu ortam uygulamalarının yaklaşması sonucu oluşacak ağlarda da IP-temelli protokollerin egemen olacağı ön görülmektedir. Bu nedenle, IP ile ATM protokolü çok geniş çaptaki ağların tümleşmesini gündeme getirmektedir. Sonuç olarak, pek çok sistem ve yönlendirici, ağa bağlanabilir ve tüm kullanıcılar için gerekli bant genişliği sağlanabilir [1].

MPLS (Multiprotocol Label Switching, Çoklu-Protokol Etiket Anahtarlama) omurga tipi, paket temelli IP omurgalar ile hücre tabanlı ATM omurgaların birleştirilmiş bir hali olarak düşünülebilir. Temel olarak iki kısma ayrılan bu omurga yapı üzerinde amaç TCP/IP protokolünün sağladığı

esneklik ile yönetim ve operasyon kolaylığını, ATM protokolünün sağladığı OSI 2. Katman hızı ve Servis Kalitesi (Quality of Service) tanımları ile birleştirmektir. MPLS omurga kapsamında uç noktaların bağlantısı ve veri transferi IP tabanlıdır [2].

Bildirinin 2. ve 3. bölümlerinde sırasıyla ATM ve MPLS teknolojilerinin üzerinde durulmakta, izleyen bölümlerde ise bir simülasyon programı kullanılarak gerçekleştirilen bir ATM ağ üzerinden MPLS yardımıyla ses ve veri transferi uygulaması açıklanıp yürütülen bu çalışmanın sonuçları sunulmaktadır.

2. ATM

ATM teknolojisi esneklik ve çoklu ortam trafiğini destekleyebilme özelliklerinden dolayı servis sağlayıcılarının, kullanıcıların ve ağ bileşenleri üreticilerinin son zamanlarda ilgi odağı haline gelmiştir. Özellikle VLSI (Very Large Scale Integration) alanında, yüksek hızlı paket haberleşmesinde (100 Mbit/sn'den birkaç Gbit/sn'ye kadar) ve fiber optik alanındaki baş döndürücü teknolojik gelişmeler, ATM'in uygulanabilirliği açısından güçlü bir altyapı oluşturmaktadır. Böylece tümleştirilmiş bir ağda, ses, veri ve görüntü gibi üç temel transfer yapılabilmektedir.

ATM'de transfer edilecek tüm bilgiler, hücre olarak adlandırılan sabit büyüklükteki bölümler haline getirilir ve anahtarlanarak iletilir. Hücre transfer özelliğinden dolayı ATM tabanlı geniş bant ağlara erişim esnekliği, farklı servis ihtiyaçları bulunan değişik uygulamaların kullanabildiği benzersiz bir

arabirim fikrini oldukça güçlü bir şekilde desteklemektedir.

ATM ağların genel protokol yapısı özetle şunları kapsamaktadır:

- Bütün servisler için ortak bir tek linkten-linkte hücre transfer yeteneği
- Üst katman verilerini uçtan-uca esasına göre ATM hücrelerine eşlemek için servise özel adaptasyon fonksiyonları (sürekli bit yığınlarının ATM hücreleri şeklinde paketlenmesi/ayırıştırılması veya çok büyük bloklar halinde kullanıcı verilerinin ATM hücrelerine bölünmesi/yeniden kurulması).

ATM ağların bir başka önemli özelliği de yüzlerce sanal kanalın bir sanal yol içerisinde gruplandırılmaya elverişli olmasıdır.

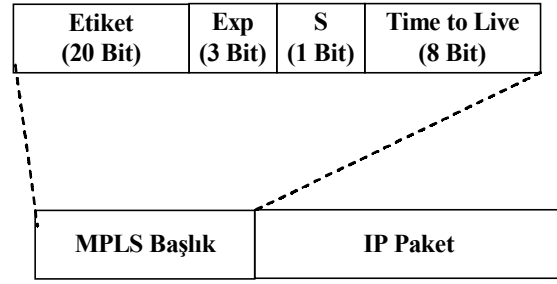
3. MPLS

Çoklu Protokol Etiket Anahtarlama adı verilen omurga tipi, IP ve ATM tabanlı omurgaların birleştirilmiş bir hali olarak özetlenebilir. Temel olarak iki kısma ayrılan bu yeni yapıyla kullanıcılara TCP/IP protokolünün sağladığı esneklik ve yönetim/operasyon kolaylığı ile ATM protokolünün sağladığı yüksek veri transfer hızları ve servis kalitesi imkanı sunulmaktadır. MPLS omurga kapsamında karşımıza çıkan protokoller, fonksiyonları ve birimleri yedi alt başlık altında incelemek mümkündür [3, 4, 5].

3.1 MPLS Protokolleri, Fonksiyonları ve Birimleri

•**Yönlendirme**, ağ tarafından paketlerin kendi içerisinden geçirilip gönderilmesi olayını tarif etmek için kullanılır. Bir bilgisayar ağında pek çok yönlendirici değişik şekillerde ağa bağlanabilmektedir. RIP (Routing Information Protocol) ve OSPF (Open Shortest Path First) gibi yönlendirme protokolleri her aygıtın kendisinden sonra gelecek “yani bitişik sıçrama (hop) olacak”, başka bir deyişle kendisinden sonra paketin gönderileceği diğer aygıtları tanımasını sağlar. Yönlendirme tablolarının oluşturulmasında yönlendirme protokolleri kullanılır. Bu tablolar, paketin ulaştığı yönlendiricide daha sonra gideceği adrese uygun olarak transfer edilmesi gereken bir sonraki hop’un belirlenmesini sağlar. Tabloların oluşturulması ve gidilecek yönün belirlenmesi için harcanan zaman mantıksal işlemler için ayrılan zamandan farklıdır.

•**Etiket**, oldukça kısa, sabit uzunlukta ve gönderme işlemlerinde kullanılan 4 baytlık bir çeşit işaretleme başlığıdır (Şekil 1). Bunlar gerçekte bir adres değillerdir ve yerel ve tek bir veri-bağlantı için geçerlidirler (global olarak bir anlamları yoktur). Etiketler, Frame Relay ağlarda kullanılan DLSI (Data Link Control Identifier) veya ATM ağlarda kullanılan VPI/VCI’a (Virtual Path Identifier/Virtual Cannel Identifier) benzetilebilir.



Şekil 1 MPLS Başlık (32 bit).

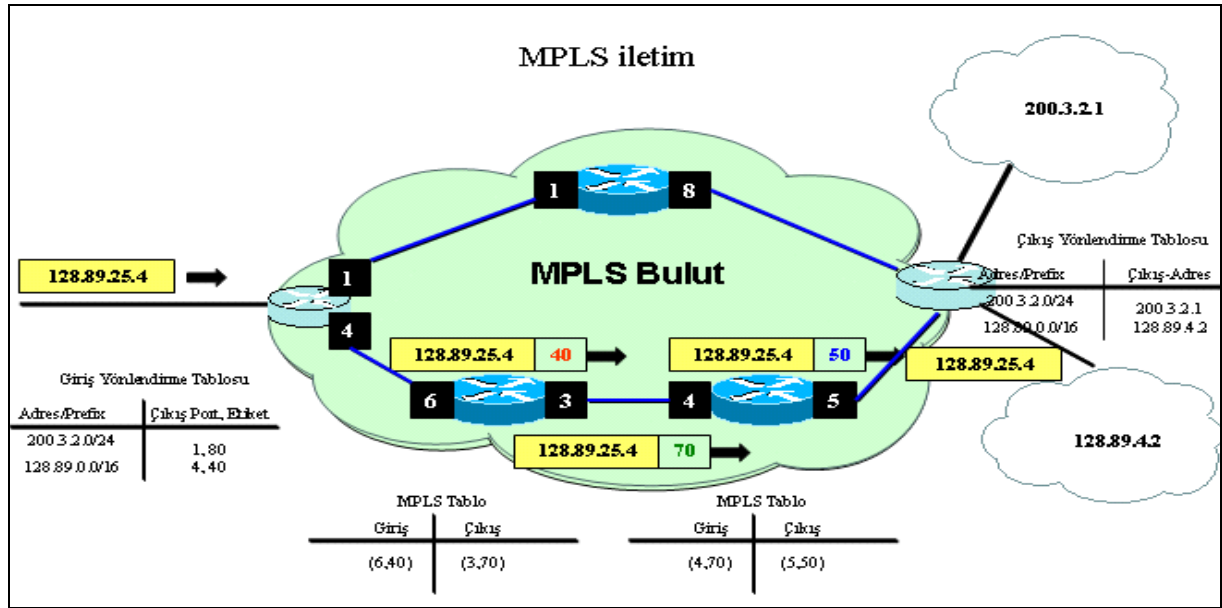
•**Anahtarlama** deyimi ile herhangi bir aygıtta 2. Katman esas alınarak (örneğin ATM VPI/VCI gibi) verinin giriş noktasından çıkış noktasına yönlendirilmesi ifade edilmektedir.

•Bir etiket değişim algoritması kullanması nedeniyle **etiket anahtarlama**, klasik yönlendirmeden çok daha etkin bir dağıtım mekanizmasıdır. MPLS’in en önemli özelliklerinden birisi de kontrol ve iletim mekanizmalarının birbirinden ayrı olmasıdır.

•**Kontrol Mekanizması** düğümlerde (node) gönderme tablosunun oluşturulması ve bakımının/yenilenmesinin yapılması amacıyla kullanılır. Yönlendirme bilgilerinin düzenli ve sağlıklı olarak dağıtımında diğer düğümlerin kontrol mekanizmaları ile birlikte çalışır. Ayrıca bu mekanizmalar gönderme tablolarının oluşturulmasında kullanılan düzenli yerel işlemlerin güven altına alınmasını da sağlar. Standart yönlendirme protokolleri olan OSPF, RIP ve BGP (Border Gateway Protocol), kontrol mekanizmaları arasında yönlendirme bilgilerinin değişimini sağlarlar. Kontrol mekanizmaları, bağlantılarda herhangi bir sorun olması durumunda hemen harekete geçerler; ancak, tek tek paketlerin işlemleri ile ilgilenmezler [1].

•**İletim Mekanizması**, gönderme tablolarındaki bilgileri kullanarak direkt olarak paketlerin gönderilmesini gerçekleştirir. Klasik yönlendiricilerde, çok büyük bir algoritma, gönderme tablosuna yerleştirilmiş paketteki gidilecek adresleri karşılaştırarak en uygun kullanılabilir yolu seçinceye kadar çalışmasını sürdürür. Bu karar-destek işlemleri paket hedefe varıncaya kadar her düğümdede tekrarlanır. Buna karşılık LSR (Label Switch Router)’larda ki bunlar MPLS ağın uçlarında veya çekirdeğinde bulunabilirler, etiket değişim algoritması, paketlerdeki etiketler ve etiket-temelli gönderme tablolarını kullanarak, paket için yeni etiketler ve çıkış arayüzleri elde edilmesini sağlarlar [1].

•**Gönderme Tablosu**, gönderme fonksiyonunun anahtarlama işlevini gerçekleştiren yönlendirici kısımdır. Paketlerin gideceği adresleri belirler. LSR’deki sıralı girişlerden oluşur. Gönderme tablosu bir giriş etiketinin iletileceği arayüzü ve sonraki gideceği adresi belirler.



Şekil 2 Bir IP paketin MPLS bulut üzerinden iletimi.

Şekil 2’de verilen örnekte bir IP paketin MPLS bulut üzerinden transferi görülmektedir. 128.89.25.4 IP adresli paket kenar yönlendiriciye gelir ve giriş yönlendirme tablosuna bakarak etiketlenir. Yönlendirme tablosunda bu IP pakete uyan 4 numaralı port ve 40 etiketidir. Bundan sonra 6 numaralı port üzerinden çekirdek LSR’ye gelir ve etiket değişimine uğrar (ATM anahtarlardaki VCI/VPI değişimi gibi). Paketin gideceği yol tekrar belirlenir ve başlangıçta giriş LSR’de etiketlenen IP paket çıkış LSR tarafından atılır.

4. ATM AĞ ÜZERİNDEN MPLS YARDIMIYLA SES VE VERİ TRANSFERİ UYGULAMALARI

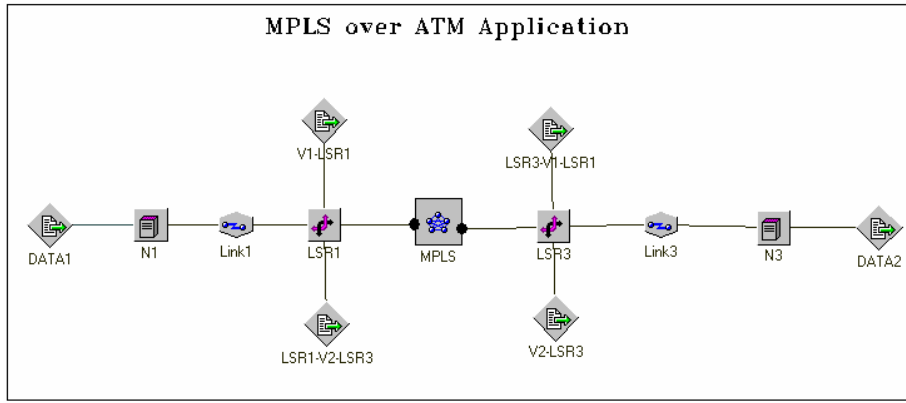
Şekil 3’de gösterilen ATM üzerinden MPLS kullanılarak veri transferini gerçekleştirmek için, ağ sistemlerini ve ağ aygıtlarını modellemek amacıyla geliştirilen ticari bir simülasyon paketi kullanılmıştır. Simülasyonda program, üç ayrı sistemi modellemektedir: Veri (Data) transfer uygulaması, MPLS birimleri/fonksiyonları ve ATM omurga ağı.

DATA1 adlı uygulama birimi 0,5 - 0,4 - 0,3 - 0,2 ve 0,1 ms’lik periyotlarla 1000 baytlık veri üretmektedir. Üretilen bu mesaj trafiği N1 düğümü

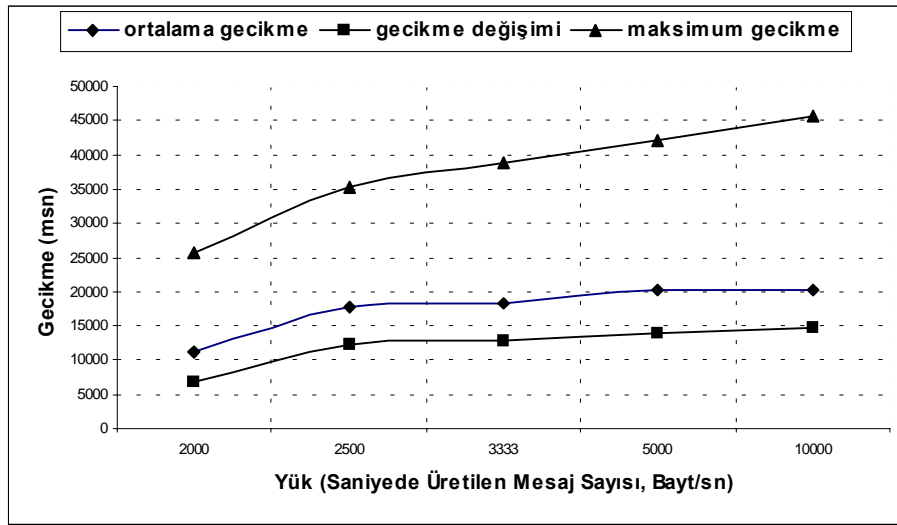
üzerinden LSR1 olarak adlandırdığımız MPLS kenar yönlendiriciye gelmektedir. Buradan V1-LSR1 vasıtasıyla 4 bayt değerinde bir MPLS etiket başlığı eklenir ve MPLS bulutun içerisine giren IP paket 53 baytlık ATM hücrelere ayrılır. Daha sonra paketlerden LSR3 olarak adlandırılan çıkış yönlendiricide bu 4 baytlık etiket atılır ve N3’e ulaşır. Diğer taraftan DATA2 uygulama biriminde üretilen veriler de benzer şekilde V2-LSR3 yardımıyla etiketlenilerek LSR1’e ulaştırılır. Bundan sonra etiket atılma işlemini LSR1-V2-LSR3 gerçekleştirir. Böylece DATA2 verileri MPLS bulut üzerinden N1 düğümüne ulaşarak transfer işlemi sonlanır.

Veri iletiminde ATM omurga içerisinde ABR (Available Bit Rate, Kullanılabilir Bit İletim Hızı) servis sınıfı (ATM Adaptasyon Katmanı 3/4, AAL3/4 vasıtasıyla) kullanılmıştır.

Kaynak düğümün (N1) bir mesajı göndermesi ile hedef düğümün (N3) mesajı alması arasında geçen zaman “mesaj gecikme zamanı” olarak adlandırılır. Şekil 4’de ortalama gecikme zamanı, maksimum gecikme zamanı ve gecikme değişim değeri ile sistemde üretilen farklı miktardaki mesaj yükünün değişim grafiği görülmektedir.



Şekil 3 ATM üzerinden MPLS kullanılarak veri (data) transferi.



Şekil 4 Veri transfer gecikme değerlerinin yük ile değişimi.

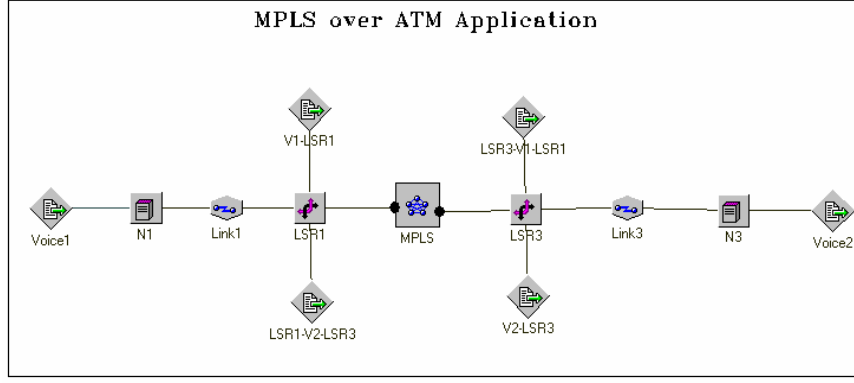
Şekil 4’de N1 düğümünde DATA1 tarafından üretilen mesajların N3 düğümüne ulaşmaya kadar oluşan ortalama gecikme, gecikme değişimi ve maksimum gecikme değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere üretilen mesaj sayısı arttıkça ortalama gecikme, gecikme değişimi ve maksimum gecikme zamanlarında bir artış gözlenmektedir. Özellikle yük miktarı 2000 Bayt/sn’den 2500 Bayt/sn’ye yükseltildiğinde gecikme değerlerinde önemli bir artış ortaya çıkmaktadır.

Şekil 5’de, önceki uygulamadan farklı olarak veri yerine ses transferi gerçekleştirmek amacıyla bir model sunulmuştur. Voicel ve Voice2 olarak adlandırılan uygulama birimlerinde 0,5 - 0,4 - 0,3 - 0,2 ve 0,1 ms’lik periyotlarla üretilen 1000 baytlık ses trafiği karşılıklı olarak N1 düğümünden N3 düğümüne ve N3 düğümünden N1 düğümüne MPLS bulut üzerinden transfer edilmektedir. Sistemin MPLS açısından çalışma prensibi Şekil

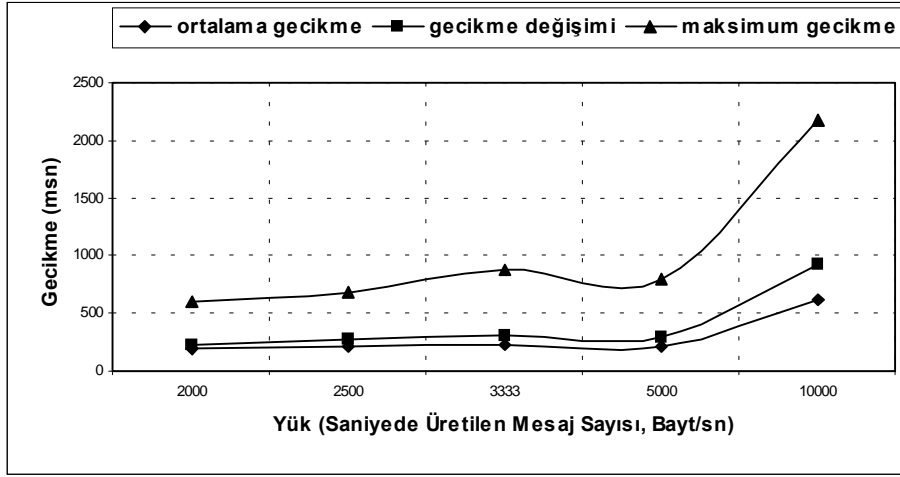
3’dekinin aynıdır. Ancak ses transferi söz konusu olduğundan ATM omurga içerisinde ilgili hücreler CBR (Constant Bit Rate, Sabit Bit İletim Hızı) servis sınıfı (ATM Adaptasyon Katmanı 1, AAL1 vasıtasıyla) kullanılarak iletilir.

Simülasyon sonuçlarından da anlaşılacağı üzere (Şekil 6), üretilen mesaj sayısı (ses trafiği) arttıkça ortalama gecikme, gecikme değişimi ve maksimum gecikme zamanlarında bir artış gözlenmektedir. Yük miktarının 5000 Bayt/sn’den 10000 Bayt/sn’ye yükseltildiğinde gecikme değerlerindeki artışın çok büyük olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4 ve 6’daki sonuçlar kıyaslandığında, ATM omurga içerisinde kullanılan farklı servisler nedeniyle gecikme değerlerinin ses transferi için veri transferine oranla beklenildiği gibi çok düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.



Şekil 5 ATM üzerinden MPLS kullanılarak ses transferi.



Şekil 6 Ses transfer gecikme değerlerinin yük ile değişimi.

6. SONUÇ

MPLS, İnternet altyapısında kullanılan Çoklu - Protokol anahtarlama teknolojilerinin en yeni üyesidir. MPLS teknolojisi, daha önceki Çoklu-Protokol anahtarlama yöntemlerinden alınan dersler doğrultusunda hazırlanan standartlarla oluşturulmuştur. MPLS aktarma mekanizması, etiket değiştirerek aktarma (label swapping forwarding) ve kontrol mekanizması IP yönlendirme ile, standart IP işaretlemeleri ve etiket dağıtım protokollerini entegre etmektedir. Üstelik MPLS, sadece ATM altyapısında değil, herhangi bir OSI 2. Katman teknolojisinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Böylelikle gelecek nesil olarak görülen SONET/WDM (Wavelength Division Multiplexing) ve IP/WDM teknolojilerine dayanan optik İnternet altyapıları için uyumluluk sağlanması hedeflenmiştir. MPLS gerçekten de 2. Katman anahtarlama ve 3. Katman yönlendirme entegrasyonu arasında İnternet trafik mühendisliği için bir çözüm oluşturmuştur. Ağın ölçeklenebilirliğini artırması ve servis entegrasyonunu basite indirmesi bunlardan bazılarıdır. Gelecek nesil İnternet'de yönlendirme yapısı (IP yönlendirme) ve veri trafiği mühendisliği (ATM anahtarlama) için önemli çözüm yöntemlerinden birisi de MPLS.

Bu bildiriye MPLS teknolojisinin üstünlükleri üzerinde detaylı bir şekilde durularak, ses ve veri transfer uygulamalarının ATM omurgalar üzerinden bu yöntemle gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] TOLUN B., ERTÜRK İ., EKİZ H., "Bilgisayar Ağlarında ATM İle IP Ağı Üzerinden Çoklu-Protokollü Etiket Anahtarlama Çalışması", 4. GAP MÜHENDİSLİK KONGRESİ, Cilt 1, S. 669-676, Haziran 2002.
- [2] DAVIE B., REKHTER Y., "MPLS TECHNOLOGY AND APPLICATION", s-121-125, London, 2000.
- [3] "Multiprotocol Label Switching (MPLS)", 15 Jan 2000, <http://www.ietf.org/html.charters/mplscharter.html>
- [4] GONZALES F., CHANG C., "Using Multiprotocol Label Switching (MPLS) to Improve IP Network Traffic Engineering", 2000.
- [5] AWDUCHE D., HANNAN A., XIAO X., "Applicability Statement for Extensions to RSVP for LSP-LSPs," İnternet Draft <draft-ietf-mpls-rsvp-tunnel-applicability-00.txt>, Eylül 1999.