

METRO ETHERNET BAĞLANTILI YEREL ALAN AĞLARINDA PERFORMANS PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ

İrem ÖZEN¹

Sait Eser KARLIK²

Güneş YILMAZ³

^{1,2,3} Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü
16059, Görükle, Bursa

¹e-mail: iremozen@uludag.edu.tr

²e-mail: ekarlik@uludag.edu.tr

³e-mail: gunesy@uludag.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Metro Ethernet, LAN, MAN, OPNET

ÖZET

Ethernet, çok yönlülüğü, esnekliği, planlama ve kurulum kolaylığı, uyumlu ağ aygıtlarının çeşitliliği nedeniyle, otuz yıldan beri yerel alan ağlarında (LAN) en yaygın olarak kullanılan teknolojidir. Sahip olduğu tüm bu avantajlar, Ethernet'in metropolitan alan ağlarına (MAN) adaptasyonu konusundaki çalışmaları hızlandırmıştır. Bu çalışmada, şirket ağı olarak tasarlanan kullanıcı ağ arayüzünün (UNI) Metro Ethernet ağına (MEN) bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki performans parametreleri değerlendirilmiştir. Performans parametreleri olarak Ethernet gecikmesi, veri tabanı erişim süresi ve alınan trafik üzerinde durulmuştur. Çalışmada yerel ve metropolitan alan ağlarında kullanılan Ethernet'in teknik özelliklerine değinilmiş, bu özellikler temel alınarak ve OPNET benzetim ortamı kullanılarak tasarlanan iki farklı topolojinin (MEN bağlantısız ve MEN bağlantılı) analizi yapılmış, karşılaştırmalı sonuçlar ışığında Metro Ethernet'in avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

Metro Ethernet, yerel alan ağlarında (LAN) kullanılan Ethernet teknolojisinden metropolitan uygulamalarda da yararlanılabilmesi fikrinden doğmuştur. Metro Ethernet Ağları (MEN), bir şirketin değişik ve biri birinden uzak yerlere konumlandırılmış bölümlerinin ve/veya şubelerinin bağlanabilirliğini sağlayarak şirket ağlarının işlevselliğini ve etki alanlarını arttırır [1, 2].

Metro Ethernet Forum (MEF) tarafından Temmuz 2003'te yapılan bir incelemeye göre, SONET/SDH'ye kıyasla Ethernet tabanlı servisler işletim masraflarında % 49, sermaye masraflarında ise % 39 tasarruf sağlamaktadır [3]. Esnekliği ve kurulum kolaylığının yanı sıra maliyet avantajı sağlaması, Ethernet'in metropolitan alan ağlarında (MAN) kullanılması konusundaki çalışmaları hızlandırmıştır.

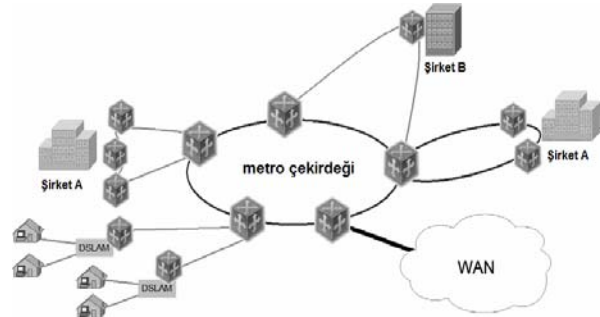
Bu çalışmanın amacı, şirket ağı olarak tasarlanan kullanıcı ağ arayüzünün (UNI), MEN'e bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki performans parametrelerinin incelenmesidir. Bu amaçla, OPNET benzetim ortamı kullanılarak MEN bağlantısız ve MEN bağlantılı olarak tasarlanan iki topoloji üzerinde Ethernet gecikmesi, veri tabanı erişim süresi ve alınan trafik gibi performans parametrelerinin analizi yapılmıştır.

Bildirinin ikinci bölümünde MEN mimarisi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde servis kalitesi (QoS) ve performans parametrelerine değinilmiştir. Dördüncü bölümde benzetim modelleri verilmiştir.

Beşinci bölümde ise benzetim sonuçları sunulmuş ve yorumlanmıştır.

2. METRO ETHERNET AĞ MİMARİSİ

MEN, metro çekirdeği ve metro erişimi olmak üzere iki temel bölüme ayrılmaktadır. Abone ağları erişim ağına bağlıdır ve metro çekirdeği erişim ağlarını birbirine bağlamaya yarar. Kullanıcılara internet erişimi sağlayabilen metro çekirdeği, MEN teknolojisinin en önemli kısmıdır. Kullanıcılar MEN'e kullanıcı ağ ara yüzü (UNI) denilen referans LAN noktalarından bağlanırlar. MEN mimarisi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. MEN mimarisi

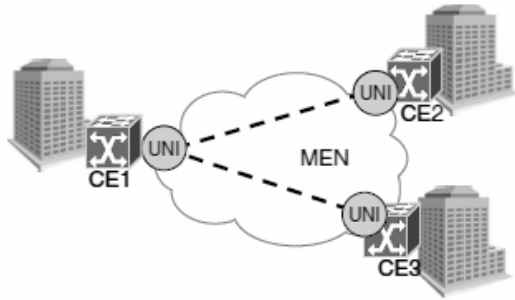
Metro Ethernet ağ kurulumu için üç seçenek mevcuttur: İlk seçenek çekirdek teknolojilerini erişim ağları üzerine genişletmektir. İkincisi ise Ethernet'i

erişim ve çekirdek ağ üzerine kurmaktır. İlk iki yöntem maliyet ve Ethernetin kendine özgü özellikleri nedeniyle büyük ağları desteklememektedir. Üçüncü ve en çok tercih edilen seçenek ise Etherneti çekirdek teknolojileri ile hibrit olarak kullanmaktır. Bu çalışmada oluşturulan benzetim modeli de hibrit yöntemi temel almaktadır.

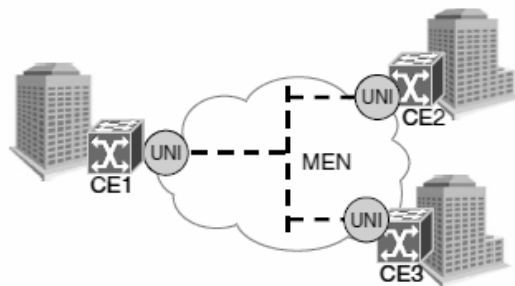
MEF, UNI ve MEN için belli standart değerler tanımlamıştır. Buna göre, UNI'lerdeki Ethernet fiziksel ara yüzü fiziksel ortam, iletim hızı, çalışma modu gibi belli servis gereksinimlerini sağlamalıdır. Örneğin fiziksel ortam IEEE 802.3-2000 standardı ile tanımlanmakta olup 10Base-T, 100Base-T ve 100Base-SX'i kapsamaktadır. UNI iletim hızı ise standart Ethernet hızları olan 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps ve 10 Gbps'den biridir. UNI çalışma modu yarı çift yönlü ya da tam çift yönlü olabilmektedir [4].

Metro Ethernet için MEF tarafından standardize edilmiş iki farklı bağlantı tipi noktadan noktaya (P2P) ve çok noktadan çok noktaya (MP2MP) bağlantılarıdır [5]. P2P, sadece iki UNI'yi birbirine bağlamak için kullanılır. MP2MP ise ikiden fazla UNI'yi bir LAN oluşturmak üzere bağlamada kullanılır. Böylece bir UNI'den gönderilen çerçeve, aynı sanal LAN üzerindeki tüm UNI'lere ulaşır. P2P Ethernet hat (E-Line) servisini, MP2MP ise Ethernet LAN (E-LAN) servisini desteklemektedir.

E-Line servisinde ağa yeni bir UNI bağlamak için ağ üzerindeki tüm UNI'lere tek tek bağlantı yapılması gerekir. E-Line servisi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. E-Line servisi



Şekil 3. E-LAN servisi

E-LAN servisinde ise yeni eklenecek UNI'nin yalnızca çekirdek ağa bağlanması yeterli olmaktadır. Bu nedenle E-LAN servisi servis sağlayıcıları için en kullanışlı sistemdir. Şekil 3'te E-LAN servisi gösterilmiştir. Benzetimlerde E-LAN servisi kullanılmıştır.

3. SERVİS KALİTESİ ve PERFORMANS PARAMETRELERİ

Taşıyıcı Ethernet servisi, MEF'in tanımladığı uçtan uca servis kalitesini (QoS) sağlamak durumundadır. QoS'i etkileyen performans parametreleri, bant genişliği, gecikme, gecikme değişimi (jitter) ve paket kaybı olarak sıralanabilir. Farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri Tablo 1'de verilmiştir [6].

Tablo 1. Farklı uygulamalar için standart QoS gereksinimleri

| Trafik Çeşidi | Bant Genişliği (kbps) | Max. Paket Kaybı (%) | Max. Gecikme (ms) | Max. Gecikme Değişimi (ms) |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| Video konferans | 100 | 1 | 150 | 30 |
| VoIP | 12 - 106 | 1 | 150 | 30 |
| Video | 5 - 10000 | 2 | 5000 | duyarsız |
| Ses | 32 - 320 | 2 | 5000 | duyarsız |
| Veri | değişken | duyarlı | duyarsız | duyarsız |

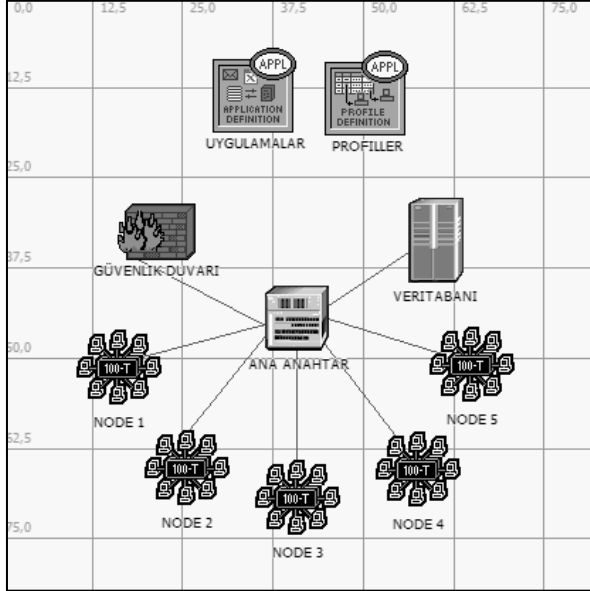
Tablo 1'e göre, video konferans ve VoIP gecikme ve gecikme değişimine karşı duyarlıyken, gerçek zamanlı olmayan ses ve video uygulamaları gecikmeye karşı daha az duyarlıdır. Veri uygulamalarında ise paket kaybı kritik faktördür. Sunulan benzetim sonuçlarının QoS standartlarına uygunluğu kontrol edilmiştir.

4. BENZETİM MODELLERİ

Bu çalışma, bir şirketin ana şubesi için tasarlanmış LAN'ın MEN'e bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki performans parametrelerini karşılaştırmak için gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle ana şube olarak adlandırılan bir LAN kurulup analizleri gerçekleştirilmiş, ardından aynı özellik ve kapasitede ama farklı coğrafi bölgelerde konumlandırılmış alt şubelere ait iki LAN metro çekirdeği aracılığıyla ana şubeye bağlanmış ve analizler tekrarlanmıştır. OPNET benzetim ortamı kullanılarak gerçekleştirilen analizlerin karşılaştırmalı sonuçları grafiklerle bir sonraki bölümde verilmiştir.

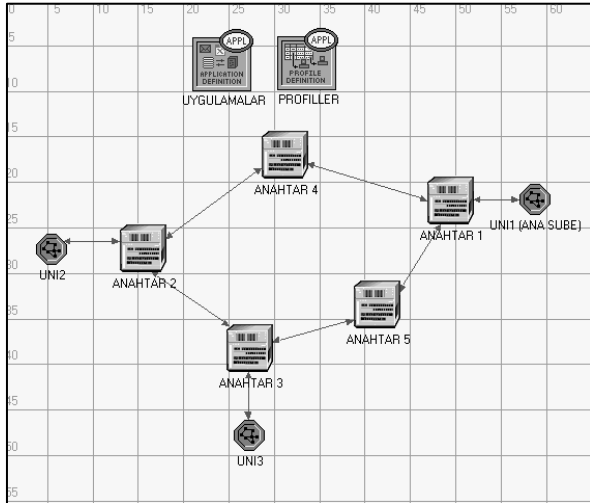
İlk benzetim modelinde ana şube UN11 olarak adlandırılmıştır. Şekil 4'te UN11'in OPNET benzetim ortamındaki görünümü verilmiştir. İkinci benzetim modelinde ise, biri ana şube olmak üzere aynı şirketin farklı coğrafi bölgelerde konumlandırılmış her biri 100 kullanıcıya üç şubesi

(UNI1, UNI2, UNI3) MEN ile bağlanmıştır. Ana şube veritabanı sunucusunu barındırmaktadır. UNI2 ile UNI3 ana şubeye bağlanan alt şubelerdir. MEN’de herhangi iki UNI arasındaki bağlantı 1 Gbps hızlı Ethernet hattı ile sağlanmıştır. Şekil 5’te MEN’in OPNET benzetim ortamındaki görünümü verilmiştir.



Şekil 4. UNI1 benzetim modeli

Şekil 4’teki skala ağ elemanları arasındaki mesafeyi metre cinsinden, Şekil 5’teki skala ise kilometre cinsinden ifade etmektedir.



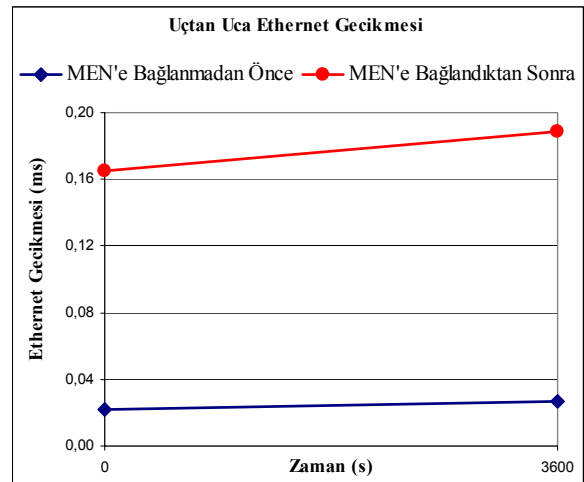
Şekil 5. MEN benzetim modeli

Her bir şubede 5 farklı alt ağ bulunmakta olup şube ağı yıldız topolojisine sahiptir. Alt ağlar şirketin departmanlarını temsil etmektedir. Her bir alt ağ için veritabanı, video konferans, VoIP gibi farklı uygulamalar ve farklı yoğunluklar aktive edilmiştir. Maliyet unsuru göz önüne alınarak her bir alt ağ 100Base-T standardına göre yapılandırılmıştır. Darboğaz oluşmaması için alt ağların ve sunucuların

ana anahtara bağlantılarında 1 Gbps hızlı hatlar kullanılmıştır. Her şubede güvenlik duvarı mevcuttur.

5. BENZETİM SONUÇLARI

Tüm analizler 1 saatlik zaman dilimi için gerçekleştirilmiş ve tasarlanan iki ağ için yapılan analizlerin sonuçları aşağıda tartışılmıştır. UNI1 olarak adlandırılan şirket ağının MEN’e bağlanmadan önceki uçtan uca ortalama Ethernet gecikmesi 27.6 μ s iken, E-LAN Ethernet servisine bağlandıktan sonra bu değer 174 μ s’ye yükselmiştir. UNI1’in MEN’e bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki Ethernet gecikmelerinin grafiği Şekil 6’da verilmiştir. LAN’dan MAN’a geçişte ortalama Ethernet gecikmesi yaklaşık olarak 6.3 kat artmıştır. Ethernet gecikmesindeki bu artış, kullanılan Ethernet anahtarlarının artması ve yol seçimi ile açıklanabilir.



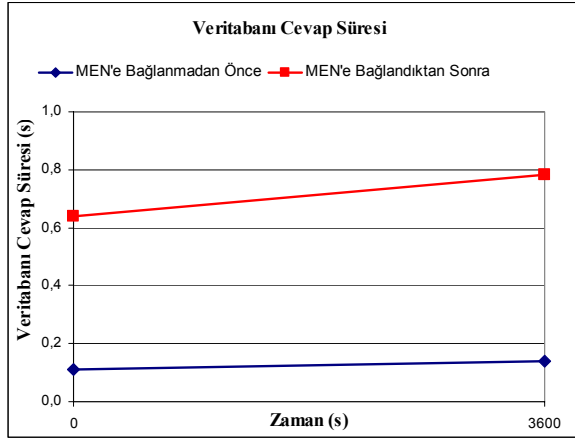
Şekil 6. UNI1 için elde edilen Ethernet gecikmeleri

Analizlerden elde edilen sonuçlar Tablo 1’de verilen değerlerle karşılaştırıldığında, en kritik gecikme değerlerine sahip uygulamalar olan VoIP’nin ve video konferansın her iki ağda da kolaylıkla gerçekleştirilebileceği görülmektedir. Maksimum gecikme değişiminin 30 μ s’in altında olması da servis kalitesinin sağlandığının bir diğer göstergesidir.

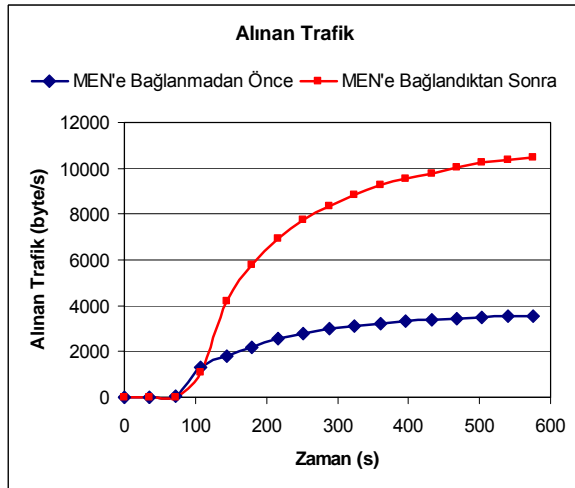
UNI1’in MEN’e bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki veritabanı cevap süreleri Şekil 7’de verilmiştir. UNI1’in MEN’e bağlanmadan önceki ortalama veritabanı cevap süresi 0.12 s iken, bu değer Metro Ethernet’e geçiş ile birlikte 5.9 kat artarak 0.71 s’ye yükselmiştir. Veritabanı sunucusunu içeren UNI1’deki ortalama veritabanı cevap süresinin MEN’e bağlandıktan sonra artmasının temel nedeni, ağ üzerinde veritabanını kullanan kullanıcı sayısındaki artıştır.

Benzer şekilde, UNI1’in MEN’e bağlanmasından sonraki alınan trafik değerleriyle bağlantıdan önceki değerler kıyaslandığında ortalama 2.8 katlık bir artış olduğu görülmektedir. Bu da kullanıcı sayısının artması nedeniyle beklenen bir

sonuçtur. UNI1'in MEN'e bağlanmadan önceki ve bağlandıktan sonraki alınan trafik değerlerinin değişimi Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7. UNI1 için elde edilen veri tabanı cevap süreleri



Şekil 8. UNI1 için elde edilen alınan trafik değerleri

6. SONUÇ

Bu çalışmada, LAN ve MAN'da kullanılan Ethernet'in teknik özellikleri ve mevcut teknolojiler göz önünde bulundurularak kurulan benzetim modelleri ile Metro Ethernet bağlantısının LAN performansına etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Metro Ethernet'e bağlanan bir LAN'ın Ethernet gecikmesinde 6.3 kat, veritabanı cevap süresinde ise 5.9 kat artış gözlemlenmiştir. Ancak benzetimlerden elde edilen performans parametre değerlerinin MEF tarafından belirlenen standartlar dahilinde olduğu belirtilmelidir. Alınan trafiğin Metro Ethernet bağlantısı ile birlikte ortalama 2.8 kat artması, kullanıcı sayısındaki artışla paralellik göstermektedir ve beklenen bir sonuçtur.

KISALTMALAR

| | |
|--------|-----------------------------|
| E-LAN | - Ethernet Yerel Ağı |
| E-Line | - Ethernet Hat |
| LAN | - Yerel Alan Ağı |
| MAN | - Metropolitan Alan Ağı |
| MEF | - Metro Ethernet Forum |
| MEN | - Metro Ethernet Ağı |
| MP2MP | - Çok Noktadan Çok Noktaya |
| P2P | - Noktadan Noktaya |
| QoS | - Servis Kalitesi |
| SDH | - Senkron Sayısal Hiyerarşi |
| SONET | - Senkronize Optik Ağ |
| UNI | - Kullanıcı Ağ Arayüzü |

KAYNAKLAR

- [1] S. Halabi, "Metro Ethernet", Cisco Press, Indianapolis, USA, 2003.
- [2] M. Huynh & P. Mohapatra, "Metropolitan Ethernet Network: A move from LAN to MAN", Computer Networks, vol. 51, pp. 4867-4894, 2007.
- [3] MEF, "The Metro Ethernet Network: comparison to Legacy SONET/SDH MANs for Metro Data Service Providers", Metro Ethernet Forum Whitepaper, July 2003.
- [4] MEF, "Metro Ethernet Services", <http://www.metroethernetforum.org>
- [5] MEF, "Carrier Ethernet Services", <http://www.metroethernetforum.org>
- [6] J. M. Caballero, "Metro Ethernet Provision", Trend Communications <http://www.trendcomms.org>