

ATM ŞEBEKELERDE HÜCRE SEVİYESİNDE TRAFİK ŞEKİLLEME VE KESİN HIZ BİLDİRİMİ ALGORİTMASI YIĞILMA KONTROL ANALİZLERİ

İbrahim KOÇYİĞİT

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi
Elektronik Mühendisliği Bölümü, Görükle Kampüsü, 16059, Bursa
E-mail : kocyigit@uludag.edu.tr

ÖZET

ATM şebekelerde şebeke kaynaklarını kullanmak isteyen farklı tipteki kullanıcıların şebekeye kabul edilmesi aşaması olan çağrı kurma zaman ölçeği ve müteakip olarak kullanıcı hücrelerinin iletiminin gerçekleştirildiği hücre gönderme zaman ölçeği olmak üzere iki farklı zaman ölçeği mevcuttur. Bu çalışmada heterojen bir trafikte ATM şebekeye bağlanmak isteyen TCP çağrılarının şekillenmesine dayalı yığılma kontrol algoritması ile ileriye doğru kesin hız belirtmesine dayalı yığılma kontrol algoritmalarını kullanan ATM şebekelerde hücre seviyesi verimlilik analizleri benzetimlerle gerçekleştirilmiştir. Analizlerde incelenen parametreler tampon boyutuna bağlı olarak ABR (uygun bit hızlı) ve UBR (belirsiz) çağrılarının hatasız gönderebildiği hücrelerin sayısı, hücre kayıp hızları, hücre gecikmeleri ve bu gecikmelerin standart sapmalarıdır.

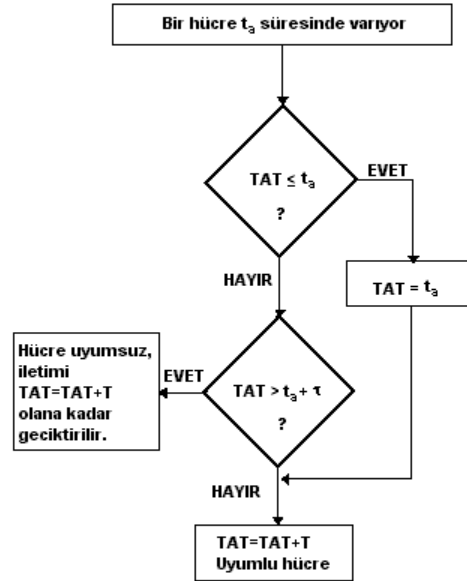
Anahtar Kelimeler: ERICA, TCP, VSA, GCRA

1. GİRİŞ

ATM şebekelerin her biri farklı trafik karakteristiklerine ve performans ihtiyaçlarına sahip çeşitli tipteki kullanıcılara uygun servis kalitesini (QoS) sağlayabilmesi için, birtakım trafik yönetim ve yığılma kontrol fonksiyonlarını kullanması gerekir. Bu fonksiyonların temel amacı, şebeke performans hedeflerini başarmak ve mevcut şebeke kaynaklarını verimli bir şekilde kullanarak şebekeyi ve kullanıcıları yığılmadan korumaktır. Eğer bir ATM şebekede şebekeye veri giriş hızı mevcut link kapasitesinden daha büyükse yığılma oluşabilir. Yığılma kontrol mekanizmalarının büyük çoğunluğu link hızlarını mevcut link kapasitesine (yada hızlarına) uydurmak için ayarlama yapmaktadır. Yığılma mekanizması seçimi yığılmanın şiddetine ve süresine bağlıdır. Yığılmanın etkisi hücre zaman ölçeğinde uygun birtakım kontrol mekanizmaları kullanılarak azaltılabilir. Bu çalışmada trafik şekilleme (traffic shaping) algoritması[1] ile bir ABR hız kontrol şeması olan ileriye doğru kesin hız bildirimini (ERICA) algoritmaları[2][3] benzetimlerle karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

2. TRAFİK ŞEKİLLEME

Trafik şekillenmenin üç temel amacı vardır. Bu amaçlardan birincisi, ATM şebeke için herhangi bir şekilleme sürecine maruz kalan hücreler akımının karakteristiklerinin tanımlanması işinin daha kolay olmasıdır. İkinci amaç, şekilleme algoritmasının şebeke tarafından da bilinmesinin çağrı kabul yönetiminde şebekeye önemli ölçüde yardımcı olmasıdır. Son amaç ise, şebeke tarafındaki trafiğin, belirli bir politikaya göre izlenmesinin hücre giriş akımı karakterleri bilindiği zaman, daha kolay ve güvenilir olmasıdır.



Şekil 1. VSA akış diyagramı

Literatürde birkaç farklı şekilleme politikası ve algoritması önerilmiştir. Bu algoritmaların her biri bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bu çalışmada kullanılan şekilleme algoritması ise genel trafik akış kontrol algoritması olan Sanal Tarifeleme Algoritması (Virtual Scheduling Algorithm)'dır. Bu algoritma ITU I.371[4] önerisinde tavsiye edilmiştir. VSA, teorik varış süresini (Theoretical Arrival Time) takip etmektedir. Bu süre (TAT), kaynak aktif olduğunda tüm hücrelerin eşit boyutlandırılmış olduğu

varsayımıyla bir sonraki hücrenin nominal varış süresidir. Eğer, gerçek varış süresi TAT^a göre çok küçük değil ise, hücre trafik kontratına uyumlu olarak ilan edilmektedir. Diğer durumlarda hücre kontrata uyumsuzdur. VSA algoritmasının işlem adımları şekil 1’ de verilmiştir.

Bir hücre iletmeye hazır olduğu her anda, VSA bu hücrenin ait olduğu bağlantının trafik kontratıyla uyumlu olup olmadığını araştırır. VSA, sadece trafik karakteristiklerini kontrolünü yapmaz, aynı zamanda trafiğin trafik kontratına uygunluğunun resmi tanımını da yapar. VSA algoritması, yalnızca iki parametrenin tanımlanmasını gerektirir. Bu parametreler hücre gelişleri arasındaki zaman artışı (T), ve süre limiti (τ)’dir. Zaman artışı, trafik sabit bir bit hızında üretiliyorsa art arda gelen iki hücre arasında geçmesi gereken süredir. τ ise müsaade edilen zaman titreşimi (jitter)’dir, ve CDV(hücre gecikmesi değişimi) parametresiyle ilişkilidir.

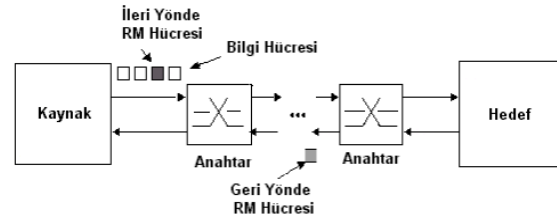
VSA tarafından ihtiyaç duyulan T parametresi kullanıcı tarafından verilen, ihtiyaç duyulan ortalama band genişliği (B_w) ve Band genişliği Tahsis Faktörü (β) yardımıyla hesaplanabilir. Kullanılan simülatördeki T değeri şebekedeki tüm VP(sanal kanal) şekillenmeli kullanıcıların durumunu basitleştirmek için eşit alınmıştır. B_w kullanıcı tarafından ihtiyaç duyulan ortalama bandgenişliği, β BAF ve C ’de link kapasitesi alınarak, T değeri $T=B/B_w \cdot \beta$ olarak hesaplanabilir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen hücre seviyesi simülasyonlarında, iki değişik çoğullama politikası yürütülmüştür. Bunlardan ilki çoğullama politikalarının mümkün olan en basit şekli olan *İvedi Çoğullama Stratejisi*dir. Bu stratejide, şekilleyici kuyruklarının çarpışan hücreleri kendi etiket süreleri dolar dolmaz derhal iletim tamponuna koyulmaktadır. Şekilleyici kuyrukları, kesin bir sırada ziyaret edilmektedir. Diğer ise hücre akışında çoğullayıcı tarafından tanıtılan gecikme değişimini minimuma indirmeye çalışan *“Gecikmeli” çoğullama stratejisi*dir. Her hücre diliminde, iletim linkini bekleyen bir hücreden daha fazlası olduğunda, en küçük süre aşım etiketli hücre alınmakta ve iletilmektedir.

3. ERICA ALGORİTMASI

ERICA algoritması ATM şebekede belirli bir yük faktörüne, mevcut kapasiteye ve o andaki aktif kanalların sayısına göre her bir link üzerindeki yükün izlenmesini sağlayan bir yığılma kontrol algoritmasıdır. Bu bilgi, kaynaklara nakledecekleri hız hakkında bir tavsiye olarak kullanılır. Bu algoritma verimlilik, adiliyet, kontrollü kuyruklama gecikmeleri ve hızlı geçici cevabı başarmak üzere tasarlanmış ve aynı zamanda, ABR talebi ve kapasitesindeki değişimden ötürü ortaya çıkan hataları ölçmede kuvvetli olduğu öne sürülen bir algoritmadır. ABR servisi, kaynaklara

nakledebilecekleri hızla ilgili periyodik olarak tavsiyelerde bulunarak veri trafiğine daha kaliteli bir hizmet sağlamaktadır. Anahtarlar, o andaki yükü izleyerek müsait band genişliğini hesaplamakta ve bu band genişliğini aktif hücre akımları arasında uygun şekilde bölüştürmektedir. Bu durum, rekabet eden kaynaklarının mevcut band genişliğini adil bir şekilde kullanmaları olarak sağlamaktadır. Anahtarlardan gelen geri besleme için RM (Resource Management) hücreleri kaynaklardan periyodik olarak gönderilmektedir. Bu hücreler hedefe kadar olan tüm anahtarların durumu hakkında bilgi taşıyan hücrelerdir. RM hücreleri kaynağın CCR(anlık hücre hızı) alanını ve kaynağa geri besleme sağlayacak anahtarlar tarafından kullanılacak diğer alanları içermektedir. Bu alanlar: ER (kesin hız), CI (yığılma belirteci) bayrağı ve NI (artış yok) bayrakları alanlarıdır. ER, şebekenin zamanda özel bir anda destekleyebileceği hızdır. Bir kaynak veri göndermeye başladığında ER alanı genelde PCR’a(tepe hücre hızına) ayarlanmakta ve CI ile NI bayrakları sıfırlanmaktadır. Yol üzerindeki her bir anahtar, ER alanını destekleyebileceği maksimum hıza düşürmekte ve CI yada NI bayraklarını da gerekiyorsa ayarlamaktadır. Bir kaynak BRM hücresi aldığı anda ise, kendi müsaade edilen hızını (ACR) o andaki ACR, CI ve NI bayraklarını kullanarak hesap etmektedir. Her servis sınıfı, bir tarife mekanizmasının kontrolü altında çıkış linkini besleyen ayrı bir FIFO (ilk giren ilk çıkar) çıkış kuyruğuna sahiptir. ERICA algoritması, ABR çıkış kuyruğu noktasında çalışmaktadır.

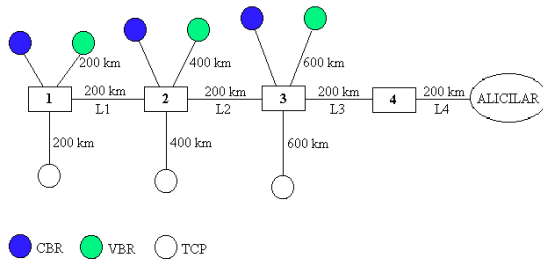


Şekil 2. RM hücresinin izlediği rota

Şekil 2’den görüleceği gibi bir çağrının RM hücreleri, ileriye doğru yöndeki bir port üzerinden anahtara girmekte ve ters yönde başka bir port üzerinden çıkmaktadır. ERICA algoritmasındaki ölçümlerde ileri yöndeki hücre akımı izlenecektir. Fakat ileri yönlü akım, geri yönde RM hücrelerini de içermektedir. Anahtar ölçüm aralıkları boyunca akımın kesin karakteristikleri ölçülmelidir. Ölçülen büyüklükler, ters yönde kullanılmak üzere bir tabloya yerleştirilir. Geri besleme hesaplaması geri yönde bir BRM hücresi alındığında da hesaplanabilir yada her aktif kaynak için bir önceki (ileri yöndeki portun) ortalama aralığının sonunda önceden hesaplanabilir. İkinci seçenek, yavaş değerlendirme ve/veya arka planda bu görev verilmiş işlemci tarafından da yürütülebilir.

ERICA algoritmasının anahtar özelliklerinden birisi de, herhangi bir ortalama alma aralığı esnasında kaynak başına en fazla bir geri besleme vermesidir. Sonuç olarak bu durum, anahtarın aynı kontrol değerlerini kullanan tek bir aralıktaki çoklu çarpışan geri besleme belirteçlerini vermesine engel olur. Dahası bir VC yol üzerinde çoklu anahtarlar olduğu için kaynağa yapılan tahsis diğer tüm aynı tipteki anahtar tahsislerinin minimumudur. Performans amaçları için, tüm anahtarların aynı anahtar algoritmasını kullanması tercih edilmiştir. ERICA bir RM hücresinde kesin bir hız geri beslemesi verdiğinde, bazı başka şemalar tarafından önerilmiş kontrolleri kullanarak RM hücresi içerisindeki CI ve NI bitlerini ayarlayarak kaynakları kısar yada yumuşatır. Simülasyon çalışmalarında hız artış faktörü parametresini (RIF) değerini 1 yaparak maksimum artışa izin verilmiştir. Kaynaklar/anahtarlar, bu parametreyi en düşük değerlere ayarlarlar.

4. HÜCRE SEVİYESİ TRAFİK ŞEKİLLEME ve ERICA ANALİZLERİ



Şekil 3. ATM şebeke topolojisi

Yukarıdaki şekilde bu çalışmanın ilk kısmında (çağrı kurma zaman ölçeği) benzetimi yapılan şebeke topolojisi görülmektedir. Bu topolojideki tüm kullanıcı-düğüm ve düğüm-düğüm linklerinin kapasitesi 150 Mbit/s olarak seçilmiştir. Kullanıcılar 3 grupta sınıflandırılmıştır. Bunlar: CBR (sabit bit hızlı), nrt- ON/OFF VBR (değişken bit hızlı) ve TCP kullanıcılarıdır. TCP kullanıcılar, UBR ve ABR trafik olarak modellenmiştir. CBR kullanıcılar 2 Mbit/s'lik sabit bir tepe hızı ve 1000 sn. ortalamalı üstel olarak değişen tutma sürelerine sahip kullanıcılar olarak ayarlanmıştır. ON/OFF VBR kullanıcılar da 10 Mbit/s'lik PCR'a (tepe hücre hızı) ve ortalama 1000 sn'lik üstel dağılımlı bir periyoda sahiptirler. Seçilen çağrı kabul kontrol algoritması hafifletilmiş hücre hızına dayalı çağrı kabul kontrol algoritmasıdır[5][6]. Çağrı kabul benzetimlerinde ANCLER ATM şebeke simülatörü [7] kullanılarak blokama olasılıkları yaklaşık bir değere (0.008) eşit olan nominal yükler seçilmiştir. Hücre seviyesi benzetimleri, çağrı seviyesi simülasyonları tarafından üretilen 3 farklı konfigürasyon için gerçekleştirilmiştir. Bu konfigürasyonlar birkaç saat

süren şebeke simülasyonu esnasında gözlenen en kötü durumlar dikkate alınarak elde edilmiştir. Benzetim, CBR ve VBR çağrılarının blokama olasılıklarını 0,008'e yaklaştıran nominal bir şebeke yükü seçilerek ve, TCP çağrılar ya 15 Mbit/s ile şekillenmiş bir UBR ya da bir ABR servis olarak kabul edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. İkinci durum için, ABR kontrolü hedef kullanımın 0,96 olduğu ERICA algoritmasını kullanarak CLASS hücre ölçeği ATM şebeke simülatörü[8] kullanılmıştır. Analizlerde patlamalılık değerini gösteren γ_0 değeri, $\gamma_0=10$ durumundan daha kritik bir değer olan $\gamma_0=2$ durumuyla sınırlandırılmıştır. Daha sonra üç farklı senaryodan elde edilen sonuçların ortalaması alınmıştır. Bu durumda hücre seviyesi benzetimleriyle CBR ve VBR çağrılar için dar boğaz linkindeki CDV (hücre gecikmesi değişimi), CLR (hücre kayıp hızı) ve ortalama yük; ve TCP bağlantılar için verimlilik, GP (goodput-hatasız alınan hücre sayısı) ve CLR elde edilmiştir.

Hücre seviyesi benzetimlerinin yürütülmesi esnasına ON/OFF VBR kaynaklarının yeniden karakterizasyonu da gerekmiştir. ON periyotların süresi ortalama $\mu_{ON} = 50$ ms ile ve OFF periyotların süresi ise ortalama $\mu_{OFF} = (B-1)\mu_{ON}$ ile üstel olarak dağılımlı olarak alınmıştır. Simülasyonlarda dikkate alınan diğer önemli hususlar ise, ATM anahtarların çıkış kuyruklamasına ve blokamasız yapıya sahip olduğu, ve her bir çıkış arabiriminin CBR, VBR ve TCP çağrılara ait hücrelerin tamponlanmasında kullanılan üç farklı çıkış tamponunu içerdiğidir. Tamponlamada sınırlı bir öncelik şeması kullanılmıştır. Yani en yüksek önceliği olan çağrılar CBR ve en düşük önceliği olan bağlantılar ise U sınıfı TCP çağrılardır. CBR için tampon boyutu 64 hücreye seçilmiştir. Çünkü yüksek öncelikli gerçek zamanlı trafik ancak hücre ölçekli çekişme[9] karşısında tampona ihtiyaç duyar. VBR ve U sınıfı TCP için ise tampon boyutu eşit seçilmiştir. Benzetimlerde 1024 ve 2048 hücre olmak üzere iki farklı tampon boyut değeri kullanılmıştır. Hücre seviyesi benzetimlerinden elde edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiştir. Tablolardaki tüm nümerik değerler TCP kullanıcıların ya ABR yada UBR seçilmesiyle elde edilen değerlerdir. Kullanıcı patlamalılığı temsil eden B değerleri; 10 ve 100 seçilmiştir. VBR ve UBR tamponların kapasitesi ise ya 1024 yada 2048 hücrelidir.

5. BENZETİM SONUÇLARI

Tablo 1'de, CBR ve VBR çağrılar için alıcıda hatalı yada hatasız olarak alınmış hücre miktarı (TP-throughput) ve TCP çağrılar için hatasız alınan hücre miktarları (GP) değerleri verilmiştir. GP değerleri tüm hatalı ve tekrarlanmış segmentler çıkarılarak elde edilmiştir. Yani, sadece son kullanıcı bilgisini yeniden düzenleyen segmentler dikkate alınmıştır.

| | | Tampon 1024 Hücre | | | |
|-----|----------------|-------------------|-------|------|-------|
| | | ABR | | UBR | |
| | | B=10 | B=100 | B=10 | B=100 |
| CBR | TP | 87.6 | 71.0 | 87.6 | 71.0 |
| VBR | TP | 25.4 | 26.6 | 28.1 | 26.6 |
| TCP | GP | 45.1 | 60.2 | 32.1 | 34.6 |
| TCP | B _w | 1.8 | 0.9 | 24.1 | 31.3 |
| | Bu | 6.9 | 5.4 | 5.1 | 10.3 |

| | | Tampon 2048 Hücre | | | |
|-----|----------------|-------------------|-------|------|-------|
| | | ABR | | UBR | |
| | | B=10 | B=100 | B=10 | B=100 |
| CBR | TP | 87.6 | 71.0 | 87.6 | 71.0 |
| VBR | TP | 26.3 | 26.6 | 26.3 | 26.3 |
| TCP | GP | 48.2 | 66.4 | 38.5 | 42.2 |
| TCP | B _w | 0.7 | 0.4 | 19.2 | 21.1 |
| | Bu | 4.9 | 4.4 | 3.5 | 8.3 |

Tablo 1. Tampon boyutuna göre ABR ve UBR çağrılarının TP ve G değerleri

Tablo 2, üç farklı çağrı tipi için benzetimlerinden elde edilen hücre kayıp olasılıklarını (CLR) göstermektedir. CBR çağrılarının CLR değerleri oldukça küçük boyutlu tamponlara karşın bu trafik sınıfına verilmiş öncelik sayesinde 0'dır. VBR çağrılarının CLR değerleri de oldukça küçüktür, ve tampon kapasitesinin artmasıyla azalmaktadır. Bu durum tamponların daha büyük boyutlu olmasından ve de bu trafiğe TCP trafiğe göre öncelik verilmesinden kaynaklanmıştır. Özellikle UBR servis sınıfı kullanıldığında TCP trafiğinin CLR değerleri oldukça artmaktadır.

| | | Tampon 1024 Hücre | | | |
|-----|-----|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| | | ABR | | UBR | |
| | | B=10 | B=100 | B=10 | B=100 |
| CBR | CLR | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VBR | CLR | $2.3 \cdot 10^{-4}$ | $2.5 \cdot 10^{-4}$ | $3 \cdot 10^{-4}$ | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| TCP | CLR | $16 \cdot 10^{-3}$ | $4.9 \cdot 10^{-3}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $15 \cdot 10^{-2}$ |

| | | Tampon 2048 Hücre | | | |
|-----|-----|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | ABR | | UBR | |
| | | B=10 | B=100 | B=10 | B=100 |
| CBR | CLR | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VBR | CLR | $5 \cdot 10^{-5}$ | $12 \cdot 10^{-5}$ | $5 \cdot 10^{-5}$ | $13 \cdot 10^{-5}$ |
| TCP | CLR | $7.1 \cdot 10^{-3}$ | $3 \cdot 10^{-3}$ | $11 \cdot 10^{-2}$ | $9.8 \cdot 10^{-2}$ |

Tablo 2. Hücre kayıp hızları

Tablo 3, hücre gecikmesinin değişken kısmının ortalamasını (μd – yani, gerçek hücre gecikmesi ve propagasyonu ile işleme gecikmesi arasındaki fark) ve aynı büyüklüğün standart sapmasını göstermektedir. Tablodaki tüm sonuçlar μs ' dir.

| | | Tampon 1024 Hücre | | | |
|-----|------------|-------------------|--------|--------|--------|
| | | ABR | | UBR | |
| | | B=10 | B=100 | B=10 | B=100 |
| CBR | μd | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| VBR | μd | 34.3 | 8.6 | 38.2 | 8.9 |
| TCP | μd | 1832.2 | 904.3 | 5102.1 | 4313.4 |
| CBR | δd | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| VBR | δd | 303.2 | 31.7 | 346.4 | 32.6 |
| TCP | δd | 4267.2 | 2824.4 | 4542.3 | 4012.7 |

| | | Tampon 2048 Hücre | | | |
|-----|------------|-------------------|--------|---------|--------|
| | | ABR | | UBR | |
| | | B=10 | B=100 | B=10 | B=100 |
| CBR | μd | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| VBR | μd | 50.1 | 8.9 | 52.5 | 8.9 |
| TCP | μd | 2442.1 | 1105.6 | 12762.4 | 8218.6 |
| CBR | δd | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| VBR | δd | 572.5 | 31.2 | 556.5 | 32.3 |
| TCP | δd | 5161.6 | 2907.1 | 8542.9 | 6366.8 |

Tablo 3. Hücre gecikmeleri ve standart sapmaları

Gecikme değişimlerinin ortalamaları ve standart sapmaları CBR çağrı için oldukça küçüktür. Bu sonuç oldukça pozitif bir sonuçtur. Yani CBR çağrılarının QoS ihtiyaçları karşılanmaktadır. VBR çağrılarının ortalama ve standart sapma değerleri önemli ölçüde büyük çıkmıştır. Fakat bu trafik tipi böyle bir performansın etkilerini karşılayabilir. B=100 için gecikme değerlerinin ortalaması ve standart sapması B=10'unkinden çok daha küçüktür. Bu durum CBR trafik yüklemesinin düşmesinden ve kalıcı bir VBR trafik yükünden kaynaklanmıştır. Bu ise, anahtar içerisindeki VBR tamponunda daha kısa uzunlukta kuyruklamaların olmasına ve bu nedenle daha küçük gecikmelerle sonuçlanmıştır. Aslında B=10'dan B=100 yapıldığında TCP trafiğindeki gözlenen artış servis öncelik disiplininden ötürü VBR performansına etki etmeyecektir. TCP çağrılarının gecikme değişimlerinin ortalama değerlerinin UBR durumunda ABR durumundakinin aşağı yukarı 5 kat daha büyük olduğu gözlenmiştir.

6. SONUÇ

Her iki yığılma kontrol tipi için CBR çağrılarının CLR değerleri 0 çıkmıştır. VBR çağrılarının CLR değerleri ise oldukça küçük çıkmıştır. Tampon boyutunun artırılması ile VBR çağrılarının kayıp hızı önemli ölçüde düşmüştür. Bu durum benzetimlerde TCP trafiğe karşı VBR trafiğe verilen öncelikten dolaydır. Benzetimlerden elde edilen sonuçlara göre TCP çağrılarını ABR yada UBR olarak seçildiğinde önemli performans farkları oluşmuştur. Şebekedeki TCP trafik, ABR olarak seçilip ERICA algoritması ile kontrol edildiği durumda TCP şekillenmesine göre daha az kayıp ve daha düşük gecikme elde edilmiştir. Yani ABR'yle elde edilen servis kalitesi oldukça iyi çıkmıştır. Buna karşılık

TCP trafiğın şekillendiğı UBR servis sınıfıyla elde edilen servis kalitesi benzetim sonuçları ise çok önemli ölçüde kötü çıkmıştır. Bu servis sınıfıyla gerçekleştirilen benzetimler sonucunda mevcut şebeke kaynakları kullanımında önemli ölçüde randıman düşüklüğü elde edilmiştir. Sonuç olarak çağrı kabul algoritması olarak seçilen hafifletirilmiş hücre hızına dayalı çağrı kabul algoritmasının hücre seviyesinde ERICA yığılma kontrol algoritmasıyla birlikte kullanımı sonucunda daha iyi ATM şebeke performans sonuçları elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

[1]Koçyiğit,İ. “ Some TCP Traffic Shaping Simulation Analyses in ATM Networks”, ELECO 2003 Third International Conference on Electrical AND Electronics Engineering 3-7 December, Bursa. s.374-376, 2003.

[2]Jain,R.,S.Kalyanaraman and R.Vıswanathan. “A sample switch Algorithm.”, 1995, AF-TM95-0178R1.

[3]Koçyiğit,İ. ve E.Yürüklü “The ERICA Algorithm for ABR Traffic in ATM Nertworks”, ELECO’2001 International Conference on Electrical and Electronic Engineering 7-11 November, Bursa.s.289-293 ,2001.

[4]ITU-T Recommendation I.371.1993.Trafik Control and Congestion Control in B-ISDN.Geneva

[5]Marsan,M.A.,Bianco,A.,Cassetti,C., Chiasserini, C.F.,Francini,A.,Cigno,R.L., Mellia,M.,Munafı,M., “A CAC Algotithm for ATM Networks Supporting Different QoS Classes” 5th IFIP Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks, Ilkley (England), July 1997

[6]Koçyiğit,İ.,“ATM Şebekelerde Çağrı Kabul Kontrol Algoritması Analizleri”, ELECO2002,18-22 Aralık,Tübitak,Bursa. s.282-285, 2002.

[7]Munafı M. Et al., ANCLES User Manual, Torino Politechnic University, 1997

[8]Marsan,M.A.1998. CLASS User Manual.Torino Politechnic University, Electronic Department.

[9]Koçyiğit,İ. ve S.Yıldız “ATM Şebekelerdeki Çıkış Tamponlarına Göre Hücre Ölçekli Kuyruklama Analizi”.ELECO 2000, Bursa,s.237-240,2000