

Optik oğuşma Anahtarlama Ağlarda oğuşma Oluşturma Yöntemlerinin Başarıma Etkisi*

The Effects of Burst Creation Mechanisms on Success of Optical Burst Switching Networks

M.Ali AYDIN, A.Halim ZAIM, ve Özgür Can TURNA

İstanbul Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL

aydinali@istanbul.edu.tr, ahzaim@istanbul.edu.tr, ozcantur@istanbul.edu.tr

Özet

Bu alışmada Optik oğuşma Anahtarlama ağlarda çoğuşma oluşturma mekanizmalarının başarımlarını üzerinde etkisi gösterilmiştir. Performans kriteri olarak bayt kayıp oranı ve hizmet erişim zamanı ele alınmıştır. Simülasyon alışmasında NS2 Ağ Simülasyon platformunda, 2 durumlu MMPP trafik üretici ile 14 düğümlü NSFNET topolojisi üzerinde testler gerçekleştirilmiştir. Çoğuşma oluşturma mekanizmaları olarak; zaman eşik değeri ve maksimum çoğuşma eşik değeri yöntemleri kullanılmıştır. Simülasyon alışmalarında JET kanal zamanlama algoritması üzerinde optik çoğuşma oluşturma yöntemlerinin başarımlarını incelenerek çoğuşma oluşturma yöntemlerinin başarımlarını üzerinde etkisi gösterilmiştir. İdeal zaman eşik değeri ve maksimum çoğuşma eşik değeri değerleri aynı anda kullanılarak en iyi sonuçların elde edilebileceği simülasyon çalışmaları ile gösterilmiştir.

Abstract

In this paper, the effects of burst creation mechanism on success of optical burst switching networks have been studied. As performance criteria, byte loss rate and access time have been considered. The simulations have been implemented on NS-2 simulation platform with 2-state MMPP traffic generator on 14 node NSFNET topology. Time threshold and maximum burst threshold value mechanisms used for burst creation. In simulations, the success of optical burst creation mechanisms for JET channel scheduling algorithm has been studied and the effects of these burst creation mechanisms have been examined. The ideal time threshold and maximum burst threshold values have been used at the same time and the best results have been obtained by simulation tests.

1. Giriş

Optik ağlar, mevcut bilgisayar ağlarında görülen birçok problemin çözümüne olanak tanır (Bant genişliği vs. gibi) ve çok yüksek bir kapasite sağlamasının yanı sıra, çeşitli hizmetlerin desteklendiği ortak bir ağ alt yapısı da sağlar[1,2]. Ayrıca optik ağlarda, bant genişliği esnek bir yapıda ihtiyaca göre ayarlanabilir[3,4]. Bant genişliği gereksinimleri söz konusu olduğunda, üç çözüm ortaya çıkmaktadır. Bunlar WR(Wavelength Routing-Dalgaboyu Yönlendirme),

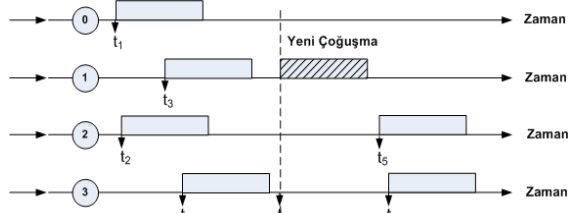
OPS(Optical Packet Switching-Optik Paket Anahtarlama) ve OBS(Optical Burst Switching-Optik oğuşma Anahtarlama)'dır.

Tam optik ağların gelişimi WR ağlar ile başlamıştır. WR ağlar literatürde OCS(Optical Circuit Switching-Optik Devre Anahtarlama) olarak da geçmektedir. WR ağlarda, ağ düğümleri arasında ışıık yolu (lightpath) adı verilen, uzun süreli devre bağlantıları kurulmaktadır. WR ağların temel kısıtlaması, optik iletişimde tipik bir problem olan fiber başına düşen dalga boyu sayısının sınırlı olmasıdır. Büyük boyutlu bir WR ağda, bu kısıtlı sayıdaki dalga boyları, tüm kaynak-hedef çiftleri arasında ışıık yollarının kurulumunu imkansız hale getirmektedir. OPS ağlarda kullanıcı trafiği optik paketlerde, kontrol bilgisiyle beraber taşınmaktadır. Kontrol bilgisi her düğümde ele alınır ve elektronik olarak işlenir. Elektronik paket anahtarlama ağlara benzeyen OPS ağlar, elektronik paket anahtarlama ağlarda olduğu gibi yüksek yük, tıkanma veya ağın düşmesi durumlarına karşı kolayca adapte olabilmek özelliğinden dolayı arzu edilen bir mimaridir. Buna karşın OPS; optik ortamdan kaynaklanan teknolojik kısıtlamalar yüzünden henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır. OBS; OPS'ye geçişte ara çözüm olarak önerilmiştir[5]. OBS ağlar, WR ve OPS ağların avantajlarını bir araya getirmektedir. OBS, sınırlı bir zaman için kanalı rezerve ederek ağın kullanımını artırır. OBS'de en temel iletim birimi bir giriş düğümde aynı hedefe sahip veri paketlerinin belirli bir zaman zarfında veya belirli bir boyuta gelinece kadar bir araya getirilmesi ile oluşan oğuşmadır. Çoğuşma içerisinde tek bir kaynak düğümünden gelip tek bir hedef düğüme gidecek veri paketleri(IP, ATM, ...) içerir. Ara düğümlerde çoğuşma içeriği değiştirilmeden anahtarlama yapılır. OBS'de çoğuşma ile birlikte oğuşmaya ait bir başlık vardır. Başlığa kontrol paketi(CP) adı verilir ve veriden ayrı olarak yolların. Veri kısmına ise veri oğuşması(DB) adı verilir. CP, yol boyunca bant genişliğini DB için rezerve etmek üzere ilk olarak yolların. Belirli bir süre sonra(ofset) CP tarafından rezerve edilen yol üzerinden DB gönderilir.

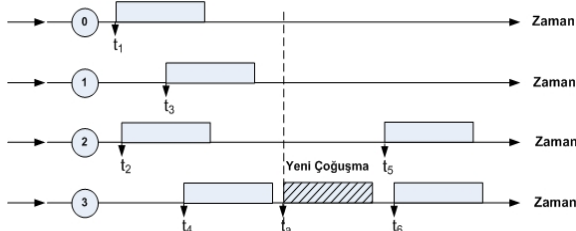
OBS literatüründe üç adet popüler OBS rezervasyon tekniği bulunmaktadır: Just In Time(JIT)[6], Just Enough Time(JET)[5] ve Horizon[7]'dur. Bunlar kullandıkları dalga boyu rezervasyon yöntemlerine göre farklılık göstermektedirler. JIT protokolü anında rezervasyon yöntemini kullanırken JET protokolü gecikmeli rezervasyon yöntemini kullanmaktadır. Horizon protokolü de JET

*Bu alışma, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak yürütölen Optik oğuşma Anahtarlama Sistemlerin Analizi başlıklı doktora tezinin bir bölümüdür ve TÜBİTAK tarafından 105E058 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

protokolü gibi gecikmeli rezervasyon yöntemini kullanmaktadır. JIT; her dalga boyu üzerinde ilk gelen ilk hizmeti alır (First come – First served - FCFS) mantığı ile çoğuşmalar için rezervasyon yapılır. Burada ilk gelenden kasit rezervasyon mesajlarının gelişidir. Horizon; boşlukları hesaba katmayan LAUC algoritmasını kullanır. JET; boşluk doldurma algoritması olarak LAUC-VF yöntemini kullanır[8]. LAUC(Latest Available Unscheduled Channel) algoritmasının temel fikri, çoğuşmalar arasında oluşan boşlukları minimize ederek kanalın kullanımını arttırmaktır. Bu, varan her çoğuşma için, uygun olan en son unscheduled(zamanlanmamış) veri kanalını seçerek olur. Örneğin, Şekil 1’de, dalgaboyu 0 ve 1, t_a zamanında zamanlanmamıştır ve t_a anında varan yeni çoğuşmayı iletmek için dalgaboyu 1 seçilecektir. Bu durumda, dalgaboyu 1’deki boşluk, dalgaboyu 0’ın seçilmesi durumunda oluşabilecek boşluktan daha küçük olacaktır. Ancak LAUC da, FFUC gibi çoğuşmalar arasındaki boşlukları göz önünde bulundurmaz. Şekil 2’de LAUC-VF algoritmasının işleyişi gösterilmektedir. Yeni bir çoğuşma t_a anında varır. t_a anında, LAUC-VF algoritması, en küçük boşluğu oluşturacağı için kanal 3’ü seçer. Boşluklar verimli bir şekilde kullanılabildiği için, LAUC-VF algoritması, FFUC-VF ve LAUC algoritmalarına göre, çoğuşma düşürme olasılığı açısından daha iyi performans gösterir.



Şekil 1: LAUC Algoritması



Şekil 2: LAUC-VF Algoritması

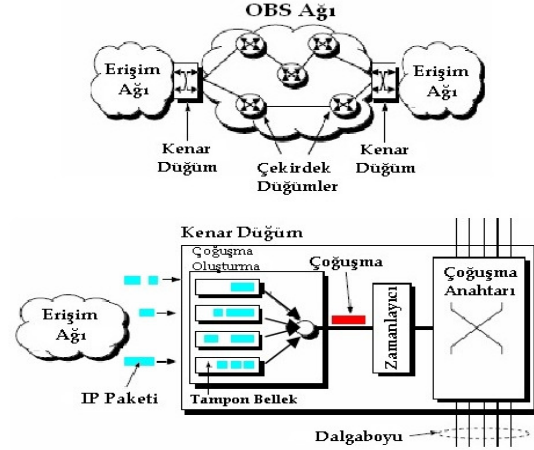
Bu üç rezervasyon yönteminin karşılaştırılması NSFNET ve 5 düğümlü mesh topolojide [9,10] çalışmalarımızda verilmiş olup JET'in bayt düşme oranı başarımı açısından JIT ve Horizon'a nazaran daha iyi olduğu görülmüştür. Çoğuşma oluşumu genel başarıma etki eden en önemli parametrelerden biridir. Bu çalışmada çoğuşma tekniklerinin etkisi OBS üzerinde JET algoritması kullanılarak verilmiştir.

2. OBS’de Çoğuşma Oluşturma

Çoğuşma oluşturma, yüksek katmandan gelen verinin, Şekil 3’de görüldüğü gibi bir OBS ağıının giriş düğümünde bir araya getirilerek paketlenmesidir[11,12]. Veriler yüksek katmandan geldikçe, sınıflarına ve hedeflerine bağlı olarak elektronik

tampon belleklerde saklanır. Çoğuşma oluşturma mekanizması daha sonra bu paketleri alır ve bileştirme politikasını göz önünde bulundurarak çoğuşmaları oluşturur.

Çoğuşma oluşturmada anahtar parametre, çoğuşmanın oluşturulma zamanını ve ağa gönderilmesini sağlayacak tetikleyici kriterdir. Tetikleyici kriter çoğuşma oluşturmada çok önemlidir. Çünkü çoğuşmanın OBS çekirdeğine varışının karakteristiğini kontrol eder. Mevcut OBS literatüründe birçok çoğuşma oluşturma metodu bulunmaktadır. En yaygın çoğuşma oluşturma teknikleri zamanlayıcı tabanlı ve maksimum çoğuşma eşik değeri tabanlı tekniklerdir.



Şekil 3: Çoğuşma Oluşturulması[11].

Zamanlayıcı tabanlı çoğuşma oluşturma yaklaşımlarında, bir çoğuşma periyodik zaman aralıklarında oluşturulur ve optik ağa yollar. Zamanlayıcı tabanlı yöntem, aynı giriş düğümünden arka arkaya gelen ve OBS çekirdeğine giden çoğuşmalar arasında bir örnek boşluklar sağlamak için kullanılır. Yük değiştikçe çoğuşmaların uzunluğu da değişir.

Maksimum çoğuşma eşik değeri tabanlı çoğuşma oluşturma yaklaşımlarında, her bir çoğuşmada olabilecek maksimum bayt miktarı için bir sınırlama vardır. Böylece ağıın kenarında sabit uzunluklu çoğuşmalar oluşturulmaktadır. Maksimum çoğuşma eşik değeri tabanlı bir çoğuşma oluşturma yaklaşımı periyodik olmayan zaman aralıklarında çoğuşmaları oluşturmaktadır.

Hem zamanlayıcı hem de maksimum çoğuşma eşik değeri tabanlı yaklaşımlar birbirine benzer. Çünkü sabit geliş oranında, maksimum çoğuşma eşik değeri bir zaman aşımı değerine eşlenebilir, bu da her iki durumda da birbirine yakın uzunlukta çoğuşmalar oluşmasını sağlar.

Çoğuşma oluşturmadaki problemlerden biri, OBS ağıındaki paket kayıp olasılığını en aza indirecek şekilde uygun maksimum çoğuşma eşik değerinin ve zamanlayıcı değerinin seçilmesidir. Maksimum çoğuşma eşik değeri çok düşükse, çoğuşmalar çok kısa olacaktır ve böylece ağıdaki çoğuşma sayısı artacaktır. Daha fazla sayıda çoğuşma daha fazla çakışmaya sebep olacaktır. Ancak çakışma başına düşen ortalama paket sayısı daha azdır. Ayrıca, kontrol paneli üzerinde, her çoğuşmaya ait kontrol paketlerini hızlı ve etkili

bir şekilde işlemesi için baskı kurulacaktır. Eğer anahtarı yeniden konfigüre etme zamanı ihmal edilebilir ise, daha kısa olan çoğuşmalar, her anahtarlanmış(zamanlanmış) çoğuşma için yüksek anahtarlama zamanı yüküne bağlı olarak daha düşük ağ kullanımına sebep olur. Diğer taraftan, eğer maksimum çoğuşma eşik değeri çok yüksekse, çoğuşmalar uzun olacaktır ve bu da ağa yollanan toplam çoğuşma sayısını düşürecektir. Böylece, ağdaki çakışma sayısı, daha kısa çoğuşmaların olduğu duruma göre daha az olacaktır. Fakat çakışma başına düşen ortalama kayıp paket sayısı artacaktır. Bu nedenle, çakışma sayısı ve çakışma başına düşen ortalama kayıp paket sayısı arasında ters bir ilişki vardır. Bu yüzden bir OBS ağının performansı gelen paketlerin optimal uzunluklu çoğuşma haline getirilmesi ile artırılabilir. Aynı durum zamanlayıcı tabanlı çoğuşma oluşturma tekniklerinde de geçerlidir.

Zamanlayıcı değerleri, paketlerin uçtan uca gecikme gereksinimlerine bağlı olarak seçilir. Diğer yandan, eğer gecikme kısıtlaması yoksa eşik değeri tabanlı bir yöntem daha uygun olacaktır; çünkü ağda sabit uzunluklu çoğuşmaların olması çakışmalara bağlı kayıpları düşürmektedir. Zaman aşımı ve maksimum çoğuşma eşik değerini aynı anda kullanmak en iyi çözümü sağlar ve çoğuşma üretme kısmı bunlardan sadece birinin kullanılmasından daha esnekler.

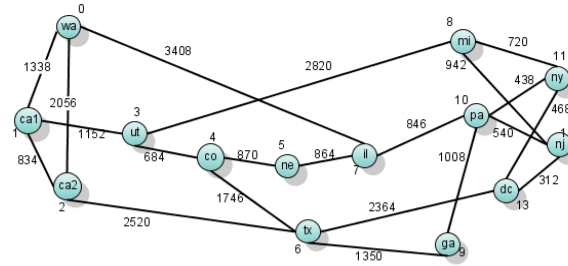
Çoğuşma oluşturma sürecinde, yüksek katmanlardan gelen paketler hedeflerine ve QoS sınıflarına bağlı olarak paket kuyruklarında saklanırlar. Çoğuşma oluşturma kriteri sağlandıktan sonra, ilgili çoğuşma oluşturulur ve çekirdek ağa yollar. Bu nedenler, paket varış karakteristikleri, paket uzunluğu dağılımı, ilgili çoğuşmanın varış karakteristikleri ve uzunluk dağılımlarını güçlü bir şekilde etkilemektedir[13,14].

3. SİMÜLASYON ORTAMI

Yapılan simülasyonda 14 düğümlü NSFNET topolojisi kullanılmıştır. NS2 (Network Simulator 2) ortamında her bir OBS düğümü, çekirdek ve kenar düğümden oluşan bir kombinasyon olarak tanımlanmıştır. Düğümler arası optik hatlar, dört adet veri ve bir adet kontrol kanalı olmak üzere toplam 5 dalgaboyu içermektedir. Her hat çift yönlü ve her dalgaboyu 10Gbit veri iletimi yapabilmektedir. Oluşturulan NSFNET topolojisi Şekil 4'de gösterilmektedir.

Simülasyonda kullanılan paket üreticimiz 2 durumlu MMPP trafik üretme yöntemi ile çalışmaktadır. Üretilen trafik üç çeşit paket tipi içermektedir. Bunlar %10 oranında 50 Bayt uzunluğunda, %40 oranında 500 Bayt uzunluğunda ve %50 oranında 1500 Bayt uzunluğunda paketlerdir[15]. Simülasyonlar tek bir sınıf üzerinde ve birden fazla servis sınıfı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Birden fazla servis sınıfı önceliklerine bağlı olarak; 3 farklı servis sınıfı (CoS) içermektedir. Class of Service 0 (CoS0), Class of Service 1 (CoS1) and Class of Service 2 (CoS2). CoS0, yüksek öncelikli trafik (real time traffic, vb.) için kullanılmaktadır. CoS1, ikinci seviyede, kritik olmayan orta öncelikli trafik (Video on Demand, vb.) için kullanılmaktadır ve CoS2 de öncelik göz önünde bulundurmeyen normal internet veri trafiği için kullanılmaktadır. Bu trafik sınıfları en yüksekte en düşüğe doğru %10(CoS0), %40(CoS1) ve %50(CoS2) oranlarında oluşturulmaktadır. Birden fazla servis sınıfı üzerinde kenar

düğümde, hem maksimum çoğuşma uzunluğunun hem de çoğuşma zaman aşımı kontrol yönteminin birlikte kullanıldığı hibrit çoğuşma oluşturma yöntemi kullanılmaktadır. Tek bir sınıf üzerinde de çoğuşma eşik değeri 64KB alınarak farklı zaman eşik değerleri ve zaman eşik değeri 1 ms alınarak farklı çoğuşma eşik değerleri kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Kenar düğümlerde, önceliklendirme yöntemine göre çalışan 500KB boyutunda tampon bellekler (buffer) tanımlanmıştır. JET için kontrol paketinin işleme süresi 25µsn ve ofset zamanı 175µsn seçilmiştir. Toplam simülasyon zamanı 5 saniyedir.



Şekil 4: NSFNET Topolojisi

4. Simülasyon Sonuçları

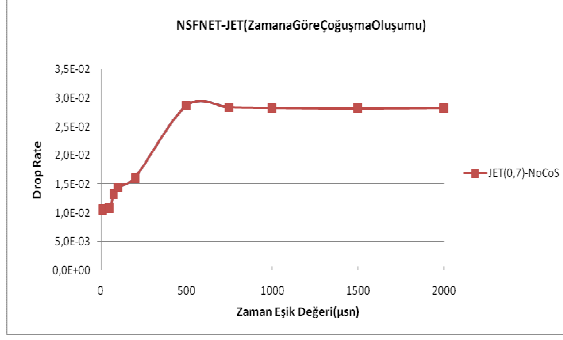
NSFNET topolojisi üzerinde farklı çoğuşma uzunluklarında simülasyon çalışmaları yapılmış ve OBS üzerinde etkisi bu bölümde gösterilmiştir. Çoğuşma uzunluklarının farklılığı ise kenar düğümlerde çoğuşma oluşturma mekanizmasından kaynaklanmaktadır. Çoğuşmalar 2. bölümde belirtildiği gibi zaman eşik değeri kullanılarak veya maksimum çoğuşma eşik değeri belirtilerek oluşturulurlar. Ya da her iki yöntem birlikte kullanılarak oluşturulurlar.

4.1. Tek Bir Sınıf Üzerinde Elde Edilen Sonuçlar

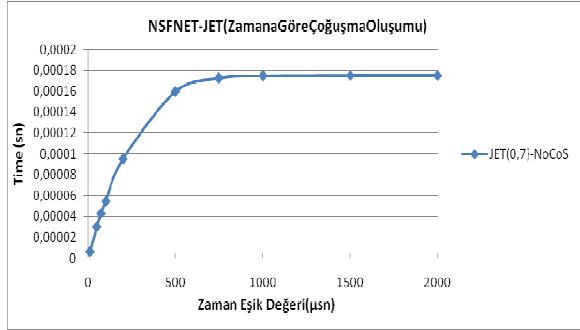
4.1.1. Zamana Göre Çoğuşma Oluşturma ile Elde Edilen Sonuçlar Başlıklar

Simülasyon 0,7 yoğunlukta JET üzerinde farklı zaman eşik değerleri kullanılarak gerçekleştirildi. Maksimum eşik değeri olarak 64kbyte alındı. Sonuçlar trafik servis sınıfları kullanılmayan bir yapıda elde edildi. Şekil 5'de görüldüğü üzere daha küçük eşik değerlerinde bayt düşme oranları daha düşük çıktı. Bunu JET algoritmasının boşluk doldurma mekanizmasının küçük çoğuşma boyutlarında daha etkin olmasından kaynaklanmaktadır. Bayt düşme oranları zaman eşik değeri 500 µsn.'yeden sonra çoğuşma uzunlukları maksimum çoğuşma uzunluğu olan 64 KB civarında olmasından dolayı kararlı hale gelmektedir.

Hizmet erişim gecikme zamanları gelen çoğuşmanın optik ağa bırakılma zamanlarını göstermektedir. Çoğuşma oluşum hızına bağlı olarak hizmet erişim gecikme zamanları, zaman eşik değeri arttıkça artmaktadır. Çünkü çoğuşma oluşumu için paketler kenar düğümlerde belirlenen değerlere ulaşmaya kadar bekletilmektedir. Şekil 6'da görüldüğü gibi hizmet erişim gecikme süreleri 500 µsn.'lik zaman eşik değerinden yüksek değerlerde çoğuşma uzunluklarına bağlı olarak aynı değerlerde olduğu gözlenmiştir.



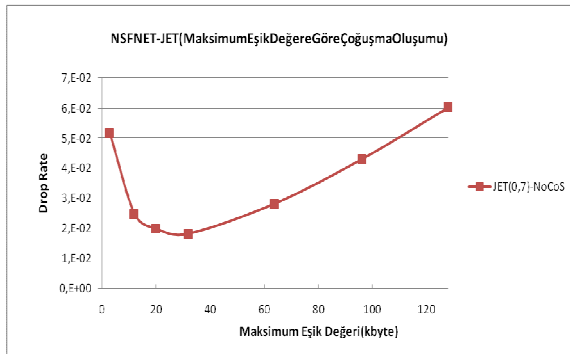
Şekil 5: Zaman Eşik Değerine Göre Çoğuşma Oluşturmanın Bayt Düşme Oranına Etkisi



Şekil 6: Zaman Eşik Değerine Göre Çoğuşma Oluşturmanın Hizmet Erişim Zaman Gecikmelerine Etkisi

4.1.2. Maksimum Çoğuşma Uzunluğuna Göre Çoğuşma Oluşturma ile Elde Edilen Sonuçlar

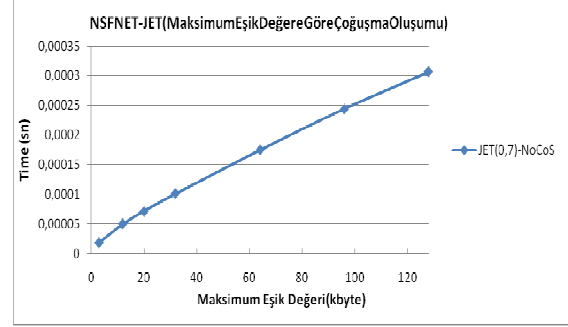
Şekil 7'de görüldüğü üzere eşik değeri 3 KB iken bayt düşme oranı 0,051 ve eşik değeri 32 KB olduğunda bu oran düşmektedir. Maksimum eşik değerleri çok düşük tutulduğu zaman çekirdek düğümlerde kontrol paketlerinin çıkışmasından dolayı çoğuşma kayıpları fazla olmaktadır. 32 KB'den yüksek değerlerde ise bayt düşme oranlarının arttığı gözlenmektedir. Bunun sebebi JET'deki boşluk doldurma mekanizmasının, belirli bir çoğuşma boyutundan sonra işlevselliğinin azalmasıdır.



Şekil 7: Çoğuşma Eşik Değerine Göre Çoğuşma Oluşturmanın Bayt Düşme Oranına Etkisi

Çoğuşma eşik değeri arttıkça (32 KB'den sonra) çekirdek düğümlerdeki çıkışmalardan dolayı daha büyük uzunluktaki çoğuşmaların kayıp olasılıkları artmaktadır. Bunun neticesinde

ise Şekil 7'deki gibi çoğuşma boyutu ile paralel artan bir bayt düşme oranı (32 KB'den sonra) elde edilmektedir. Çoğuşma oluşum hızına bağlı olarak hizmet erişim gecikme zamanları çoğuşma eşik değeri arttıkça artmaktadır. Çünkü çoğuşma oluşumu için paketler kenar düğümlerde belirlenen değerlere ulaşıncaya kadar bekletilmektedir. Buna bağlı olarak hizmet erişim süresindeki değişim Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8: Çoğuşma Eşik Değerine Göre Çoğuşma Oluşturmanın Hizmet Erişim Zaman Gecikmelerine Etkisi

4.2. Trafik Sınıflarına Göre Çoğuşma Oluşturma ile Elde Edilen Sonuçlar

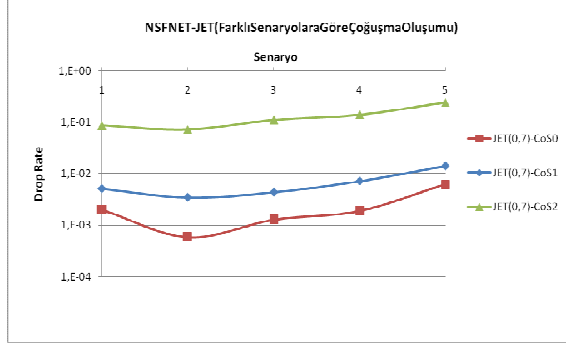
Simülasyon 0,7 yoğunlukta JET üzerinde trafik sınıflarına bağlı olarak farklı zaman ve çoğuşma eşik değerleri kullanılarak gerçekleştirildi. Farklı senaryolarda Çoğuşma Eşik Değerleri(ÇED) ve Zaman Eşik Değerleri(ZED) Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Trafik Sınıflarının Çoğuşma Oluşturma Senaryoları

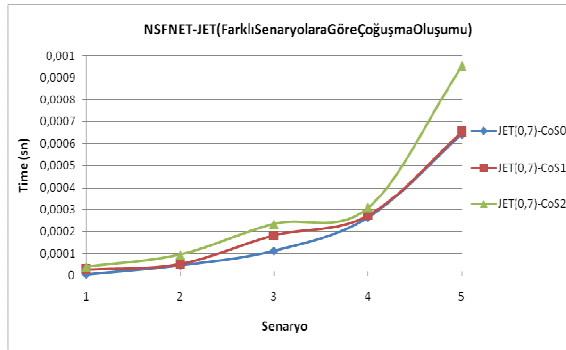
		CoS0	CoS1	CoS2
1	ÇED(kbayt)	4	12	20
	ZED(µsn)	20	50	75
2	ÇED(kbayt)	12	20	32
	ZED(µsn)	75	100	200
3	ÇED(kbayt)	20	32	48
	ZED(µsn)	200	500	750
4	ÇED(kbayt)	32	48	64
	ZED(µsn)	500	750	1000
5	ÇED(kbayt)	96	128	256
	ZED(µsn)	1250	1500	2000

Farklı trafik profilleri üzerinde bayt düşme oranları Şekil 9'da gösterilmektedir. JET algoritması üzerinde oluşturulan çoğuşma uzunluklarına bağlı olarak bayt düşme oranları değişmektedir. Çoğuşmaların belirli bir noktadan sonra daha uzun çoğuşmalar algoritma üzerinde çıkışmalardan dolayı düşmesi durumunda daha fazla kayıp söz konusu olmaktadır. Özellikle çekirdek düğümlerdeki servis kalitesi mekanizmasından dolayı yüksek öncelikli trafiğin düşük öncelikli trafik ile çıkışma durumunda bu durum daha da net olarak ortaya çıkmaktadır. Trafik sınıfları için kenar düğümlerde çoğuşmalar oluşturulurken çoğuşmaların hizmet erişim gecikme sürelerinin, çoğuşma oluşturma sürecine bağlı olduğu görülmüştür. Burada en önemli etkenlerden biri de trafik sınıflarının oranıdır. Trafik sınıfları oranı dikkate alınarak çoğuşma oluşturma mekanizması parametreleri iyi seçilmelidir. Yapılan simülasyon çalışmalarında servis sınıflarının trafik oranları bayt cinsinden CoS0 %10, CoS1

%40 ve CoS2 %50'dir. Çoğuşma eşik değeri ve zaman eşik değeri; servis sınıflarının üretilme oranlarına ve önceliklerine bağlı olarak oluşturulmalıdır. Bu doğrultuda senaryolar Tablo 1'deki gibi düzenlenmiştir. Şekil 10'da görüldüğü gibi yüksek öncelikli trafik için daha düşük hizmet erişim gecikme süreleri elde edilmiştir. Düşük öncelikli trafik için ise daha yüksek hizmet erişim gecikme süreleri elde edilmiştir.



Şekil 9: Farklı Senaryolara Göre Çoğuşma Oluşturmanın Bayt Düşme Oranına Etkisi



Şekil 10: Farklı Senaryolara Göre Çoğuşma Oluşturmanın Hizmet Erişim Zaman Gecikmelerine Etkisi

5. Sonuçlar

Çalışmada JET algoritması üzerinde çoğuşma oluşturma mekanizmalarının etkisi incelenmiştir. Simülasyon çalışmaları tek bir sınıf üzerinde ve çoklu servis sınıfları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tekli sınıf üzerinde çoğuşmalar oluşturulurken çoğuşmaların uzunlukları seçilen zaman eşik değeri veya maksimum çoğuşma eşik değerine göre değiştiği görülmüş ve çoğuşma uzunluğu çok küçük olduğunda bayt düşme oranlarının arttığı görülmüştür. Benzer olarak aynı yoğunlukta çoğuşma uzunlukları çok büyük olduğunda ise çoğuşmaların çıkışmasından dolayı daha fazla kayıp olduğundan bayt düşme oranlarının arttığı görülmüştür. Çoğuşma mekanizmaları üzerinde parametreler çok küçük olduğunda ise çoğuşmaların ağa dahil olmaları daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Çoklu servis sınıfları üzerinde de tekli servis sınıflarında olduğu gibi farklı çoğuşma oluşturma parametreleri ile çoğuşma uzunluklarının bayt düşme oranlarına etkisi görülmüştür. Çoklu servis sınıflarında dikkat edilmesi gereken nokta yüksek öncelikli trafik için diğer servis sınıflarına göre paketlerin daha hızlı iletilmesi gerektiğinden çoğuşma oluşturmada parametreler daha küçük

seçilmelidir. Çoğuşma oluşturmada algoritma üzerinde en ideal çoğuşma boyutları zaman eşik değeri ve çoğuşma eşik değerine bağlı olarak belirlenmesi gerekliliği gösterilmiştir. Çoğuşma oluşturma yöntemi ve parametreleri OBS üzerinde başarımlı açısından en önemli kriterlerden biridir.

6. Kaynaklar

- [1] Rouskas, G.N., and Perros, H.G., "A Tutorial on Optical Networks", Networking Tutorials 2002, Springer-Verlag, LNCS 2497, 155-194, 2002.
- [2] Yoo, S.J.B., "Optical Packet and Burst Switching Technologies for the Future Photonic Internet", *Journal of Lightwave Technology*, 24(12), 4468-4492, 2006.
- [3] Battestilli T. and Perros H., "An Introduction to Optical Burst Switching", *IEEE Communications Optical Magazine*, Vol.41, pp.10-15, 2003.
- [4] Ramaswami, R. and Sivarajan, K.N., "Optical Networks". Morgan Kaufmann, United States of America, 1-55860-655-6, 2002.
- [5] Qiao C. and Yoo M., "Optical burst switching (OBS)- a new paradigm for an Optical Internet". *Journal of High Speed Networks*, 8(1):69-84, January 1999.
- [6] Baldine, I., Rouskas, G. N., Perros, H. G., Stevenson, D., "Jumpstart: a just-in-time signaling architecture for WDM burst-switched networks", *IEEE Communications Magazine*, 40(2), 82-89, 2002.
- [7] Turner J., "Terabit burst switching". *Journal of High Speed Networks*, 1999.
- [8] Xiong Y., Vandenhoute M. and Cankaya H., "Control architecture in optical burst-switched WDM Networks". *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 18(10):1838-1851, October 2000.
- [9] Aydin, M.A., Zaim, A.H. ve Turna Ö.C., "OBS Rezervasyon Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Performans Analizi", *Akademik Bilişim 2008*, Çanakkale/Türkiye, 2008.
- [10] Aydin, M.A., Atmaca, T., Zaim, H., Turna Ö.C., and Nguyen, V.H., "Performance Study of OBS Reservation Protocols", *AICT'08 - Athens, Greece*, 2008.
- [11] Tachibana, T., Ajima, T., and Kasahara, S., "Round-Robin Assembly and Constant Transmission Scheduling for Optical Burst Switching Networks", *Global Telecommunications Conference*, 1-5 December San Francisco, CA, GLOBECOM '03, IEEE, 2772-2776, 2003.
- [12] Sanghavi, J.N.T., Elbiaze, H., Zhani, M.F., "Adaptive Burst Assembly Mechanism for OBS Networks Using Control Channel Availability", *Transparent Optical Networks*, 1-5 July 2007 Rome, Italy, ICTON, IEEE, 96-100.
- [13] Yu, X., Chen, Y., and Qiao, C., "Performance evaluation of optical burst switching with assembled burst traffic input", *IEEE Globecom*, 2002.
- [14] Yu, X., Chen, Y., and Qiao, C., "Study of traffic statistics of assembled burst traffic in optical burst switched networks", *SPIE Optical Networking and Communication Conference*, 2002.
- [15] Cano M.-D., Malgosa-Sanahuja J., Cerdan F., Garcia-Haro J., "Internet measurements and data study over the regional", *In Proceedings of IEEE Pacific RIM Conference on Communications, Computers, and Signal Processing*, volume 2, August 2001, 393-396.