

Serpiştirim Yaklaşımının MBMS Yükleme Hızına Etkisi

Zeki YETGİN^{*}, Turgay ÇELİK

^{*}Mersin Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Çiftlik Köyü, Mersin
Faculty of Science, National University of Singapore, Singapore
zyetgin@mersin.edu.tr, chmcelik@nus.edu.sg

Özetçe

MBMS teknolojisi, bir vericiden birçok alıcıya tek yönlü çoklu-ortam dağıtımına imkân vermektedir. Çalışmamızda MBMS teknolojisinde Güvenilir Yükleme şartına bağlı kalarak, Serpiştirim yaklaşımı ile Yükleme hızında elde edilecek kazanç sunulmuştur. Gelişimsel Yükleme destekleyen iki tip MBMS yükleme sistemi: Sıradan ve Serpiştirimsel Yükleme analiz edilmiş ve kıyaslanmıştır. Bu çalışma aynı zamanda 3. nesil işletmecilere verimli bir MBMS Yükleme hizmeti için rehberlik eder.

Anahtar Kelimeler: 3. Nesil, Serpiştirimsel Yükleme, MBMS, Gelişimsel Yükleme.

Interleaving Effect ON MBMS Download Rate

Abstract

MBMS technology allows unidirectional transmission of multimedia data from a single source point to a multicast group. In this work, application layer interleaving effect on MBMS download rate is presented. Two types of MBMS download system namely Legacy and Interleaved Download that both support Progressive Download are analyzed and compared. Our results will provide guidelines to 3G operators for fine-tune MBMS download service parameters.

Keywords: 3G, Interleaved Download, MBMS, Progressive Download.

1. Giriş

Çoklu-ortam uygulamalarındaki yeni teknolojiler ve iletişim teknolojisindeki paralel gelişmeler çoklu-ortam yükleme hizmetlerinin geniş kitlelere yayılma şeklini değiştirmiştir. Bu değişim özellikle kablosuz ortamlar için Yükleme ya da Gelişimsel Yükleme [1,

2, 3, 4] gibi çoklu-ortam hizmetlerinin çoklu-yayın şeklinde dağıtımını mümkün kılmaktadır. Böyle çoklu-yayın hizmetleri, çoklu-ortam verilerini (veri, ses, resim ve video gibi) tek yönlü olarak aynı anda bir gurup kullanıcıya dağıtımını gerçekleştirmektedir. Çoklu-yayın yükleme hizmetine örnek olarak futbol sonuçlarını düzenli olarak abone olan bir gurup kullanıcıya yayın yapan bir servis verilebilir.

Benzer şekilde, Gelişimsel Yükleme ile medya belli bir bekleme zamanından sonra yükleme ile eşzamanlı olarak oynatılabilir. Her ne kadar teknolojik gelişmeler noktadan çoklu-noktaya iletişim şeklini mümkün kılsa da, 3. nesil kablosuz ağlarda yükleme servisleri bugün hala noktadan noktaya bağlantı şeklinde verilmektedir. Kablosuz ağların bant-genişlik kısıtlaması, bu noktadan noktaya servislerin geniş ölçekli kitlelere iletimini imkânsız hale getirmektedir. Bunun da ötesinde yükleme servisleri çoklu-ortamın güvenilir bir şekilde alıcılara teslimini zorunlu kılmaktadır. Hem güvenilirlik hem de ölçeklenebilirlik yeni gelişen çoklu-ortam yayın platformlarında bile çok zor sorunlardır. Bu yeni platformlara örnek olarak 3GPP MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Services) [5, 6], 3GPP2 BCMCS (Broadcast and Multicast System) [7], DVB-H (Digital Video Broadcast for Handhelds) [8] ve MediaFLO [9] verilebilir.

Yakın zaman önce 3GPP, IP çoklu-yayın desteğini MBMS adı altında UMTS mimarisine ekledi. MBMS teknolojisi ile aynı anda binlerce kullanıcıya, noktadan çoklu-noktaya dağıtım hizmetleri verilebilmektedir. MBMS'in Yükleme ve Duraksız-akım olmak üzere iki kipi bulunmaktadır. Bu çalışma MBMS Yükleme kipi üzerine yoğunlaşmıştır. MBMS yükleme kipi FLUTE (File Delivery over Unidirectional Transport) protokolü [10] üzerine kuruludur. FLUTE özellikle tek yönlü

yayın sistemleri için bir kaynaktan birçok alıcıya, verilerin dağıtımını yapan bir protokoldür. FLUTE güvenilir olmayan iletişim protokolü (UDP) kullandığı için, kaybolan paketlerin yeniden oluşmasını sağlayacak Uygulama Katmanlı FEC kodlaması kullanabilmektedir. FLUTE üzerinden yükleme hizmeti, FLUTE'un geniş ölçekli dağıtım başarısı sebebiyle hem hücresele (MBMS gibi) hem de yayınsal (DVB-H gibi) dünyada büyük bir ilgi toplamıştır.

İletişim katmanında ya da uygulama katmanında güvenilir çoklu-yayın sağlayan birçok protokoller vardır [11]. Bu protokollerin bir sınıfı, kayıp paketlerin yeniden gönderilmesi için istemde bulunan negatif onaylama (NACK protocols) protokolünü kullanır. İkinci bir sınıf başarılı bir şekilde alınan çoklu-yayın veri paketlerini işaret etmek için pozitif onaylama protokolünü (Tree based ACK protocols) kullanır. Üçüncü bir sınıf ise ağ yapısı içerisindeki yönlendiricilerin, kayıp paketleri yeniden gönderebilmesine dayanır. Yönlendirici destekli sınıf, ağ merkezli gereksinimler ortaya çıkan korkunç, diğer sınıflardan bazıları alıcı ve vericiler arasında iki yönlü iletişim gereksinimi gösterir. ALC (Asynchronous Layered Coding) [12] sınıf protokoller ise alıcıların yada ağ yönlendiricilerin sağladığı paket düzeltmeleri yerine FEC ile bir düzeltme mekanizması sağlarlar ve iki-yönlü iletişim gereksinimi duymazlar.

IETF RMT (The Internet Engineering Task Force Reliable Multicast Transport) çalışma gurubu, uygulamaların çeşitliliği ve bu uygulamaların dikeysel gereksinimleri sebebiyle "hepsine uyan tek bir kalıp" protokolün mümkün olmadığını ifade etmiştir [13]. FLUTE, ALC üzerine kurulu olması sebebiyle iyi ölçeklenebilen ve tek-yönlü dağıtım sistemleri için uygun olan bir IETF protokolüdür. FLUTE çoklu-ortam dosyalarının taşınması için, dosyaların özelliklerini (dosyanın adı, büyüklüğü, FEC kodlama özellikleri v.b. gibi) karşı tarafa sinyal ederek bu özellikleri ALC protokolüne eşler ve alıcıların alınan paketleri çözümleyerek yeniden orijinal dosyayı üretmesini sağlar. FLUTE üzerinden yükleme güvenilirliği sadece FEC ile sınırlıdır. En popüler FEC kodlamaları ilk olarak Shokrollahi [14] tarafından tanımlanan Raptor ve daha eski geçmişli olan Reed Solomon [15] kodlamalarıdır. MBMS sistemi için Raptor kodlaması diğerlerine göre yüksek performans göstermesi sebebiyle standartlarda tercih edilmiştir. Bu sebeplerle 3GPP, MBMS servisini kullanan terminallerinde Raptor kodlamasını

desteklemiştir. Bunun da ötesinde, DVB de Raptor kodlamasını IP Datacast [8] servisleri için destekleme kararı almıştır.

MBMS FLUTE taşınması esnasında, bir dosya Kaynak Bloklara (SB) bölünür. Her bir Kaynak Blok FEC katmanında kodlanır ve bir grup semboller olarak çoklu-yayın IP paketleri ile IP omurgası üzerinden hedef ağa iletilir. UMTS çekirdek ağında IP veri-blokları, SDU (Service Data Unit) bloklarına eşlenir ve her bir SDU paketi veri bağı katmanında RLC (Radio Link Control) bloklara eşlenir. Her bir RLC blok bir grup PDU paketleri olarak RAN (Radio Access Network) kablosuz ağı altında fiziksel katmanda mobil kullanıcılara ulaşır. Bu bölünme ve eşleme işlemleri göndericiden, hedef alıcılara giden rota boyunca veri bloklarının uygun büyüklükte olması gibi bir ayar gerektirir. Hatta IP ağında (IP paket büyüklüğü), çekirdek ağında (SDU ve PDU büyüklüğü) ve FEC katmanındaki (SB büyüklüğü gibi) büyüklük ayarlamaları bir bütün olarak yükleme güvenilirliğinin maliyetini etkiler. Sonuç olarak, hızlı ve güvenilir bir MBMS yükleme hizmeti için bu büyüklük ayarlamalarının en uygun bir birleşimi ortaya çıkartılmalıdır. Bu çalışmamızda birçok deneyler sonucunda bu en iyi veri-blok büyüklüklerini katmanlar boyunca ortaya çıkarmaya çalıştık.

Çalışmamızda, MBMS yükleme hizmeti verimliliğini arttıran başka bir yol olan, Uygulama Katmanlı Serpiştirme metodunu inceledik. Serpiştirme metodu dijital iletişim sistemlerinde FEC mekanizmasının tamir etme gücünü arttırmak için kullanılır. Serpiştirme metodu, aynı SB'ye ait sembollerin kayıplarını azaltmak için farklı SB'lere ait sembollerin aralara serpiştirimi yolu ile sembollerin gönderim sıralarının değiştirilmesine dayanır. Çünkü pratikte paket kayıpları hata patlamaları olarak ortaya çıkar. Yani bir paket kaybı ardışık bir grup paket kaybına sebep olur. Serpiştirme Mekanizması sonuç itibarıyla hata patlamalarının negatif etkisini azaltarak daha az FEC ek-yükü ile güvenilirliği sağlar. Bu şekilde yükleme hizmetinin verimliliği artırılmış olur. Fakat Serpiştirme metodunun iletim stratejisi önemlidir. Serpiştirimin nasıl olacağı bu yaklaşımın bir parametresidir. Eğer uygun bir strateji izlenmezse Gelişimsel Yükleme desteklenemeyebilir. Örneğin sembollerin çoklu-ortam dosyası boyunca gelişigüzel gönderilmesi bir iletim stratejisidir fakat bu şekilde Gelişimsel Yükleme desteklenmemiş olur.

Bu çalışmada, Gelişimsel Yükleme'yi destekleyen Serpiştirimsel ve Sıradan Yükleme olmak üzere iki MBMS sistemi kullanılmış ve analizi sunulmuştur. Güvenirliğin korunması şartı ile Serpiştirimsel Yükleme'nin MBMS'te getirdiği kazanç veri transferindeki hız cinsinden ortaya konmuştur. Değişik ağ koşulları altında verimli bir MBMS yükleme hizmeti için uygun parametreler keşfedilmiştir.

Makale şu şekilde organize edilmiştir: İkinci bölüm geçmişteki benzer çalışmalardan bahseder. Üçüncü bölüm Gelişimsel Yükleme'yi de destekleyen kullanılan Serpiştirimsel Yükleme ile Sıradan MBMS yükleme'yi tanıtır ve sistem parametreleri ile kullanılan yöntemlerden bahseder. Dördüncü bölüm deneysel sonuçları gösterir. Son bölüm, sonuç ve gelecek işlerden bahseder.

2. Benzer Çalışmalar

Güvenilir MBMS Yükleme için değişik FEC kodlamaları daha önce çalışılmıştır. 3GPP TSG-SA (Technical Specification Group Services and System Aspects) gurubunun incelediği FEC kodlamaları arasında en önemlileri Serpiştirimsel olan ya da olmayan Reed-Solomon kodlamaları ve Raptor kodlamasıdır [16,17]. Bu çalışmalar, MBMS yüklemede güvenilirliği sağlamak için gerekli FEC ek-yükünün, değişik MBMS ağ koşulları altında bir analizini sunmakla beraber, yükleme performansı en-iyileştirilmesi bakımından iki önemli açıdan yoksundur. Birincisi, bu çalışmalar IP ya da çekirdek ağda bir ya da daha fazla katmanda sabit blok ya da paket büyüklükleri (tek bir IP paket büyüklüğü, sabit SDU ve PDU büyüklükleri, v.b gibi) kabul ederek, yükleme güvenilirliğini FEC katmanında keşfetmeye çalışırlar. Bunun da ötesinde bu çalışmalarda SB büyüklük bilgisi çalışılmamıştır. Bizim önerimiz MBMS yükleme güvenilirliği için, tüm katmanlarda olası tüm blok ya da paket büyüklükleri beraberce düşünülerek, en iyi birleşimin bulunması yönündedir. İkincisi, önceki çalışmalar MBMS yükleme için FEC katmanı üzerinde Serpiştirim mekanizmasını, dosya boyunca sembollerin gelişigüzel gönderilmesi şeklinde çalışmıştır [16]. Hâlbuki bu yaklaşım Gelişimsel Yükleme uygulamaları için uygun değildir. Gelişimsel Yükleme, MBMS'in Duraksız İşlem Kipi ve Yükleme Kipi arasında bir yaklaşım ortaya koymaktadır. MBMS Duraksız İşlem Kipi, radyo kaynaklarını MBMS Yükleme Kipi kadar iyi kullanmaması sebebiyle, 3GPP duraksız işleme alternatif, MBMS Yükleme Kipi üzerine kurulu

yollar aramaktadır [1, 18]. İşte Gelişimsel Yükleme bu yollardan biri olarak düşünülmektedir. Gelişimsel Yükleme ilk olarak PSS (Packet-switched Streaming Service) [19] için tanımlanmıştır. Biz Gelişimsel Yüklemenin gelecek MBMS sürümlerinde destekleneceğine inanıyoruz. MBMS için Gelişimsel Yüklemenin getirdiği kazançlar Yetgin ve Seckin [2, 4] çalışmalarında verilmiştir. Bizim önerimiz Serpiştirim mekanizmasının Gelişimsel Yükleme'yi destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılmasıdır.

MBMS için Raptor kodlamasının üstünlüğü çalışmalar sonucu iyi bilinen bir gerçektir. Bu yüzden 3GPP, MBMS belirtiminde Raptor kodlamasını seçmiştir. Uygulama katmanında Raptor FEC kodlaması, Luby ve diğerleri [20] ile Watson ve Stockhammer [21] tarafından yoğunlukla çalışılmıştır. MBMS de FEC mekanizması, fiziksel katman ve uygulama katmanı olmak üzere iki katmanda birbirini tamamlayıcı tarzda çalışılmıştır. Birinin diğerine göre tercihi yâda her iki katmanda FEC çalışmasının uygun parametrelerle bir birleşimi, yine Luby' nin ve Watson'un aynı çalışmalarında mevcuttur.

MBMS de Serpiştirim mekanizması da bu iki katman üzerinde çalışılmıştır. Fiziksel katmanda Serpiştirimli Turbo kodlaması bir 3GPP standardı olarak kullanılmaktadır. Turbo kodlaması Berrou [22] çalışması ile ortaya çıkmış ve o zamandan bu yana iletişimle ilgili çalışmalarda ününü arttırmıştır. Rekh [23] bu çalışmalardan bazılarını işaret eder ve farklı Serpiştirim mekanizmaları için Turbo kodlamalarının davranışlarını ortaya koyar. UMTS için Serpiştirimsel Fiziksel Katmanlı Turbo kodlaması [24] ve [25] de çalışılmıştır. Luby vd. [26], Serpiştirim mekanizmasında fiziksel katman kaynakları ile uygulama katman kaynaklarının birbirine tercihini MBMS yükleme hizmeti için çalışmıştır. MBMS yükleme için Uygulama Katmanlı Serpiştirim mekanizması ise gelişigüzel serpiştirici tarzında deneysel olarak [17] de çalışılmıştır. Fakat gelişigüzel serpiştirici yaklaşımı bahsedildiği gibi Gelişimsel Yükleme için uygun değildir. Bu yüzden esnek bir MBMS yükleme hizmeti için farklı bir serpiştirim yaklaşımına ihtiyaç vardır.

Yükleme güvenilirliği bakımından, MBMS yükleme FLUTE iletişim protokolünü kullandığı için FLUTE ve FEC analizi yapan birçok çalışmalar mevcuttur. Peltotalo vd. çalışmasında [27], FLUTE performans analizini, Reed Solomon FEC güvenilirliği ve "Data

Carehousal” güvenilirliği ile beraber çalışmıştır. “Data Carehousal” yaklaşımında dosyalar bir döngü içinde tekrar ederek gönderilmektedir. Böylece kayıp paketler bir sonraki döngüde yeniden alınabilmektedir. Peltotalo vd. bu çalışmasında, değişik paket kayıpları senaryosu altında, dosyaların tamamını başarılı bir şekilde almak için gereken döngü sayısını ve FEC Ek-yükünü ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Her ne kadar FEC koruması ile birlikte “Data Carehousal” yaklaşımı güvenilir yükleme için bir seçenek olsa da bu yola güvenmek yeni önerilen Gelişimsel Yükleme gibi yüklemeye için uygun değildir. “Data Carehousal” yaklaşımı ile kayıp paketlerin alınması sonraki döngülerde olacağı için, alıcıların çoklu-ortam dosyalarını Gelişimsel Yükleme mümkün olmaz.

MBMS yüklemede güvenilirliği sağlayan bir başka yolda MBMS Onarım Yordamıdır [6]. Onarım Yordamı MBMS oturum sonrası dağıtım yordamlarından birisidir. MBMS Onarım Yordamı oturum sonrasında kayıp paketlerin yeniden istenebilmesi için bir yoldur. Kayıp paketlerin istenmesi noktadan-noktaya iletişim şeklinde olduğu gibi, bir MBMS çoklu dağıtım oturumu şeklinde de olabilmektedir. Fakat MBMS Onarım Yordamı, oturum sonrası başladığı için Gelişimsel Yükleme destekleyememektedir.

Bu çalışmada, Gelişimsel Yükleme de destekleyen iki MBMS sistemi çalışıldı. Bu sistemler, MBMS Yükleme Kipi üzerinde kurulu olup, serpiştirm desteği olup olmamasına göre Sıradan Yükleme ve Serpiştirimsel Yükleme olarak adlandırıldı. Serpiştirimsel Yükleme de kendi serpiştirim yolumuz kullanıldı. Bu sistemler, MBMS için düşünülen ağ ve bağlantı koşulları altında analiz edilerek en iyi parametreler çıkartılıp, bir kıyaslaması sunuldu.

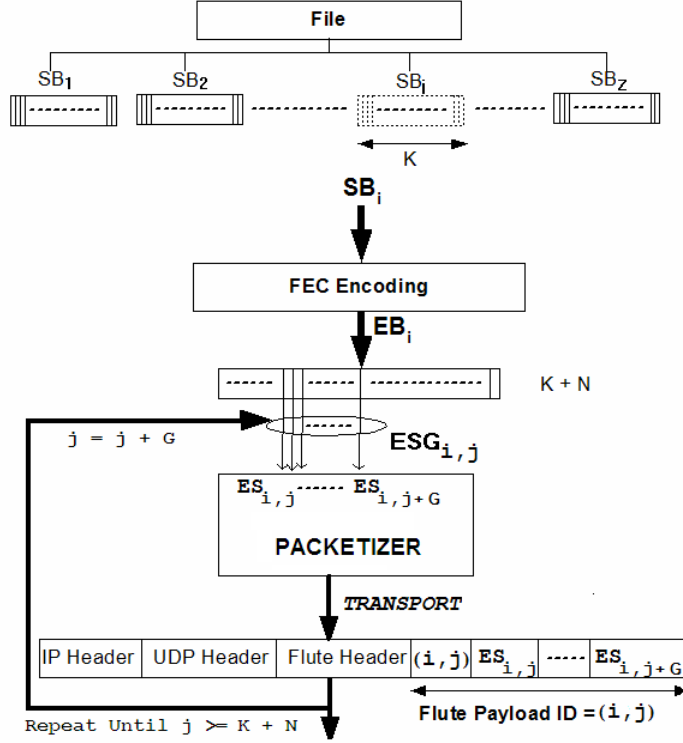
3. Yöntem

Bu bölüm kullanılan iki MBMS yüklemeye dağıtımını tanıtmaktadır. MBMS yüklemeye dağıtım servisi üç aşamadan oluşmaktadır: Servis Bildirimi ve Keşfi, Yükleme Dağıtım ve Servis Sonrası Yordamlar. Bu çalışmada sadece yüklemeye dağıtım üzerine duruldu. MBMS yüklemeye dağıtım, çoklu-ortamların çoklu-dağıtım şeklinde yayındır. Bu yayın bahsedildiği üzere FLUTE / ALC protokolü üzerine kuruludur.

Şekil 1 ve Şekil 2 [3] sunucu tarafında, kullanılan Sıradan ve Serpiştirimsel Yükleme dağıtım akışını göstermektedir. Kullanılan sistemler MBMS alıcı tarafında mevcut standartlarda sadece bir değişiklik gerektirmektedir: Gelişimsel Yükleme desteklemek için onarım sembolleri her bir kaynak blok (SB) sonrası gönderilmiştir. Şekil 1 de bir nesne (çoklu-ortam) Z tane kaynak bloğa bölünmüştür.

Bu kaynak bloklar sonra K tane kaynak sembollere bölünmüştür. Her bir kaynak sembollerin büyüklüğü eşittir. Her bir SB_i (i . SB) FEC katmanına kodlama için teslim edilir. Bu kodlama neticesinde sonuç N tane onarım sembolüdür. Bu onarım sembolleri orijinal kaynak sembollerle beraber bir Kodlanmış Blok (EB) oluşturur. EB içinde N tane onarım sembolü, kaynak sembollerden hemen sonra yer almıştır. Böylece her bir EB_i (i . SB'nin kodlanmış gösterimi) $K + N$ tane kodlanmış sembol (ES) içerir. Her bir ES, SB numarası (SBN) ve ES Kimliği (ESI) çifti ile tekil olarak tanımlanabilmektedir. Her bir SB_i için, $ESI = j$ den başlayan bir grup G tane ardışık ES (ESG), $ESG_{i,j}$ olarak gösterilir ve ilk ES'nin (SBN, ESI) çifti ile tanımlanır. Şekil 1 de, $SBN=i$ ve $ESI = j$ olduğu için $ESG_{i,j} = (i, j)$ olur ve her bir $ESG_{i,j}$ FLUTE paketine yerleştirilir. FLUTE “Payload ID” [10] olarak (i, j) çifti kullanılır. FLUTE paketi UDP / IP paketi içine yerleştirilerek çoklu-dağıtım yapıdır. Böylece tüm SB_i lere ait ESG'ler çoklu-yayın IP üzerinden gönderilene kadar bu işlem devam eder.

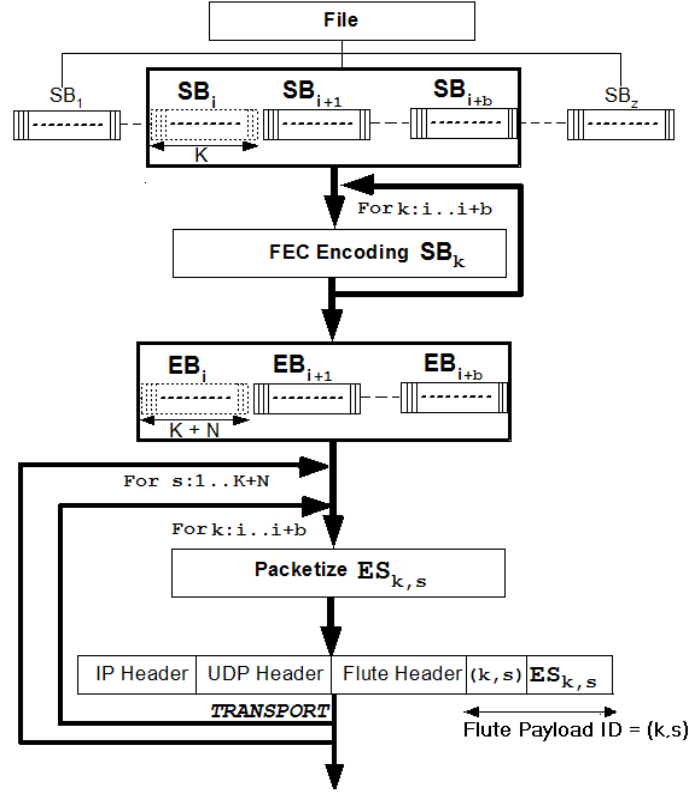
Şekil 2 sunucu tarafında, serpiştirici blok büyüklüğü b olan SB-Serpiştirimsel Yükleme dağıtımını göstermektedir. SB-Serpiştirimsel Yükleme ile b tane ardışık SB bir serpiştirici-blok oluşturur. Bloktaki semboller ardışık SB'lere ait olacak şekilde gönderilir. Serpiştirici blokta ilk olarak $ESI = 1$ olan tüm semboller gönderilir. Sonra $ESI = 2$ olan tüm semboller gönderilir. Bu şekilde bir sonra gönderilecek sembol bir sonraki SB'ye ait olacak şekilde yapılan gönderim, hata patlamalarını farklı SB'lere dağıtarak, bir SB'nin onarılabilme şansını artırır. Ancak Serpiştirici blokta b . sıradaki SB'ye ait bir sembol gönderildikten sonra, bir sonraki sembol yeniden serpiştirici blokta ilk SB ye ait $ESI = ESI + 1$ olan sembol olur. Serpiştirim stratejimiz



Şekil 1. Sıradan Yükleme Dağıtım Akışı

bir gereksinimi de her bir FLUTE paketin her defasında bir tane sembol taşınmasıdır. SB-Serpiştirimsel Yükleme ile b tane SB'nin bellekte kodlanmasını ve üretilen b tane EB'nin bellekte kalmasını gerektirmektedir. Böylece parametre b and SB büyüklüğü bellek kullanımı açısından farklı servis koşullarına uyum için kullanılabilir. Minimum olarak serpiştirici-blok büyüklüğü 2 olmalıdır aksi takdirde serpiştirim yaklaşımı uygulanamaz. Serpiştirici blok büyüklüğünün (parametre b) ayarlanması önemlidir. Çok küçük blok seçimi hata patlamalarını geniş bir pencereye yayamaz. Buda hata patlamalarının SB'ye olan yerel etkisini artırır. Öte yandan çok geniş blok büyüklüğü verimsiz bellek kullanımına sebep olur. Çalışmamızda Serpiştirici blok büyüklüğü 3 olarak kullanıldı. Parametre b nin daha da artırılması daha fazla bir kazanç getirmediği gözlemlendi. Bunun en önemli sebebi MBMS için düşünülen paket kayıp

senaryosudur. Bu senaryo ile bir paket kaybı, peşe peşe birkaç (2, 3 ya da 4) paketin kaybına sebep olmaktadır. Sabit bir b seçimi ile SB büyüklüğü uyumlu bir şekilde seçilmelidir öyle ki serpiştirici blok her zaman b tane SB ile dolmalıdır. Bu basit bir şekilde b nin toplam SB sayısını tam bölmesi ile mümkün olur. Böylece serpiştirim yaklaşımımızla SB'lerin sayısı, SB ve sembol büyüklüğü seçimi, parametre b seçimi ile de etkilenmiştir. Bu çalışmada, küçük ölçekli dosyalar üzerinde çalışılmakla birlikte, büyük ölçekli dosyalar içinde geçerli olacak servis parametrelerinin keşfi söz konusudur. Çalışmada, verimli bir MBMS yükleme dağıtımı için gerekli servis parametreleri, SB büyüklüğü, sembol büyüklüğü, serpiştirici-blok büyüklüğü, SDU ve PDU büyüklüğü gibi parametrelerin UMTS çekirdek ağ ve RAN boyunca ortak analizi sonucu ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 2. SB-Serpiştirimsel Yükleme Dağıtım Akışı

3.1 Benzetim Ortamı

MBMS'de Serpiştirimsel Yükleme'nin kazancını göstermek için çok sayıda deney uygulandı. Sıradan Yükleme için Tampere University of Technology tarafından geliştirilen MAD-FLUTE [28], MBMS standartlarına göre kullanıldı. Serpiştirimsel Yükleme için bu sistem Şekil 2 deki gibi değiştirildi. MBMS bağlantı koşullarını benzetmek için yükleme dağıtım hızı ve paket kayıp kontrol modülü geliştirildi. Bu modül, MBMS ağ ve bağlantı koşulları için, MBMS benzetimlerinde standartlar tanımlayan dokümanlar [29, 30, 31] ile uyumludur. Bu benzetim standartlarına göre, dosyaların oturum boyunca bir kez gönderildiği kabul edilerek, 128 ve 256 kbps UTRAN taşıyıcı kullanıldı. Her bir IP paketin tek bir SDU bloğa eşleştiği ve her bir IP paketin tek bir sembol taşıdığı kabul edildi. Her bir benzetim, iki tip dosya büyüklüğü (100 KB ve 512

KB) için, farklı PDU kayıp senaryoları, farklı SB büyüklükleri, farklı sembol büyüklükleri ve farklı dağıtım hızı altında en az 100 defa tekrar edildi ve hesaplarda ortalamalar alındı.

Alıcı tarafında, belirtilen SB büyüklükleri ve diğer parametreler için herhangi bir bellek ve CPU problemi düşünülmedi. Bu çalışmada düşünülen parametrelerin bir özeti katmanlar halinde Tablo 1 de verilmiştir. UMTS için hata patlamaları ve PDU paket kayıplarını SDU paket kayıplarına eşleyen algoritma [30] da verilmiştir. Çalışmamızda %1, %5 ve %10 PDU paket kayıpları göz önüne alındı. Yer değiştirmeden kaynaklanan paket kayıpları göz ardı edildi. En iyi serpiştirici blok büyüklüğünü bulmak için 2, 3 ve 4 SB'li bloklar üzerinde deneyler yapıldı. MBMS bağlantı ve ağ koşulları altında en iyi serpiştirici blok büyüklüğü 3 olarak bulundu.

Tablo 1. Katmanlar boyunca çalışılan parametreler

Parametre	Birim	Katman	Deney Seti
Dosya Büyüklüğü	Kilobyte	Uygulama	{100,512}
Sıradan Yükleme Hızı	Kbps	Uygulama	Hedef
Serpiştirimsel Yükleme Hızı	Kbps	Uygulama	Hedef
Serpiştirimsel Yüklemeden Kazanç	Yüzde	Uygulama	Hedef
Serpiştirici Blok Büyüklüğü	SB	FEC	{2,3,4}
SDU Blok Büyüklüğü	Byte	Çekirdek Ağ	{400,600,800,1000,1400}
SB Büyüklüğü	Sembol	FEC	{10,50,80,100,120,150,180,200,230}
IP Paket Büyüklüğü	Byte	IP	{SDU}
Sembol Büyüklüğü	Byte	FEC	{SDU – 48}
PDU Büyüklük (RLC Blok Büyüklüğü)	Byte	RLC Radyo Bağlantı Katmanı	{640,1280}
PDU Paket Kayıpları	Yüzde	RLC Radyo Bağlantı Katmanı	{1,5,10}

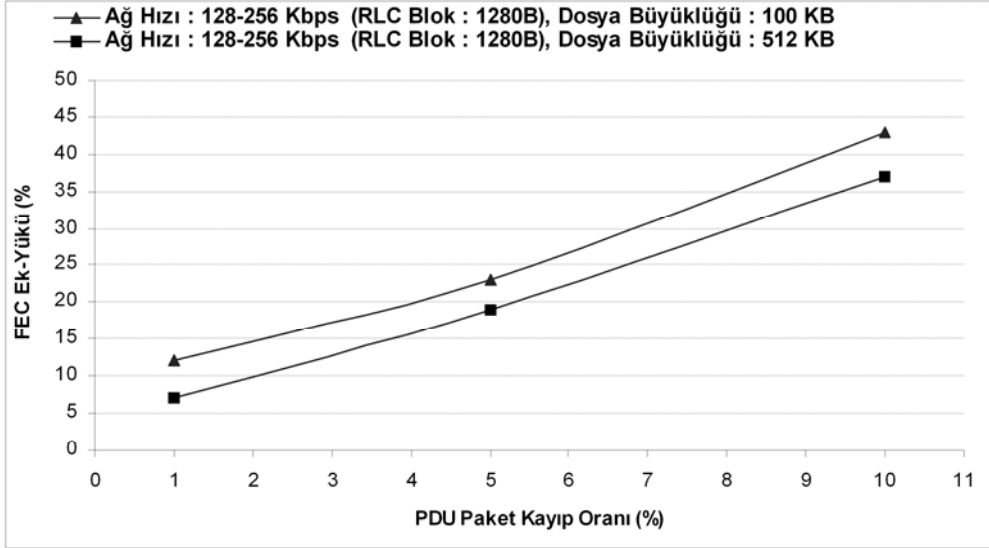
Çok küçük dosyaların birkaç sembol üzerinde taşınabilmesi, 100 KB dosya büyüklüğü için serpiştirimsel yüklemenin önemli bir kazanç göstermemesi ile sonuçlandı. Bu yüzden deneysel sonuçlar bölümünde sadece 512 KB dosya büyüklüğü üzerine yoğunlaşıldı.

4. Deneysel Çalışma Sonuçları

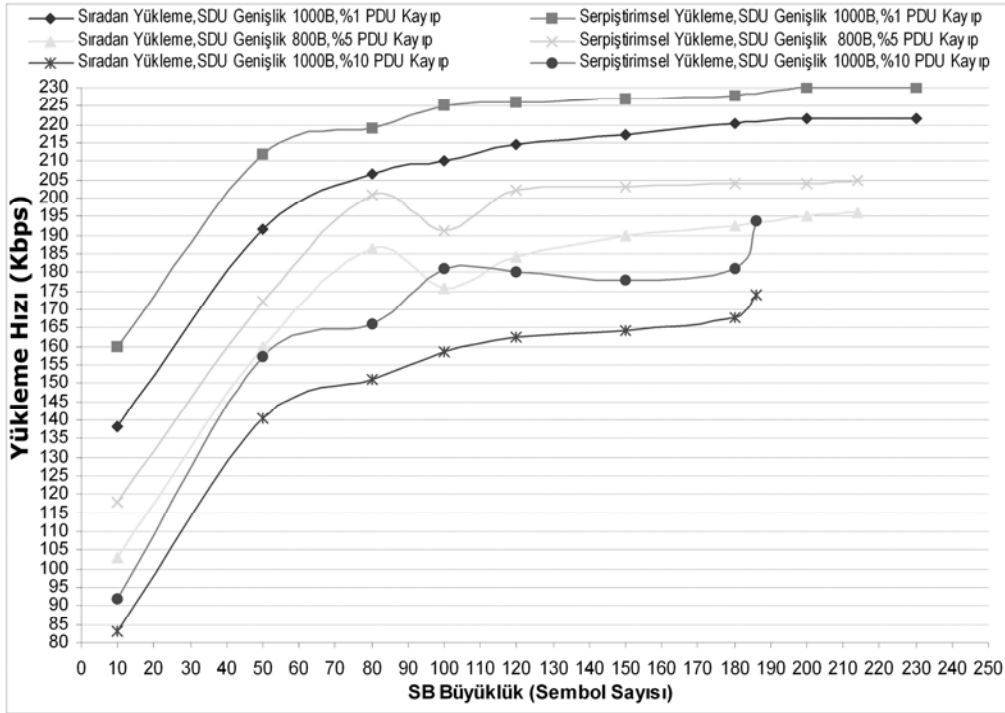
Bu bölümde Reed Solomon FEC korumalı MBMS için Sıradan ve Serpiştirimsel Yükleme'nin kıyaslamaları sunuldu. İlk olarak değişik paket kayıpları altında %100 güvenli yükleme için gerekli FEC Ek-Yükündeki değişim analiz edildi ve sonuç

Şekil 3 te gösterildi. Bu sonuca göre paket kayıpları artıkça güvenli yükleme için gerekli FEC ek-yükünde de bir artış gözlenmiştir.

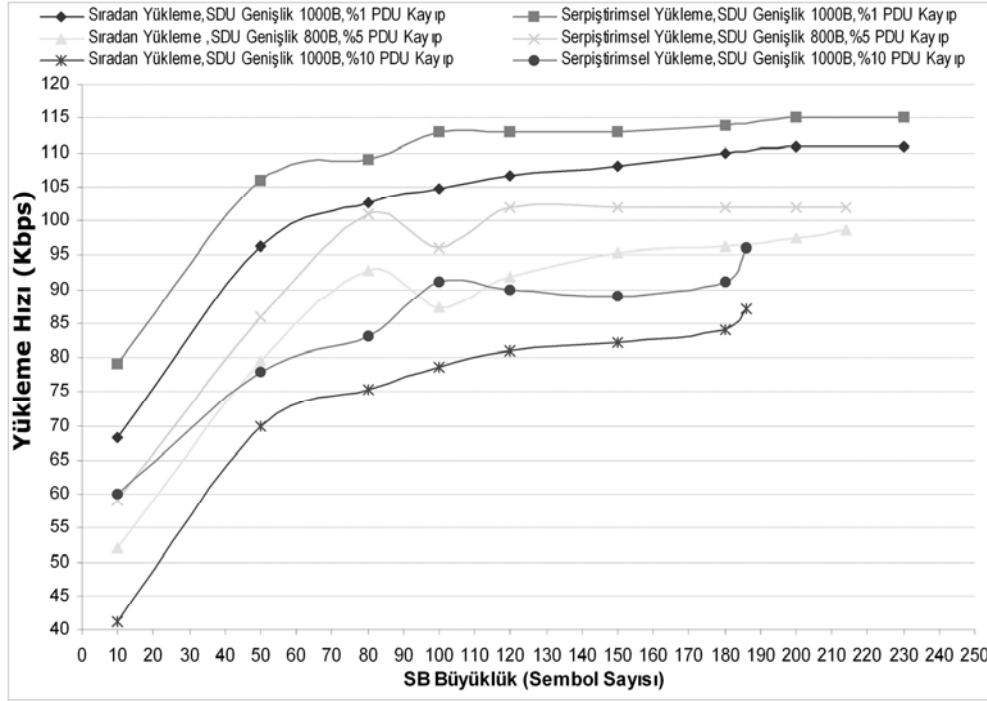
Şekil 3, 512 KB dosyanın gönderiminde %10 paket kaybı altında en az %37 FEC ek-yükü gerektiğini göstermektedir. 100 KB dosyanın gönderiminde daha fazla FEC ek-yüküne ihtiyaç olduğu, genel olarak dosya büyüdükçe FEC ek-yükünde bir azalma olduğu söylenebilir. 100 KB dosyanın gönderiminde %10 paket kaybı altında en az %43 civarı FEC ek-yüküne gereksinim olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Değişik paket kayıpları için gerekli FEC Ek-Yükü değişimi



Şekil 4. 256 Kbps MBMS ağı altında yükleme hızı analizi



Şekil 5. 128 Kbps MBMS ağı altında yükleme hızı analizi

Sonra %100 güvenilir yükleme için yükleme hızındaki değişim, SB büyüklükleri temel alınarak, Sıradan ve Serpiştirimsel Yükleme için analiz edildi. Bu analizin sonuçları, 256 Kbps ağ hızı için Şekil 4, 128 Kbps ağ hızı için Şekil 5 de sunulmuştur.

Yükleme hızının maksimum olduğu yerlerde elde ettiğimiz SB ve SDU büyüklükleri Şekil 4 ve Şekil 5 in başlık kısmında gösterilmiştir. SB büyüklüğü arttıkça yükleme hızında bir artış gözlenmiştir. Özellikle SB büyüklüğünün 80 sembol olduğu noktaya kadar güçlü bir artış sonrasında ise daha yavaş bir artış gözlenmiştir. Serpiştirimsel Yükleme'den elde edilen kazanç hız cinsinden Tablo 2 de verilmiştir.

Genel olarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

1. Küçük dosyalar için serpiştirim yaklaşımının bir getirisi yoktur. Dosya büyüdükçe serpiştirim yaklaşımının etkisi pozitif olarak artmaktadır.
2. 512 KB dosya için, Serpiştirimsel Yükleme'den elde edilen yükleme hızındaki artış en fazla %12 civarındadır.
3. 128 ve 256 Kbps MBMS ağlar için Serpiştirimsel Yükleme yaklaşık aynı kazancı göstermiştir. İki ağ

Tablo 2. Serpiştirimsel yükleme kazancı

Ağ Hızı (Kbps)	PDU Kayıp Oranı (%)	Sıradan Yükleme	Serpiştirimsel Yükleme	Kazanç (%)
		Yükleme Hız Oranı (Kbps)	Yükleme Hız Oranı (Kbps)	
128	1	111	115	3.6
128	5	99	102	3.0
128	10	87	96	10.3
256	1	221	230	4.1
256	5	196	205	4.6
256	10	174	194	11.5

arasında %1'lik bir kazanç farkı ihmal edilebilir.

5. Sonuç

Bu çalışmada MBMS yükleme için, uygulama katmanlı serpiştirim yaklaşımından elde edilen kazanç, yükleme hızı cinsinden çalışıldı. Bu amaçla son zamanlarda popüler olan Gelişimsel Yükleme de destekleyen, Sıradan ve Serpiştirimsel Yükleme olarak iki tip MBMS yükleme sistemi analiz edildi. Verimli bir MBMS yükleme için en iyi servis parametreleri ortaya çıkartıldı. Bunun için diğer çalışmalardan farklı olarak birçok ağ ve FEC parametrelerinin birleşimsel olarak bir analizi yapıldı.

Serpiştirimsel Yükleme'nin sıradan yüklemeye kıyasla yükleme hızında %12'ye varan artış sağladığı gözlemlendi. Sonuçlarımızın Uygulama Katmanlı Serpiştirim yaklaşımı ve Gelişimsel Yükleme üzerinde daha çok çalışmalarını cesaretlendireceğine inanıyoruz. Bu çalışmanın sonuçları aynı zamanda 3G işleticilere, verimli bir MBMS Yükleme servisi için rehber olacaktır.

Kaynakça

- [1] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2006. Support of Progressive Download in MBMS, Teknik Rapor SP-060267, BenQ Mobile, 2006; http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG4_CODEC/TSGS4_39/Docs/S4-060267.zip.
- [2] **Yetgin, Z. ve Seckin, G.**, 2007. Progressive Download for 3G Wireless Multicasting, Proceedings of Future Generation Communication and Networking Conference (FGCN), IEEE CS, Cilt. 1, No. 1, sayfa. 289-295.
- [3] **Yetgin, Z. ve Seckin, G.**, 2007. Reliable Download Analyses for Multimedia Broadcast Multicast Services, Proceedings of World Congress on Engineering and Computer Science, IAENG, sayfa. 389-394.
- [4] **Yetgin, Z. ve Seckin, G.**, 2009. Progressive Download for Multimedia Broadcast Multicast Service, IEEE MultiMedia, cilt. 16, no. 2, sayfa. 76-85.
- [5] **3GPP**, 2009. 3GPP Scopes and Objectives, http://www.3gpp.org/About/3GPP_Scopeand310807.pdf
- [6] **3GPP TSG Gurubu**, 2007. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Protocols and Codecs, Technical Specification 26.346, v.7.3.0, 3GPP.
- [7] **3GPP2**, 2009. About 3GPP2; <http://www.3gpp2.org/>
- [8] **ETSI TS Gurubu**, 2006. Digital Video Broadcasting;IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols, ETSI TS, 102 472 v1.2.1; <http://www.dvb.org>.
- [9] **Qualcomm**, 2009. MediaFlo; www.mediaflo.com/news/pdf/MFLO_Overview.pdf.
- [10] **T. Paila ve diğerleri**, 2004. Flute: File Delivery over Unidirectional Transport, RFC 3926, IETF.
- [11] **Moen, D.**, Overview of Overlay Multicast protocols; <http://bacon.gmu.edu/XOM/pdfs/Multicast%20Overview.pdf>.
- [12] **Luby, M., Gemmell, J., Vicisano, L., Rizzo, L., Handley, M. ve Crowcroft, J.**, 2002. Asynchronous Layered Coding (ALC) Protocol Instantiation, Teknik Rapor RFC3451, IETF.
- [13] **Vicisano, L.**, 2009. Description of RMT Working Group; <http://www.ietf.org/html.charters/rmt-charter.html>.
- [14] **Shokrollahi, A.**, 2006. Raptor Codes, IEEE/ACM Trans. Networking, cilt. 14, no. SI, sayfa. 2551-2567.
- [15] **Reed, I.S. ve Solomon, G.**, 1960. Polynomial Codes Over Certain Finite Fields, SIAM J. Applied Mathematics, cilt. 8, no. 2, sayfa. 300-304.
- [16] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2005. Efficient FEC Code for Reliable MBMS User Services, Teknik Rapor SP-050164, Siemens; http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/TSG_SA/TSGS4_27/Docs/PDF/SP-050164.pdf.
- [17] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2005. Report of FEC selection for MBMS, Teknik Rapor S4-050233, Lisbon, Portugal; http://ftp.3gpp.org/tsg_sa/WG4_CODEC/TSGS4_34/Docs/S4-050233.zip

- [18] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2006. Content Preloading for MBMS User Services, Teknik Rapor S4-060385, Siemens, Sophia Antipolis, France; http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG4_CODEC/TSGS4_40/Docs/S4-060385.zip.
- [19] **3GPP TSG Gurubu**, 2009. Transparent end-to-end Packet-switched Streaming Service (PSS); Protocols and codecs, Technical Specification 26.234, 3GPP.
- [20] **Luby, M., Watson, M., Gasiba, T., Stockhammer, T., ve Xu, W.**, 2006. Raptor Codes for Reliable Download Delivery in Wireless Broadcast Systems, Proceedings of Consumer Communication and Networking Conference, IEEE Press, cilt. 1, sayfa. 192-197.
- [21] **Watson, M. ve Stockhammer, T.**, The MBMS Mobile Multimedia Standard and Application-Layer Forward Error Correction, White Paper, Wireless Design and Development; <http://www.wirelessdesignmag.com/ShowPR.aspx?PUBCODE=055&ACCT=0031786&ISSUE=0610&RELTYPE=PR&Cat=13&SubCat=1&PRODCODE=M0210&PRODLTT=A&CALLF ROM=PR&CommonCount=0>.
- [22] **Berrou C., Glavieux A., ve Thitimajshaima P.**, 1993. Near Shannon limit error-correcting coding and decoding: turbo-codes, IEEE proceedings, International Conference on Communication, Geneva, Switzerland, cilt.2, sayfa. 1064–1070.
- [23] **Rekh, S., Subha Rani, S., Shanmugam, A.**, 2005. Optimal Choice of Interleaver for Turbo Codes, Academic Open Internet Journal, cilt.15; <http://www.acadjournal.com/2005/v15/part6/p7/>
- [24] **3GPP TSG Gurubu**, 2009. Multiplexing and Channel Coding (FDD), Technical Specification 25.212, 3GPP.
- [25] **Valenti, M. ve Sun, J.**, 2001. The UMTS Turbo Code and an Efficient Decoder Implementation Suitable for Software-Defined Radios, International Journal of Wireless Information Networks, Springer Netherlands, cilt .8, no. 4 , sayfa. 203-215.
- [26] **Luby, M., Watson, M., Gasiba, T. ve Stockhammer, T.**, 2006. Mobile Data Broadcasting over MBMS Tradeoffs in Forward Error Correction , Proceedings of 5th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, ACM Press , cilt. 193, sayfa. 10.
- [27] **Peltotalo, J. Peltotalo, S. Harju, J.**, 2005. Analysis of the FLUTE Data Carousel, Proceedings of 10th EUNICE Open European Summer School, Colmenarejo, Spain, sayfa. 138 – 142.
- [28] Tampere University of Technology, "MAD-project", <http://atm.tut.fi/mad/>.
- [29] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2004. Permanent document on: simulation guidelines for the evaluation of FEC methods for MBMS download and streaming services, Technical Report S4-040348, 040348, Digital Fountain, Montreal, Canada; http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG4_CODEC/TSGS4_31/Docs/S4-040348.zip.
- [30] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2004. Mapping of SDUs to Radio Blocks for FEC simulations, Teknik Rapor S4-AHP120, Nortel Networks, Lund, Sweden; http://www.3gpp.org/FTP/tsg_sa/WG4_CODEC/Ad-hoc_PSM/Docs/S4-AHP120.zip.
- [31] **3GPP TSG System Aspects Gurubu**, 2006. Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); User service guidelines, Technical Specification 26.946, v.6.1.0, 3GPP.