

# WiMAX Teknolojisinde Performans Analizi

Ahmet Cengiz<sup>1</sup> Kerem Gündüz<sup>2</sup> N.Özlem Ünverdi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Elektrik - Elektronik Fakültesi  
Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İSTANBUL

<sup>1</sup>e-posta: ahmetcengizytu@gmail.com <sup>2</sup>e-posta: kerem1905@gmail.com  
<sup>3</sup>e-posta: unverdi@yildiz.edu.tr

## Özetçe

Bu çalışmada, IEEE 802.16 WirelessMAN standartlarına uygun, etkin ve ölçeklenebilir bir QoS (Qualiy of Services, Servis Kalitesi) algoritması tasarlanmıştır. Tasarlanan algoritma, WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, Mikrodalga Erişim için Dünya Çapında Birlikte Çalışabilirlik) teknolojisinde performansın artırılabilmesi için farklı tipteki servisleri önceliğine göre sıraya koyabilen ve bu servisler için talep edilen bant genişliklerini aktarabilen bir yapıdadır. Java programlama dili ile Netbeans 6.1 IDE ortamında bir kullanıcı arayüzü geliştirilerek her abone ve her servis için ayrı ayrı bant genişliği talebinde bulunabilme imkanı sunulmuştur. Tasarlanan QoS algoritması arka tarafta koşuktan sonra abonelere ve talep ettikleri servislere aktarılan bant genişlikleri kullanıcı arayüzünde görülmektedir.

## 1. Giriş

Kablosuz erişim teknolojilerine duyulan ihtiyaç her geçen gün artmakta ve dolayısıyla bu ihtiyacı karşılayacak yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Mevcut internet erişim teknolojilerine alternatif olarak geliştirilen, geniş bant ve yüksek hızda internet bağlantısı sağlayan IEEE 802.16 standardı olarak bilinen WiMAX teknolojisi de bu teknolojiler arasında yer alır [1]. WiMAX teknolojisi ile coğrafi özelliklere bağlı olarak 50 km'ye kadar 72 Mbps hızında erişim sağlanabilir ve sistem üzerinden ses, video ve veri transferi yapılabilir. Sistem, geniş bant kablosuz erişimi PHY (Physical Layer, Fiziksel Katman) ve MAC (Medium Access Control, Ortam Erişim Kontrolü) katmanları ile sağlar.

IEEE 802.16 standardının, 802.16e revizyonu ile birlikte, otobüs veya trende seyahat ederken ya da benzer koşullar altında PDA ve taşınabilir bilgisayarlarla mobil, kesintisiz ve yüksek hızlarda erişim sağlanabilir. WiMAX teknolojisi, gelişmekte olan bir teknoloji olduğu için henüz her konuda standart almamıştır. WiMAX'in standart almadığı konulardan birisi yukarı bağlantı planlamadır [2]. Abone istasyonun kullanacağı servis için gerekli bant genişliğinin, baz istasyonu tarafından sağlanabilmesi, yukarı bağlantı planlamanın iyi yapılması ile mümkündür.

IEEE 802.16, abone istasyonundan baz istasyonuna doğru olan bağlantılarda, WirelessMAN akışını planlayabilmek için dört farklı servis tanımlamıştır. Bu servisler VoIP (Voice over Internet Protocol, İnternet Protokolü Üzerinden Ses Aktarımı) görüşmeler, video aktarımı, dosya aktarımı ve internet sayfası erişimidir. Çalışmanın 2. Bölümü'nde, WiMAX teknolojisinde kullanılan servis yapısı incelenmiştir. 3. Bölüm'de, bu teknoloji için tasarlanan QoS algoritması açıklanmış ve

konuyla ilgili bir senaryo örneği irdelenmiştir. 4. Bölüm'de, tasarlanan kullanıcı arayüzü hakkında bilgi verilmiş ve 5. Bölüm'de, tasarlanan algoritma ve elde edilen sonuçlar değerlendirilerek yorumlanmıştır [3, 4].

## 2. Yukarı Bağlantıyı Planlama Servisleri

IEEE 802.16, abone istasyonu ile baz istasyonu arasındaki yukarı yönlü olan her bağlantı akışını sağlayan servislerden biri olmak durumundadır [3]. Baz istasyonu, abone istasyonlarına uplink için kaynak aktarımı yaparken QoS'u sağlaması için her serviste farklı kurallara uymak zorundadır. Bu kurallar, her servis içinde ayrı ayrı tanımlanır. VoIP görüşme, video aktarımı, dosya aktarımı ve internet sayfası erişimi gibi servislerin hepsi belirli başlıklarda standart hale getirilerek bant genişliği aktarımında bu standartlara uygun işlem yapılır.

### 2.1. Unsolicited Grant Service (UGS, Talep Edilmeden Aktarılan Servis)

Unsolicited Grant Service (UGS), periyodik olarak taşınan aynı büyüklükteki veri paketlerinin akışını sağlayan gerçek zamanlı servisleri desteklemek için tasarlanmıştır. VoIP teknolojisi, bu servise örnek olarak gösterilebilir. UGS servisinde, SS (Subscriber Station, Abone İstasyonu)'ten kesin bir talep gelmediği sürece BS (Base Station, Baz İstasyonu) belirli aralıklarda ve periyodik olarak sabit büyüklükte kaynak aktarımı yapar. Taşıma gerçekleşirken bekleme olması durumunda BS dinamik olarak SS için ek bant genişliği ayarabilir.

### 2.2. Real Time Polling Service (rtPS, Gerçek Zamanlı Tarama Servisi)

Real Time Polling Service (rtPS), periyodik olarak taşınan değişen büyüklükteki veri paketlerinin akışını sağlayan gerçek zamanlı servisleri desteklemek amacıyla tasarlanmıştır [4]. MPEG video talepleri, bu servis içinde yer alır. RtPS servisinde, SS'in toplam akış isteğini karşılayabilmek için BS periyodik olarak SS'e talep imkanı sağlar. Burada önemli olan konulardan birisi, SS'in gönderdiği farklı talepler arasında öncelik belirleyen taraf olmaması ve SS'in sadece BS'e tek nokta olarak talep gönderebilmesidir.

### 2.3. Non-Real Time Polling Service (nrtPS, Gerçek Zamanlı Olmayan Tarama Servisi)

Non-real Time Polling Service (nrtPS), düzenli bir şekilde ve değişken büyüklükteki veri yanıtı gerektiren, gerçek zamanlı olmayan servisleri desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Yüksek bant genişliğine sahip FTP (File Transfer Protocol,

Dosya Transfer Protokolü), bu servise örnek olarak verilebilir. NrtPS bağlantılarda, bant genişliği talebi göndermek için rastgele erişim gönderme imkanı kullanılır. Bir başka ifadeyle, rtPS'ten farklı olarak SS, gönderdiği talepler arasında öncelik belirleyebilir.

#### 2.4. Best Effort (BE, Kaynak Aktarımı Garanti Edilmeyen Servis)

Best Effort (BE), servis akışı taşıma için minimum bir hız gerektirmeyen veri paketlerinin akışını desteklemek için tasarlanmıştır. BE servis akışının en önemli özelliği, talep edilen bant genişliğini ayırma konusunda garanti vermemesidir. Bu özellik diğer servis akışlarının talep edilen bant genişliklerini ayırabilmesine imkan sunar. BE, servis akışında SS paketler arasında talep ve öncelik belirleme olanağına sahiptir [5]. HTTP (Hypertext Transfer Protocol, Hipermetin Aktarma İletişim Kuralı), BE servis akışı içinde yer alır. BE servis akışında rtPS'ten farklı olarak SS, BS'ten periyodik veri yanıtları alır.

Servislerin karşılaştırılması, Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Servislerin karşılaştırılması.

Servisin Adı	Öncelik Sırası	Örnek Hizmetler
UGS	1	VoIP
rtPS	2	MPEG
nrtPS	3	FTP
BE	4	HTTP

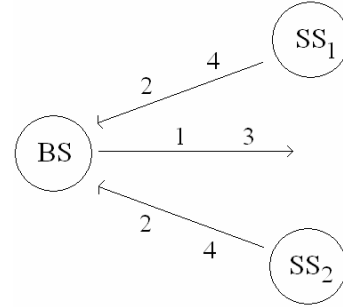
### 3. Tasarlanan QoS Algoritması ve Örnek Senaryo

Bu çalışmada, IEEE 802.16 WirelessMAN standartlarına uygun, etkin ve ölçeklenebilir bir QoS (Qualaty of Services, Servis Kalitesi) algoritması tasarlanmıştır [6]. Tasarlanan algoritma, farklı tipteki uygulamaları sıraya koyabilen ve bu uygulamalar için talep edilen bant genişliklerini aktarabilen bir yapıdadır.

Bir baz istasyonundan servis alan farklı sayıda SS olabilir ve bu SS'lerin her biri sistemden farklı bir hizmeti talep edebilir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, vereceği hizmet için belirli bir bant genişliğine sahip olan BS, abonelere talep ettikleri hizmeti verebilmek için gerekli bant genişliklerini ayırır. Şekil 1'deki 1 numaralı işlemde, BS, SS'lerin bant genişliği taleplerini gönderirken kullanacakları bant genişliğini ayırır. 2 numaralı işlemlerde, sırasıyla 1 ve 2 numaralı abone istasyonları bant genişliği taleplerini gönderir. 3 numaralı işlemde, BS, SS'lere talep ettikleri bant genişliği bilgisine göre kaynak aktarımı yapar. Yeniden talep gelmesi durumunda ayrılan bant genişliği miktarı artırılabilir. 4 numaralı işlemlerde ise, abone istasyonları, yukarı bağlantı ile baz istasyonuna istedikleri bilgiyi gönderebilir. Bunun yanında yeni bant genişliği talepleri de 4 numaralı işlem ile gönderilebilir.

Talep edilen toplam bant genişliğinin, baz istasyonunun bant genişliğinden küçük olduğu durumlarda, kaynak aktarımı için herhangi bir sorun söz konusu olmaz; ancak, talep edilen toplam bant genişliği, baz istasyonunun toplam bant

genişliğinden büyük olması durumunda, IEEE 802.16 standartlarına uygun bir QoS çerçevesinde servis verebilmek için kaynak aktarımı konusunda bazı zorluklar yaşanır. Çalışmada tasarlanan algoritma ile bu sorun aşılabilir ve verimli kaynak aktarımı yapılabilir.



Şekil 1: Bant genişliği aktarım prensibi.

Tasarlanan QoS algoritmasının örnek bir senaryo üzerindeki akışı Tablo 2 ve Tablo 3'te görülmektedir. Tablo 2'de, abonelerin servisler için talep ettikleri bant genişlikleri ayrı ayrı gösterilmiş ve her servis için toplam trafik miktarları verilmiştir. Birinci abone ve ikinci abonenin her servis için talepleri belirlendikten sonra aynı servisler için yapılan talepler toplanarak bu servis için toplamda talep edilen bant genişlikleri belirlenmiştir.

Tablo 2: Sistem ve abonelerin talepleri.

SS <sub>1</sub> Talepleri	SS <sub>2</sub> Talepleri
UGS = 20	UGS = 10
rtPS = 12	rtPS = 10
nrtPS = 15	nrtPS = 15
BE = 30	BE = 30

Her Servis İçin Toplam Trafik
UGS = 30
rtPS = 22
nrtPS = 30
BE = 60

Toplam Uplink Bant Genişliği = 100
2 SS ve 1 BS

Tasarlanan QoS'un kaynak aktarımını belirleme aşamalarının yer aldığı Tablo 3'te, her aşamada talep edilen ve aktarılan bant genişlikleri karşılaştırılarak artan bant genişliği miktarı hesaplanmış ve bu bant genişliği de talebi karşılanamamış servislere aktarılmıştır. Bu kaynak aktarımı sırasında servisler için yapılan taleplere göre artan bant genişliği paylaştırılmıştır.

Tablo 3: Tasarılan QoS'un kaynak aktarımını belirlemesi.

	UGS	rtPS	nrtPS	BE
1. Tur	40	30	20	10
	30	22	20	10
Artan Byte	18			
2. Tur	30	22	20+12	10+6
	30	22	32	16
Artan Byte	2			
3. Tur	30	22	30	16+2
	30	22	30	18

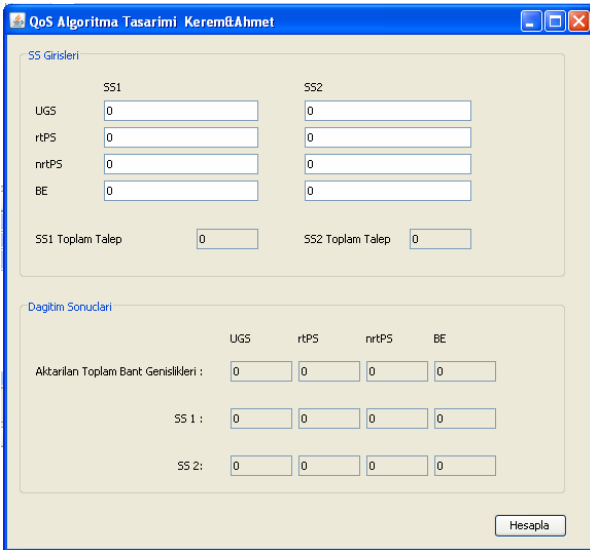
$$SS_1 \text{'e Kaynak Aktarımı} = 20 + 12 + 15 + 9 = 56$$

$$SS_2 \text{'ye Kaynak Aktarımı} = 10 + 10 + 15 + 9 = 44$$

#### 4. Geliştirilen Kullanıcı Arayüzü ve Kullanımı

Belirli bir bant genişliğine sahip baz istasyonu, bu kaynağı QoS gereksinimlerine uygun bir şekilde abonelere aktarır. Bunun için öncelikle VoIP görüşme kaynağını aktaran sistem, daha sonra sırasıyla video ve dosya aktarım taleplerini karşılamak için gerekli kaynağı kullanır. BE ise, IEEE 802.16 standartlarında aktarımı garanti edilmeyen servis olarak son sırada kalır ve diğer servislere aktarılan kaynaktan arda kalan kaynak, bu servis için kullanılarak abonelere eşit olarak dağıtılır. İnternet sayfası erişimi için aktarılan kaynak miktarının iyileştirilebilmesi, WiMAX'in benzer erişim teknolojilerine göre bir avantajıdır.

Bu çalışmada, sistemin performansını artırmak için tasarlanan QoS algoritması ve bant genişliği aktarımı arka planda çalışmaktadır. Kullanıcının görmek istediği ise, aktarımın nasıl yapıldığı değil, yapılan bant genişliği talepleri ve en son aktarılan kaynak miktarıdır.



Şekil 2: Kullanıcı arayüzü.

Java programlama dili ile Netbeans 6.1 Development Environment ortamında geliştirilen yazılım, tasarlanan QoS algoritmasını kullanarak kullanıcıya kaynak taleplerini kolayca girebileceği ve aktarılan kaynağı gözlemleyebileceği kullanıcı arayüzü imkanı sunar.

Şekil 2'deki üst pencerede abone istasyonlarının bant genişliği talepleri girilir ve arka planda koşan QoS kodu sonrasında baz istasyonunun abone istasyonlarına aktardığı bant genişlikleri alt pencerede gözlemlenebilir. Şekil 2'de üst pencere abone istasyonlarına ayrılmış ve SS<sub>1</sub> ile SS<sub>2</sub> olmak üzere iki ayrı abone istasyonu yer alır. Abone istasyonları, UGS, rtPS, nrtPS ve BE taleplerini buradaki üst pencerede ilgili bölümlerden girer. "Hesapla" düğmesine basılması ile birlikte baz istasyonu kaynak aktarımını yaparak hangi istasyon için ve hangi talep için ne kadar kaynak ayırdığını ekrana yazar.

#### 5. Sonuçlar

İnternet erişimine duyulan gereksinimler her geçen gün daha da artmaktadır. Multimedia uygulamaları, görüntülü konuşma, e-devlet ve mobil ticaret gibi hizmetler, internet bağlantı hızının yüksek olmasını gerektirmektedir. Bu talebi karşılamak için kırsal bölgeler de dahil olmak üzere yüksek hızda internet erişim imkanı sunan WiMAX teknolojisi geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, WiMAX teknolojisinde performansı artırabilmek için gelen abone taleplerine göre kaynak aktarımı sağlayabilen verimli bir QoS algoritması tasarlanmıştır. Geliştirilen kullanıcı arayüzü ile her abone ve her servis için ayrı ayrı bant genişliği talebinde bulunabilme imkanı sunulmuştur. Tasarılan QoS algoritması arka tarafta koştuktan sonra, abonelere ve talep ettikleri servislere aktarılan bant genişlikleri yine kullanıcı arayüzü üzerinden görülebilmektedir.

#### 6. Teşekkür

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında verdiği laboratuvar desteğinden dolayı Alcatel-Lucent Teletaş Telekomünikasyon A.Ş.'ne ve Alcatel-Lucent Teletaş Telekomünikasyon A.Ş. çalışanlarından Murat Ünlüsan'a teşekkür ederiz.

#### 7. Kaynakça

- [1] *WiMAX Forum, Mobile WiMAX – Part 1: A Technical Overview and Performance Evaluation, WiMAX FORUM, 2006.*
- [2] Rao, G.S.V. R. K. and Radhamani, G., *Wimax : A Wireless Technology Revolution*, Auerbach Publications, New York, 2008.
- [3] Andrews, J .G., Ghosh, A. and Muhamed, R., *Fundamentals of WiMAX : Understanding Broadband Wireless Networking*, Prentice Hall, Massachusetts, 2007.
- [4] Yanover, V., *Scheduling Services for 802.16*, Project of IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group, 2004-04-15.
- [5] Mikki, M. and Dawood, M., ECOM 5301, Senior I, Theoretical Research about: *WiMAX & QoS*, 2007.
- [6] Cengiz, A. ve Gündüz, K., *WiMAX Sistemlerde Performans Analizi*, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2009.