

# Kablosuz Haberleşme Teknolojisi Wimax'de Dünyadaki Durum

Jale Küçükünsal, Yahya Baykal\*  
Telekomünikasyon Kurumu  
Spektrum İzleme ve Denetleme Dairesi Başkanlığı  
Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü, Ankara  
[jkucukunsal@tk.gov.tr](mailto:jkucukunsal@tk.gov.tr), Tel: 0312-2997428

\*Çankaya Üniversitesi  
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü  
Yüzüncüyıl, Ankara  
[y.baykal@cankaya.edu.tr](mailto:y.baykal@cankaya.edu.tr), Tel: 0312-2844500 / 331

**Özet:** *Kablolu iletişime alternatif olarak düşünülen kablosuz iletişim teknolojilerinden olan Wimax, genişbant kullanımını yaygınlaştıran ve pek çok ülke telekomünikasyon işletmecileri ile düzenleyici otoriteleri tarafından benimsenerek hızla yayılan bir kablosuz genişbant erişim teknolojisidir. Wimax'in, sabit, göçebe, taşınabilir, basit mobilite ve tam mobiliteyi destekliyor olması, tüm dünyada kabul edilmiş standardının oluşmakta olduğu ve bütün ekipmanların birbiriyle çalışabilme prensibinin benimsenmesinden dolayı, en kısa zamanda birçok ülkede uygulanacak bir teknoloji olacağı yönünde önemli gelişmeler mevcuttur. 75 Mbit/sn'lik hız'ı 50 km'lik bir alan içinde destekleyebilecek olması Wimax teknolojisinin cazibesini arttırmaktadır. Bu çalışmada Wimax teknolojisinde dünyada ulaşılan durum belirlenmeye çalışılmıştır. ITU'nun kapsamında bulunan ve Türkiye'nin de dahil edildiği toplam 34 ülkede Wimax'in geleceğinin ne yönde oluşacağı üzerinde gerçek veriler ülke kaynaklarından toplanmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda dünyadaki mevcut durum ortaya konmuş, Wimax ile ilgili düzenlemeler ve kullanılan frekanslar konusundaki yaklaşımlar belirlenerek ülkemizdeki Wimax uygulamaları için öneriler oluşturulmuştur.*

## 1. Giriş

Günümüzde iletişimin artması küreselleşmeyi getirmekte, küreselleşme ise iletişimin daha da gelişmesini zorlamaktadır. Artık genişbant erişim teknolojileri kullanılarak her yerde, her zaman varolan, ses, veri ve görüntünün tek bir ortam üzerinden taşınabildiği iletişim ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Coğrafi ve ekonomik koşullar ile cihazların ve iletişim teknolojilerinin yakınsaması sonucu iletişimin sürekliliği günümüz insanı için doğal bir ihtiyaç olmanın yanısıra bölgeler/ülkeler arası sayısal uçurumun giderilmesi için de bir temel ihtiyaç olarak görülmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla geliştirilen teknolojilerden birisi olan Wimax teknolojisi ise pek çok özelliği sayesinde hızla kabul gören bir teknoloji olmuştur. Bu makalede Türkiye'nin de dahil olduğu 34 ITU ülkesinden toplanmış olan veri kullanılarak Wimax ile ilgili dünyadaki mevcut durum, düzenlemeler ve kullanılan frekanslardaki yaklaşımlar incelenmiş ve ülkemizde Wimax uygulamalarına yönelik öngörüler sunulmuştur.

## 2. Wimax Teknolojisi

Worldwide Interoperability For Microwave Access kelimesinin kısaltması ile adlandırılan bu teknoloji, IEEE'nin 802.16 MAN gurubu tarafından ilk olarak Nisan 2002'de 10-66 GHz frekans bandı için yayınlanmış olup metropol alanlarda kullanılması öngörülen bir genişbant kablosuz erişim teknolojisidir. Ancak bu frekans aralığı için görüş hattı (LOS) gerektiğinden, görüş hattında olmayan ihtiyaçlara cevap veren IEEE 802.16a versiyonu Nisan 2003'te yayınlanmış ve bu versiyondaki frekans aralığı 2-11 GHz'e düşerek lisanslı ve lisanssız olarak kullanılabilir hale gelmiştir. IEEE'de Wimax için halihazırda kullanılan standart versiyonu, Haziran 2004'de onaylanan ve IEEE 802.16-2004 olarak da bilinen IEEE 802.16d ve Wimax'e mobilite özelliğini kazandırmak amacıyla Aralık 2005'te onaylanarak yayınlanan IEEE 802.16e şeklinde bilinmektedir. ETSI ise 2-11 GHz frekans bandı için Avrupa'daki kablosuz şebeke iletişimini tanımlayan ve 802.16 ile aynı olan standardını Kasım 2003'te onaylayarak yayınlamıştır. Sabit, göçebe, taşınabilir ve mobil erişimleri destekleyen Wimax, 1.25 MHz'den 20 MHz'e kadar bant genişliklerini desteklemektedir. 802.16d versiyonu ile 20 MHz bant genişliğinde 75 Mbps hıza ulaşırken, mobilite özelliğinin eklendiği 802.16e versiyonu ile de 10 MHz bant genişliğinde 30 Mbps hıza ulaşabilmektedir.

İleri hata düzeltme yeteneği, mesafeyi ve kapasiteyi artırmak için kullanılan gelişmiş anten teknikleri desteği, geleneksel TDM ses trafiği veya Voice over IP (VoIP) ile video'da ideal taşıma ve veri trafiğinin önceliği gibi

gecikme duyarlılık hizmetler için düşük gecikme süresi sağlamaktadır. Ayrıca kişisel güvenlik ve şifreleme özellikleri ile güvenli iletim desteklenmekte ve kimlik denetimi ile veri şifrelemesi sağlanabilmektedir.

IP tabanlı bir teknoloji olması sayesinde de hem fiber optik bağlantılar, kablolu modemler kullanan koaksiyel sistemler ve DSL bağlantılar gibi kablolu şebekelere, hem de 3G şebekelere entegre olabildiğinden çeşitli şekillerdeki hizmet ve şebekelerin yakınsamasını da desteklemektedir. Bu da her zaman her yerde uygun erişimle, kullanıcıların bilgi, eğlence ve multimedya iletişim taleplerinin karşılanması anlamına gelmektedir.

Wimax, hem zaman bölmeli çiftleme (TDD) hem de frekans bölmeli çiftleme (FDD) tekniklerini kullanabilirken, 802.16d versiyonunda dikey frekans bölmeli çoklama (OFDM), 802.16e versiyonunda ise ölçeklenebilir dikey frekans bölmeli çoklama (SOFDM) tekniği kullanılmaktadır.

Wimax teknolojisinin en önemli özelliklerinden biri olan, tüm ekipmanların birbiriyle çalışabilirliğini teminen, halihazırda İspanya/Malaga'daki laboratuvar testleri sonucunda verilen Wimax Forum sertifikasyonu işlemi ise Temmuz 2005'de başlamıştır.

### 3. Wimax'de Dünyadaki Durum

Ülkelerin Wimax teknolojisine yaklaşımlarını ve ülke düzenleyici otoritelerinin bu konuda yaptığı ya da yapmayı planladığı çalışmalarını öğrenmek amacıyla hazırlanmış bir çalışma, dünyanın ve aynı zamanda ITU'nun farklı bölgelerindeki farklı nüfus, coğrafi koşullar ve gelişmişliklere sahip 100 ülkesinin ilgili Bakanlık ve düzenleyici otoritelerine gönderilmiştir. Türkiye'nin de eklenmesiyle 34 ülkenin verileri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda bu ülkelerin Wimax için planladıkları ya da verdikleri lisanslar, frekans bantları, bant genişlikleri, lisans veriliş tarihleri, verilen lisans adetleri, lisansların ulusal veya bölgesel olması, lisans türü, süresi, ücretler, otoriteler tarafından getirilen sınırlamalar gibi bilgiler derlenmiştir [1]. Ancak Avrupa Birliğinin Çerçeve Direktifi ile getirilen teknolojik yansızlık ilkesini benimseyen ülkelerde genişbant kablosuz erişim teknolojileri için yapılan frekans tahsisleri ve verilen lisanslarda hangi teknolojinin (LMDS, WLL, FWA, Wi-Fi, Wimax gibi) kullanıldığına bakılmadığından, alınan verilerde Wimax için kullanıldığı net olarak bilinenler Tablo 1'de "W" ile gösterilmiştir. Bu verilere göre oluşturulan frekans tablosu da Tablo 1'de verilmektedir. Bu tabloda ayrıca ülkelerin AB ve OECD üyelik durumları da belirtilmiştir.

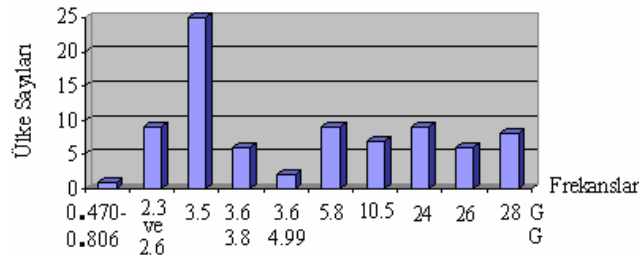
Frekanslar	2.3 ve 2.6 GHz için (2.02-2.9 GHz arası)		3.5 GHz (3.4-3.6 GHz)	3.6-3.8 GHz	3.6-4.99 GHz	5.8 GHz (5.150-5.875 GHz)	10.5 GHz (10.15-10.895-11.425 GHz)	24-26-28 GHz (24.5-29.5 GHz)	AB Üyeliği	OECD Üyeliği	Nüfusu (Milyon)	Yüzölçümü (km <sup>2</sup> )	Planlanan/Verilen Lisans Sayıları
Almanya		W	W						√	√	82	356 854	2T
Avusturya		W					X		√	√	8.1	83 858	33 B (17)
Belçika		X				X	X		√	√	10.2	30 158	4 U, 1 B
B. Arap Emirlikleri											2.4	82 880	
Çek Cum.					W				√	√	10.3	79 000	LM
Danimarka		X				W	W*		√	√	5.3	43 094	7 U, 1 B
Finlandiya		X				X	X		√	√	5.1	338 000	Birkaç B
Fransa		X	X				X		√	√	60.4	550 000	2 U, 1 B
Gürcistan					W						4.9	69 700	LM
Hollanda	X	X					X		√	√	15.8	41 864	4 U
Hong Kong	W	X			W						7.2	1 092	LM
İngiltere	W	W		W	W		X		√	√	59.6	242 500	T, 31 B (14), LM
İran		W									69	1 648 000	4 U (2)
İrlanda	X	W	X	X	W	X	X		√	√	3.7	70 000	LM, 77 B(38), 3U
İspanya									√	√	43	504 782	
İsveç		W				X	X		√	√	8.9	450 000	3 U (2), 33 B
İsviçre		X	W				X			√	7.3	41 290	5 U, 31 B, T

İtalya						X	√	√	58	31 263	210 B
Kanada	W	W						√	31.6	9 976 140	T, 3-5 U
Katar									0.77	11 437	
Kore	W							√	47.9	98 480	2-3 U
Litvanya	X	W	X		X	X	√		3.5	65 000	
Lüksemburg		W	W		W		√	√	0.4	2 586	
Maldivler		W							0.3	300	
Malta		W						√	0.4	316	3 U
Norveç		X			X			√	4.5	324 220	10 U, Birkaç B
Portekiz		W				X	√	√	10.8	92 072	8 U, T
Romanya		W							22.4	237 500	T
Seyşeller	X				X				0.079	455	
Slovenya		W						√	2	20 000	1 U
Türkiye		W					A	√	73	814 578	14 T**
Ürdün									5.2	92 300	
Y. Zelanda	X	W			X			√	3.9	268 680	5 U (3)
Yunanistan		X				X	√	√	10.5	131 957	7 U

A : Aday, P : Planlanan, V : Verilen, T : Test, LM : Lisanstan Muaf, U : Ulusal, B: Bölgesel  
\* : 28 GHz'de, \*\* : 10 Temmuz 2006 tarihindeki son durum

**Tablo 1.** Wimax'i de İçeren Uygulamalarda Kullanılan veya Kullanılması Planlanan Frekanslar

Elde edilen bu verilere dayanılarak oluşturulan Şekil 1.'deki grafikten de görüleceği gibi 2-11 GHz bandında kullanılan Wimax teknolojisinde ülkelerin eğilimi büyük ağırlıkla 3.5 GHz (3400-3600 MHz) bandındadır. Bunu takibeden ikinci eğilim ise 2.3 ve 2.6 GHz (2500-2690 MHz) bandına olmaktadır. Yine araştırmanın yapıldığı tarihte 34 ülkede verilmiş olan lisans sayıları, ülkelerin yüzölçümü ve nüfus bilgileri aynı tabloda gösterilmektedir. Wimax şebekesi kurulması için gereken Wimax Forum sertifikalı ürünlerin piyasaya çıkışının beklenmesi, test izinlerinin sayısının artmasına, dolayısıyla da Wimax şebeke kurulumlarının çok yeni başlamasına yol açmıştır. Yine de verilen lisanslar ile teknolojinin yayılım hızı oldukça çarpıcıdır. Wimax teknolojisi için verildiği net olarak belirlenen lisanslar Tablo 1.'de *italik* olarak belirtilmiştir. Bugün gelinen noktada ise, 30'dan fazla ülkede 160 işletmecinin ticari ve test amaçlı kurduğu baz istasyonu sayısı yaklaşık 5 000'i ve abone ekipmanlarının sayısı ise onbinleri bulmuştur [2].



**Şekil 1.** Kullanılan veya Planlanan Frekansların Dağılımı

#### 4. Sonuç

Gerek standartlarının yayınlanması gerekse de Wimax Forum sertifikasyonun çok yakın tarihlerde başlamasına rağmen Wimax teknolojisi bütün dünyada büyük ilgi görmekte ve oldukça hızlı yayılmaktadır. Ülkemizdeki sayısal bölünmüşlüğü giderilmesi, bilgi toplumuna geçişin hızlandırılması için ihtiyaç duyulan iletişim ortamının tesis edilmesinde Wimax teknolojisi ülkemiz için de bir fırsat olarak düşünülmektedir. Bugün 4. neslin de temeli olması beklenen bu teknolojinin ülkemizde de kullanılması için gerekli düzenlemelerin yapılması ile dünya ülkeleriyle paralellik sağlanmış ve 4. nesile geçişte önemli bir fırsat yakalanmış olacağı düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- [1] Küçükönsal J., "Metropol Alanlar İçin Kablosuz Erişim (Wireless Metropolitan Area Network / Kablosuz Metropol Alan Ağları-WMAN) Uygulamaları ve Düzenleme Önerileri", Uzmanlık Tezi, Telekomünikasyon Kurumu, Şubat 2006.  
[2] Leser R., Alvarion, ICC 2006, İstanbul.