

TC  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI

**TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNDEKİ ESNEK YATIRIM  
KARARLARINDA REEL OPSİYONLARIN UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

ONUR ÇALIKUŞ

İstanbul, 2008

TC  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
SAYISAL YÖNTEMLER BİLİM DALI

**TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNDEKİ ESNEK YATIRIM  
KARARLARINDA REEL OPSİYONLARIN UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

ONUR ÇALIKUŞ

Danışman: DOÇ. DR. ÖMER ÖNALAN

İstanbul, 2008

Marmara Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

İŞLETME Anabilim Dalı SAYISAL YÖNTEMLER Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi ÖNUR ÇALIKUŞ'un TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNDEKİ ESNEK YATIRIM KARARLARINDA REEL OPSİYONLARIN UYGULANMASI adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 07.07.2008 tarih ve 2008-11/25 sayılı kararıyla ile oluşturulan jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 11.11.2008.  
1) Tez Danışmanı : DOÇ. DR. ÖMER ÖNALAN  
2) Jüri Üyesi : DOÇ. DR. AHMET METE ÇİLİNGİRTÜRK  
3) Jüri Üyesi : YRD. DOÇ.DR. HAKAN YILDIRIM



## İÇİNDEKİLER

<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	v
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	vi
<b>KISALTMALAR</b> .....	vii
<b>1. Giriş</b> .....	<b>i</b>
<b>2. Finansal Opsiyonlar</b> .....	<b>3</b>
2.1. Opsiyon Kavramı .....	3
2.2. Alım ve Satım Opsiyonları .....	3
2.3. Avrupa ve Amerikan Opsiyonları .....	4
2.4. Opsiyonlarla İlgili Terimler .....	4
<b>3. Opsiyon Değerleme Modelleri</b> .....	<b>6</b>
3.1. Black – Scholes Opsiyon Değerleme Modeli .....	6
3.1.1. Black Scholes Modeli için kabuller:.....	6
3.1.2. Black Scholes Opsiyon fiyatlama Modeli Formülü:.....	7
3.2. Binom Opsiyon Değerleme Modeli .....	8
<b>4. Proje Değerlemesinde Temel Modeller</b> .....	<b>11</b>
4.1. Proje Değerlemesi Kavramı .....	11
4.2. İndirgenmiş Nakit Akışı.....	11
4.3. Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti .....	12
4.4. Paranın Zaman Değeri .....	13
4.5. Net Bugünkü Değer .....	14
4.6. Proje Seçiminde Karar Alma .....	15
<b>5. Reel Opsiyonlar</b> .....	<b>16</b>
5.1. Reel Opsiyon Kavramı.....	16
5.2. Reel Opsiyon Analizi .....	18
5.3. Reel Opsiyon Türleri.....	20
5.4. Reel Opsiyonların Klasik Metotlardan Farkı .....	22
<b>6. Telekomünikasyon Sektörü ve Reel Opsiyonlar</b> .....	<b>23</b>
6.1. Mobil Telekomünikasyon Sektörünün Ekonomik Yapısı.....	23
6.2. Türkiye’deki Mobil Telekomünikasyon Sektörüne Bir Bakış .....	28
6.3. Telekomünikasyon Teknolojileri ve Yeni Nesil Teknolojiler .....	32

6.3.1. GSM Teknolojisinin Evrimi .....	32
6.3.2. 3G ve UMTS .....	36
6.3.3. Yeni Nesil Mobil Teknolojiler .....	38
6.3.3.1. 4G .....	38
6.3.3.2. Wi-Fi .....	39
6.3.3.3. WiMax .....	39
6.3.3.4. VoIP .....	40
6.4. 3G Altyapı Maliyetleri .....	40
6.5. Reel Opsiyonlar Kavramının Telekomünikasyon Yatırımlarında Kullanılması .....	44
<b>7. Reel Opsiyonlar Teorisi Kullanılarak Telekomünikasyon Sektörüne Yönelik Uygulamalar .....</b>	<b>47</b>
7.1. Uygulama 1: 2.5G'den 3G kablosuz ağa geçişteki opsiyon gecikmesi ve reel opsiyon analizi .....	47
7.1.1. Teknoloji Kabulleri ve Parametre Hesaplamaları: .....	47
7.1.2. 3G Maliyetleri .....	48
7.1.3. Nakit Akışı ve Opsiyon Değerlemesi .....	49
7.1.4. Opsiyon Gecikmesi Değerinin Duyalılık Analizi .....	52
7.2. Uygulama 2: Dünya Üzerindeki Yeni Nesil Şebeke Yatırımları Reel Opsiyon Analizi .....	52
7.2.1. Teknoloji Kabulleri ve Parametre Hesaplamaları: .....	53
7.2.2. Nakit Akışı ve Opsiyon Değerlemesi .....	55
7.2.3. Opsiyon Genişlemesi Değerinin Duyalılık Analizi .....	55
<b>8. Sonuç .....</b>	<b>57</b>

## TABLO LİSTESİ

	<b>Sayfa No.</b>
<b>Tablo 1 :</b> Finansal Opsiyolar ile Reel Opsiyonların Mukayesesi .....	17
<b>Tablo 2 :</b> Reel Opsiyon Türleri.....	21
<b>Tablo 3 :</b> 2007 Sonu GSM Operatörleri ARPU Seviyesi .....	31
<b>Tablo 4 :</b> Nesil Teknolojilerinin Karşılaştırılması.....	35
<b>Tablo 5 :</b> 3G Baz İstasyonu Başına Kapsama .....	42
<b>Tablo 6 :</b> 3G Baz İstasyonu Maliyetleri (CapEx).....	43
<b>Tablo 7 :</b> 3G Baz İstasyonu Operasyonel Maliyetleri (OpEx) .....	44
<b>Tablo 8 :</b> 3G Yatırımları (CapEx + OpEx).....	49
<b>Tablo 9 :</b> Abone Sayısına Bağlı Gelirler .....	51

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa No.</b>
Şekil 1 : İki Periyotlu Binom Modeli .....	9
Şekil 2 : Dünyadaki Mobil Abone Sayısı.....	24
Şekil 3 : Dünyadaki ARPU Seviyesi.....	27
Şekil 4 : Yıllara Göre Türkiye'deki Telekom Gelirleri Dağılımı.....	28
Şekil 5 : Türkiye'de GSM Pazar Payları .....	30
Şekil 6 : Yıllara Göre Türkiye'deki Mobil Abone Sayısı Artışı .....	31
Şekil 7 : GSM Teknolojisinin Evrimi .....	33
Şekil 8 : Mobil Şebeke Altyapısı.....	34
Şekil 9 : GPRS şebeke altyapısı .....	35
Şekil 10 : 3G Şebeke Altyapısı .....	37
Şekil 11 : Veri hızının zaman içerisindeki gelişimi .....	37
Şekil 12 : Hücresel Haberleşmeye örnek .....	41
Şekil 13 : Hücresel Haberleşmede Kapsama Geçişini .....	42
Şekil 14 : IMS Altyapı Çözümü .....	46
Şekil 15 : 3G Yatırımları (CapEx + OpEx).....	50
Şekil 16 : 3G Abone Sayısı Artışı .....	51
Şekil 17 : NBD Analizinde ARPU Etkisi.....	52
Şekil 18 : Yıllara Göre İndirgenmiş Operatör Gelirleri .....	54
Şekil 19 : Yıllara Göre İndirgenmiş Altyapı Maliyetleri (CapEx).....	54
Şekil 20 : İndirgenmiş Toplam Gelir – NBD İlişkisi .....	56
Şekil 21 : İndirgenmiş Yatırım Miktarı – NBD İlişkisi .....	56

## KISALTMALAR

<b>AB :</b>	Avrupa Birliği
<b>ABD :</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>Ar-ge :</b>	Araştırma geliştirme
<b>FDA :</b>	Food & Drug Administration
<b>IMS :</b>	Informational Medical Statistics
<b>İEİS :</b>	İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası
<b>KOL :</b>	Key opinion leader
<b>NHS :</b>	Natioal Health Service
<b>PBS :</b>	Pazarlama bilgi sistemi
<b>PPRS :</b>	Pharmaceutical Price Regulation Scheme
<b>SGS :</b>	Saygın görüş sahibi

## 1. Giriş

Yüksek maliyetli telekomünikasyon yatırımları açısından yatırım analizi büyük önem taşımakta ve yatırım projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyonların kullanılması yöneticilere büyük esneklik kazandırmaktadır. Projenin gidişatına göre projeyi farklılaştırma, süresini uzatma, geçici olarak durdurma veya terk etme gibi opsiyonlar sunmaktadır.

Proje analizinde net bugünkü değer analizi bir temel yaklaşım olmasına rağmen tek başına yeterli olmamaktadır. Reel opsiyon teorisi, bir yatırım kararının belirsizlik ve esneklik altında incelenmesini, analiz edilmesini sağlayan bir yaklaşımdır. Reel opsiyonlar teorisinin, sermayenin yoğun ve belirsizliğin hâkim olduğu ortamlardaki yatırımlara uygulanabilen genel prensipleri mevcuttur. Bu bakımdan, reel opsiyonlar teorisinin öneminin, onun esnek yapısından kaynaklandığını söylemek yerinde olur.

Son bölümde reel opsiyon metodolojisi kullanarak kablosuz haberleşme teknolojilerine yatırım yapacak firmalar için iki uygulama yapıldı. İlk uygulamada Türkiye’de geciken 3G yatırımları ele alınarak İstanbul için gerekli kapsama altyapı yatırımları analiz edildi. İkinci uygulama da ise Gelecekteki kablosuz haberleşme yatırımları için şu andaki veriler doğrultusunda reel opsiyonlar kullanılarak ileriye dönük yatırım analizi yapıldı. Bu iki uygulamadaki ortak amaç teknolojik gelişmelerin getirdiği belirsizlik altında haberleşme sektöründeki yüksek maliyetli altyapı yatırımlarının analizinde reel opsiyonları bir karar verici araç olarak kullanmaktır.

Reel opsiyon analizlerinin en büyük yararı şu andaki mevcut girdi parametreleri ve kabuller kullanılarak geleceğe yönelik bir yatırım analizi imkanı sağlamasıdır. Ele aldığımız uygulamalardaki kabuller firmaların borsadaki verileri, bu konuda ele alınmış araştırmalar ve çeşitli analiz şirketlerinin verileri doğrultusunda belirli normlara dayandırılarak ele alınmıştır.

İkinci bölümde finansal opsiyonlar ile ilgili kavramlar, üçüncü bölümde opsiyonların değerlemesinde kullanılan metotlar, dördüncü bölümde reel opsiyonlar kavramı ve beşinci bölümde telekomünikasyon sektörü çerçevesinde 3G teknolojisi ve reel opsiyonlar yaklaşımının telekomünikasyon projelerinde kullanımını açıklayacağız.

## 2. Finansal Opsiyonlar

### 2.1. Opsiyon Kavramı

Reel opsiyon fiyatlama yaklaşımı, belirsizlik altında reel aktif varlıkları değerlemede finansal opsiyonların prensiplerini kullanırlar. Bu sebepten dolayı, reel opsiyonlar da finansal opsiyonlar ile benzer temel özellikleri paylaştıkları için finansal opsiyonları hakkında fikir sahibi olmak gerekir.

Opsiyonlar genelde önceden belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde, önceden belirlenmiş bir fiyattan, taraflardan birinin finansal bir varlığı satın alma (call option) ya da satma (put option) hakkına sahip olduğu ancak bu kararında hiçbir yükümlük taşımadığı iki taraflı bir anlaşma olarak tanımlanır. Yükümlülük taşımadan bu haklara sahip olmanın finansal bir değeri vardır; dolayısıyla yatırımcılar opsiyonun sunduğu hakları satın almak zorundadırlar<sup>1</sup>.

### 2.2. Alım ve Satım Opsiyonları

Opsiyonlar basitçe iki türlü opsiyon vardır. Bunlar alım ve satım opsiyonlarıdır. Alım opsiyonu, opsiyon sahibine ilgili malı, kullanım fiyatından alma hakkı verir. Satım opsiyonu, opsiyon sahibine ilgili malı, kullanım fiyatından satma hakkı verir<sup>2</sup>. Bu iki opsiyonda da taraflar miktar, işlemin vadesi, vade tarihindeki fiyat ve opsiyon hakkını alan tarafın ödeyeceği prim konusunda bugünden anlaşılırlar. Anlaşma tarihinde opsiyon hakkını alan taraf anlaşılan prim miktarını opsiyon hakkını veren tarafa nakden öder. Bunun dışında herhangi bir para değişimi yapılmaz.

Bir alım (call) opsiyonu yazan yani satan yatırımcı, söz konusu varlığı, opsiyonun alıcısı talep ettiğinde teslim etme garantisi vermiş olur. Vadeye kadar söz konusu varlığın fiyatı, uygulama (kullanım) fiyatından düşük olursa, opsiyon alıcısı hakkını kullanmaz. Bu durumda opsiyon para dışı veya zararda (out of money) haldedir. Uygulama fiyatının varlığın cari pazar fiyatının altına düşmesi durumunda ise opsiyon parada veya karlı (in the money) hale gelmiş denir.

---

<sup>1</sup> Selçuk Altan Özoğul ve Burç Ülengin, “Reel opsiyonlar ile bilişim teknolojileri yatırımlarının değerlendirilmesi”, **ITU Dergisi/b**, cilt:3, sayı:1 (Aralık 2006), s.15

<sup>2</sup> Ömer Önalın, “Finans Mühendisliğinde Matematiksel Modelleme”, 1. Basım, İstanbul: Avcıol Basım Yayın, 2004, s.10.

Bir satım (put) opsiyonu yazan yani satan yatırımcı, söz konusu varlığı, opsiyonun alıcısı talep ettiğinde satma garantisi vermiş olur. Vadeye kadar söz konusu varlığın fiyatı, uygulama (kullanım) fiyatından yüksek olursa, opsiyon alıcısı hakkını kullanmaz. Bu durumda opsiyon para dışı veya zararda (out of money) haldedir. Uygulama fiyatının varlığın cari pazar fiyatının üzerine çıkması durumunda ise opsiyon parada veya karlı (in the money) hale gelmiş denir.

### 2.3. Avrupa ve Amerikan Opsiyonları

Kullanım amaçlarına bağlı olarak farklı opsiyon modelleri bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olan iki tanesi Avrupa ve Amerikan opsiyonlarıdır.

a) *Avrupa Opsiyonu:* Opsiyon sahibi tarafından sadece vade tarihinde kullanılabilir. Vade tarih dolana kadar geçen zaman içerisinde kullanılamaz.

b) *Amerikan opsiyonu:* Opsiyon sahibi tarafından sadece vade tarihinde değil vade tarihine kadar herhangi bir zamanda kullanılabilir.

Avrupa opsiyonuna baktığımızda opsiyon sahibi daha kısıtlı bir hakka sahiptir. Amerikan opsiyon sahibi daha esneklerdir. Opsiyon sahibi içinde bu durum daha fazla risk taşırken opsiyonu yazan (writer) için ise daha az risk taşımaktadır.

### 2.4. Opsiyonlarla İlgili Terimler

Finansal opsiyonlar ile ilgili terimler aşağıdadır<sup>3</sup>:

$C$  = Opsiyon primi (option premium): opsiyon kontratıyla sağlanan alım ve satım hakkı karşılığında alıcının satıcıya ödediği fiyattır.

$K$  = Uygulama fiyatı (exercise, strike price): Opsiyonun kullanım fiyatı da denir. Opsiyon sahibinin malı, vade tarihinde alma veya satma hakkı olan kullanım fiyatıdır.

$T$  = Vade (expiry date) :  $t=0$  anı, opsiyon sözleşmesinin yapıldığı andır.  $t = T$  anı ise opsiyonun vade suresidir.

$S_t$  = Temel varlığın  $t$  anındaki spot piyasa fiyatı:  $t=0$  anında malın piyasadaki değeri  $S_0$ ,  $t = T$  anındaki yani vade tarihindeki değeri  $S_T$ 'dir

---

<sup>3</sup> Önalın, s.11

Eğer  $K$  uygulama fiyatı ve  $S_T$  son kullanım fiyatı ise, Avrupa tipi alım (call) opsiyonda uzun pozisyondaki opsiyon ödemesi  $\max(S_T - K, 0)$ , satım (put) opsiyonunda uzun pozisyondaki ödemesi  $\max(K - S_T, 0)$ 'dir<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Harmantzis, s.109

### 3. Opsiyon Değerleme Modelleri

En yaygın olarak kullanılan modelleme yaklaşımları Black-Scholes modeli ve binom veya Binomial modelidir. Aslında reel opsiyonlara bakıldığında Black-Scholes modelinin tercih edildiğini fakat dinamik programlama yaklaşımında binomial modelin de alternatif bir yaklaşım olarak kullanıldığını görebiliriz. Black-Scholes modeli Avrupa tipi opsiyonu, Binomial model ise Amerikan tipi opsiyonu modellemektedir. Binomial modelin en büyük eksiği risksiz getiri oranı ( $r$ ) içermemesidir.<sup>5</sup> Ayrıca Araştırmalar, Black-Scholes modelinin, binom modelinin özel bir hali olduğunu, verdikleri sonuçların da birbirlerine yakınsadığını göstermektedir<sup>6</sup>.

#### 3.1. Black – Scholes Opsiyon Değerleme Modeli

Black-Scholes opsiyon fiyatı hesaplama modeli, 1973 yılında Fischer Black ve Myron Scholes tarafından temettü ödemesi yapmayan Avrupa tipi opsiyonların primlerini hesaplamak üzere geliştirilmiştir. Finansal ürünün nakit hesabında kısa pozisyon, alım opsiyonu hesabında ise uzun pozisyon tutarak risksiz faiz oranında getiri elde eden bir portföy kurma düşüncesi modelin temel dayanağıdır<sup>7</sup>.

Vade, Binom fiyatlama modelinde çeşitli zaman dilimlerine bölünmektedir. Binom modeli, dönem sayısı arttıkça Black-Scholes modeline yaklaşmaktadır<sup>8</sup>.

Black-Scholes formülünün reel opsiyonlarda kullanılması yaygın bir yaklaşımdır. Aynı zamanda Benninga ve Tolkowsky (2002) Ar-Ge (R&D) yatırımlarının tahmininde de Black-Scholes formülünü kullanmışlardır.

##### 3.1.1. Black Scholes Modeli için kabuller:

Black – Scholes fiyatlama modelinde kullanılan kabuller aşağıdaki gibidir<sup>9</sup>:

- Hisse senedinin getirisi lognormal olarak dağılmaktadır.

---

<sup>5</sup> Shuichi Masunaga, “A Comparative Study of Real Options Valuation Methods: Economics-Based Approach vs. Engineering-Based Approach”, (Master’s Thesis, Master of Science in Real Estate Development at the Massachusetts Institute of Technology, 1999), s.16

<sup>6</sup> Özoğul ve Ülengin, s.16

<sup>7</sup> İbrahim KELEŞ, ”Microsoft Güvenlik Risk Yönetimi Kararlarının Gerçek Opsiyon Yaklaşımıyla Değerlemesi”, Journal of Yasar University, Vol.1, No.4 (Ekim 2006), <http://joy.yasar.edu.tr/makale/4.sayi/opsion.pdf> (28 Nisan 2008)

<sup>8</sup> Güray Küçükkucaoğlu, Türev Piyasalar – Swap ve Options, (2008), Başkent Üniversitesi, İşletme Bölümü, <http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/finpazcarsamba12.doc> (28 Nisan 2008)

<sup>9</sup> John C. Hull, **Options, Futures and Other Derivatives**, Fifth Edition, New Jersey: Prentice Hall, 2003, s.242.

- Opsiyonun vadesi boyunca, risksiz getiri oranı ve hisse senedi getirisinin varyansı sabittir. Risksiz getiri oranının değeri ve volatilité bilinmektedir.

- Vergi ve işlem maliyetleri yoktur.

- Temettü dağıtılmamaktadır.

- Piyasada süreklilik vardır ve hisse senedi fiyatları Markov sürecini takip etmektedir.

- Alım opsiyonlar Avrupa tipidir. Opsiyonun ortadan kalkmasına neden olacak firma devirleri söz konusu değildir.

### 3.1.2. Black Scholes Opsiyon fiyatlama Modeli Formülü:

Black - Scholes opsiyon fiyatı hesaplama formülü aşağıdaki gibidir<sup>10</sup>:

$$c = S_0 e^{-yT} N(d_1) - K e^{r_f T} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r_f - y + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$N(d_1)$  ve  $N(d_2)$  kümülâtif normal dağılım fonksiyonlarıdır.  $\sigma^2$  hisse senedi getirisinin varyansıdır.

Bu formülde yer alan değişkenlerin ifade ettikleri kavramlar şu şekildedir;

$C$ : Alım opsiyonu primi

$S_0$ : Temel varlığın spot piyasa fiyatı

$K$ : Opsiyonun kullanım fiyatı

$r_f$ : Risksiz faiz oranı

$T$ : Opsiyonun vade sonuna kadar kadarki zaman (yıl olarak)

---

<sup>10</sup> Aswath Damadoran, (2002), **Investment Valuation**, Second Edition, Wiley, 2002, s.10.

$\sigma$ : Temeldeki varlığın oynaklığı (standart sapması)

Black-Scholes formülüne bakıldığında genel olarak alım opsiyonun fiyatının hisse senedinin fiyatı ile kullanım fiyatının arasındaki farkta eşit olduğu görülmektedir. Ancak  $N(d_1)$  ve  $N(d_2)$  gibi iki risk faktörü formüle dâhil edilmiştir.

Model karmaşık görünmesine rağmen temelde beş ana girdiye dayanarak değerlendirme yapmaktadır. Bunların dördü, cari hisse senedi fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, risksiz faiz oranı ve opsiyonun vade bitimine kalan süre kolaylıkla elde edilebilir. Beşinci girdi ise volatilitedir. Black-Scholes modelinin çözümünde volatilitenin hesaplanması çok önemlidir. Daha öncede söylendiği gibi volatilitenin getirilerin değişkenliğinin ölçüsüdür<sup>11</sup>.

### 3.2. Binom Opsiyon Değerleme Modeli

Binom modeli, ağaç yaklaşımları arasında en yaygın olarak kullanılanıdır<sup>12</sup>. Vadelerinden önce uygulanabilen Amerikan türü opsiyonların fiyatlandırılmasında kullanılan ve 1979'da Cox, Ross ve Rubinstein tarafından geliştirilen bir modeldir<sup>13</sup>.

Binom modelinde fiyatlar ya aşağıya ya da yukarıya hareket etmektedir. Aşağı veya yukarı hareketin ortaya çıkma olasılığı binom dağılımı tarafından belirlenmektedir. Modelin varsayımları aşağıdaki gibi özetlenebilir<sup>14</sup>:

- Piyasalar mükemmel işlemektedir ve rekabet söz konusudur. Diğer bir ifadeyle, işlem maliyetleri, vergiler ve düzenlemelerin olmadığı bir dünya varsayılmaktadır. Hisse senetlerinin yüzdeleri ile de işlem yapılabilir ve yatırımcılar istedikleri miktarda, piyasa fiyatından, alış veya satış imkanına sahiptirler. Tek bir faiz oranı vardır ve yatırımcılar bu orandan nakit ödünç alıp verebilmektedirler.

- Faiz oranı, fiyatların her dönem ne kadar yukarı veya ne kadar aşağı hareket edeceği bilinmektedir. Hisse senedinin fiyatı geometrik rastsal yürüyüşe göre hareket etmektedir.

---

<sup>11</sup> İbrahim Bostan, "Yatırım Projelerinin Analizinde Reel Opsiyonların Kullanılması ve Bir Uygulama", (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi SBE, 2007), s.27

<sup>12</sup> Özoğul ve Ülengin, s.19

<sup>13</sup> Tülin Akkum, "Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri", **İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, C.29 ,S.1 (Nisan 2003), s.47 – 74,

[http://www.isletme.istanbul.edu.tr/surekli\\_yayinlar/dergiler/nisan2000/3.htm](http://www.isletme.istanbul.edu.tr/surekli_yayinlar/dergiler/nisan2000/3.htm)

<sup>14</sup> Küçükücağlu, s.35

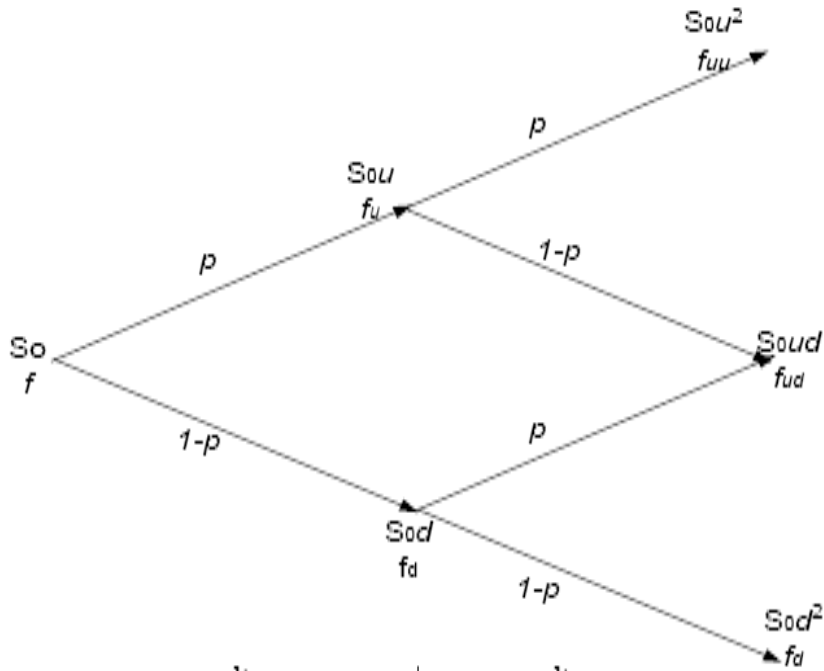
- Yatırımcılar daha fazla serveti daha az servete tercih etmektedirler. Bu varsayım sayesinde tüm arbitraj imkanları kullanılmaktadır.

Binom modeli, finansal varlığın değeri opsiyon süresi boyunca farklı değerler alabileceğini gösterir.  $S_0$ , temel varlığın spot piyasa fiyatı,  $f$ 'de temel varlığın şu andaki fiyatıdır. Opsiyon tarihi ise  $T$ 'dir. Bu periyodu  $n$  tane periyoda bölelim. Her bir periyotta varlığın değeri  $u$  kadar  $p$  kadar olasılıkla artsın ya da  $d$  kadar  $1-p$  olasılıkla azalsın<sup>15</sup>.

İki basamaklı bir binom ağacı düşünelim. Eğer birinci periyotta fiyat  $S_{0,u}$  kadar artarsa opsiyon ödemesini  $f_u$ ,  $S_{0,d}$  kadar azalırsa  $f_d$  olur. Böylece ikinci periyotta da iki kez artmada opsiyon ödemesi  $f_{uu}$ , iki kez azalmada  $f_{dd}$ , bir artma ve bir azalmada ise  $f_{ud}$  olur. Arbitrajın olmadığı durumda opsiyonun değeri şu şekildedir;

$$f = e^{-rdt}[pf_u + (1-p)f_d] \quad (4)$$

Formülde  $e^{-rdt}$  devamlı iskonto oranıdır.



**Şekil 1: İki Periyotlu Binom Modeli**

<sup>15</sup> Fotios C. Harmantzis and Venkata Praveen Tanguturi, "Delay In The Expansion From 2.5G to 3G Wireless Networks: A Real Options Approach", ITS Conference, 2004, s.4

$p$ ,  $u$  ve  $d$  parametreleri şu şekildedir;

$$p = \frac{a - d}{u - d} \quad (5)$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{at}} \quad (6)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{at}} \quad (7)$$

$$a = e^{rt} \quad (8)$$

## 4. Proje Değerlemede Temel Modeller

### 4.1. Proje Değerlemesi Kavramı

Bir projeye yatırım yapmak yöneticiler açısından en büyük sorunlardan biridir. Yöneticiler yıllar sürecektir olan projelerin finansal değerinin bugünkü karşılığı hakkında fikir sahibi olabilirler ise o zaman yatırımlarını doğru yönlendirebileceklerdir. Proje değeri kavramını proje süresi boyunca net nakit akışlarının net bugünkü değeri olarak ifade edebiliriz<sup>16</sup>. Yöneticiler, net bugün ki değeri en yüksek olan projeleri tercih edeceklerdir. Net nakit akışları, firmanın hissedarlarının güçlü olması ile de orantılıdır. Bu sebeple sermaye bütçeleri kararları, firmaların uzun dönem finansal performanslarına da bağlıdır.

Firmalar proje değerlendirmelerinde kendi kriterlerine bağlı olarak farklı değerlendirme metodları seçebilirler. İndirgenmiş nakit akışı (DCF), İçsel getiri oranı (IRR) gibi bir çok reel opsiyon tipi mevcuttur. Bu tezde daha reel opsiyon değerlendirmesinde indirgenmiş nakit akışı metodunu ve Black – Scholes modelini kullanacağız.

Firmanın özelliklerine ve beklentilerine göre hangi metod seçilirse seçilsin temel varılmak istenen nokta proje boyunca belli bir iskonto oranı ile net nakit akışlarının bugünkü değerini bularak Net Bugünkü Değer (NPV) analizi yapmaktır.

Telekomünikasyon sektöründeki projelerin analizinde, NBD hesaplamalarında kullanılmak üzere iskonto oranı olarak sermayenin ağırlıklandırılmış ortalama maliyetini almaktayız<sup>17</sup>.

### 4.2. İndirgenmiş Nakit Akışı

Tipik indirgenmiş nakit akışı (Discount Cash Flow) kavramı, gelecek nakit akışlarının bilindiğini ve bugüne indirgenmiş olduğunu varsayarak bugünkü değer yatırımlarının maliyetinin hesaplanmasını sağlar<sup>18</sup>. Örneğin, başlangıçta belli bir yatırım maliyeti ile 5 yıllık bir proje düşünelim. Projelerdeki başlangıç yatırımları, proje yaşam döngüsü boyunca, belli bir oranda indirgenmiş nakit akışları yaratırlar.

---

<sup>16</sup> Maggie Tsui, "Valuing Innovative Technology R&D as a Real Option: Application to Fuel Cell Vehicles", (Master's Thesis, Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 2005), s.20

<sup>17</sup> Harmantzis, s.112

<sup>18</sup> Harmantzis, s.108

İndirgenmiş nakit akışı tekniği proje planının ve kapsamının proje süresince sabit olduğunu varsayar. Bu sebeple de projenin başlangıcında proje değeri belirlenir. Halbuki gerçekte şartlar ve parametreler proje boyunca değişmektedir.

Proje analizinde indirgenmiş nakit akışı tekniği kullanılırken genellikle iskonto oranı olarak ne alınması gerektiği konusuna pek vurgu yapılmaz<sup>19</sup>.

Bu konuda bazı yöneticiler risk faktörünü de içeren Finansal Varlıkları Fiyatlama Modeli'ni (CAPM, Capital Asset Pricing Model) , kimi yöneticiler ise daha az risk faktörü içeren Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti'ni (WACC, Weighted Average Cost of Capital) kullanmaktadırlar.

Telekomünikasyon yatırımları için tercih edilen yaklaşım Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti'ni iskonto oranı almaktır.

### 4.3. Ağırlıklı Ortalama Sermaye Maliyeti

Çeşitli kaynaklardan sağlanmış fonlar, şirketlerin sermaye yapılarını oluşturur. Sermaye maliyeti (cost of capital) denildiğinde şirketin sermaye yapısını oluşturan sermaye unsurlarının ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti ele alınmalıdır. Bir şirketin piyasa değerini maksimum kılan sermaye yapısı, o şirket için optimum sermaye yapısıdır. Optimum sermaye yapısında olan bir şirket için ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti minimumdur<sup>20</sup>.

Ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti hesaplamasına gelelim. Öncelikle her bir sermaye unsurunun toplam sermaye içindeki ağırlığı belirlenir ve bu ağırlık söz konusu sermaye unsurunun sermaye maliyeti ile çarpılır. Bütün sermaye unsurları için bu işlem gerçekleştirilir. Ağırlıklı ortalama sermaye maliyetini hesaplamak içinde bu çarpımlar toplanır. Bu işlemleri şu şekilde formüle edebiliriz:

$$WACC = k_d(1 - T) \frac{D}{V} + k_e(1 - T) \frac{E}{V} + k_{ps}(1 - T) \frac{PS}{E} \quad (9)$$

Burada kullanılan değişkenler ve terimler;

$k_d$  = Vergi öncesi yabancı kaynak (borç) maliyeti

T = Vergi oranı

D = Yabancı kaynağın (borcun) piyasa değeri

V = Toplam sermayenin piyasa değeri (V = D + E + PS)

$k_e$  = Özkaynak Maliyeti

<sup>19</sup> James Alleman, "A New View Of Telecommunications Economics", Telecommunications Policy, Vol. 26,(2002), s.87

<sup>20</sup> Mustafa Kırılı, "Şirket Değerlemede İndirgenmiş Nakit Akışı Yöntemi'in Bir Girdisi Olarak Devam Eden Değer'in Belirlenmesi", **Yönetim Ve Ekonomi**, C:12, S:2 (2005), s.162

E = Özkaynağın piyasa değeri

$k_{ps}$  = İmtiyazlı hisse senedi maliyeti

PS = İmtiyazlı hisse senedi piyasa değeri

Ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti telekomünikasyon sektöründe yatırım yapacak firmalar için Net Bugünkü Değer hesaplamada iskonto değeri olarak kullanılmaktadır.

#### 4.4. Paranın Zaman Değeri

Paranın değeri, örneğin doların bugünkü değeri yarınki dolar değerinden farklı olmaktadır. Bu sebeple paranın zaman değeri kavramı da bir başka kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle gelecekte yapılacak ödemeler için önemli bir faktördür. Şimdi değer hesaplamada formül aşağıdaki gibidir<sup>21</sup>;

*Şimdi Değer (PV) = İskonto Faktörü x Beklenen Gelecek Nakit Akışları* (10)

$$\text{iskonto faktörü} = \frac{1}{(1 - r_i)^t} \quad (11)$$

$r_i$  = risk duyarlı iskonto oranı

$t$  = gelecek ödemelerinin zaman periyodu sayısı

Örneğin 5 yıllık bir proje için periyotları yıllık düşünürsek 3.yıl için  $t = 3$  olur.

Diyelim ki proje daimi yani proje zamanı sonsuza yakınsasın, o zaman formül daha özel bir hale alır.

$$\text{iskonto faktörü} = \frac{\text{Nakit Akışı}}{r_i} \quad (12)$$

Özellikle şirketin hisse senedi değişimlerinden çok dövize endeksli paranın zamana karşı değişiminden daha çok etkilenecek proje yatırımlarında iskonto oranı olarak paranın zamana göre değişimi faktörü ele alınmalıdır.

---

<sup>21</sup> Tsui, s.23

#### 4.5. Net Bugünkü Değer

Net Bugünkü Değer (Net Present Value) yöntemi, indirgenmiş nakit akışının şimdiki zamanı için en çok kullanılan yöntemdir. Bir projenin Net Bugünkü Değeri, proje süresi boyunca artan nakit akışları ve çıkışlarının şu anki değeridir<sup>22</sup>.

Bir proje süresince projenin gerçekleştirilmesi için belirli miktarda bir nakit çıkışı yani yatırım yapılmaktadır. Aynı zamanda proje süresince belirli miktarda bir nakit kazancı yani projenin getirileri de olmaktadır. Bu noktada elde edilen nakit kazancı, projeye yatırılan sermayeden büyük ise firma kar edecektir. Fakat bu durumda en büyük sorun uzun soluklu projelerde zaman kavramının ortaya çıkmasıdır. Çünkü proje süresince piyasa şartları, paranın değeri, şirketin finansal performansları gibi bir çok etken değişmektedir. Bu sebeple yatırılacak paranın ve elde edilecek gelirin bugünkü değere indirgenmesi gerekmektedir. İşte bu indirgeme, iskonto oranı dediğimiz bir oran ile sağlanmaktadır.

Kısacası Net Bugünkü Değer (NBD), malın bugünkü değeri ( $V$ ) ile başlangıç yatırımı ( $K$ ) arasındaki farktır. Formülü aşağıdaki gibidir:

$$NBD = -K + \sum_{t=1}^n \frac{E(NA_t)}{(1 - r_i)^t} = V - K \quad (13)$$

$K = 0$  anındaki yatırım miktarı

$NA_t = t$  anındaki nakit akışı

$E(NA_t) = t$  anındaki beklenen nakit akışı

$r_i =$  risk duyarlı iskonto oranı

$t =$  gelecek ödemelerinin zaman periyodu sayısı

$n =$  gelecek nakit akışlarının periyod sayısı

Bizim çalışmamızda iskonto oranının değişmez yani sabit olduğunu varsayacağız.

NBD metodu yönetsel esnekliği dikkate almadan proje değerini hesaplamaktadır. Bunun sebebi NBD metodunun projenin nakit akışının daha önceden

---

<sup>22</sup> Tsui, s.24

belirlenen sabit bir senaryo dahilinde gerçekleşeceğini ve karar vericilerin belirlenmiş yönetim stratejisini pasif olarak takip edeceğini varsaymasıdır<sup>23</sup>.

NBD metodu yöneticileri, belli bir tarihte, sadece o tarihe ait bilgileri kullanarak, projeyi yapma ya da yapmama kararıyla sınırlamaktadır. Sonuç olarak proje  $V > K$  ise yani pozitif net bugünkü değeri varsa başlayacak,  $V < K$  ise başlamayacaktır.

#### 4.6. Proje Seçiminde Karar Alma

Tipik indirgenmiş nakit akışı (Discount Cash Flow) kavramı, gelecek nakit akışlarının bilindiğini ve bugüne indirgenmiş olduğunu varsayarak bugünkü değer yatırımlarının maliyetinin hesaplanmasını sağlar<sup>24</sup>. Örneğin, başlangıçta belli bir yatırım maliyeti ile 5 yıllık bir proje düşünelim. Projelerdeki başlangıç yatırımları, proje yaşam döngüsü boyunca, belli bir oranda indirgenmiş nakit akışları yaratırlar.

İndirgenmiş nakit akışı, proje boyunca proje kapsamı ve planın sabit olduğunu, projeye başlandığı anda proje değerinin ve yatırımı için gerekli sermayenin belirlenmiş olduğunu varsayar. Halbuki gerçekte, proje değeri statik değildir ve proje kapsamı ve planı proje boyunca değişkendir. Yeni kararlar proje boyunca alınabilir.

13 numaralı denklemden de görüleceği gibi indirgenmiş nakit akışı iskonto oranına bağlıdır. Daha riskli projeler, yüksek iskonto oranı ile gelecek nakit akışlarındaki yüksek değişkenliği dengelemektedir. Ayrıca belirsizlikler, doğru yönetilirse projeye bir değer katabilir. Gelecekteki ödemelerdeki daha yüksek belirsizlikler, esnek projelerin değerinin daha yüksek kılacaktır. Sabit değişmez dizayn edilmiş bir sisteme göre, esnek bir proje değişen şartlara daha çok adapte olunmasını sağlamaktadır.

Karar vericiler erteleme yeni bilgiler ışığında ve yeni ekonomik şartlar altında projeyi geciktirme, geçici olarak durdurma veya tamamen durdurma kararını alarak projenin değerini arttırabilirler. Real opsiyon kavramı bu anlamda daha fazla esneklik sağlamaktadır<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Özogül, s.16

<sup>24</sup> Venkata Praveen Tanguturi ve Fotios C. Harmantzis, "Migration To 3G Wireless Broadband Internet and Real Options: The Case Of An Operator In India", **Journal of Telecommunications Policy**, Vol. 30, No. 1 (2006), pp. 32 - 44

<sup>25</sup> Tsui, s.26

## 5. Reel Opsiyonlar

### 5.1. Reel Opsiyon Kavramı

Gerçek hayatta firmalar açısından en büyük problemlerden biri yatırım kararlarının alınması ve bu kararların alınması aşamasında kullanılacak metotların belirlenmesidir. Reel opsiyon teorisi, bir yatırım kararının belirsizlik ve esneklik altında incelenmesini, analiz edilmesini sağlayan bir yaklaşımdır<sup>26</sup>.

Jonathan Mun kitabında real opsiyon tanımını şu şekilde yapmıştır:

“Real opsiyonlar, stratejik nakit yatırım kararlarının alınması, yatırım kararlarının değerlendirilmesi ve proje sermaye harcamaları bağlamında, yönetim kararlarının esnek olduğu belirsiz ve dinamik bir çevrede, opsiyon teorisini kullanarak gerçek fiziksel menkul kıymetlerin değerlendirilmesi için finansal teori, ekonometrik analiz, yönetim bilimi, karar bilimi, istatistik, ve ekonometrik modelleri kullanan sistematik bir yaklaşım ve tümleşik bir çözümdür.”<sup>27</sup>

Real opsiyonlar, bugüne kadar ilaç, enerji, telekomünikasyon, madencilik, bilişim gibi bir çok farklı sektörde değerlendirme amacıyla kullanılmıştır. İşletmeler için en büyük zorluklardan biri zaman içinde işletmenin önüne yeni fırsatlar çıkabilmekte, piyasada olumlu ya da olumsuz değişiklikler yaşanmaktadır. Bu yeni durumlarda işletmeler, zorunlu olmasa da, uygun görmeleri halinde mevcut projelerini genişletebilmekte, erteleyebilmekte ya da projelerini daha uygun zamanda hayata geçirmek için bekleyebilmektedirler. Uygulamada karşılaşılan pek çok yatırım kararının değerlendirilmesinde, bu seçenekler göz ardı edilip, riskler ve fırsatlar tam olarak değerlendirmeye alınmadığı için sağlıklı sonuçlara ulaşılamıyor. Yatırım kararlarında firmanın önündeki seçenekleri veya alternatif stratejileri de dikkate alan bir yaklaşım yatırımların daha doğru, daha gerçekçi bir şekilde değerlendirilmelerine olanak verebilecektir. Zorunluluğun olmaması ve yöneticilerin istemeleri halinde bu projeleri hayata geçirme imkanlarının olması, opsiyon yaklaşımının proje değerlendirme için kullanılabilir bir araç olduğunu göstermektedir. Bu noktada reel opsiyon yaklaşımı karar vericilere yardımcı olmaktadır.

Reel opsiyonları finansal opsiyonlar ile karşılaştırdığımızda finansal opsiyonlar sadece finansal bir varlığı satın almak ya da satmakla sınırlı iken, reel opsiyonlar daha genel bir anlamda “bir şey yapmak” olarak ifade edilebilir. Diğer açılardan finansal ve

---

<sup>26</sup> Harmantzis, s.109

<sup>27</sup>

reel opsiyonlar tamamen benzerlik göstermektedir<sup>28</sup>. Tablo 1’de finansal opsiyonlarla reel opsiyonların mukayesesi verilmiştir.

**TABLO 1**  
**Finansal Opsiyolar ile Reel Opsiyonların Mukayesesi**

Finansal Opsiyon	Değişkenler	Reel Opsiyonlar
Hisse Senedi Fiyatı	$S_0$	Beklenen Nakit Akışının Bugünkü Değeri
Kullanma Fiyatı	$K$	Yatırım Maliyeti
Kullanma Tarihine Kalan Süre	$T$	Yatırım Yapma Olanağının Ortadan Kalkmasına Kalan Süre
Hisse Senedi Değerinin Varyansı	$\sigma^2$	Nakit Akışlarındaki Belirsizlik
Risksiz Getiri Oranı	$r_f$	Risksiz Faiz Oranı

Telekomünikasyon sektörüne baktığımızda, rekabetin çok olduğu, projelerin çok olduğu ve proje yatırımların yüksek maliyetli olduğu bir sektör olduğunu görmekteyiz. Bu sebepten dolayı, reel opsiyon uygulamaları için uygundur. Bir telekom servisinin veya bir network yatırımının anlamlı, geri dönüşü olmayan bir yatırım olması zorunluluğundan dolayı belirsizlik altında riskli bir yatırımdır. Klasik NBD yatırım analizi iskonto oranındaki değişimler dışında proje riskine etki etmez. Hatta projenin yönünü değiştirecek yeni bilgiler gelse bile proje kapsamını etkilemez. Çünkü proje bir opsiyonlar kümesidir, belirsizlik için sebep gösterme ve esnekliğe izin verme için bir model gerekir<sup>29</sup>.

Finansal opsiyonlar için kullanılan fiyatlama terimlerinin yatırım opsiyonlarındaki eşlemesi Tablo 1’deki gibidir. Bu tablodaki eşlemeler sayesinde yöneticiler finansal opsiyonlarda kullandıkları terimleri yatırım opsiyonları içinde eşlendiğini bulabilirler. Mesela proje, bir ürün satın alma veya geliştirme için bir miktar sermayeye ihtiyaç duymaktadır. Bu tanımdaki yatırılan para finansal opsiyonlardaki opsiyon kullanım fiyatına ( $K$ ), malın şu andaki değeri de şimdiki stok fiyatına eşittir( $S_0$ ).

<sup>28</sup> Özoğul, s.18

<sup>29</sup> Harmantzis, s.110

Firmanın proje boyunca beklediği zaman opsiyonun vade tarihi, projenin nakit akışındaki belirsizlik ise malın standart sapmasına karşılık gelmektedir. Paranın zaman değeri de Risksiz Getiri Oranına eşittir.

Reel opsiyonlarla finansal opsiyonlar arasındaki, reel opsiyonları doğal olarak daha karmaşık yapan farklılıklar<sup>30</sup>;

- Reel opsiyonlar finansal opsiyonlar gibi sabit bir kullanım fiyatına sahip olmayabilir, bunun yerine reel opsiyonun kullanım maliyeti kendine has rastgele bir modele sahiptir.
- Reel opsiyonlar finansal opsiyonlar gibi belli bir tarihte sona ermez.
- Bir reel opsiyonun kullanımının bir anda olması gerekmez.
- Reel opsiyonlar genellikle çok sınırlı bir likiditeye sahiptir.
- İşlem maliyetleri finansal opsiyonlara göre reel opsiyonlarda daha fazla olabilir.

## 5.2. Reel Opsiyon Analizi

Yatırımdan elde edeceğimiz getirinin bu yatırım için kullandığımız sermayenin fırsat maliyetini karşılaması temel yatırım prensiplerinden biridir. Bu prensibin en yaygın uygulaması indirgenmiş nakit akımı uygulamasıdır. Sermaye piyasaları teorisiyle birlikte indirgenmiş nakit akımı uygulaması, bir yatırım projesinin fırsat maliyetini aynı riske sahip benzer yatırımların beklenen kazancı olarak tanımlar. Sermayeye dayalı varlık fiyatlama modeli, projenin sistematik riskini anlamaya ve kullanmaya yarayacak nispeten hareketli bir araç sunduğu düşünülmüştür<sup>31</sup>. Bu koşullar altında şirket bir projeye yatırım yaptığı zaman iki önemli alternatifle ilişkisini kesmektedir. Bunlar;

- Bir ikiz menkul kıymete veya eşdeğer riske sahip bir varlığa yatırım yapmak

---

<sup>30</sup> F. Peter Boer, **The Real Options Solution; Finding Total Value in a High-Risk World**, New York: JohnWiley and Sons, 2002, s.117.

<sup>31</sup> Bostan, s.56

- Aynı proje üzerinde gelecekteki en uygun zamanda yatırım yapmak

Fırsat maliyeti kavramı yoluyla ilk şık ifade edilmiştir. Net bugünkü değer analizi tarafından ikinci şık belirsizlik koşulları altında tamamen yakalanamamaktadır. Yatırım projesi değerlendirmesinde bu durum belirsizliği çok önemli yapar. Belirsizliği, bilgi akışı ve finansal değer arasındaki ilişki belirler. Net bugünkü değer analizi, proje başlangıcında sermayenin getirisini maksimize etmek için gerekli bilginin mevcut olduğunu varsayar. Başlangıçta projenin ekonomik çekiciliğinin derecesini kesin olarak belirlemek mümkündür. Fakat gerçek dünyanın belirsizliği altında bu mümkün değildir<sup>32</sup>.

Risk faktörü reel opsiyonlar teorisi hesaplamalarında yer almaktadır. Bu risk gelecekte daha iyi kararlar almamıza destek olacak yararlı bilgilerin elde edilmesiyle bağlantılıdır. Reel opsiyonlar teorisi, standart net bugünkü değer temelli metotlardan bu noktada kendisini kesin bir şekilde ayırır. Reel opsiyonlar teorisini temel alan bir analiz, yatırımın bugün ekonomik olarak avantajlı olmamasına rağmen eğer temel stokastik değişkenler uygun şekilde hareket ederse avantajlı hale gelebileceğini öngörür. Özellikle telekomünikasyon sektöründe olduğu gibi yüksek yatırım gerektiren projelerde bu mümkündür. Bu sebeple, yönetici doğru kararın içine erteleme opsiyonunu da dâhil etmelidir. Bunun yanında proje pozitif bir net bugünkü değere sahip olmasına rağmen değerlendirilirse uygun bir erteleme projeyi daha fazla değerle sonuçlandırabilir. Bu faktörler fırsat maliyeti kavramını genişletme amacıyla, en azından yatırım projesi erteleme opsiyonunun değerini dikkate almasıyla projeyi korur. Bu genişletilmiş fırsat maliyeti kavramı, bir projenin ekonomik olarak avantajlı olabilmesi için sunması gereken revize edilmiş minimum kazancı ifade eder.

Reel opsiyonlar yaklaşımının kullanışlı bir yan ürünü ise eşzamanlı bir şekilde yatırım projesinin değerinin belirlenmesi ve yatırım için en uygun zamanın tanımlaması yeteneğidir. Bu, konu ile ilgili iki çeşit bilginin hesaplamasının içine katılması gerektiğini gösterir;

1. Yönetimsel esnekliğin değerini kapsayan proje değeri
2. Erken kullanım için en uygun zamanlama

Bilginin bu iki bilgi çeşidi birbirlerinden farklıdır ancak onlar beraber kullanıldığı zaman yöneticiye karar almak için büyük bir güç sunar. Projenin değerinin

---

<sup>32</sup> Trigeorgis, **Reel Options and Business Strategy; Applications to Decision Making**, s. 6.

belirlenmesi projenin geliştirilmesi için en iyi stratejilerin belirlenmesini ve bunun aktif yönetimi için bir politika belirlenmesini mümkün kılar. Bu düşüncelerin altında yatan anahtar bakış açısı; karar alıcının rasyonel olarak hareket edeceği ve esneklik sağlayan bir opsiyonun belirsizlik koşulları altında değere sahip olacağı varsayımdır. Bu opsiyonun sadece uygun şekilde kullanıldığında tam değere sahip olacağı anlamına gelir<sup>33</sup>.

Yukarıdaki analizler rekabet stratejilerinin önemli bir problemini dikkate almaz. Rekabet etkileşimi durumunda bir yatırım kararını ertelemek, rekabeti yapanlarda değer kaybıyla sonuçlanabilir, bu kaybı belirsizlik altında beklemenin değeri telafi edebilir. Bu durumlar altında fırsat maliyeti kavramı, erken yatırımının değerinin dâhil edilmesiyle yeniden gözden geçirilmelidir. Böyle bir düzenleme, çeşitli opsiyonlar arasındaki potansiyel etkileşimi de dikkate alınmalıdır. Bu mülahazalar ise, bize sebep sonuç ilişkisine dayanan yatırım değerlendirme yöntemlerinin yapısal sınırlarının önemini belirtir<sup>34</sup>.

### **5.3. Reel Opsiyon Türleri**

Bir yönetici farklı ve genellikle zor yatırım kararları ile karşı karşıyadır. Bu kararların her birinin birer opsiyon olarak tanımlanabileceğini vurgulamıştık. Firma için gerekli ve önemli bir proje için bu projeyi bir şekilde kabul ettirmenin yolu bulunabilir. Ya da tam tersi olarak yönetici projenin risklerini göz önüne alamayıp bir şekilde kaçış yolu bulabilir. Bununla beraber bu seçenekleri belirlemek mümkündür.

Reel Opsiyonlar proje boyunca karşılaşılabilecek opsiyon türlerine kategorize edilir. Tablo 2’de reel opsiyon türleri ve bir haberleşme firması tarafından bir proje için karşılaşılabilecek opsiyonlar görülmektedir.

---

<sup>33</sup> Trigeorgis, *Reel Options and Business Strategy; Applications to Decision Making*, s. 6.

<sup>34</sup> Bostan, s.58

**TABLO 2**  
**Reel Opsiyon Türleri**

<b>Kategori</b>	<b>Tanımlama</b>	<b>Haberleşmedeki Potansiyel Uygulaması</b>
Gecikme Opsiyonu (Option to defer)	Projenin teknik fizibilitesini koruyarak yatırım giderlerini erteleme veya geçici olarak üretimi durdurma	3G uygulamalarında maliyetleri daha düşük bir alternatif bir teknolojinin çıkması
Genişletme Opsiyonu (Option to expand )	Sermaye ilave edilmesiyle proje ölçeğinin genişletilmesi	3G projesi sırasında talebin çok olmasında dolayı altyapı yatırımlarının arttırılması
Değiştirme Opsiyonu (Option to alter)	Kaynak dalgalanmalarına göre alternatif operasyon modelleri arasında geçiş	3G projesinde maliyet düşürmek için farklı bir operatör ile ortak altyapı kullanımı
Bırakma Opsiyonu (Option to abandon)	Projenin ölçeğini küçültme veya vazgeçme	3G projesinde yüksek maliyetlerin kara dönüştürülememesi
Anahtarlama Opsiyonu (Option to switch)	Projenin girdileri ve çıktılarındaki değişimlerden kaynaklanır	3G projesinde abonelik tarifelerini ucuzlatarak daha çok abone kazanmak
Büyüme Opsiyonu (Option to growth)	Gelecekte oluşabilecek fırsatlardan yararlanmak için bir araştırmaya, bir ürüne veya bir platforma yatırım yapmak	Bir operatörün gelecekte kablolu iletişimde pazarda oluşabilecek fırsatlar için şimdiden fiber optik altyapıya yatırım yapması

#### 5.4. Reel Opsiyonların Klasik Metotlardan Farkı

Proje değerlemesinde ve yatırımlarında klasik yaklaşım DCF metotları kullanma şeklindedir. Bu metotlar açıkça projenin, proje boyunca, yönetimin müdahalesinin olmadığı beklenen bir nakit akışı doğrultusunda gerçekleşeceğini varsayar<sup>35</sup>. Bu sebeple çoğu akademisyenler ve işletme yöneticileri net bugünkü değer ve indirgenmiş nakit akımı gibi yöntemlerin yatırım projesi analizinde beklenmeyen piyasa hareketlerine karşılık vermede, son kararları gözden geçirmede ve adapte olmada yetersiz olduğunun farkındadırlar<sup>36</sup>.

Bütün belirsizlikler risksiz iskonto oranı olarak ele alınmıştır. Geleneksel yaklaşım statiktir. Hepsinden öte, nakit akışının beklenen değeri analizlere dahil edilmiştir. Bu metot yönetimin karar almada hiç bir esnekliği olmadığını varsayar. Yani esnek karar alma yoktur. Fakat yönetimin değerlemesinin ya da başka bir değişle kararının indirgenmiş nakit akışına dâhil edilmeyen bir değeri vardır.

Reel opsiyon yaklaşımı bu basit değerlendirme üzerinden gider yani indirgenmiş nakit akışındaki NBD metodunu kullanır ve firmaların operasyonlarına veya aksiyonlarına daha fazla anlam yükler. Firmaların yatırımlarını geciktirme, bırakma, daraltma, genişletme ve daha farklı aksiyonlarına bir esneklik sağlar. Esnek yatırım kararları kavramı da firmaların bu farklı aksiyonlarını da karar analizine dâhil etme anlamına gelmektedir.

Reel opsiyonlar yaklaşımı kullanılarak yapılan yatırım projeleri analizleri projenin hangi sektörde yapıldığına göre şekillenmektedir. Bu sebeple de kullanılan parametreler o sektöre göre ele alınmalıdır. Örneğin iskonto oranı olarak ne alınmalı, volatilité ne olmalı gibi sorular, proje değerlemesini sağlıklı yapmak açısından önemlidir. Bir araştırma geliştirme projesinde reel opsiyonların kullanılması sırasında proje süresi, risk yansız değerlendirme, pazar eksikliği ve volatilité tahmini gibi problemlere dikkat etmek gerekir<sup>37</sup>.

---

<sup>35</sup> James Alleman, "A New View Of Telecommunications Economics", Telecommunications Policy, Vol. 26,(2002), s.88

<sup>36</sup> Lenos Trigeorgis (Ed.), **Real Options in Capital Investment; Models, Staregies and Applications**, Westport:Praeger, 1995, s.1.

<sup>37</sup> Soren Bruun ve Peter Bason,"Real Options Approches In Venture Capital Finance", **Essay Series**, Serie 5 (2001), s.1, <http://www.realoptions.dk/pdf/essay5.pdf>

## 6. Telekomünikasyon Sektörü ve Reel Opsiyonlar

Haberleşme, canlı varlıklar arasında duygu ve düşüncelerin birbirlerine aktarılmasını ifade eder. Haberleşme özünde "kendiliğinden oluşmuş", yani "spontan" bir kurumdur<sup>38</sup>. "Konuşmak", haberleşmenin başlangıcını oluşturmuştur.

Modern haberleşmenin başlangıcını posta hizmetleri oluşturmuştur. Yazının icadı ve kağıdın bulunmasından sonra insanlar yazı yazarak ve bu yazılı metinleri birbirlerine "postacı" adı verilen kimselerle ulaştırmak suretiyle haberleşmeye başladılar. Daha sonraları 19. yüzyıl başlarında Amerikalı Samuel Morse'un telgrafı icat etmesiyle haberleşmede elektrikten yararlanmak suretiyle uzak bölgelere ses iletimi mümkün oldu. 1876'da Graham Bell'in telefonu icat etmesiyle haberleşmede yeni bir dönem başlamış oldu.

Haberleşme hizmetleri çok uzun yıllar boyunca dünyanın pek çok ülkesinde kamu mülkiyeti ve kontrolü altında sunulmuştur. 1980'li yılların başlarına değin posta ve telekomünikasyon hizmetlerinde gelişmiş ve geliştirmekte olan ülkelerin hemen tamamında "devlet monopolü" varlığını sürdürmekteydi. Ancak son 20-25 yıllık süreç içerisinde pek çok altyapı hizmetlerinde olduğu gibi haberleşme hizmetlerinde de serbestleşme, rekabete açılma, deregülasyon ve özelleştirme vs. uygulamalar gündeme gelmiştir. Son yıllarda Türkiye'deki haberleşme pazarına baktığımızda teknolojinin hızla değişmesine bağlı olarak bu pazarında özelleştirme, yabancı sermaye girişi gibi uygulamalardan nasibini aldığını görmekteyiz.

Yeni teknolojiler ve artan rekabet koşulları pazarda sıkı bir rekabet oluşturmaktadır. Bu durumda tüketiciye her geçen gün daha ucuza, daha kaliteli konuşma ve yeni hizmetleri kullanma olanağı sunmaktadır.

Tezimizde reel opsiyonlar teorisini mobil telekomünikasyon endüstrisindeki projelere uygulanmasını ele alacağımız için mobil telekomünikasyon sektörün hakkında öncelikle bilgi sahibi olmamız gerekir.

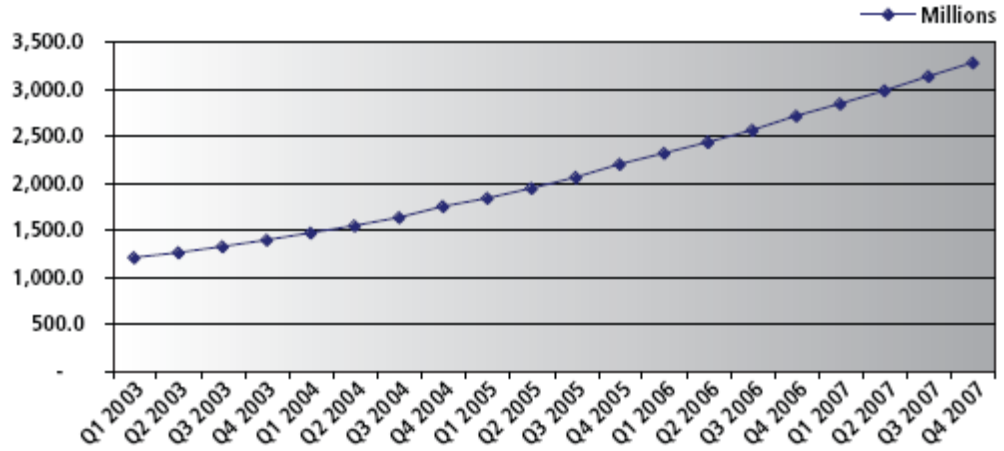
### 6.1. Mobil Telekomünikasyon Sektörünün Ekonomik Yapısı

Mobil telekomünikasyon sektörü, dünyada en hızlı büyüyen sektörlerden biridir. Yatırımcılar açısından bakıldığında sektörün, yüksek teknolojiye bağımlı olarak devamlı büyümesi, pazar yapısını şekillendirecek devamlı değişen regülasyonlar ve

---

<sup>38</sup> Coşkun Can Aktan ve İsmail Yaşar Vural, "Telekomünikasyon Sektöründe Reform Süreçleri", **Telekomünikasyon ve Regülasyon Dergisi**, Yıl:1 Sayı:2, (Nisan 2005), s.81

oligopolistik yarışın olması sektörü yatırım açısından cazip kılmaktadır. GSMA (GSM Association) 2007 sonu verilerine göre dünya üzerindeki GSM abonesi sayısı 3.331.231.433'tür<sup>39</sup>. Dünya üzerindeki abone sayısı hızla büyümektedir (bk. Şekil 2).



**Şekil 2: Dünyadaki Mobil Abone Sayısı**

**Kaynak:** GSMA, “20 Facts For 20 Years Of Mobile Communications”,2008, <http://www.gsmtwenty.com/20facts.pdf> (2008), s.2

Mobil telekomünikasyonun dünya pazarıyla ilgili aşağıdaki veriler bize bu pazarın ne kadar hızlı büyüğü göstermektedir;

- Her gün 1,2 milyon yeni abone katılmaktadır.
- 2006'da hücresel servisler, global ekonominin %1.6'sını oluşturmaktaydı.
- 2007 boyunca 1 milyardan fazla cep telefonu satıldı.
- Mobil operatörler 2002'den itibaren GSM ve 3G altyapılarına \$234 milyar'dan fazla yatırım yaptılar.
- Dünya nüfusunun %80'ninden fazlası GSM şebekesi ile kapsama alanındadır.
- Her gün yaklaşık 7 milyar SMS gönderilmektedir.
- Çin 483 milyon abone, Hindistan 176 milyon abone, Rusya 168 milyon abone ile dünyanın en büyük üç GSM pazarıdır.
- Dünyada bugün 220 ülkede GSM kapsamı vardır.

<sup>39</sup> GSMA, GSM Statistics, Q4 2007, <http://www.gsmworld.com/news/statistics/index.shtml> (31 Aralık 2008), s.1

- Dünyada 190 milyondan fazla 3G abonesi vardır.
- 2010 yılında dünyadaki abone sayısı 4 milyar oluşacağı tahmin edilmektedir.
- Dünyadaki GSM abone sayısının %64'ü gelişmekte olan ülkelerde.

Mobil telekomünikasyon endüstrisinde, Pazar şartlarını belirleyen temel iki unsur vardır. Bunlar ilki teknoloji, diğeri de regüasyondur. GSM teknolojilerine baktığımızda bugün birçok alternatif teknoloji gelişmiştir. Analog haberleşmeden dijital haberleşmeye, devre anahtarlardan paket anahtarlama, her türlü verinin farklı teknolojilerle iletilmesine kadar birçok teknolojik gelişme olmuştur<sup>40</sup>. Pazara bakıldığında bu gelişim sırasında yeni teknolojileri abonelerine ilk sunanlar pazarda önemli ölçüde lider olmuşlardır.

Regülasyon ise mobil iletişimi sürükleyen bir başka unsurdur. Pazara ilk giriş, GSM lisanslarının belirlenmesi, frekans paylaşımlarına kadar birçok konudaki denetimi belirlediği için, pazar yapısını ciddi şekilde biçimlendirmektedir.

Klasik anlamda telekomünikasyon sektörlerinde genelde posta ve telekomünikasyon hizmetlerinin ilk kuruluşunun devlet tarafından yapıldığı görülmektedir. Hal böyle olunca da devlet tekelinde bir pazarda monopol bir yapı oluşmaktadır ve kural koyucu devlet tekelindeki firma olmaktadır. Fakat günümüzde artık birçok oyuncunun bulunduğu ve her bir oyuncunun kararının diğerini de etkilediği bir oligopoli bir pazar görmekteyiz.

Oligopol piyasalarda, uyumlu donanım ya da teknolojilerin kullanılması ya da arabağlantı yapılması halinde kullanıcıların sadece kendi şebekelerindeki kullanıcılar ile değil farklı şebeke kullanıcılarıyla ilişkilendirilmesi sonucu oluşan dışsallık farklı şebeke kullanıcılarının tümünün faydasının artması ile sonuçlanmaktadır. Bu durum sosyal refahın artırılması bakımından işletmeciler ve şebekeler arasındaki arabağlantıların önemini ortaya koymaktadır<sup>41</sup>.

Telekomünikasyon endüstrisinin doğal tekel kuramına uygunluk gösteren bir yapı arz ettiği görülmektedir. İktisadi olarak bir endüstri, endüstri maliyet fonksiyonu aşağıdaki eşitsizliği sağladığı hallerde doğal tekel olarak addedilmektedir.

---

<sup>40</sup> Coşkun Can Aktan ve İsmail Yaşar Vural, s.85

<sup>41</sup> Adnan Akgün, "Telekomünikasyon Endüstrisinde Erişim ve Arabağlantı Fiyatlandırması ve Rekabet Sorunları", Rekabet Kurulu Uzmanlık Tezleri, s.

Genel olarak büyük miktarlarda başlangıç yatırımı gerektiren, dolayısıyla sabit maliyetleri yüksek olan şebeke endüstrilerinin doğal tekeli özelliği gösterdiği kabul edilmektedir. Doğal tekellerin hemen hemen tamamı hizmet sunarlar ve hizmetlerin bir mal gibi stoklanması mümkün değildir. Bu nedenle, tüketici talebinin tüketici talebinin zirvede olduğu zamanlarda talebi karşılamak üzere kapasite fazlasına ihtiyaç duyulmaktadır<sup>42</sup>.

Telekomünikasyon sektöründeki en büyük etkilerden biri de ağ etkisidir (Network Effect). Ağ etkisi, belirli bir ürün ne kadar çok kullanılırsa o ürünün değeri de artar<sup>43</sup>. Mesela dünyada sadece bir kişide telefon olduğunu düşünelim. Bu durumda o telefonla kimseyi aramak mümkün olmayacağı için telefonun değeri neredeyse yoktur. Fakat telefon kullanıcı sayısı arttıkça telefon ürününün de değeri artmaktadır. Mobil operatörler bu durumu belli koşullarda kullanarak pazardaki durumlarını korumakta ve karlarını artırmaktadırlar. Örneğin abonelere uygulanan tarifelere bakıldığında genellikle bir operatörden başka operatörü aramanın daha pahalıya olduğunu böylece abone sayısı çok olan operatörlerin pazarda bu ağ etkisiyle bir üstünlük sağladığını görebiliriz. Ağ etkisi, ürünleri fazla talep edilen firmaları piyasada hakim konuma getirebilir. Bu sebeple rekabet sağlayıcı regülasyon zorunlu olabilir.

Mobil iletişimde en iyi hizmeti verebilmek için temel unsur iyi bir şebeke ve iyi bir kapsamadır. Müşteri memnuniyeti açısından bu iki faktör olmazsa olmazdır. Firmalar açısından düşünülmesi gereken soru, nasıl bir strateji ile hangi ürünü nasıl fiyatlandırması gerektiğidir. Bu noktada verilecek hizmetlerin coğrafi koşullara göre belirlenecek kapsama politikaları ile belirlenmesi gerekmektedir. Mesela şehir alanlarını 3G, 3.5G gibi teknolojiler ile kapsarken, kırsal alanlara 2G yatırımı yeterli olabilir.

Operatörler açısından en büyük zorluk altyapı maliyetleridir. Baz istasyonu, ara bağlantı giderleri, kira ve operasyonel maliyetler her yıl ciddi oranda bir yatırım maliyeti oluşturmaktadır. Ayrıca değişen teknolojileri takip etmek ve yeni hizmetler sunmak için devamlı olarak altyapılarını yenilemek zorundadırlar. Firmalarda altyapı maliyetlerini düşürebilmek için çeşitli stratejiler geliştirmektedirler. Mesala çeşitli Ar-Ge yatırımlarını arttırarak yazılım maliyetlerini azaltmaktadırlar.

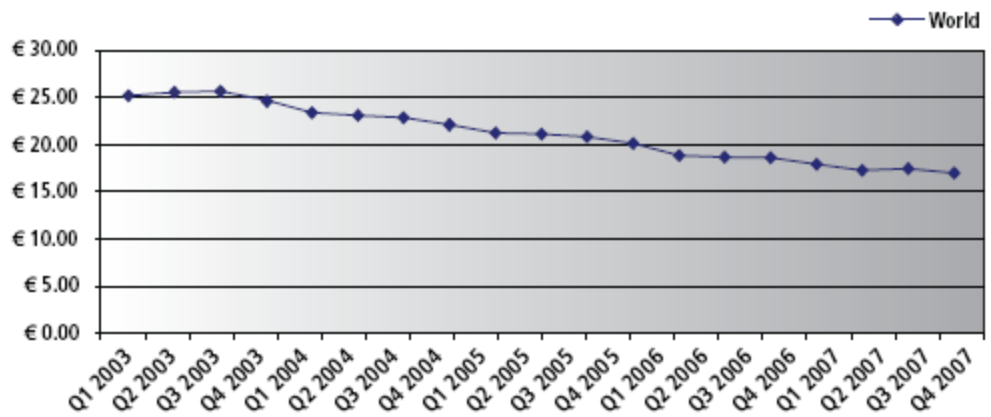
---

<sup>42</sup> Ali Arıöz, "Telekomünikasyon Sektöründe Serbestleşme Süreci", Rekabet Kurulu Uzmanlık Tezleri, (2005), s.13

<sup>43</sup> An Overview Of Network Effects, <http://oz.stern.nyu.edu/io/network.html> (4 Mayıs 2008)

Mobil telekomünikasyonda servislerin ve ürünlerin fiyatlandırması çok kompleks ve lineer olmayan bir fiyatlandırmadır. Ürün ve hizmetlerin fiyatı talep edilen miktara ve diğer operatörlerin fiyat politikalarına bağlıdır.

Şirketlerin finansal olarak gelirlerini ölçmedeki önemli kavramlardan biri de kişi başına düşen gelir (Average Revenue Per User - ARPU) kavramıdır. Operatörün abonesi çok olabilir fakat ARPU'su diğer firmalardan düşük olabilir. Firmaların kar maksimizasyonu açısından önemli olan nokta yüksek bir ARPU ve aktif kullanıcı profili yakalamaktır. Şekil 3'te Dünya üzerindeki GSM ARPU seviyelerinin gidişatını görmekteyiz.



Şekil 3: Dünyadaki ARPU Seviyesi

**Kaynak:** GSMA, “20 Facts For 20 Years Of Mobile Communications”,2008, <http://www.gsmtwenty.com/20facts.pdf> (2008), s.2

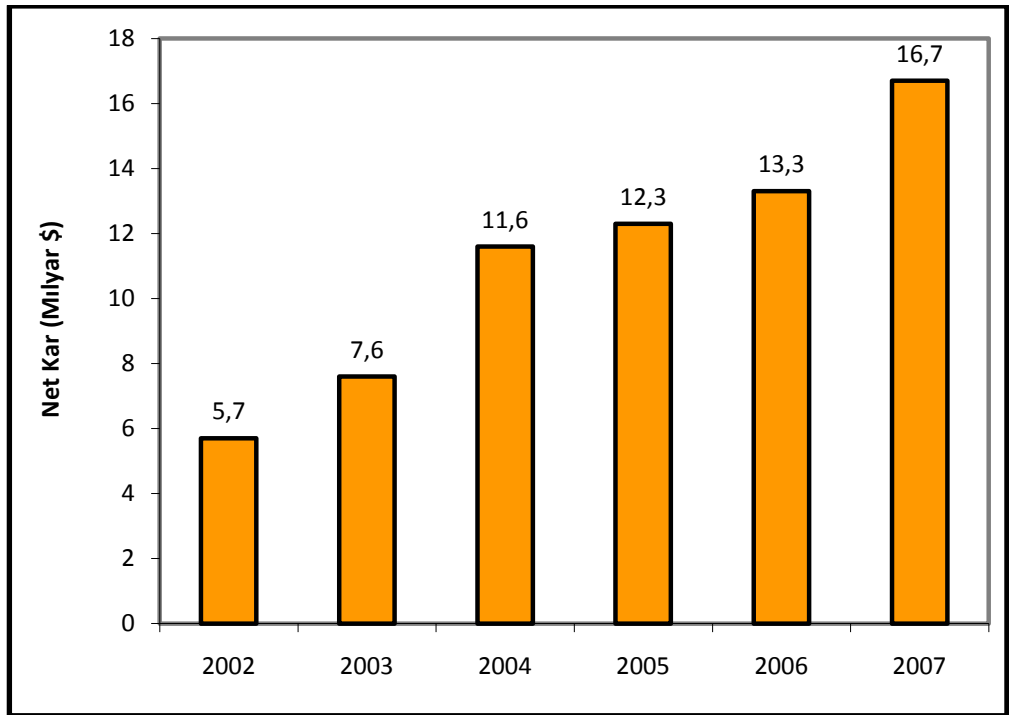
Teknolojinin gelişmesi sonucu birçok yeni servisi de kullanıcılara sunulmaktadır. Operatörler sadece ses değil, resim, görüntü ve veri iletişiminden de para kazanarak sesli iletişim haricinde yan bir gelir imkânı sağlamışlardır. İşte bu gelirlere katma değerli servisler (Value added services - VAS) denilmektedir. Katma değerli servisler, operatörlere farklı hizmetler sunma imkânı sağladığı için ürünlerini ve servislerini çeşitlendirme imkânı sağlamıştır. Bugün SMS, MMS, IVR gibi teknolojiler ile içerik satışı yapılmaktadır. 3G altyapısı olan operatörler ise hızlı data iletimi avantajı ile görüntülü konuşma, müzik ve video indirme, Mobil TV izleme gibi bir çok yeni katma değerli servis hizmeti verebilmektedirler.

## 6.2. Türkiye'deki Mobil Telekomünikasyon Sektörüne Bir Bakış

Türkiye birinci nesil mobil telekomünikasyon teknolojisi ile 1986'da, ikinci nesil teknoloji ile 1994 yılında tanıştı. Ülkemizde araç telefonu olarak bilinen birinci nesil mobil telekomünikasyon teknolojisinin kullanımı sınırlı kalırken, ikinci nesil mobil teknoloji olarak tanımlanan GSM ( Global System for Mobile Communication - Mobil İletişim İçin Küresel Sistem) hizmetleri bugün yaygın olarak kullanılmaktadır<sup>44</sup>.

Türkiye genç ve artan nüfusu yapısı ile mobil iletişim açısından en dinamik pazarlardan biridir. Türkiye nüfusu Batı Avrupa ortalamalarından düşük olan 29 yaş ortalaması ile genç bir nüfus olup, nüfusun çoğunluğu şehirlerde yaşamaktadır. Bu unsurlar, Türkiye mobil iletişim pazarının büyüme potansiyeline işaret etmektedir.

Türkiye'deki Mobil ve Sabit beraber olmak üzere Telekom gelirlerinin yıllara göre dağılımı Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4: Yıllara Göre Türkiye'deki Telekom Gelirleri Dağılımı

Türkiye'de mobil iletişim pazarında halen 3 operatör bulunmaktadır: Turkcell, Vodafone ve Avea'dır. Bu operatörlerden Turkcell ve Vodafone GSM-900, Avea ise GSM-1800 şebekesi üzerinden hizmet vermektedir.

<sup>44</sup> Kahraman Yapıcı, "GSM'de Pazar Büyüyor, Rekabet Küçülüyor", *EMO Dergisi*, 2007, 430, (5 Mayıs 2008), s.52

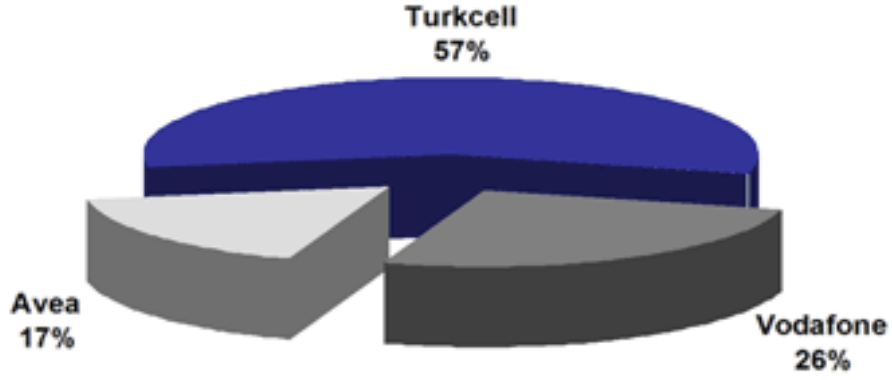
Turkcell, Nisan 1998'de 500 milyon ABD Doları bedeli karşılığında, 25 yıl süreli GSM işletme lisansı almaya hak kazanmıştır ve bu lisans sözleşmesi çerçevesinde faaliyet göstermektedir. Telsim de 1998 yılında 500 milyon ABD Doları bedeli karşılığında 25 yıl süreli GSM işletme lisansı almaya hak kazanmıştır. Telsim'e Şubat 2004'te Tasarruf Mevduat Sigorta Fonu ("TMSF") tarafından el konulmuştur, Ağustos 2005'te Telsim, TMSF tarafından satışa çıkartılmış ve 13 Aralık 2005'te düzenlenen ihaleyi 4.55 milyar ABD Doları ile en yüksek teklifi veren Vodafone kazanmıştır.

Satış işlemleri 24 Mayıs 2006'da tamamlanmıştır. 2000 yılında 2 yeni GSM 1800 lisansı verilmiştir. Bunlardan biri Telecom Italia ve Türkiye'nin en büyük özel bankalarından biri olan İş Bankası ortaklığı olan İş-Tim'e verilmiş ve İş-Tim Mart 2001'de Aria markası ile GSM hizmetleri vermeye başlamıştır. İş-Tim, vergiler hariç 2,5 milyar ABD Doları lisans bedeli ödemiştir. Diğer GSM 1800 lisansı ise, Türk Telekom'a verilmiştir. Türk Telekom 14 Aralık 2001'de Aycell markası ile GSM hizmetleri vermeye başlamıştır. Şubat 2004'te, İş-Tim ve Aycell birleşerek %40'ı Türk Telekom'a, %40'ı Telecom Italia Mobile'ye ve %20'si İş Bankası'na ait olan "TT&TIM"i kurmuşlardır. TT&TIM Avea markası ile faaliyet göstermeye başlamıştır.

Kasım 2004'te, Türkiye Özelleştirme İdaresi, Avea'nın %40 hissesine sahip olan Türk Telekom'un %55'inin blok satışı yolu ile özelleştirileceğini duyurdu. Türk Telekom'un %55'inin satışına ilişkin ihale 1 Temmuz 2005'te gerçekleşti. İhaleyi, Oger Telecom, Telecom Italia ve BT Consult'ten oluşan Oger Telecom konsorsiyumu kazandı. Oger Telecom konsorsiyumu, Türk Telekom'un %55'i için 5 yılda ödenmek üzere 6,55 milyar ABD Doları, faizi ile birlikte 7,4 milyar ABD Doları, ödedi ve satış işlemleri 15 Kasım 2005'te tamamlandı. 2006'nın üçüncü çeyreğinde, Avea'nın ortaklarından Telecom Italia Mobile İş-Tim'deki %40 oranındaki hissesini Türk Telekom'a satacağını açıkladı ve satış işlemi Eylül 2006'da tamamlandı<sup>45</sup>. Türkiye'deki Mobil İletişim Pazar payları Şekil 5'te görülmektedir.

---

<sup>45</sup> Turkcell, "Türkiye GSM Pazarı", 2008, <http://www.turkcell.com.tr/turkcellhakkinda/yatirimciiliskileri/turkiyegsmpazari> (5 Mayıs 2008)



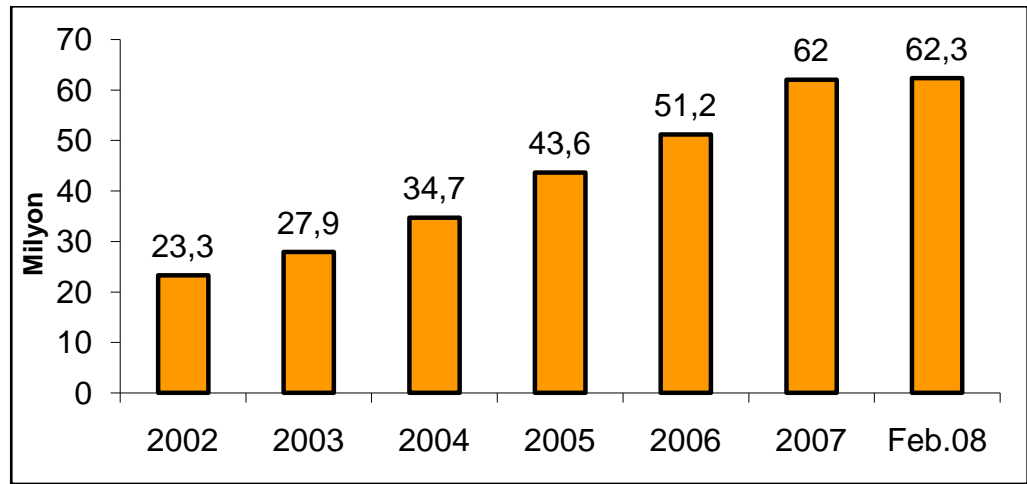
**Şekil 5: Türkiye’de GSM Pazar Payları**

**Kaynak:** Turkcell, “Türkiye GSM Pazarı”, 2008, <http://www.turkcell.com.tr/turkcellhakkinda/yatirimciiliskileri/turkiyegsmpazari> (5 Mayıs 2008)

Türkiye’de tüm telekomünikasyon faaliyetleri Ulaştırma Bakanlığı ve Telekomünikasyon Kurumu tarafından düzenlenmektedir. 406 Sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu ("Telekomünikasyon Kanunu") Türkiye’de telekomünikasyon faaliyetlerini düzenleyen temel kanundur. 2813 Sayılı Telsiz Kanunu ve 3348 Sayılı Ulaştırma Bakanlığı Kanunu da Türkiye’de telekomünikasyon hizmetlerine ilişkin maddeler içermektedir. Telekomünikasyon Kanunu 2000 ve 2001 yıllarında değişikliğe uğramıştır. Değişiklikler Türkiye’de telekomünikasyon altyapısı ve hizmetlerinin kanuni ve yapısal düzenleme çerçevesinin modernizasyonunu ve reformunu hedeflemektedir.

Telekomünikasyon Kurumu finansal ve idari bağımsızlığına sahip bağımsız bir telekomünikasyon düzenleyicisi olup, lisans verme ve telekomünikasyon piyasasında fiyat belirleme yetkisine sahiptir.

Telekomünikasyon Kurumu tarafından yapılan resmi açıklamalara göre Şubat 2008 itibariyle toplam 62,3 milyon mobil hat bulunmaktadır ve mobil hat penetrasyon oranının Şubat 2008 itibariyle yaklaşık olarak %86.5 seviyesine ulaştığı tahmin edilmektedir. Türkiye’deki yıllara göre abone sayısındaki artış Şekil 6’te görülmektedir. Ayrıca 2007 sonunda Bölgelere göre abone dağılımları EK’te verilmiştir.



**Şekil 6: Yıllara Göre Türkiye’deki Mobil Abone Sayısı Artışı**

**Kaynak:** Galip Zerey, “Telecommunication Sector in Turkey”, Caspian Telecoms 2008, 7. Türkiye Bölgesel Hazar, Orta Asya, Rusya ve Karadeniz Ülkeleri Telekomünikasyon & BT Konferansı, İstanbul, 17-18 Nisan 2008, s.4, [http://www.tk.gov.tr/Etkinlikler/Uluslararası\\_Etkinlikler/2008/konferanslar/hazarnisan08.htm](http://www.tk.gov.tr/Etkinlikler/Uluslararası_Etkinlikler/2008/konferanslar/hazarnisan08.htm)

Türkiye’deki 3 GSM operatörünün abone başına aylık ortalama geliri (ARPU), 2006’da 11,7\$ iken 2007’de 13,9\$’a yükselmiştir<sup>46</sup>.

GSM operatörlerinin her birinin abone başına aylık ortalama geliri sırasıyla Tablo 3’de görülmektedir.

**TABLO 3**  
**2007 Sonu GSM Operatörleri ARPU Seviyesi**

Operatör	ARPU
Turkcell	19.5 YTL
Vodafone	14.6 YTL
Avea	15,8 YTL

<sup>46</sup> Tayfun Acarer, “Telekomünikasyon Kurumu 2008 İş Planı ve Sürdürülmekte Olan Faaliyetler”, Telekomünikasyon Kurumu Basın Toplantısı (3 Nisan 2008), s.14, [http://www.tk.gov.tr/Etkinlikler/Ulusal\\_Etkinlikler/basin-toplantilari/2008/basintop1.htm](http://www.tk.gov.tr/Etkinlikler/Ulusal_Etkinlikler/basin-toplantilari/2008/basintop1.htm)

2008 içerisinde Türkiye’de telekomünikasyon alanında bir çok regülasyon beklentisi mevcuttur. Bunlardan en önemli Üçüncü Nesil (3G) ihalesidir. Türkiye’de halen 2G teknolojisi kullanılmaktadır. 7 Eylül 2007 tarihinde yapılan 3G ihalesi tek operatörün ihaleye katılması sebebiyle iptal edilmişti. Bu sebeple 2008 yılı içerisinde 3G lisansları için ihale açılacaktır. Operatörler şebekelerini 3G’ye uyumlu hale getirmeleri gerekecektir. Bu sebeple 2008 yılı içerisinde altyapı yatırımları hız kazanacaktır. 3G teknolojisinin sağladığı hızlı veri iletimi ile ayrıca bir çok yeni servisinde kullanıcılara sunulacağı beklenmektedir. Görüntülü konuşma, kablosuz her noktadan internete erişim ve mobil TV bunlardan bazılarıdır.

Bir başka pazarda ciddi değişikliklere yol açabilecek gelişmede numara taşınabilirliğidir. Numara taşınabilirliği, GSM abonesinin numarasını değiştirmeden başka bir operatöre geçmesini imkan vermektedir. Böylece mobil telekomünikasyon pazarında rekabet hızlanacak ve pazarda ciddi değişiklikler olacaktır.

Türkiye’de GSM operatörlerinin altyapı yatırımlarına bakıldığında 2007 yılı sonu ile toplam baz istasyonu sayısı 29.133’tür.(bk. EK 1, s.). 3G kapsamı için şu andaki baz istasyonu sayılarını yaklaşık 3 katına çıkarmaları gerekmektedir.

### **6.3. Telekomünikasyon Teknolojileri ve Yeni Nesil Teknolojiler**

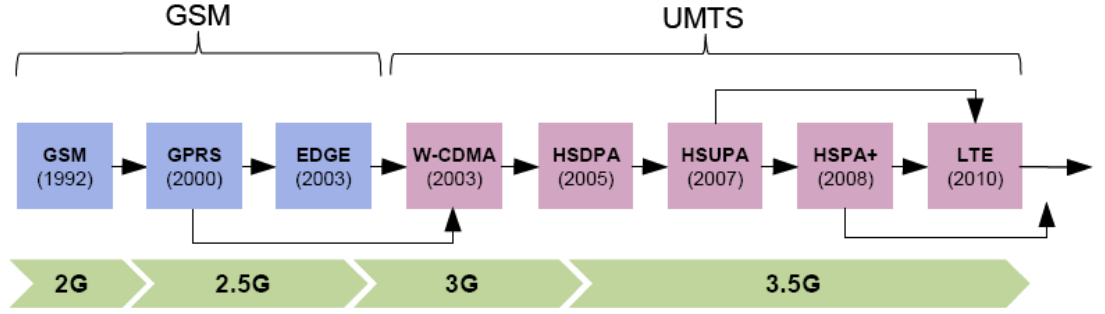
Her geçen gün mobil haberleşme ile ilgili birçok yeni teknolojiler terimleri ile karşılaşılıyor. Ayrıca telekomünikasyon literatürüne baktığımızda da birçok teknik terimi aslında birçoğunu kullanmamıza rağmen bilmiyoruz. Bu noktada ilk önce GSM teknolojisinin tarihsel gelişimine bakarak bu teknolojilerin ne anlama geldiklerini inceleyelim.

#### **6.3.1. GSM Teknolojisinin Evrimi**

GSM teknolojisinde kullanılan teknolojiler için nesil anlamına gelen “generation” kelimesinin G harfi kullanılmaktadır.3G, “Üçüncü Nesil” anlamına gelmektedir. 2G sistemler mobil haberleşme açısından bir kilometre taşıdır. Çünkü 2G ile dijital mobil iletişime geçilmiş oldu. 1G analog sistemlerden evrimleşerek, yine sesi dijital bir şekilde taşıma imkânı sağlanmış oldu<sup>47</sup>. Şekil 7’de GSM teknolojisinin evrimi görebilmekteyiz.

---

<sup>47</sup> Ramjee Prasad ve Marina Ruggieri, “Technology Trends in Wireless Communications”, Boston: Artech House, 2003, s.2



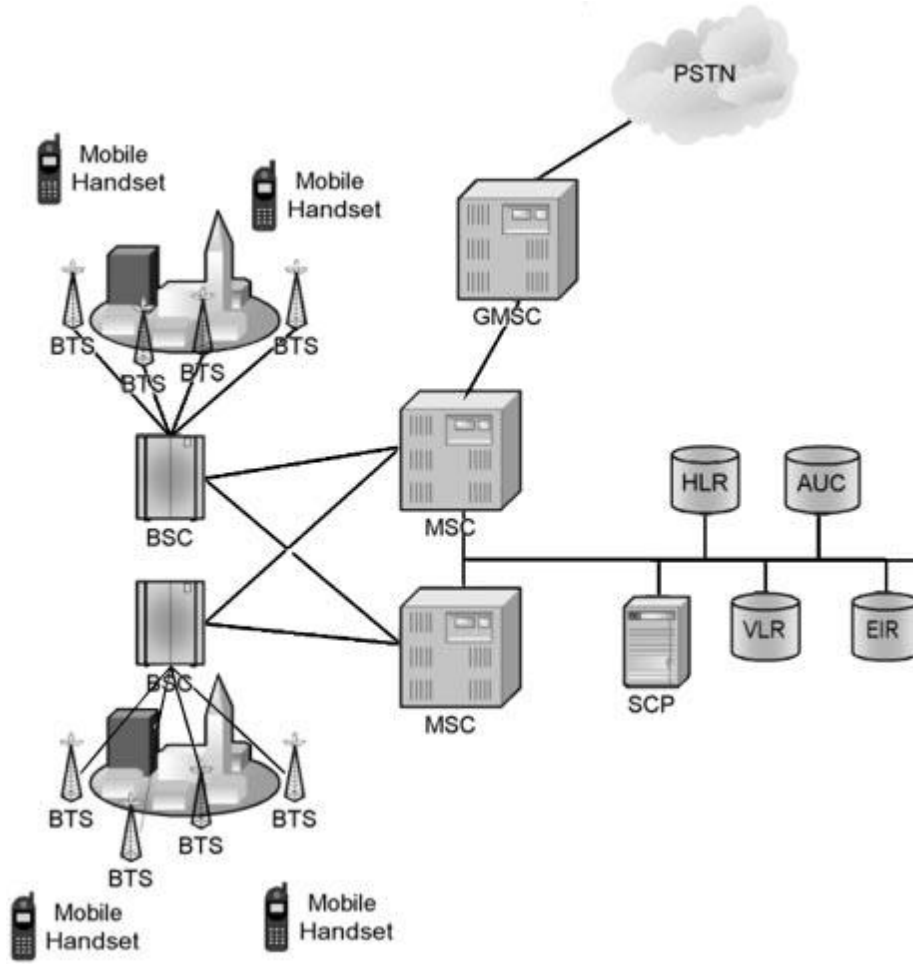
**Şekil 7: GSM Teknolojisinin Evrimi**

**Kaynak:** Alastair Brydon ve Mark Heath “3G Network Evolution from 2007 to 2012: HSPA+, LTE, WiMAX and femtocells”, **Analysis Research**, Cambridge, 2008, s.1

1G aslında halk arasında araç telefonu olarak bilinen sistemlerdir. 1G Hücreli Mobil Telefon Sistemleri 1970’li yıllardan bugüne değin değişik teknik standartlarla hayata geçirilmiştir. Dünya ülkelerindeki uygulamalar incelendiğinde aşağı yukarı her ülkenin değişik standartlarda analog mobil telefon sistemlerini kullandıkları görülecektir. Birinci nesil mobil sistemler analog oldukları için hem kapasiteleri (abone kapasitesi) çok düşük hem de güvenlik ve performans açısından çok zayıftılar.

2G ile dijital mobil transmisyon yani analog sistemlerin dijital sistemleri dönüştürecek anahtarlama sistemleri geliştirildi. Böylece hem şebeke kapasitesi arttı, hem de SMS gibi data servislerine imkan sağlanmış oldu<sup>48</sup>. 2G teknolojileri sayısal ses kalitesini sağlamalarının ötesinde mobil iletişimi, kısıtlı bir toplum kesiminin kullanımından çıkartarak halka yaymışlardır. Yakın zamanda ise WAP ve GPRS gibi ses dışında veri iletişimine de el atarak internet erişimine aday olmuşlardır. Bir GSM network altyapısı Şekil 8’da görülmektedir.

<sup>48</sup> Alastair Brydon ve Mark Heath “3G Network Evolution from 2007 to 2012: HSPA+, LTE, WiMAX and femtocells”, **Analysis Research**, Cambridge, 2008, s.1

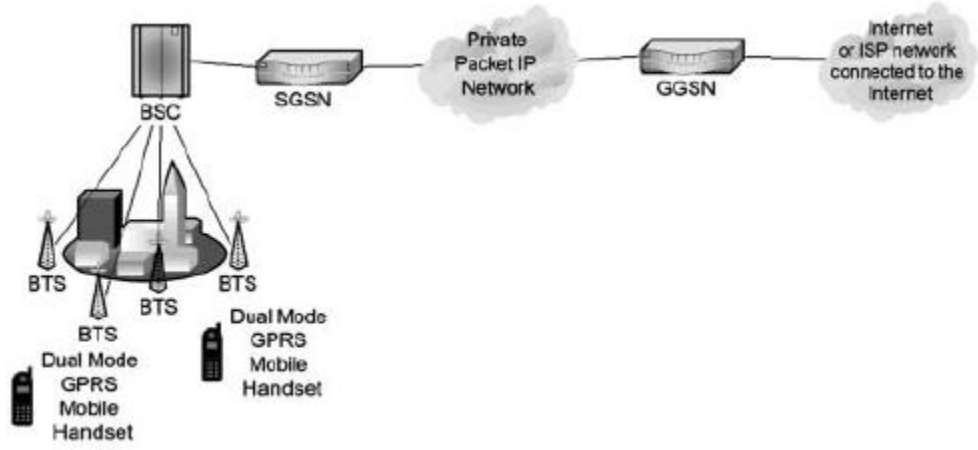


**Şekil 8: Mobil Şebeke Altyapısı**

**Kaynak:** Neill Wilkinson, Next Generation Network Services, 1.Basım, UK: Wiley, 2002, s.45

2.5G, iletim hızlarını yükseltmek ve ekonomik kapasite kullanımı amacıyla paket anahtarlama tekniğinden faydalanmaktadır. *GPRS* (General Packet Radio Service), *EDGE* (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) gibi teknolojiler 2.5G teknolojisidir. Günümüz ile 3G arasında bulunan ve 3G'nin avantajlarının bir bölümünü daha uygun fiyatlarla tüketiciye ulaştırırlar. Bu servislerin UMTS'ye kolay bir geçiş dönemi sağlaması beklenmektedir. Dolayısıyla pek çok operatör esaslı bir 3G terfisi yapmadan önce 2.5G basamağından geçmek isteyecektir<sup>49</sup>. EDGE, GPRS'in bir sonraki versiyonudur (bk. Şekil 11). Bir GPRS şebekesinin yapısı Şekil 9'daki gibidir.

<sup>49</sup> Ahmet Darıcı, "3.Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri", **Telekomünikasyon Kurumu Uzmanlık Tezleri**, Aralık 2002, s.13



**Şekil 9: GPRS şebeke altyapısı**

**Kaynak:** Neill Wilkinson, Next Generation Network Services, 1.Basım, UK: Wiley, 2002, s.49

Tablo 4'te nesil teknolojilerinin karşılaştırılması bulunmaktadır.

**TABLO 4**  
**Nesil Teknolojilerinin Karşılaştırılması**

		<b>Teknoloji</b>	<b>Bandgenişliği (KBit/s)</b>	<b>Özellikleri</b>
1. Nesil (1G) Gezgin Sistemler	AMPS, NMT	Gelismis Gezgin Telefon Sistemi- (Advanced Mobile Phone System) Nordic Mobil Telefon- (Nordic Mobile Telephony)	9.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analog ses hizmeti</li> <li>• Veri kapasitesi yok</li> </ul>
		Küresel Gezgin İletişim Sistemleri (Global System for Mobile Communication)	9.6 → 14.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sayısal ses hizmeti</li> <li>• Gelismis mesaj gönderme hizmeti</li> <li>• Evrensel dolasım</li> <li>• Devre anahtarlamalı veri</li> </ul>
2./2.5. Nesil (2G/2.5G) Gezgin Sistemler	HSCSD	Yüksek Hızda Devre Anahtarlamalı Veri (High-Speed Circuit Switched Data)	9.6 → 57.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelismis GSM</li> <li>• Daha hızlı veri hızı</li> </ul>
	GPRS	Genel Paket Radyo Hizmeti (General Packet Radio Service)	9.6 → 115	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelismis GSM</li> <li>• Her zaman bağlantı imkânı</li> <li>• Paket anahtarlamalı veri</li> </ul>

	EDGE	GSM Evrimi için Gelistirilmiş Veri Hızı (Enhanced Data Rate for GSM Evolution)	64 → 384	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelişmiş GSM</li> <li>• GPRS'den daha hızlı</li> </ul>
3.Nesil (3G) Gezgin Sistemler	UMTS	Uluslararası Gezgin İletişim 2000 (International Mobile Telecommunications 2000), Evrensel Gezgin İletişim Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System)	64 → 2048	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Her zaman bağlantı imkânı</li> <li>• Küresel dolanım</li> <li>• IP-olanağı</li> </ul>

**Kaynak:** Mustafa Aksu, “Mobil Sistemler”, KSÜ Meslek Yüksek Okulu, <http://kmyo.ksu.edu.tr/maksu/drsnot/Mobil%20Sistemler.pdf>, (5 Mayıs 2008)

### 6.3.2.3G ve UMTS

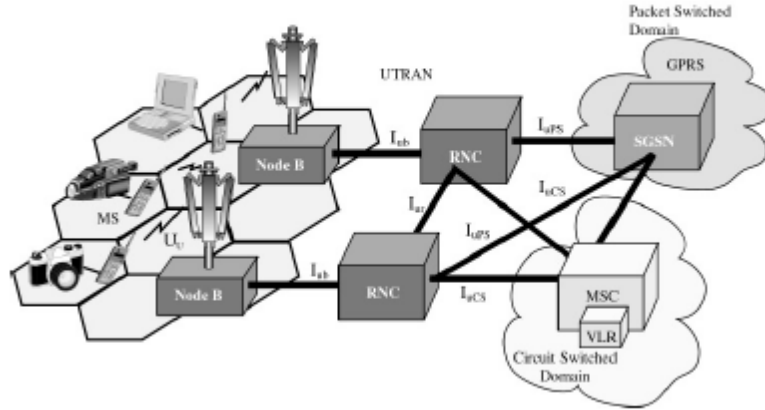
Aslında 3G kavramına literatürdeki tanımlamalarına geçmeden önce basitçe tüketici açısından ne demek olacağından bahsederek daha açıklayıcı olacaktır. Mevcut durumda GSM denilince akla cep telefonu ile sesli konuşma gelmektedir. Fakat GSM teknolojisi ile ayrıca kablosuz olarak cep telefonlarında internete erişmek de mümkündür. İşte 3G bize yüksek hızlarda internete erişimi yani IP (internet protokol) üzerinden iletişimi sağlamaktadır. Mevcut durumda nasıl herkesin konuşmak için bir tane ev telefonu aboneliği ve internete bağlanmak için de ayrı bir internet aboneliği varsa, 3G için de aynı şekilde herkesin bir cep telefonu aboneliği ve de 3G üzerinden internete bağlanmak için de bir 3G aboneliği olacaktır.

Tabii bu durum kablolu altyapı üzerinden ya da başka bir deyişle ADSL üzerinde internet sağlayıcı telekom şirketlerinin gelirlerini düşürebilir. Çünkü kullanıcılar artık her yerden kablosuz internete erişim sağlayacakları 3G aboneliğini tercih edebilirler.

Mülimedya ve internet ihtiyaçlarına ve abone sayısına yanıt vermek için, daha yüksek hızlı veri transferine ihtiyaç duyuldu. Aslında 2G sistemlerinin basit gelişimini içeren 2,5 G tanımı ile 3G standartlarına yaklaşılmakla birlikte, 2G temel olarak ses iletmek üzere tasarıldığı için teknolojik olarak ve bant genişliği kısıtları nedeniyle, veri (internet, video) taşımaya çok elverişli değildi.

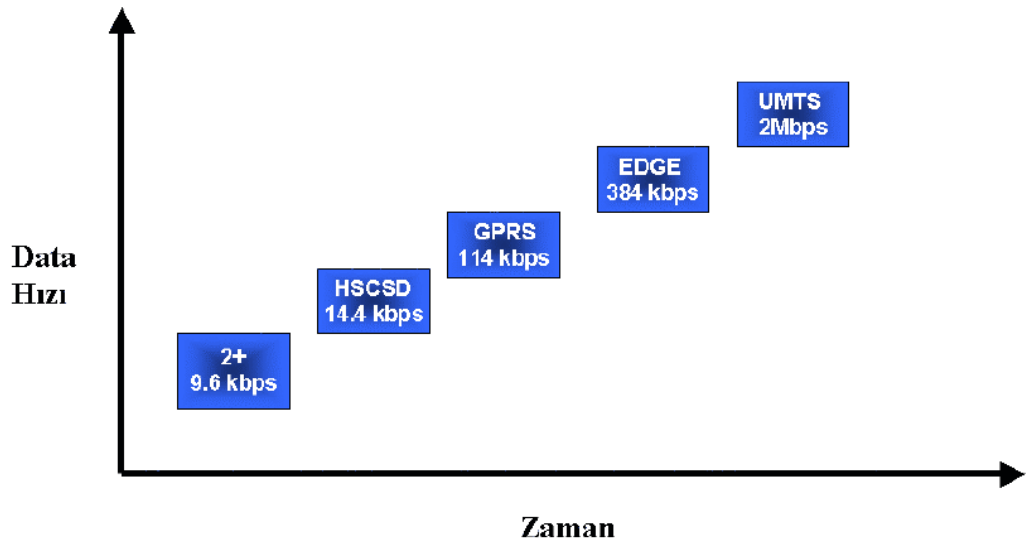
3G yeni nesil kablosuz iletişim teknoloji ve servislerini tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir ve bütün dünyayı kapsayan ortak işletim özelliğiyle kişisel mobil iletişimi sağlamayı amaçlamaktadır. 3G servisleri, gerek teknolojik altyapı

gerekse mobil terminaller tarafında tam anlamıyla hayatımıza girdiğinde, mobil servislerden son derece yüksek hızlarda iletişim ve mltimedya veri transferi (resim, grafik, video, animasyon, müzikler ve sesler) yanında hizmetlerin yakınsamasını da beraberinde getirecektir. 3G sistemlerinin sunduğu 2Mbps'lık yüksek hızlar üstün kalitede normal görüntü ve ses akışına imkân verecektir<sup>50</sup>. 3G'ye ismindeki 3' veren iki önemli gelişmeden biri havada baz istasyonuyla mobil terminal arasındaki erişim teknolojisinin kökten değişmesidir. Şekil 10'de bir 3G Şebeke altyapısı görülmektedir.



**Şekil 10: 3G Şebeke Altyapısı**

**Kaynak:** Regis J. Bates, Broadband Telecommunications Handbook, Second Edition, UK:McGraw-Hill, 2002, s.373



**Şekil 11: Veri hızının zaman içerisindeki gelişimi**

<sup>50</sup> Darıcı, s.16

**Kaynak:** TK, “3G Dünya Tecrübeleri”, Aralık 2002 s.35

UMTS, Avrupa’da 3G teknolojisi olarak kullanılması planlanan ve temel radyo erişim tekniği olarak WCDMA kullanan 3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemi’ne verilen genel bir isimdir. Mobil iletişim altyapısı olarak GSM sistemini kullanan ülke ve operatörlerin 3G servislerini sunmak için geçiş yapacakları teknolojinin WCDMA’dır. Dolayısıyla 3G’ye geçiş kapsamında ülkemiz dâhil Avrupa’nın tamamında Kuzey Amerika ile ABD’nin çeşitli bölgelerinde WCDMA standardı kullanılıyor olacaktır. WCDMA standardı aynı zamanda UMTS’nin bir parçasıdır ve neredeyse UMTS ile eş anlamlı hale gelmiştir.

3G kullanıcı ihtiyaçları, UMTS Forum tarafından aşağıdaki şekilde ortaya konmaktadır<sup>51</sup>:

- Kullanım kolaylığı
- Maliyet avantajları (kullanıcının, üstlendiği maliyet karşılığı sağladığı yarar açısından yapacağı değerlendirmeye bağlıdır)
- Herhangi bir yerde herhangi bir zamanda bilgiye erişim (internete erişim)
- Herhangi bir cihaz üzerinden şirket şebekesine erişim
- Herhangi bir cihaz üzerinden her türlü mesaja (ses, e-posta, çoklu ortam, faks) erişim
- Görüntülü ve ağ konferansı (video konferans)
- Özel tip bilgiye erişim
- Toplumsal ilişkiler (ilgi alanındaki kurumlar)
- İstendiğinde belli bir yerde olan bilgiye erişim

### **6.3.3. Yeni Nesil Mobil Teknolojiler**

Mobil iletişimin başarısı, daha karmaşık ve küçük cihazların üretilmesi ve internetin gelişimi, insanların ve iş çevrelerinin haberleşme biçimlerini değiştirdi. UMTS, WLAN, WiMAX gibi paket anahtarlamalı şebekelerin gelişimi, yeni servislerle tanıştırmış ve yeni gelirlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. 4G ise bu tip farklı teknolojilerin heterojen olarak kullanımı şeklinde olacaktır.

#### **6.3.3.1. 4G**

---

<sup>51</sup> TK, “3G Dünya Tecrübeleri”, Aralık 2002 s.27

4G ağların yüksek hız, yüksek kapasite, bit başına düşük maliyet, IP tabanlı servisler gibi özellikleri içermesi tasarlanmaktadır. 4G sistemlerinin hepsi açık sistem yaklaşımına dayalı birleşik, global bir ağlarıdır. 4G ağlarının amacı, mevcut merkezi hücreli ağları, IP tabanlı dünya çapında tek bir merkezi hücreli ağ standardında birleştirmektir. Bu yeni ağın, kontrol, video, IP üzerinde ses gibi birçok servisi desteklemesi planlanmaktadır. Ancak, 3G tamamen hayata geçmediğinden, araştırmacılar 2010 yılında hayata geçmesi planlanan bu yeni “kablosuz dünyaya” kendi fikir ve çalışmaları ile katkıda bulunmaya çalışmaktadırlar. 4G kablosuz ağların, hava ara yüzünde 20 Mbit/s ile 100 Mbit/s arasında veri iletim oranını desteklemesi beklenmektedir<sup>52</sup>. Yani Bir cep telefonu ile bir DVD’yi 30 saniyede başka bir cep telefonuna kopyalamak demektir.

### **6.3.3.2. Wi-Fi**

Wi-Fi, bir bina ya da bir kafe gibi küçük bir alanda kablosuz genişbant erişimdir<sup>53</sup>.

### **6.3.3.3. WiMax**

İnternetin daha erişilebilir ve etkin biçimde kullanımını sağlamak amacıyla WIMAX haberleşme teknolojisinde, kablosuz alanda yeni bir çığır yeni iş imkânları ile açmaya başlamıştır. WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), mobil geniş bant çok hızlı kablosuz erişim pazarında kullanıcıya sunulmak üzere birçok haberleşme sektörü tarafından mobil ve sabit operatörler aracılığıyla, uygulamaya konulmaya başlanmıştır.

Geniş bant haberleşme sistemlerinin kurulum maliyetinin yüksekliği nedeniyle ulaşamadığı kırsal bölgelerde ve haberleşme konusunda yeterli hizmeti alamayan alanlarda, WIMAX teknolojisi alternatif oluyor. Uzun menzilli ve yüksek bant genişliğine sahip kablosuz internet erişimi sağlayan WIMAX kullanıcılara ve operatörlere hız ve maliyet yönünden değerlendirilmesi gereken bir imkân sunuyor. Özellikleri dolayısıyla daha kapsamlı servis imkânları sunabilecek olan WIMAX

---

<sup>52</sup> Canan Şepboy ve Cemil Özbay, “4G (Dördüncü Nesil) Mobil Ve Kablosuz Sistemler”, 2007, Trakya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, <http://cenkatlig.trakya.edu.tr/Bilg-Aglari/Muhendislik/2007BaharProjeleri/4G%20Mobil%20ve%20Kablosuz%20Sistemler/>, (6 Mayıs 2008)

<sup>53</sup> Mike Cansfield, Marta Munoz Mendez – Villamil ve Mark Giles, “Voice: a vision of the future \* Europe Update”, **Ovum**, 2008, s.5

haberleşme sektöründe yeni bir çağır açarak ABD, Çin, İngiltere, Avusturya ve son olarak Pakistan’da uygulanmaya başlanmıştır.

3-10 km, 10 megabit ve daha yüksek erişim hızı sağlayabilecek internet erişimi ile kaliteli tv/video servisi, yaygın kullanım imkanı ile hayatımızın her noktasında sınırsız faydalanma sağlayan WIMAX’in ülkemizde deneme testleri bu konuda alınan lisanslarla yapılmaktadır<sup>54</sup>.

#### **6.3.3.4. VoIP**

Aslında bu noktada önce IP kavramına bakmak gerekir. İnternet Protokol (IP), paketin başlangıç ve bitiş noktasını bilen bir başlık bilgisi ile datanın paketler halinde bölünerek iletilmesidir<sup>55</sup>. IP, internetin evrensel dilidir.

Voice over IP (VoIP), IP yani internet üzerinden ses iletimi de diğer bir ses uygulamasıdır. Bu sayede rutin telefon konuşmaları dünyanın her yerinden ilave ücret ödmeden ve yerel çağrı ücreti üzerinden ücretlendirilerek gerçekleştirilecektir. VoIP, mevcut hizmetlere alternatif olarak değerlendirilebilir.

Ancak, VoIP standart ses hizmetlerinin yerini almayacaktır. Çünkü IP omurgası üzerinde kesinti ya da paket kaybını önleyebilmek için yüksek anahtarlama hızına sahip olmak gerekmektedir<sup>56</sup>.

#### **6.4. 3G Altyapı Maliyetleri**

Baz İstasyonu mobil telefonlardan sinyal alıp verir ve çağrılarının oluşması için gerekli radyo kanallarını muhafaza eder. Baz istasyonunun sinyalleri alıp verdiği bu alana hücre adı verilir<sup>57</sup>. Baz istasyonları kapsama yaparken altıgen şeklinde bir hücresele kapsama ile kapsama yaparlar.

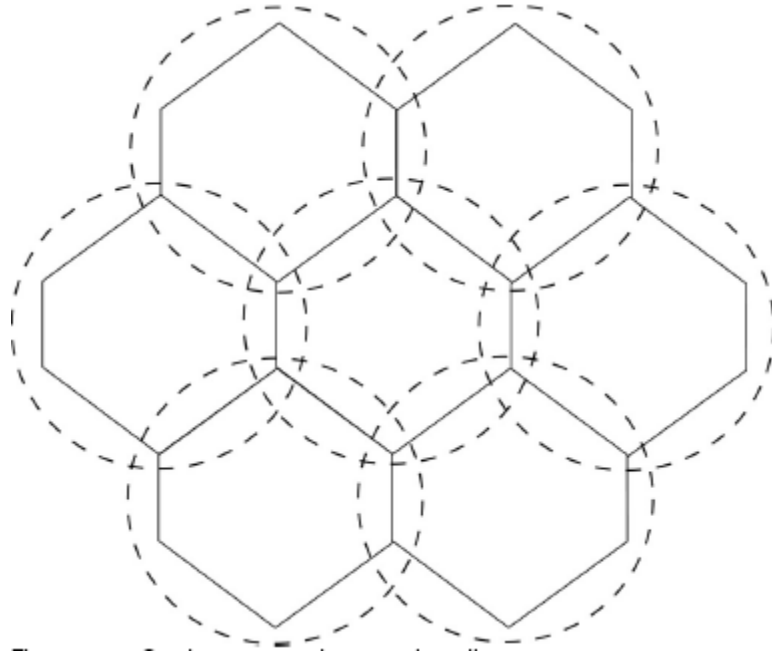
---

<sup>54</sup> Canan Şepboy ve Cemil Özbay, s.3

<sup>55</sup> Dave Wisely, Philip Eardley ve Louise Burness, “IP For 3G”, England: Wiley, 2002, s.2

<sup>56</sup> Aksu, s.15

<sup>57</sup> “Network and 3G information”. (t.y.) [http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526\\_3.pdf](http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526_3.pdf) (22 Nisan 2008)



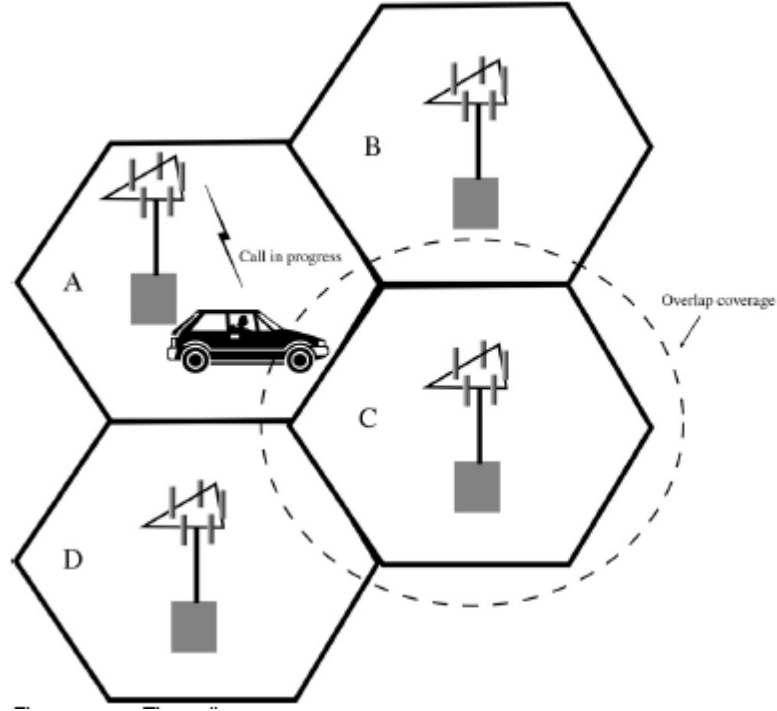
**Şekil 12: Hüresel Haberleşmeye örnek**

**Kaynak :** Regis J. Bates, Broadband Telecommunications Handbook, Second Edition, UK:McGraw-Hill, 2002, s.272

2G'den 3G'ye geçiş esnasında operatörler açısından en büyük problemlerden biri 3G kapsama için mevcut şebekelerin 3G'ye nasıl uyumlu hale getireceklerdir. Bu noktada kara vericiler açısından dikkat edilmesi gereken husus şebekelerini tasarlarken maliyetleri düşürecek bir tasarıma gitmelerdir. 3G teknolojisi, baz istasyonu – cep telefonu haberleşmesi için daha yüksek frekanslar gerektirmektedir<sup>58</sup>. Mevcut yapıdaki yani 2G şebekesi olan bir operatör 3G şebekesine geçerken aynı coğrafyadaki baz istasyonu sayısını yaklaşık 3 veya 4 kat artırması gerekecektir. Şekil 13'de hareket halindeki bir araç için iyi bir kapsamaya örnek görülmektedir.

---

<sup>58</sup> Dirk Heitkamp, "3G Convergence and Microwave Backhaul", Microwave Networks Inc. Mart 2004, s.6



**Şekil 13: Hücresel Haberleşmede Kapsama Geçişi**

**Kaynak:** Regis J. Bates, Broadband Telecommunications Handbook, Second Edition, UK:McGraw-Hill, 2002, s.266

Bir hücresel şebekenin de konuşurabileceği maksimum abone sayısı bellidir. Operatörler buldukları coğrafi bölgedeki nüfus yoğunluğuna bağlı olarak aynı anda konuşurabilecekleri maksimum abone sayısını iyi hesaplayarak altyapı yatırımlarını yönetmelidirler. Bir hücresel şebekenin konuşurabileceği abone sayısı ile ilgili formüller EK 2’de verilmiştir (bk. Ek 2, s.). Tablo 5’da popülasyon yoğunluğuna göre baz istasyonu kapsaması görülmektedir.

**TABLO 5**  
**3G Baz İstasyonu Başına Kapsama**

Alan Tipi	Popülasyon yoğunluğu (pop/km <sup>2</sup> )	Kapsama [km <sup>2</sup> ]
Çok Yoğun Şehir Alanı	> 2000	1.66

Şehir Alanı	500 – 2000	5.11
Yoğun Kırsal Alan	250 – 500	12.58
Kırsal Alan	< 250	26.62

**Kaynak:** Juan Rendón, Federico Kuhlmann and Juan P. Alanis, “A business case for the deployment of a 4G wireless heterogeneous network in Spain”, **ITS**, İstanbul, 2-4 Eylül 2007, s.9

Özellikle yoğun nüfusun bulunduğu İstanbul gibi bir şehirlerde bir baz istasyonu iyi bir 3G kapsamı için 1.66 km<sup>2</sup>’lik bir alan kapsamalıdır.

3G bir şebeke için kurulacak baz istasyonuna “Node B” adı verilmektedir. Aslında 2003 yılında Avrupa’da lisanslar dağıtılırken yeni bir teknoloji olan 3G teknolojisi çok yüksek maliyetli idi. Fakat şu anda bu teknoloji yeni bir teknoloji olmadığı için yeni bir 3G baz istasyonu inşa etmek 2G ile aynı maliyettedir. Ayrıca 2G bir şebekedeki baz istasyonunu 30.000 € fiyata 3G’ye uyumlu hale getirilebilmekte ve operatörler 2G’den 3G’ye geçişte eski şebekelerini de kullanabilmektedir. Bir “Node B”nin ise şehir alanlarında 105,000 €, kırsal alanlarda ise 60,000 € civarındadır.

Tablo 6’de baz istasyonu maliyetleri görülmektedir.

**TABLO 6**  
**3G Baz İstasyonu Maliyetleri (CapEx)**

<b>Baz</b>	<b>Maliyet</b>
2G Baz	60,000 €
Eski istasyonu yükseltme	30,000 €
3G Baz istasyonu (Şehir)	105,000 €

Ayrıca baz istasyonu kurulumundan sonra baz istasyonunun bakımı, kullandığı enerji gibi operasyonel maliyetler (OpEx) de söz konusudur. 3G baz istasyonu için operasyonel maliyetler Tablo 7’de görülmektedir.

**TABLO 7**  
**3G Baz İstasyonu Operasyonel Maliyetleri (OpEx)**

<b>OpEx Ögesi</b>	<b>Maliyet (OpEx)</b>
İstasyon Kirası	3,000 €
Transmisyon Maliyeti	5,000 €
Enerji Sarfıyatı	5,100 €
Bakım Maliyeti	8,500 €

Bu noktada 3G yatırımı yapacak bir firma için en önemli seçeneklerden biri nüfusun fazla olduğu alanlarda kırsal alanlara göre daha fazla baz istasyonu ile 3G kapsamı yapmak. Ya da ikinci bir seçenek de şehirlerde maliyetleri daha ucuz olan WiMAX gibi alternatif teknolojilere yönelmek.

#### **6.5. Reel Opsiyonlar Kavramının Telekomünikasyon Yatırımlarında Kullanılması**

Reel opsiyonlar, uzun soluklu, yüksek maliyetli, belirsizlik içeren ve esnek yatırımların analizinde çok kullanışlı bir yöntemdir. Telekom projeleri ise bu anlamda değişen teknolojik değişikliklerin getirdiği belirsizlik koşulu altında ileri teknoloji altyapı maliyetleri içermesi, ve süresi bakımından uzun süreli olması sebebiyle reel opsiyon analizleri için uygundur. Yatırımcılar, proje süresi boyunca değişen ekonomik şartlar ve firmaları ekonomik performanslarına bağlı nakit akışı değişimlerine göre projenin geçici veya tamamen durmasına ya da yatırımların hızlanmasına sebep olacak esnek yatırım kararları verebilirler.

Operatörler açısından 3G yatırımları yüksek maliyetleri ile yatırımcıları karar aşamasında zorlamaktadır. 2G şebekeden 3G şebekeye geçişte yukarıda belirttiğimiz yatırım maliyetleri ve operasyonel maliyetler önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca lisans ücretleri de çok yüksektir. Bu anlamda operatörler iyi bir yatırım analizi yapmak zorundadırlar.

Operatörler altyapı maliyetleri ve operasyonel maliyetlerinin yanında dikkat etmeleri gereken bir başka hususta hem bireysel hem kurumsal kullanıcı profiline bu teknolojiyi kullanmaya hazır olup olmamasıdır. Özellikle piyasadaki 3G uyumlu telefon sayısı bu anlamda önemli bir faktördür.

Bu sebeple operatörler, gelirlerini arttırmak için maliyetleri düşürecek stratejiler belirlemeli ve agresif bir pazarlama yöntemi uygulamalıdır.

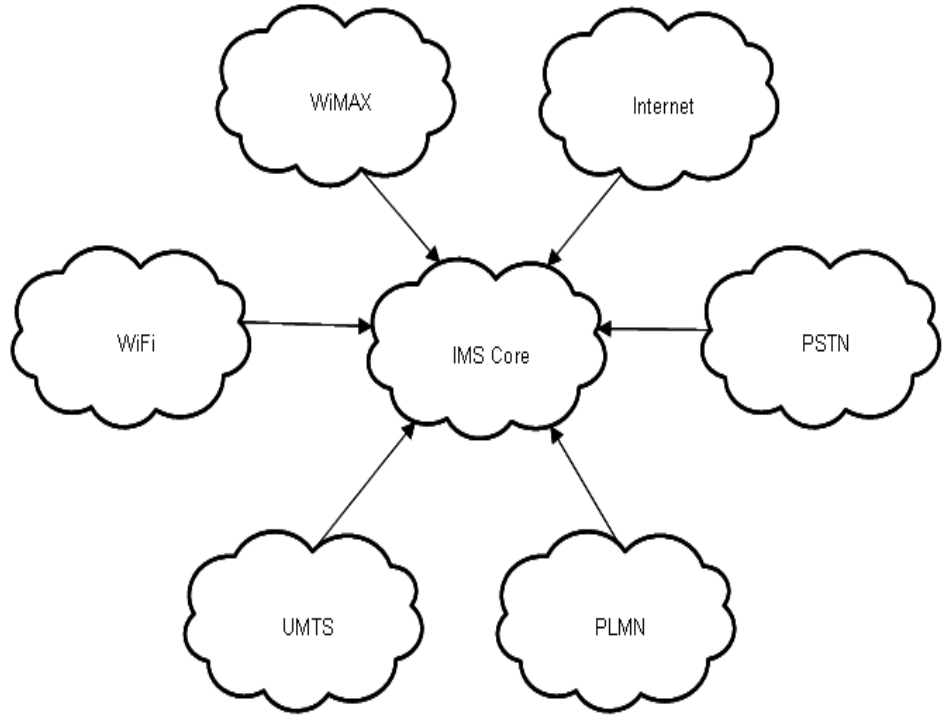
Altyapı maliyetlerini düşürmede iki önemli yöntem kullanılabilir. Bunlardan biri özellikle İngiltere’de uygulanan baz istasyonlarının ortak kullanımı stratejisidir<sup>59</sup>. Böylece operatörler belirli coğrafi alanlarda altyapı maliyetlerini düşürebileceklerdir.

Diğer önemli bir alternatif ise UMT teknolojisi yerine alternatif bir yeni nesil teknolojidir. Örneğin Dr. Fotios C. Harmantzis, “Investment Decisions in Wireless Industry using real options” makalesinde 2.5G’den 3G’ye geçiş durumunun Net Bugünkü Değer hesabını yapmış buna alternatif olarak da 2.5G’den WLAN teknolojisine geçiş durumunun Net Bugünkü Değer hesabını yapmıştır. WLAN teknolojisinin altyapı maliyetleri çok daha düşük olduğu için NBD pozitif çıkarken, 3G için negatif çıkmıştır.

Operatörlerde çeşitli coğrafi koşullara göre bu teknolojileri heterojen bir şekilde kullanabilir. Özellikle çok yoğun nüfuslu bölgelerde WLAN veya WiMAX kullanırken, daha az nüfusun bulunduğu şehirlerde 3G, çok kırsal bölgelerde ise 2.5G yani GPRS ya da EDGE hizmeti verebilirler. Bu sistemlerin hepsinin şebekeye entegrasyonu IMS (IP Multimedia Subsystem) dediğimiz bir altyapı çözümüyle mümkündür. Ayrıca bu çözüm ile ana şebeke PSTN ve PLMN altyapıları ile de entegre olabilmektedir. IMS, bütün bu alt şebekelerin haberleşmesini IP üzerinden sağlamaktadır. Şekil 14’te IMS altyapısı çözümü görülmektedir.

---

<sup>59</sup> “Network and 3G information”. (t.y.) [http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526\\_3.pdf](http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526_3.pdf) (22 Nisan 2008)



**Şekil 14: IMS Altyapı Çözümü**

**Kaynak:** Juan Rendón, Federico Kuhlmann and Juan P. Alanis, “A business case for the deployment of a 4G wireless heterogeneous network in Spain”, **ITS**, İstanbul, 2-4 Eylül 2007, s.4

## **7. Reel Opsiyonlar Teorisi Kullanılarak Telekomünikasyon Sektörüne Yönelik Uygulamalar**

Biri Türkiye'deki telekomünikasyon sektörüne diğeri Dünya üzerindeki telekomünikasyon sektörüne yönelik olmak üzere iki uygulama ile reel opsiyonlar değerlendirme yaklaşımı, bir karar verici araç olarak kullanılmaktadır. Birinci uygulamada ele alınan durum Türkiye'de GSM sektöründeki firmaların şu andaki mevcut 2.5G teknolojilerinden 3G teknolojilere geçişteki yapacakları yatırımı ele almaktadır. Bunun içinde İstanbul kapsamı örnek seçilmiştir. İkinci uygulamada ise 3G teknolojisine alternatif teknolojiler gelişirken dünya üzerindeki 3G yatırımlarının gelecekteki durumu tahmin edilmeye çalışılmış ve ele alınmıştır.

### **7.1. Uygulama 1: 2.5G'den 3G kablosuz ağa geçişteki opsiyon gecikmesi ve reel opsiyon analizi**

Bu uygulamada Türk GSM sektöründe 3G lisansına sahip bir firmanın önümüzdeki 5 yıl içerisinde İstanbul ili için yapacağı yatırımlar ele alınmıştır.

#### **7.1.1. Teknoloji Kabulleri ve Parametre Hesaplamaları:**

Opsiyonun yatırım zamanının, yani yatırım projesinin ömrünün (T) 5 yıl olduğunu söylemiştik. Volatilité, firmanın geçmiş fiyat değişimlerinden hesaplanmaktadır. Türkiye'de borsaya açık tek firma olan Turkcell firmasının son 5 yıllık hisse senedi fiyat değişimlerine bakarsak bu oranın %12,25 civarında olduğunu görebiliriz. Risksiz yatırım getirisi oranı (risk free rate) Hazine Müsteşarlığının Nisan ayı için açıkladığı Hazine Bonusu verilerine bakılarak %17,93 olduğunu söyleyebiliriz<sup>60</sup>.

İndirgenmiş nakit akışı hesaplanırken iskonto oranı olarak sermayenin ağırlıklandırılmış ortalama maliyeti (WACC) kullanılır. WACC'nin hesaplama yönteminden bahsetmiştik. KBC firmasının 09.10.2007 tarihinde yayınladığı raporda Turkcell'e ait WACC oranı %10.8'dir.

Net Bugünkü Değer hesaplamasında kullanılacak olan gelecek nakit akışlarının bugünkü değeri olan  $S_0$ , gelecek 5 yıl boyunca elde edilen abone sayısı ve abone başına elde edilecek gelir (ARPU – Average Revenue per User) ile elde edilecek 5 yıllık kardır.

<sup>60</sup> T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı, İç borçlanma Stratejisi Nisan 2008

Yatırım maliyeti  $K$ , 3G altyapısı için yapılacak yatırım miktarıdır. Yani  $K$  hesabı gelecek 5 yıl boyunca 2.5G GSM altyapısını 3G altyapısına uyumlu hale getirmek için gerekli olan 3G uyumlu baz istasyonu maliyeti ve bakım ve onarımı için gerekli operasyonel maliyetlerdir.

### 7.1.2.3G Maliyetleri

GSM altyapısının 2,5G'den 3G'ye yükseltilmesi, 3G teknolojisi ilk çıktığı yıllarda çok maliyetliydi ve 2003 yılında Avrupa'da 3G lisansları dağıtıldığında telekomünikasyon çevrelerindeki en büyük tartışma, gelecek yıllarda bu yüksek maliyetli yatırımların kara dönüşüp dönüşmeyeceğiydi. Günümüzde Türkiye'de 3G lisanslarını alacak firmalar için en büyük avantaj, 3G altyapısı için gerekli olan baz istasyonu maliyetlerinin ilk yıllardaki kadar yüksek olmaması.

3G şebeke için kurulacak baz istasyonlarına NODE B adı verilmektedir. Operatörler şu andaki mevcut altyapılarındaki baz istasyonlarına Node B'ye çevirebilmekte yani 3G'ye uyumlu hale getirebilmektedirler. 3G altyapısına geçecek olan bir operatör için en büyük maliyet (CapEx), 3G teknolojisi için kapsamının çok yüksek olması gerekliliği. İyi bir 3G kapsamı için mevcut baz istasyonu sayısının 3 veya 4 katına çıkarılması gerekmektedir<sup>61</sup>.

2,5G altyapısı ile Turkcell toplam nüfusun %98,12'sini kapsamaktadır<sup>62</sup>. Bu kapsamı da 12.000 baz istasyonu ile yapmaktadır<sup>63</sup>. Böylece 3G projesi boyunca şu andaki baz istasyonu sayısını 3 katına çıkarması gerekmektedir.

İngilterede 3G lisansları 2004'de dağıtılırken 31 Aralık 2008 tarihine kadar tüm 3G operatörlerinin toplam nüfusun %80'nini kapsama zorunluluğu getirilmişti<sup>64</sup>. Bu sebeple Türkiye'deki lisanslarında aynı zorunluluğu getirebileceğini düşünerek proje süresi olarak ele aldığımız 5 yılda Türkiye genelinde baz istasyonu sayısını 3 katına yani 36.000 civarına çıkardığımızı düşünürsek zaten şu anda nüfusun %98,12'si olan kapsamı 3G için de sağlamış olur.

<sup>61</sup> Microwave Networks Inc., "3G Convergence and Microwave Backhaul", March 2004, s.6

<sup>62</sup> TURKCELL , Kapsama Alanı, <http://www.turkcell.com.tr/turkcellhakkinda/genelbakis/kapsamaalani>

<sup>63</sup> Nebil, F.S. (2007). *Süreyya Ciliz; Turkcell Sorumluluğunu Biliyor I* .  
<http://turk.internet.com/haber/yazigoster.php3?yaziid=17299> (23 Ocak 2007).

<sup>64</sup> "Network and 3G information". (t.y.) [http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526\\_3.pdf](http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526_3.pdf) (22 Nisan 2008).

3G şebeke kapsaması için UMTS teknolojisi kullanılırsa, nüfus yoğunluğunun 2000'nin üzerinde olan yerlerde bir baz istasyonunun kapsamasının 1.66 km<sup>2</sup> olduğunu belirtmiştik. İstanbul'un coğrafi yüzölçümü 5.196 km<sup>2</sup> olduğuna göre İstanbul'un 3G kapsaması için gerekli olan baz istasyonu sayısı 3130'dur (bk. EK 3, s.x) .

Bölüm 6.4'te 3G maliyetlerinden söz etmiştik. Bir baz istasyonunun daha önceden hiç bir yapı olmayan bir yere inşa edilmesinin maliyeti 60,000 €. Eğer daha önce bir baz kablosuz bir şebeke üzerine yeniden bir kurulum varsa, eski malzemelerden de yararlanılacağı için maliyet 30,000 € civarındadır. Bir Node B'nin ise şehir alanlarında 105,000 €, kırsal alanlarda ise 60,000 € civarındadır.

Operasyonel maliyetler (OpEx) ise baz istasyonu kirası, transmisyon maliyeti, kullanılan enerji ve bakım maliyetlerinden oluşmaktadır. Bölüm 6.4'te de bahsettiğimiz gibi genel olarak ortalama toplam operasyonel maliyet yaklaşık 21,600 €.

Yukarıdaki veriler sonucunda bir baz istasyonu için CapEx ve OpEx toplamının 126.600 € yani 261.639 YTL olduğunu söyleyebiliriz<sup>65</sup>.(bk. Bölüm 6.4).

### 7.1.3. Nakit Akışı ve Opsiyon Değerlemesi

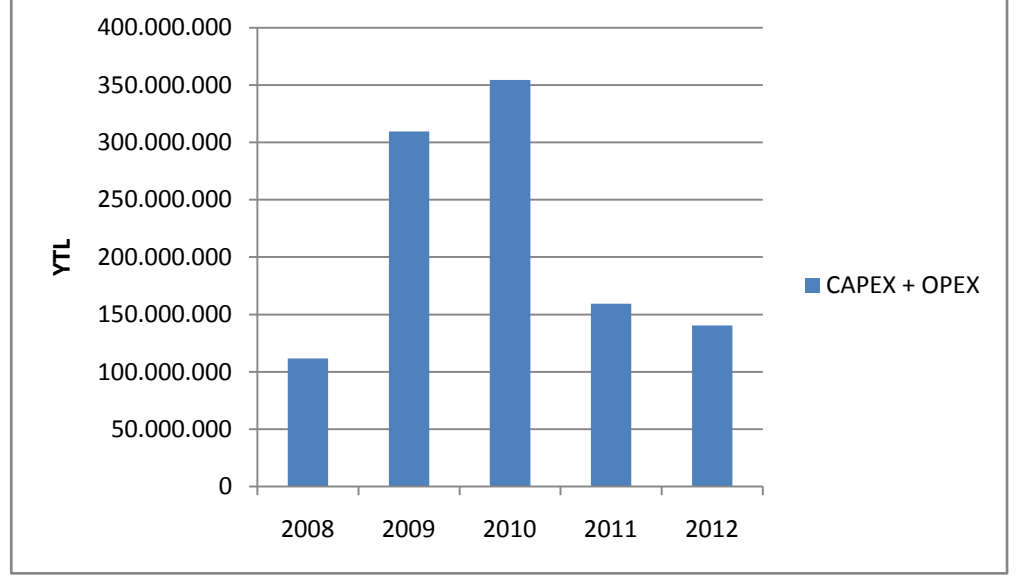
3G şebekedeki için gerekli olan toplam yatırım maliyeti ve bunun 5 yıl boyunca planlamasını Tablo 8'de görülmektedir.

**TABLO 8**  
**3G Yatırımları (CapEx + OpEx)**

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	TOPLAM
Cell Sites	1.043	1.000	1.000	87	0	3.130
CAPEX	64.973.685,00	218.032.500,00	218.032.500,00	18.968.827,50	0,00	520.007.512,50
OPEX	46781053,2	91633453,2	136485853,2	140388012	140388012	555.676.383,60
CAPEX + OPEX	111.754.738	309.665.953	354.518.353	159.356.840	140.388.012	1.075.683.896,10
Discount Factor	0,902527076	0,814555123	0,735158053	0,663500048	0,598826758	
F Fonksiyonu	100.861.677,08	252.239.988,47	260.627.022,24	105.733.270,61	84.068.098,07	803.530.056,47

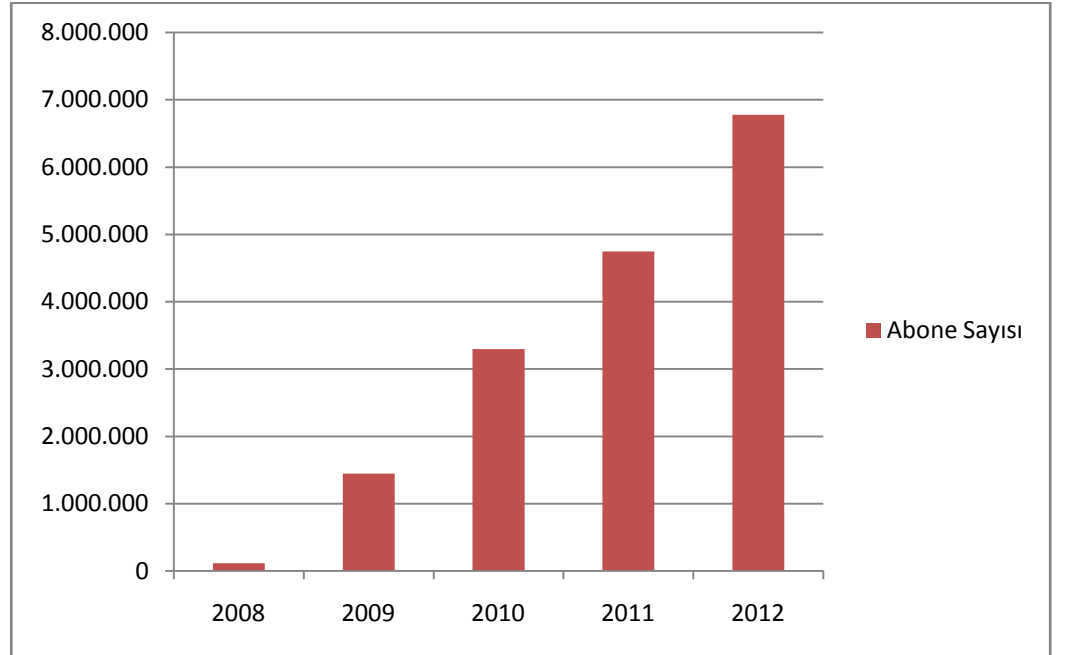
<sup>65</sup> Euro Döviz Kuru. (23 Nisan 2008). [www.paragaranti.com.tr](http://www.paragaranti.com.tr) (2008) .(2,0765YTL)

CapEx ve OpEx için yıllık nakit akışı hesaplamaları Ek 4'tedir (bk. Ek 4, s.x). Tablo 8'den de görüleceği gibi NBD hesabı için gerekli olan yatırım miktarı *K* 803.530.056,83'dir. *K* hesaplanmasında kullanılan iskonto oranı %10.8'dir. Şekil 15'de yıllara göre CapEx ve OpEx dağılımı görülmektedir.



**Şekil 15: 3G Yatırımları (CapEx + OpEx)**

Şekil 16'da ise 3G aboneleri ve bu abonelerin yıllara dağılımı görülmektedir. Abone sayısı tahmini 2004'ten bu yana Almanya Vodafone'daki 3G abonesinin yıllara göre artışı göz önüne alınarak yapılmıştır.



## Şekil 16: 3G Abone Sayısı Artışı

**Kaynak:** Analysys. (2007) . “Germany Mobile Telecoms Market” .November 2007.

3G aboneliği, normal GSM aboneliği dışında ayrı bir abonelik olacağı için ayrı bir tarife üzerinden ücretlendirileceklerdir. Vodafone UK, ilk 3G servisini 2004 yılında hizmete sunduğunda aboneliğini 80\$ olarak belirlemiştir<sup>66</sup>. Kişi başına düşen gelir olarak (ARPU) 80\$ yani yaklaşık 100 YTL alınır, yıllık karların toplam hesapladığında toplam kar bulunmuş olur. İskonto oranı olarak %10,8 aldığımızda NBD hesaplaması için gerekli olan  $S_0$  yani gelecek nakit akışının şimdi değeri bulunmuş olur. Tablo 9’a göre 5 yıl sonundaki toplam kar  $S_0$  1.091.134.575,75 YTL’dir.(Bk. Ek 4, s.)

**TABLO 9**  
**Abone Sayısına Bağlı Gelirler**

Yıllar	2008	2009	2010	2011	2012	TOPLAM
Abone Sayısı	113.000	1.447.000	3.295.000	4.745.000	6.780.000	16.380.000
Kar	11.300.000	144.700.000	329.500.000	474.500.000	678.000.000	1.638.000.000
Abonelerin %'lik değişimi	0,0%	92,2%	56,1%	30,6%	30,0%	
İskonto Faktörü	0,902527076	0,814555123	0,735158053	0,663500048	0,598826758	
F Fonksiyonu	10.198.555,96	117.866.126,24	242.234.578,42	314.830.772,64	406.004.541,83	1.091.134.575,08

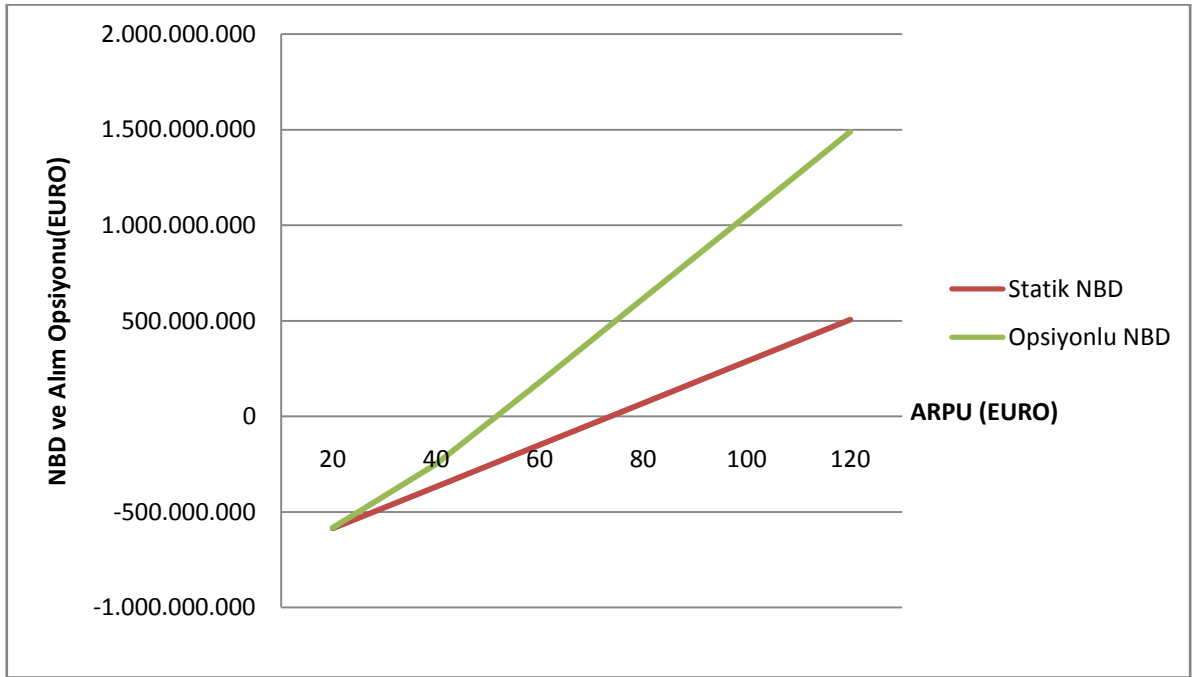
Opsiyon gecikmesi değeri göz önüne alınmadan statik NBD hesabı yapılırsa NBD değerinin 287.604.518,62 olduğu yani  $NBD > 1$  olduğu görülür. Bu durumda yatırımcının bu yatırımı bu şartlar altında yapması karlı olacaktır.

Bu ana kadar net bugünkü değer akışı hesabı yapılırken gecikme opsiyonu (option to defer) faktörünü göz önüne almadık. reel opsiyonlar kavramı açısından ise esas gol lisans sebebiyle oluşan bu opsiyon gecikmesinin black – scholes modeli ile hesaplanması ve Net Bugünkü Değer hesabına dahil edilmesi. Böylece statik NBD hesabı negatif çıksa bile opsiyon gecikmesi ile beraber pozitifte dönebilir ve karar alma anlamında yatırımcının yatırımı yapma şeklinde karar almasına sebep olur.

<sup>66</sup> Harmantzis, Fotios C. and Venkata Praveen Tanguturi. “Investment Decisions In the Wireless Industry Applying Real Options”, *Telecommunications Policy* 31 (2007): 107-123

#### 7.1.4. Opsiyon Gecikmesi Değerinin Duyalılık Analizi

Bu bölümde 3G yatırımları için yatırım analizini yaparken kurduğumuz modele ilişkin parametrelerin etkilerini analiz ettik. Proje boyunca toplam gelirleri belirleyen faktör kişi başına düşen gelir (ARPU) idi. Şekil 17’de abone başına düşen gelire (ARPU) bağlı olarak değişen statik NBD ve opsiyonlu NBD değerleri görülmektedir. Diğer parametreleri sabit tutarak kişi başına düşen geliri 20 YTL’den 120 YTL’ye kadar değiştirdik ve projenin yaklaşık 75 YTL civarında bir ARPU değerinde yatırımını pozitifte çevireceğini görmüş olduk.



Şekil 17: NBD Analizinde ARPU Etkisi

#### 7.2. Uygulama 2: Dünya Üzerindeki Yeni Nesil Şebeke Yatırımları Reel Opsiyon Analizi

Dünya üzerinde sabit hatlı telefon konuşmaları gelirlerinde özellikle son 2 yıldır büyük bir düşüş yaşanmakta ve geniş bant yaygınlığı da doymuş durumdadır<sup>67</sup>. Yükselen trend ise IP tabanlı sistemlerdir. Mobil olsun, sabit hat operatörü olsun, bütün

<sup>67</sup> Rupert Wood and Stephen Sale, “Next-Generation Network Architecture: what and when?”, Analysis Research, January 2008, p.0

dünyadaki iletişim firmaları piyasa konumlarını koruma ve geliştirmek için yeni nesil şebeke (Next Generation Network - NGN) teknolojilerini takip ederek yatırım kararlarını belirlemek zorundadırlar. Yeni nesil şebekeler için de uzun süreli bir maliyet hesabı ve gelir tahmini yapmak gerekir. Operatörler açısından iki önemli soru vardır, “hangi teknoloji ve ne zaman” soruları.

Özellikle mobil teknolojinin yaygınlaşması, FMC(Fixed Mobile Convergence) gibi çözümler ve en önemlisi de VoIP'nin yaygınlaşması sabit hat gelirlerini etkilemiştir. Ayrıca normal geniş bant internet erişimindeki büyüme de yavaşlamıştır. Teknoloji firmaları da şimdiden ürünlerindeki standartlarını yeni nesil standartlara göre üretmektedirler.

Fakat buna alternatif olarak IP'deki bu yükseliş, yeni iş fırsatlarını da beraberinde getirmektedir. Örneğin, IP tabanlı sistemler sayesinde hem altyapı hem de servis anlamında medya ve Telekom şirketlerinin birbirine yakınsaması, yeni servis pazarında iş fırsatları sunmaktadır. Ayrıca mobil operatörlerde network altyapılarını farklı teknolojileri birbiri ile IP dönüşümü yaparak konuşturacak IMS çözümleri ile her alanda servis vermeye devam edebileceklerdir.

Bu tezde bir başka uygulama olarak da Analysis Research firmasının önümüzdeki 10 yıl boyunca yeni nesil şebekeler ile ilgili yaptığı gelir ve maliyet (CapEx) tahmin verilerinden yola çıkılarak, reel opsiyon analizi kullanılarak yeni nesil şebekelerin yatırım analizi yapıldı.

### **7.2.1. Teknoloji Kabulleri ve Parametre Hesaplamaları:**

Modelimizde yeni nesil şebeke yatırımları için opsiyonun yatırım zamanı, yani yatırım projesinin ömrünü (T) 2008 yılı ile beraber 11 yıldır. Volatilite olarak %37,68 alındı<sup>68</sup>. Risksiz yatırım getirisi oranı (risk free rate) olarak da Amerikan Hazine Bonosu değerlerine bakılarak %3.64 olarak alınmıştır.

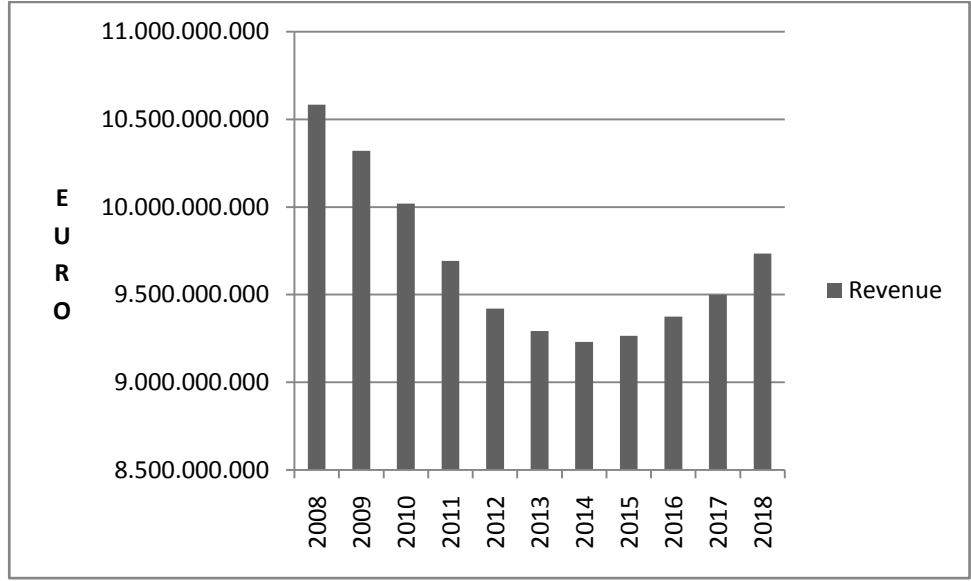
İndirgenmiş nakit akışı hesaplanırken iskonto oranı olarak sermayenin ağırlıklandırılmış ortalama maliyeti (WACC) kullanılır. WACC'nin hesaplama yönteminden bahsetmiştik. WACC oranı olarak da %10.8 alındı<sup>69</sup>.

---

<sup>68</sup> Harmantzis, Fotios C. and Venkata Praveen Tanguturi. “Investment Decisions In Wireless Industry Applying Real Options”, Telecommunications Policy 31 (2007), p.112

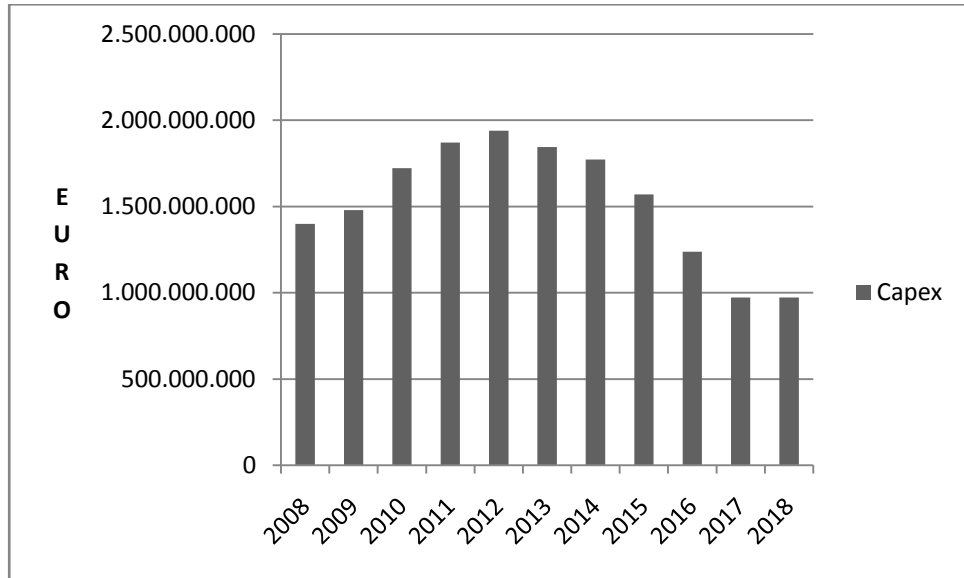
<sup>69</sup> Raul. L. Katz and Booz Allen Hamilton. (2003).”Remedies for Telecom Recovery Project - Managerial Strategies Recommendations- Final Report”. Columbia Institute for Tele-Information, Columbia Business School, Columbia University,2003 p.8

Net Bugünkü Değer hesaplamasında kullanılacak olan gelecek nakit akışlarının bugünkü değeri olan  $S_0$  (bk. Şekil 18) ve yatırım maliyeti  $K$  (bk. Şekil 19) grafiklerle görülmektedir.



**Şekil 18: Yıllara Göre İndirgenmiş Operatör Gelirleri**

Kaynak: Rupert Wood and Stephen Sale, “Next-Generation Network Architecture:what and when?”, Analysis Research, January 2008, p.42



**Şekil 19: Yıllara Göre İndirgenmiş Altyapı Maliyetleri (CapEx)**

**Kaynak:** Rupert Wood and Stephen Sale, “Next-Generation Network Architecture:what and when?”, Analysis Research, January 2008, p.44

### 7.2.2. Nakit Akışı ve Opsiyon Değerlemesi

Yeni nesil şebekeler için 2018 yılına kadar toplam gelirler 106.435.477.368 EURO olacaktır. Ayrıca toplam maliyette (CapEx), 16.780.939.406 EURO olacaktır. İndirgenmiş gelirler ( $S_0$ ) ve yatırım maliyeti ( $K$ ) hesaplamaları EK 5'tedir. Bu noktada eğer 11 yıllık opsiyon genişlemesi faktörünü göz ardı eder ve NBD formülünden opsiyonsuz NBD hesabı yapılırsa;

$$\begin{aligned} NBD &= S_0 - K = 106.435.477.368 - 16.780.939.406 \\ &= 51.438.273.408 \text{ EURO} \end{aligned}$$

Yani statik  $NBD > 0$  çıkar ve yatırım için ideal bir ortamdır.

Eğer proje süresi boyunca opsiyon genişlemesi faktörü de ele alınırsa reel opsiyon analizi tamamlanmış olur. Black – Scholes modelinden hareketle opsiyon genişlemesi değerinin 55.017.328.819 EURO olduğu görülür.

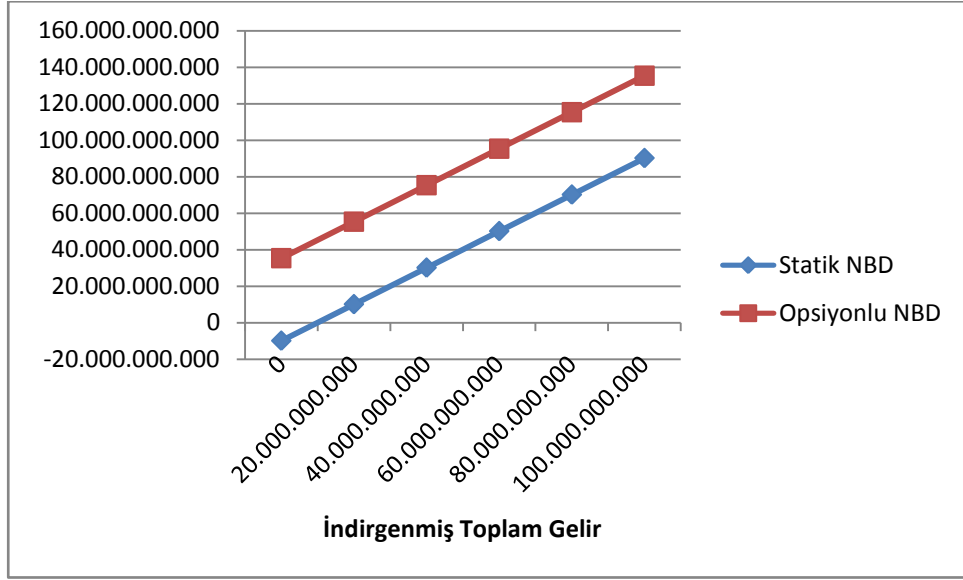
Opsiyon genişlemesi ile birlikte NBD değeri hesaplanırsa;

$$\begin{aligned} \text{Opsiyonlu NBD} &= S_0 - K + C \\ &= 106.435.477.368 - 16.780.939.406 + 55.017.328.819 \\ &= 106.455.602.227 \text{ EURO} \end{aligned}$$

olduğu görülür. Yani yine NBD değeri 0'dan büyük ve pozitiftir. Böylece şartlar yatırım yapmaya uygundur.

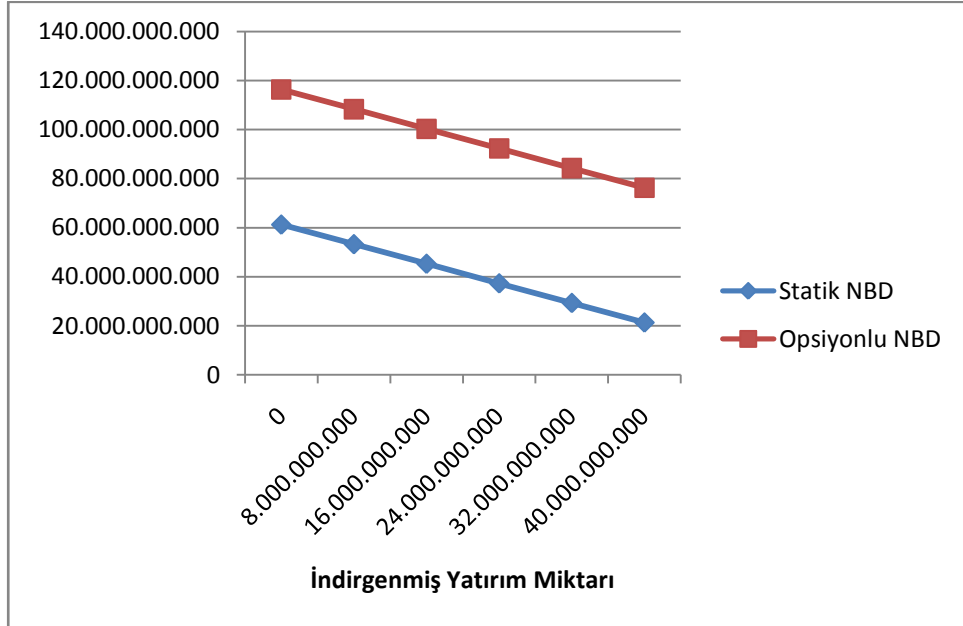
### 7.2.3. Opsiyon Genişlemesi Değerinin Duyarlılık Analizi

Yeni nesil şebekelerin reel opsiyon analizinde, toplam gelir ve toplam maliyetin NBD'yi nasıl etkilediğini incelemek için öncelikli olarak indirgenmiş toplam karı göz önüne alalım. Toplam gelirin %10,8 iskonto oranı ile indirgenmiş hali 0 ile 100.000.000.000 EURO arasında değişseydi statik ve opsiyonlu NBD'deki değişim yani NBD'nin indirgenmiş toplam gelire duyarlılığı Şekil 20'deki gibi olurdu.



**Şekil 20: İndirgenmiş Toplam Gelir – NBD İlişkisi**

Yatırım maliyetinin %10,8 iskonto oranı ile indirgenmiş hali 0 ile 40.000.000.000 EURO arasında değişseydi statik ve opsiyonlu NBD'deki değişim yani NBD'nin indirgenmiş yatırım miktarına duyarlılığı Şekil 21'deki gibi olurdu.



**Şekil 21: İndirgenmiş Yatırım Miktarı – NBD İlişkisi**

## 8. Sonuç

Telekomünikasyon sektörü teknolojinin devamlı değiştiği, pazar olarak yarışın yoğun olduğu, regülasyonların pazar yapısını belirlemede önemli bir etken olduğu, ve yatırım maliyetlerinin çok yüksek olduğu bir sektördür. Telekomünikasyon şirketleri, pazarın bu özelliklerinden dolayı gelecek ile ilgili yatırım kararlarında teknolojideki değişimlerin getirdiği belirsizlik altında esnek yatırım kararları alabilecekleri bir yatırım analizine ihtiyaç duymaktadırlar.

Reel opsiyonlar teorisinin, sermayenin yoğun ve belirsizliğin hâkim olduğu ortamlardaki yatırımlara uygulanabilen genel prensipleri mevcuttur. Bu bakımdan, reel opsiyonlar teorisinin öneminin, onun esnek yapısından kaynaklandığını söylemek yerinde olur. Bu yüzden esnekliği değerlendirirken, yatırımdan dolayı uğranacak zararı sınırlandırmış, beklenen kazancı artırmış olur.

Türkiye’de 3G lisanslarının henüz dağıtılmamış olması ve yüksek maliyetler içeren, dünyadaki örneklerine bakıldığında bekleneni henüz yeni vermeye başlayan bir teknoloji olduğu için GSM operatörleri açısından iyi bir yatırım analizi gerektiren bir koşul oluşturmaktadır. Bu çalışmamızda reel opsiyon teorisi kullanarak Türkiye’de 3G yatırımlarının 5 yıllık bir sürede indirgenmiş nakit akışı değerlerini bularak net bugünkü değerleri hesaplandı ve yatırımların hangi ARPU değerlerinde yatırımcıya kazanç sağlayacağını gösterildi.

Ayrıca dünyadaki yeni nesil şebekelerin maliyet ve beklenen getirileri üzerinden reel opsiyonlar teorisi kullanarak net bugünkü değerleri hesaplandı. Böylece karar vericilere yeni nesil şebekelere yatırım yapma konusunda bir seçim şansı sunulmuş oldu.

## **EKLER**

## EK 1: 2007 Yılı GSM Verileri

### TABLO 10

#### Bölgesel Abone Bilgileri

Bölgesel Abone Bilgileri												
Bölgeler	2007											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Doğu Anadolu	2.950.917	2.997.081	3.090.527	3.161.544	3.209.395	3.284.614	3.393.670	3.463.746	3.505.805	3.496.814	3.524.191	3.459.028
Akdeniz	6.688.063	6.747.659	6.849.851	6.986.382	7.136.062	7.284.925	7.406.119	7.535.112	7.631.334	7.672.263	7.706.741	7.728.988
Ege	6.961.105	7.020.082	7.116.800	7.267.488	7.442.111	7.589.530	7.716.549	7.840.552	7.920.952	8.046.056	8.074.020	8.133.397
G.Anadolu	3.883.670	3.937.151	4.010.118	4.108.101	4.223.275	4.310.402	4.393.516	4.507.405	4.560.132	4.567.119	4.602.489	4.654.054
İç Anadolu	9.106.486	9.159.022	9.284.049	9.481.409	9.677.377	9.860.851	9.969.379	10.074.131	9.890.749	9.880.808	10.035.220	10.019.810
Karadeniz	4.586.115	4.631.809	4.700.252	4.784.421	4.870.836	4.986.364	5.047.538	5.225.334	5.629.082	5.627.224	5.656.128	5.690.964
Marmara	18.894.138	19.114.443	19.678.248	19.889.240	20.312.021	20.738.748	20.984.175	21.298.840	21.514.628	21.780.454	21.865.226	22.289.566
TOPLAM	53.070.494	53.607.247	54.729.845	55.678.585	56.871.077	58.055.434	58.910.954	59.945.124	60.652.682	61.070.738	61.464.015	61.975.807

**Kaynak:** TK, 2007 Yılı GSM Verileri, 2007, <http://www.tk.gov.tr/Yayin/istatistikler/istatistik/2007/istatistik2007gsm.htm> (5 Mayıs 2008), s.1

### TABLO 11

#### Bölgesel Baz İstasyonu Sayısı

Bölgeler	Bölgesel BTS Sayıları	Bölgesel BSC/BTS Oranları	Bölgesel TRX/BTS Oranları
	Aralık	Aralık	Aralık
Marmara	10189	0,019	7,51
Ege	4359	0,016	6,72
Akdeniz	3653	0,020	7,23
Karadeniz	2796	0,020	7,08
İç Anadolu	4871	0,021	6,83
D.Anadolu	1635	0,022	7,17
G.Anadolu	1630	0,025	7,45
TOPLAM	29.133	0,020	7,17

**Kaynak:** TK, 2007 Yılı GSM Verileri, 2007, <http://www.tk.gov.tr/Yayin/istatistikler/istatistik/2007/istatistik2007gsm.htm> (5 Mayıs 2008), s.1

## EK 2: Hücre Kapasitesi Tahmini

Hücresel kapsamanın hesaplanması için gerekli parametrelerin ifadesi aşağıdadır.

$E_b$  = Bit başına enerji

$N_0$  = Gürültü şiddeti spektrum oranı

$$\text{Kanal Başına Güç} = E_b * \text{Data Hızı}$$

$$\text{Sinyal Gücü} = E_b * \text{Data Hızı}$$

$$\text{Gürültü Şiddeti} = N_0 * (\text{Kanal Bant Genişliği})$$

$$\text{Sinyal – Gürültü Oranı: } \frac{S}{N} = \frac{E_b * \text{Data Hızı}}{N_0 * (\text{Kanal Bant Genişliği})}$$

Yayıma faktörü (Spreading Factor, SF), işlemci ya da işlem hızının data hızına oranıdır.

$$\frac{\text{Data Hızı}}{\text{İşlemci Hızı}} \approx \frac{1}{SF}$$

Eğer İşlemci Hızı  $\approx$  Bant Genişliği, sinyalin gürültüye oranı şu şekildedir;

$$\frac{S}{N} = \left( \frac{E_b}{N_0} \right) * \frac{1}{SF}$$

RF kanalı başına düşen X kadar aboneye, (X-1) kadar birbirine karışma vardır.

$$\frac{S}{N} = \frac{S}{S * (X - 1)} = \frac{1}{X - 1}$$

Eğer abone sayısı X büyükse;

$$\frac{1}{N} \approx \frac{E_b}{N_0} * \frac{1}{SF}$$

Eğer kanal başına düşen maksimum kullanıcı sayısını X kabul edersek, kapasitenin yaklaşım ifadesi şu şekilde olur;

$$X \approx \frac{SF}{\frac{E_b}{N_0}}$$

Abone sayısı bulmayı bir örnek ile açıklayalım. Hücresel kapasiteyi hesaplamak için Yayılma Oranı'nı (SF) 128, bit başına enerjinin gürültüye oranını ise 4 alalım. RF kanalı başına düşen abone sayısı 32 olur.

Operatörün toplam spektrumu 25 MHz olsun. Basit bir UMTS RF kanalının ise 5 MHz olsun. Hücre başına düşen toplam RF kanal sayısı yaklaşık 2 olur. Böylece hücre başına 2 kanalımız var demektir.

Bir GSM operatörü 1,250 km<sup>2</sup>'lik alanı 512 baz istasyonu ile kapsasın.

RF kanalı başına düşen abone sayısı = 32

2 RF kanalı başına düşen yani hücre başına düşen abone sayısı = 64

3 açılı bir hücresel kapsama alanın abone sayısı = 192

Bu durumda;

512 hücresel kapsama alanı için abone sayısı = 98,310

Bu durumda bu sistemin konuşturabileceği maksimum teorik abone sayısı 98,310 olur.

### **EK 3: 3G Kapsaması İçin Gerekli Baz İstasyonu Sayısı**

1 Baz istasyonun şehirdeki kapsama alanı = 1,66 km<sup>2</sup>

İstanbul ili yüzölçümü = 5.196 km<sup>2</sup>

İstanbul 3G kapsaması için gerekli olan baz istasyonu sayısı = 5.196 / 1,66 =  
3130

3130 baz istasyonu sayısının 1/3'ü şimdiki baz istasyon varsayarsak yaklaşık  
1043 kadarı şimdi GSM altyapısındaki baz istasyonu sayısıdır.

#### EK 4: Uygulama 1 İçin Nakit Akışları

CapEx = [(Eski baz istasyonları 3G yenilemesi)\*(2.5G şebeke baz istasyonu sayısı)] + [(3G baz istasyonu kurulum maliyeti)\*(3G için kurulacak yeni baz istasyonu sayısı) ]

$$\text{CapEx} = (1.043*30.000 \text{ €}) + (2.087*105.000 \text{ €}) = 250.425.000 \text{ €} = 2,0765 * 250.245.000 = 520.007.512,5 \text{ YTL}$$

Yıllık Operational expenditure (OpEx) = (İstasyon Kirası + Transmisyon Maliyet + Enerji Sarfiyatı + Bakım Maliyeti) \* Yıllık Mevcut Baz istasyonu sayısı

$$5 \text{ yıllık operasyonel maliyetlerin toplamı} = 21.600 \text{ €} * (1043 + 2043 + 3043 + 3130) = 9259 * 21.600 \text{ €} = 555.676.383,60 \text{ YTL}$$

$$5 \text{ Yıl boyunca toplam maliyet (CapEx + OpEx)} = 1.075.683.896,10 \text{ YTL}$$

Yatırım maliyetinin şimdiki değerini hesaplamak için iskonto oranı % 10.8 (WACC) olarak alınarak NBD denkleminde yerine konursa;

$$K = \frac{111.754.738}{(1 + 0,108)^1} + \frac{309.665.953}{(1 + 0,108)^2} + \frac{354.518.353}{(1 + 0,108)^3} + \frac{159.356.840}{(1 + 0,108)^4} + \frac{140.388.012}{(1 + 0,108)^5}$$
$$= 803.530.056,83 \text{ YTL}$$

3G aboneliklerinin tahmini 5 yıl boyunca dağılımı tabloda mevcuttur.3G aboneliği kişi başına fiyatlandırması yaklaşık 100 YTL (80 \$) civarı olduğunu varsayarsak elde edilen karın indirgenmiş nakit akışı hesabı;

$$S_0 = \frac{113.000 \times 100}{(1 + 0,108)^1} + \frac{1.447.000 \times 100}{(1 + 0,108)^2} + \frac{3.295.000 \times 100}{(1 + 0,108)^3} + \frac{4.745.000 \times 100}{(1 + 0,108)^4}$$
$$+ \frac{6.780.000}{(1 + 0,108)^5} = 1.091.134.757,08 \text{ YTL}$$

$$\text{Statik NBD} = S_0 - K = 1.091.134.757,08 - 803.530.056,83 = 287.604.518,62$$

Opsiyonlu NBD hesaplaması için Black – Scholes yaklaşımı ile opsiyon değeri hesaplanırsa;

$$d_1 = \frac{\ln(1.091.134.757,08/803.530.056,83) + (0,1793 + 0,1225^2/2)5}{0,1225\sqrt{5}} = 4,5268$$

$$d_2 = 4,5268 - 0,1225\sqrt{5} = 4,2529$$

Standart normal kümülatif dağılım fonksiyonu ile  $d_1$  ve  $d_2$  hesaplanırsa;

$$N(d_1) \approx 1$$

$$N(d_2) \approx 1$$

Böylece opsiyon değeri hesaplanırsa;

$$c = 1.091.134.757,08 \times 1 - 803.530.056,83 \times e^{-0,1793 \times 5} \times 1$$

$$c = 764.375.655,15 \text{ YTL}$$

Opsiyonlu NBD =  $S_0 - K + \text{Opsiyon Gecikmesi Değeri} = 1.051.980.173,76$

## EK 5: Uygulama 2 İçin Nakit Akışları

Yeni Nesil Şebekeler ile ilgili 2008 – 2011 yılları arası altyapı maliyetleri toplamı (CapEx);

$$\text{CapEx} = 1.400.000.000 + 1.478.403.000 + 1.721.502.760 + 1.871.325.646 + 1.940.357.854 + 1.845.229.798 + 1.771.990.078 + 1.569.547.743 + 1.238.250.861 + 971.634.150 + 972.697.516 = 16.780.939.406 \text{ €}$$

Yeni Nesil Şebekeler ile ilgili 2008 – 2011 yılları arası beklenen toplam getiri miktarı;

$$\text{Toplam Kar} = 10.583.410.000 + 10.321.411.091 + 10.019.258.648 + 9.692.882.541 + 9.420.215.823 + 9.291.872.931 + 9.231.314.145 + 9.266.053.932 + 9.375.102.608 + 9.499.481.625 + 9.734.474.024 = 106.435.477.368 \text{ €}$$

Yatırım maliyetinin şimdiki değerini hesaplamak için iskonto oranı % 10.8 (WACC) olarak alınarak NBD denkleminde yerine konursa indirgenmiş yatırım maliyeti şu şekilde hesaplanır;

$$K = 1.400.000.000/(1+0,108)^1 + 1.478.403.000/(1+0,108)^2 + 1.721.502.760/(1+0,108)^3 + 1.871.325.646/(1+0,108)^4 + 1.940.357.854/(1+0,108)^5 + 1.845.229.798/(1+0,108)^6 + 1.771.990.078/(1+0,108)^7 + 1.569.547.743/(1+0,108)^8 + 1.238.250.861/(1+0,108)^9 + 971.634.150/(1+0,108)^{10} + 972.697.516/(1+0,108)^{11} = 61.282.971.523 \text{ €}$$

Toplam karın şimdiki değerini hesaplamak için iskonto oranı % 10.8 (WACC) olarak alınarak NBD denkleminde yerine konursa indirgenmiş toplam kar;

$$S_0 = 10.583.410.000/(1+0,108)^1 + 10.321.411.091/(1+0,108)^2 + 10.019.258.648/(1+0,108)^3 + 9.692.882.541/(1+0,108)^4 + 9.420.215.823/(1+0,108)^5 + 9.291.872.931/(1+0,108)^6 + 9.231.314.145/(1+0,108)^7 + 9.266.053.932/(1+0,108)^8 + 9.375.102.608/(1+0,108)^9 + 9.499.481.625/(1+0,108)^{10} + 972.697.516/(1+0,108)^{11} = 9.844.698.115 \text{ €}$$

$$\text{Statik NBD} = S_0 - K = 61.282.971.523 - 9.844.698.115 = 51.438.273.408 \text{ €}$$

Opsiyonlu NBD hesaplaması için Black – Scholes yaklaşımı ile opsiyon değeri hesaplanırsa;

$$d_1 = \frac{\ln(61.282.971.523/9.844.698.115) + (0,0364 + 0,3768^2/2)11}{0,3768\sqrt{11}} = 2,40845$$

$$d_2 = 2,40845 - 0,3768\sqrt{11} = 1,15875$$

Standart normal kümülatif dağılım fonksiyonu ile  $d_1$  ve  $d_2$  hesaplanırsa;

$$N(d_1) = 0,99199$$

$$N(d_2) = 0,87672$$

Böylece opsiyon değeri hesaplanırsa;

$$c = 61.282.971.523 \times 0,99199 - 9.844.698.115 \times e^{-0,0364 \times 11} \times 0,87672$$

$$c = 55.017.328.819 \text{ €}$$

$$\text{Opsiyonlu NBD} = S_0 - K + C = 106.455.602.227 \text{ €}$$

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

Boer, F. Peter. **The Real Options Solution; Finding Total Value in a High-Risk World**. New York: JohnWiley and Sons, 2002.

Damadoran, Aswath. **Investment Valuation**. 2nd Edition. Wiley, 2002.

Hull, John C. **Options, Futures and Other Derivatives**. 5th Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

Önalın, Ömer. **Finans Mühendisliğinde Matematiksel Modelleme**. 1. Basım. İstanbul: Avcıol Basım Yayın, 2004.

PRASAD, Ramjee and Marina Ruggieri. **Technology Trends in Wireless Communications**. Boston: Artech House, 2003.

Bates, Regis J. **Broadband Telecommunications Handbook**. 2nd Edition. UK: McGraw-Hill, 2002.

Trigeorgis, Lenos (Ed.). **Real Options and Business Strategy; Applications to Decision Making**. Bath: Risk Books, 1999.

Trigeorgis, Lenos (Ed.). **Real Options in Capital Investment; Models, Staregies, and Applications**. Westport: Praeger, 1995.

Wilkinson, Neill. **Next Generation Network Services**. 1. Basım, UK: Wiley, 2002.

Wisely Dave, PhilipEard Ley and Louise Burness. **IP For 3G**. England: Wiley, 2002.

### *Sürekli Yayınlar*

Akkum, Tülin. “Döviz Opsiyonları Ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri”. **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**. C:29, S: 1, Nisan 2000, ss. 47–74.

Akatn, Coşkun Can ve İsmail Yaşar Vural. “Telekomünikasyon Sektöründe Reform Süreçleri”. **Telekomünikasyon ve Regülasyon Dergisi**. Y:1, S:2, Nisan 2005, ss.81.

Alleman, James. “A New View Of Telecommunications Economics”. **Telecommunications Policy**. Vol. 26, 2002, pp.87.

DARICI. Ahmet, “3.Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri”, **Telekomünikasyon Kurumu Uzmanlık Tezleri**, Aralık 2002, s.13

Harmantzis, Fotios C. and Venkata Praveen Tanguturi. “Investment Decisions In Wireless Industry Applying Real Options”. **Telecommunications Policy**. Vol. 31, 2007, ss.108.

Harmantzis, Fotios C. and Venkata Praveen Tanguturi. “Delay In The Expansion From 2.5G to 3G Wireless Networks: A Real Options Approach”. **ITS Conference**. 2004, s.4.

Harmantzis, Fotios C. and Venkata Praveen Tanguturi. “Migration To 3G Wireless Broadband Internet and Real Options: The Case Of An Operator In India”. **Journal of Telecommunications Policy**. Vol. 30, No. 1 , 2006, pp. 32 – 44.

Harmantzis, Fotios C. and Venkata Praveen Tanguturi. “Investment Decisions In the Wireless Industry Applying Real Options”. **Telecommunications Policy**. Vol 31, 2007, ss. 107-123.

Keleş, İbrahim. ”Microsoft Güvenlik Risk Yönetimi Kararlarının Gerçek Opsiyon Yaklaşımıyla Değerlemesi”. **Journal of Yasar University**. Vol.1, No.4, 2006.

Kırlı, Mustafa. “Şirket Değerlemede İndirgenmiş Nakit Akışı Yöntemi’in Bir Girdisi Olarak Devam Eden Değer’in Belirlenmesi”. **Yönetim Ve Ekonomi**. C:12, S:2, 2005, ss.162.

Masanaga, Shuichi. “A Comparative Study of Real Options Valuation Methods: Economics-Based Approach vs.Engineering-Based Approach”. **Master’s Thesis**. Master of Science in Real Estate Development at the Massachusetts Institute of Technology. 1999, s.16.

Rendón , Juan. Federico Kuhlmann and Juan P. Alanis. “A business case for the deployment of a 4G wireless heterogeneous network in Spain”. **ITS**. İstanbul. 2-4 Eylül 2007, ss.9

Özoğul, Selçuk Altan ve Burç Ülengin. “Reel opsiyonlar ile bilişim teknolojileri yatırımlarının değerlemesi”, **ITU Dergisi/b**. Cilt:3, Sayı:1, Aralık 2006, s.15.

Tsui, Maggie. “Valuing Innovative Technology R&D as a Real Option: Application to Fuel Cell Vehicles”, **Master’s Thesis**, Civil and Environmental Engineering of Massachusetts Institute of Technology. 2005, s.20.

Yapıcı, Kahraman. “GSM’de Pazar Büyüyor, Rekabet Küçülüyor”. **EMO Dergisi**. S: 430, 2007, s.52.

Zerey, Galip. “Telecommunication Sector in Turkey”. **7. Türkiye Bölgesel Hazar, Orta Asya, Rusya ve Karadeniz Ülkeleri Telekomünikasyon & BT Konferansı**. İstanbul. 17-18 Nisan 2008, s.4.

### *Diğer Yayınlar*

Brydon, Alastair and Mark Heath. “3G Network Evolution from 2007 to 2012: HSPA+, LTE, WiMAX and femtocells”. **Analysis Research**. Cambridge. 2008, s.1.

Acarer, Tayfun. “Telekomünikasyon Kurumu 2008 İş Planı ve Sürdürülmekte Olan Faaliyetler”. Telekomünikasyon Kurumu Basın Toplantısı . 3 Nisan 2008, s.14, [http://www.tk.gov.tr/Etkinlikler/Ulusal\\_Etkinlikler/basintoplantilari/2008/basintop1.htm](http://www.tk.gov.tr/Etkinlikler/Ulusal_Etkinlikler/basintoplantilari/2008/basintop1.htm)

AKGÜN, Adnan. “Telekomünikasyon Endüstrisinde Erişim ve Arabağlantı Fiyatlandırması ve Rekabet Sorunları”. **Rekabet Kurulu Uzmanlık Tezleri**. <http://www.rekabet.gov.tr/uzmantez.html>, (5 Mayıs 2008)

Aksu, Mustafa. “Mobil Sistemler”, KSÜ Meslek Yüksek Okulu, <http://kmyo.ksu.edu.tr/maksu/drsnot/Mobil%20Sistemler.pdf>, (5 Mayıs 2008)

ANALYSYS. “Germany Mobile Telecoms Market”. November 2007.

An Overview Of Network Effects. <http://oz.stern.nyu.edu/io/network.html> (4 Mayıs 2008)

Arıöz, Ali. “Telekomünikasyon Sektöründe Serbestleşme Süreci”. **Rekabet Kurulu Uzmanlık Tezleri**, (2005), <http://www.rekabet.gov.tr/uzmantez.html>. (5 Mayıs 2008)

Bostan, İbrahim. “Yatırım Projelerinin Analizinde Reel Opsiyonların Kullanılması ve Bir Uygulama”. **Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi**, Marmara Üniversitesi SBE, 2007.

Bruun , Soren ve Peter Bason. “Real Options Approches In Venture Capital Finance”. **Essay Series**. Serie 5, 2001, <http://www.realoptions.dk/pdf/essay5.pdf> (5 Mayıs 2007).

Cansfield, Mike, Marta Munoz Mendez – Villamil ve Mark Giles. “Voice: a vision of the future \* Europe Update”. **Ovum**. 2008, s.5.

Euro Döviz Kuru. [www.paragaranti.com.tr](http://www.paragaranti.com.tr) (23 Nisan 2008).

GSMA. GSM Statistics. Q4 2007, <http://www.gsmworld.com/news/statistics/index.shtml> (30 Nisan 2008).

GSMA. “20 Facts For 20 Years Of Mobile Communications”.2008, <http://www.gsmtwenty.com/20facts.pdf> (5 Mayıs 2008).

Heitkamp Dirk, “3G Convergence and Microwave Backhaul”. **Microwave Networks Inc**. Mart 2004.

IDATA News. ”3GSM:The Real Launch Of 3G in Europe?”. No. 300, 2004.

Katz, Raul. L. and Booz Allen Hamilton. (2003).”Remedies for Telecom Recovery Project - Managerial Strategies Recommendations- Final Report”. **Columbia Institute for Tele-Information**, Columbia Business School, Columbia University, 2003 pp.8.

Küçükkoçaoğlu, Güray. “Türev Piyasalar”. Başkent Üniversitesi,

<http://www.baskent.edu.tr/~gurayk/finpazcarsamba12.doc> (28 Nisan 2008)

Nebil, F.S. “Süreyya Ciliz; Turkcell Sorumluluğunu Biliyor 1”. 23 Ocak 2007, <http://turk.internet.com/haber/yazigoster.php3?yaziid=17299> (5 Mayıs 2008).

“Network and 3G information”. (t.y.)

[http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526\\_3.pdf](http://planning.croydon.gov.uk/DocOnline/35526_3.pdf) (22 Nisan 2008)

Microwave Networks Inc. “3G Convergence and Microwave Backhaul”.March 2004. s.6.

ŞEPBOY, Canan ve Cemil Özbay. “4G (Dördüncü Nesil) Mobil Ve Kablosuz Sistemler”. **Trakya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği**, <http://cenkatlig.trakya.edu.tr/Bilg-Aglari/Muhendislik/2007BaharProjeleri/4G%20Mobil%20ve%20Kablosuz%20Sistemler/>, (6 Mayıs 2008)

T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı. “İç borçlanma Stratejisi”. Nisan 2008

TK. “3G Dünya Tecrübeleri”, Aralık 2002.

TK. “2007 Yılı GSM Verileri”. 2007,

<http://www.tk.gov.tr/Yayin/istatistikler/istatistik/2007/istatistik2007gsm.htm> (5 Mayıs 2008).

TURKCELL, “Kapsama Alanı”,

<http://www.turkcell.com.tr/turkcellhakkinda/genelbakis/kapsamaalani>

TURKCELL. “Türkiye GSM Pazarı”. 2008,

<http://www.turkcell.com.tr/turkcellhakkinda/vatirimciiliskileri/turkiyegsmpazari> (5 Mayıs 2008)

Wood , Rupert and Stephen Sale. “Next-Generation Network Architecture:what and when?”. **Analysis Research**. January 2008, pp.0.