

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK ANABİLİM DALI**

**OPSİYON FİYATLANDIRMASINDA KULLANILAN STOKASTİK SÜREÇLER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hakkı GÜNGÖR**

**HAZİRAN 2009  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK ANABİLİM DALI**

**OPSIYON FİYATLAMADA KULLANILAN STOKASTİK SÜREÇLER**

**Hakkı GÜNGÖR**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Yüksek Lisans ( Matematik )”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02/06/2009  
Tezin Savunma Tarihi : 26/06/2009**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. İhsan ÜNVER**

**Jüri Üyesi : Doç. Dr. Rovshan ALİYEV**

**Jüri Üyesi : Yrd Doç. Dr. Tülay KESEMEN**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2009**

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, opsiyonlarla ilgili bazı temel kavramlar ve opsiyon primi fiyatlandırılmasında kullanılan matematiksel modeller ele alındı.

Öncelikle tez konusunun belirlenmesinde ve çalışmanın bu hale getirilmesine kadar yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. İhsan ÜNVER' e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tez önerisi ve çalışmalar aşamasında bizi sabırla dinleyen, tavsiye ve eleştirileriyle tezin şekillenmesinde emeği geçen Prof. Dr. Tahir KHANİYEV ve Doç. Dr. Rovshan ALİYEV' e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca sonsuz desteğini esirgemeyen Öğr. Gör. Nurgül OKUR BEKAR ,Öğr. Gör. Mihriban ÇETİNKAYA, Arş.Gör.Mehmet Emin ARSLAN'a, tüm KTÜ Matematik Bölümü akademik personeline ve hayatım boyunca desteğini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Hakkı GÜNGÖR  
Trabzon 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	VI
SUMMARY .....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Opsiyonlarla İlgili Genel Terimler .....	1
1.2.1. Opsiyonun Kullanım Fiyatı .....	1
1.2.2. Opsiyonun Vade Tarihi.....	2
1.2.3. Opsiyonun Primi.....	2
1.2.4. Alım Opsiyonu.....	2
1.2.5. Satım Opsiyonu .....	2
1.3. Opsiyon İşlemlerinde Taraflar.....	3
1.3.1. Alım Opsiyonunun Satın Alınması.....	4
1.3.2. Alım Opsiyonunun Satılması.....	5
1.3.3. Satım Opsiyonunun Alınması.....	6
1.3.4. Satım Opsiyonunun Satılması.....	7
1.4. Vade Yapılarına Göre Opsiyonlar .....	9
1.4.1. Avrupa Tipi Opsiyon .....	9
1.4.2. Amerikan Tipi Opsiyon .....	9
1.5. Opsiyon Sözleşmelerinin Çeşitleri .....	9
1.5.1. Hisse Senedi Opsiyonları.....	9
1.5.2. Hisse Senedi Endeks Opsiyonları.....	10
1.5.3. Döviz Opsiyonları.....	10
1.5.4. Faiz Opsiyonları.....	11

1.5.5.	Emtia Opsiyonları.....	11
1.5.6.	Vadeli İşlem Opsiyonları.....	11
1.6.	Opsiyon İşlemlerinin Yararları.....	12
1.7.	Opsiyon Değerlemenin Temelleri.....	12
1.7.1.	Hisse Senedi Opsiyonlarının Değerini Etkileyen Temel Faktörler .....	12
1.7.2.	Opsiyonlarda Değer Kavramı.....	13
1.7.3.	Opsiyon Fiyatını Belirleyen Faktörler.....	14
1.7.3.1.	Spot Piyasa Fiyatı.....	14
1.7.3.2.	Kullanım (Uygulama) Fiyatı .....	15
1.7.3.3.	Vade.....	15
1.7.3.4.	Risksiz Faiz Oranı .....	15
1.7.3.5.	Volatilite (Menkul Kıymetin Değişkenliği) .....	16
1.7.3.6.	Temettü (Kar Payı).....	16
1.8.	Opsiyon Değerleme Modelleri .....	17
1.8.1.	Opsiyon Değerlemede Kullanılan Stokastik Süreçler .....	17
1.8.1.1.	Stokastik Süreç .....	17
1.8.1.2.	Artımları Bağımsız Olan Süreçler .....	18
1.8.1.3.	Durağan Süreçler .....	18
1.8.1.4.	Martingaller .....	18
1.8.1.5.	Markov Süreçleri .....	19
1.8.1.6.	Brownian Hareketi – Wiener Süreci.....	20
1.8.1.7.	Filtrasyona Uyarlanmış Süreç .....	21
1.8.1.8.	İto Süreci .....	21
1.8.1.8.1.	İto Yardımcı Teoremi .....	21
1.8.1.8.2.	İto-Deblin Teoremi.....	22
1.8.1.9.	Geometrik Brownian Hareket.....	22
1.8.1.10.	Riske Duyarsız Değerleme Yaklaşımı.....	23
1.8.2.	Black-Scholes Opsiyon Değerleme Modeli .....	24
1.8.3.	Binomial Opsiyon Değerleme Modeli.....	31
1.8.3.1.	Binomial Modelin Varsayımları.....	31
1.8.3.2.	Tek Dönemli Binomial Model.....	32
1.8.3.3.	İki Dönemli Binomial Model .....	35
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME .....	40

2.1.	Finansal Kriz Dönemlerinde Opsiyon Sözleşmeleriyle Korunma .....	40
2.2.	2008 Küresel Finansal Kriz .....	40
2.3.	Çalışmada Yapılan Varsayımlar .....	41
2.4.	Hisse Senedi Fiyat Değişkenliğinin Tarihsel Verilerin Kullanımıyla Bulunması	42
2.5.	Alım Opsiyonu Üzerine Uygulama .....	42
2.6.	Satım Opsiyonu Üzerine Uygulama .....	43
2.7.	Opsiyon Prim Fiyatlarının İncelenmesi .....	45
3.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	56
4.	KAYNAKLAR .....	59

ÖZGEÇMİŞ

## ÖZET

Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası'nın, 2005 yılında İzmir'de faaliyete geçmesi ile finans sektörümüz, yeni yatırım ve risk yönetimi araçlarına kavuşmuştur. ABD ve Avrupa ülkelerinde uzun süredir uygulanan hisse senedi üzerine opsiyon sözleşmelerinin Türkiye'de uygulanması durumunda, yatırımcılar korunma amaçlı işlem yapabilecekleri gibi, hisse senedine sahip olmasalar bile, hisse senetlerinin fiyat hareketlerine göre, opsiyon sözleşme alarak veya satarak kar elde edebilmelerine olanak sağlayabilecektir.

Bu çalışmada temel amaç, opsiyon sözleşmelerinin işleyişi, nasıl fiyatlandırıldığı ve belirli finansal varlıklar üzerindeki uygulanmasıdır. Ayrıca hisse senedi endeksi üzerine opsiyon sözleşmelerinin Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında (VOB) işlem gördüğü varsayılarak, özellikle kriz dönemlerinde ve sonrasında, alıcı ve satıcıların, opsiyon işlemlerinden nasıl etkilendiği üzerine uygulamalar yapılarak çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır.

Bu amaçla gerçekleştirilen çalışma, üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde opsiyon sözleşmeleri ve bu sözleşmelerinin alma-satma hakkı fiyatlarının matematiksel metotlar kullanılarak bulunması hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölüm yapılan çalışmalara ayrılmış olup, 2008 kriz döneminde IMKB-30 hisse senedi endeksi üzerine opsiyon sözleşmesi uygulamaları gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular irdelenmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise çıkarılabilecek başlıca sonuçlar özetlenmiştir. Bu son bölümü kaynaklar dizini ve özgeçmiş izlemektedir.

Elde edilen sonuçlar, opsiyon sözleşmelerinin beklenmedik kriz dönemlerinden en az etkilenen finansal yatırım aracı olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Opsiyon, Black-Scholes Modeli, Binomial Model, Brownian Hareket, Wiener Süreci, İto Süreci, İto-Deblin Teoremi, Geometrik Brownian Hareket

## SUMMARY

### Stochastic Processes Used for Option Pricing

Our finance sector has gained new investment and risk management tools with the functioning of Forward Transaction and Option Stock Market in 2005. If the option contracts that have been applied in the USA and European Countries for a long time are applied in Turkey, this will provide investors to do transactions safely, even if they do not have any stocks, they can get profit by buying or selling option contracts according to price changes of stocks.

Main purpose of this study is the progress of option contracts, how they are priced, and the application of them on specified financial assets. Besides, by assuming that option contracts effect transactions over stock index in Forward Transaction and Option Stock Market; several conclusions have been reached by doing applications on how buyers and sellers are affected by option transactions especially during economic crisis and afterwards.

With this purpose, this study consists of three parts. On the first part, general information is given about option contracts and the right of buying-selling prices of them by using mathematical methods. The second part is allocated for the studies conducted, option contract applications are conducted on IMKB-30 stock index during 2008 crisis period and the findings are examined thoroughly. The final part of the study is the summary of basic deductible consequences followed by reference and autobiography.

Deducted consequences have shown that option contracts are the least affected investment tools during unexpected crisis periods.

**Key words:** Option, Black Scholes model, Bimomial Model, Brownian Motion, Wiener Process, Ito Process, Ito-Deblin Theory, Geometrical Brownian Motion



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1.	Opsiyon sahibinin kâr ve zararı .....	3
Şekil 1.2.	Alma hakkı (call) opsiyonunun alıcısının kâr/zarar grafiği .....	5
Şekil 1.3.	Alma hakkı (call) opsiyonunun satıcısının kâr/zarar grafiği .....	6
Şekil 1.4.	Satma hakkı (put) opsiyonu alıcısının kâr/zarar grafiği.....	7
Şekil 1.5.	Satma hakkı (put) opsiyonu satıcısının kâr/zarar grafiği.....	8
Şekil 1.6.	Tek periyot binomial fiyatlama.....	32
Şekil 1.7.	Tek periyot binomial modelde opsiyonun değeri .....	33
Şekil 1.8.	İki periyotlu binom ağacı.....	35
Şekil 1.9.	İki periyotlu binom modelinde opsiyonun ödemesi .....	36
Şekil 1.10.	İki aylık periyottaki hisse senedi beklenen değerleri, alım opsiyonu değeri ve p olasılıkları.....	38
Şekil 1.11.	İki aylık periyottaki hisse senedi beklenen değerleri, satım opsiyonu değeri ve p olasılıkları.....	39
Şekil 1.12.	İMKB 30 hisse senedi endeksi için alım-satım primlerinin zamana bağlı değişimi.....	46

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1.	Opsiyon sözleşmelerinde tarafların kâr/zarar analizi..... 8
Tablo 1.2.	İçsel değer ve opsiyon sözleşmelerinde kar/zarar durumları..... 13
Tablo 1.3.	Diğer tüm değişkenler sabitken bir değişkende gerçekleşen artışın hisse senedi opsiyonunun fiyatı üzerindeki etkisinin yönü..... 17
Tablo 1.4.	İMKB 30 hisse senedi endeksi için hesaplanan alım ve satım opsiyon primleri ..... 45
Tablo 1.5.	İMKB-30 hisse senedi endeksi, 18 Ağustos 2008 - 18 Şubat 2009 günlük kapanış fiyatları ve volatilité değerleri ..... 47
Tablo 1.6.	“TP.TRT040309K29” kodlu DİBS kapanış fiyatları ve hesaplanan yıllık getirileri (günlük risksiz faiz oranı için)..... 50

## SEMBOLLER DİZİNİ

- ABD : Amerika Birleşik Devletleri  
 $B_t$  : Brownian Hareket  
CBOE : Chicago Ticaret Odası  
DİBS : Devlet İç Borçlanma Senedi  
 $E^Q$  : Riske duyarlı dünyadaki beklenen değeridir  
 $F_t$  : Filtrasyona göre uyarlanmış süreç  
İMKB : İstanbul Menkul Kıymetler borsası  
K : Kullanım fiyatı  
 $N_c$  : Alım opsiyonu sayısı  
 $N_p$  : Satım opsiyonu sayısı  
 $N(x)$  : Kümülatif Normal Dağılım Fonksiyonu  
S : Hisse senedi fiyatı  
 $S_t$  : t-anındaki hisse senedi fiyatı  
VOB : Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası  
 $W_t$  : Wiener Süreci  
 $V_t$  : Herhangi bir finansal varlığın t-anındaki değeri  
 $(X,X)_t$  : Kuadratik varyasyon  
 $\mu$  : Ortalama  
 $\sigma$  : Volatilité  
 $\tau$  : Vadeye kalan süre  
 $\Pi$  : Potföy Değeri

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Opsiyon (option) kavramı, “seçim” anlamına gelen Latince “optio” kelimesinden gelmektedir (URL-1, 2009).

Opsiyon sözleşmesi, miktar ve niteliği belli standartlara göre belirlenen bir değerin, belirli bir tarihte veya belli bir süre içinde, önceden belirlenen fiyattan satma ve satın alma hakkını tanıyan, ancak hakkın kullanılması konusunda zorunluluk içermeyen bir tür sözleşmedir (Sarkett, 2008).

Tanımdan da anlaşıldığı gibi, opsiyonların en önemli özelliği alıcısını sözleşmeyi uygulama yükümlülüğü altına sokmamasıdır. Burada hak sahibi her zaman opsiyon sözleşmesinin alıcısıdır. Alıcının opsiyon sözleşmesini alması esnasında ödediği fiyat ya da diğer bir deyişle opsiyon primi dışında hiçbir yükümlülüğü yoktur, buna karşılık satıcının sözleşme şartlarını yerine getirme yükümlülüğü vardır. Sözleşmeye konu olan varlık (hisse senedi) hak sahibi tarafından şartlar uygun olduğu sürece kullanılacaktır.

Finansal varlık olarak opsiyon sözleşmeleri; hisse senetleri, hisse senedi endeksleri, döviz ve faiz bazlı araçlar için uygulanabilmektedir. İşlem hacmi olarak bakıldığında zaman, opsiyon sözleşmelerinin, ağırlıklı olarak hisse senetleri üzerine yapıldığı görülmektedir.

### **1.2. Opsiyonlarla İlgili Genel Terimler**

#### **1.2.1. Opsiyonun Kullanım Fiyatı**

Opsiyon sözleşmesinde önceden belirlenen ve opsiyonun kullanıldığında, söz konusu varlık için ödenecek alım ya da satım fiyatıdır.

Opsiyon sahibi, opsiyonunu vade sonunda veya daha önce yürürlüğe koymaya, diğer bir deyişle üzerinde daha önceden anlaşılmış olan fiyattan, ürünleri almaya veya satmaya karar verebilir. İşte, opsiyon kontratı yazılırken kararlaştırılan ve üzerinden işlem yapılan bu fiyata “kullanım fiyatı” adı verilir (Apak, 1995).

### **1.2.2. Opsiyonun Vade Tarihi**

Avrupa tipi opsiyonlarda, opsiyon hakkının kullanabileceği tarih, Amerikan tipi opsiyonlarda ise opsiyon hakkının içinde kullanılabileceği süredir.

### **1.2.3. Opsiyon Primi**

Opsiyonun primi opsiyonun sağladığı hakları satın almanın fiyatıdır. Prim karşılığında opsiyonun satıcısı belirli yükümlülükler üstlenmektedir. Opsiyonun uygulanıp uygulanmamasına bağlı olmaksızın prim satıcıda kalacaktır. Prim borsada işlem gören opsiyonlarda tek değişkendir. Alınıp satılan hisse sayısı, geçerlilik sonu ve kullanım fiyatı standarttır. Primler; ilgili hisselerin fiyatı, vade ya da geçerlilik sonuna kalan süre, faiz oranları, gelecekteki fiyat değişkenliği ve kar payları olmak üzere beş değişkene bağlı olarak değişmektedirler. Matematik formüller bu değişkenlere dayanarak opsiyon priminin kurumsal değerini belirlemektedir (Ersan, 1997).

### **1.2.4. Alım Opsiyonu (Call Option)**

Sözleşmeyi alan tarafa, alım hakkı tanıyan opsiyon sözleşmelerine alım (call) opsiyonu denilmektedir (IMKB, 2002).

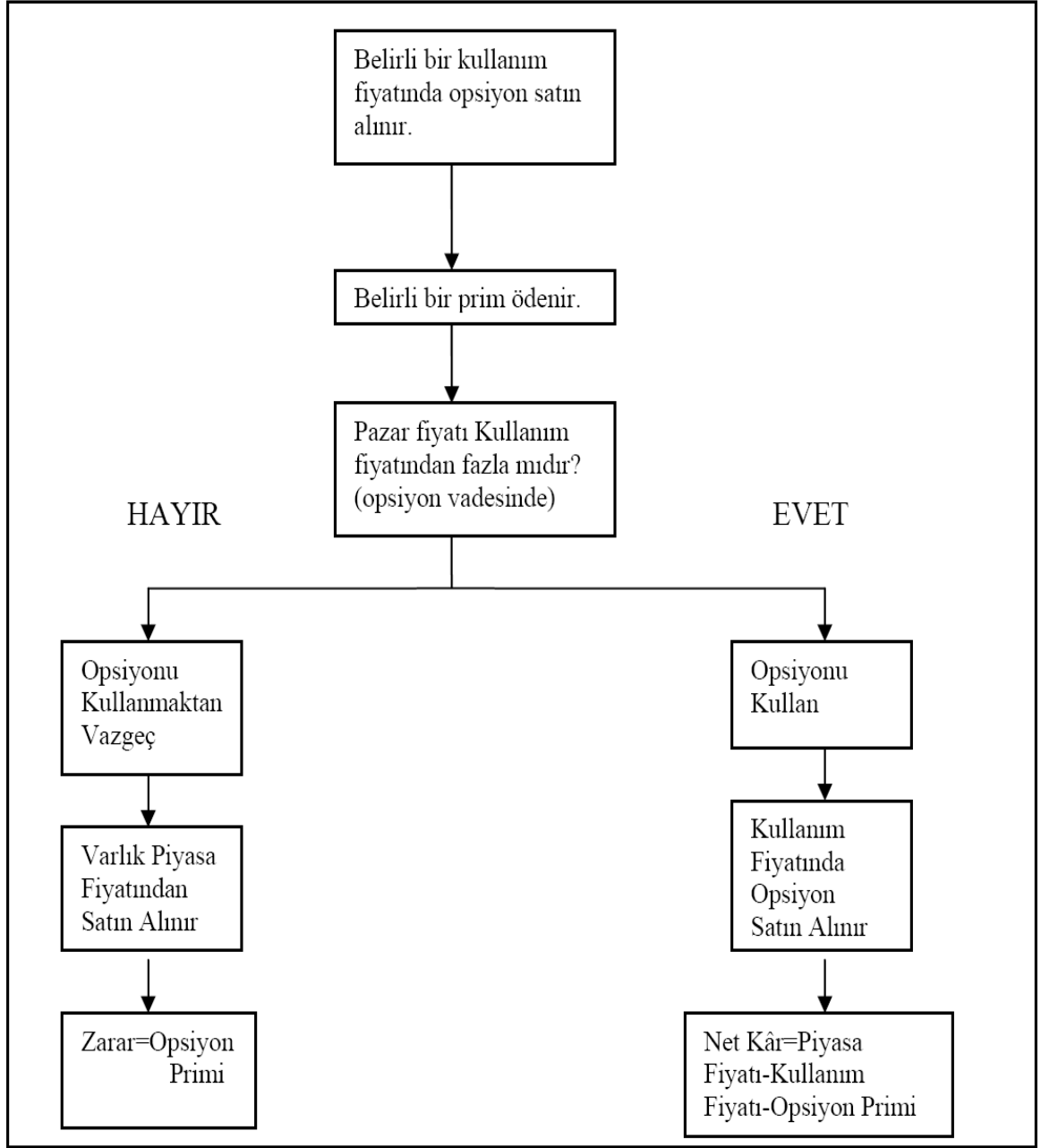
Alım opsiyonu alıcısının beklentisi, ilgili menkul kıymet fiyatının artması yönündedir.

### **1.2.5. Satım Opsiyonu (Put Option)**

Sözleşmeyi alan tarafa, satım hakkı tanıyan opsiyon sözleşmelerine satım (put) opsiyonu denilmektedir (IMKB, 2002).

Satım opsiyonu alıcısının beklentisi, ilgili menkul kıymet fiyatının düşmesi yönündedir.

Opsiyonların işleyişini kısaca şekil 1.1'de gösterilmiştir (Coyle, 2001).



Şekil 1.1. Opsiyon Sahibinin Kâr ve Zararı

### 1.3. Opsiyon İşlemlerinde Taraflar

Birçok ticari işlemde olduğu gibi, opsiyonlarda da satıcı ve alıcı olmak üzere iki taraf vardır. Opsiyon sahibi (alıcı), belli bir fiyat veya prim karşılığında satın aldığı opsiyon sözleşmesini, sözleşmede belirtilen süre içinde ya da süre sonunda kullanma hakkına sahiptir. Vade bitiminde opsiyonu kullanmayabilir. Bu durumda, karşı taraftan ödediği primi iade etmesini talep edemez. Yani, opsiyon satın alan yatırımcı, yatırıma baştan belli

bir kayıp ile başlar. Opsiyonun maksimum kaybı ödenen prim kadardır. Kazancı ise, teorik olarak sınırsızdır. Opsiyon sözleşmesi satın almakla, kişinin “kısa pozisyon” aldığı ifade edilir (Şahan, 2001).

Opsiyon satıcısı, belli bir fiyat veya prim karşılığında opsiyon sözleşmesini hazırlayıp satmakla yükümlülük altına giren taraftır. Karşı taraf talep ettiği takdirde yükümlülüğünü yerine getirmek zorundadır. Opsiyon satıcısının kazancı almış olduğu prim ile sınırlı olup, kaybı ise fiyat dalgalanmaları doğrultusunda teorik olarak sınırsız olduğundan, opsiyon sahibine göre daha fazla risk alır. Opsiyon sözleşmesini satan kişinin “uzun pozisyon” aldığı ifade edilir (Ceylan, 1982).

Opsiyonlarda alım opsiyonunun alıcısı, alım opsiyonunun satıcı, satım opsiyonunun alıcı ve satım opsiyonunun satıcısı olmak üzere dört tür pozisyon vardır.

### 1.3.1. Alım (Call) Opsiyonun Satın Alınması

Bir alım opsiyonunu satın alan kişi, opsiyon konusu menkul değer zaman içerisinde değer kazanacağını bekler. Alım opsiyonu satın alan bir yatırımcının kâr denklemi şöyledir (Change, 1998).

$$\Pi = N_c[\max(0, S - K) - C] \quad (1)$$

İfade (1)'deki,  $\Pi$  yatırımcının karını,  $N_c$  alınan opsiyon sayısını,  $S$  sözleşmeye konu olan varlığın piyasa fiyatını,  $K$  opsiyon sözleşmesinde belirlenen kullanım fiyatını,  $C$  alım opsiyonu için ödenen prim miktarını göstermektedir.

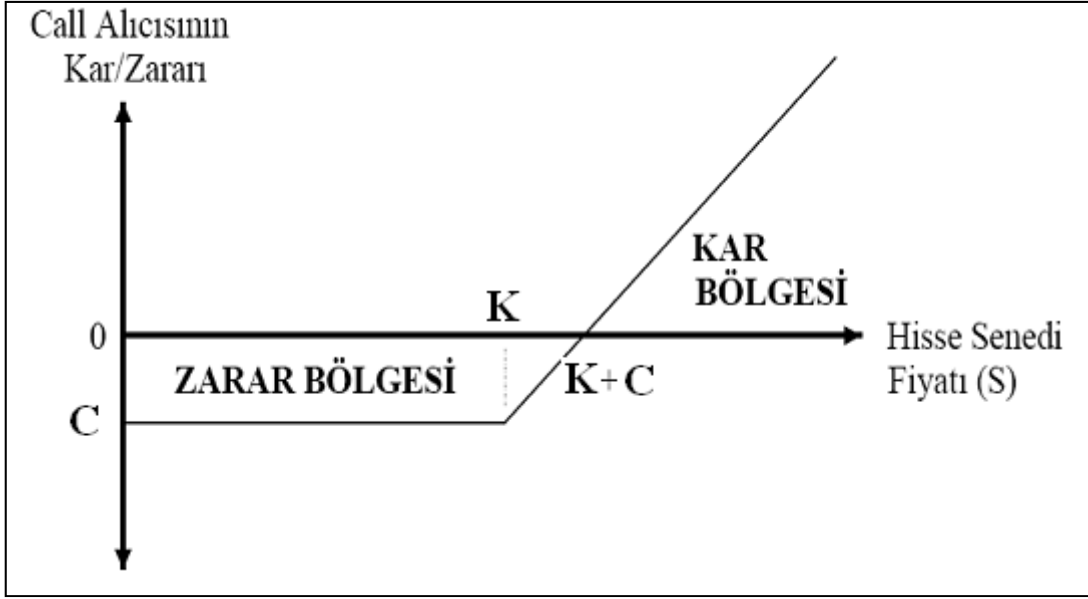
$N_c = 1$  kabul edildiğinde kâr denklemi

$$S > K \text{ için, } \Pi = S - K - C$$

$$S \leq K \text{ için, } \Pi = -C$$

olmaktadır.

Bu ifadeye göre alım opsiyonu satın alan bir yatırımcının kâr edebilmesi için opsiyonun kullanım fiyatının piyasada oluşan fiyattan küçük olması ve aradaki farkın opsiyon priminden büyük olması gerekir.



Şekil 1.2. Alma Hakkı (Call) Opsiyonu Alıcısının Kar/Zarar Grafiği

### 1.3.2. Alım (Call) Opsiyonunun Satılması

Bir alım opsiyonunu satan kişi, opsiyon konusu menkul değer zaman içerisinde değer kaybedeceğini bekler. Bir alım opsiyonu satan yatırımcının kâr denklemi (Change, 1998).

$$\Pi = N_c [\max(0, S - K) - C] \quad (2)$$

olmaktadır.

$N_c = -1$  kabul edildiğinde

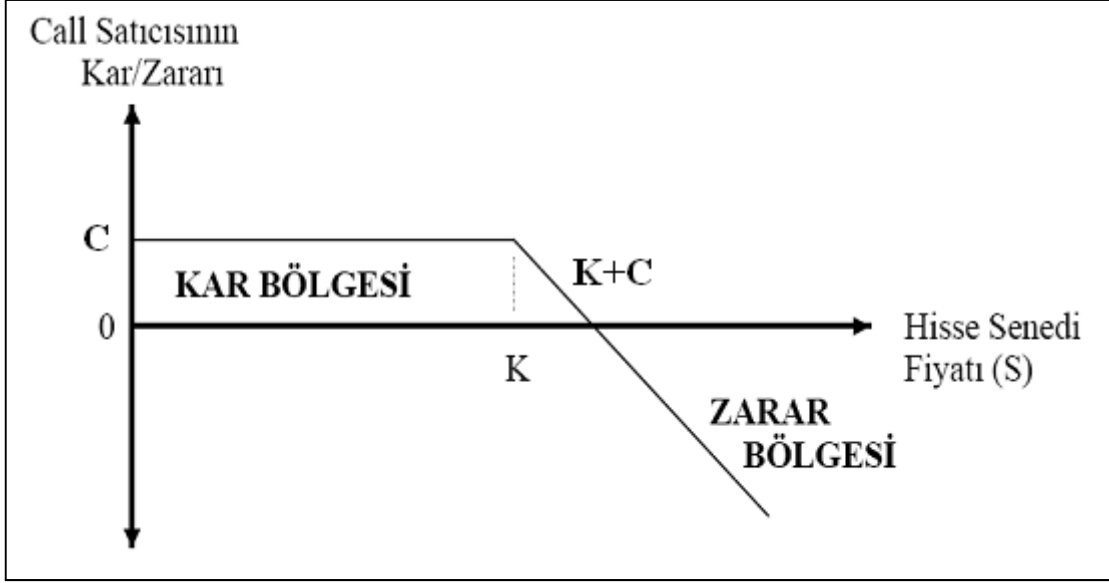
$S \leq K$  için,  $\Pi = C$

$S > K$  için,  $\Pi = -S + K + C$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Bu ifadeye göre alım opsiyonu satan bir yatırımcının kâr edebilmesi için opsiyonun kullanım fiyatının piyasada oluşan fiyattan büyük olması gerekir. Bu durumda opsiyon satıcısının kâr aldığı prim miktarı kadardır.





Şekil 1.3. Alma Hakkı (Call) Opsiyonu Satıcısının Kar/Zarar Grafiği

### 1.3.3. Satım (Put) Opsiyonunun Alınması

Bir opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın ilerideki bir tarihte fiyatının düşeceğini düşünen bir yatırımcı, o varlığa ait bir satım opsiyonunu alarak bir gelir hedefleyebilir. Satım opsiyonu satan bir yatırımcının kâr denklemi şöyledir (Change, 1998).

$$\Pi = N_p [\max(0, K - S) - P] \quad (3)$$

İfade (3)'teki  $N_p$  alınan satım opsiyonunun sayısını,  $P$  satım opsiyonu için ödenen primini göstermektedir.

$N_p = 1$  kabul edildiğinde kar denklemi

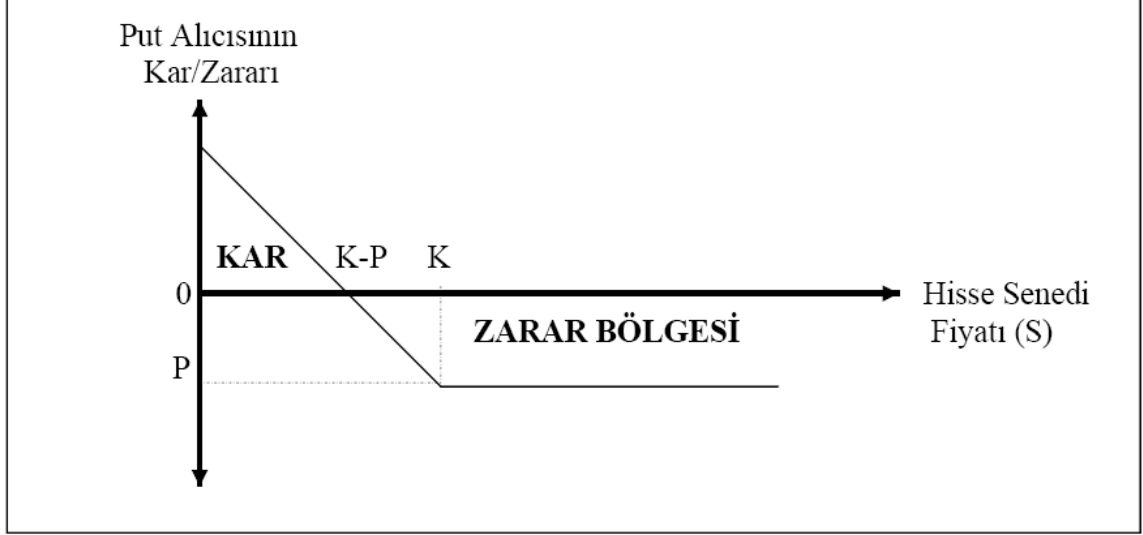
$S < K$  için,  $\Pi = K - S - P$

$S \geq K$  için,  $\Pi = -P$

olmaktadır.

Eğer Satım opsiyonu alıcısının beklentisi gerçekleşir ve hisse senedinin değeri düşerse, piyasada düşük bir fiyata o hisse senedi alınabileceğinden, Put alıcısı satma hakkını kullanarak yüksek bir fiyattan (uygulama fiyatı) Put satıcısına hisse senedini satar. Böylece aradaki fark Put alıcısına kâr kalır. Fakat beklentisi gerçekleşmez ve hisselerin

fiyatı yükselirse, sözleşmenin bir değeri kalmayacak ve Put alıcısı ödediği opsiyon primi kadar zarar etmiş olacaktır.



Şekil 1.4. Satma Hakkı (Put) Opsiyonu Alıcısının Kar/Zarar Grafiği

#### 1.3.4. Satım (Put) Opsiyonunun Satılması

Bir opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın ilerideki bir tarihte fiyatının yükseleceğini düşünen bir yatırımcı, o varlığa ait bir satım opsiyonunu satarak opsiyon primi kadar bir gelir hedefleyebilir. Fiyatlar yatırımcının beklentisi doğrultusunda opsiyon sözleşmesindeki kullanım fiyatından daha yüksek bir seviyede oluşursa opsiyon kullanılmayacak ve satım opsiyonunu satan yatırımcı aldığı prim kadar kar elde edecektir. Satım opsiyonu satan bir yatırımcının kâr denklemi (Change, 1998).

$$\Pi = N_p [\max(0, K - S) - P] \quad (4)$$

$N_p = -1$  kabul edildiğinde kâr denklemi

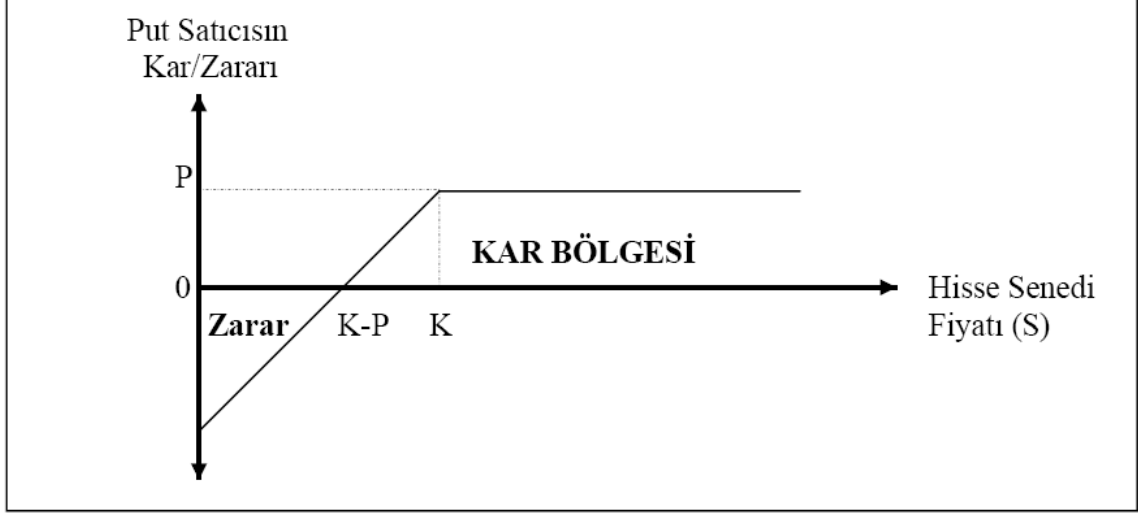
$$S < K \text{ için, } \Pi = -K + S + P$$

$$S \geq K \text{ için, } \Pi = P$$

olmaktadır.

Eğer Satım opsiyonu satıcısının beklentisi gerçekleşir ve gelecekte o hisse senedi değer kazanırsa, Put satıcısının kârı, “hisse senedi kârı ve opsiyon primi” kadar olacaktır.

Fakat Put satıcısının beklentisi gerçekleşmez ve hisse senedi değeri düşerse, bu durumda bu işten zararlı çıkacak, ancak tek tesellisi opsiyon primi olacaktır.



Şekil 1.5. Satma Hakkı (Put) Opsiyonu Satıcısının Kar/Zarar Grafiği

Sonuç olarak tarafların kâr – zarar durumları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 1.1. Opsiyon Sözleşmelerinde Tarafların Kâr /Zarar Analizi (Akalin, 2006)

Pozisyon Sahibi	Beklenti	Beklenti Gerçekleşirse Kar	Beklenti Gerçekleşmezse Zarar
Call Opsiyonu Alıcısı	Yükseliş	Sınırsız	Sınırlı (Prim)
Put Opsiyonu Satıcısı		Sınırlı (Prim)	Yüksek
Put Opsiyonu Alıcısı	Düşüş	Yüksek	Sınırlı (Prim)
Call Opsiyonu Satıcısı		Sınırlı (Prim)	Sınırsız

#### 1.4. Vade Yapılarına Göre Opsiyonlar

Vadesine göre opsiyon sözleşmeleri, temel olarak, Avrupa tipi ve Amerikan tipi olmak üzere ikiye ayrılırlar.

### **1.4.1. Avrupa Tipi Opsiyon**

Opsiyonu alan tarafın, sözleşmeye konu olan mal veya kıymeti (hisse senedini) satın alma (Call) veya satma hakkını (Put) sadece vade sonunda kullanmasını sağlayan sözleşmelerdir. Bu tip bir opsiyonu vadeden önce kullanmak mümkün değildir.

### **1.4.2. Amerikan Tipi Opsiyon**

Vade sonu da dahil olmak üzere opsiyon alıcısına istediği zaman hakkını kullanma imkanını sağlayan opsiyonlardır (IMKB, 1997).

Tüm dünyada opsiyon sözleşmelerinin alım-satımının yapıldığı organize piyasalarda ağırlık Amerikan tipi opsiyonlarda olmasına rağmen, tezgah üstü piyasalarda alım satımı yapılan sözleşmelerin büyük çoğunluğu Avrupa tipi opsiyon sözleşmeleridir (Yılmaz, 1998).

## **1.5. Opsiyon Sözleşmelerinin Çeşitleri**

Gelişmiş ülkelerin opsiyon borsaları incelendiğinde, hisse senedi üzerine opsiyon sözleşmeleri opsiyon sözleşmeleri içindeki en yüksek payı almaktadır.

### **1.5.1. Hisse Senedi Opsiyonları**

Hisse senedi opsiyonları, sahibine, sözleşmenin vadesinde veya vadeye kadar olan süre içerisinde opsiyona konu teşkil eden hisse senetlerini sözleşmede belirtilen fiyat üzerinden ve belirtilen miktarda satın alma veya satma hakkı veren opsiyon türüdür. Kısaca, hisse senedi opsiyonunda opsiyon sözleşmesine konu olan varlık, hisse senedir (Kırca, 2000).

Hisse senedi üzerine opsiyonlar hisse senetleri fiyat hareketlerinden ve hisse senedi piyasalarındaki genel dalgalanmalardan etkilenmek üzere, belli bir hisse senedi üzerinden gelir elde etmek ve hisse senedi fiyatında ortaya çıkabilecek düşüşe karşılık güvence almak gibi fırsatlar sunmaktadır (Akalin, 2006).

### 1.5.2. Hisse Senedi Endeks Opsiyonları

Endeks opsiyonları, borsalardaki genel fiyat hareketlerinden yararlanmayı amaçlayan bir opsiyon türüdür. Endeks opsiyonlarının konusu, fiziki olarak mevcut olmayan, bir varlık niteliğindeki endekstir. Bu özelliği nedeniyle endeks opsiyonlarında fiziki teslimat mümkün olmadığından tek seçenek olarak nakdi mutabakat yöntemine başvurulur. Nakdi mutabakat halinde ödenecek paranın miktarı ise, endeks opsiyonunun kullanıldığı gündeki borsa tarafından belirlenen fiyatı ile opsiyonun kullanım fiyatı arasındaki farktan oluşur.

Endeks opsiyonları özellikle risk yönetiminde başvurulan bir yöntemdir. Yatırımcılar, piyasadaki dalgalanmaların yönüne ilişkin beklentilerine göre alım yada satım opsiyonu almak ve tahminleri tuttuğunda opsiyonlarını kullanmak suretiyle hem hisse senedi piyasasındaki pozisyonlarını piyasa risklerinden koruyabilir, hem de hisse senedi piyasasındaki kısa süreli gelişmelerden istifa edebilirler (Akalm, 2006).

### 1.5.3. Döviz Opsiyonları

Döviz opsiyonları, alıcısına belirli miktar dövizini belirli bir fiyattan anlaşma süresi boyunca herhangi bir anda veya vadede satın alma veya satma hakkı veren sözleşmedir. Döviz opsiyonları belli başlı dövizler üzerinden satılırlar (Alpan, 1999)

Döviz konu alan opsiyon işlemleri, elverişli kur dalgalanmalarından elde edilecek kâr imkanlarından vazgeçmeden, özellikle olumsuz kur dalgalanmalarından kaynaklanan riski sınırlandırmaktadır.

Döviz opsiyonları finansal risk yönetiminde en fazla kullanılan araçların başında gelmektedir. Özellikle bankalar, ihracatçılar ve ithalatçılar bu araca sıkça başvurmaktadır (Kırca, 2000).

### 1.5.4. Faiz Opsiyonları

Faiz oranına dayalı opsiyonlar, sahibine vadesinde veya vadeye kadar olan süre içerisinde belirli bir faiz oranı üzerinden borç (kredi) alma ya da borç verme hakkını sağlar. Faiz geliri getiren menkul kıymetlere dayalı opsiyonlar ise, piyasada işlem gören, hazine bonusu, devlet tahvili gibi faiz getirisi olan borçlanma senetlerini konu alan ve bu

tür bir senedini önceden kararlaştırılan fiyat karşılığında vadede veya vade kadar olan süre içerisinde satın alma ya da satma hakkı veren opsiyonlardır (Kırca, 2000).

### **1.5.5. Emtia Opsiyonları**

Emtia, ticarete konu olan tüm mal ve ürünlere denmektedir. Emtia opsiyonlarında opsiyonun konusunu finansal araçların aksine metal, değerli madenler, kakao, kahve, şeker, petrol, buğday, pamuk, pirinç gibi emtia oluşturur. Emtia, tarihi gelişim süreci içerisinde, vadeli işlem ve opsiyonlara konu ilk varlık olma özelliği taşır.

Özde bir emtia olan altın ise, opsiyonlara konu şey bakımından emtiadan ayrı tutulmaktadır. Bu yüzden, altın opsiyonları için ayrı opsiyon borsalarının kurulduğu görülmektedir. Altın opsiyonlarında opsiyon sözleşmesi sahibine, sözleşmenin vadesi geldiğinde veya vadeye kadar olan süre içerisinde sözleşmenin dayandığı altını, sözleşmede belirtilen miktar ve fiyattan satın alma yada satma hakkını bahşeder.

Altın üzerine opsiyonlarda genel olarak 24 ayar külçe altının piyasa fiyatı esas alınır. Anlaşma birimi olarak bir çok ülkede, ons kullanılmasına rağmen, birimin gram olarak belirlenmesi de mümkündür (Kırca, 2000).

### **1.5.6. Vadeli İşlem Opsiyonları**

Vadeli opsiyonlar, belirli özellikler taşıyan bir vadeli işlemi, opsiyon sözleşmesinin vadesi geldiğinde veya vadeye kadar olan süre içerisinde sözleşmede belirtilen miktar ve fiyattan satın alma yada satma hakkı veren opsiyon türüdür.

Diğer bir deyişle opsiyona konu olan varlık gerçek anlamda bir fiziki mal, finansal araç veya endeks olmayıp, vadeli işlem sözleşmelerinin kendisidir (Kırca, 2000).

## **1.6. Opsiyon İşlemlerinin Yararları**

Opsiyon sözleşmelerinin yararları risk aktarma, finansal kaldıraç etkisi, likidite (Bir ekonomik varlığın, para gibi hemen değişimde kullanılabilme özelliğine sahip olmasına), esneklik ve kâr sağlama olarak sayılabilir.

Opsiyon kullanımının başlıca yararları aşağıda sıralanmaktadır (Şahan, 2001).

- i. Çeşitli kişi ve kuruluşlar, fiyatlardaki olası dalgalanmalara karşı riskten kaçınmak için opsiyon sözleşmelerini bir araç olarak kullanmaktadırlar.
- ii. Opsiyon yatırımcıya kaldıraç etkisi sağlar. Bir kişi veya kuruluş, opsiyon satın almakla, doğrudan varlık almaya karşı çok fazla varlığı kontrol etme olanağını elde etmektedir. Böylece yatırımcı sadece pozisyonun primini ödeyerek, opsiyon kullanıldığında yüksek bir getiri sağlayarak opsiyon sözleşmesinin kaldıraç etkisinden yararlanmaktadır.
- iii. Standardize edilmiş opsiyonlar borsa ürünü olarak işlem görebilmektedir. Opsiyonların vadesine ve miktarına getirilen standartlar opsiyonların alınıp satılmasında yatırımcıya kolaylık sağlar. Bu esneklik opsiyon sözleşmesinin likiditesini artırır.
- iv. Opsiyon fiyatlarının, piyasada işlem gören opsiyon hacminin ve opsiyon üzerinden gerçekleşen işlemlerinin anında görülmesi opsiyon piyasalarına ve dolayısıyla opsiyon sözleşmelerine esneklik sağlar.

## **1.7. Opsiyon Değerlemenin Temelleri**

### **1.7.1. Hisse Senedi Opsiyonlarının Değerini Etkileyen Temel Faktörler**

Opsiyon değerlendirme modelleri başlangıçta, genel olarak hisse senedi opsiyonlarını temel alırlar. Hem analitik bir model olan Black-Scholes modeli hem de nümerik bir model olan binomial model (Cox-Ross-Rubinstein Modeli olarak da bilinmektedir) hisse senedi alım opsiyonları temel alınarak oluşturulmuşlardır. Bu durumun doğal birkaç sebebi vardır. İlk organize resmi opsiyon piyasası 1973'te Chicago Ticaret Odası tarafından kurulmuş olan CBOE'dir ve bu piyasada işlem gören ilk menkul kıymetler hisse senedine dayalı alım opsiyonları olmuştur. Böylelikle değerlendirilmesi pratik bir gereklilik haline gelen ilk opsiyonlar hisse senedine dayalı olan opsiyonlar olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca hisse senetleri, üzerine opsiyon yazılan varlıklar arasında fiyat değişkenliği en yüksek olan varlık olarak kabul edilmektedir. Böylelikle hisse senedi opsiyonlarını temel alan herhangi bir değerlendirme modelinin, çeşitli uyarlamalar ve düzenlemelerle diğer gerçek veya finansal varlıklar üzerine yazılmış olan opsiyonların fiyatlaması için kullanılması da mümkün olmaktadır (Gökçe, 2001).

### 1.7.2. Opsiyonlarda Değer Kavramı

Opsiyon sözleşmesine konu olan varlığın piyasa fiyatı ile sözleşmede belirlenen kullanım fiyatı arasındaki ilişki içsel değer (Intrinsic value) olarak adlandırılır. Bir alım opsiyonu için içsel değer spot piyasa fiyatından kullanım fiyatının çıkarılması ile bulunur. Bir satım opsiyonu için içsel değer ise kullanım fiyatından spot piyasa fiyatının çıkartılması ile bulunur.

Spot piyasa fiyatının alım opsiyonu için kullanım fiyatının üstünde yada satım opsiyonu için kullanım fiyatının altında olması durumunda, söz konusu opsiyon sözleşmesi içsel değere sahiptir. İçsel değere sahip bir opsiyon, karda opsiyon (In the money) olarak adlandırılır. İçsel değere sahip olmayan bir opsiyon ise zararda opsiyon (Out of the Money) olarak adlandırılır. Kullanım fiyatının spot piyasa fiyatına eşit olması durumunda opsiyon başa baş opsiyon (At the Money) olarak adlandırılır.

Tablo 1.2. İçsel Değer ve Opsiyon Sözleşmelerinde Kar-Zarar Durumları (Bostan, 2007)

Piyasa senaryosu	Alım opsiyonu	Satım opsiyonu
Piyasa fiyatı > kullanım fiyatı	Karda opsiyon	Zararda opsiyon
Piyasa fiyatı = kullanım fiyatı	Başabaş opsiyon	Baş baş opsiyon
Piyasa fiyatı < kullanım fiyatı	Zararda opsiyon	Karda opsiyon

### 1.7.3. Opsiyon Fiyatını Belirleyen Faktörler

Her opsiyon, türev ürün kavramı gereği bir başka varlığa bağlı olan bir finansal varlıktır. Dolayısı ile de opsiyonun fiyatını ya da diğer bir açıdan değerini belirleyen unsurlar da doğal ve ağırlıklı olarak opsiyonun üzerine yazıldığı varlığın özellikleri tarafından belirlenmek durumundadırlar. Hisse senedi opsiyonunun fiyatını etkileyen altı temel faktör vardır. Bu faktörler aşağıdaki gibi ifade edilebilirler.

- i. Opsiyonun üzerine yazıldığı varlığın spot piyasa (cari) fiyatı
- ii. Opsiyonun kullanım fiyatı
- iii. Opsiyonun vadesine kadarki (geçerli olduğu) süre



- iv. Opsiyonun üzerine yazıldığı varlığın fiyat değişkenliği
- v. Risksiz faiz oranı
- vi. Opsiyonun vadesine kadarki sürede beklenen ödemeler (Hisse senetleri için net nakit kar payı ödemeleri)

Opsiyon fiyatlama yöntemleri değerlendirilirken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, yukarıdaki kriterler kullanılarak elde edilen opsiyon fiyatlarının teorik fiyatlar olduğu gerçeğidir. Pratikte piyasa dinamiklerinin teorik kalıplara uymadığı tüm piyasalarda gözlemlenmektedir. Bu durum, opsiyon fiyatlarında da kendini göstermekte ve opsiyon piyasasında gerçekleşen fiyatlar teorik fiyatlardan sapmalar gösterebilmektedir (Kırca, 2000).

#### **1.7.3.1. Spot Piyasa Fiyatı**

Opsiyon primini etkileyen en önemli faktör, opsiyona konu olan varlığın peşin piyasadaki fiyatıdır. Opsiyona konu olan varlığın peşin piyasadaki fiyatında meydana gelen her değişiklik, prime derhal yansır. Nakit piyasadaki fiyatların yükselme eğilimi göstermesi, alım opsiyonuna olan talebi artırır ve satım opsiyonuna olan talebi düşürür. Bu gibi hallerde alım opsiyonunun primi yükselirken, satım opsiyonunun primi azalır. Peşin piyasadaki fiyatların düşme eğilimi göstermesi halinde ise bu süreç tersine işler (Kırca, 2000)

#### **1.7.3.2. Kullanım (Uygulama) Fiyatı**

Kullanma fiyatı ile opsiyona konu varlığın peşin piyasadaki fiyatı arasındaki ilişki, opsiyonun içsel değerini belirler. Opsiyonun içsel değerinin artması ise, primin artması sonucunu doğurur. Bu anlamda, alım opsiyonunda kullanma fiyatının düşük olması içsel değeri arttıracığından prim yüksek olur. Buna karşın, satım opsiyonlarında kullanma fiyatının düşük olması içsel değeri azaltacağından primde düşük olur. Kullanım fiyatının yüksek olması halinde ise durum tersine olur (Akalın, 2006).

### 1.7.3.3. Vade

Opsiyonlarda vade ne kadar uzun ise fiyat hareketlerinin sonucu belirsizlik o kadar fazla olacağından, opsiyonun uygulanma olasılığı da o denli yüksek olmaktadır. Dolayısıyla, vade ne kadar uzun ise, opsiyon primi o kadar fazla olmaktadır. Opsiyon priminin, opsiyon vadesi yaklaştıkça azalması “zaman aşımı” olarak tanımlanmaktadır. Opsiyon vadeye yaklaştıkça, başlangıca kıyasla zaman değerini daha hızlı kaybetmektedir. Zaman değeri, vadeye kadar kalan sürenin karekökü ile doğru orantılı olup, vadeye yaklaşıldıkça zaman değeri hızla yitirileceğinden, opsiyon primi gerçek değere yaklaşacaktır. Vadede zaman değeri sıfır olduğundan, opsiyon primi gerçek değeri kadardır (Akkum, 2000).

### 1.7.3.4. Risksiz Faiz Oranı

Risksiz faiz oranı opsiyon fiyatı için belirleyici bir faktördür. Ekonomide risksiz faiz haddi yükseldikçe opsiyon fiyatının yükseleceği, faiz oranlarının düşmesiyle ise opsiyon fiyatlarının düşeceği varsayılmaktadır (Alpan, 1999). Opsiyon primi peşin ödendiği ve bu peşin ödenen paranın bir başka yatırım aracında değerlendirilmesi halinde elde edilebilecek gelirden mahrum kalındığı (fırsat maliyeti) için, primler kısa dönem faiz oranlarından etkilenirler. Faiz oranının artmasıyla birlikte alım opsiyonlarının primi yükselmekte, satım opsiyonlarının primi ise düşme eğilimine girer. Zira artan faiz oranları, opsiyona konu varlığın peşin piyasadaki alternatif alımı için gerekli finansman maliyetini yada opsiyona konu varlığın satımından elde edilen parayla peşin piyasada yeniden yatırım yapılmasından elde edilen kazanç miktarını yükseltir (Kırca, 2000).

### 1.7.3.5. Volatilite (Menkul Kıymetin Değişkenliği)

Volatilite ile kastedilen, zaman içinde opsiyona konu varlığın peşin piyasadaki fiyatında meydana gelen dalgalanmanın büyüklük ve sıklık derecesidir. Volatilite ne kadar yüksek olursa opsiyon fiyatı da o kadar yüksek olacaktır. Fiyatı büyük ölçüde dalgalanan bir menkul kıymet, onun üzerine opsiyon satın alan kişiye, opsiyonun vadeye kadar kalan zaman aralığı içinde fiyata ilişkin tahminlerinin gerçekleşmesi konusunda büyük bir şans

vermiş olacaktır. Bu nedenle de söz konusu opsiyonu satın alan kişi, bu opsiyon için daha yüksek bir fiyat (prim) ödemeye razı olur (Yılmaz, 1995).

Primin gerçek değerini yansıtmaması için, piyasada meydana gelebilecek değişiklikleri zorda olsa tahmin etmek gerekir. Değişkenlik, genellikle opsiyona konu varlığın geçmişte peşin piyasadaki fiyatında meydana gelen değişiklikler ile piyasada işlem gören opsiyonların primleri dikkate alınarak tespit edilmeye çalışılır (Akalin,2006).

Opsiyonları cazip hale getiren şey yüksek volatiliteler olup, yüksek volatilitenin olduğu durumlarda yatırımcılar yüksek prim ödemeyi tercih etmektedirler (Yılmaz, 1998).

#### 1.7.3.6. Temettü (Kâr Payı)

Hisse senedinde temettü ödemesi olduğu durumlarda, opsiyon alıcısı bundan yararlanamayacaktır. Bu nedenle yüksek bir temettü ödemesi yapılması, alım opsiyonu fiyatının (priminin) düşmesine neden olacaktır. Opsiyonun bir satım opsiyonu olması durumunda ise, temettü etkisi tam ters yönde olacaktır. Ancak, hisse senedinin fiyatındaki ve prim miktarındaki bu etkilenme, sadece kar dağıtım tarihinden önceki belirli bir zaman içinde geçerli olup, süreklilik arz etmez. Alım ve satım opsiyon fiyatına etki eden faktörler yukarıdaki Tablo 1.3.'de özetlenmiştir.

Tablo 1.3. Diğer Tüm Değişkenler Sabitken Bir Değişkende Gerçekleşen Artışın Hisse Senedi Opsiyonunun Fiyatı Üzerindeki Etkisinin Yönü (Akalin, 2006).

Faktör	Alım (Call) Opsiyon Primi	Satım (Put) Opsiyonu Primi
Spot Piyasa Fiyatı (Artarsa)	Artar	Azalır
Kullanım Fiyatı (Artarsa)	Azalır	Artar
Vade (Artarsa)	Artar	Artar
Risksiz Faiz Oranı (Artarsa)	Artar	Azalır
Volatiliteler (Artarsa)	Artar	Artar
Temettü (Artarsa)	Azalır	Artar

## 1.8. Opsiyon Değerleme Modelleri

### 1.8.1. Opsiyon Değerlemede Kullanılan Stokastik Süreçler

#### 1.8.1.1. Stokastik Süreç

$(\Omega, \mathfrak{F}, P)$  Bir olasılık uzayı ve  $T$  bir indisler kümesi,  $(U, \mathcal{R})$  herhangi ölçülebilir uzay olsun. İki değişkenli  $f$  fonksiyonu  $f : \Omega \times T \rightarrow U$  tanımlanmış olsun. Eğer her  $A \in \mathcal{R}$  için  $\{(\omega, t) : f(\omega, t) \in A\} \in \sigma(\mathfrak{F} \otimes B_T)$  ise,  $f(\omega, t)$  fonksiyonuna rasgele fonksiyon denir. Burada  $B_T$  sigma cebri  $T$ 'nin alt kümeleri üzerinde tanımlanmış bir  $\sigma$ -cebiri ve  $\sigma(\mathfrak{F} \otimes B_T)$  ise  $T$  ve  $B_T$  sigma cebirlerinin Kartezyen çarpımlarını içeren en küçük bir  $\sigma$ -cebirdir.

Rasgele fonksiyonları en genel şekilde incelemek bazen çok zordur. Bu nedenle mevcut literatürde  $T$  indeksler kümesinin özel durumları ele alınmıştır. Özellikle  $T \subseteq [0, +\infty)$  ve  $U = \mathcal{R} = (-\infty, +\infty)$  olduğunda ve  $t \in T$  değişkeni zaman parametresi olarak yorumlandığında, yukarıda tanımı verilmiş olan  $f(\omega, t)$  rasgele fonksiyonuna stokastik süreç denir.

Bu durumda  $U = \mathcal{R}$  ve  $T \subseteq [0, +\infty)$  olduğu için yukarıdaki genel tanımı daha basit bir şekilde ifade etmek mümkündür. Eğer  $f : \Omega \times T \rightarrow \mathcal{R}$  fonksiyonu her  $A \in B_{\mathcal{R}}$  için  $\{(\omega, t) : f(\omega, t) \in A\} \in \sigma(\mathfrak{F} \otimes B_T)$  ise,  $f(\omega, t)$  rasgele fonksiyonuna bir stokastik süreç denir. Dolayısıyla stokastik süreç  $(\omega, t)$  ikililerine göre ölçülebilir bir fonksiyondur.

#### 1.8.1.2. Artımları Bağımsız Olan Süreçler

$X(t)$  bir stokastik süreç olsun. Eğer her  $n=2,3,\dots$ , ve  $t_1 < t_2 < \dots < t_n < \infty$  için  $X(t_1) - X(t_2); X(t_2) - X(t_3); \dots; X(t_{n-1}) - X(t_n)$  rasgele değişkenleri bağımsız iseler, bu takdirde  $X(t)$  sürecine “Artımları bağımsız olan süreç” denir.  $E(X(t_n) - X(t_{n-1})) = 0$  oluyorsa,  $X$  süreci martingal özelliğini sağlar.

### 1.8.1.3. Durağan Süreçler

Her  $n=1,2,\dots$ ,  $h>0$  ve  $t_1 < t_2 < \dots < t_n < \infty$  için  $X(t_1+h); X(t_2+h); \dots; X(t_n+h)$  rasgele değişkenlerinin ortak dağılımı  $X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)$  rasgele değişkenlerinin ortak dağılımı ile aynı ise, bu takdirde  $X(t)$  sürecine durağan süreç denir. yani her  $B_i \in B_R$ ,  $i=1,2,\dots,n$  için eğer

$$\begin{aligned} & P\{X(t_1+h) \in B_1; X(t_2+h) \in B_2; \dots; X(t_n+h) \in B_n\} \\ & = P\{X(t_1) \in B_1; X(t_2) \in B_2; \dots; X(t_n) \in B_n\} \end{aligned}$$

ise, bu takdirde  $X(t)$  bir durağan süreçtir. Bu koşul sürecin olasılık anlamında dengede olduğunu ve süreci gözlemlemek için başlangıç anının önemli olmadığını göstermektedir.

Özel durumda  $t$  parametresinin tüm değerleri için  $X(t)$  sürecinin bir boyutlu dağılımlarının aynı olduğu görülmektedir.

### 1.8.1.4. Martingaller

$X(t)$  bir stokastik süreç olsun. Eğer  $n \geq 1$  ve  $t_1 < t_2 < \dots < t_{n+1}$  için

$$E\{X(t_{n+1}) | X(t_1) = a_1; X(t_2) = a_2; \dots; X(t_n) = a_n\} = a_n$$

ise, bu takdirde  $X(t)$  stokastik sürecine martingal denir. Kesikli zaman parametrelili martingalleri bağımsız ve beklenen değeri sıfır olan rasgele değişkenlerin toplamı şeklinde yazmak mümkündür.

Yani,  $X_n = Z_1 + \dots + Z_n$ ,  $n=1,2,\dots$  dir. Burada  $Z_i$  rasgele değişkenleri beklenen değeri sıfır olan bağımsız rasgele değişkenlerdir.

### 1.8.1.5. Markov Süreçleri

Markov süreci olarak adlandırılan stokastik süreç, Rus matematikçi A.A.Markov tarafından bağımsız tekrarların olasılık modelinin, geliştirilmesinden türetilmiştir. Markov süreci zamanla değişen somut olayların rastlantısal belirsizliğini modellememize imkan verir.

Markov süreci rassal süreçlerin özel bir türüdür. Markov süreci'nde bir değişkenin sadece ve sadece şu anki değeri gelecekteki değerinin tahmini için kullanılabilir. Değişkenin geçmiş zamanda aldığı değerler ve geçmişten şu anki zamana kadar değişkenin aldığı değerlerin izlediği yol değişkenin gelecekteki değerinin tahmini için kullanılamaz (Bhattacharya ve Waymira, 1990)

Her  $0 \leq u < s < t$  için  $X(t)$  rasgele değişkeninin dağılımı  $X(s)$  ve  $X(u)$  rasgele değişkeninin değerleri belli olduğunda, sadece  $X(s)$  değerine bağlı olursa, bu durumda  $X(t)$  süreci Markov özelliğine sahiptir denir. Başka bir deyişle sürecin şimdiki durumu belli ise gelecekteki davranışı ile bağlı olan olayların olasılıkları, bu sürecin geçmişindeki durumlarından bağımsızdır. Bu özelliğe sahip olan süreçlere Markov süreçleri denir. Markov süreçlerinin matematiksel olarak tanımı aşağıdaki gibidir.

Her  $0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_n < t$  ve  $a, b, x_1, x_2, \dots, x_n \in \mathfrak{R}$  için

$$P\{a < X(t) \leq b | X(t_1) = x_1; X(t_2) = x_2; \dots; X(t_n) = x_n\} = P\{a < X(t) \leq b | X(t_n)\} = x_n$$

ise, bu takdirde  $X(t)$  sürecine Markov süreci denir.

Her  $0 < s < t$  ve  $x \in \mathfrak{R}, A \in B_{\mathfrak{R}}$  için

$$P\{X(t) \in A | X(s) = x\} = P(x, s; t, A)$$

fonksiyonuna Markov sürecinin geçiş olasılık fonksiyonu denir.

$X(t)$  bir Markov süreci ise, bu takdirde  $X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)$  rasgele değişkenlerinin ortak dağılımlarını, geçiş olasılık yoğunluk fonksiyonlarının ve  $X(t_1)$  rasgele değişkeninin dağılımının yardımıyla vermek mümkündür.

Hisse senedi fiyatlarının genellikle bir dereceye kadar bir Markov süreci izlediği kabul edilir. Eğer hisse senedi fiyatı bir Markov süreci izliyorsa gelecek kestirimimiz bir hafta önceki, bir ay önceki veya bir yıl önceki fiyattan etkilenmemelidir. Gerekli olan yegane enformasyon şundaki fiyattır. Geleceğin kestirimleri belirsizdir ve olasılık dağılımlarıyla ifade edilmelidir (Önalın, 2004).

### 1.8.1.6. Brownian Hareketi – Wiener Süreci

Brownian hareket, İngiliz botanikçi Robert Brown tarafından gözlenmiş olan, su içindeki çiçek tozlarının düzensiz hareketlerine verilmiş olan bir isimdir (Karatzas ve Shreve, 1988).

1900’da Lois Bachelier hisse senedi piyasa fiyatları için mümkün bir model olarak Brownian hareketi düşünmüştür. 1905’ de Albert Einstein suspensiyondaki parçacıkların bir modeli olarak Brownian hareketi düşünmüştür ve onu Avagadro sayısını tahmin etmek için kullanmıştır. 1923’de Nobert Wiener, Brownian hareketin matematiksel temellerini oluşturmuştur. Bu süreçler onun adına izafeten Wiener süreci olarak da adlandırılmaktadır. Hisse senedi fiyatlarının davranışı genellikle Wiener Süreçleri ile açıklanmaktadır.

Tanım 1:

Aşağıdaki koşulları sağlayan, bir  $W=\{W_t ; t \geq 0\}$  stokastik sürecine, Standart Brownian Hareketi (Wiener Süreci) denir.

- i.  $W_0=0$ , süreç sıfırdan başlar
- ii.  $W_{t+s}-W_t$ , artışları bağımsızdır
- iii.  $W_{t+s}-W_t$ , sıfır ortalama ve  $s$  varyansı ile normal dağılıma sahiptir, yani  $W_{t+s}-W_t \sim N(0,s)$

### 1.8.1.7. Filtrasyona Uyarlanmış Süreç

Bir  $X = (X_t)$ ,  $0 \leq t \leq \infty$  filtrasyona göre uyarlanmış ise  $W_s$ ,  $s \leq t$  ‘nin bir fonksiyonu olacaktır.

Filtrasyona göre  $(F_t)$  uyarlanmış bir  $X_t$  süreci,

- i.  $E(|X_t|) < \infty$ ,  $0 \leq t \leq \infty$
- ii.  $E(X_t|F_s) = X_s$ ,  $0 \leq s \leq t \leq \infty$

koşullarını yerine getiriyorsa Martingal’dir denir. 2. koşul  $X_t$  için yapılacak en iyi tahminin  $X_s$  olduğunu söylemektedir.

### 1.8.1.8. Itô Süreci

$(\Omega, F, P)$  olasılık uzayı ve  $(W_t)_{t \geq 0}$   $F_t$ , Brownian hareketidir. Eğer  $X_t$ ,

$$X_t = X_0 + \int_0^t K_s ds + \int_0^t H_s dW_s \quad (5)$$

şeklinde yazılabiliyorsa Itô Sürecidir.

Burada ,

- i.  $X_0, F_0$  ölçülebilir.
- ii.  $(K_t)_{0 \leq t \leq T}$  ve  $(H_t)_{0 \leq t \leq T}$   $F_t$  uyarlanmış süreçtir.
- iii.  $\int_0^T |K_s| ds \leq \infty$  ve  $\int_0^T |H_s|^2 ds \leq \infty$

biçimindedir.

#### 1.8.1.8.1. Itô Yardımcı Teoremi

Herhangi bir türev menkul kıymetin fiyatı, söz konusu türev menkul kıymetin üzerine yazılmış olduğu varlığın, rassal bir değer olan fiyatı ve zamanın bir fonksiyonudur (Gökçe, 2007).

Bu alandaki önemli bir gelişme 1951 yılında Itô tarafından ortaya konmuştur; Itô 'nun Önermesi olarak bilinmektedir ve ifade (5)'de verilmiştir.

İfade (5)' deki  $X_t$  ifadesi iki kere türevlenebilen bir Itô süreci olsun

$$f(X_t) = f(X_0) + \int_0^t f'(X_s) dX_s + \frac{1}{2} \int_0^t f''(X_s) d(X, X)_s \quad (6)$$

Tanım 2:

$$(X, X)_t = \int_0^t H_s^2 ds \quad \text{Itô sürecinin kuadratik bir varyasyonudur.}$$



### 1.8.1.8.2. Itô-Deblin Teoremi

$X_t$ , bir Itô süreci olsun ve  $f(t, x)$ ;  $f_x(t, x)$ ,  $f_x(t, x)$ ,  $f_{xx}(t, x)$  kısmi türevleriyle birlikte iyi tanımlı sürekli bir fonksiyon olsun. Bu durumda  $\forall T \geq 0$  için,

$$f(T, X_T) = f(0, X_0) + \int_0^T f_t(t, X_t) dt + \int_0^T f_x(t, X_t) dX_t + \frac{1}{2} \int_0^T f_{xx}(t, X_t) d(X, X)_t \quad (7)$$

### 1.8.1.9. Geometrik Brownian Hareket

Bir menkul kıymetin fiyatındaki dalgalanmaların bir Geometrik Brownian hareket olarak modellenmesi finans literatüründe kabul görmüş bir olgudur (Önalın, 1996)

Black-Scholes opsiyona temel teşkil eden hisse senedi fiyatının bir Geometrik Brownian hareket izlediğini kabul etmişlerdir (Black ve Scholes, 1973). Shepp ve Shiryaev, hisse senedi fiyat dalgalanmaları için aşağıdaki Geometrik Brownian hareket modelini önermişlerdir (Sheep ve Shryaev, 1993)

$W_t$ , bir standart Wiener süreci,  $W_0=0$  olmak üzere bu model,

$$S_t = S_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t\right) \quad (8)$$

şeklinde ifade edilir. İfade (8)'in elde edilişi aşağıdaki gibidir.

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

$$S_t - S_0 = \int_0^t \mu S_s ds + \int_0^t \sigma S_s dW_s$$

$$S_t = S_0 + \int_0^t \mu S_s ds + \int_0^t \sigma S_s dW_s$$

Itô teoremi kullanılırsa

$$f(x) = \log x$$

$$f'(x) = \frac{1}{x}$$

$$f''(x) = -\frac{1}{x^2}$$

$$f(X_t) = f(X_0) + \int_0^t f'(X_s) dX_s + \frac{1}{2} \int_0^t f''(X_s) d(X, X)_s$$

$$\log S_t = \log S_0 + \int_0^t \frac{1}{S_s} [\mu S_s dt + \sigma S_s dW_s] + \frac{1}{2} \int_0^t -\frac{1}{S_s^2} \sigma^2 S_s^2 ds$$

$$= \log S_0 + \int_0^t \mu ds + \int_0^t \sigma S_s dW_s - \frac{1}{2} \int_0^t \sigma^2 ds$$

$$= \log S_0 + \int_0^t \left( \mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) ds + \int_0^t \sigma dW_s$$

$$\log S_t = S_0 \exp \left( \left( \mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) t + \sigma W_t \right)$$

$$S_t = S_0 \exp \left( \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma W_t \right)$$

olarak bulunur.

#### 1.8.1.10. Riske Duyarsız Değerleme Yaklaşımı

Bu yaklaşıma göre risk unsuru etkisiz hale getirilir. Etkisizleştirilmenin temel yolu ise risk kaynağı aynı olan yatırım araçlarında, birlikte ancak ters pozisyon alınmasıdır; buna da riskin etkisizleştirilmesi (risk neutralization) denmektedir. Modelde ise hisse senedinin cari fiyatı, zaman, hisse senedinin fiyat değişkenliği ve risksiz faiz oranı değişken olarak kalmaya devam ederler. Hisse senedinin beklenen getirisi olan  $\mu$  risk kavramını içerdiği için modelde yer almaz; zira  $\mu$  ile risk doğru orantılıdır. Bu durum risk temelli fiyatlama modellerinin tümü için geçerlidir. Tüm yatırımcıların riske duyarsız olmaları ise arbitrajsızlık varsayımlarının bir sonucu olmaktadır; bu varsayımlar da, piyasanın etkinliği ve fazla riskin karşıt işlemlerle ortadan kaldırılması sebebi ile tüm yatırımlardan elde edilecek olan getirilerin risksiz getiri oranı kadar olmasını zorunlu kılar. Zira aksi halde

arbitraj olanakları doğacaktır ve anlık arbitrajlar ile söz konusu arbitraj olanakları ortadan kaldırılacaktır (Gökçe, 2007).

### 1.8.2. Black-Scholes Opsiyon Değerleme Modeli

Opsiyon fiyatını etkileyen bütün faktörlere bağlı olarak, opsiyonun değerinin hesaplanmasını sağlayan model, Myron Scholes ve Fisher Black tarafından 1973 yılında geliştirilmiştir. Fiyatlandırma modeline “Black-Scholes Fiyatlama Modeli” adı verilmiştir. Model bugüne kadar bu isimle bilinmekte ve piyasalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Bostan, 2007).

Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinin türetebilinmesi için aşağıdaki varsayımlara ihtiyaç vardır:

- i. Opsiyon alım satımında herhangi bir işlem maliyeti yoktur.
- ii. Vergiler ihmal edilmiştir.
- iii. Opsiyon vadeden önce kullanılmamaktadır.
- iv. Menkul kıymetler piyasalarında açığa satış mümkündür.
- v. Menkul kıymetlerin fiyatları arbitraja izin vermemektedir.
- vi. Menkul kıymet fiyatları sürekli olarak değişmektedir.
- vii. Hisse senedi fiyatları Genelleştirilmiş Wiener Süreci izlerler. Bu süreçte varlığın volatilitesi bilinmektedir ve sabittir.
- viii. Vade süresi boyunca opsiyona konu olan hisse senedi için herhangi bir kar payı ödemesi yoktur.
- ix. Risksiz faiz oranı ( $r$ ) tüm vadeler için aynı ve sabittir. Borçlanma ve borç verme oranları aynıdır.

Bu varsayımlar altında, Avrupa tipi alım opsiyonunun primi;

$$C = S.N(d_1) - K.e^{-rt}.N(d_2) \quad (9)$$

Avrupa tipi satım opsiyonunun primi ise;

$$P = K.e^{-rt}.N(-d_2) - S.N(-d_1) \quad (10)$$

şeklinde elde edilir. İfade (9) ve (10)'da ki  $d_1$  ve  $d_2$  ifadeleri ise;

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (11)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (12)$$

$$d_1 = d_2 + \sigma\sqrt{\tau} \quad (13)$$

şeklinde yazılır. Bu ifadelerdeki terimlerin anlamları ise aşağıdaki belirtilmiştir.

C=Alım opsiyonunun primi

P= Satım opsiyonunun primi

S = Sözleşmeye konu olan varlığın cari fiyatı

K = Opsiyonun kullanım fiyatı

r = Risksiz faiz oranı

$\tau$  = Opsiyonun vadeye kalan gün sayısı (T-t)

N(d)=Kümülatif Normal Dağılım Fonksiyonu

$\sigma$ = Oynaklık (Volatilite)

Yukarıdaki ifadedeki N(x) standart normal dağılım gösteren bir değişken için kümülatif olasılık dağılım fonksiyonudur ve bir değişkenin x'den daha küçük olma olasılığını gösterir.

Model karmaşık görünmesine rağmen temelde beş ana girdiye dayanarak değerlendirme yapmaktadır. Bunlar cari hisse senedi fiyatı, opsiyonun kullanım fiyatı, risksiz faiz oranı, opsiyonun vade bitimine kalan süre ve volatilitedir. Black-Scholes modelinin çözümünde getirilerin değişkenliğinin ölçüsü olan volatilité hesaplaması çok önemlidir.

Şimdide ifade (9) ve ifade (10)'un nasıl elde edildiğini araştıralım.

$$V_t = E^Q \left[ e^{-r(T-t)} f(S_T) | \mathcal{F}_t \right] \quad (14)$$

$V_t$ : Herhangi bir finansal varlığın t-anındaki değeri. Biz burada finansal varlık olarak opsiyon alacağız.

$f(S_T)$ : Opsiyonun vade sonundaki değeri.

$\mathcal{F}_t$ : Bir filtrasyon olup t-anında finansal varlık hakkındaki bilgileri simgelemektedir.

$E^Q$ : Finansal varlığın riske duyarlı dünyadaki beklenen değeridir.

$S_T$  değerinin ifade (8)'de bulduğumuz  $S_t$  değerinde izlediğimiz yolla çözümü yapılırsa

$$S_T = S_t e^{r(T-t)} e^{\sigma(W_T - W_t) - \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)} \quad (15)$$

olarak bulunur.

$$V_t = E^Q \left[ e^{-r(T-t)} f \left( S_t e^{r(T-t)} e^{\sigma(W_T - W_t) - \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)} \right) | \mathcal{F}_t = S_T \right] \quad (16)$$

$$= E^Q \left[ e^{-r(T-t)} f \left( S_t e^{r(T-t)} e^{\sigma(W_T - W_t) - \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)} \right) | S_t = x \right]$$

$$= E^Q \left[ e^{-r(T-t)} f \left( x e^{r(T-t)} e^{\sigma(W_T - W_t) - \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)} \right) \right] \quad (17)$$

İfade (17)'deki  $(W_T - W_t)$  kısmı Wiener süreci izlemektedir. Beklenen değerinin hesaplanması için;

$$W_T - W_t \approx W_{T-t} \approx N(0, T - t)$$

$$W_T - W_t = \sqrt{T - t} z, \quad z \approx N(0,1) \quad (18)$$

Dönüşümü yapıp ifade (17)' nin beklenen değeri alınırsa,

$$V_t = e^{-r(T-t)} \int_{-\infty}^{\infty} f \left( S_t e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) + \sigma\sqrt{T-t}z} \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (19)$$

ifadesi elde edilir.

$E^Q$  riske duyarısız bir ortamdaki beklenen değeri ifade etmektedir. Öyleyse riske duyarısız bir ortamda Avrupa tipi bir alım opsiyonunun t- zamanındaki beklenen değerine aşağıdaki ifade ile ulaşmak mümkündür.

$$f(S_T) = \max(S_T - K, 0) = (S_T - K)^+ \quad (20)$$

şeklinde tanımlanan bir Avrupa Alım Opsiyonu olarak seçilirse ve işlem kolaylığı açısından,

$$T - t = \tau$$

yazılırsa ifademiz,

$$V_t = e^{-r\tau} E^Q \left[ xe^{r\tau} e^{\sigma\sqrt{\tau}z - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} - K \right]^+ \quad (21)$$

şeklini alır. İfade (21)'in anlamı,

$$xe^{r\tau} e^{\sigma\sqrt{\tau}z - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} - e^{-r\tau}K > 0$$

$$xe^{r\tau} e^{\sigma\sqrt{\tau}z - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} > e^{-r\tau}K \quad (22)$$

dır. İfade (22)' nin her iki tarafının logaritması alınırsa,

$$\log \frac{x}{K} + \sigma\sqrt{\tau}z - \frac{1}{2}\sigma^2\tau > -r\tau$$

$$z > \frac{-\log \frac{x}{K} + \sigma^2\tau - r\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (23)$$

ifadesi elde edilir. İfade (23)'ün sağ tarafını  $(-d_2)$  olarak kabul edersek,

$$z > -d_2$$

$$z + d_2 > 0 \quad (24)$$

halini alır. Aradığımız  $z$  rasgele ifadesi  $-d_2$  ifadesinden büyük olduğuna göre, ifade (19)'daki integral aralığı ifade (24)'e göre tekrar düzenlenirse,

$$V_t = \int_{-d_2}^{\infty} \left( x e^{\sigma\sqrt{\tau}z - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} - e^{-r\tau}K \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (24)$$

olarak bulunur. İşlem kolaylığı açısından  $z = -z'$  kabul edilirse,  $dz = -dz'$  olur. Bu kabul altında ifade (24) düzenlenirse,

$$V_t = \int_{-\infty}^{d_2} \left( x e^{-\sigma\sqrt{\tau}z' - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} - e^{-r\tau}K \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z'^2}{2}} dz'$$

$$V_t = \int_{-\infty}^{d_2} \left( x e^{-\sigma\sqrt{\tau}z' - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z'^2}{2}} dz' - e^{-r\tau}K \int_{-\infty}^{d_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z'^2}{2}} dz' \quad (25)$$

ifade (25)'i

$$V_t = I - II$$

şeklinde tanımlanıp, I. ve II. kısımlar ayrı ayrı hesaplanırsa,

II. kısımdaki integral ifadesinin  $d_2$ 'nin standart normal dağılımı olduğu bilinmektedir.

$$II = K e^{-r\tau} N(d_2) \quad (26)$$

olarak bulunur.

$$I = \int_{-\infty}^{d_2} \left( x e^{-\sigma\sqrt{\tau}z' - \frac{1}{2}\sigma^2\tau} \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z'^2}{2}} dz'$$

ifadesinde tekrar  $\hat{z} = z + \sigma\sqrt{\tau}$  dönüşümü yapılırsa,

$$I = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} x \int_{-\infty}^{d_2 + \sigma\sqrt{\tau}} e^{-\frac{1}{2}(z^2 + 2\sigma\sqrt{\tau}z + \sigma^2\tau)} dz$$

$$I = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} x \int_{-\infty}^{d_2 + \sigma\sqrt{\tau}} e^{-\frac{1}{2}(z + \sigma\sqrt{\tau})^2} dz \quad (27)$$

ifade (27),  $d_1 = d_2 + \sigma\sqrt{\tau}$  kabulü altında,

$$I = x \int_{-\infty}^{d_1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z')^2} dz' \quad (28)$$

şeklini alır. İfade (28) 'in,

$$I = x \cdot N(d_1) \quad (29)$$

olduğu açıktır.

İfade (26) ve ifade (29)' da bulunan değerler, ifade (25)' de yerine yazıldığında çözüm,

$$V_t = I - II = x \cdot N(d_1) - Ke^{-r\tau} N(d_2) \quad (30)$$

olarak bulunur. Buda bize avrupa tipi alım opsiyonun prim fiyatının hesaplanması formülünü verir. İfade (20)'de  $f(S_T) = \max(K - S_T, 0) = (K - S_T)^+$  Avrupa satım opsiyonunun beklenen değeri yazılıp aynı işlemler bu fonksiyona göre tekrar yapılırsa,

$$V_t = Ke^{-r\tau} N(-d_2) - x \cdot N(-d_1) \quad (31)$$



sonucunu verir.

Örnek 1: (Ross, 2003):

Bir örnekle Black-Scholes değerlemesini iyice kavrayalım, piyasa fiyatı 30 olan bir hisseyi ele alalım ve risksiz faiz oranı %8, volatilitesi 0.20 olsun. Kullanım fiyatını 34 ve vadeyi 3 ay kabul ederek bir alım opsiyonunun maliyetini bulalım.

$$t=3/12=0.25$$

$$r=0.08$$

$$\sigma=0.20$$

$$K=34$$

$$S=30$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma \cdot \sqrt{t}} = \frac{\ln\left(\frac{30}{34}\right) + \left(0.08 + \frac{(0.20)^2}{2}\right)0.25}{0.20\sqrt{0.25}} \cong -1.0016$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma \cdot \sqrt{t}} = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{t} = -1,0016 - 0,1 = -1,1016$$

$d_1 = -1,0016$  ve  $d_2 = -1,1016$  değerlerinin normal dağılım tablosundaki değerleri,

$$d_1 = -1,0016 \Rightarrow N(d_1) = 0,15827$$

ve

$$d_2 = -1,1016 \Rightarrow N(d_2) = 0,13532$$

olarak bulunur. Buradan alım opsiyonunun maliyeti

$$C = S \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-rt} \cdot N(d_2)$$

$$C = 30 \cdot (0,15827) - 34 \cdot (0,9802) \cdot (0,13532)$$

$$C = 0,2383$$

olarak bulunur.

### 1.8.3. Binomial Opsiyon Değerleme Modeli

Binomial Model (BM) opsiyon fiyatlamaya nümerik bir yaklaşımdır ve analitik bir yöntem olan BSM'nin açıklamakta yetersiz kaldığı özellikle amerikan tipi satım opsiyonları ve faiz opsiyonları başta olmak üzere çeşitli türev menkul kıymetlerin fiyatlanması açısından kullanışlıdır (Gökçe, 2001)

Kronolojik olarak olarak bakıldığında, Black ve Scholes modeli daha önce (1973) ortaya çıkmış olmasına rağmen, Cox, Ross ve Rubenstein ile Rendleman ve Barter'in geliştirdiği binom analizleri kavramsal olarak fiyatlama konusunda daha kolay bir yapıda kabul edilmektedir (Yılmaz, 1998).

Binomial ağacı, herhangi bir zamanda, bir sonraki dönemde hisse senedi fiyatının belirli miktar artması veya azalmasına göre yatırımcının kararlarına yön veren bir modeldir. Binomial ağacı, ilk nokta başlangıç noktası ve son noktalarda varış noktaları olmak üzere hisse senedi fiyatlarını içeren noktalardan oluşmaktadır. Binomial model, kar payı ödemesi olan veya olmayan Avrupa ve Amerikan tipi hisse senedi alım (call) ve satım (put) opsiyonlarının fiyatının hesaplanmasında yaygın ve çok yönlü olarak kullanılmaktadır. Bu öyle bir ağaçtır ki, opsiyon vadesi boyunca hisse senedi fiyatının izleyebileceği bütün farklı yolları temsil eder (Bölükbaş, 2003)

#### 1.8.3.1. Binomial Modelin Varsayımları

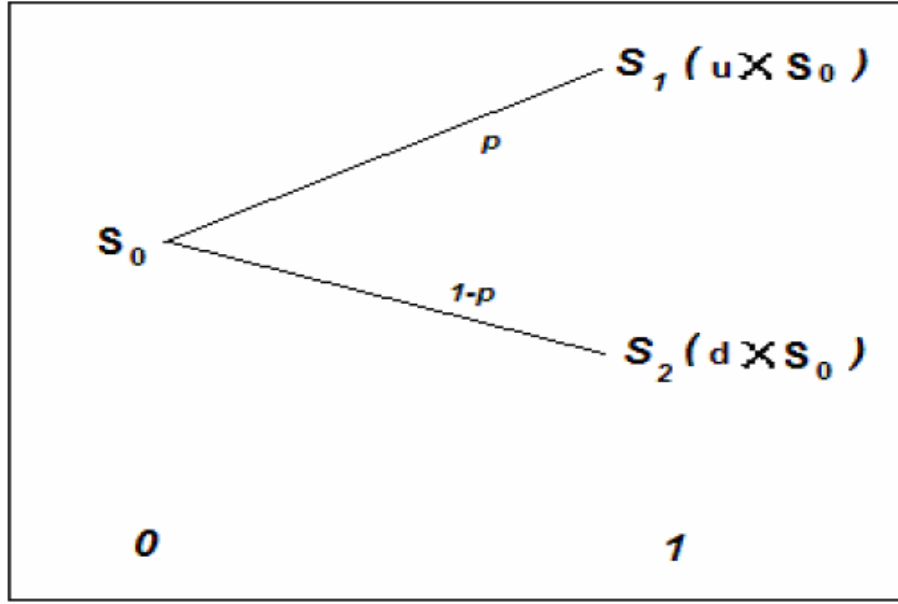
BM, temelde BSM ile aynı kuramsal köklere dayanmakta olduğundan ötürü varsayımları da BSM'ninkilerle benzer niteliktedir. Bu varsayımlar aşağıda listelenmiştir.

- i. Piyasalar mükemmeldir.
- ii. İşlem maliyeti yoktur.
- iii. Vergiler ihmal edilmiştir.
- iv. Tüm menkul kıymetler sonsuz sayıda bölünebilirlik özelliğine sahiptirler.
- v. Türev menkul kıymetlerin geçerli olduğu süre içerisinde kar payı ödemeleri yoktur.
- vi. Menkul kıymet ticareti süreklidir.
- vii. Menkul kıymetlerin fiyatları arbitraja imkan vermemektedir.
- viii. Tek bir faiz oranı vardır ve bu faiz oranı üzerinden borç alınıp verilebilir.
- ix. Dönem faiz oranı, menkul kıymet fiyat artış ve düşüş oranı bilinmektedir.

### 1.8.3.2. Tek Dönemli Binomial Model

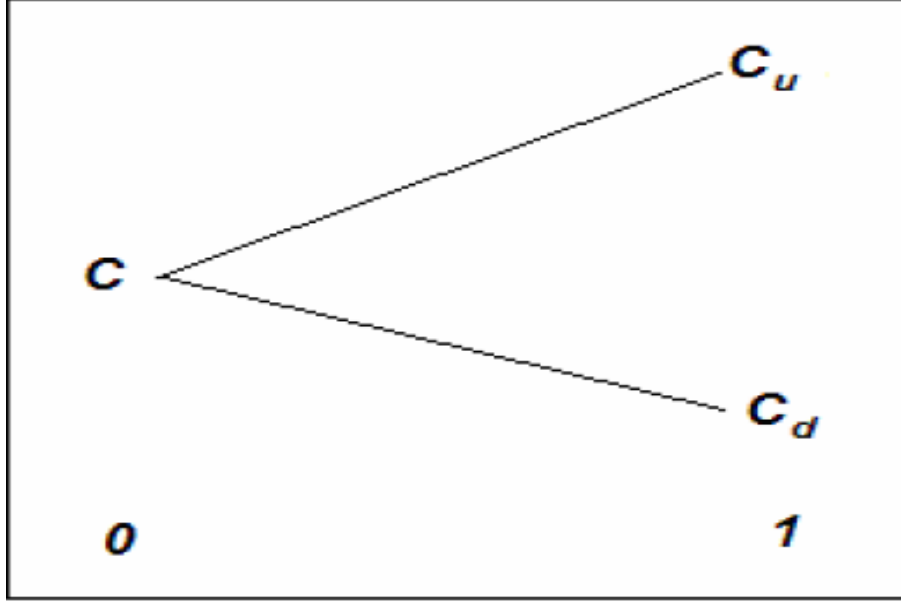
Tek dönemli BM tüm binomial ve hatta terim sayısı daha fazla olan (multinomial) modellerin temelini oluşturmaktadır. Tek dönemli BM'de bir menkul kıymetin belirli çok kısa bir zaman aralığının sonundaki fiyatı sadece iki değer alabilmektedir. Modelin adı da bu iki terimlilik durumundan kaynaklıdır. BM'nin şekilsel tasviri ise, temelde, bir karar ağacından ibarettir (Gökçe, 2001).

Bu modelde şu anki zamandan vadeye tek bir periyodun olduğu varsayılmaktadır. Eğer başlangıç zamanına  $t=0$  dersek vadeyi  $t=1$  olarak isimlendirebiliriz.  $t=0$  zamanında  $S_0$  fiyatında bir hisseye sahip olduğumuzu varsayalım.  $t=1$  zamanında bu hissenin değeri ya  $S_1$  seviyesine yükselebilir veya  $S_2$  seviyesine düşebilir. ( $u>1$  ve  $0<d<1$ ).



Şekil 1.6. Tek Periyot Binomial Fiyatlama

Eğer hisse senedi değeri  $(S_0 \cdot u)$ 'ya yükseliyorsa, opsiyonun ödemesinin  $C_u$  olduğunu; eğer opsiyonun fiyatı  $(S_0 \cdot u)$ 'ye düşüyorsa opsiyondan elde edilen ödemenin  $C_d$  olduğunu kabul edelim.(bk.Şekil 1.7.)



Şekil 1.7. Tek Periyot Binomial Modelde Opsiyonun Değeri

$K$  opsiyonun kullanım fiyatı olmak üzere vade sonunda opsiyonun değeri ya;

$$C_u = \max [S_u - K, 0]$$

ya da

$$C_d = \max [S_d - K, 0]$$

şeklinde olmaktadır.

Eğer bir portföy  $H$  adet hisse senedinde uzun pozisyon ve bir hissede kısa call pozisyonla korunmuş (hedge) ise pozisyon risksizdir. Böyle bir durumda, vadede portföyün değeri hisse senedi fiyatının yükselmesi veya düşmesine bağlı olmaksızın aynı olacaktır. Bununla beraber risksiz portföy risksiz faiz oranı  $r$  kadar gelir getirmelidir (Redhead, 1997).

Böyle bir portföyün vade sonunda değeri;

$$(H \times S - C) \times (1 + r) \tag{32}$$

olacaktır.

İfade (32)'deki  $H$  portföyü hedge etmek için satın alınan hisse sayısını,  $C$  alım opsiyonunun prim fiyatını,  $S$  varlığın spot piyasadaki fiyatını ve  $(1+r)$  ifadesi ise  $t$  zamanındaki risksiz faiz oranını göstermektedir.

Eğer hisse fiyatı yükselirse periyodun sonunda portföyün değeri  $H \times S_u - C_u$  olacaktır ve portföy risksizdir. Aynı şekilde hisse senedi fiyatı düşerse portföyün değeri  $H \times S_d - C_d$  olacaktır. Risksiz bir portföy her iki mümkün durumda da eşit değere sahip olacağından;

$$H \times S_u - C_u = H \times S_d - C_d$$

$$H = (C_u - C_d)/(S_u - S_d) \quad (33)$$

Portföy risksiz olduğundan vade sonunda risksiz faiz oranı  $r$  ve buna denk olarak  $(H \times S - C) \cdot (1 + r)$  kadar gelir getirmelidir;

$$(H \times S - C) \cdot (1 + r) = H \times S_u - C_u$$

H'nin yukarıdaki değeri yerine konulup C için denklem çözülürse;

$$C = \frac{[p \cdot C_u + (1-p) \cdot C_d]}{(1+r)} \quad (34)$$

burada,

$$C_u = \max [S_u - K, 0]$$

$$C_d = \max [S_d - K, 0]$$

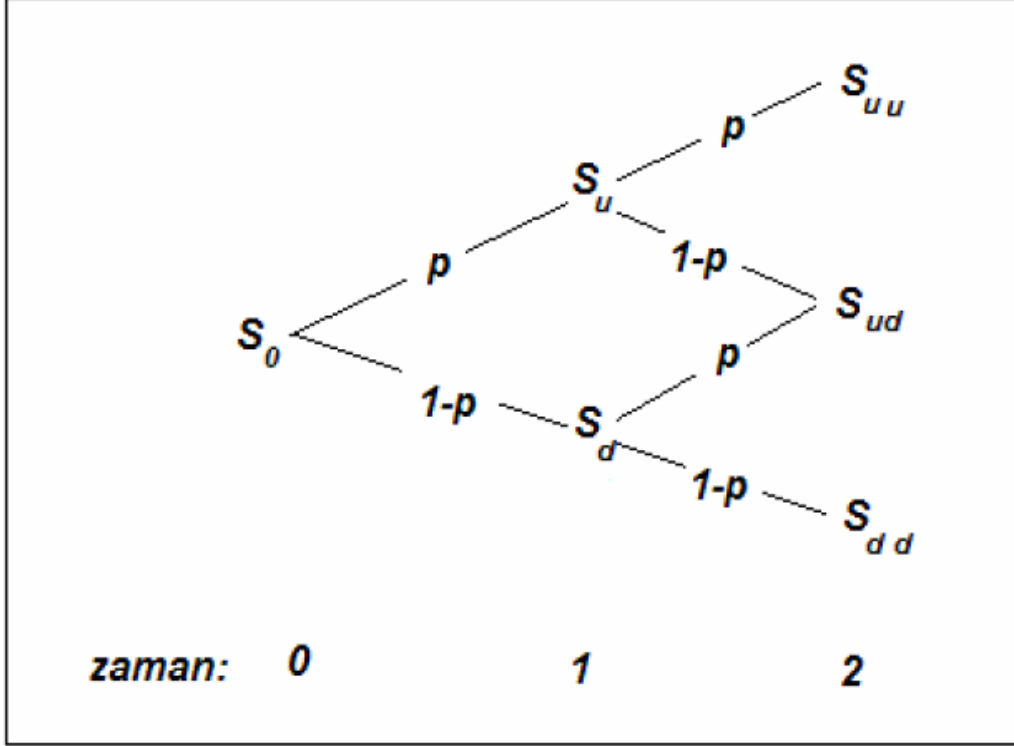
$$p = \frac{(1+r) - d}{u - d} \quad (35)$$

dır.

### 1.8.3.3. İki Dönemli Binomial Model

Herhangi bir düğümde hisse fiyatı risksiz faiz oranı  $R$  ve  $\sigma^2$ 'ye bağlıdır. Ayrıca modele koymamız gereken 3 bağımsız değişkene sahibiz ki bunlar: hisse fiyatının artma, eksilme olasılıkları ve alt ve üst düğümlerdeki hisse fiyatlarıdır. Yükselme olasılığına  $p$

dersek düşme olasılığı  $1-p$  olacaktır. Üst düğümdeki hisse fiyatı  $S_u$  ve alt düğümdeki fiyat  $S_d$  olsun (Baz ve Chacko, 2004).



Şekil 1.8. İki Periyotlu Binom Ağacı

Binomial modelde faiz oranı ve getirinin varyansı için denklem aşağıdaki şekilde olacaktır;

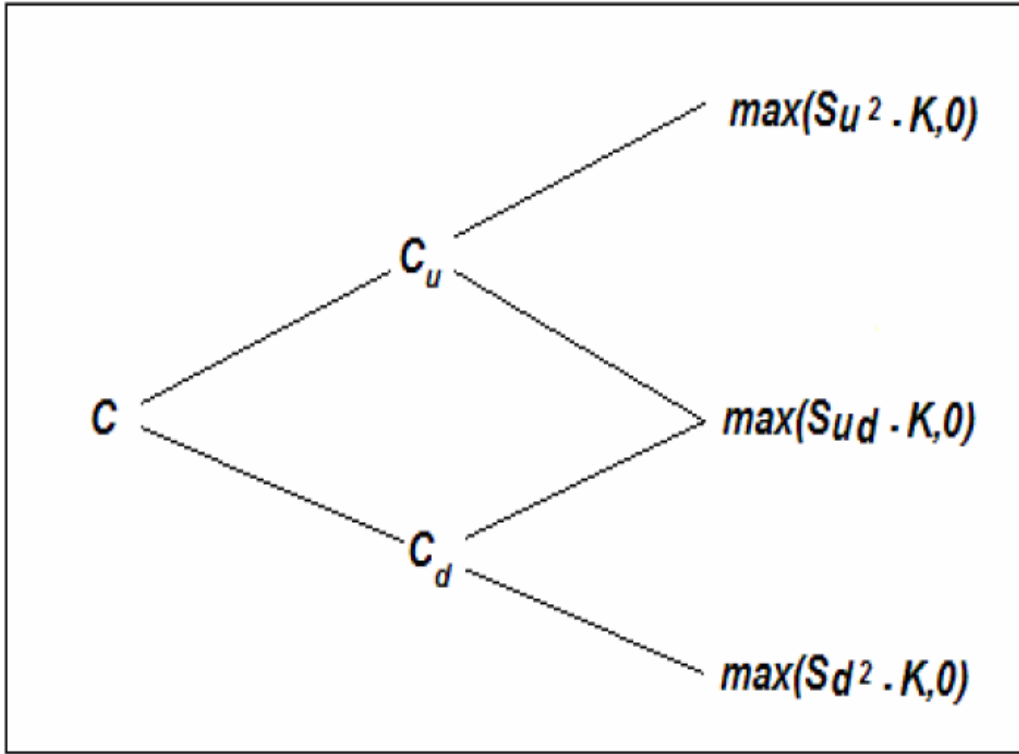
$$r = p \cdot u + (1 - p) \cdot d$$

$$\sigma^2 = p \cdot (u - r)^2 + (1 - p) \cdot (d - r)^2$$

Burada vadeye olan zamanı  $T$  uzunluğunda kabul edersek zamanı  $n$ -periyota böldüğümüzde zamanın bir periyotunun uzunluğu  $T/n$  olacaktır. Fiyatı  $S_t$  olan bir hisseyi ele alalım. Hissenin beklenen değeri  $\mu$  volatilitesi  $\sigma$  olsun. Bu hisse üzerine vade tarihinde ödeme yapacak bir Avrupa tipi alım opsiyon kontratına sahip olduğumuzu varsayalım.

Böyle bir opsiyonda opsiyonu şu şekilde fiyatlayabiliriz. İlk olarak opsiyonun vadedeki ( $t=2$  zamanındaki) fiyatını hesaplayacağız. Daha sonra vadeye kalan her bir düğümde opsiyonun fiyatını hesaplayarak geriye doğru gideceğiz.  $t=0$  zamanında opsiyon

fiyatına sahip olduğumuz zaman ise opsiyonun bugünkü fiyatını elde etmiş olacağız. Opsiyonun  $t=2$  zamanındaki fiyatını hesaplayabilmek için hissenin  $t=2$  zamanındaki fiyatına ihtiyacımız var. Opsiyonun vadedeki fiyatı hissenin o zamandaki fiyatına bağlıdır. Hissenin bugünkü fiyatı  $S_0$  'dır ve biz  $t=2$  zamanındaki 3 düğümden herhangi birindeki hisse fiyatını hesaplamalıyız. Bunu yapmak için ise önce  $t=1$  zamanındaki 2 düğümden herhangi birindeki hisse fiyatını bulmak zorundayız.



Şekil 1.9. İki Periyotlu Binom Modelinde Opsiyonun Ödemesi

Hisse ilk periyotta yukarı doğru hareket ettiğinde  $C_u$  ikinci periyodun sonundaki iki mümkün opsiyon fiyatının indirgenmiş ağırlıklı ortalamasıdır.

$$C_u = \frac{p \cdot \max(S_u^2 - K, 0) + (1-p) \max(S_{ud} - K, 0)}{(1+r)} \quad (36)$$

$C_d$  ise ilk periyotta hisse senedi fiyatı aşağı doğru hareket ettiğinde ikinci periyotun sonundaki iki mümkün opsiyon fiyatının indirgenmiş ağırlıklı ortalamasına eşittir.

$$C_d = \frac{p \cdot \max(S_{ud} - K, 0) + (1-p) \max(S_d^2 - K, 0)}{(1+r)} \quad (37)$$

$C$ , yani şu anki Alım (Call) opsiyonun fiyatı ise birinci periyodun sonundaki opsiyon fiyatlarının ( $C_u$  ve  $C_d$ ) indirgenmiş ağırlıklı ortalamasına eşittir.

$$C = \frac{p \cdot C_u + (1-p) \cdot C_d}{(1+r)} \quad (38)$$

Daha genel olarak;

$$C = \frac{[p^2 \cdot C_{uu} + 2p(1-p) \cdot C_{ud} + (1-p) \cdot C_d]}{(1+r)^2} \quad (39)$$

Örnek 2:

Spot piyasa fiyatı 50 TL olan bir hisse senedinin bir aylık sürede %70 olasılıkla %10 artması beklenmektedir. Faiz oranı yıllık %24 ise kullanım fiyatı 50 TL olan 2 ay vadeli Alım ve Satım opsiyonlarının bugünkü fiyatlarını binomial model yardımıyla hesaplayalım.

$$u=1,1$$

$$d=1/u=0,909$$

$$r=1,02$$

Hisse senedinin bir ay sonraki fiyatı %70 olasılıkla 55 TL, %30 olasılıkla 45,45 TL olacaktır. Hisse senedinin gerçek olasılıklar kullanılarak hesaplanan bir ay sonraki değeri 52,14 TL dir.

$$E(S_{t+1})=(0,70)(55)+(0,30)(45,45)=52,14 \text{ TL}$$

Bir ay sonraki 52,14 TL'nin bugünkü değeri,

$$E(S_t)=52,14/1,02=51,11 \text{ TL}$$

Dikkat edilecek olunursa beklenen değeri 51,11 TL olan bir hisse senedinin spot piyasada fiyatı 50 TL'dir. Hisse senedi, faiz oranından daha riskli bir yatırım aracı



olduğundan, 1,11 TL'lik risk primi adı verilen bir fark oluşmuştur. Risk-Yansız olasılık, hisse senedinin beklenen değerini spot piyasa fiyatına eşitleyen olasılıktır.

$$p=(1,02-0,909)/(1,1-0,909)=0,581$$

$$(1-p)=0,419$$

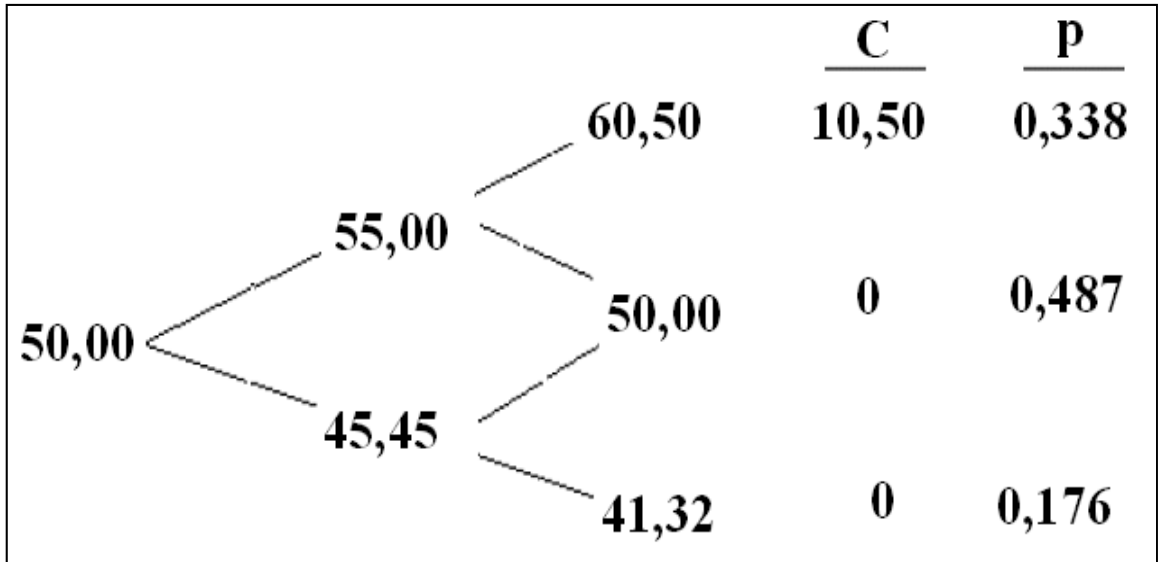
Risk-Yansız olasılıklar kullanılarak hisse senedinin bir ay sonraki beklenen değeri hesaplanırsa;

$$E(S_{t+1})=(0,581)(55)+(0,419)(45,45)=51 \text{ TL}$$

Bir ay sonraki 51 TL'nin bugünkü değeri ise 50 TL'ye eşittir, yani spot fiyata eşittir.

$$E(S_t)=51/1,02=50 \text{ TL}$$

Risk-Yansız olasılık hesaplandıktan sonra hisse senedi fiyatının 2 aylık seyri, Alım opsiyonunun vade sonunda alabileceği değerler ve olasılıkla Şekil 10' da gösterilmiştir.



Şekil 1.10. İki Aylık Periyottaki Hisse senedi beklenen değerleri, Alım opsiyonu değeri ve p olasılıkları

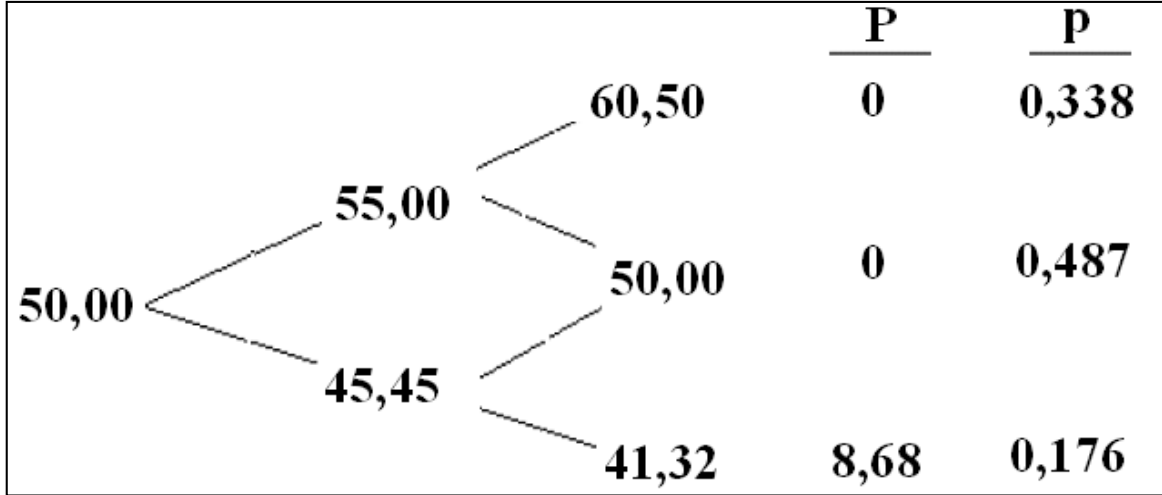
Satım opsiyonun fiyatı da benzer şekilde hesaplanırsa, bir ay sonraki beklenen değeri;

$$E(C_{t+1})=(0,388)(10,5)+(0,487)(0)+(0,176)(0)=3,54 \text{ TL}$$

Bir ay sonraki 3,54 TL'nin bugünkü değeri ise bize alım opsiyonunun fiyatını verecektir.

$$E(C_t)=C=3,54/(1,02)^2=3,41 \text{ TL}$$

Satım (Put) opsiyonunun fiyatı da benzer şekilde hesaplanabilir;



Şekil 1.11. İki Aylık Periyottaki Hisse senedi beklenen değerleri, Satım opsiyonu değeri ve p olasılıkları

Satım opsiyonunun bir ay sonraki beklenen değeri

$$E(P_{t+1}) = (0,338)(0) + (0,487)(0) + (0,176)(8,68) = 1,524 \text{ TL}$$

Bir ay sonraki 1,524 TL'nin bugünkü değeri ise bize satım opsiyonunun fiyatını verir.

$$E(P_t) = P = 1,524 / (1,02)^2 = 1,465 \text{ TL}$$

olarak bulunur.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME**

### **2.1. Finansal Kriz Dönemlerinde Opsiyon Sözleşmeleriyle Korunma**

Bu bölümde olası kriz dönemlerinde risk yönetim araçlarından biri olan opsiyon sözleşmelerinin, piyasadaki etkileri incelenecektir. Bunun için IMKB'de işlem gören IMKB-30 hisse senedi endeksi üzerine opsiyon sözleşmesi düzenlenebilseydi, yatırımcıların yaşanan bir kriz ortamında kendilerini riskten nasıl koruyabileceği üzerine incelemeler yapılacaktır. Yapılacak bu çalışmada geçmişte yaşanmış gerçek bir kriz dönemi olması açısından Eylül 2008 ile Şubat 2009 arasındaki değerler baz alınacaktır. Uygulama için seçilen varlık IMKB-30 hisse senedi endeks sözleşmesidir. Yani kriz başlamadan önce, IMKB-30 hisse senedi endeksi üzerine bir opsiyon sözleşmesi düzenlenebilseydi, bu kriz döneminde yatırımcı açısından hangi gelişmeler yaşanabilirdi ve yatırımcı olası olumsuz gelişmelerden kendisini nasıl koruyabilirdi sorusu incelenecektir.

### **2.2. 2008 Küresel Finansal Kriz**

ABD'deki konut fiyatları 2000'li yıllar boyunca büyük bir yükselme göstermiştir. Bu yükselmenin bir nedeni de kolaylıkla elde edilebilen tutulu satışlar (mortgage) dır. Sürekli olarak yükselen konut fiyatları piyasalarda aşırı derecede iyimser bir hava yaratmış, bankaların düşük gelirli ailelere konut almak için kolayca kredi sağlamalarına yol açmıştır. Konut fiyatları düşüşe geçince birden bire "subprime mortgage" (yüksek risk ve yüksek faizli kredi) denilen bu kredi piyasası çökmüş, kredi faizlerini ödeyemeyen düşük gelirli ailelerin iflas etmelerine ve konutlarına el konmasına neden olmuştur (Hull, 2008).

2008 yılı ilerledikçe subprime mortgage krizinin sadece küçük bir kesimi değil, bütün ABD mali sistemini etkilediği anlaşılmıştır. Düşük gelirli ailelere yüksek riskli kredi açan bu kurumlar kredi alacaklarını birleştirip paketleyerek borsalarda alınıp satılabilen tahviller haline getirmişler ve bunları yatırım bankaları ve ticaret bankalarına satmışlardır. Elinde çok miktarda yüksek riskli konut kredisi tutan yatırım bankalarından Bear Stearns Mart ayında iflas ederek ABD hükümeti tarafından diğer bir yatırım bankası olan JPMorgan Chase' e satıldı. Bu iflası diğer bir yatırım bankası olan Lehman Brothers ve

Merrill Lynch daha sonrada sigorta firması olan American International Group izledi. Bu krizi durdurmak için Eylül ayı sonlarında ABD Kongresi 700 milyar dolarlık bir kurtarma paketini onayladı (URL-1, 2008).

ABD'deki kriz kısa zamanda Avrupa'ya da sıçradı. İzlanda'nın 3 büyük bankası iflas etti. Birleşik Krallık' taki taşınmaz mal piyasası da aynen ABD 'deki gibi büyük bir düşüşe geçti.

Türkiye' de ise bu küresel kriz, Türk bankacılık sistemindeki ipotek sisteminin farklı olmasına rağmen hissedilmiştir. Finansal kurumlarımızın finansal mühendislik ürünlerini yoğun bir şekilde kullanmıyor olması, krizin Türkiye açısından etkisinin sınırlı kalmasına neden olmuştur. Tüm bunlara karşı Türkiye küresel ekonomi ve finans sisteminin ayrılmaz bir parçası olduğundan, bu kriz döneminde birçok ülke borsasında olduğu gibi IMKB' de de sert düşüşler gözlenmiştir.

### 2.3. Çalışmada Yapılan Varsayımlar

Bu tür piyasa koşullarında risk yönetim araçlarından biri olan opsiyon sözleşmesi fiyatlarındaki değişimi izleyerek, yaşanabilecek olası durumlar irdelenecektir. Bu araştırmadaki hesapların yapılabilmesi için bazı varsayımlarda bulunmamız gerekmektedir.

Bu varsayımları şu şekilde sıralayalım;

- i. 2008-2009 yıllarında IMKB-30 hisse senedi endeksi üzerine opsiyon sözleşmesi düzenlenebildiği varsayılmaktadır.
- ii. Sözleşmenin tipi Amerikan tipi opsiyon sözleşmesidir.
- iii. Temettü ödemesi, aracı kurumlar tarafından alınan komisyon oranları vb. masraflar ve alınacak olası vergilerin olmadığı varsayılmaktadır.
- iv. Opsiyon priminin hesaplanmasında, Black-Scholes opsiyon modelini kullanan ve VOB tarafından hazırlanan Vobometre v1.0 opsiyon hesap makinesi kullanılmıştır. (<http://www.vob.org.tr/VOBPortalTur/docs/endeks.htm>)
- v. Volatilitenin opsiyon primi üzerindeki etkisin net olarak görülebilmesi için, her iş günü için, son 10 günün hisse senedi endeks kapanış fiyatları alınarak, günlük volatiliteler hesaplanmıştır.
- vi. IMKB-30 endeks fiyatları, IMKB günlük 2. seans kapanış fiyatlarıdır.
- vii. Günlük risksiz faiz oranı için, "TP.TRT040309K29" kodlu Devlet İç Borçlanma Senedinin faiz oranlarından yararlanılmıştır.

(Tablo.1.6. TP.TRT040309K29 DİBS kapanış fiyatları)

- viii. Çalışmamızın yapıldığı tarihlere uygun olabilmesi için opsiyon vadesi olarak, “VOB-111F\_IXO300209” kodlu IMKB-30 hisse senedi endeksi üzerine yapılmış vadeli işlem sözleşmenin vade tarihleri kullanılacaktır.

#### 2.4. Hisse Senedi Fiyat Değişkenliğinin Tarihsel Verilerin Kullanımıyla Bulunması

Hisse senedinin fiyat değişkenliğinin tarihsel verilerin kullanımıyla bulunması için klasik anlamıyla tarihsel getirilerinin standart sapmasının hesaplanması gerekmektedir.

$$x = U_i = \ln(S_i/S_{i-1})$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

veya

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$S_i$ : Hisse senedinin i.inci zaman aralığının sonunda gözlenmiş olan fiyatı,

$n$  : Dönem sayısı ( Bu uygulamada her gün için son 10 günlük kapanış fiyatları alınmıştır.)

$s$  : Standart Sapma

Genel bir kanı olarak, diğer tüm koşullar sabitken, artan örnek kütle büyüklüğünün çalışmanın sonuçlarının güvenilirliğini arttırdığı söylenir. Ancak güvenilirliği arttırmak adına çok eski verilerin çalışmaya dahil edilmesi de geleceğin tahminini gereksiz ve anlamsız bir biçimde çok eski verilere bağlamak olacaktır. Hull (2002), çalışmasında günlük verilerin kullanılması ile 90 ila 180 günlük verinin akılcı bir çalışma için yeterli olacağını belirtmektedir.

#### 2.5. Alım Opsiyonu Üzerine Uygulama

Varlık: IMKB-30 hisse senedi endeksi (IMKB30)

Hisse Senedi Endeks Fiyatı: 48,884 TL (20/08/2008)

Risksiz Faiz Oranı: 0,16 (20/08/2008)

Temettü Oranı: 0

Volatilité: 0,14 (20/08/2008)

Opsiyon Türü: Alım Opsiyonu (Call)

Kullanım Fiyatı: 48,884 TL

Vade: Şubat 2009 ( Vadeye kalan gün sayısı: 178)

Hesaplanan Opsiyon primi: 4,30893 TL

Bir yatırımcı, Şubat 2009 vadeli ve 48,884 TL kullanım fiyatlı IMKB30 alma hakkı veren kontratlardan 10 adet satın alıyor. Diğer bir deyişle (1 kontrat = 100 hisse senedi)  $4,30893 \times 100 \times 10 = 4.308,930$  TL opsiyon primi ödeyerek 10 adet ( 1.000 adet IMKB30 hisse senedini) kontratı alma hakkı kazanıyor.

Bu uygulamada alıcının beklentisi IMKB30 hisse senedi endeks fiyatının yükseleceği yönündedir. Satıcının beklentisi ise alıcının tam tersine endeksin düşeceği yönündedir.

Alıcının beklentisinin aksine, opsiyon sözleşmesinin alınmasından itibaren hisse senedi endeksinin fiyatı krizin etkisiyle sürekli düşüş trendine girmiş ve vade sonuna kadar ki olan süreçte dahi, opsiyon alıcısını başa baş noktasına taşıyamamıştır. Alım opsiyonu alıcısının maksimum zararı, ödediği primle sınırlı olacağı için – 4.308,930 TL’de yatay bir çizgi oluşturarak zararın sınırını göstermiştir.

Satıcının beklentisi ise gerçekleşmiş ve hisse senedi düşüş trendine girmiştir. Ancak tabloda da gözüktüğü gibi opsiyon satıcısının karı aldığı primle sınırlıdır. Bu nedenle tabloda satıcı için görülen kar çizgisinin tavanı maksimum 4.308,930 TL’de yatay bir çizgi oluşturmuştur.

Sözleşme tipinin Amerikan tipi opsiyon olmasına rağmen, kriz döneminde yaşanan keskin düşüşler, alıcının alım hakkını kullanmasına imkan vermediği görülmüştür. En iyimser ihtimalle tek şansının, elindeki sözleşmeyi kendisinin ödediği primden çok daha düşük bir primle opsiyon sözleşmesi satarak pozisyonunu kapatmasıdır.

## 2.6. Satım Opsiyonu Üzerine Uygulama

Varlık: IMKB-30 hisse senedi endeksi (IMKB30)

Hisse Senedi Endeks Fiyatı: 48,884 TL (20/08/2008)

Risksiz Faiz Oranı: 0,16 (20/08/2008)

Temettü Oranı: 0

Volatilite: 0,14 (20/08/2008)

Opsiyon Türü: Satım Opsiyonu (Put)

Kullanım Fiyatı: 48,884 TL

Vade: Şubat 2009 ( Vadeye kalan gün sayısı: 178)

Hesaplanan Opsiyon primi: 0,550549 TL

Bir yatırımcı, Şubat 2009 vadeli ve 48,884 TL kullanım fiyatlı IMKB30 hisse senedi endeksi satma hakkı veren kontratlardan 10 adet satın alıyor. Diğer bir deyişle (1 kontrat = 100 hisse senedi)  $0,550549 \times 100 \times 10 = 550,549$  TL opsiyon primi ödeyerek 10 adet (1.000 adet IMKB30 hisse senedi endeksini) kontratı satma hakkı kazanıyor.

Bu uygulamada alıcının beklentisi IMKB30 hisse senedi endeksi fiyatının düşeceği yönündedir. Satıcının beklentisi ise alıcının tam tersine, yükseleceği yönündedir.

550,549 TL ödeyerek 10 adet kontrat (1000 adet) IMKB30 hisse senedi endeksini satma hakkı elde eden alıcının beklentisi çok kısa bir sürede gerçekleşmiş, hisse senedinin fiyatı hızla düşüşe geçmiş ve elde ettiği opsiyon karlı hale gelmiştir. Amerikan tipi opsiyon olması nedeniyle, alıcı, elindeki satma hakkı veren sözleşmeleri her an kullanmaya yetkisi bulunmaktadır.

Bu durumda alıcının 20/11/2008 tarihinde elindeki opsiyonu kullanması halinde tarafların elde edeceği kar ve zararlar şu şekilde gerçekleşir;

Hisse Senedi Fiyatı : 28,068 TL (20/11/2008)

Kullanım Fiyatı : 48,884 YTL

Ödenmiş Prim : 0,5505 TL (hisse başına)

Kontrat Sayısı : 10 adet

Alıcının Karı :  $(48,884 - 28,068 - 0,5505) \times 100 \times 10 = 20.265,50$  TL.

Satıcının Zararı :  $(28,068 - 48,884 + 0,5505) \times 100 \times 10 = - 20.265,50$  TL.

20 Ağustos' da Put opsiyonunu satın alan ve 20 Kasım'da opsiyondan doğan satma hakkını kullanan opsiyon alıcısının kar oranı :  $(20.265,50 - 550,549) / 550,549 = \% 3580$  olarak gerçekleşecektir.

Opsiyon sözleşmelerinde satıcılar, karlarının sınırlı olmasına karşın, teorik olarak sınırsız zarar etme riskine açıktır. Örnekte görüldüğü gibi hisse senedindeki düşüş, 20 Kasım sonrasında da devam etmektedir. Eğer alıcı Ocak ayında sözleşmeden doğan hakkını kullansaydı, opsiyon satıcısının zararı çok daha yüksek olacaktı.

## 2.7. Opsiyon Prim Fiyatlarının İncelenmesi

İnceleyeceğimiz başka bir konu ise olası kriz döneminde opsiyon prim fiyatlarının gelişimidir. Opsiyon primi aynı zamanda, ilgili menkul kıymet için ödenen bir risk primidir. Bu uygulama ile çeşitli tarihlerdeki IMKB 30 hisse senedi endeksi için Alım (call) ve Satım (put) opsiyon primleri hesaplanmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Opsiyon primlerindeki trendin daha net anlaşılabilmesi için, kullanım fiyatları, ilgili tarihteki IMKB 30 hisse senedi endeks fiyatları ile aynı tutulmuştur. Diğer bir deyişle opsiyon primleri “Başabaş Opsiyon” da hesaplanmıştır. (Piyasa fiyatı = Kullanım fiyatı)

IMKB 30 için hesaplanan Alım ve Satım opsiyon primleri Tablo 1.4 ‘de belirtilmiştir.

Tablo 1.4. IMKB 30 hisse senedi endeksi için hesaplanan Alım ve Satım opsiyon primleri

TARİH	Vadeye Kalan Gün	IMKB30 Kapanış Fiyatı	Kullanım Fiyatı	Volatilite	Risksiz Faiz Oranı	Alım (call)	Satım (put)
20.08.2008	180	48884	48884	0,15	0,16	4308	648
30.08.2008	170	39853	39853	0,89	0,16	10597	8006
10.09.2008	160	36897	36897	0,78	0,16	8490	6037
20.09.2008	150	35123	35123	0,79	0,16	7961	5731
30.09.2008	140	48780	48780	1,08	0,17	13870	10902
10.10.2008	130	46270	46270	1,01	0,19	12069	9092
20.10.2008	120	44069	44069	0,99	0,21	10900	8036
30.10.2008	110	37631	37631	1,09	0,21	9756	7459
10.11.2008	100	33095	33095	1,05	0,18	7758	6188
20.11.2008	90	28068	28068	1,01	0,18	6290	4875
30.11.2008	80	31297	31297	1	0,16	6110	5075
10.12.2008	60	33278	33278	0,98	0,17	5660	4667
20.12.2008	50	34419	34419	0,95	0,15	4974	4310
30.12.2008	40	35002	35002	0,92	0,15	4283	3762
10.01.2009	30	33779	33779	0,91	0,15	3643	3240
20.01.2009	20	31896	31896	0,87	0,13	2568	2361
30.01.2009	10	25324	25324	0,94	0,13	1373	1307

Tablodan da görüldüğü gibi, kriz döneminde risksiz faiz oranı ve volatilitte yükselmekte, dolayısıyla opsiyon primleri de olumsuz olarak etkilenmektedir.



Örnek olarak bir yatırımcı, 20 Ağustos'da İMKB30 call opsiyonu için 4308 TL prim öderken, 30 Eylül tarihinde 13870 TL ödemesi gerekecektir. Bu durumda ödenen primin yüksek olması, ilgili sözleşmenin cazibesini yitirmesine neden olacaktır. Normal koşullarda vadesine yaklaşan bir sözleşmede, opsiyon priminin düşmesi gerekirken, hisse senedinin fiyatı, faiz ve volatilité 'deki değişiklikler primin yükselmesine neden olabilecektir.

Ödenen primi, hisse senedi fiyatı ile karşılaştıracak olursak (prim fiyatı / hisse senedi fiyatı) ;

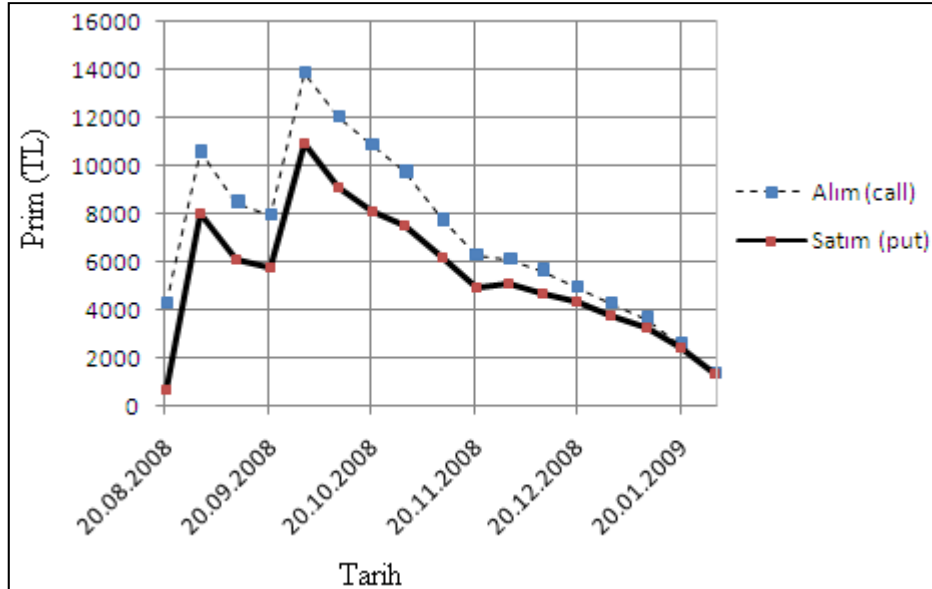
$$20 \text{ Ağustos } 2008 : 4308 / 48884 = \% 8$$

$$30 \text{ Eylül } 2008 : 13870 / 48780 = \% 28$$

20 Ağustos'ta İMKB 30 için ödenen prim, hisse senedi fiyatının % 8'i kadarken, 30 Eylül tarihinde neredeyse üçte biri fiyatına gelmiştir.

Sonuç olarak kriz, opsiyon fiyatı üzerinde olumsuz etki yaratacak ve opsiyon primlerinin yükselmesine sebep olacaktır. Bu durumda yatırımcılar, hisse senedi üzerine opsiyon sözleşmesi düzenlerken iki kez düşünmesi gerekecektir.

Ayrıca, kriz dönemindeki Alım (Call) ve Satım (Put) opsiyonların primleri Şekil 1.12'de görüldüğü gibi benzer trendleri izlediği de görülmektedir.



Şekil 1.12. İMKB 30 hisse senedi endeksi için alım-satım primlerinin zamana bağlı değişimi

Tablo 1.5. IMKB-30 Hisse Senedi Endeksi, 18 Ağustos 2008 - 18 Şubat 2009 Günlük Kapanış Fiyatları ve Volatilite Değerleri

TARİH	IMKB30 TL	$S_i/S_{i-1}$	$U_i = \ln(S_i/S_{i-1})$	$U_i^2$	Total $U_i$	Total $U_i^2$	(Total $U_i$ ) <sup>2</sup>	Standart Sapma Günlük	Standart Sapma Yıllık
05.08.2008	52.297	0,977266	-0,022996	0,000529					
06.08.2008	51.922	0,992825	-0,007201	0,000052					
07.08.2008	51.270	0,987449	-0,012630	0,000160					
08.08.2008	50.265	0,980398	-0,019797	0,000392					
11.08.2008	51.473	1,024024	0,023740	0,000564					
12.08.2008	51.172	0,994162	-0,005856	0,000034					
13.08.2008	50.926	0,995191	-0,004820	0,000023					
14.08.2008	51.587	1,012967	0,012884	0,000166					
15.08.2008	52.290	1,013633	0,013541	0,000183					
18.08.2008	50.065	0,957442	-0,043491	0,001891	-0,023135	0,000712	0,000535	0,009033	0,142818
19.08.2008	49.178	0,982297	-0,017861	0,000319	-0,040996	0,001031	0,001681	0,009793	0,154841
20.08.2008	48.884	0,994017	-0,006001	0,000036	-0,046998	0,001067	0,002209	0,009308	0,147174
21.08.2008	50.513	1,033329	0,032786	0,001075	-0,014212	0,002142	0,000202	0,013900	0,219777
22.08.2008	50.264	0,995058	-0,004955	0,000025	-0,019167	0,002167	0,000367	0,013349	0,211069
25.08.2008	49.437	0,983556	-0,016581	0,000275	-0,035748	0,002442	0,001278	0,013446	0,212599
26.08.2008	49.086	0,992894	-0,007131	0,000051	-0,042878	0,002492	0,001839	0,013011	0,205716
27.08.2008	49.720	1,012923	0,012840	0,000165	-0,030038	0,002657	0,000902	0,013168	0,208204
28.08.2008	49.256	0,990669	-0,009375	0,000088	-0,039413	0,002745	0,001553	0,012879	0,203632
29.08.2008	38.811	0,787933	-0,238342	0,056807	-0,277755	0,059552	0,077148	0,057017	0,901518
01.09.2008	39.853	1,026852	0,026498	0,000702	-0,251257	0,060254	0,063130	0,056239	0,889221
02.09.2008	39.794	0,998512	-0,001489	0,000002	-0,252746	0,060256	0,063881	0,054802	0,866498
03.09.2008	39.026	0,980723	-0,019465	0,000379	-0,272211	0,060635	0,074099	0,053435	0,844887
04.09.2008	38.615	0,989445	-0,010612	0,000113	-0,282823	0,060748	0,079989	0,052150	0,824563
05.09.2008	40.078	1,037907	0,037206	0,001384	-0,245616	0,062132	0,060327	0,052009	0,822339
08.09.2008	39.716	0,990965	-0,009076	0,000082	-0,254693	0,062215	0,064868	0,050867	0,804280
09.09.2008	38.846	0,978087	-0,022157	0,000491	-0,276849	0,062705	0,076646	0,049850	0,788191
10.09.2008	36.897	0,949836	-0,051466	0,002649	-0,328315	0,065354	0,107791	0,049481	0,782358
11.09.2008	36.540	0,990313	-0,009734	0,000095	-0,338049	0,065449	0,114277	0,048523	0,767215
12.09.2008	34.629	0,947717	-0,053699	0,002884	-0,391748	0,068332	0,153467	0,048248	0,762862
15.09.2008	33.360	0,963346	-0,037342	0,001394	-0,429091	0,069727	0,184119	0,047576	0,752247
16.09.2008	32.315	0,968683	-0,031818	0,001012	-0,460909	0,070739	0,212437	0,046852	0,740795
17.09.2008	31.909	0,987437	-0,012642	0,000160	-0,473552	0,070899	0,224251	0,046067	0,728385
18.09.2008	36.042	1,129517	0,121791	0,014833	-0,351761	0,085732	0,123736	0,051389	0,812530
19.09.2008	35.818	0,993782	-0,006238	0,000039	-0,357999	0,085771	0,128163	0,050586	0,799840
22.09.2008	35.123	0,980604	-0,019587	0,000384	-0,377585	0,086155	0,142571	0,049837	0,787985
23.09.2008	34.873	0,992886	-0,007139	0,000051	-0,384724	0,086206	0,148013	0,049103	0,776383
24.09.2008	36.156	1,036784	0,036124	0,001305	-0,348600	0,087511	0,121522	0,049029	0,775219
25.09.2008	36.411	1,007034	0,007010	0,000049	-0,341591	0,087560	0,116684	0,048421	0,765607

Tablo 1.5'in devamı

TARİH	IMKB30 TL	Si/Si-1	Ui= Ln(Si/Si-1)	Ui^2	Total Ui	Total Ui^2	(Total Uİ)^2	Standart Sapma Günlük	Standart Sapma Yıllık
26.09.2008	35.889	0,985672	-0,014432	0,000208	-0,356023	0,087768	0,126752	0,047770	0,755307
29.09.2008	48.780	1,359207	0,306902	0,094189	-0,049121	0,181957	0,002413	0,069186	1,093927
01.10.2008	50.263	1,030397	0,029944	0,000897	-0,019177	0,182853	0,000368	0,068471	1,082625
02.10.2008	50.203	0,998798	-0,001203	0,000001	-0,020380	0,182855	0,000415	0,067610	1,069008
03.10.2008	49.131	0,978652	-0,021580	0,000466	-0,041959	0,183320	0,001761	0,066860	1,057143
04.10.2008	48.575	0,988679	-0,011386	0,000130	-0,053345	0,183450	0,002846	0,066078	1,044783
05.10.2008	50.551	1,040684	0,039878	0,001590	-0,013467	0,185040	0,000181	0,065599	1,037204
08.10.2008	50.062	0,990327	-0,009720	0,000094	-0,023188	0,185135	0,000538	0,064864	1,025590
09.10.2008	48.787	0,974534	-0,025796	0,000665	-0,048984	0,185800	0,002399	0,064247	1,015841
10.10.2008	46.270	0,948404	-0,052974	0,002806	-0,101958	0,188606	0,010395	0,063995	1,011846
11.10.2008	45.847	0,990851	-0,009191	0,000084	-0,111149	0,188691	0,012354	0,063318	1,001152
12.10.2008	43.503	0,948891	-0,052461	0,002752	-0,163610	0,191443	0,026768	0,063064	0,997123
15.10.2008	41.957	0,964445	-0,036202	0,001311	-0,199813	0,192754	0,039925	0,062590	0,989628
16.10.2008	40.522	0,965800	-0,034799	0,001211	-0,234612	0,193965	0,055043	0,062110	0,982053
17.10.2008	39.977	0,986565	-0,013526	0,000183	-0,248138	0,194148	0,061572	0,061511	0,972574
18.10.2008	45.403	1,135706	0,127255	0,016194	-0,120883	0,210341	0,014613	0,063559	1,004953
19.10.2008	44.962	0,990307	-0,009740	0,000095	-0,130623	0,210436	0,017062	0,062965	0,995557
22.10.2008	44.069	0,980132	-0,020068	0,000403	-0,150691	0,210839	0,022708	0,062424	0,987013
23.10.2008	43.906	0,996306	-0,003701	0,000014	-0,154391	0,210853	0,023837	0,061854	0,978001
24.10.2008	45.856	1,044395	0,043438	0,001887	-0,110954	0,212740	0,012311	0,061604	0,974046
25.10.2008	46.217	1,007873	0,007842	0,000061	-0,103112	0,212801	0,010632	0,061075	0,965678
26.10.2008	35.699	0,772424	-0,258221	0,066678	-0,361333	0,279479	0,130562	0,069141	1,093212
03.11.2008	37.631	1,054119	0,052705	0,002778	-0,308628	0,282257	0,095251	0,068972	1,090540
04.11.2008	35.612	0,946361	-0,055131	0,003039	-0,363759	0,285297	0,132321	0,068693	1,086139
05.11.2008	35.084	0,985156	-0,014955	0,000224	-0,378714	0,285520	0,143424	0,068138	1,077351
06.11.2008	34.014	0,969501	-0,030974	0,000959	-0,409688	0,286480	0,167844	0,067658	1,069774
07.11.2008	34.294	1,008233	0,008199	0,000067	-0,401489	0,286547	0,161193	0,067144	1,061648
10.11.2008	33.095	0,965034	-0,035592	0,001267	-0,437080	0,287814	0,191039	0,066717	1,054889
11.11.2008	32.163	0,971850	-0,028554	0,000815	-0,465634	0,288629	0,216815	0,066256	1,047605
12.11.2008	31.945	0,993229	-0,006794	0,000046	-0,472428	0,288675	0,223188	0,065753	1,039638
13.11.2008	32.403	1,014326	0,014224	0,000202	-0,458203	0,288877	0,209950	0,065311	1,032657
14.11.2008	30.526	0,942069	-0,059677	0,003561	-0,517880	0,292439	0,268200	0,065141	1,029977
17.11.2008	30.004	0,982891	-0,017257	0,000298	-0,535137	0,292737	0,286371	0,064678	1,022652
18.11.2008	27.819	0,927198	-0,075588	0,005714	-0,610725	0,298450	0,372985	0,064719	1,023294
19.11.2008	27.062	0,972790	-0,027587	0,000761	-0,638312	0,299211	0,407443	0,064300	1,016678
20.11.2008	28.068	1,037174	0,036500	0,001332	-0,601813	0,300543	0,362178	0,064073	1,013078
21.11.2008	31.102	1,108078	0,102627	0,010532	-0,499186	0,311076	0,249187	0,064924	1,026545
24.11.2008	31.276	1,005589	0,005574	0,000031	-0,493612	0,311107	0,243653	0,064500	1,019834
25.11.2008	31.315	1,001253	0,001252	0,000002	-0,492360	0,311108	0,242418	0,064075	1,013112
26.11.2008	32.668	1,043208	0,042301	0,001789	-0,450059	0,312898	0,202553	0,063894	1,010255
27.11.2008	33.010	1,010459	0,010405	0,000108	-0,439654	0,313006	0,193296	0,063505	1,004095

Tablo 1.5'in devamı

TARİH	IMKB30 TL	Si/Si-1	Ui= Ln(Si/Si-1)	Ui^2	Total Ui	Total Ui^2	(Total Uİ)^2	Standart Sapma Günlük	Standart Sapma Yıllık
28.11.2008	31.015	0,939574	-0,062329	0,003885	-0,501983	0,316891	0,251987	0,063418	1,002722
01.12.2008	31.297	1,009082	0,009041	0,000082	-0,492943	0,316973	0,242993	0,063039	0,996727
02.12.2008	30.616	0,978246	-0,021994	0,000484	-0,514936	0,317456	0,265159	0,062668	0,990869
03.12.2008	31.695	1,035254	0,034647	0,001200	-0,480290	0,318657	0,230678	0,062444	0,987333
04.12.2008	30.706	0,968807	-0,031690	0,001004	-0,511979	0,319661	0,262123	0,062127	0,982317
05.12.2008	32.246	1,050138	0,048922	0,002393	-0,463058	0,322054	0,214422	0,062044	0,980997
12.12.2008	33.278	1,032002	0,031501	0,000992	-0,431556	0,323047	0,186241	0,061804	0,977204
15.12.2008	34.338	1,031868	0,031371	0,000984	-0,400186	0,324031	0,160149	0,061565	0,973424
16.12.2008	34.922	1,016984	0,016841	0,000284	-0,383345	0,324314	0,146953	0,061249	0,968434
17.12.2008	34.488	0,987581	-0,012496	0,000156	-0,395841	0,324470	0,156690	0,060902	0,962948
18.12.2008	34.235	0,992671	-0,007356	0,000054	-0,403197	0,324525	0,162568	0,060556	0,957474
19.12.2008	34.275	1,001166	0,001166	0,000001	-0,402031	0,324526	0,161629	0,060218	0,952127
22.12.2008	34.419	1,004194	0,004186	0,000018	-0,397846	0,324543	0,158281	0,059889	0,946931
23.12.2008	34.033	0,988784	-0,011279	0,000127	-0,409125	0,324671	0,167383	0,059564	0,941782
24.12.2008	34.032	0,999984	-0,000016	0,000000	-0,409141	0,324671	0,167396	0,059241	0,936678
25.12.2008	34.619	1,017233	0,017087	0,000292	-0,392054	0,324963	0,153707	0,058963	0,932287
26.12.2008	34.479	0,995963	-0,004045	0,000016	-0,396100	0,324979	0,156895	0,058649	0,927315
29.12.2008	34.363	0,996643	-0,003362	0,000011	-0,399462	0,324990	0,159570	0,058339	0,922423
30.12.2008	35.002	1,018582	0,018412	0,000339	-0,381050	0,325329	0,145199	0,058080	0,918321
31.12.2008	35.125	1,003526	0,003520	0,000012	-0,377530	0,325342	0,142529	0,057784	0,913653
02.01.2009	36.522	1,039767	0,038996	0,001521	-0,338534	0,326862	0,114605	0,057650	0,911526
05.01.2009	37.484	1,026342	0,026001	0,000676	-0,312533	0,327538	0,097677	0,057433	0,908103
06.01.2009	36.319	0,968926	-0,031567	0,000996	-0,344100	0,328535	0,118405	0,057216	0,904658
07.01.2009	34.089	0,938603	-0,063363	0,004015	-0,407463	0,332550	0,166026	0,057240	0,905049
08.01.2009	34.365	1,008073	0,008041	0,000065	-0,399422	0,332614	0,159538	0,056971	0,900797
09.01.2009	33.222	0,966735	-0,033831	0,001145	-0,433252	0,333759	0,187708	0,056770	0,897615
12.01.2009	33.779	1,016772	0,016633	0,000277	-0,416619	0,334036	0,173572	0,056533	0,893866
13.01.2009	32.388	0,958836	-0,042036	0,001767	-0,458655	0,335803	0,210364	0,056385	0,891518
14.01.2009	32.423	1,001059	0,001058	0,000001	-0,457596	0,335804	0,209394	0,056120	0,887341
15.01.2009	33.205	1,024122	0,023836	0,000568	-0,433761	0,336372	0,188148	0,055923	0,884220
16.01.2009	32.373	0,974945	-0,025374	0,000644	-0,459134	0,337016	0,210804	0,055701	0,880711
19.01.2009	31.892	0,985154	-0,014957	0,000224	-0,474092	0,337239	0,224763	0,055454	0,876811
20.01.2009	31.896	1,000112	0,000112	0,000000	-0,473980	0,337239	0,224657	0,055203	0,872842
21.01.2009	31.783	0,996454	-0,003552	0,000013	-0,477532	0,337252	0,228037	0,054954	0,868902
22.01.2009	31.902	1,003749	0,003742	0,000014	-0,473790	0,337266	0,224477	0,054713	0,865096
23.01.2009	33.523	1,050834	0,049584	0,002459	-0,424206	0,339725	0,179951	0,054703	0,864934
26.01.2009	33.187	0,989958	-0,010093	0,000102	-0,434299	0,339826	0,188616	0,054466	0,861183
27.01.2009	34.519	1,040136	0,039352	0,001549	-0,394948	0,341375	0,155984	0,054376	0,859765
28.01.2009	33.778	0,978527	-0,021707	0,000471	-0,416654	0,341846	0,173601	0,054168	0,856469
29.01.2009	33.503	0,991872	-0,008161	0,000067	-0,424815	0,341913	0,180468	0,053938	0,852828
30.01.2009	25.324	0,755868	-0,279889	0,078338	-0,704704	0,420251	0,496608	0,059381	0,938893

Tablo 1.5'in devamı

TARİH	IMKB30 TL	S <sub>i</sub> /S <sub>i-1</sub>	U <sub>i</sub> = Ln(S <sub>i</sub> /S <sub>i-1</sub> )	U <sub>i</sub> <sup>2</sup>	Total U <sub>i</sub>	Total U <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(Total U <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	Standart Sapma Günlük	Standart Sapma Yıllık
02.02.2009	25.710	1,015265	0,015149	0,000230	-0,689555	0,420480	0,475486	0,059162	0,935434
03.02.2009	26.208	1,019365	0,019180	0,000368	-0,670375	0,420848	0,449403	0,058959	0,932217
04.02.2009	25.826	0,985416	-0,014692	0,000216	-0,685067	0,421064	0,469317	0,058720	0,928449
05.02.2009	26.817	1,038357	0,037640	0,001417	-0,647427	0,422481	0,419161	0,058609	0,926691
06.02.2009	27.131	1,011724	0,011655	0,000136	-0,635771	0,422616	0,404205	0,058390	0,923229
09.02.2009	26.006	0,958519	-0,042366	0,001795	-0,678137	0,424411	0,459870	0,058249	0,921005
10.02.2009	25.403	0,976830	-0,023443	0,000550	-0,701580	0,424961	0,492215	0,058038	0,917665
11.02.2009	25.030	0,985307	-0,014802	0,000219	-0,716382	0,425180	0,513203	0,057813	0,914108
12.02.2009	25.184	1,006148	0,006129	0,000038	-0,710253	0,425217	0,504459	0,057595	0,910650
13.02.2009	24.885	0,988119	-0,011952	0,000143	-0,722205	0,425360	0,521579	0,057372	0,907130
16.02.2009	23.854	0,958606	-0,042276	0,001787	-0,764480	0,427148	0,584430	0,057240	0,905037
17.02.2009	23.808	0,998070	-0,001931	0,000004	-0,766412	0,427151	0,587387	0,057020	0,901566
18.02.2009	24.407	1,025137	0,024827	0,000616	-0,741585	0,427768	0,549948	0,056865	0,899110

Tablo 1.6. "TP.TRT040309K29" Kodlu DİBS kapanış fiyatları ve hesaplanan yıllık getirileri (günlük risksiz faiz oranı için)

TARİH	BONO FİYATI	VADEYE KALAN GÜN SAYISI	GETİRİ	YILLK BASİT GETİRİ
20.08.2008	91760	181	8,24%	16,62%
21.08.2008	91685	180	8,31%	16,86%
22.08.2008	91730	179	8,27%	16,86%
23.08.2008	91803	178	8,20%	16,81%
24.08.2008	91849	177	8,15%	16,81%
25.08.2008	91895	176	8,11%	16,81%
26.08.2008	91914	175	8,09%	16,87%
27.08.2008	91943	174	8,06%	16,90%
28.08.2008	91953	173	8,05%	16,98%
29.08.2008	92015	172	7,99%	16,94%
30.08.2008	92086	171	7,91%	16,89%
31.08.2008	92131	170	7,87%	16,90%
01.09.2008	92177	169	7,82%	16,90%
02.09.2008	92211	168	7,79%	16,92%
03.09.2008	92248	167	7,75%	16,94%
04.09.2008	92261	166	7,74%	17,02%
05.09.2008	92328	165	7,67%	16,97%
06.09.2008	92381	164	7,62%	16,96%
07.09.2008	92426	163	7,57%	16,96%
08.09.2008	92471	162	7,53%	16,96%
09.09.2008	92549	161	7,45%	16,89%

Tablo 1.6'ın devamı

TARİH	BONO FİYATI	VADEYE KALAN GÜN SAYISI	GETİRİ	YILLK BASİT GETİRİ
10.09.2008	92604	160	7,40%	16,87%
11.09.2008	92712	159	7,29%	16,73%
12.09.2008	92736	158	7,26%	16,78%
13.09.2008	92813	157	7,19%	16,71%
14.09.2008	92857	156	7,14%	16,71%
15.09.2008	92902	155	7,10%	16,71%
16.09.2008	92794	154	7,21%	17,08%
17.09.2008	92924	153	7,08%	16,88%
18.09.2008	92973	152	7,03%	16,87%
19.09.2008	92901	151	7,10%	17,16%
20.09.2008	93044	150	6,96%	16,93%
21.09.2008	93090	149	6,91%	16,93%
22.09.2008	93135	148	6,87%	16,93%
23.09.2008	93180	147	6,82%	16,93%
24.09.2008	93194	146	6,81%	17,02%
25.09.2008	93249	145	6,75%	16,99%
26.09.2008	93317	144	6,68%	16,94%
27.09.2008	93356	143	6,64%	16,96%
28.09.2008	93402	142	6,60%	16,96%
29.09.2008	93448	141	6,55%	16,96%
30.09.2008	93448	140	6,55%	17,08%
01.10.2008	93539	139	6,46%	16,97%
02.10.2008	93585	138	6,42%	16,97%
03.10.2008	93631	137	6,37%	16,97%
04.10.2008	93459	136	6,54%	17,55%
05.10.2008	93512	135	6,49%	17,54%
06.10.2008	93565	134	6,44%	17,53%
07.10.2008	93600	133	6,40%	17,56%
08.10.2008	93090	132	6,91%	19,11%
09.10.2008	93135	131	6,87%	19,13%
10.10.2008	93180	130	6,82%	19,15%
11.10.2008	93194	129	6,81%	19,26%
12.10.2008	93249	128	6,75%	19,25%
13.10.2008	93317	127	6,68%	19,21%
14.10.2008	93356	126	6,64%	19,25%
15.10.2008	93402	125	6,60%	19,27%
16.10.2008	93448	124	6,55%	19,29%
17.10.2008	93448	123	6,55%	19,44%
18.10.2008	93539	122	6,46%	19,33%
19.10.2008	93585	121	6,42%	19,35%

Tablo 1.6'ın devamı

TARİH	BONO FİYATI	VADEYE KALAN GÜN SAYISI	GETİRİ	YILLK BASİT GETİRİ
20.10.2008	93631	120	6,37%	19,37%
21.10.2008	93459	119	6,54%	20,06%
22.10.2008	93512	118	6,49%	20,07%
23.10.2008	93565	117	6,44%	20,08%
24.10.2008	93600	116	6,40%	20,14%
25.10.2008	93725	115	6,28%	19,92%
26.10.2008	93785	114	6,22%	19,90%
27.10.2008	93846	113	6,15%	19,88%
28.10.2008	93533	112	6,47%	21,08%
29.10.2008	93599	111	6,40%	21,05%
30.10.2008	93665	110	6,34%	21,02%
31.10.2008	94117	109	5,88%	19,70%
01.11.2008	94157	108	5,84%	19,75%
02.11.2008	94215	107	5,79%	19,73%
03.11.2008	94273	106	5,73%	19,72%
04.11.2008	94464	105	5,54%	19,24%
05.11.2008	94598	104	5,40%	18,96%
06.11.2008	94795	103	5,21%	18,44%
07.11.2008	94897	102	5,10%	18,26%
08.11.2008	94962	101	5,04%	18,21%
09.11.2008	95014	100	4,99%	18,20%
10.11.2008	95065	99	4,94%	18,19%
11.11.2008	95173	98	4,83%	17,98%
12.11.2008	95223	97	4,78%	17,98%
13.11.2008	95216	96	4,78%	18,19%
14.11.2008	95287	95	4,71%	18,11%
15.11.2008	95357	94	4,64%	18,03%
16.11.2008	95408	93	4,59%	18,02%
17.11.2008	95459	92	4,54%	18,02%
18.11.2008	95518	91	4,48%	17,98%
19.11.2008	95478	90	4,52%	18,34%
20.11.2008	95584	89	4,42%	18,11%
21.11.2008	95642	88	4,36%	18,08%
22.11.2008	95772	87	4,23%	17,74%
23.11.2008	95822	86	4,18%	17,73%
24.11.2008	95871	85	4,13%	17,73%
25.11.2008	96061	84	3,94%	17,12%
26.11.2008	96125	83	3,88%	17,04%
27.11.2008	96244	82	3,76%	16,72%
28.11.2008	96293	81	3,71%	16,70%

Tablo 1.6'ın devamı

TARİH	BONO FİYATI	VADEYE KALAN GÜN SAYISI	GETİRİ	YILLK BASİT GETİRİ
29.11.2008	96333	80	3,67%	16,73%
30.11.2008	96378	79	3,62%	16,73%
01.12.2008	96422	78	3,58%	16,74%
02.12.2008	96462	77	3,54%	16,77%
03.12.2008	96478	76	3,52%	16,91%
04.12.2008	96548	75	3,45%	16,80%
05.12.2008	96582	74	3,42%	16,86%
06.12.2008	96607	73	3,39%	16,97%
07.12.2008	96653	72	3,35%	16,97%
08.12.2008	96700	71	3,30%	16,96%
09.12.2008	96747	70	3,25%	16,96%
10.12.2008	96794	69	3,21%	16,96%
11.12.2008	96841	68	3,16%	16,96%
12.12.2008	96887	67	3,11%	16,96%
13.12.2008	96929	66	3,07%	16,98%
14.12.2008	96976	65	3,02%	16,98%
15.12.2008	97023	64	2,98%	16,98%
16.12.2008	97081	63	2,92%	16,91%
17.12.2008	97137	62	2,86%	16,85%
18.12.2008	97247	61	2,75%	16,47%
19.12.2008	97323	60	2,68%	16,29%
20.12.2008	97442	59	2,56%	15,82%
21.12.2008	97485	58	2,52%	15,83%
22.12.2008	97527	57	2,47%	15,84%
23.12.2008	97575	56	2,43%	15,81%
24.12.2008	97620	55	2,38%	15,79%
25.12.2008	97666	54	2,33%	15,78%
26.12.2008	97711	53	2,29%	15,76%
27.12.2008	97764	52	2,24%	15,70%
28.12.2008	97806	51	2,19%	15,70%
29.12.2008	97848	50	2,15%	15,71%
30.12.2008	97873	49	2,13%	15,84%
31.12.2008	97923	48	2,08%	15,79%
01.01.2009	97965	47	2,04%	15,80%
02.01.2009	98006	46	1,99%	15,82%
03.01.2009	98075	45	1,93%	15,61%
04.01.2009	98116	44	1,88%	15,63%
05.01.2009	98157	43	1,84%	15,64%
06.01.2009	98236	42	1,76%	15,33%
07.01.2009	98289	41	1,71%	15,23%



Tablo 1.6'ın devamı

TARİH	BONO FİYATI	VADEYE KALAN GÜN SAYISI	GETİRİ	YILLK BASİT GETİRİ
08.01.2009	98339	40	1,66%	15,16%
09.01.2009	98377	39	1,62%	15,19%
10.01.2009	98422	38	1,58%	15,16%
11.01.2009	98460	37	1,54%	15,19%
12.01.2009	98499	36	1,50%	15,22%
13.01.2009	98553	35	1,45%	15,09%
14.01.2009	98604	34	1,40%	14,99%
15.01.2009	98684	33	1,32%	14,56%
16.01.2009	98735	32	1,27%	14,43%
17.01.2009	98855	31	1,15%	13,48%
18.01.2009	98890	30	1,11%	13,51%
19.01.2009	98924	29	1,08%	13,54%
20.01.2009	98968	28	1,03%	13,45%
21.01.2009	99003	27	1,00%	13,48%
22.01.2009	99041	26	0,96%	13,46%
23.01.2009	99073	25	0,93%	13,53%
24.01.2009	99113	24	0,89%	13,49%
25.01.2009	99147	23	0,85%	13,54%
26.01.2009	99181	22	0,82%	13,59%
27.01.2009	99226	21	0,77%	13,45%
28.01.2009	99273	20	0,73%	13,27%
29.01.2009	99308	19	0,69%	13,29%
30.01.2009	99346	18	0,65%	13,26%
31.01.2009	99379	17	0,62%	13,33%
01.02.2009	99412	16	0,59%	13,41%
02.02.2009	99445	15	0,56%	13,51%
03.02.2009	99484	14	0,52%	13,45%
04.02.2009	99532	13	0,47%	13,14%
05.02.2009	99568	12	0,43%	13,14%
06.02.2009	99593	11	0,41%	13,51%
07.02.2009	99615	10	0,39%	14,05%
08.02.2009	99642	9	0,36%	14,52%
09.02.2009	99668	8	0,33%	15,15%
10.02.2009	99717	7	0,28%	14,76%
11.02.2009	99750	6	0,25%	15,21%
12.02.2009	99786	5	0,21%	15,62%
13.02.2009	99820	4	0,18%	16,43%
14.02.2009	99858	3	0,14%	17,28%
15.02.2009	99892	2	0,11%	19,71%
16.02.2009	99927	1	0,07%	26,65%

Tablo 1.6'ın devamı

<b>TARİH</b>	<b>BONO FİYATI</b>	<b>VADEYE KALAN GÜN SAYISI</b>	<b>GETİRİ</b>	<b>YILLK BASİT GETİRİ</b>
17.02.2009	99966	0	0,00%	0,00%

### 3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada temel amaç, opsiyon sözleşmelerinin işleyişi, nasıl fiyatlandırıldığı ve belirli finansal varlıklar üzerindeki uygulanmasıdır. Ayrıca hisse senedi endeksi üzerine opsiyon sözleşmelerinin Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsasında (VOB) işlem gördüğü varsayılarak, özellikle kriz dönemlerinde ve sonrasında, alıcı ve satıcıların, opsiyon işlemlerinden nasıl etkilendiği üzerine uygulamalar yapılarak çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır. Yakın bir gelecekte “Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası” nda işleme alınması planlanan Opsiyon Borsası ile Türk ekonomisi, yepyeni bir yatırım ve risk yönetim aracına sahip olacak ve uzun süredir ihtiyaç duyulan planlama, öngörülebilir fiyat seviyeleri ve risk yönetimi aracına kavuşacaktır.

Gerçekleştirilmiş olan çalışmadan çıkarılabilecek bazı sonuçlar aşağıda özetlenmektedir:

Opsiyon borsaları spot piyasaların gelişmesini doğrudan etkilemektedir. Gerçekleştirilen çalışmalar, hisse senedi üzerine opsiyon borsasının kurulmasının, hisse senedinin getirisine ve riskler üzerinde olumlu bir etki oluşturduğunu göstermiştir. Bu durum da, finansal yapının güçlenmesini, ekonomik büyümeyi desteklemesini ve yabancı sermaye girişinin hızlanmasını sağlamışlardır.

Opsiyonların getireceği birçok avantaj olduğu gibi, anlaşılmasının zor olması ve kriz dönemlerindeki hisse senedi spot piyasasının verdiği keskin tepkilerle de karşılaşılma ihtimali bulunmaktadır.

Uygulama sonuçlarında da görüldüğü gibi, kriz, ister küresel ister yerel olsun, hisse senedi spot piyasası ciddi tepkiler vermektedir. Bununla beraber faiz oranları ve volatilitedeki artış, opsiyon primlerinin artmasına sebep olmakta ve yatırımcıların bu riski almalarını engellemektedir.

Hisse senedi spot piyasasında olduğu gibi, opsiyon sözleşmesinde de taraflar farklı beklentiler içindedirler. Örneğin bir alım opsiyonu alıcısı hisselerin fiyatında yükseliş beklerken, satıcısı fiyatın düşeceği beklentisindedir.

Temelde riskten korunma aracı olarak kullanılmaya başlanan opsiyon sözleşmeleri günümüzde daha çok bir yatırım aracı olarak kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle, yaygın olarak, elinde ilgili hisse senedi bulunmadan, kar sağlama amacıyla opsiyon sözleşmeleri alınıp satılmaktadır.

Kriz dönemlerinde veya hisse senetlerinde bir düşüş trendi muhtemel durumlarda, uygulamada da görüldüğü gibi, satma hakkı alıcısının bu durumdan en karlı çıktığı görülmüştür. Bunun yanında, alma hakkı satıcısının aldığı primden kar elde ettiği görülmektedir.

İyimser piyasa koşullarında ise, alma hakkı alıcısı yüksek kar sağlarken, satma hakkı satıcısının aldığı primden kar elde ettiği görülmektedir.

2005 yılında Vadeli İşlemler ve Opsiyon Borsası'nın açılmasıyla birlikte, Türkiye, küresel finansal sistemle bütünleşme yönünde önemli adımlar atmıştır. Vadeli işlemlerde sunulan yatırım araçlarının içerisinde, "İMKB 100" ve İMKB 30" endeks vadeli işlemlerinin de bulunması, opsiyon borsasının hayata geçirilmesi öncesinde atılmış önemli adımlardan biridir.

Ekonomik yapının kuvvetlendirilmesiyle birlikte, opsiyon borsası, ülke ekonomisine yepyeni bir yatırım ve risk yönetim aracı kazandıracaktır. Aynı zamanda finans ve diğer ilgili sektörlerde, yeni çalışma alanları yaratarak, işsizliğin azaltılmasında olumlu katkıda bulunacaktır.

ABD gibi piyasalarda opsiyonlar, fiyatlama modellerinden önce de mevcuttular. Dolayısıyla fiyatlama modelleri işlem gören varlıkların opsiyon fiyatlarının belirlenmesi hedeflemek zorundaydılar. Ülkemizde ise fiyatlama modelleri opsiyonlardan önce olmaktadır. Bu durum, bir avantaj olabilir ve değerlendirilmelidir. Örneğin üzerlerine opsiyon yazılması amacıyla İMKB-30 ve İMKB-100 Endeksleri'nden farklı, daha anlamlı olabilecek yeni endeksler ve bölgesel ürünler üzerine emtia opsiyonları oluşturulabilir.

Ülkemizde çok yakın bir zamanda Vadeli Opsiyon Borsası altında işlem görecektir olan opsiyon sözleşmelerinin önemi özellikle daha önce yaşanmış finansal krizler ve her an değişebilir bir finansal ortamın olması nedeniyle çok fazladır. Ancak opsiyon piyasasında spot piyasa riskini azaltmak yada spekülatif getiri elde edebilmek için yapılan işlemlerin başarısı etkin bir fiyat tahminine dayanmaktadır. Bu tahminlerde fiyatların rassal karakterinin anlaşılabilmesi için, fiyatların stokastik süreç olarak modellenmesi önemli bir yaklaşımdır. Rassallığın kontrol altına alınması için önerilen Geometrik Brownian Hareket ise uygulamada en sık kullanılan modellerdendir.

Bu noktadan sonra gerçekleştirilmesinde fayda bulunan çalışmaların başında temel opsiyon fiyatlama modellerinin İMKB'de işlem gören diğer, farklı hisse senetleri üzerine yazılan avrupa tipi opsiyonların fiyatlanmasında ne düzeyde geçerli olduğunun araştırılması sayılabilir.

Opsiyon sözleşmelerinin Türkiye’de işleme başlaması ve yaygınlaşması için;

- 1) Bu konudaki kaynakların ve bilgi düzeyinin artırılması,
- 2) Opsiyon işlemlerinin yeterli düzeyde tanıtımının yapılması,
- 3) Bu konu hakkında yatırım danışmanlığı ve aracı olacak yatırım kuruluşlarının yaygınlaştırılması,
- 4) Opsiyon piyasalarının gelişimini tam anlamda destekleyecek mevzuat ve alt yapı çalışmalarının ayrıntılı bir şekilde yapılması,
- 5) Vadeli işlem ve Opsiyon Borsasında çalışacak kalifiye personel yetiştirilmesi gerekmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR

- Akalın, O. İ., 2006. Hisse Senedi Üzerine Opsiyon Sözleşmeleri ve Türkiye Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Akkum, T., 2000. Döviz Opsiyonları ve Opsiyon Fiyatlama Modelleri, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, 29, 47-74.
- Alpan, F., 1999. Örneklerle Futures Anlaşmalar ve Opsiyonlar, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 145 s.
- Apak, S., 1995. Uluslararası Finansal Teknikler, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 264 s.
- Bhattacharya R.B. and Waymira E.C., 1990. Stochastic Processes With Applications, Jhon Wiley and Sons Inc Canada.
- Black F, ve Scholes M., 1973. The Pricing of Options and Corparate Liabilities, Journal of Political Economy. 637
- Bostan, İ., 2007. Yatırım Projelerinin Analizinde Reel Opsiyonların Kullanılması ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bölükbaş, B., 2003. Opsiyon Sözleşmeleri Fiyatlandırma Modelleri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ceylan, A., 1982. Sermaye Piyasasında Küçük Tasarruf Sahibinin Korunması Sorunu, İ.T.İ.A, İşletme Fakültesi Dergisi, 1, 13
- Change, M. D., 1998. An Introduction to Derivatives, Forth Edition, The Dryden Press, Orlando, 185p.
- Coyle, B., 2001. Currency Options, Fitzroy Dearborn Publishers, Chicago, 22s.
- Edwards F. R., 1992. Future and Options, International Editions, Singapore: Mcgraw-Hill, 496 p.
- Ergeç, F., 1997. Rüçhan Hakkının Kantitatif Modeller ile Fiyatlandırılması, Sermaye Piyasası Kurulu, Yayın No:65, Ankara: SPK Yayınları, 42 s.
- Ersan, İ., 1997. Finansal Türevler, Literatür Yayınevi, İstanbul, 95s.
- Gökçe, A. G., 2001. Opsiyon Değerlemenin Temelleri ve Temel Opsiyon Değerleme Modelleri ile Stokastik Değişkenliğin İMKB Hisse Senedi Piyasaları'nda Geçerliliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Hull, J. C., 2008. The Credit Crunch of 2007: What Went Wrong? Why? What Lessons Can Be Learned? Joseph L. Rotman School of Management University of Toronto, Toronto.

- Hull, J. C., 2002. Options, Futures, and Other Derivatives, Fourth Edition, Prentice Hall, New Jersey. 683 s.
- İMKB, 1997. Sermaye Piyasası ve Borsa Temel Bilgiler Klavuzu, İMKB Yayınları, İstanbul, 450-471 s.
- İMKB, 2002. Finansal Vadeli İşlem Piyasalarına Giriş, İMKB Yayınları, İstanbul, 186 s.
- Jamil, B. ve George C., 2004. Financial Derivatives; Pricing, Applications, and Mathematics, Cambridge: Cambridge University Press, 42 p.
- Karatzas I. and Shreve S., 1988. Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer-Verlag, Newyork, 347 p.
- Keith Redhead, 1997. Financial Derivatives: An Introduction to Futures, Forwards, Options and Swaps, London: Prentice Hall, 300 s.
- Khaniyev T., 2003. Markov Zincirleri, KTÜ Matbaası, Trabzon, 160 s.
- Kırca, İ., 2000. Hukuki Yönüyle Borsa Opsiyon İşlemleri, Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü – Türkiye İş Bankası Vakfı – Hukuk Fakültesi, Ankara.
- Önalın, Ö., 1996. Hisse Senedi Fiyat Değişimlerinin Stokastik Süreç Olarak Analizi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul.
- Önalın, Ö., 2004. Finans Mühendisliğinde Matematiksel Modelleme, Avcıol Basım Yayın, İstanbul, 390 s.
- Ross, M.S., 2003. An Elementary Introduction to Mathematical Finance: Options and Other Topics, Cambridge University Press, New York, s.97.
- Sarkett, J. A., 2008. The Options Course: The Winning Program for Investors&Traders. Sarkett Press, Illinois, 137 p.
- Sheep L. and Shiryaev A.N., 1993. Russian Options: Reduced Regred, Annals of Applied Probabilty 631-640.
- Şahan, Z. Z., 2001. Opsiyon Fiyatlandırma, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- URL-1, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Opsiyon>, Opsiyon.27 Şubat 2009.
- URL-1, <http://www.ft.com/indepth/global-financial-crisis>, Financial Times, Global banking reshaped, 13 Ekim 2008
- Yıldırak, K., Çalışkan, N. ve Çetinkaya, Ş., 2008. Türev Ürün Fiyatlama Teknikleri, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 145 s.

Yılmaz, M. K., 1995. Menkul Kıymetler Piyasasında Vadeli İşlemler ve Opsiyonlar Kullanılarak Oluşturulan Bazı Temel Stratejiler, IMKB Yayınları, İstanbul. 7.

Yılmaz, M. K., 1998. Hisse Senedi Opsiyonları ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Uygulanabilirliği, IMKB Yayınları, İstanbul 33 s.



## ÖZGEÇMİŞ

Hakkı GÜNGÖR, 1981 yılında Ankara’da doğdu. İlkokulu Ankara Ortatepe İlkokulunda, Ortaokulu Ankara 29 Ekim Ortaokulunda ve Liseyi Hasanoğlan Atatürk Anadolu Öğretmen Lisesinde tamamladı. 2001 yılında Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümünde Lisans öğrenimine başladı. 2006 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim dalında Yüksek Lisans programına başladı. 2007’de Ankara Üniversitesi Elmadağ MYO ’da 2547 Yüksek Öğretim Kanunu 31. Maddesi kapsamında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen bu görevine devam eden, Hakkı GÜNGÖR iyi derecede İngilizce bilmektedir.